

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky

System pro správu parkovacích ploch
Diplomová práce

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin Joukl**
Osobní číslo: **I23277**
Studijní program: **N0613A140007 Informační technologie**
Téma práce: **Systém pro správu parkovacích ploch**
Zadávající katedra: **Katedra softwarových technologií**

Zásady pro vypracování

Cílem diplomové práce je navrhnout a implementovat efektivní systém pro správu parkovacích ploch. V úvodu práce bude provedena rešerše současných prostředků a technologií používaných v systémech pro správu parkování. V praktické části práce bude proveden analytický návrh a následná implementace systému pro správu parkovacích ploch zahrnující: řízení vjezdu a výjezdu na parkovací plochu; detekci volných parkovacích míst pomocí senzorů; aplikaci pro uživatele, která umožní rezervaci a navigaci k volným místům a platbu za poskytnutou službu; administrativní rozhraní pro správu a monitorování systému.

Rozsah pracovní zprávy: **50-60 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

KANISOVÁ, Hana a MÜLLER, Miroslav. *UML srozumitelně*. 2. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 8025110834.
SOMMERVILLE, Ian. *Softwarové inženýrství*. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 978-80-251-3826-7.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lukáš Čegan, Ph.D.**
Katedra informačních technologií

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2025**

prof. Ing. Petr Doležel, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

prof. Ing. Antonín Kavička, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. listopadu 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem Systém pro správu parkovacích ploch jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 14. 05. 2025

Bc. Martin Joukl

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Lukáši Čeganovi, Ph.D. za veškerý strávený čas, který strávil vedením mé práce, poskytováním pomoci, rad a následným revidováním této práce, které mi značně pomohly s jejím vypracováním. Dále bych chtěl poděkovat rodině za poskytnutou oporu během studia.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a implementací systému pro správu parkovacích ploch s důrazem na vysokou míru automatizace. Cílem práce je vytvořit moderní a uživatelsky přívětivé řešení, které umožní efektivní rezervaci a správu parkovacích míst prostřednictvím webové aplikace. Systém zahrnuje automatické sledování obsazenosti parkoviště pomocí senzorů, rozpoznávání SPZ pomocí ANPR kamer, automatizované ovládání závor a intuitivní uživatelské rozhraní pro zákazníky i správce. V teoretické části práce jsou analyzovány současné technologie používané v oblasti parkovacích systémů. Praktická část se zaměřuje na návrh architektury systému, specifikaci požadavků a následnou implementaci aplikace. Práce zároveň navrhuje možnosti budoucího rozvoje systému s cílem dále zvýšit jeho efektivitu a uživatelský komfort.

KLÍČOVÁ SLOVA

LoRa, LoRaWAN, Webová aplikace, senzor, ANPR, Správa parkovacích ploch, Use Case

TITLE

Parking management system

ANNOTATION

This thesis focuses on the design and implementation of a parking management system with a high level of automation. The aim is to develop a modern and user-friendly solution that enables efficient reservation and administration of parking spaces through a mobile application. The system includes automated monitoring of parking occupancy using sensors, license plate recognition via ANPR cameras, automated barrier control, and an intuitive user interface for both customers and administrators. The theoretical part analyzes current technologies used in modern parking systems. The practical part deals with system architecture design, requirements specification, and the subsequent implementation of the application. The thesis also proposes possibilities for future development of the system to further improve its efficiency and user experience.

KEYWORDS

LoRa, LoRaWAN, Web Application, Sensor, ANPR, Parking Management, Use Case

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK.....	12
ÚVOD	15
1. Současné parkovací systémy	17
1.1. Automatické pokladny	17
1.2. Vjezdové/výjezdové terminály	19
1.3. Závory	21
1.4. Výsuvné parkovací sloupy	22
1.5. Bariéry	23
1.6. Parkovací senzory	24
1.6.1 Kamerové systémy	25
1.6.2 Magnetické senzory	25
1.6.3 Radarové senzory	26
1.6.4 Ultrazvukové senzory	27
1.6.5 Infračervené senzory	27
1.7. Systémy navádění na volná parkovací místa	28
1.8. RFID	29
1.9. Automatic Number Plate Recognition (ANPR).....	30
1.9.1 LPR kamery	30
1.9.2 ANPR software	32
1.9.3 Systémy pro rozpoznávání registračních značek	33
2. Návrh vlastního řešení	34
2.1. Funkční požadavky	34
2.2. Nefunkční požadavky	36
2.3. Use Case diagram	37
2.4. Procesu vstupu a procesu výstupu (popsaný pomocí BPMN).....	39
2.5. Analytický návrh systému – upřesnění Use Case	43
2.6. Návrh architektury	44

2.7.	Návrh uživatelského rozhraní	45
2.7.1	Společná část GUI	45
2.7.2	Administrátorské GUI.....	48
2.7.3	GUI pro uživatele.....	54
2.8.	Návrh datové vrstvy	62
2.9.	Návrh API.....	67
2.10.	Návrh backend aplikace	67
3.	Implementace.....	69
3.1.	Implementace BE.....	69
3.1.1	Struktura aplikace	69
3.2.	Implementace FE	70
3.2.1	Struktura aplikace	70
3.3.	Uvedení aplikace do provozu	71
3.3.1	Nutné předpoklady.....	71
3.3.2	Spuštění Backendu.....	71
3.3.3	Spuštění Frontendu	72
3.4.	Ukázka zdrojových kódů aplikace a výsledného grafického rozhraní.....	72
3.4.1	Zdrojové kódy backend části	72
3.5.	Výsledné grafické rozhraní	74
	ZÁVĚR	77
	POUŽITÁ LITERATURA	78
	SEZNAM PŘÍLOH.....	82
	PŘÍLOHA 1: Use Case specifikace	83
	PŘÍLOHA 2: OpenAPI specifikace	124

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 Use case diagram.....	38
Obrázek 2 BPMN – proces vstupu část 1	39
Obrázek 3 BPMN – proces vstupu část 2	40
Obrázek 4 BPMN – proces výstupu část 1	41
Obrázek 5 BPMN – proces výstupu část 2	42
Obrázek 6 Diagram nasazení	44
Obrázek 7 Přihlašovací obrazovka.....	45
Obrázek 8 Registrace do systému	46
Obrázek 9 Žádost o obnovu zapomenutého hesla.....	46
Obrázek 10 Obnova zapomenutého hesla	47
Obrázek 11 Hlavní layout aplikace – administrátor.....	48
Obrázek 12 Administrativní dashboard	49
Obrázek 13 Layout stránky Mapa	50
Obrázek 14 Obecná struktura tabulky.....	51
Obrázek 16 Widget pro výpočet ceny	54
Obrázek 17 Obecný layout pro uživatele	55
Obrázek 18 List rezervací	56
Obrázek 19 Založení rezervace.....	57
Obrázek 20 Detail rezervace	58
Obrázek 21 Navigace na místo	58
Obrázek 22 List vozidel	59
Obrázek 23 Založení nového vozidla.....	60
Obrázek 24 Detail rezervace	60
Obrázek 25 Editace vozidla	61
Obrázek 26 Návrh ERD diagramu	62
Obrázek 27 Ukázka GUI – dashboard	75
Obrázek 28 Ukázka GUI – rezervace	75
Obrázek 29 Ukázka GUI – uživatelské rezervace	76
Obrázek 30 Ukázka GUI – detail uživatelské rezervace.....	76
Tabulka 1 Notifikace.....	51
Tabulka 2 Vozidla	52
Tabulka 3 Vozidla v systému.....	52
Tabulka 4 Rezervace	52
Tabulka 5 Senzory	52
Tabulka 6 Vjezd/výjezd	53
Tabulka 7 Parkovací místa.....	53
Tabulka 8 Zakázané SPZ	53
Tabulka 9 Ceník	53
Tabulka 10 Uživatelé	54
Tabulka 11 Authorities.....	62
Tabulka 12 User_ authorities	63
Tabulka 13 Auth_ tokens	63
Tabulka 14 Blocked_ numberplates.....	63

Tabulka 15 Checkpoints.....	63
Tabulka 16 Fines.....	63
Tabulka 17 Notifications.....	64
Tabulka 18 One_time_passwords.....	64
Tabulka 19 Parking_spot.....	64
Tabulka 20 Pricings.....	64
Tabulka 21 Reservations.....	65
Tabulka 22 Users.....	65
Tabulka 23 User_authorities.....	65
Tabulka 24 Vehicle_entries.....	65
Tabulka 25 Vehicles.....	66
Tabulka 26 Parking_lot_locks.....	66

SEZNAM ZKRATEK

RFID (Radio Frequency Identification) – Technologie využívající rádiové vlny k identifikaci a sledování objektů pomocí speciálních štítků (tagů) a čtecích zařízení.

IoT (Internet of Things) – Síť fyzických zařízení připojených k internetu, které spolu komunikují a sdílí data.

API (Application Programming Interface) – Rozhraní pro programování aplikací, umožňující vzájemnou komunikaci mezi různými softwarovými systémy.

LAN (Local Area Network) – Lokální počítačová síť, propojující zařízení v omezené geografické oblasti, např. v budově.

QR kód (Quick Response Code) – Dvourozměrný čárový kód, který lze rychle načíst mobilním zařízením a obsahuje informace jako URL, text nebo jiná data.

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) – Základní sada komunikačních protokolů pro přenos dat v internetu a jiných sítích.

LCD (Liquid Crystal Display) – Displejová technologie využívající kapalně krystalové prvky pro zobrazování informací na obrazovce.

EAN (European Article Number) – Standardizovaný čárový kód používaný pro označování výrobků.

SPZ (Státní poznávací značka) – Registrační značka vozidla v České republice.

LED (Light Emitting Diode) – Světelná dioda, účinný a úsporný zdroj světla.

JSON (JavaScript Object Notation) – Strukturovaný textový formát určený pro ukládání a výměnu dat, běžně používaný v API a webových aplikacích.

IP (Internet Protocol) – Protokol zajišťující adresování a směrování paketů mezi zařízeními v síti.

ANPR (Automatic Number Plate Recognition) – Automatické rozpoznávání registračních značek vozidel z kamerového záznamu.

LPR (License Plate Recognition) – Rozpoznávání registračních značek vozidel, synonymum k ANPR/ALPR.

ALPR (Automatic License Plate Recognition) – Další označení pro ANPR, často používané v americkém prostředí.

NPL (Number Plate Lookup) – Vyhledávání informací spojených s registrační značkou.

CS (Character Segmentation) – Proces rozdělování znaků ve snímku (např. z registrační značky) na jednotlivé části, které mohou být dále rozpoznávány pomocí OCR.

OCR (Optical Character Recognition) – Optické rozpoznávání znaků, technologie převádějící tištěný nebo psaný text na digitální formu.

PoE (Power over Ethernet) – Technologie umožňující napájení zařízení prostřednictvím ethernetového kabelu.

RGB (Red, Green, Blue) – Barevný model složený z červené, zelené a modré barvy.

MPEG (Moving Picture Experts Group) – Skupina standardů pro kompresi a přenos digitálního videa.

MJPEG (Motion JPEG) – Video formát, kde každý snímek je komprimován jako samostatný JPEG obrázek.

RJ45 – Typ konektoru pro síťový ethernetový kabel.

RS485 – Sériové komunikační rozhraní vhodné pro průmyslové aplikace.

LoRa (Long Range) – Bezdrátová komunikační technologie pro přenos dat na dlouhé vzdálenosti s nízkou spotřebou.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) – Síťový protokol postavený nad technologií LoRa, určený pro IoT zařízení.

SIGFOX – Nízkopříkonová síť pro IoT s velkým dosahem, zaměřená na jednoduchý přenos malého množství dat.

IQRF – Bezdrátová technologie z ČR určená pro inteligentní sítě a IoT.

WiFi (Wireless Fidelity) – Bezdrátová technologie pro přenos dat v lokálních sítích.

Bluetooth – Bezdrátová technologie pro přenos dat na krátké vzdálenosti.

BE (Back-End) – Část softwarového systému zajišťující logiku, databáze a serverovou komunikaci.

FE (Front-End) – Uživatelské rozhraní aplikace, které interaguje se zbytkem systému.

GSM (Global System for Mobile Communications) – Standard pro mobilní sítě druhé generace.

Motion JPEG – Viz MJPEG, video sekvence složená z jednotlivých JPEG obrázků.

H.264 – Pokročilý video kodek pro efektivní kompresi videa při zachování kvality.

WDR (Wide Dynamic Range) – Technologie umožňující zpracování obrazu ve scénách s výraznými rozdíly v jasu.

IPv4 / IPv6 – Verze protokolu IP; IPv6 je novější a poskytuje větší rozsah adres.

HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) – Bezpečný protokol pro přenos dat na webu.

RTCP (Real-Time Control Protocol) – Protokol doprovázející RTP, sloužící ke sledování kvality přenosu multimédií.

RTSP (Real-Time Streaming Protocol) – Protokol určený pro řízení přenosu multimediálního obsahu v reálném čase.

ICMP (Internet Control Message Protocol) – Protokol používaný pro zaslání chybových a kontrolních zpráv v IP sítích (např. ping).

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) – Lehký komunikační protokol vhodný pro IoT a přenos malého množství dat.

IDC konektor – Konektor pro ploché kabely používaný např. u starších pevných disků a radičů.

DC konektor – Konektor pro připojení stejnosměrného napájení.

FPS (Frames Per Second) – Počet snímků za sekundu ve videu, ovlivňuje plynulost záznamu.

MJPEG/THRRP – Speciální varianta MJPEG s přizpůsobením pro specifické přenosy, detaily dle kontextu.

RAW – Formát obrazových dat bez úprav a komprese, vhodný pro profesionální zpracování.

SDK (Software Development Kit) – Sada nástrojů a knihoven pro vývoj softwaru.

JPEG (JPG) / PNG / BMP – Grafické formáty pro ukládání obrazových dat:

- JPEG (JPG): ztrátový formát pro fotografie
- PNG: bezztrátový formát s podporou průhlednosti
- BMP: nezkomprimovaný formát s velkou velikostí

CRUD (Create, Read, Update, Delete) – Základní operace s daty v databázových systémech.

devEUI (Device Extended Unique Identifier) – Jedinečný identifikátor zařízení v IoT síti, např. LoRaWAN.

ID (Identifier) – Jednoznačný identifikátor objektu nebo záznamu.

URL (Uniform Resource Locator) – Adresa určující umístění zdroje na internetu.

GUI (Graphical User Interface) – Grafické uživatelské rozhraní pro interakci s aplikací.

OTP (One-Time Password) – Jednorázové heslo pro autentizaci uživatele.

Payload – Datová část zprávy přenášené v síti.

JWT token (JSON Web Token) – Bezpečný způsob přenosu informací mezi dvěma stranami pomocí podepsaného tokenu.

RBAC (Role-Based Access Control) – Řízení přístupu na základě rolí uživatele.

JPA (Java Persistence API) – Rozhraní pro práci s databází v jazyce Java pomocí objektově-relačního mapování.

SPA (Single Page Application) – Webová aplikace, která se načítá jako jediná HTML stránka a dynamicky aktualizuje obsah bez nutnosti opětovného načítání stránky ze serveru.

ÚVOD

V dnešní době, kdy dochází k neustálému nárůstu počtu automobilů ve městech, je efektivní správa parkovacích ploch nezbytným nástrojem pro zajištění dostupnosti parkovacích míst a celkového komfortu obyvatel i návštěvníků městských oblastí. Z tohoto důvodu existují na trhu systémy, které se zabývají v různé míře automatizovanou správou parkovacích ploch.

Cílem této diplomové práce je navrhnout efektivní systém pro správu parkovacích ploch s maximální mírou automatizace celého procesu. Z tohoto důvodu obsahuje systém automatické monitorování parkovací plochy pomocí parkovacích senzorů, automatickou detekci vjezdu a odjezdu vozidel pomocí ANPR kamer a dále i automatické ovládání závor.

Z pohledu zákazníka obsahuje navrhovaný systém zejména aplikaci, pomocí které je možná rezervace parkovacího místa na určité časové období a následná platba vytvořené rezervace. Zautomatizována je také platba pokut za překročení parkovací doby. Dále je součástí aplikace i navigace na dané parkovací místo, což vede k zefektivnění procesu parkování.

Z pohledu administrátora obsahuje aplikace možnost dynamické správy veškerých prvků systému a dále i možnost zakázat na dálku vjezd určité SPZ. Dále je administrátorům systému poskytnut monitoring parkovací plochy pomocí přehledného dashboardu, a také monitoring pomocí emailových notifikací.

Teoretická část této práce se zaměřuje na rešerši prostředků, které jsou používány ve správě parkování. Součástí této rešerše je shrnutí automatických pokladen používaných v parkovacích systémech, shrnutí vjezdových a výjezdové terminálů, představení používaných závor, parkovacích sloupů a bariér. Dále jsou představeny parkovací senzory a jejich typy, systémy pro navádění na volná parkovací místa, technologie RFID a její využití a v neposlední řadě technologie ANPR, a to jak ve formě software, tak i jako součást parkovacích kamer.

Praktická část práce se zabývá nejprve analytickým návrhem systému pro správu parkovacích ploch a následně také popisem implementace aplikace a jejího spuštění. V analytické části praktické části práce jsou nejprve definovány funkční a nefunkční požadavky kladené na aplikaci. Na základě těchto požadavků byl poté vytvořen diagram případu užití a k tomuto diagramu je také dále vypracována specifikace případů užití. Dále byl proveden návrh architektury aplikace. Následně je poté vypracován návrh grafického rozhraní aplikace, návrh datové vrstvy aplikace, popsáno API aplikace a dále navrhnuty klíčové vlastnosti a technologie BE aplikace.

V implementační části je popsána struktura implementace BE části a FE části aplikace, a dále je také popsáno uvedení aplikace do provozu. V poslední části kapitoly implementace jsou popsány vybrané části zdrojových kódů BE části a dále je představena výsledná podoba grafického rozhraní.

1. Současné parkovací systémy

V této kapitole se zaměříme na přehled nejpoužívanějších technologií a konceptů, které jsou aplikovány v oblasti parkovacích systémů. Mezi klíčové komponenty těchto systémů patří automatické pokladny, vjezdové a výjezdové terminály, parkovací senzory, navigační systémy a moderní identifikační technologie, jako je RFID (Radio Frequency Identification) či ANPR (Automatic Number Plate Recognition). Tyto prvky jsou často propojeny do jednotného informačního systému, který umožňuje správu parkovacích míst v reálném čase, sledování plateb a zajištění bezpečnosti.

Dále se podíváme na využití IoT technologií v oblasti parkování, které umožňují vzdálené monitorování obsazenosti parkovacích ploch a jejich optimalizaci. Rovněž se budeme věnovat inteligentním systémům využívaných v oblasti parkování využívajících strojové učení a kamerové systémy, jež umožňují nejen rozpoznání registračních značek vozidel, ale i sběr a zpracování parkovacích statistik na základě získaných dat.

Cílem této kapitoly je představit široké spektrum technologických řešení, která přispívají k efektivnějšímu využití parkovacích kapacit, zjednodušení správy parkovišť a zlepšení uživatelského zážitku.

1.1. Automatické pokladny

Automatické pokladny jsou zařízení navržena pro automatický výběr parkovacích poplatků. Jedná se o častou součást parkovacích systémů. Tyto pokladny vyžadují pouze minimální obsluhu personálem, a tedy umožňují levný a efektivní provoz, který nevyžaduje neustálou přítomnost personálu.

Běžně používané pokladny podporují přijímání plateb v hotovosti, platební kartou a předplacenými hodnotovými kartami. Mezi další funkce automatických pokladen se řadí tisk daňových dokladů, sběr statistik o využití systému, interkom pro komunikaci s obsluhou, automatické hlášení počtu bankovek a mincí a zaslání notifikací o poruchách v systému. Některé automatické pokladny dále podporují integraci s externími systémy pomocí API, komunikaci v síti LAN či se také dají plně programovat [5].

Uživatelské rozhraní automatické pokladny běžně zahrnuje barevný monitor, samotné ovládání se běžně provádí přes mechanická tlačítka.

Důležitou požadovanou vlastností pokladen je jejich bezpečnost a spolehlivost. Vzhledem k tomu, že se předpokládá jejich využití jak v uzavřeném prostoru, tak i ve volném prostranství,

jsou pokladny vyrobeny z odolných materiálů, jako je například ocel [3] [43]. Dále mohou pokladny obsahovat integrovaný záložní zdroj baterie. Pokladny také mohou obsahovat integrovanou klimatizaci pro zajištění optimální teploty. Dalším stupněm zabezpečení, který je nabízen jako součást některých pokladen je nerezový trezor sloužící pro bezpečné uložení mincí [5] či otřesové čidlo [3] [43].

Příklady komerčně dostupných automatických parkovacích pokladen jsou Automatická pokladna PAYPARK od společnosti Elvis, GP4MSv2 – Kompaktní platební stanice nabízená společností Green Center a Automatická pokladna od AS Parking. Tyto komerčně dostupné pokladny dále rozebereme.

Automatická pokladna PAYPARK představuje typickou automatickou pokladnu. Jedná se o programovatelnou pokladnu vyrobenou z ocelového plechu, která je odolná vůči vlivům prostředí. Je možno ji instalovat jak na zem, tak i na zeď či případně lze i zazdíť. Tato pokladna umožňuje platbu pomocí zákaznické či zaměstnanecké karty a dále je samozřejmostí také platba v hotovosti – pomocí mincí a bankovek. Její ovládání probíhá pomocí tlačítek, informace zobrazuje na 8 řádkovém grafickém displeji. Dále pokladna zahrnuje interkom pro komunikaci s obsluhou. Tato pokladna má v sobě zabudovanou tiskárnu, která podporuje tisk na termopapír. Dále v sobě pokladna má zabudovanou čtečku čárových a QR kódů. Pokladna zahrnuje programovatelné tarify, slevy a dále také umí generovat statistiky a reporty. Z komunikačních protokolů podporuje pokladna protokol TCP/IP a také sériovou komunikaci přes rozhraní RS485, což umožňuje její integraci do širšího parkovacího systému. [3]

Automatická pokladna GP4MS v2 od společnosti Green Center je pokročilá platební stanice, která umožňuje nejen automatický výběr poplatků za parkování, ale díky funkci kiosku také platby za další služby. Její konstrukce je tvořena zinkovanou ocelí a zvládne odolav vlivu okolního prostředí. Obdobně jako pokladna PAYPARK, i tato pokladna umožňuje platbu v hotovosti, pomocí mincí a bankovek, či také pomocí parkovací karty a dále i pomocí platebního terminálu. Má v sobě zabudovanou tiskárnu, která umožňuje tisk parkovacích dokladů. Kromě platby za parkování také pokladna umožňuje vydávání parkovacích karet. Její ovládání probíhá pomocí tlačítek, informace se zobrazují na grafickém LCD displeji. Volitelně také obsahuje k ovládání dotykový displej. Dále pokladna volitelně obsahuje interkom pro komunikaci s operátorem parkoviště. Pokladna dále obsahuje čtečku RFID karet a čtečku čárových i QR kódů. Komunikační rozhraní systému probíhá pomocí protokolu gRPC a

obsahuje podporu nejpoužívanějších programovacích jazyků, jako jsou C#, C++, Java a Javascript (NodeJS). [2]

Platební automat od AS Parking je dalším zástupcem automatických pokladen. Tato automatická pokladna je tvořena z nerezové skříně, která snadno odolá vlivům okolního prostředí. Pro vyšší odolnost obsahuje pokladna záložní zdroj energie a také obsahuje zabudovanou klimatizaci. Jako předešlé pokladny i tato pokladna podporuje platbu mincemi a bankovkami a dále i pomocí platebních karet. Pokladna také volitelně podporuje městské karty. Dále automat obsahuje integrovanou tiskárnu, která umožňuje tisk účtenek a dokladů. Ovládání systému probíhá pomocí zabudovaného dotykového LCD displeje. Dále automat obsahuje zabudovaný interkom umožňující spojení s operátorem parkoviště. Obdobně jako předešlé pokladny i tato pokladna obsahuje čtečku čárových kódů a QR kódů. Komunikační rozhraní platebního automatu probíhá pomocí REST API, pokladna dále umožňuje vzdálenou správu. [5]

1.2. Vjezdové/výjezdové terminály

Vjezdové a výjezdové terminály jsou další velmi často používanou položkou moderních parkovacích systémů. Obdobně, jako u automatických pokladen, i zde se jedná o plně automatické systémy, který vyžadují minimální obsluhu personálem. Hlavním účelem těchto terminálů je regulace vjezdu a výjezdu vozidel z prostoru parkoviště.

Základní funkcemi vjezdového terminálu je odbavení příchozího vozidla. Existuje mnoho metod, jak toho dosáhnout. Jedním z těchto způsobů je výdej parkovacího lístku, který je poté určen k jednoznačné identifikaci vozidla v rámci parkovacího systému. Lístek obvykle obsahuje kód, který je strojově čitelný, například EAN (běžný čárový kód) či QR kód. Další podporovanou možností odbavení vozidla jsou bezdotykové karty, vydávané například pro abonenty a rezidenty. Existuje také možnost využít RFID identifikace či identifikace vozidla pomocí SPZ [6] [8].

Vjezdové a výjezdové terminály zahrnují integraci se závorami či obdobnými zařízeními, které jim umožňují regulovat vjezd a výjezd. Dále jsou terminály často integrovány s platebními pokladnami či jinými platebními systémy.

Na trhu nabízené terminály mají zpravidla modulární design a jejich funkce lze podle požadavků rozšířit. Běžně nabízeným rozšířením je možnost vsazení platebního terminálu, který umožní zaplacení parkovného bez nutnosti využití pokladny. Další běžně nabízenou

možností rozšíření je vsazení interkomu, který umožní komunikaci zákazníka parkoviště s operátorem [5].

Příkladem komerčních systémů jsou například terminály nabízené společností AS Parking (model EB170 a SB170) či terminál GP4T od společnosti Green Center. Tyto vjezdové terminály budou dále popsány.

Terminály EB170 a SB170 nabízené společností AS Parking představují společně vjezdový a výjezdový terminál. EB170 je vjezdový terminál, SB170 je výjezdový terminál.

Účelem vjezdového terminálu je zaznamenat datum a čas příjezdu vozidla na parkoviště. K tomuto účelu vydává příjezdějícím vozidlům parkovací lístek vytištěný na termální papír, který obsahuje čárový či QR kód, či volitelně vydává terminál i parkovací kartu. Terminál se skládá z nerezové skříně, jeho konstrukce je odolná vůči vlivům počasí. Zahrnuje podsvícený displej, volitelně lze použít barevný LCD displej. Terminál dále zahrnuje tlačítko pro výdej parkovacího lístku. Volitelnou součástí terminálu může být komunikační interkom a dále i bezkontaktní čtečka parkovacích karet.

Účelem výjezdového terminálu je ověření platnosti parkovacího lístku (či parkovací karty). K tomuto účelu obsahuje čtečku čárových a QR kódů. Obdobně jako vstupní terminál, i výstupní terminál se skládá z nerezové skříně a jeho konstrukce odolá vlivu okolního prostředí. Terminál obsahuje podsvícený displej, volitelně lze použít i barevný LCD displej. Další volitelnou součástí je komunikační interkom a bezkontaktní čtečka parkovacích karet.

Vjezdový a výjezdový terminál obsahují integraci s vjezdovou/výjezdovou závorou.

Terminál GP4T od společnosti Green center se obdobně jako terminály od AS Parking skládá z vjezdového a výjezdového terminálu.

Účelem vjezdového terminálu je zaznamenání příjezdu vozidla do systému. Za tímto účelem terminál vydává parkovací lístek či parkovací kartu. Terminál je tvořen zinkovanou ocelí, a je odolný vůči vlivům okolního prostředí. Terminál obsahuje LCD displej. Ovládá se pomocí tlačítka pro výdej parkovacího lístku, dále v případě instalace interkomu obsahuje tlačítko pro spuštění interkomu. Terminál lze dále rozšířit o čtečku QR kódů, které umožňují číst QR kódy z mobilních zařízení. Dále lze tlačítko pro výdej parkovacího lístku nahradit za bezdotykovou variantu.

Účelem výjezdového terminálu je ověření oprávnění vozidla opustit parkovací plochu. Pro tento účel obsahuje terminál čtečku parkovacích lístků, kterou načte parkovací lístek a ověří

jeho platnost. Obdobně jako vstupní terminál je i výstupní terminál tvořen zinkovanou ocelí a taktéž obsahuje LCD displej.

Vjezdové a výjezdový terminál obsahuje rozhraní pro ovládání závor, výsuvného sloupu, bariéry, vrat apod. Dále lze oba terminály rozšířit o interkom pro komunikaci s operátorem a také o možnost čtení RFID karet. Na oba terminály lze dále umístit 18,5palcový reklamní či informační displej.

1.3. Závory

Běžnou součástí automatických parkovacích systémů jsou závory, které představují fyzický prvek, který brání neoprávněnému vstupu vozidel. Parkovací závory existují v automatickém provedení a manuálním provedení [11]. V následujících odstavcích budeme z důvodu technického zaměření této práce uvažovat pouze automatické závory.

Jednotlivé závory se vzhledem k rozdílným podmínkám a účelu používání velice liší. Při výběru závory je nutné zvážit zejména rozměry kontrolovaného místa, intenzitu provozu, hlučnost závory, předpokládanou životnost závory a také možnosti její integrace s ostatními prvky parkovacího systému [10]. Dále je nutné uvažovat požadovanou míru bezpečnosti, kterou má závora poskytovat.

Dále podrobněji představíme nejdůležitější parametry závor, které musíme zohlednit při jejich výběru. Délka ramena běžně používané závory se pohybuje od 3 m do 6 m (např. Automatická parkovací závora PARK měří 3–5 m) [5], ale existují i specializované závory, které dosahují např. délky až 14 m (Automatická parkovací závora RB75) [10]. Dalším sledovaným parametrem je intenzita provozu. Tento parametr udává maximální možnou intenzitu operačních cyklů závory, které je možné provést za den. Dalším parametrem je rychlost pohybu, který udává rychlost otevření/uzavření závory. Dále sledujeme hmotnost závory, její provozní teploty, stupeň krytí a počet cyklů bez poruchy. V případě použití závory v omezeném prostoru (například podzemní parkoviště) se dodávají závory s kloubovým ramenem, což je typ ramena, který zahrnuje ohebný kloub, který v případě sklopení závory pomáhá snížit její výšku. Dále existují varianty závor s vylamovacím ramenem, které zabezpečí, že v případě nabourání závory se její rameno vylomí z úkrytu, a tím zabrání poškození ramene závory.

Mimo tyto parametry se závory také liší nabízenou mírou bezpečnosti. V objektech, kde je nutná zvýšená bezpečnost je možno použít variantu automatické závory vybavené pevnými zábranami, které brání neoprávněnému průjezdu. Příkladem takovéto závory může být

například průmyslová závora RB53 v konfiguraci obsahující oboustrannou zábranu vysokou 2 metry [10].

Dále si blíže přiblížíme Automatickou parkovací závora PARK a průmyslovou vjezdovou závora RB53 ve variantě s oboustrannou zábranou jako zástupce 2 odlišných typů závor.

Automatická parkovací závora PARK vyráběná firmou Detomatic představuje základní typ automatické závory, který je určen pro parkovací systémy s vysokou intenzitou provozu. Skříň závory je vyrobena z ocelového plechu a je odolná vůči vlivům vnějšího prostředí. Závora umožňuje nastavitelnou dobu rychlosti otevření a zavření v rozsahu od 0,6 s do 5 s. Závora je dodávána s hliníkovým ramenem ve velikosti od 3 do 5 metrů. V případě potřeby může být závora dodávána s kloubovým či vylamovacím ramenem. Systém závory je vyvážen pomocí sady pružin. Závora má udáváno, že vydrží 7 000 000 cyklů bez poruchy, což znamená, že se jedná o závora s vysokou životností. Závora je vybavena systémem, který zabezpečuje reverzní pohyb v případě nárazu na překážku. V případě, že vypadne proud, je závora vybavena systémem, který ji automaticky otevře. V rámci rozšiřitelných doplňků lze na závora nainstalovat LED semafor a také lze na rameno nainstalovat osvětlení. [24]

Průmyslová vjezdová závora RB53 (varianta s dvojitými zábranami) je taktéž závora vyráběnou firmou Detomatic. Tato závora je zaměřená na systémy, kde je potřeba maximální míra zabezpečení. Stěna závory je vyrobena z ocelového plechu. Závora se zvládne otevřít či zavřít do 7 s. Závora je dodávána s hliníkovým ramenem, které má maximální délku 5 metrů. Systém závory je, obdobně jako u předešlé závory, vyvážen pomocí sady pružin. Na ramenu závory je umístěn 178 cm velký plot zabraňující vniknutí neoprávněných osob. Závora má udávanou výdrž 3 000 000 cyklů. Závora zahrnuje systém automatického zastavení v případě, že rameno narazí na překážku. Dále závora obsahuje nouzové odblokování pomocí kliky. [5]

1.4. Výsuvné parkovací sloupy

Výsuvné sloupy představují další možnost fyzického prvku, který slouží ke kontrole vjezdu a odjezdu vozidel. Obdobně jako závory, tak i výsuvné sloupy existují v automatickém provedení a také manuálním (poloautomatickém) provedení. V následujícím textu se zaměříme na automatické sloupy.

Výsuvné sloupy mohou představovat odolnější alternativu závory či je také lze se závora kombinovat. Výsuvný sloup je konstrukce oválného tvaru, která je zabudovaná ve vozovce. Je tvořen odolným materiálem, jako je například nerezová ocel. [5] [20].

Kromě standardních provedení mohou být výsuvné sloupy dostupné i ve vysoce odolném (antiteroristickém) pancéřovém provedení, které je navrženo tak, aby odolalo nárazům těžkých vozidel při vysokých rychlostech. Tento typ sloupů se často využívá v oblastech s vysokými bezpečnostními požadavky, jako jsou vládní budovy, vojenské objekty, letiště nebo chráněné zóny v městských centrech.

Ovládání sloupu probíhá například přes řídicí jednotku. Součástí sloupu může být například bezpečnostní hlavice, která nedovolí vysunutí sloupu při detekci zatížení či zvuková signalizace.

Příkladem na trhu běžně dostupného parkovacího sloupu je automatický výsuvný sloup C275A nabízený firmou AS Parking či Bezpečnostní sloup K275A vyráběný firmou Detomatic, které dále představíme.

Sloup C275A nabízený firmou AS Parking je nerezový či ocelový výsuvný sloup s tloušťkou stěny 4 mm anebo 12,5 mm. Konstrukce válce obsahuje zinkový základový vnější sloup, který se zabetonovává do povrchu vozovky. Tento sloup se dodává s výškou zdvihu 500, 700 nebo 800 mm [25]. Vysunutí a zasunutí válce zajišťuje hydraulický pohon. Horní část výsuvného válce obsahuje reflexní pruh, který slouží pro lepší viditelnost v podmínkách se sníženou viditelností. Sloup lze odblokovat pomocí uvolňovacího klíče. Sloup se dále prodává s volitelným příslušenstvím. Z uváděného příslušenství je vhodné zmínit bezpečnostní přírubu, která reaguje na zatížení, a tedy při detekci zatížení nedovolí vysunutí sloupu. Dalším možným příslušenstvím je například zvuková signalizace vysunutí/zasunutí.

Bezpečnostní sloup K275A dodávaný firmou Detomatic je zástupcem antiteroristického sloupu. Tento sloup splňuje dle zvolení varianty certifikaci podle standardu IWA 14-1, (PAS 68), ASTM F 2656—18A). Jedná se o nerezové či ocelové sloupy s tloušťkou stěny od 12,5 mm do 25 mm. Výška vysunutelné části sloupu se pohybuje od 80 cm po 120 cm. Jedná se o odolnější sloup, než je předchozí zmíněný sloup. Stejně jako předchozí sloup i tento sloup se instaluje do vozovky. Stejně, jako sloup C275A je možné i na tento sloup pořídit bezpečnostní přírubu, která reaguje na zatížení, a tedy při detekci zatížení nedovolí vysunutí sloupu. Sloup dále také obsahuje například akustickou sirénu či rozpoznávač zvuků alarmu vozidel záchranné služby. [26]

1.5. Bariéry

Silniční bariéry jsou dalším důležitým prvkem v oblasti bezpečnosti a kontroly přístupu vozidel do chráněných oblastí. Jejich hlavním úkolem je zamezit neoprávněnému vjezdu vozidel a

chránit tak objekty či veřejná prostranství před potenciálními hrozbami. Bariéry lze použít samostatně, či v kombinaci se závory a výsuvnými sloupky. Existují pevné bariéry a výsuvné bariéry. Dále budeme uvažovat pouze výsuvné bariéry.

Komerčně dostupné bariéry lze rozdělit na 2 typy – Elektromechanické zábrany a Elektrohydraulické bariéry [21].

Elektromechanické zábrany jsou určeny pro zastavení lehčích vozidel, které váží do dvou tun. Jejich hlavní výhodou je snadná instalace a montáž, která nevyžaduje dodatečné stavební práce.

Elektromechanické zábrany slouží pro zastavení těžších vozidel, a to až do 7 tun. Oproti elektromechanickým zábranám je v případě jejich pořízení nutno počítat s obtížnější montáží a instalací.

Zástupcem komerčně dostupných bariér jsou silniční bariéra RKB dodávaná firmou Autogard a Silniční bariéra Guard od firmy Detomatic.

Silniční bariéra RKB je elektrohydraulická bariéra, která slouží pro zabezpečení objektů, které požadují nejvyšší stupeň zabezpečení. Konstrukce systému bariéry se skládá ze samotné bariéry a hydraulického agregátu. Hydraulický agregát se nachází ve skříni, která je vyrobena z ocelového plechu a v praxi je často zapuštěna do podzemní šachty. Samotná bariéra má délku až 4 metry do šířky a 0.65 metrů do výšky. Dokáže zastavit vozidlo až do váhy 7 t, udávaná rychlost jejího otevření v obvyklém režimu je 4 s, v nouzovém režimu se dokáže zvednout do 2 s. Bariéra váží 1200 kg. [21]

Silniční bariéra Guard je zástupcem elektromechanických bariér. Tato bariéra je vyrobena z konstrukční oceli C22 [27]. Bariéra je široká od 1,5m do 4 m, na výšku měří od 0,35 m do 0,550 m. Tato bariéra se v obvyklém režimu otvírá od 4 do 6 s, v nouzovém režimu se zvládne zvednout do 1,5 s.

1.6. Parkovací senzory

Další součástí systému pro správu parkovacích ploch mohou být parkovací senzory. Komerčně jsou k tomuto účelu nabízeny zejména IoT parkovací senzory. Účelem těchto senzorů je automatická detekce obsazenosti parkovacích míst, která nepožaduje lidskou obsluhu.

V rámci komerčně nabízených senzorů se lze setkat s mnoha technologickými řešeními senzoru. Tyto senzory lze rozdělit do následujících kategorií: Kamerové systémy, radarové senzory, magnetické senzory, ultrazvukové senzory, infračervené senzory. [12] [15].

1.6.1 Kamerové systémy

Tyto systémy pro detekci přítomnosti vozidla používají digitální optická zařízení, jako jsou kamery pro záznam obrazu. Tento obraz následně vyhodnocují a pomocí sofistikovaných algoritmů vyhodnotí přítomnost vozidel v obraze.

Výhodou těchto senzorů je, že jeden senzor zvládne monitorovat více parkovacích míst [13], a jejich relativně snadná instalace. Tyto senzory také zvládnou automatickou detekci registračních značek, a tím tedy umožňují podrobnější sledování stavu systému. Dále tyto senzory umožňují uchovávat zaznamenaný obraz a tím tedy zvládnou zastoupit práci samostatných kamer.

Příkladem komerčně dostupného řešení je již zmíněný senzor TKH Security PE3 či TKH Security PE360, které vyrábí firma TKH Security. Tyto senzory dále představíme.

Senzor TKH Security PE3 je parkovací senzor a naváděcí systém v jednom. Tento senzor obsahuje jednu či 2 IP kamery a každá z těchto kamer zvládne monitorovat až 3 parkovací místa. Kromě monitorovací funkce umožňuje tento senzor ukládání videozáznamu ve formátu MPEG a také ve speciálním formátu. Dále senzor nabízí možnost rozpoznávání registračních značek (LPR) a to i ve špatně osvětleném prostoru. Senzor s okolím komunikuje pomocí protokolu TCP/IP přes konektor RJ45 (tedy klasický ethernet). Přes tento konektor je senzor i napájen – disponuje totiž technologií PoE. [28] Z funkcí naváděcího systému disponuje systém RGB LED indikátory, které indikují stav parkovacího místa.

Senzor THX Security PE360 je obdobně jako předchozí systém senzor i naváděcí systém v jednom. Tento senzor obsahuje jednu IP kameru, která má rozhled 360 stupňů, pomocí které dokáže kontrolovat až 6 parkovacích míst. I tento senzor dokáže rozpoznávat obraz i za zhoršených světelných podmínek. Kromě funkce senzoru a naváděcího systému obstarává i funkci videokamery, videozáznam pořízený tímto senzorem lze ukládat ve formátu H.264 a Mjpeg. Tento senzor obsahuje RJ45 rozhraní a komunikuje s okolím pomocí protokolu TCP/IP. Díky podpoře PoE je přes toto rozhraní i napájen. I tento senzor disponuje RGB LED indikátory, pomocí kterých indikuje stav monitorovaných parkovacích míst.

1.6.2 Magnetické senzory

Jedná se o senzory, které detekují změnu elektromagnetického pole, které způsobí přítomnost vozidla. Vzhledem k omezenému dosahu detekce musí být tyto umístěny zpravidla pod povrchem vozovky. Tyto senzory jsou zpravidla odolné vůči působení vlivu údržbu. a po počáteční instalaci nevyžadují pravidelnou údržbu. [15]

Jedná se o bezdrátová zařízení, které obsahují integrovanou baterii s obvyklou výdrží několika let. S ostatními prvky systému komunikují pomocí nejrůznějších komunikačních protokolů.

Z komerčně dostupných senzorů lze například zmínit parkovací senzor od firmy CITIQ a senzor **Parkdroid NB-IoT smart parking senzor**.

Parkovací senzor od firmy CITIQ je senzor, který pro detekci obsazenosti místa používá standardní magnetometr. Tento senzor umožňuje komunikaci pomocí běžných protokolů IoT – tedy protokolů LoRa, SIGFOX a IQRF [16]. Senzor se instaluje pod povrch vozovky. Obsahuje integrovanou baterii, která má deklarovanou životnost až 8 let.

Senzor **Parkdroid NB-IoT smart parking senzor** je také senzorem, který používá geomagnetický senzor. Tento senzor podporuje komunikaci pomocí technologie LoRa. Senzor se instaluje na povrch vozovky. Jeho součástí je integrovaná baterie, která vydrží až 7 let provozu [29].

1.6.3 Radarové senzory

Tyto parkovací senzory využívají radarovou technologii pro detekci zaparkovaných vozidel. [7]. Senzory na bázi radaru lze na rozdíl od magnetických senzorů umístit jak pod povrch vozovky, tak i na její povrch, což eliminuje nutnost zásahu do povrchu vozovky [15]. Radarové senzory jsou obdobně jako magnetické senzory odolné vůči vlivům prostředí, a tedy lze je použít jak ve venkovních parkovacích plochách, tak i ve vnitřních.

I tyto senzory jsou bezdrátová zařízení, která obsahují integrovanou baterii, s výdrží několika let. Podporují komunikaci pomocí nejrůznějších komunikačních protokolů. [7]. Pro příklad tohoto senzoru lze uvést senzory Puck Radar nabízený firmou Sensative či také parkovací senzor od firmy Bosch.

Puck Radar je senzor, který k měření přítomnosti vozidla používá radar. Jedná se o všestranný senzor, který kromě detekce přítomnosti vozidla zvládne i další věci – například detekci hloubky sněhu. My se však zaměříme pouze na jeho využití pro detekci vozidel. Tento senzor lze namontovat jak do povrchu vozovky, tak i například na stožár či zeď. Dosah detekce objektu je až 6.8 metrů, a kromě radarového senzoru zahrnuje i senzor teploty. Senzor je napájen vyměnitelnou baterií, která mu poskytne až 10 let provozu. Puck radar je navržen pro komunikaci v rámci sítě LoRaWAN. Kromě sítě LoRaWAN také používá WiFi pro geopositioning. Lze ho objednat v několika konfiguracích a v závislosti na konfiguraci má rozsah detekce buď 30 stupňů anebo 60 stupňů [7].

Parkovací senzor od firmy Bosch zahrnuje jak detekci vozidel pomocí radaru, tak i pomocí geomagnetického principu. Jedná se o parkovací senzor, jehož hlavní předností je snadná instalace. Senzor lze jednoduše přilepit či přišroubovat k zemi, přičemž senzor má vyměnitelné jádro, které lze vyměnit bez nutnosti vyměnění základny. Tento senzor nevyžaduje po úvodní instalaci žádnou údržbu a ani kalibraci – jedná se o samo kalibrující senzor. Je poháněn Lithiovou baterií s dobou výdrže až 5 let. Senzor pro komunikaci s okolím používá síť LoRaWAN. Po této síti je možné i jeho správa a vzdálené aktualizace. [31]

1.6.4 Ultrazvukové senzory

Ultrazvukové senzory fungují na principu vysílání ultrazvukových vln do prostoru a následné detekci. Tyto senzory se na rozdíl od magnetických a radarových senzorů umísťují na strop nad parkovacím místem. Na rozdíl od předem zmíněných senzorů jsou tyto senzory náchylné na vlivy prostředí, a proto jsou vhodné pouze pro vnitřní parkovací prostory. Tyto senzory existují v bezdrátové i drátové variantě. [15]

Ve drátové variantě se jedná například o **senzor nabízený firmou ParkHelp**, který komunikuje přes lokální síť pomocí API či zvládá i komunikaci přes Bluetooth. Tento ultrazvukový senzor, který zároveň slouží i jako navigační systém je vhodný do vnitřních prostor. Senzor se instaluje, jak je u ultrazvukových senzorů typické, nad parkovací plochu. Zvládá detekci automobilů s deklarovanou přesností 99,9 % procent. Součástí produktu je jednak senzor, tak i montážní lišta a LED indikátor. Dodávaný indikátor slouží k vizuální identifikaci obsazenosti místa. Senzor podporuje integraci s aplikací ParkManager a také s technologiemi třetích stran. [18]

1.6.5 Infračervené senzory

Infračervené senzory pracují na základě detekce infračerveného záření. Tyto senzory se dělí na aktivní a pasivní senzory.

Pasivní infračervené senzory nevysílají žádné záření; přítomnost vozidla detekují na základě změny energie při umístění objektu před senzor.

Aktivní infračervené senzory naopak emitují infračervené záření a objekt detekují porovnáním množství odražené energie od povrchu.

Pasivní i aktivní infračervené senzory jsou náchylné na vliv okolního prostředí. Z tohoto důvodu jsou vhodné pouze pro použití ve vnitřních parkovacích plochách. Pasivní infračervené senzory se obvykle umísťují do povrchu vozovky či na strop. Aktivní infračervené senzory se umísťují na strop. [15]

Komerčně dostupným infračerveným senzorem použitelným pro detekci parkovacích míst je **Front infrared sensor (TOF) prodáváný firmou Parksol**. Tento aktivní infračervený senzor je možno instalovat na strop, kabelovou lištu či stěnu. K zajištění snadné instalace obsahuje tento senzor otočnou hlavu, pomocí které je možné lehce doladit umístění snímané plochy. Je určen zejména pro vnitřní prostory parkoviště. Jedná se o univerzální senzor, který lze použít kromě detekce obsazenosti parkovacích míst také jako čítač automobilů či jako ovladač bariéry. Senzor na zvládá detekci až dvou protilehlých parkovacích míst. Součástí senzoru je i stavová LED dioda. S okolím, kromě této diody, komunikuje přes rozhraní RS485. Senzory lze ovládat přes síť, přes kterou také dostává softwarové aktualizace. [19]

1.7. Systémy navádění na volná parkovací místa

Jedná se o komplexní systémy, které poskytují informace uživatelům parkovacího systému. Poskytované informace zahrnují například počet volných parkovacích míst na parkovišti, počet volných parkovacích míst v určité sekci či přímo informace o obsazenosti jednotlivých parkovacích míst. Jejich účelem je zrychlení procesu parkování řidičů, kteří by bez poskytnutých informací museli na parkovací ploše místo několik minut hledat. [15]

Nabízená komerční řešení se často skládají z LED informačních tabulek, panelů a LED indikátorů. Součástí dodávaných systémů jsou často také senzory pro sběr zobrazovaných informací. Displeje mohou být umístěny na strategických místech parkoviště, čímž řidičům poskytují nejen aktuální informace o volných parkovacích místech, ale také navigační instrukce, které je směřují k volným parkovacím místům.

Jako příklad komerčního řešení uvedeme systém navádění **GPP PGS2**. Tento systém si klade za cíl vyřešit problém řidičů, kteří hledají volné místo. Dále také podle varianty tento systém umožňuje 3D vizualizaci obsazenosti aplikace a také sběr parkovacích dat a následnou tvorbu analytických reportů.

Jedná se o moderní řešení pro optimalizaci parkování ve vysoce vytížených vnitřních prostorech, jako jsou velkokapacitní garáže, obchodní centra, nemocnice, letištní parkoviště nebo kancelářské komplexy.

Tento systém se dodává ve 4 provedeních – základní, autonomní, standardní a provedení s plnou výbavou dále bude popisováno nejkompexnější provedení – a to tedy provedení s plnou výbavou.

Základem systému je instalace ultrazvukových senzorů se zabudovaným signalizačním osvětlením na jednotlivých parkovacích stáních, které nepřetržitě monitorují přítomnost vozidel a poskytují aktuální data o obsazenosti parkoviště. Tyto senzory jsou připojeny k rozvaděčům s řídicí jednotkou, přičemž v systému může být integrováno i více řídicích jednotek pro efektivnější správu. Naměřená data jsou následně přenášena na server prostřednictvím technologie Ethernet, kde dochází k jejich zpracování. Výsledné informace jsou poté zobrazovány na navigačních displejích, které přehledně indikují stav jednotlivých parkovacích míst a usnadňují řidičům orientaci. Kromě okamžité navigace mohou shromážděná data sloužit také pro tvorbu analytických statistik a reportů, které umožňují optimalizaci využití parkovacích kapacit. [40].

Součástí tohoto systému je i software, pomocí kterého lze vzdáleně dohlížet na parkoviště, a i ho na dálku spravovat. [40].

1.8. RFID

Radio Frequency Identification (RFID) systém je systém pro bezdrátové sledování a identifikaci objektů. Skládá se z RFID štítku, RFID čtečky a z databázového systému. Hlavní výhodou RFID je, že díky využití rádiových vln není mezi čtečkou a štítkem pro identifikaci objektu vyžadován přímý kontakt či přímá viditelnost. Tyto systémy nachází široké využití v mnoha odvětvích průmyslu, kde je potřeba sledovat a identifikovat objekty, jako jsou například zdravotnictví a logistika a v neposlední řadě také správa parkovacích ploch. [42]

Ve správě parkovacích ploch jsou tyto systémy využívány pro automatizaci vjezdu a výjezdu. V rámci tohoto použití je za pomoci integrace s vjezdovými a výjezdovými terminály zrychleno odbavení příchozích a odchozích vozidel. Toho je dosaženo pomocí automatické registrace příchozího vozidla a při odjezdu následném automatickém vybírání parkovacích poplatků, a to vše bez nutnosti uživatelské interakce, a dokonce není ani nutné zastavit vozidlo. [4] Další výhodou, plynoucí z jednoznačné identifikace vozidla je možnost detailního přehledu zákazníků, kteří jsou aktuálně na parkovací ploše a také možnost selektivního povolování či zakazování vjezdu vozidel s určitým RFID štítkem.

Dále představíme komerčně dostupnou čtečku RFID štítků **SG332GA**, kterou je možno integrovat s parkovacím systémem. Tato čtečka je prodávána firmou AS Parking.

Jedná se o čtečku dlouhého dosahu, která komunikuje přes mobilní síť GSM. Veškerá správa této čtečky probíhá přes webové rozhraní. Čtečka se instaluje na plochu ve výšce od 1,5 až do 2,5 m. Čtečka zvládá číst RFID štítky až do vzdálenosti 7 m. [43]

1.9. Automatic Number Plate Recognition (ANPR)

Automatické systémy pro rozpoznávání registračních značek jsou systémy, které po předložení obrazového vstupu dokážou rozpoznat a přečíst registrační značky vozidel, které se na obrázku nachází. Tyto systémy nacházejí široké uplatnění v oblasti rozpoznávání dopravy a identifikace vozidel – kromě správy parkovacích ploch nachází uplatnění také v systémech pro výběr mýtného a v systémech bezpečnosti silničního provozu [31]. Jedná se o automatizované systémy, které se skládají ze tří částí – ze systému nalezení registrační značky (NPL), segmentace znaků (CS) a ze systému optického rozpoznávání znaků (OCR). [22] V určité literatuře se udává další úvodní krok pořízení obrázku. [31]

ANPR se v systémech pro správu parkování používají zejména pro detekci vjezdu a výjezdu z parkoviště. Jedná se o alternativu například k fyzickým lístkům, parkovacím kartám či RFID čipům. Výhodou těchto systémů je zejména zvýšená automatizace, která nevyžaduje žádnou interakci od zákazníka a tím eliminuje riziko uživatelské chyby. Díky rozpoznání registrační značky je také možné selektivně zakázat vjezd určitého vozidla na základě jeho registrační značky.

Dále tyto systémy můžeme aplikovat i při implementaci dynamického přidělování parkovacích míst. Systém ANPR lze propojit s ostatními prvky parkovacího systému a díky tomu lze v reálném čase sledovat obsazenost jednotlivých parkovacích míst. Na základě rozpoznané registrační značky, lze konkrétní místo automaticky přiřadit určitému vozidlu a dále je také možné automaticky kontrolovat, že toto místo není obsazeno neoprávněně. Tento přístup pomáhá optimalizovat využití parkovacích míst a také přispívá k vyšší bezpečnosti a pohodlí uživatelů.

Další možnosti integrace je integrace platebních systémů na základě rozpoznané registrační značky.

Technologii automatického rozpoznávání registračních značek lze pořídit v různých formách, včetně samostatných kamer, softwarových modulů nebo jako součást komplexních systémů. Všechny tyto možnosti si dále představíme.

1.9.1 LPR kamery

LPR kamery (označované i ANPR kamery či ALPR kamery) jsou speciální typy kamer, které mají integrovanou technologii pro automatické rozpoznávání registračních značek. Tyto kamery kombinují vysoké rozlišení, pokročilé algoritmy pro analýzu obrazu a často i

infračervené osvětlení pro zajištění spolehlivého rozpoznání za různých světelných podmínek. [32]

Komerčně dostupnými kamerami jsou například kamera AXIS Q1700-LE License Plate Camera vyrobená společností Axis či kamera Smart 2HD nabízená firmou Tattile. Tyto kamery dále rozebereme.

AXIS Q1700-LE License Plate Camera je ANPR IP kamera, která je určena pro rozpoznávání SPZ vozidel až do rychlosti 130 km/h do vzdálenosti až 100 m. Jedná se o kameru odolné konstrukce, která odolá vlivu okolního prostředí. Tato kamera zvládá zpracovávat video v rozlišení až 1920 × 1080 při snímkové frekvenci až 50/60 (při zapnuté funkci Wide Dynamic Range pouze 20/30 FPS). Zachytávané video je komprimováno do formátů H.264 (Baseline, High, Main) a Motion JPEG či do interního protokolu Axis Zipstream. Kamera také zvládá zpracovat audio. [33]

Kamera pro snadné nastavení obsahuje funkci asistenta, který zvládne optimalizovat nastavení kamery podle zadané výšky instalace, vzdálenosti od vozidel a předpokládané rychlosti vozidel. Kamera je vybavena 8násobným optickým zoomem a disponuje funkcí WDR, díky čemuž zvládne detekovat registrační značky i za nepříznivých světelných podmínek. Detekce za nepříznivých podmínek je dále podpořena integrovaným infračerveným přisvitěním a také volitelným infračerveným iluminátorem. [33]

Kamera s okolím zvládne komunikovat pomocí nejrůznějších síťových protokolů zahrnující protokol IPv4, IPv6, HTTPS, RTCP, RTSP, ICMP, MQTT a další. Kamera k integraci s ostatními systémy poskytuje API a dále také zahrnuje integraci s interní aplikací a aplikacemi třetích stran. [33]

Kamera se zapojuje přes standardní ethernetový konektor RJ45, přes který podporuje PoE a dále IDC konektor a DC napájecí konektor. [33]

Smart 2HD kamera je dalším zástupce IP kamery s integrovaným rozpoznáváním registračních značek. Jedná se o kameru, která dokáže rozpoznat SPZ až do rychlosti 250 km/h, a to až do vzdálenosti 35 m. Kamera má odolnou konstrukci, která si zvládne poradit s nepříznivými okolními podmínkami. Kamera zvládá zpracovat video o snímkové frekvenci až 75 FPS. Toto video komprimuje do formátu JPG. Kamera podporuje video streaming pomocí protokolu RTSP. [34]

Další důležitou funkcí, kterou tato kamera nabízí, je rozpoznávání typu vozidla za pomoci technologie strojového vidění, díky kterému dokáže rozpoznat typ vozidla, barvu vozidla a jeho výrobce. [34]

Kamera zvládne detekovat obraz i za nepříznivých světelných podmínek, a to díky extra citlivému senzoru. Spolehlivost detekce registračních značek je dále podpořena možností mít naráz spuštěné 2 softwary OCR. [34]

Komunikace s ostatními prvky systému probíhá za pomoci protokolu TCP/IP, FTP a sériové komunikace (RS485). Pro podporu komunikace je ke kameře dodáváno SDK. Instalace a administrativa kamery je možná přes zabudovaný web Server. [34]

Z fyzických rozhraní zahrnuje kamera vodotěsný kruhový konektor, GigaBit Ethernet, 6 optoizolovaných vstupů, 4 relé výstupy, 1 stroboskopový výstup. [34]

1.9.2 ANPR software

ANPR software je software, jehož účelem je rozpoznávání SPZ z předložených obrazových dat. Software je dodáván jako webová služba, samostatný software či knihovna programovacího jazyka. V případě použití ANPR softwaru není za potřeba použití specializované kamery, stačí libovolná IP kamera s dostatečnou záznamovou kvalitou.

Z komerčních variant si představíme software DTK LPR SDK od DTK software a webovou službu Plate Recognizer Snapshot API.

DTK LPR SDK je SDK od firmy DTK Software. Je navrženo pro vývojáře, kteří chtějí do svého software integrovat rozpoznávání registračních značek. Jedná se SDK obsahující knihovnu, která zvládá rozpoznávat jak obrázky, tak i video soubory, a to v rozlišení až 1920 × 1080. Z videosouborů podporuje standardní protokoly IP kamer, jako je například MJPEG/THRRP, H.264/RTSP a dále i formát RAW. Z obrazových souborů podporuje JPEG, PNG a BMP. Knihovna je dostupná v jazycích C++, C# VB.Net, Java Python a další. Udávaná přesnost je 98 %. [35]

Snapshot API je webová služba poskytovaná jako SaaS anebo on-premise, kterou vyvíjí firma Plate Recognizer. Jedná se o REST API, které poskytuje službu rozpoznání registrační značky z poskytnutého obrázku. Kromě detekce SPZ poskytuje i dodatečné informace o vozidlu, jako je jeho model, barva a orientace v prostoru. Podporované typy obrazových souborů jsou JPEG a PNG s tím, že doporučován je JPEG. [36]

1.9.3 Systémy pro rozpoznávání registračních značek

ANPR systémy jsou systémy, které v sobě integrují ANPR kameru, software a databázi k uchování registračních značek. Jedná se tedy o komplexní řešení, které se navíc dá integrovat s ostatními prvky parkovacího systému, jako je například automatická pokladna, či vjezdový a výjezdový terminál.

Jako zástupce komerčního řešení můžeme uvést ANPR rozpoznávač registračních značek nabízený firmou AS Parking a GPP LPR prodávaný firmou Green Center.

ANPR rozpoznávač registračních značek [37] je systém, který kromě samotného přečtení registrační značky také zvládne SPZ propojit s parkovacím lístkem. Je možné ho integrovat se systémem závory a díky tomuto poté zvládne při výjezdu automaticky zkontrolovat uhrazení poplatku a případně otevřít závoru. Mezi další nabízené funkce systému patří záznam všech projíždějících SPZ, vázání abonentní karty pouze pro určitou SPZ, či je možné provádět pouze tiché monitorování SPZ.

Systém GPP LPR je dalším zástupcem systému pro rozpoznávání registračních značek. Obdobně jako předchozí systém, i tento systém umožňuje propojení parkovacího lístku s určitou SPZ. Systém je taktéž propojitelný se závorou a díky tomu dokáže na základě SPZ a zaplacení lístku závoru automaticky zvednout. Mezi jeho další funkce patří možnost vytvoření parkovací karty, rezervace a tarifové skupiny vázané na konkrétní SPZ. Dále existuje možnost zablokování vstupu určité SPZ. Systém je také možné propojit s terminálem, na jehož displeji lze následně zobrazit načtenou registrační značku. [38]

2. Návrh vlastního řešení

Účelem v rámci této práce vyvinuté aplikace pro správu parkovacích ploch je jak poskytnutí přehledného a intuitivního prostředku pro správu parkoviště, tak i vybudování automatizovaného systému, který umožní odbavit zákazníky parkoviště bez nutnosti obsluhy personálem.

Systém bude tvořen celkem 3 hlavními moduly – jádro systému, zákaznická aplikace a administrátorská aplikace.

Jádrem systému bude automatická správa parkovací plochy. Tato správa bude zahrnovat pravidelný monitoring parkovacích míst pomocí monitoringu jejich senzorů. Dále bude zahrnovat správu vjezdu vozidla a také výjezdu vozidla, a to včetně ovládání závor. Správa vjezdu a výjezdu zahrnuje detekci a evidenci SPZ příchozích vozidel pomocí IP kamery a ANPR a dále zjištění průjezdu pomocí senzoru. Systém bude automaticky zasílat emailové notifikace v případě, že dojde k překročení doby rezervace a dále také pokud dojde k neoprávněnému obsazení parkovacího místa.

V rámci tohoto systému bude zákazníkovi primárně umožněno si zarezervovat parkovací místo na konkrétní SPZ a následně za tuto rezervaci zaplatit v daném časovém limitu (30 min) pomocí platební brány, a to vše za pomoci přehledné webové aplikace. Tato aplikace také bude umožňovat navigaci uživatele na rezervované parkovací místo. Součástí aplikace bude i platba pokut, které se platí v případě, že dojde k překročení doby rezervace. Platí se na základě vytvoření výměru pokuty, který opravňuje uživatele zůstat na parkovišti určitý čas a následně zaplacení tohoto výměru.

Pro obsluhu parkoviště personálem bude vyvinuta aplikace umožňující správu parkoviště, která kromě zobrazení stavu celého parkoviště také umožní definici nezbytných entit pro funkčnost systému – tedy tvorbu parkovacích míst, vjezdů a výjezdů. Dále budou umožněny administrativní úkony, což jsou tvorba ceníku a zakázání vjezdu určitých automobilů. Dále bude aplikace zobrazovat funkce pro monitoring senzorů, parkovacích míst, vjezdů/výjezdů, vozidel v systému, notifikací, vozidel, uživatelů, zakázaných SPZ. V aplikaci také budou umožněny podpůrné procedury ze strany administrativy, což zahrnuje operace správa notifikací (včetně jejich zasílání), správa vozidel, správa rezervací a správa uživatelů.

2.1. Funkční požadavky

- R1 – Systém bude umožňovat definici parkovacích míst.

- R2 – Systém bude umožňovat definici vjezdů a výjezdů.
- R3 – Systém bude monitorovat parkovací místa.
- R4 – Systém bude monitorovat vjezdy/výjezdy.
- R5 – Systém bude umožňovat zobrazení stavu parkovacích míst běžnému uživateli.
- R6 – Systém bude umožnit zobrazení rezervací běžnému uživateli.
- R7 – Rezervace míst bude vázána na SPZ vozidla.
- R8 – Systém bude umožňovat platbu za rezervované místo pomocí platební brány.
- R9 – Systém bude umožňovat úpravu nezaplacené rezervace míst.
- R10 – Systém nebude povolovat úpravu již zaplacené rezervace běžnému uživateli.
- R11 – Systém bude umožňovat úpravu již zaplacené rezervace pověřeným zaměstnancům, například pro podporu storna.
- R12 – Systém bude zasílat oznámení o překročení doby rezervace.
- R13 – Systém bude zaměstnancům zasílat oznámení o neprávem obsazených místech.
- R14 – Systém bude automaticky rozpoznávat příjezd a odjezd vozidel.
- R15 – Systém bude rozpoznávat SPZ vozidel při příjezdu a odjezdu.
- R16 – Systém bude umět ovládat vjezdy a výjezdy z parkovací plochy.
- R17 – Systém bude umět evidovat vozidla, která jsou na parkovací ploše a tyto záznamy i dále perzistentně ukládat.
- R18 – Systém bude umožňovat tvorbu ceníku.
- R19 – Systém bude navigovat uživatele na rezervované parkovací místo.
- R20 – Systém bude umožňovat monitoring senzorů, parkovacích míst, vjezdů/výjezdů, vozidel v systému, notifikací, vozidel, uživatelů a zakázaných SPZ.
- R22 – Systém bude umožňovat správu uživatelských účtů.
- R23 – Systém bude umožňovat zablokování vjezdu určité SPZ
- R24 – Systém bude monitorovat senzory

2.2. Nefunkční požadavky

- R25 – Serverová část aplikace bude spustitelná minimálně na platformě Windows.
- R26 – Webové rozhraní bude spustitelné minimálně na prohlížečích Google Chrome, Mozilla Firefox a Microsoft Edge.
- R27 – Webové rozhraní bude responzivní – musí se přehledně zobrazovat minimálně na obrazovkách v šířce od 500 px do 1920 px.
- R28 – Doba reakce systému na příjezd vozidla před vjezd a výjezd nepřesáhne 5 s.
- R29 – Doba reakce systému na obsazení parkovací ploch nepřesáhne 30 s.
- R30 – Systém neselže při výpadku senzoru, výpadek senzoru může postihnout pouze komponentu, ke které je senzor přiřazen.

2.3. Use Case diagram

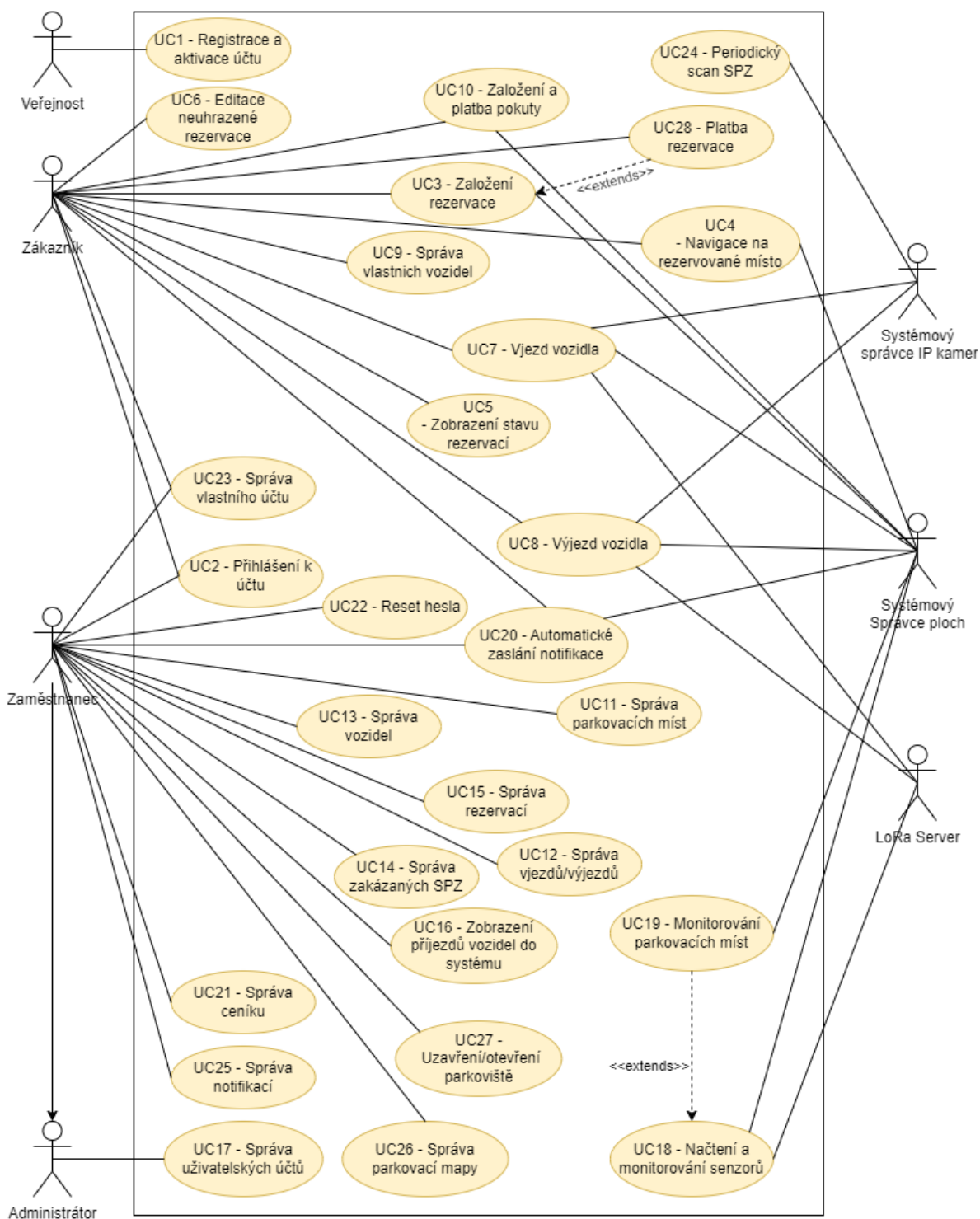
Use Case diagram je jedním z hlavních diagramů používaných v rámci UML (Unified Modeling Language) a slouží k modelování funkcionality systému z pohledu jeho aktérů. Tento diagram popisuje, jaké služby nebo funkce systém poskytuje svým uživatelům, aniž by se zabýval tím, jak jsou tyto funkce implementovány.

Cílem Use Case diagramu je přehledné zachycení požadavků na systém z hlediska jeho chování. Toho diagram dosahuje za pomoci je zobrazení činností, které může daný aktér vykonávat v rámci systému.

Diagram se skládá z:

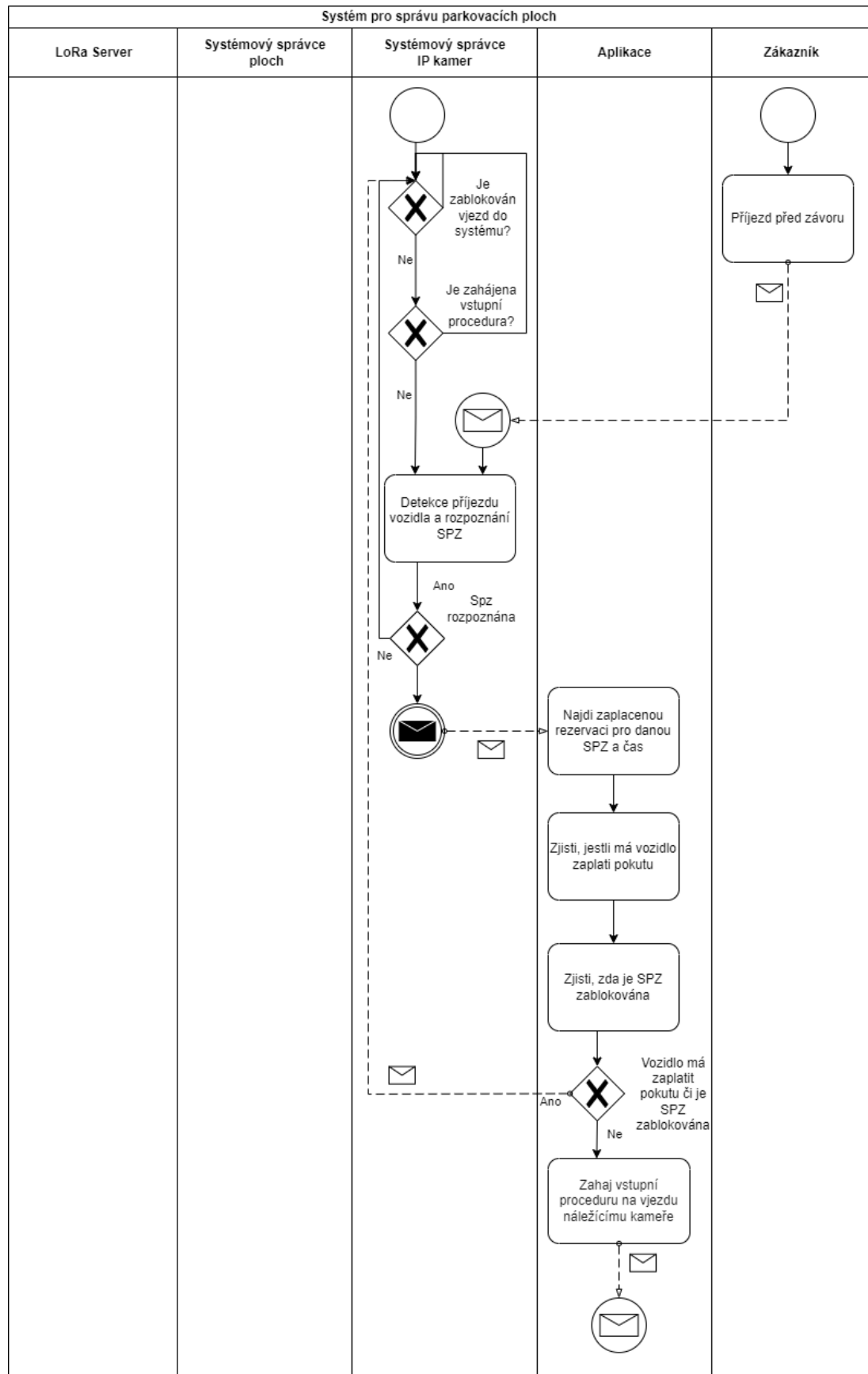
- **Případů užití (Use Cases)** – konkrétní funkce nebo scénáře, které systém poskytuje uživatelům; reprezentují, co systém umožňuje vykonat.
- **Aktérů (Actors)** – Subjekty mimo systém, které s ním interagují – mohou to být lidé, organizace nebo jiné systémy. Iniciují nebo se účastní případů užití a mají určitý cíl, který pomocí systému naplňují.
- **Asociací (Associations)** – Spojení mezi aktérem a případem užití, znázorňují, kdo provádí, jakou akci. Jsou znázorněny čarou spojující aktéra s konkrétní funkcí systému.
- **Vztahů mezi aktéry** – ukazují dědičnost nebo zobecnění mezi aktéry, například pokud jeden aktér rozšiřuje chování jiného.
- **Vztahů mezi případy užití** – zahrnují vztahy jako *include*, *extend* nebo *generalizace*, které specifikují závislosti a opakující se chování mezi funkcemi. Tyto vztahy pomáhají zpřehlednit diagram a vyhnout se opakování stejných scénářů. [44]

System pro správu parkovacích ploch



Obrázek 1 Use case diagram

2.4. Procesu vstupu a procesu výstupu (popsaný pomocí BPMN)



Obrázek 2 BPMN – proces vstupu část 1

2.5. Analytický návrh systému – upřesnění Use Case

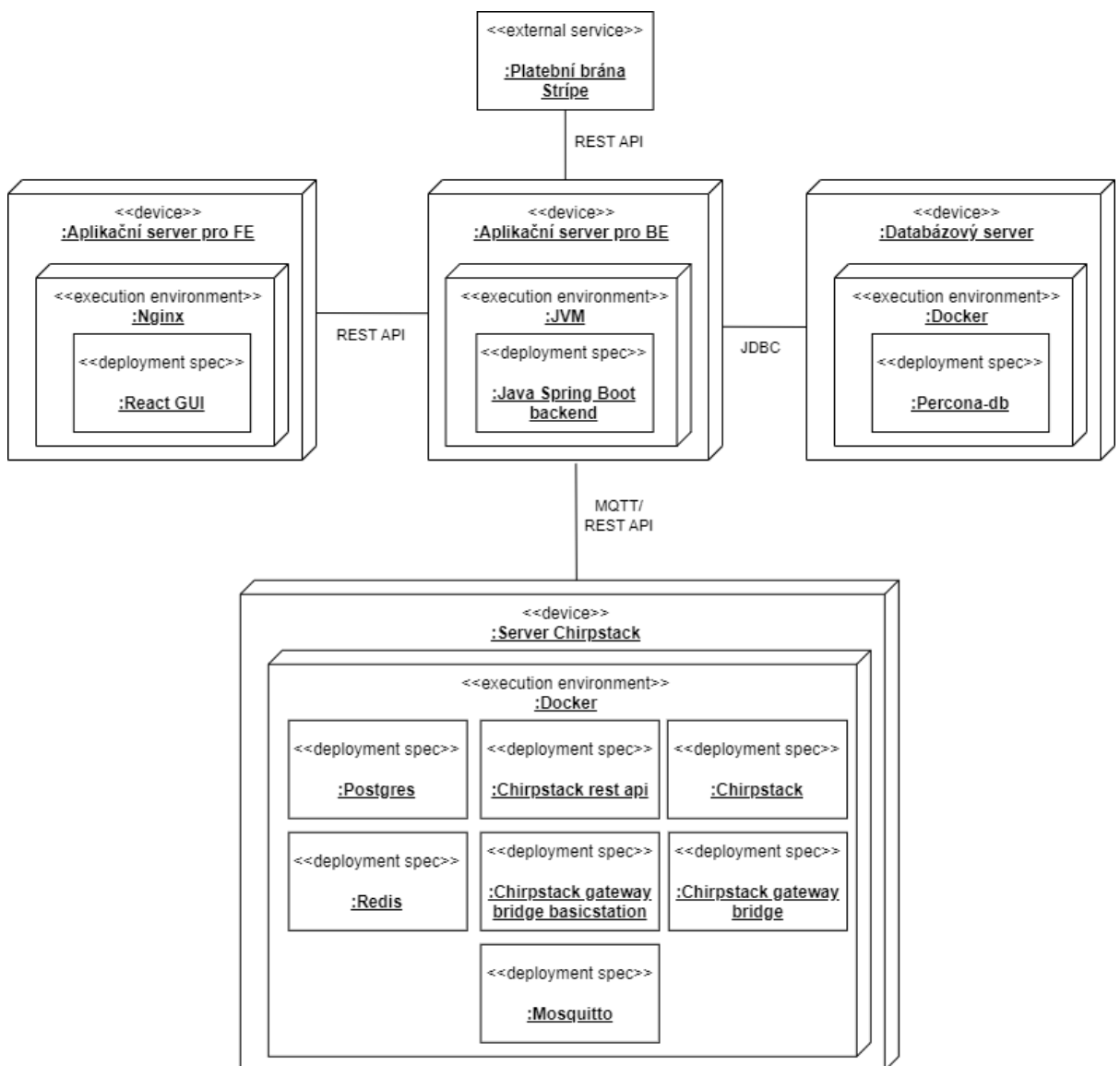
Use Case specifikace se zabývá upřesněním případů užití, které byly definovány v rámci Use Case diagramu. Specifikace Use Case popisuje jednotlivé případy užití podrobněji než samotný Use Case diagram. Zatímco diagram poskytuje přehled o aktérech a jejich interakcích se systémem, specifikace slouží k detailnímu rozpracování každého případu užití, což usnadňuje jeho pochopení a následnou implementaci.

Specifikace případu užití by měly mít v rámci dokumentu předem danou strukturu, například ve formě tabulky. Struktura obvykle obsahuje jméno, krátký popis, podmínky pro spuštění, podmínky pro ukončení, standardní tok procesu, alternativní toky, aktéry a události, které use Case spustí. [44]

V rámci této diplomové práce byly vytvořeny specifikace všech UC, které jsou uvedeny v příloze 1.

2.6. Návrh architektury

V rámci návrhu systému byl vytvořen návrh architektury. Jedná se o monolitickou webovou aplikaci, která sestává z frontendové GUI aplikace, která je vytvořena v jazyce JavaScript pomocí knihovny React a dále z backendu, který je vytvořen v Javě ve frameworku Spring Boot. Frontend a backend spolu komunikují pomocí REST API. Dále se systém skládá z databázového serveru, na kterém běží relační databáze Percona, kterou využívá backend. Další součástí systému je LoRaWAN server ChirpStack, se kterým taktéž komunikuje pouze backend – a to přes MQTT Mosquitto. a dále systém obsahuje libovolné množství IP kamer, jejichž videostream backend stahuje pomocí protokolu HTTP nebo HTTPS.



Obrázek 6 Diagram nasazení

2.7. Návrh uživatelského rozhraní

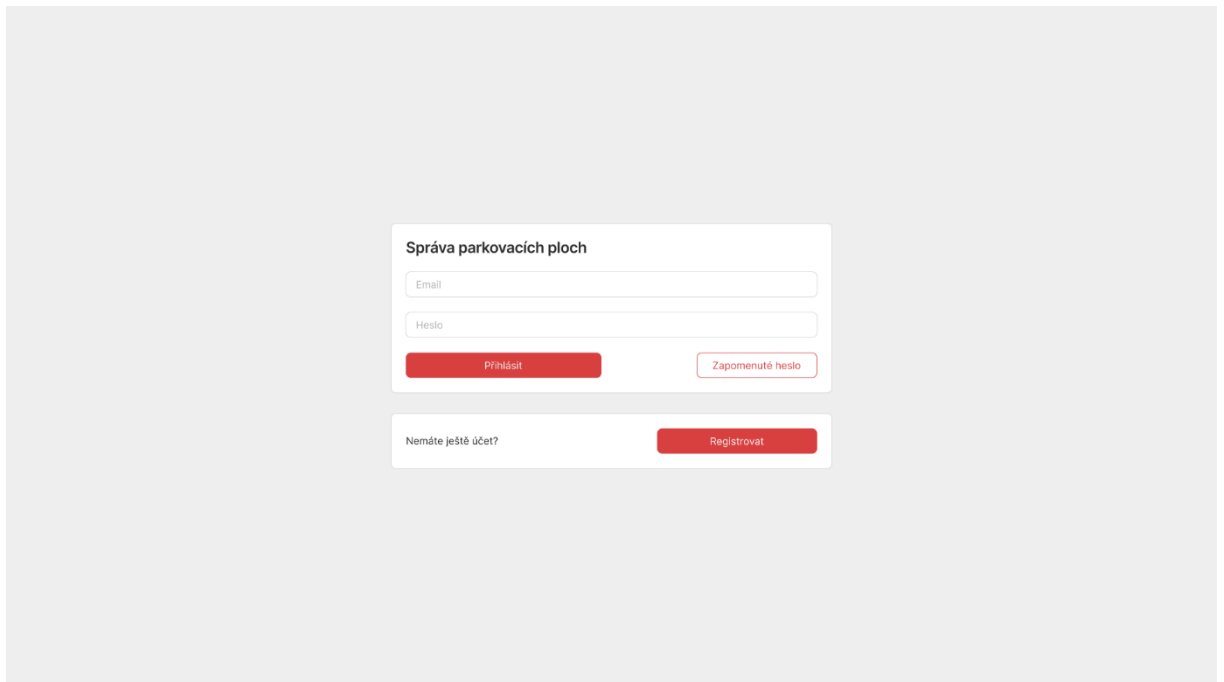
Jako základ uživatelského rozhraní byla zvolena knihovna MUI (Material UI). Tato knihovna ctí zásady Material Design, což je grafický a designový koncept moderního GUI vyvinutý společností Google. GUI bylo navrženo jako SPA za účelem zajištění rychlejší odezvy systému a tím pádem plynulejšího uživatelského požitku.

Jako hlavní barvy aplikace byly zvoleny odstíny červené, šedé a bílé. Koncepce GUI je odlišná pro zaměstnance a pro zákazníky, a to zejména kvůli zamýšlenému způsobu použití. Tyto rozdíly jsou popsány v následujících odstavcích.

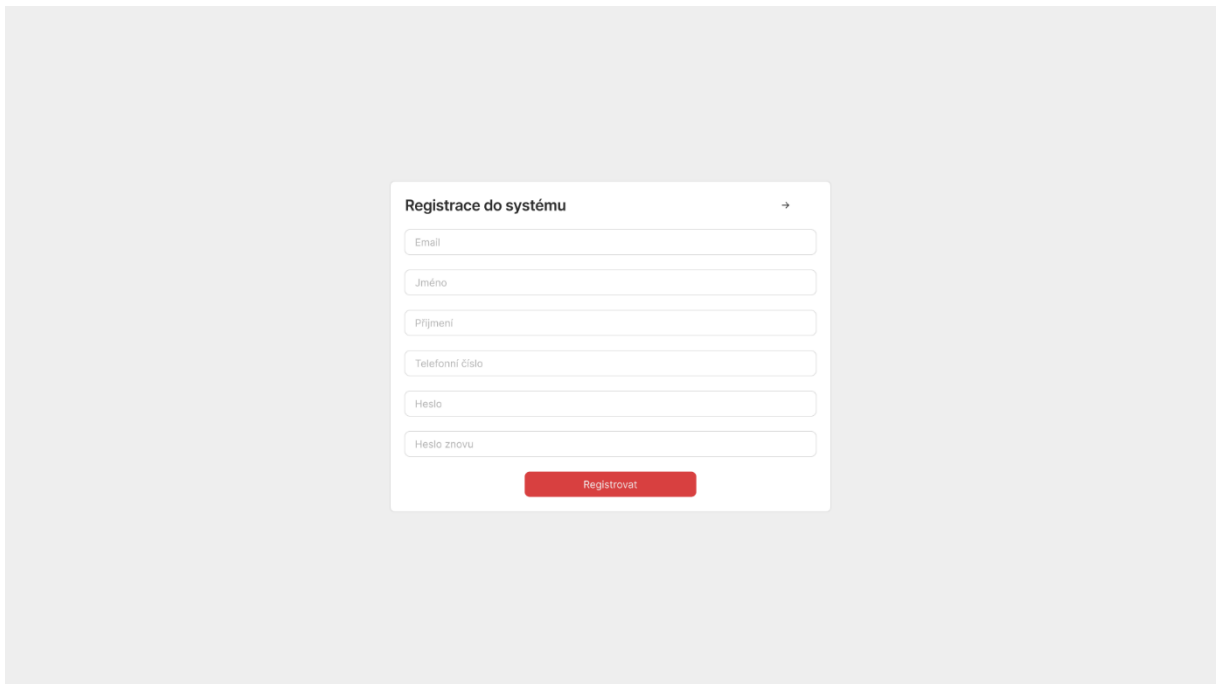
Hlavní součástí GUI je navigační panel tvořený horní lištou a bočním navigačním panelem. Hlavní navigační panel obsahuje na levé straně tzv. hamburger menu, které slouží k minimalizaci a maximalizaci levého navigačního panelu. Na pravé straně se nachází tlačítka sloužící pro zobrazení možnosti editace vlastního profilu a odhlášení. Jednotlivé sekce obsahu jsou vykresleny jako samostatné ostrůvky, které jsou umístěny na šedém pozadí.

2.7.1 Společná část GUI

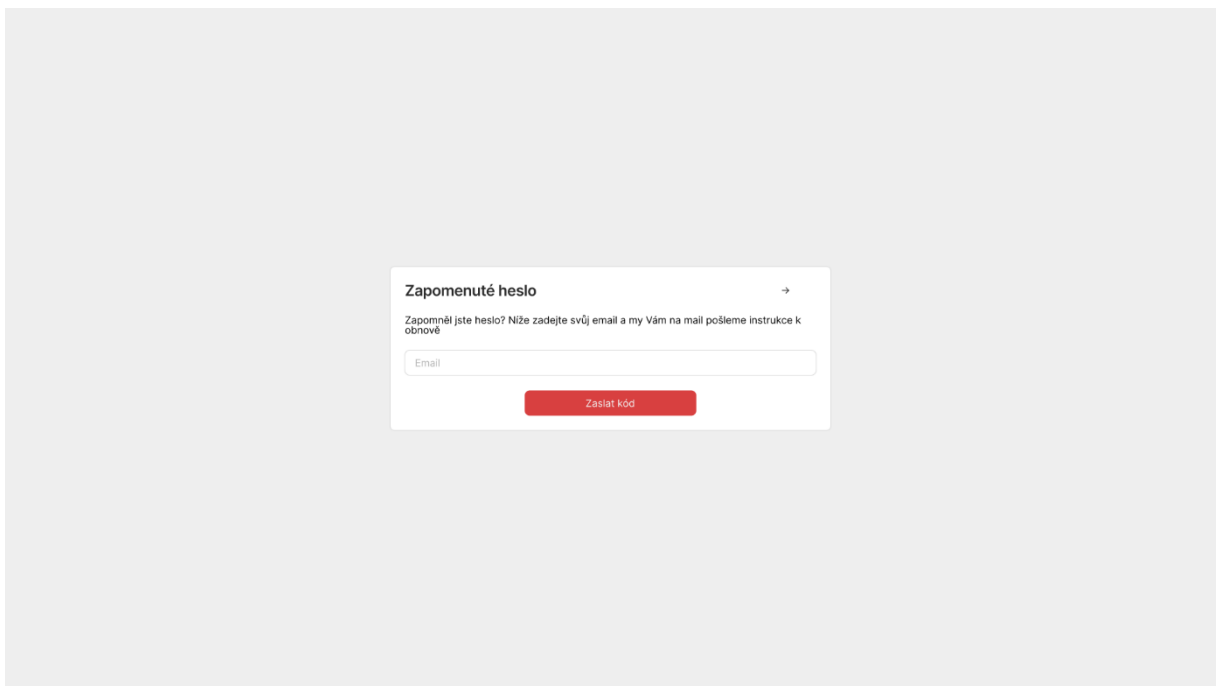
Jedná se o obecný layout a dále o přihlašovací formulář, registrační formulář a formulář pro obnovení zapomenutého hesla. Všechny formuláře mají minimalistický design, který zahrnuje pouze nezbytné prvky.



Obrázek 7 Přihlašovací obrazovka

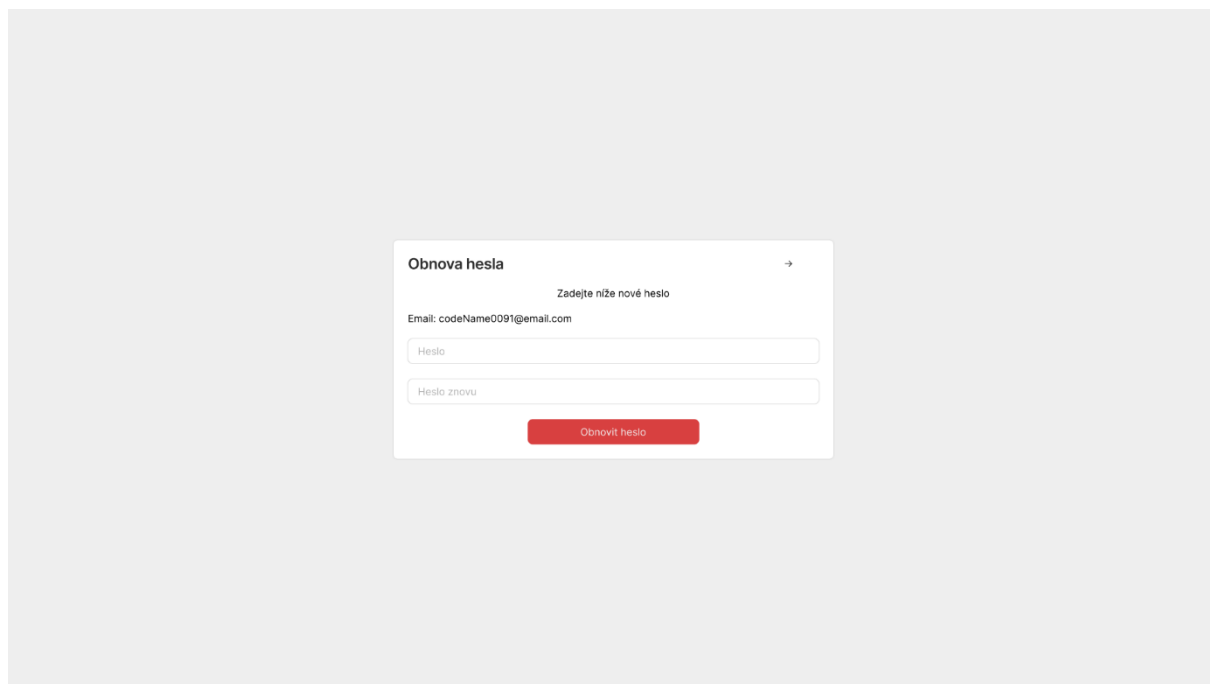


Obrázek 8 Registrace do systému



Obrázek 9 Žádost o obnovu zapomenutého hesla

Ve formuláři obnovy hesla se email a OTP načtou automaticky z hlavičky požadavku.

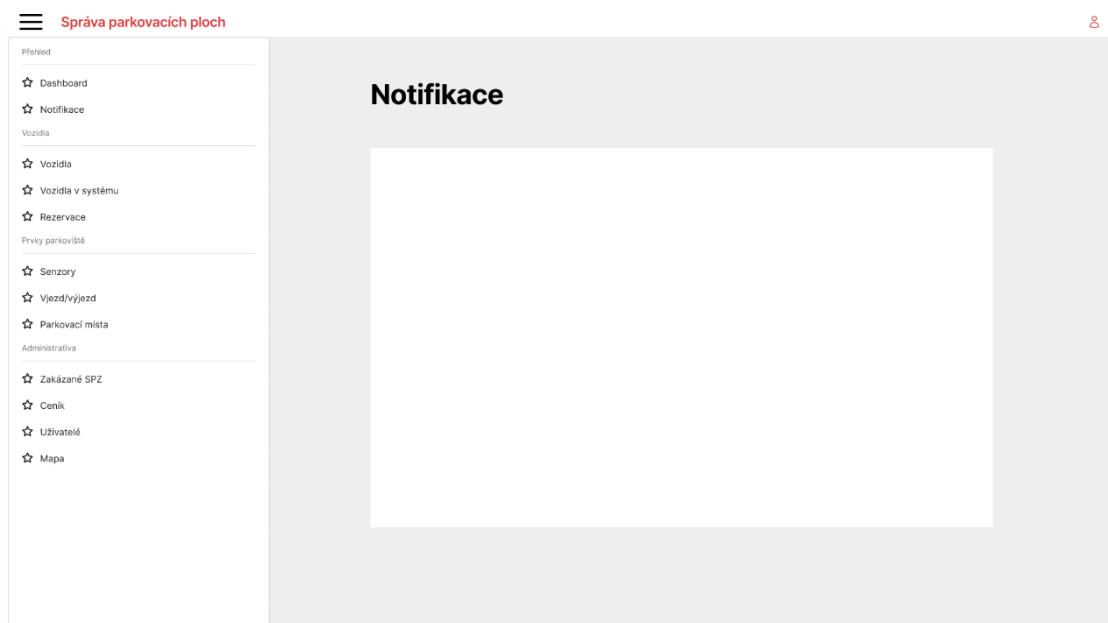


The image shows a web form for password reset. The form is titled "Obnova hesla" and includes a right-pointing arrow. Below the title, it says "Zadejte níže nové heslo". The email address "codeName0091@email.com" is pre-filled in the "Email:" field. There are two input fields: "Heslo" and "Heslo znovu". A red button labeled "Obnovit heslo" is at the bottom.

Obrázek 10 Obnova zapomenutého hesla

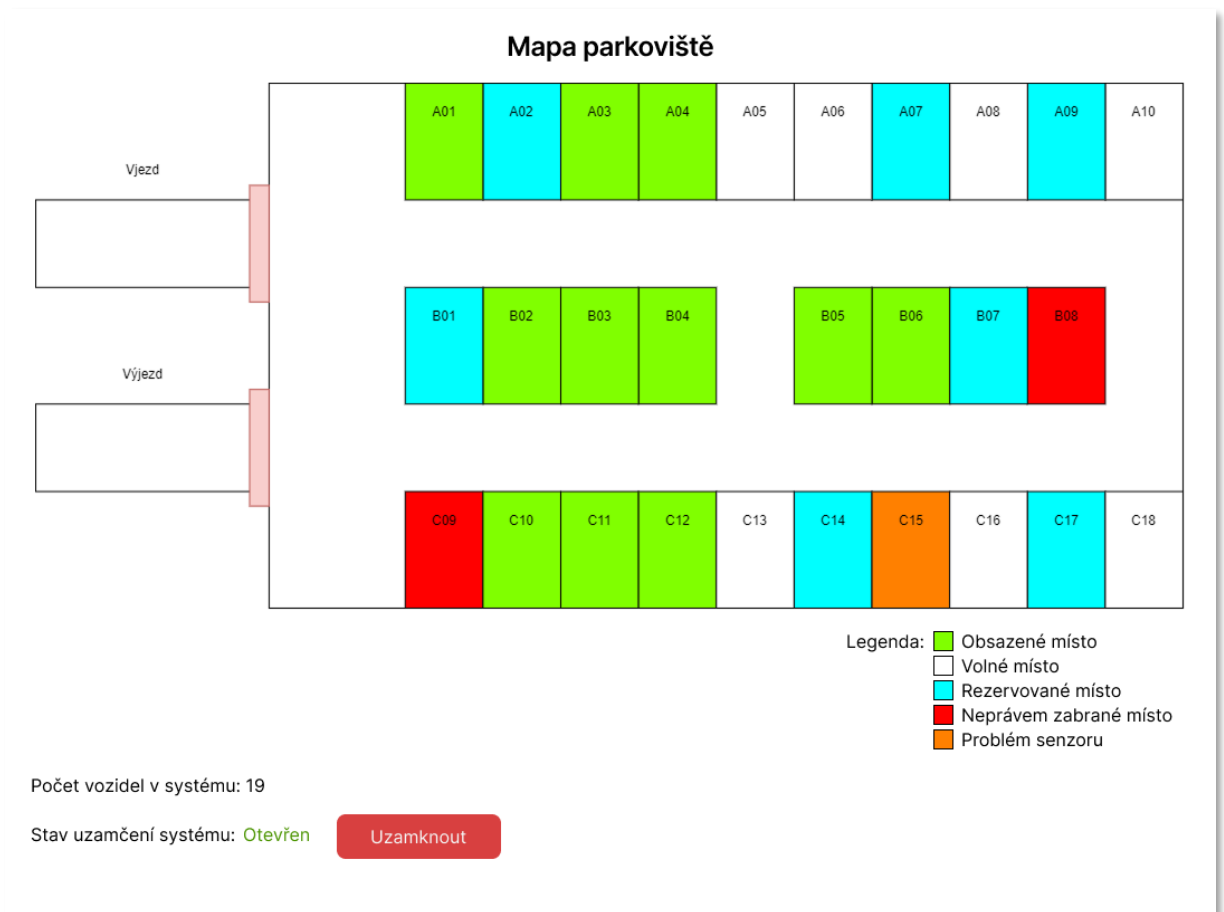
2.7.2 Administrátorské GUI

Dále si představíme jednotlivé stránky dostupné v administrátorské sekci aplikace. Administrátorská část obsahuje stránky dashboard, notifikace, vozidla, vozidla v systému, rezervace, senzory, vjezd/výjezd, parkovací místa, zakázaná SPZ, ceník, uživatelé a mapa. Většina stránek je velmi obdobná a skládá se pouze z tabulky zobrazující entity. Výjimkou jsou stránky dashboard, mapa a dále stránka ceník, který se však liší minimálně – kromě tabulky obsahuje i widget pro výpočet ceny za časové období. Veškeré dialogy pro detail, vytváření, editaci a smazání se zobrazují v modálních oknech.



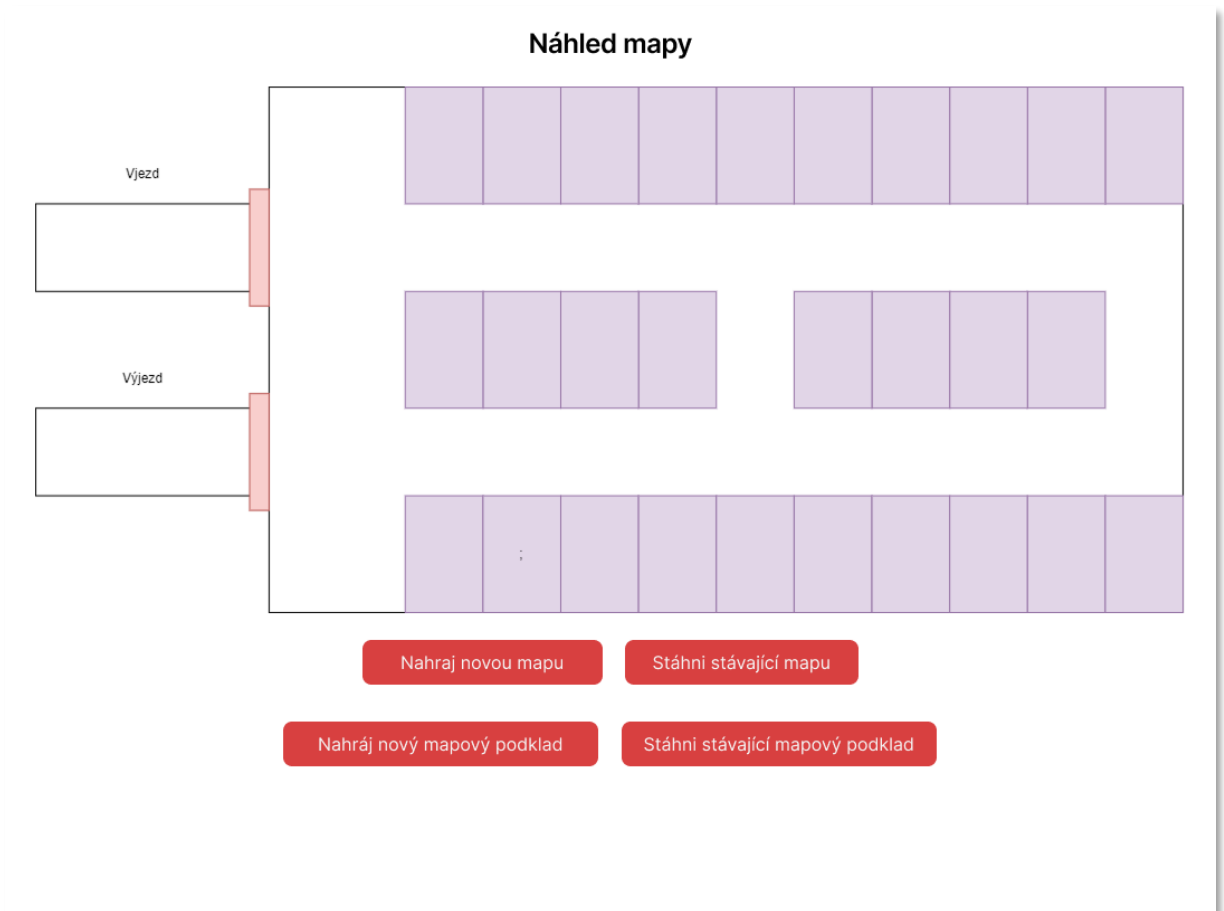
Obrázek 11 Hlavní layout aplikace – administrátor

Dashboard bude hlavní přehledovou komponentou aplikace. Obsahuje přehlednou mapu parkovacích míst, kde je znázorněn stav každého parkovacího místa. Dále dashboard obsahuje informaci o celkovém počtu vozidel v systému a také informaci o tom, zda je systém uzamčen. Součástí dashboardu je také ovládací tlačítko uzavření/otevření systému. Po kliknutí na toto tlačítko se zobrazí uživateli modální dialog s textem v závislosti na stavu systému – buď je to text: „Opravdu chcete uzavřít systém?“ anebo „Opravdu chcete otevřít systém“, dále modální dialog obsahuje volby „ano“ a „ne“.



Obrázek 12 Administrativní dashboard

Stránka mapa obsahuje náhled mapy se zvýrazněnými parkovacími místy a dále také tlačítka sloužící pro stažení a nahrání obrázku mapy a podkladu mapy



Obrázek 13 Layout stránky Mapa

Dále navrhujeme všeobecný design tabulek. Bude obsahovat možnost zobrazení a skrytí libovolných sloupců a možnost měnit jejich velikosti. Dále bude podporováno variabilní stránkování. Tabulka bude dále obsahovat tlačítka pro vytvoření nové položky a sloupec s možnými akcemi – typicky RUD. Každé z těchto tlačítek vyvolá odpovídající modální dialog.

Sloupec1	Sloupec2	Sloupec3	Sloupec4	Sloupec5	Akce
Obsah 1	Obsah 2	Obsah 3	Obsah 4	Obsah 5	🔍 ✎ 🗑️

Řádků na stránce: 10 0-10 z 26 ⏪ ⏩

Obrázek 14 Obecná struktura tabulky

V rámci těchto tabulek je nutné také definovat sloupce obsažené v jednotlivých tabulkách. Pro každou obrazovku si tyto sloupce představíme ve formátu tabulky.

Tabulka 1 Notifikace

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	notification.id	ANO	-
Nadpis	notification.title	ANO	-
Zpráva	notification.content	ANO	-
Datum odeslání	item.dateSend	ANO	-
Typ notifikace	notification.notificationType	ANO	-
Příjemce	notification.user.email	ANO	-
Akce	-	ANO	Detail, Smazat
Unikátní kód	notification.cause	NE	-

Tabulka 2 Vozidla

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	vehicle.id	ANO	-
Popis	vehicle.description	ANO	-
Vlastník	vehicle.user.email	ANO	-
Pokuta	-	ANO	-
Akce	-	ANO	Detail, Smazat, Editovat
SPZ	vehicle.numberplate	ANO	-

Tabulka 3 Vozidla v systému

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	vehicleEntry.id	ANO	-
SPZ	vehicleEntry.numberplate	ANO	-
Příjezd	vehicleEntry.dateFrom	ANO	-
Odjezd	vehicleEntry.dateTo	ANO	-

Tabulka 4 Rezervace

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	reservation.id	ANO	-
SPZ vozidla	reservation.numberplate	ANO	-
Vlastník	reservation.user.email	ANO	-
Parkovací místo	reservation.parkingSpot.code	ANO	-
Začátek	reservation.datefrom	ANO	-
Konec	reservation.dateFrom	ANO	-
Datum platby	reservation.datePaid	ANO	-
Uživatel	reservation.user.email	NE	-
Cena	reservation.price	NE	-
Akce	-	ANO	Detail, Smazat, Editovat

Tabulka 5 Senzory

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
DevEui	sensor.devEui	ANO	-
Popis	sensor.description	ANO	-
Čas poslední detekce	sensor.lastSeenAt	ANO	-
Stav měření	-	ANO	-
Typ senzoru	sensor.deviceProfileId	ANO	-
Akce	-	ANO	Detail

Tabulka 6 Vjezd/vyjezd

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	checkpoint.id	ANO	-
Vjezd	checkpoint.isEntry	ANO	-
URL IP kamery	checkpoint. cameraUrl	ANO	-
Senzor	checkpoint. sensorDevEui	ANO	-
Senzor závory	checkpoint. barrierSensorDevEui	ANO	-
Stav senzoru	-	ANO	-
Akce	-	ANO	Detail, Editovat, Smazat

Tabulka 7 Parkovací místa

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	parkingSpot.id	ANO	-
Kód	parkingSpot.code	ANO	-
Stav měření	-	ANO	-
Podlaží	parkingSpot. floor	ANO	-
Pozice na mapě	parkingSpot. positionOnMap	ANO	-
DevEui senzoru	parkingSpot.SensorDevEui	ANO	-
Jméno senzoru	-	ANO	
Akce	-	ANO	Detail, Editovat, Smazat

Tabulka 8 Zakázané SPZ

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	blockedNumberplate.id	ANO	-
SPZ	blockedNumberplate .numberplate	ANO	-
Akce	-	ANO	Smazat

Tabulka 9 Ceník

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	pricing.id	ANO	-
Jméno	pricing.name	ANO	-
Cena	pricing.price	ANO	-
Pořadí	pricing.calculationOrder	ANO	-
Aplikované minuty	pricing.appliedMinutes	ANO	-
Platný	pricing.valid	ANO	-
Je pokuta	pricing.isFine	ANO	-
Popis	pricing.description	NE	-
Akce	-	ANO	Detail, Editovat, Smazat

Tabulka 10 Uživatelé

Název prvku	Mapování na entitu	Iniciálně zobrazen	Akce
ID	user.id	ANO	-
Email	user.email	ANO	-
Jméno	user.firstname	ANO	-
Příjmení	user.surname	ANO	-
Telefonní číslo	user.phoneNumber	ANO	-
Aktivován	user.activated	ANO	-
Zabanován	user.banned	ANO	-
Role	User.authorities	ANO	-
Akce	-	ANO	Detail, Editovat, Smazat, Ban

Dále je zobrazen widget pro výpočet ceny, který slouží k ověření správnosti ceníku.

Výpočet ceny za období

Od

Do

Vypočti cenu

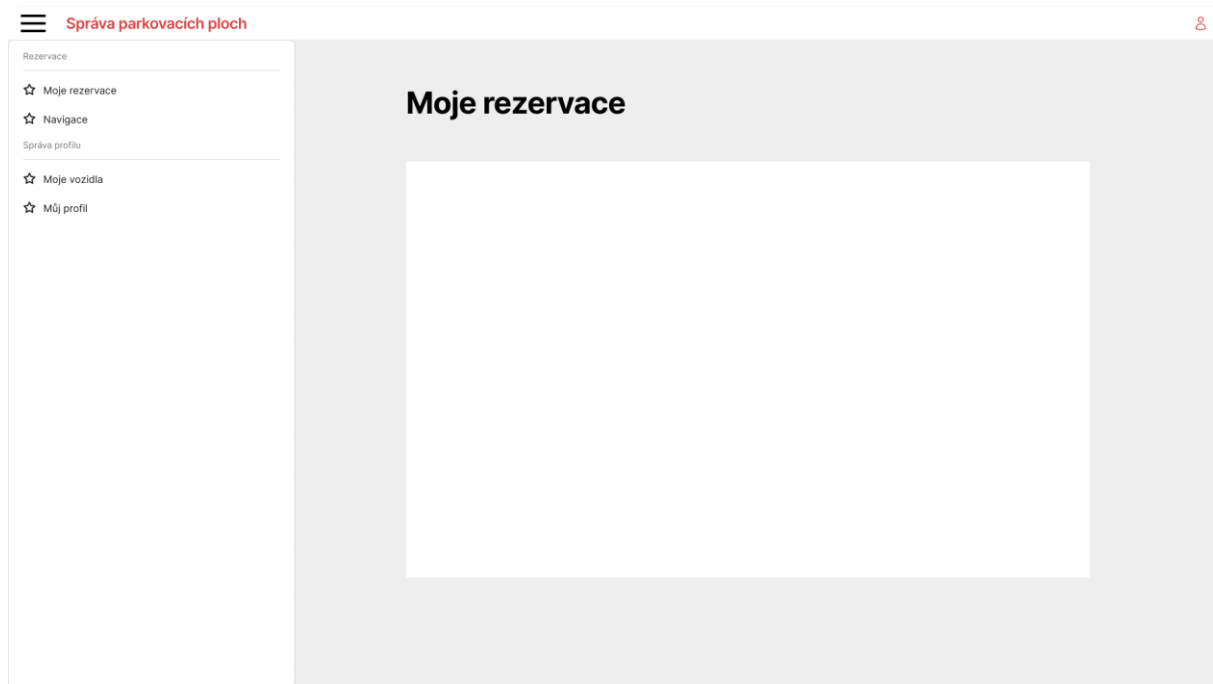
Spočítaná cena: 510 Kč

Obrázek 15 Widget pro výpočet ceny

2.7.3 GUI pro uživatele

Návrh GUI stránek pro uživatele byl navrhován primárně s předpokládaným využitím aplikace uživateli zejména na mobilních telefonech. Koncepce tohoto rozhraní z tohoto důvodu nepoužívá tabulky, ale seznamy. Místo modálního okna (s výjimkou delete) jsou používány zanořené stránky.



Obecný je téměř shodný s administrátorským layoutem, liší se pouze obsahem navigačního menu.



Obrázek 16 Obecný layout pro uživatele

Stránka moje rezervace obsahuje list rezervací, na kterém jsou zobrazeny všechny rezervace uživatele s tou vlastností, že jsou nejprve zobrazeny uhrazené nastávající či aktivní rezervace (rezervace s datem platnosti větším než aktuální čas) a dále jsou rezervace seřazené podle data začátku rezervace.

Vytvořit novou rezervaci

Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Čeká na platbu  

Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Uhrazeno

Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Uhrazeno

Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Uhrazeno

Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Uhrazeno

Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Uhrazeno

Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Uhrazeno

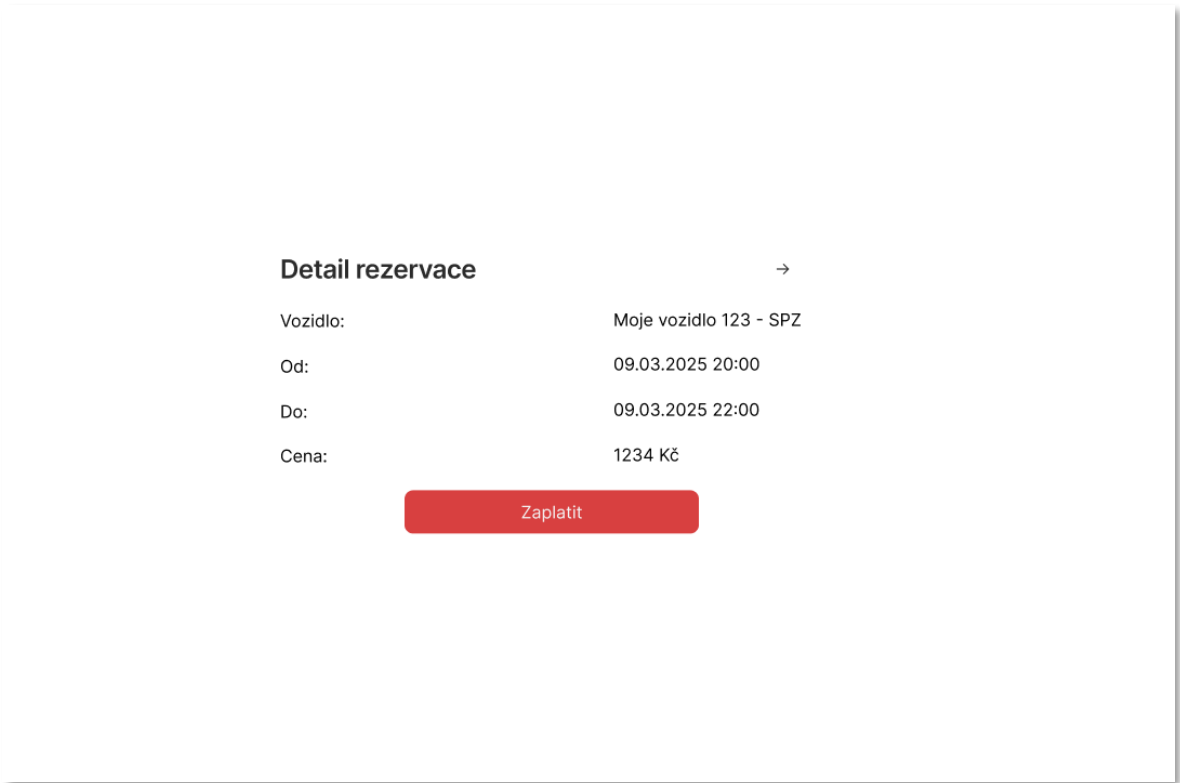
Moje vozidlo 123 - SPZ
Od: 09.03.2025 20:00, do: 09.03.2025 22:00
Uhrazeno

Obrázek 17 List rezervací

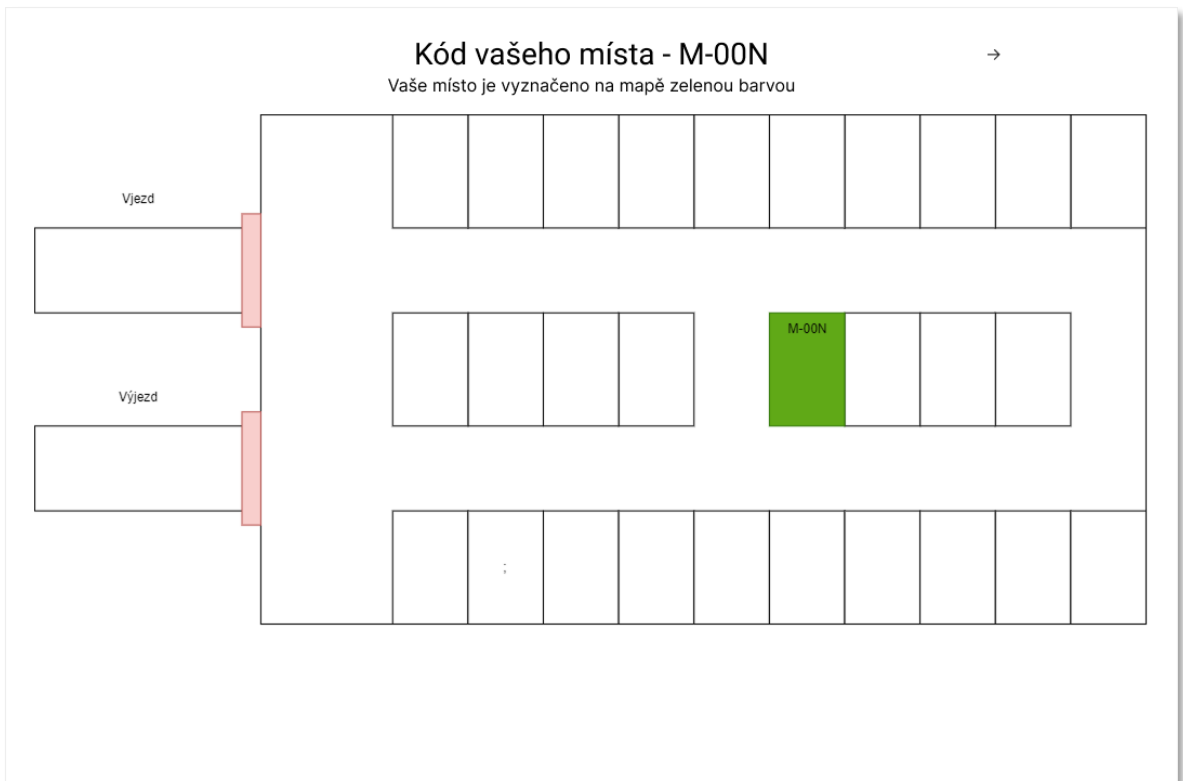
Formulář založení rezervace po založení přesměrovává na detail rezervace, ze kterého je dále možné rezervaci zaplatit či zapnout navigaci (u zaplacené rezervace se tlačítko zaplatit změní na tlačítko navigovat).

The image shows a web form for creating a new reservation. At the top left, the title "Založení nové rezervace" is displayed in bold black text, followed by a right-pointing arrow. Below the title are three stacked input fields: the first is labeled "Vozidlo", the second "Od", and the third "Do". Centered below these fields is the text "Celková cena: 1234 Kč". At the bottom center, there is a prominent red button with the white text "Rezervovat".

Obrázek 18 Založení rezervace

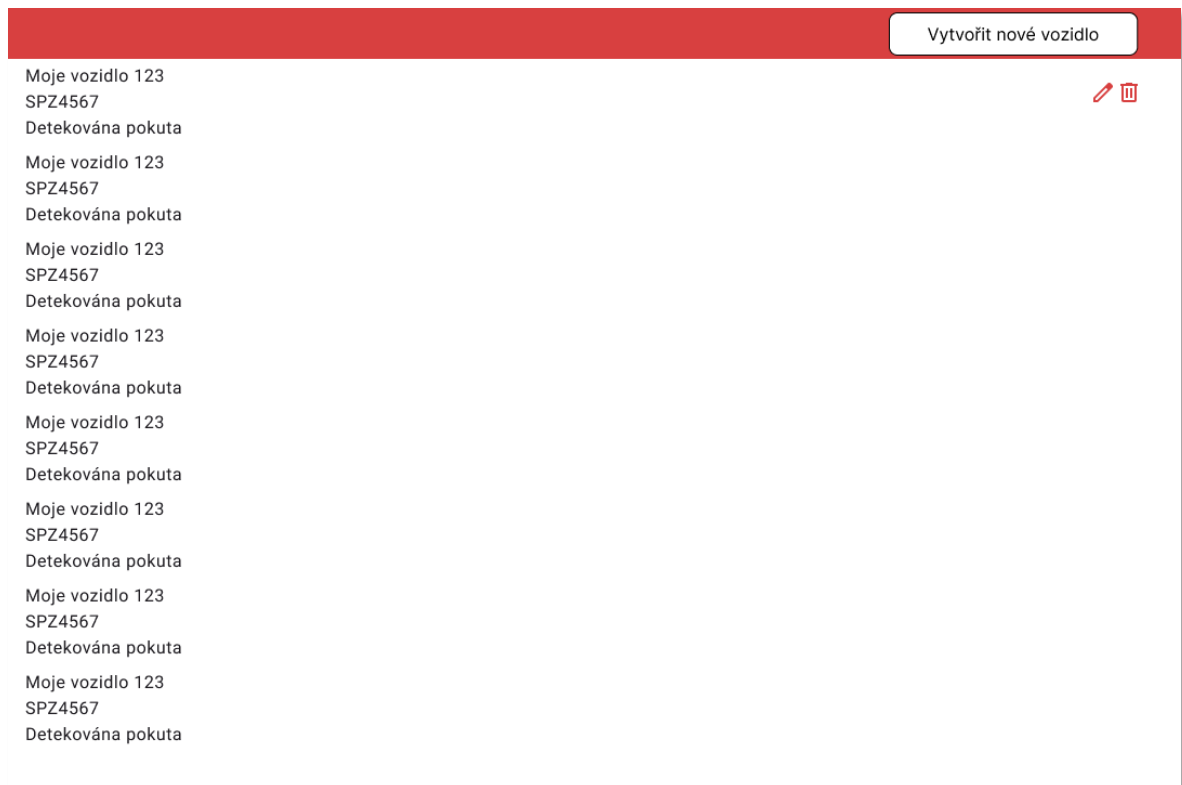


Obrázek 19 Detail rezervace



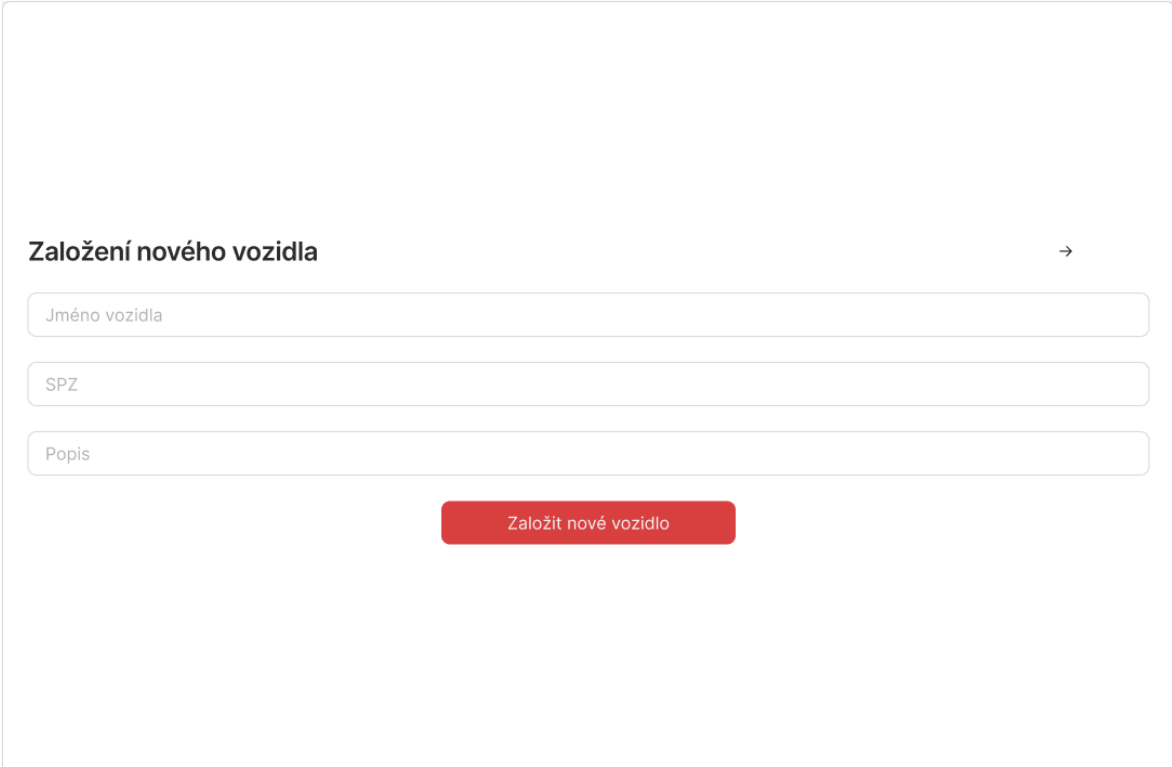
Obrázek 20 Navigace na místo

Další stránkou je list vozidel, který slouží ke spravování uživatelských vozidel a dále k platbě pokut, které jsou na vozidla vedeny.



Obrázek 21 List vozidel

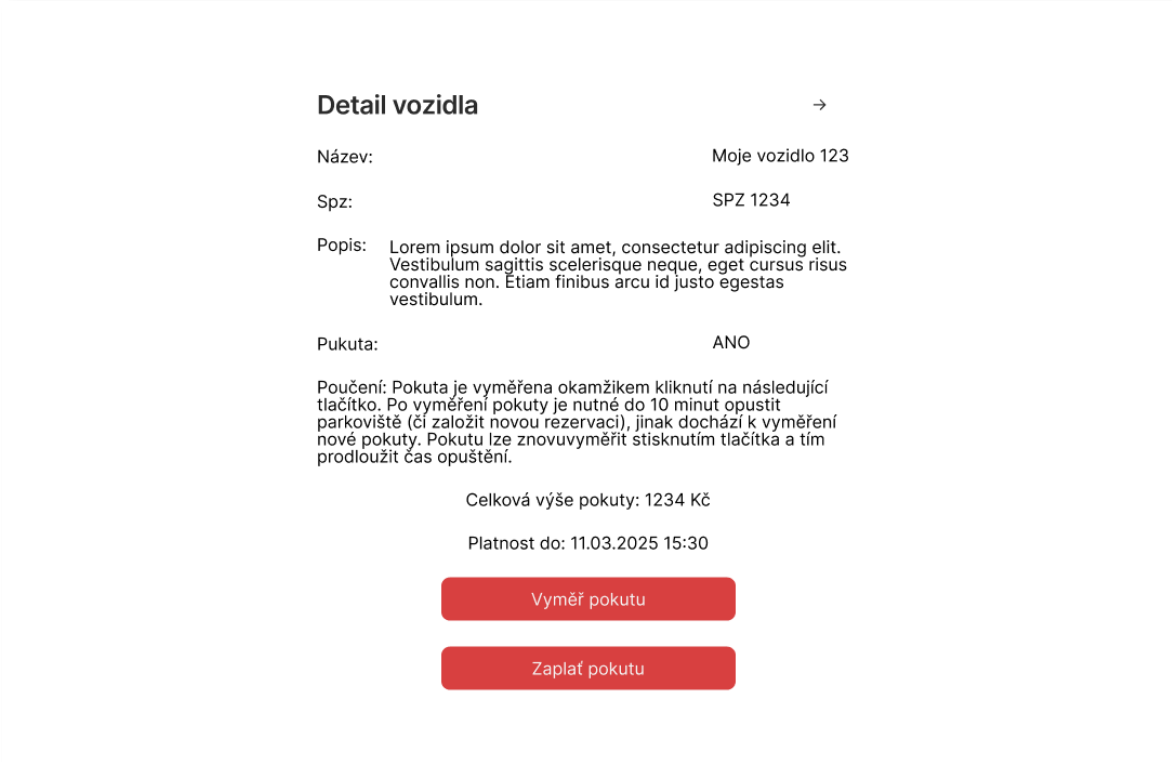
Formulář založení vozidla po založení vozidla přesměruje uživatele na detail vozidla.



The screenshot shows a form titled "Založení nového vozidla" with a right-pointing arrow. It contains three input fields: "Jméno vozidla", "SPZ", and "Popis". Below the fields is a red button labeled "Založit nové vozidlo".

Obrázek 22 Založení nového vozidla

Z detailu vozidla lze vyměřit pokutu a tuto pokutu poté zaplatit.



The screenshot shows a page titled "Detail vozidla" with a right-pointing arrow. It displays the following information:

- Název: Moje vozidlo 123
- Spz: SPZ 1234
- Popis: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum sagittis scelerisque neque, eget cursus risus convallis non. Etiam finibus arcu id justo egestas vestibulum.
- Pokuta: ANO

Below this information is a "Poučení" section: "Poučení: Pokuta je vyměřena okamžikem kliknutí na následující tlačítko. Po vyměření pokuty je nutné do 10 minut opustit parkoviště (či založit novou rezervaci), jinak dochází k vyměření nové pokuty. Pokutu lze znovuvyměřit stisknutím tlačítka a tím prodloužit čas opuštění."

At the bottom, there are two red buttons: "Vyměř pokutu" and "Zaplať pokutu".

Obrázek 23 Detail rezervace

Součástí operací s vozidly je i úprava stávajícího vozidla. SPZ vozidla nelze pomocí tohoto formuláře měnit.

Úprava stávajícího vozidla →

Spz SPZ 1234

Uprav vozidlo

Obrázek 24 Editace vozidla

Tabulka 12 User_authorities

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	authority_id	Integer	id
2	user_id	Integer	jméno autority

Tabulka 13 Auth_tokens

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	valid	Char	Slouží k označení validity tokenu
2	id	Integer	primární klíč
3	user_id	Integer	Cizí klíč odkazující na uživatele. Kterému patří token
4	jwt_hash	Varchar2	otisk vygenerovaného tokenu

Tabulka 14 Blocked_numberplates

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	id	Integer	primární klíč
2	numberplate	Varchar2	Kód SPZ

Tabulka 15 Checkpoints

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	is_entry	Char	určuje, zda se jedná o vjezd či výjezd
2	id	Integer	primární klíč
3	barrier_sensor_dev_eui	Varchar2	devEui senzoru závory
4	camera_url	Varchar2	adresa kamery, pomocí které se provádí ANPR čtení SPZ
5	sensor_dev_eui	Varchar2	devEui senzoru potvrzujícího vstup

Tabulka 16 Fines

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	cancelled	Char	Určuje, zda byla pokuta zrušena
2	paid_duration	Integer	udává jednotku času, který pokuta pokrývá
3	price	Number	Udává výši pokuty v Kč
4	date_from	Date	udává období, od kterého byla pokuta zaplacená
5	date_paid	Date	udává, kdy byla pokuta zaplacená
6	date_to	Date	udává čas, do kterého pokuta umožňuje uživateli pobyt na parkovišti
7	id	Integer	primární klíč
8	vehicle_id	Integer	id vozidla, pro které byla pokuta zaplacená
9	payment_session_id	Varchar2	Id platební session Stripe

Tabulka 17 Notifications

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	type	SmallInt	typ notifikace – enum, slouží pro určení účelu notifikace
2	date_send	Date	Datum odeslání notifikace
3	id	Integer	primární klíč
4	user_id	Integer	Cizí klíč odkazující na uživatele. Kterému patří notifikace
5	cause	Varchar2	unikátní kód sloužící pro zabránění vygenerování duplicitních notifikací
6	content	Varchar2	Text notifikace
7	title	Varchar2	Nadpis notifikace

Tabulka 18 One_time_passwords

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	id	Integer	primární klíč
2	user_id	Integer	id uživatele, kterému OTP náleží
3	code	Varchar2	kód OTP, kterým je OTP validován
4	purpose_code	Varchar2	účel, za kterým byl kód vydán, pro daného uživatele unikátní
5	purpose_details	Varchar2	Upřesnění purpose code

Tabulka 19 Parking_spot

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	floor	Integer	podlaží – určuje podlaží na parkovišti – pro budoucí použití
2	position_on_map	Integer	pozice na mapě – společně s mapovým podkladem určuje místo, kam se vykreslí stav na obrázku mapy
3	id	Integer	primární klíč
4	code	Varchar2	Kód místa – jedinečné označení místa v rámci systému
5	sensor_dev_eui	Varchar2	devEui senzoru, který měří obsazení parkovacího místa

Tabulka 20 Pricings

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	applied_minutes	Integer	počet minut, na které e aplikována cenová položka
2	calculation_order	Integer	pořadí ve výpočtu ceny
3	is_fine	Char	přepínač určující, jestli se jedná o standardní cenovou položku či pokutu
4	price	Number	cena za minutu
5	valid	Char	určuje, zda je cenová položka platná
6	id	Integer	primární klíč
7	description	Varchar2	popis cenové položky
8	name	Varchar2	jméno cenové položky

Tabulka 21 Reservations

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	price	Number	celková cena rezervace
2	created_at	Date	datum vzniku rezervace
3	date_from	Date	datum počátku rezervace
4	date_paid	Date	datum zaplacení rezervace
5	date_to	Date	datum konce rezervace
6	id	Integer	primární klíč rezervace
7	parking_spot_id	Integer	parkovací místo přiřazené rezervaci
8	updated_at	Date	datum úpravy rezervace
9	user_id	Integer	cizí klíč uživatele, který vytvořil rezervaci
10	vehicle_id	Integer	cizí klíč vozidla, kterého se rezervace týká
11	payment_session_id	Varchar2	Id platební session Stripe

Tabulka 22 Users

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	activated	Char	Určuje zda byl uživatel aktivován (byla dokončena registrace)
2	banned	Char	Určuje, zda byl uživatel zabanován
3	id	Integer	primární klíč
4	firstname	Varchar2	jméno uživatele
5	surname	Varchar2	příjmení uživatele
6	email	Varchar2	email uživatele
7	Password	Varchar2	heslo uživatele – určeno pro uchování hash+salt
8	phone_number	Varchar2	telefonní číslo uživatele

Tabulka 23 User_authorities

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	authority_id	Integer	spojovací klíč odkazující na authority
2	user_id	Integer	spojovací klíč odkazující na user

Tabulka 24 Vehicle_entries

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	date_from	Date	Datum vstupu vozidla do systému
2	date_to	Date	datum konce pobytu vozidla v systému
3	id	Integer	primární klíč
4	numberplate	Varchar2	SPZ, které vstoupilo do systému

Tabulka 25 Vehicles

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	id	Integer	primární klíč
2	user_id	Integer	id uživatele, který vlastní vozidlo
3	description	Varchar2	popis vozidla
4	name	Varchar2	jméno vozidla
5	numberplate	Varchar2	SPZ vozidla

Tabulka 26 Parking_lot_locks

No	Jméno sloupce	Datový typ	Popis
1	id	Integer	primární klíč
2	lock_time_from	Date	Čas zahájení zamčení parkoviště
3	lock_time_to	Date	Čas ukončení zamčení parkoviště

2.9. Návrh API

Hlavní rozhraní aplikace je REST API, přes které bude probíhat většina komunikace. API pro svou komunikaci používá metody POST, PUT, DELETE a GET. V případě POST, PUT a DELETE je pro předání payloadu požadavku použit JSON, který se posílá jako tělo požadavku. V případě metody GET se posílá payload požadavku jako parametry hlavičky. API je popsáno pomocí specifikace OpenAPI 3, tato specifikace je dostupná v příloze 2 této práce. Aplikace dále obsahuje MQTT message broker, pomocí kterého komunikuje s Chirpstack serverem.

2.10. Návrh backend aplikace

Backend aplikace je navržen jako vrstvená aplikace v jazyce Java 23 s využitím Spring Boot frameworku. Pro řízení jednotlivých komponent je zvolena architektura MVC (Model-View-Controller), která zajišťuje oddělení logiky aplikace, prezentační vrstvy a správy dat.

- **spring-boot-starter-web** – poskytuje REST API pro komunikaci s frontendem a externími službami.
- **spring-boot-starter-data-jpa** – pro práci s databázovou vrstvou a ORM Hibernate.
- **spring-boot-starter-security** – zajišťuje autentizaci a autorizaci uživatelů.
- **spring-boot-starter-oauth2-resource-server** – slouží pro validaci JWT tokenů při ověřování uživatelů.
- **spring-boot-starter-mail** – zajišťuje odesílání emailových notifikací uživatelům.
- **spring-integration-mqtt** – umožňuje komunikaci s parkovacími senzory přes MQTT protokol.

Systém autentizace a autorizace využívá OAuth2 a JWT tokeny. Backend aplikace sama generuje a spravuje JWT tokeny pro autentizaci uživatelů. Při každém API požadavku je token ověřován a na základě jeho platnosti je uživateli umožněn přístup k požadovaným zdrojům. Systém využívá Role-Based Access Control (RBAC), kde každý uživatel má přiřazené role (ADMIN, USER, SYSTÉM, EMPLOYEE), které určují oprávnění k jednotlivým API endpointům.

Pro komunikaci s MQTT protokol pro komunikaci se senzory umístěnými na parkovacích místech. MQTT message broker zajišťuje přenos dat mezi backendem a senzory v reálném čase, zatímco backend pravidelně zpracovává a ukládá informace o obsazenosti parkoviště.

Databázová vrstva je realizována pomocí JPA a Hibernate. Použitou databází je PostgreSQL – pro ukládání perzistentních dat (uživatelé, rezervace, parkovací místa atd.).

3. Implementace

V následující kapitole bude popsána implementace navržené aplikace, a dále také bude popsáno uvedení aplikace do provozu. V popisu budou popsány vybrané části zdrojových kódů, a to jak z BE části, tak i z FE části.

3.1. Implementace BE

V následující části se seznámíme s implementací backendové části. Backend aplikace je vytvořen v jazyce Java 23, pomocí frameworku Spring. Je rozdělen na 3 základní části pomocí Java packages – na balíčky configuration, controller a model. Build systém použitý pro sestavení aplikace je Gradle.

3.1.1 Struktura aplikace

V balíčku configuration se nachází konfigurační třídy frameworku Spring. Nachází se zde security konfigurace, ve které je mimo jiné konfigurována autentizace a autorizace uživatelů, v rámci, které je konfigurováno i používání JWT tokenů. Dále se v configuration nachází třídy pro konfiguraci ošetření výjimek, definici object mapperu, a také třída pro konfiguraci platební brány Stripe.

V balíčku controller se nachází veškeré controllery, které se nachází v aplikaci. Veškeré controllery jsou vytvořeny za pomoci anotace `@RestController` – jedná se tedy čistě o controllery REST API.

V balíčku model se nachází objekty, které definují vlastní logiku aplikace. Jedná se o třídy v balíčku dao, které v sobě zahrnují třídy pro práci s DB, které zároveň i zajišťují ORM mapování entit. Dále se zde nachází balíček dto, kde jsou definovány veškeré vstupní a výstupní entity REST API. Dalším balíčkem je balíček entities, kde se nachází datové třídy pro objekty uchovávané pouze v paměti. Dále je obsahem balíčku model balíček Enums obsahující veškeré výčtové typy používané v aplikaci, balíček exception, ve kterém se nachází veškeré v aplikaci definované výjimky a balíček validation, kde jsou definovány vlastní anotace. Součástí balíčku model je dále i balíček helper obsahující pomocné třídy, a dále i balíček integration, který obsahuje pomocné třídy pro integraci aplikace s LoRa serverem za pomoci MQTT. V neposlední řadě se v balíčku model nachází i balíček service, ve kterém se nacházejí veškeré Spring services používané v aplikaci.

3.2. Implementace FE

Frontend je napsán v jazyce JavaScript za pomoci knihovny React. V rámci implementace jsou využity převážně komponenty MUI, které jsou stylovány mimo jiné s pomocí CSS frameworku Tailwind CSS. O navigaci v rámci SPA se stará knihovna React router. Pro sestavení výsledného projektu je používán build systém Vite.

3.2.1 Struktura aplikace

Struktura frontendu je rozdělena zejména podle účelu komponenty. Hlavní struktura je dělena na složku components, constants, contexts, helper, hoc, hooks, layouts a pages.

Složka components je hlavní složkou aplikace – obsahuje přímo zobrazované dílčí komponenty a jejich části. Jedná se jak o obecné formulářové prvky, tak i o jejich konkrétní implementace. Komponenty v této složce jsou členěny zejména podle Use Case, ve kterém jsou používány.

Constants je složka, která obsahuje celkem 2 soubory. Jedná se o soubor Calls, který obsahuje definici veškerých REST endpointů volaných v rámci aplikace. Dále se zde nachází soubor StripeConstants, který obsahuje konstanty pro integraci frontendu se službou Stripe.

Další složkou, kterou popíšeme, je složka contexts. Tato složka obsahuje veškeré kontexty, které se používají v aplikaci.

Složka helper obsahuje soubor pro definici výčtových typů a dále soubor s třídou pro podporu autorizace.

Dále aplikace obsahuje složka hoc, která obsahuje Higher Order komponentu WithAlert, která rozšiřuje vnořené komponenty o možnost zobrazení notifikace.

Další složkou je složka hooks, která obsahuje veškeré vlastní hooky používané v aplikaci. Jedná se o 2 hooky – useFetchCall a useSubmitCall, které slouží pro zabezpečení komunikace pomocí REST API.

Dále obsahuje aplikace složku layouts, kde se nachází komponenty poskytující hlavní rozložení aplikace – a to jak pro přihlášeného uživatele, tak i pro nepřihlášeného uživatele.

V neposlední řadě obsahuje aplikace složku pages, ve které jsou definovány komponenty, které představují veškeré navigovatelné stránky v rámci SPA.

3.3. Uvedení aplikace do provozu

V této kapitole popíšeme kroky, které jsou nutné pro lokální spuštění aplikace. Nejprve se zaměříme na spuštění backend části aplikace, dále se zaměříme na spuštění frontend části.

3.3.1 Nutné předpoklady

Aplikace byla otestována následujících verzích software:

- NPM – verze 10.9.2.
- Node – verze 22.13.0
- Java 23
- Gradle – verze 8.11.1 (není třeba stahovat, BE obsahuje Gradle wrapper)
- Docker – verze 27.4.0, build bde2b89
- IntelliJ IDEA – verze 2024.3.4
- Windows 11 Pro – verze 24H2
- Stripe CLI – verze 1.25.1

Dalším předpokladem pro integraci plateb je účet na platformě Stripe, kde je založena testovací aplikace.

3.3.2 Spuštění Backendu

- 1) Uživatel spustí Stripe CLI pomocí příkazu v CMD
 - a. `stripe listen --forward-to http://localhost:9000/api/v1/stripeWebhook/event`
- 2) Uživatel se přepne do kořenové složky backend aplikace
- 3) V `src/main/resources/application.properties` nastaví uživatel hodnotu **`sprava_ploch.integration.stripe.apiKey`** na svůj Stripe Secret key a dále hodnotu **`sprava_ploch.integration.stripe.webhookSecret`** na hodnotu poskytnutou Stripe CLI (zpráva `Your webhook signing secret is <key>`)
- 4) Uživatel spustí pomocí CMD skript závislostí, který spustí docker container Chirpstack, Percona db a nástroj LWN-Simulator
 - a. `./initDepts`

5) Uživatel sestaví a spustí backend aplikace za pomoci gradle skriptu

a. `./gradlew bootRun`

3.3.3 Spuštění Frontendu

1) Uživatel se přepne do kořenové složky frontend aplikace

2) Uživatel nainstaluje node modules

a. `npm install`

3) Uživatel spustí aplikaci

a. `npm run dev`

3.4. Ukázka zdrojových kódů aplikace a výsledného grafického rozhraní

V této kapitole si představíme vybrané zdrojové kódy z backend části aplikace. Dále bude v této kapitole představena také výsledná podoba grafického rozhraní aplikace.

3.4.1 Zdrojové kódy backend části

Prvním představeným zdrojovým kódem je kód ze třídy **ReservationService**. Tato třída anotovaná jako `Service` zajišťuje většinu operací s rezervacemi, jako je správa rezervací ze strany administrátora (CRUD) a dále také založení a správa rezervací uživatelem. Prezentovaný zdrojový kód je kódem metody, která slouží pro založení rezervace uživatelem. Obdobným způsobem je tvořena většina ostatních metod s anotací `Service`. V rámci tohoto kódu probíhá dodatečná validace (část validace probíhá v controlleru) a zpracování uživatelského vstupu.

```
@Transactional(rollbackFor = Exception.class)
public ReservationDto reserve(ReserveReservationDto reserveReservationDto,
Authentication authentication) {
    if (reserveReservationDto.getDateFrom().isBefore(ZonedDateTime.now()))
    {
        throw new BadRequestException("Počáteční datum nesmí být v
minulosti.");
    }
    int duration = getAndCheckDuration(reserveReservationDto.getDateFrom(),
reserveReservationDto.getDateTo());
    Optional<User> userOptional =
userRepository.findById(Long.valueOf(authentication.getName()));
    if (userOptional.isEmpty()) {
        throw new BadRequestException("Uživatel nebyl nalezen pomocí
zadaného id.");
    }
    Optional<Vehicle> optionalVehicle =
vehicleRepository.findById(reserveReservationDto.getVehicleId());
    if (optionalVehicle.isEmpty()) {
        throw new BadRequestException("Vozidlo nebylo nalezeno pomocí
daného id.");
    }
}
```

```

    }
    Vehicle vehicle = optionalVehicle.get();
    if (!vehicle.getUser().equals(userOptional.get())) {
        throw new BadRequestException("Vozidlo nepatří danému
uživateli.");
    }

    Optional<BlockedNumberplate> blockedNumberplate =
blockedNumberplateRepository.findBlockedNumberplateByNumberplate(vehicle.ge
tNumberplate());
    if (blockedNumberplate.isPresent()) {
        throw new BadRequestException("SPZ je blokována.");
    }
    BigDecimal price = pricingService.calculatePrice(duration, false);

    Reservation reservation = new Reservation();
    reservation.setPrice(price);
    reservation.setUser(userOptional.get());
    reservation.setVehicle(vehicle);
    reservation.setDateFrom(reserveReservationDto.getDateFrom());
    reservation.setDateTo(reserveReservationDto.getDateTo());
    reservation.setCreatedAt(ZonedDateTime.now());
    reservation.setUpdatedAt(reservation.getCreatedAt());

    Optional<ParkingSpot> parkingSpotOptional =
findValidParkingSpot(reservation.getDateFrom(), reservation.getDateTo());
    if (parkingSpotOptional.isEmpty()) {
        throw new BadRequestException("V zadaném časovém rozmezí se
nepovedlo nalézt neobsazené parkovací místo.");
    }
    reservation.setParkingSpot(parkingSpotOptional.get());

    return new
ReservationDto(reservationRepository.saveAndFlush(reservation));
}

```

Dále představíme metodu třídu controlleru **ReservationController**, která slouží jako rozhraní mezi vstupem REST API a metodou dříve představené service. Tato metoda je typickým reprezentantem metod controllerů vytvořených v aplikaci.

```

@PostMapping("/reserve")
public ReservationDto reserve(@RequestBody @Valid ReserveReservationDto
reserveReservationDto, Authentication authentication) {
    return reservationService.reserve(reserveReservationDto,
authentication);
}

```

Na uvedeném příkladu můžeme vidět, že struktura controlleru je minimalistická. V zásadě se jedná pouze o třídu tvořenou anotacemi, kde tyto anotace poskytují zaregistrování controlleru na příslušný endpoint REST API a také serializaci payloadu příchozího požadavku a jeho základní validaci. Dále již jenom controller volá metodu service a vrací její výsledek.

Dalším zdrojovým kódem vhodným k prezentaci je kód integrace mezi aplikací a Chirpstack serverem přes MQTT message broker. Představeným zdrojovým kódem je kód zpracovávající příchozí komunikaci ze serveru směrem k aplikaci.

```

@Bean
public IntegrationFlow mqttInbound(ObjectMapper objectMapper, SensorService
sensorService, CheckPointService checkPointService) {
    return (IntegrationFlow.from(
        new
MqttPahoMessageDrivenChannelAdapter("tcp://localhost:1883",
"parking_lot_be_subscriber",
gatewayEventTopicUp)
        .handle(m -> {
            try {
                GatewayPayload payload =
objectMapper.readValue(m.getPayload().toString(), GatewayPayload.class);
                if
(payload.getDeviceInfo().getDeviceProfileName().equals(sensorService.getPar
kingSensorName()) ||
payload.getDeviceInfo().getDeviceProfileName().equals(sensorService.getCoun
tingSensorName())) {
                    sensorService.processParkingSensorPayload(payload,
checkPointService);
                } else if
(payload.getDeviceInfo().getDeviceProfileName().equals(sensorService.getBar
rierSensorName())) {
                    sensorService.processBarrierPayload(payload);
                }
            } catch (Exception e) {
                log.error("Exception occured!: ", e);
            }
        })
        .get());
}

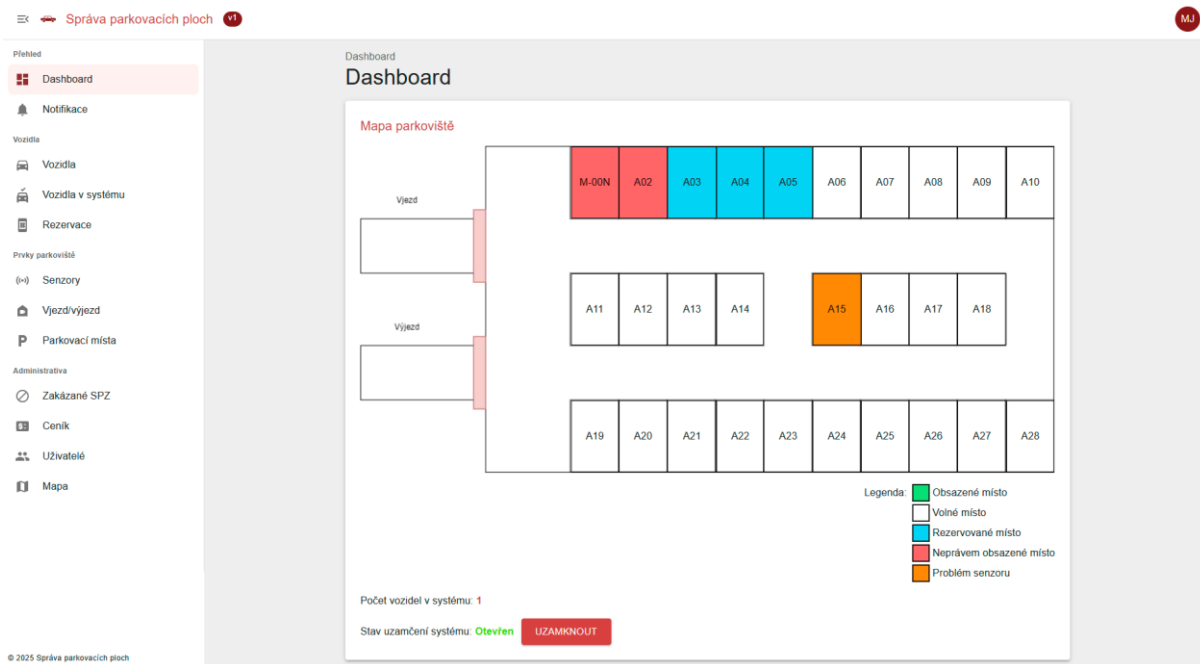
```

V rámci tohoto kódu můžeme vidět relativní jednoduchost integrace aplikace s message brokerem za pomoci rozhraní IntegrationFlow poskytovaný frameworkem Spring.

3.5. Výsledné grafické rozhraní

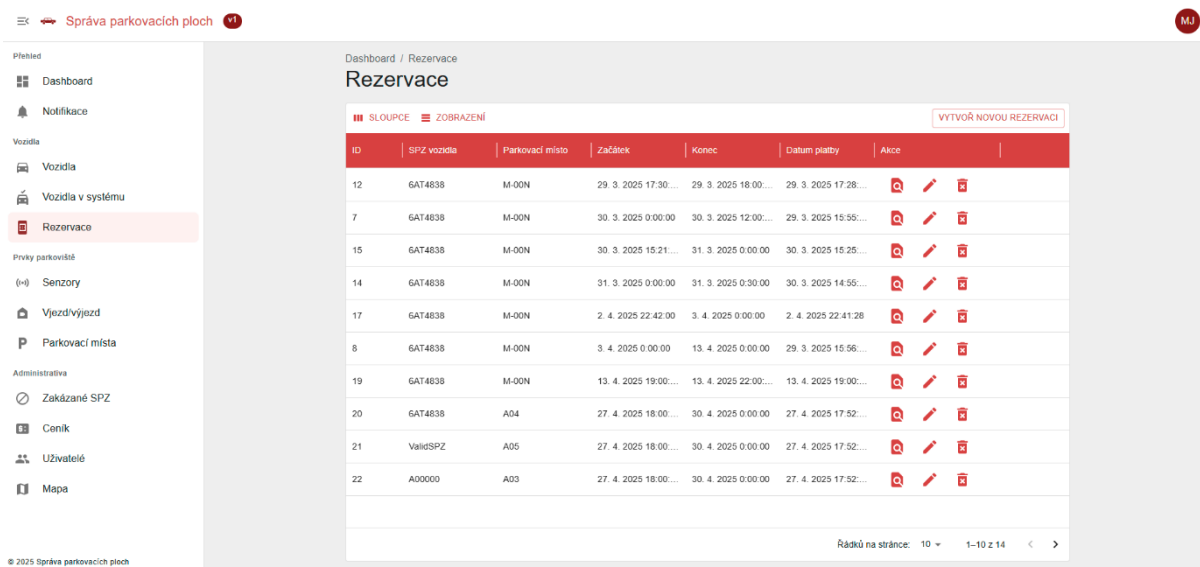
Výsledné grafické rozhraní bylo navrženo podle návrhů GUI, které jsou popsány v analytickém návrhu GUI. Z tohoto důvodu se od návrhu příliš neliší, odlišnosti jsou pouze v detailech.

První ukázkou je ukázka dashboardu. Jedná se o administrátorskou obrazovku, která zobrazuje přehledně informace o parkovacích místech v systému. Tato obrazovka se v rámci zachování aktuálních informací pravidelně obnovuje.



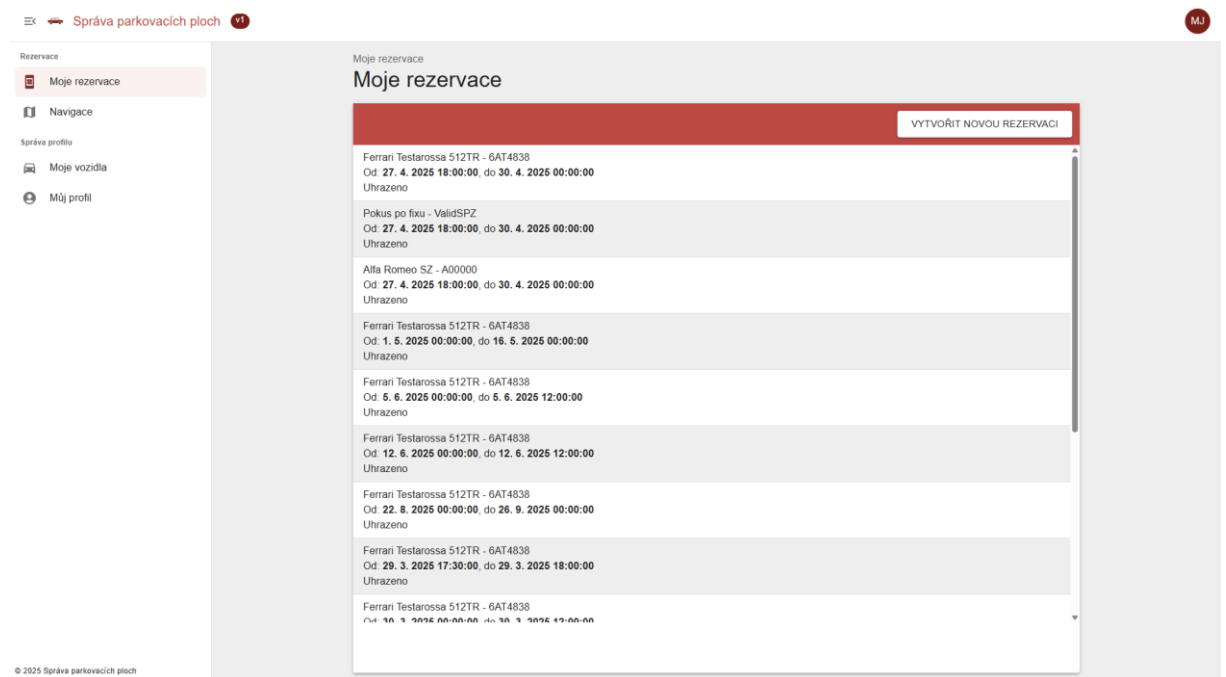
Obrázek 26 Ukázka GUI – dashboard

Další predstavenou obrazovkou je obrazovka rezerváci. Jedná sa o administrátorskou obrazovku, ktorá slouží pro správu rezerváci zamestnanci.



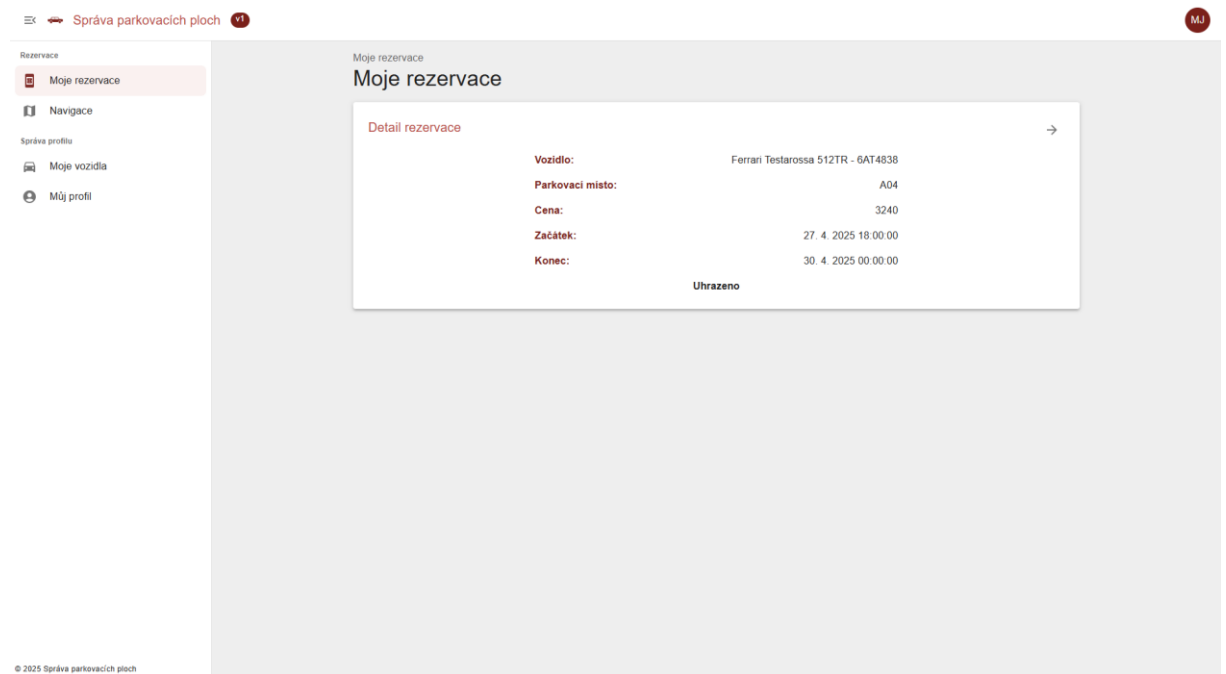
Obrázek 27 Ukázka GUI – rezervace

Dále ukážeme obrazovku, která slouží uživateli – obrazovku pro správu vlastních rezervací.



Obrázek 28 Ukázka GUI – uživatelské rezervace

Poslední ukázkou z aplikace je detail rezervace – na této obrazovce lze dále zaplatit neuhrazenou rezervaci pomocí zabudovaného formuláře platební brány.



Obrázek 29 Ukázka GUI – detail uživatelské rezervace

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a implementovat systém pro efektivní správu parkovacích ploch s důrazem na vysokou míru automatizace a uživatelské přívětivosti. V teoretické části byly analyzovány dostupné technologie a přístupy využívané v moderních parkovacích systémech, včetně automatických pokladen, ANPR kamer, parkovacích senzorů a technologií RFID. Tato rešerše poskytla základ pro návrh vlastního řešení.

Na základě definovaných požadavků byl vytvořen analytický návrh systému zahrnující případy užití, architekturu, návrh datové vrstvy, uživatelského rozhraní a návrh backendových funkcionalit. Praktická část se zaměřila na samotnou implementaci systému, včetně realizace backendové i frontendové části, jejich integraci LoRa serverem a dále popisu procesu spuštění aplikace.

Výsledný systém nabízí uživatelům možnost rezervace parkovacího místa, platbu rezervace, navigaci k místu a automatické zpracování pokut. Administrátorům je umožněno kompletně spravovat parkoviště pomocí intuitivního rozhraní s přehledným dashboardem a notifikacemi.

Navržený systém tak přispívá ke zvýšení efektivity parkování, komfortu uživatelů i provoznímu usnadnění pro správce parkovacích ploch.

Možnosti dalšího rozvoje systému zahrnují například rozšíření o podporu více parkovišť v rámci jedné aplikace, přidání systému pro dynamické přidělování míst podle délky rezervace, zlepšení uživatelské personalizace (např. oblíbená místa, historie parkování) či zavedení automatického upozornění na končící rezervaci. Také by bylo možné přidat statistické přehledy o využití parkoviště, které by mohly pomoci optimalizovat provoz a zlepšit hospodaření s parkovací kapacitou.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PATEL, Chirag; SHAH, Dipti a PATEL, Atul. Automatic Number Plate Recognition System (ANPR): A Survey. Online. International Journal of Computer Applications. 2013, roč. 69, č. 9, s. 21-33. ISSN 09758887. Dostupné z: <https://doi.org/10.5120/11871-7665>. [cit. 2025-03-08].
- [2] O&O S.R.L. AUTOMATICKÁ POKLADNA GREEN CENTER – GP4M VARIANT. Online. Oeoczech. Dostupné z: <https://www.oeoczech.cz/automaticka-pokladna-variant/>. [cit. 2025-03-08].
- [3] ELVIS. *Automatická pokladna PAYPARK*. Online. Elvi. Dostupné z: <https://www.elvi.cz/produkt/automaticka-pokladna-paypark/>. [cit. 2025-03-08].
- [4] AS PARKING S.R.O. RFID čtečka dlouhého dosahu. Online. AS Parking. Dostupné z: <https://www.asparking.cz/cz/pristupove-systemy-gsm/pristupove-systemy-gsm/rfid-ctecka-dlouheho-dosahu>. [cit. 2025-03-08].
- [5] AS PARKING S.R.O. Automatické pokladny. Online. ASParking. Dostupné z: <https://www.asparking.cz/cz/vyrobky/platebni-a-vstupenkove-systemy/pokladny>. [cit. 2025-03-08].
- [6] GREEN CENTER S.R.O. GP4T – Vjezdový/výjezdový terminál. Online. Green Center. Dostupné z: <https://green.cz/produkt/gp4t-vjezdovy-vyjezdovy-terminal/>. [cit. 2025-03-08].
- [7] SENSATIVE AB. Puck Radar for LoRaWAN. Online. Sensative Shop. Dostupné z: <https://shop.sensative.com/shop/puck-radar-for-lorawan-1829>. [cit. 2025-03-08].
- [8] AS PARKING S.R.O. Vjezdové a výjezdové parkovací terminály. Online. ASParking. Dostupné z: <https://www.asparking.cz/cz/vyrobky/parkovaci-systemy/vjezdove-a-vyjezdove-terminaly>. [cit. 2025-03-08].
- [10] DETOMATIC S.R.O. Automatická parkovací závora PARK. Online. Detomatic. Dostupné z: <https://www.detomatic.cz/cz/produkty/automaticke-zavory/66-automaticka-parkovaci-zavora-park>. [cit. 2025-03-08].
- [11] AS PARKING S.R.O. Parkovací, vjezdové a automatické závory. Online. ASParking. Dostupné z: <https://www.asparking.cz/cz/vyrobky/zavory-a-zabrany/parkovaci-a-vjezdove-automaticke-zavory>. [cit. 2025-03-08].

- [12] PREMIER FARNELL UK LIMITED. Smart City – řešení inteligentních parkovacích senzorů IoT. Online. Farnell Česká republika. Dostupné z: <https://cz.farnell.com/smart-city-smart-iot-parking-sensors-solutions>. [cit. 2025-03-08].
- [13] PROFICOMMS S.R.O. TKH Security PE3: Parkovací senzor. Online. PROFicomms.cz. Dostupné z: <https://www.proficomms.cz/tkh-security-pe3-parkovaci-senzor/d-88847/>. [cit. 2025-03-08].
- [13] LIBELIUM COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS S.L. Smart Parking. Online. Libelium. Dostupné z: <https://www.libelium.com/iot-solutions/smart-parking/> [cit. 2025-03-08].
- [15] PAIDI, Vijay; FLEYEH, Hasan; HÅKANSSON, Johan a NYBERG, Roger G. Smart parking sensors, technologies and applications for open parking lots: a review. Online. IET intelligent transport systems. 2018, roč. 12, č. 8, s. 735-741. ISSN 1751-956X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1049/iet-its.2017.0406>. [cit. 2025-03-07].
- [16] CITIQ S.R.O. Parkovací Senzor. Online. citiq. Dostupné z: <https://www.citiq.cz/parkovaci-senzor>. [cit. 2025-03-08].
- [18] PARKHELP TECHNOLOGIES. Indoor Ultrasonic Sensors. Online. ParkHelp. Dostupné z: <https://www.parkhelp.com/parking-guidance-technologies/indoor-parking-sensors/indoor-ultrasonic-sensors/>. [cit. 2025-03-08].
- [19] PARKSOL TECHNOLOGIES. Front infrared sensor (TOF). Online. Parksol. Dostupné z: <https://parksol.lt/products/tof-sensor/>. [cit. 2025-03-08].
- [20] BERG VRATA, S.R.O. Výsuvné sloupy. Online. BERG VRATA. Dostupné z: <https://www.bergvrata.cz/vysuvne-sloupy/>. [cit. 2025-03-08].
- [21] AUTOGARD, SPOL. S R.O. Silniční bariéry. Online. Green. Dostupné z: <https://www.autogard.cz/produkty/silnicni-bariery/>. [cit. 2025-03-08].
- [22] ZHAI, Xiaojun; BENSAALI, Faycal a SOTUDEH, Reza. Real-time optical character recognition on field programmable gate array for automatic number plate recognition system. Online. IET Circuits, Devices & Systems. 2013, roč. 7, č. 6, s. 337-344. ISSN 1751-858X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1049/iet-cds.2012.0339>. [cit. 2025-03-08].
- [24] DETOMATIC s.r.o. Parkovací závora PARK [online]. [s.l.]: Detomatic s.r.o. [cit. 2025-03-08]. Dostupné z: https://www.detomatic.cz/data/catalog/item/66_catalog_cz.pdf

- [25] DETOMATIC s.r.o. C275A – Výsuvný sloup [online]. [s.l.]: Detomatic s.r.o. [cit. 2025-03-08]. Dostupné z: https://www.asparking.cz/data/katalog/produkty/42_datasheet_cz.pdf
- [26] DETOMATIC s.r.o. Antiteroristické sloupy třídy bezpečnosti M50, M40, M30 [online]. [s.l.]: Detomatic s.r.o. Dostupné z: https://www.asparking.cz/data/katalog/produkty/42_datasheet_cz.pdf [cit. 2025-03-08]
- [27] DETOMATIC S.R.O. Silniční bariéra Guard. Online. Detomatic. Dostupné z: <https://www.detomatic.cz/cz/produkty/vysuvne-sloupy-a-silnicni-bariery/silnicni-bariery/177-silnicni-bariera-guard>. [cit. 2025-03-08].
- [28] TKH Security. ParkEyes PE3 & PE360 – Product Data Sheet [online]. Verze 1.1. [s.l.]: TKH Security. Dostupné z: https://www.proficomms.cz/files/datasheets/TKH/TKHSecurity_ParkEyes_PE3_PE360_ProductDataSheet_v1_1.pdf
- [29] ALTERNETIVO S.R.O. Parkdroid NB-IoT chytrý parkovací/geomagnetický senzor s povrchovou instalací a stupněm krytí IP67 a IK10. Online. Alternativo. Dostupné z: https://www.alternetivo.cz/parkdroid-nb-iot-chytry-parkovaci-geomagneticky-senzor-s-povrchovou-instalaci-a-stupnem-kryti-ip67-a-ik10_d85339.html. [cit. 2025-03-08].
- [31] Bosch Connected Devices and Solutions GmbH. Parking Sensor – Wireless sensors for detecting parking space occupancy [online]. 2018. Dostupné z: https://connectedthings.store/gb/index.php?controller=attachment&id_attachment=4
- [32] TSS GROUP S.R.O. SOFTPLUS LPR licence pro rozpoznávání SPZ. Online. TSS GROUP. Dostupné z: <https://www.tssgroup.cz/softplus-lpr-licence-pro-rozpoznavani-spz>. [cit. 2025-03-08].
- [33] AXIS COMMUNICATIONS AB. AXIS Q1700-LE License Plate Camera. Online. Axis Communications. Dostupné z: <https://www.axis.com/products/axis-q1700-le>. [cit. 2025-03-08].
- [34] TATTILE S.R.L. Vega Smart 2HD. Online. Tattile: Hi-Performance Mobility Solutions & AI software for ANPR, ALPR cameras. Dostupné z: <https://www.tattile.com/vision-solutions/vega-smart-2hd/>. [cit. 2025-03-08].
- [35] DTK SOFTWARE. Licence Plate Recognition SDK. Online. DTK Software. Dostupné z: <https://www.dtksoft.com/lprsdk>. [cit. 2025-03-08].

- [36] PARKPOW, INC. Snapshot API Reference. Online. Plate Recognizer. Dostupné z: <https://guides.platerrecognizer.com/docs/snapshot/api-reference/>. [cit. 2025-03-08].
- [37] AS PARKING S.R.O. ANPR rozpoznávač registračních značek. Online. ASParking. Dostupné z: <https://www.asparking.cz/cz/vyrobky/parkovaci-systemy/rozpoznavani-registracnich-znacek/anpr-rozpoznavac-registracnich-znacek>. [cit. 2025-03-08].
- [38] GREEN CENTER S.R.O. GPP LPR – Systém rozpoznávání registračních značek. Online. Green. Dostupné z: <https://green.cz/produkt/gpp-lpr-system-rozpoznavani-registracnich-znacek>. [cit. 2025-03-08].
- [39] ISZAIDY, I.; NGADIRAN, R.; NAZREN, A.R.A.; WAFI, N.M; RAMLI, N. et al. IOT Smart Guidance Parking Search System for Open Space Parking Area. Online. *Journal of physics. Conference series*. 2021, roč. 1962, č. 1, s. 12060. ISSN 1742-6588. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1962/1/012060>. [cit. 2025-03-07].
- [40] GREEN Center s.r.o. GPP PGS2 – Informační a navigační parkovací systém [online]. Praha: GREEN Center s.r.o., 2016. Dostupné z: <https://www.industry-eu.cz/files/companies/914398.pdf>
- [41] PALA, Zeydin a INANC, Nihat. Smart Parking Applications Using RFID Technology. Online. In: *2007 1st Annual RFID Eurasia*. IEEE, 2007, s. 1-3. ISBN 978-975-01566-0-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/RFIDEURASIA.2007.4368108>. [cit. 2025-03-08].
- [42] SAFKHANI, Masoumeh; BAGHERI, Nasour; HOSSEINZADEH, Mehdi; ESLAMNEZHAD NAMIN, Mojtaba a ROSTAMPOUR, Samad. On the security of an RFID-based parking lot management system. Online. *International journal of communication systems*. 2017, roč. 30, č. 15. ISSN 1074-5351. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/dac.3313>. [cit. 2025-03-08].
- [43] ELVIS. *Automatická pokladna PAYFUN*. Online. Elvi. Dostupné z: <https://www.elvi.cz/produkt/automaticka-pokladna-payfun/>. [cit. 2025-03-08].
- [44] SEIDL, Martina; SCHOLZ, Marion; HUEMER, Christian a KAPPEL, Gerti. *UML @ Classroom: An Introduction to Object-Oriented Modeling*. Undergraduate Topics in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2015. Dostupné z: <https://doi.org/978-3-319-12742-2>.

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1: Use Case specifikace

PŘÍLOHA 2: OpenAPI specifikace

PŘÍLOHA 1: Use Case specifikace

UC1 – Registrace a aktivace účtu

Krátký popis

Je umožněna registraci nového uživatele v systému a následná aktivaci jeho účtu pomocí odkazu v emailové schránce.

Aktéři

Veřejnost

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí registrační formulář
2. Veřejnost korektně vyplní registrační formulář
3. Systém provede validaci políček formuláře na straně FE
4. Veřejnost odešle formulář
5. Systém provede BE validaci formuláře
6. Systém založí nového neaktivovaného uživatele v databázi a vygeneruje OTP pro aktivaci
7. Systém odešle aktivační email obsahující OTP na emailovou adresu uvedenou v registračním formuláři
8. Uživatel klikne na odkaz v emailové schránce, kterým aktivuje svůj účet a zneplatní OTP

Alternativní tok 1

3.1 – Pokud políčko formuláře není validní, je označeno jako chybné s odpovídající chybovou hláškou

3.2 - Veřejnost opraví neplatné políčko a tok pokračuje na 2. bodu základního toku.

Alternativní tok 2

5.1 – Pokud selže validace formuláře, veřejnosti je v modálním okně zobrazena odpovídající chybová hláška a tok pokračuje v bodě 2.

Alternativní tok 3

6.1 – Pokud selže zakládání uživatele, systém zobrazí chybovou hlášku a tok pokračuje v bodě 2

Alternativní tok 4

6.1 – Pokud selže zakládání uživatele, systém zobrazí chybovou hlášku a tok pokračuje v bodě 2

Podmínky pro dokončení

Nový uživatel bude korektně uložen v databázi se hodnotou atributu activated TRUE.

UC2 – Přihlášení k účtu

Krátký popis

Uživatel se umí přihlásit do systému

Aktéři

Zákazník, Zaměstnanec, Administrátor

Podmínky pro spuštění

Zákazník/Zaměstnanec má vytvořený účet v aplikaci

Základní tok

1. Systém zobrazí formulář přihlášení
2. Zákazník/Zaměstnanec korektně vyplní formulář
3. Systém provede validaci políček formuláře na straně FE
4. Zákazník/Zaměstnanec odešle formulář
5. Systém provede BE validaci poskytnutých přihlašovacích údajů
6. Systém přihlásí Zákazníka/Zaměstnance do systému

Alternativní tok 1

3.1 – Pokud políčko formuláře není validní, je označeno jako chybné s odpovídající chybovou hláškou

3.2 - Zákazník/Zaměstnanec opraví neplatné políčko a tok pokračuje na 2. bodu základního toku.

Alternativní tok 2

5.1 – Pokud selže validace přihlašovacích údajů, Zákazníkovi/Zaměstnanci je v modálním okně zobrazena odpovídající chybová hláška a tok pokračuje v bodě 2.

Alternativní tok 3

6.1 – Pokud přihlášení selže, systém zobrazí chybovou hlášku a tok pokračuje v bodě 2

Podmínky pro dokončení

Uživatel je přihlášen do aplikace

UC3 – Založení rezervace

Krátký popis

Zákazník si umí založit rezervaci pro své vozidlo

Aktéři

Zákazník, Platební brána, Systémový správce ploch

Podmínky pro spuštění

Zákazník má v aplikaci vytvořený min. 1 automobil.

Základní tok

1. Systém zobrazí formulář pro založení rezervace
2. Zákazník korektně vyplní formulář
3. Formulář je validován v rámci frontendové aplikace
4. Po vyplnění data od/do se zobrazí celková cena za dané časové období
5. Zákazník odešle formulář
6. Systém provede BE validaci požadovaných polí rezervace, platnost přiřazení vozidla danému zákazníkovi, zda je SPZ zablokovaná, a také, že datum od je dříve, než datum do a datum od je později, než aktuální čas
7. Systém vybere volné parkovací místo
8. Systém spočítá cenu rezervace podle platného ceníku
9. Systém založí rezervaci a přesměruje zákazníka na její detail

Alternativní tok 1

3.1 – Pokud políčko formuláře není validní, je označeno jako chybné s odpovídající chybovou hláškou, tok pokračuje v bodu 2

Alternativní tok 2

6.1.A.1 – Pokud selže validace platnosti rezervace či je SPZ zablokovaná, Zákazníkovi je v modálním okně zobrazena odpovídající chybová hláška a tok pokračuje v bodě 2.

Alternativní tok 3

6.1.B.1 – Pokud formulář není validní, systém zobrazí chybovou hlášku a tok pokračuje v bodě 2

Alternativní tok 4

7.1 – Pokud není nalezeno volné místo, systém zobrazí chybovou hlášku a tok pokračuje v bodě 2

Podmínky pro dokončení

Zákazníkovi je založena nová rezervace

UC4 – Navigace na volné místo

Krátký popis

Zákazník má možnost si zobrazit navigační mapu s navigací na parkovací místo náležící jeho rezervaci.

Aktéři

Zákazník

System

Podmínky pro spuštění

Zákazník má v systému alespoň jednu zaplacenou aktivní rezervaci.

Základní tok

1. System zobrazí zákazníkovi mapu parkovací plochy s vyznačeným parkovacím místem a jeho kódem
2. Zákazník dorazí pomocí navigace k danému místu

Podmínky pro dokončení

Zákazník se úspěšně dostal na dané parkovací místo

UC5 – Správa uživatelských rezervací

Krátký popis

Zákazníkovi umí zobrazit stav veškerých svých rezervací s možností prokliku na detail, smazání neuhrazené rezervace a editaci neuhrazené rezervace

Aktéři

Zákazník

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí zákazníkovi list rezervací s proklikem na detail rezervace, smazání rezervace a editaci neuhrazené rezervace
2. V případě kliku na smazání rezervace je zobrazeno uživateli systémové modelové okno nabízející možnost smazání rezervace s textem „Opravdu chcete smazat rezervaci pro vozidlo s SPZ <SPZ vozidla>?“
3. V případě kliku na detail rezervace pokračuje systém **UC6 – Editace neuhrazené rezervace**
4. S případě kliknutí na položku dojde k přesměrování na detail rezervace

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC6 – Editace neuhrazené rezervace

Krátký popis

Zákazník umí editovat ještě neuhrazené rezervace

Aktéři

Zákazník, Systém správce ploch, LoRa server

Podmínky pro spuštění

U Zákazníka existuje minimálně jedna neuhrazená rezervace.

Základní tok

1. Systém zobrazí formulář pro editaci s předvyplněnými hodnotami rezervace
2. Zákazník korektně vyplní formulář
3. Formulář je validován v rámci frontendové aplikace
4. Po vyplnění data od a do se zobrazí celková cena za dané časové období
5. Zákazník odešle formulář
6. Systém provede BE validaci požadovaných polí rezervace, platnost přiřazení vozidla danému zákazníkovi a jedinečnost rezervace pro daný automobil v daný čas, a také, že datum od je dříve, než datum do a datum od je později, než aktuální čas
7. Systém zruší rezervaci na stávající parkovací místo a vybere nové volné parkovací místo
8. Systém persistentně uloží změny a přesměruje zákazníka na detail rezervace

Alternativní tok 1

3.1 – Pokud políčko formuláře není validní, je označeno jako chybné s odpovídající chybovou hláškou, tok pokračuje v bodu 2

Alternativní tok 2

5.1 – Pokud selže validace platnosti rezervace, Zákazníkovi je v modálním okně zobrazena odpovídající chybová hláška a tok pokračuje v bodě 2.

Alternativní tok 3

6.1 – Pokud formulář není validní, systém zobrazí chybovou hlášku a tok pokračuje v bodě 2

Alternativní tok 4

7.1 – Pokud nelze vybrat nové volné místo, systém zobrazí chybovou hlášku a tok pokračuje v bodě 2

Podmínky pro dokončení

Rezervace je úspěšně editována

UC7 – Vjezd vozidla

Krátký popis

System spravuje vstup vozidla do systému. Vstup vozidla je podmíněn platnou rezervací a také neexistencí pokuty.

Aktéři

Zákazník, Systémový Správce ploch, Systémový správce IP kamer, LoRa Server

Podmínky pro spuštění

Pro vozidlo existuje platná rezervace a vozidlo nemá pokutu. V aplikaci je definován alespoň jeden vjezd. Správce IP kamer má zpracovaný alespoň jeden snímek pro IP kameru vjezdu.

Základní tok

1. Zákazník přijede před závoru
2. Následně je detekována SPZ pomocí snímku z IP kamery a ANPR (pomocí **UC24 – Periodický scan SPZ**)
3. Následně se zjistí, zda má vozidlo platnou rezervaci a zda má zaplatit pokutu
4. Je zahájena vstupní procedura pro vjezd, který patří IP kameře
5. Je poslán signál LoRa serveru, aby poslal signál senzoru k otevření závory
6. Zákazník vstoupí na parkoviště
7. Senzor detekuje vstup a pošle event Systémovému Správci Ploch, který ho následně zpracuje a pošle aplikaci
8. Systém eviduje vstup
9. Systém ukončí vstupní proceduru
10. Systém pošle přes Správce parkovacích ploch LoRa serveru signál k zavření závory, která je následně zavřena

Alternativní tok

- 1.1. – Pokud je systém zablokovaný, tok pokračuje v bodě 1

Alternativní tok

- 2.1. – Pokud není SPZ detekována, tok pokračuje v bodě 1

Alternativní tok

- 4.1 – Pokud SPZ nemá platnou rezervaci či je zablokována, tok pokračuje v bodě 1

Alternativní tok

- 6.1 – Pokud Zákazník nevstoupí na parkoviště, tok pokračuje v bodě 9

Alternativní tok

- 7.1 – Pokud senzor nedetekuje vstup, tok pokračuje v bodě 9

Podmínky pro dokončení

Závora se zavřela a vstupní proces byl úspěšně ukončen.

UC8 – Výjezd vozidla

Krátký popis

Systém spravuje výjezd vozidla ze systému. Výjezd vozidla je podmíněn neexistencí pokuty.

Aktéři

Zákazník, Systémový Správce ploch, Systémový správce IP kamer, LoRa Server

Podmínky pro spuštění

Pro vozidlo neexistuje žádná pokuta a ani nejsou splněny podmínky pro založení pokuty. V aplikaci je definován alespoň jeden výjezd. Správce IP kamer má zpracovaný alespoň jeden snímek pro IP kameru výjezdu.

Základní tok

1. Zákazník přijede před závoru
2. Následně je detekována SPZ pomocí snímku z IP kamery a ANPR (pomocí **UC24 – Periodický scan SPZ**)
3. Systém zjistí, zda má vozidlo zaplatit pokutu, pokud ano, systém nepustí Zákazníka pryč, tok pokračuje v UC 10 – Platba pokuty
4. Je zahájena vstupní procedura pro výjezd, který patří IP kameře
5. Je poslán signál LoRa serveru, aby poslal signál senzoru k otevření závory
6. Zákazník vyjede z parkoviště
7. Senzor detekuje výstup a pošle event Systémovému Správci Ploch, který ho následně zpracuje a pošle aplikaci
8. Systém eviduje konec pobytu vozidla na parkovišti
9. Systém ukončí výstupní proceduru
10. Systém pošle přes Správce parkovacích ploch LoRa serveru signál k zavření závory, která je následně zavřena

Alternativní tok

- 1.1. – Pokud je systém zablokován, tok pokračuje v bodě 1

Alternativní tok

- 2.1. – Pokud není SPZ detekována, tok pokračuje v bodě 1

Alternativní tok

- 4.1 – Pokud SPZ nemá platnou rezervaci, či má zaplatit pokutu, tok pokračuje v bodě 1

Alternativní tok

- 6.1 – Pokud Zákazník nevstoupí na parkoviště, tok pokračuje v bodě 9

Alternativní tok

- 7.1 – Pokud senzor nedetekuje vstup, tok pokračuje v bodě 9

Podmínky pro dokončení

Závora se zavřela a výstupní proces byl úspěšně ukončen.

UC9 – Správa vlastních vozidel

Krátký popis

Zákazník může spravovat vlastní vozidla – provádět s nimi operace CRUD.

Aktéři

Zákazník

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zákazníkovi list jeho aktuálně registrovaných vozidel v systému
2. Zákazník si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CRUD

Alternativní tok 1 Create

- 2.A.1 – Pokud Zákazník zvolí create, je mu zobrazen formulář pro vytvoření nového vozidla
- 2.A.2 – Zákazník korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci frontendové aplikace
- 2.A.4 – Zákazník odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost SPZ vozidla v rámci uživatele
- 2.A.6 – Systém persistentně uloží nové vozidlo a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář validní či vozidlo porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Update

- 2.B.1 – Pokud Zákazník zvolí update, je mu zobrazen předvyplněný formulář pro úpravu vozidla
- 2.B.2 – Zákazník korektně vyplní formulář
- 2.B.3 – Formulář je validován v rámci frontendové aplikace
- 2.B.4 – Zákazník odešle formulář
- 2.B.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost SPZ vozidla v rámci uživatele
- 2.B.6 – Systém persistentně uloží změněné vozidlo a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 5 Update

2.B.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 6 Update

2.B.5.1 – Pokud není formulář validní či vozidlo porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 7 Read

2.C.1 – Pokud Zákazník zvolí read, systém uživateli zobrazí informace o vozidle

2.C.2 – V případě, že je vozidlu vyměřena pokuta, uživateli nabídnuta možnost výměru pokuty podle platného pokutového ceníku a překročeného času

2.C.3 – V případě, že existuje platný výměr pokuty, systém zobrazí tlačítko zaplatit pokutu, které při kliknutí spustí UC10 – platba pokuty

Alternativní tok 8 Delete

2.D.1 – Pokud Zákazník zvolí delete, systém vyvolá modální okno s textem „Opravdu chcete smazat vozidlo se jménem „<název vozidla> a SPZ <SPZ>?“

2.D.1 – Zákazník potvrdí delete a položka je smazána

2.D.2 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 9 Delete

2.D.2.1 – Pokud Zákazník nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1.

Alternativní tok 10 Delete

2.D.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání či se Zákazník pokusil smazat vozidlo nacházející se v systému, či vozidlo s aktivní/budoucí rezervací či pokutou, je Zákazníkovi zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC10 – Založení a platba pokuty

Krátký popis

Zákazník umí při překročení doby parkování založit výměru pokuty a následné zaplacení pokuty na základě vytvořeného výměru

Aktéři

Zákazník

Podmínky pro spuštění

Zákazníkovo vozidlo se nachází na parkovišti a je překročena doba platné rezervace

Základní tok

1. Zákazník si zobrazí detail vozidla s vyměřenou pokutou
2. Zákazník klikne na tlačítko Vyměř pokutu
3. Systém spočítá celková čas od příjezdu vozidla, který není pokrytý žádnou aktivní rezervací či pokutou
4. Systém na základě nepokrytého času a ceníků spočítá cenu a vyměří pokutu
5. Zákazník následně klikne na tlačítko zaplatit
6. Systém založí požadavek na platební bránu a přesměruje Zákazníka na stránku platební brány
7. Po uhrazení částky zašle Platební brána potvrzení systému
8. Systém označí pokutu za zaplacenou

Alternativní tok 1

5.1 – Pokud zákazník neklikne na tlačítko zaplatit, tok se vrací na krok 1

Alternativní tok 2

7.1 – Pokud není položka zaplacená, systém se vrací na detail vozidla a zobrazí chybovou hlášku, tok pokračuje v kroku 2

Podmínky pro dokončení

Pokuta byla úspěšně zaplacená

UC11 – Správa parkovacích míst

Krátký popis

Zaměstnanec má možnost provádět správu parkovacích míst – provádět s nimi operace CRUD.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku parkovacích míst
2. Zaměstnanec si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CRUD

Alternativní tok 1 Create

- 2.A.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí create, je mu zobrazen formulář pro vytvoření nového parkovacího místa
- 2.A.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.A.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost kódu parkovacího místa a také devEui senzoru (validace devEui je prováděna i s ohledem na vjezd/výjezd)
- 2.A.6 – Systém persistentně uloží nové parkovací místo a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář validní či parkovací místo porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Update

- 2.B.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí update, je mu zobrazen předvyplněný formulář pro úpravu parkovacího místa
- 2.B.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.B.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.B.4 – Zaměstnanec odešle formulář

2.B.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost kódu parkovacího místa a také devEui senzoru (validace devEui je prováděna i s ohledem na vjezd/výjezd)

2.B.6 – Systém persistentně uloží změněné parkovací místo a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 5 Update

2.B.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 6 Update

2.B.5.1 – Pokud není formulář validní či parkovací místo porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 7 Read

2.C.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí read, systém Zaměstnanci zobrazí v modálním okně informace o parkovacím místě

Alternativní tok 8 Delete

2.D.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí delete, systém vyvolá modální okno s textem Opravdu chcete smazat parkovací místo s id: $\{id\}$, s kódem: " $\{code\}$ "? Tato akce je nevratná.

2.D.2 – Zaměstnanec potvrdí delete a položka je smazána

2.D.3 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 9 Delete

2.D.2.1 – Pokud Zaměstnanec nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 10 Delete

2.D.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání, je uživateli zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC12 – Správa vjezdů/výjezdů

Krátký popis

Zaměstnanec může provádět správu vjezdů/výjezdů – provádět s nimi operace CRUD.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku vjezdů/výjezdů
2. Zaměstnanec si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CRUD

Alternativní tok 1 Create

- 2.A.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí create, je mu zobrazen formulář pro vytvoření nového vjezdu/výjezdu
- 2.A.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.A.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost URL kamery a také devEui senzoru (je bráno v potaz i devEui parkovacích míst)
- 2.A.6 – Systém persistentně uloží nový vjezd/výjezd a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář validní či vjezd/výjezd místo porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Update

- 2.B.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí update, je mu zobrazen předvyplněný formulář pro úpravu vjezdu/výjezdu
- 2.B.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.B.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.B.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.B.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost URL kamery a také devEui senzoru (je bráno v potaz i devEui parkovacích míst)

2.B.6 – Systém persistentně uloží změněný vjezd/výjezd a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 5 Update

2.B.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 6 Update

2.B.5.1 – Pokud není formulář validní či vjezd/výjezd porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 7 Read

2.C.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí read, systém Zaměstnanci zobrazí v modálním okně informace o vjezdu/výjezdu

Alternativní tok 8 Delete

2.D.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí delete, systém vyvolá modální okno s textem „Opravdu chcete smazat vjezd/výjezd s id: $\{id\}$, jehož URL IP kamery je: $\{cameraUrl\}$? Tato akce je nevratná.“

2.D.2 – Zaměstnanec potvrdí delete a položka je smazána

2.D.3 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 9 Delete

2.D.2.1 – Pokud Zaměstnanec nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 10 Delete

2.D.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání, je uživateli zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC13 – Správa vozidel

Krátký popis

Zaměstnanec umí spravovat vozidla – provádět s nimi operace CRUD.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku vozidel
2. Zaměstnanec si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CRUD

Alternativní tok 1 Create

- 2.A.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí create, je mu zobrazen formulář pro vytvoření nového vozidla
- 2.A.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.A.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost SPZ vozidla u zvoleného uživatele
- 2.A.6 – Systém persistentně uloží nové vozidlo a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář validní či vozidlo porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Update

- 2.B.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí update, je mu zobrazen předvyplněný formulář pro úpravu vozidla
- 2.B.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.B.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.B.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.B.5 – Systém provede validaci formuláře na BE a dále validuje unikátnost SPZ vozidla u zvoleného uživatele
- 2.B.6 – Systém persistentně uloží změněné vozidlo a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 5 Update

2.B.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 6 Update

2.B.5.1 – Pokud není formulář validní či vozidlo porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 7 Read

2.C.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí read, systém Zaměstnanci zobrazí v modálním okně informace o vozidlu

Alternativní tok 8 Delete

2.D.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí delete, systém vyvolá modální okno s textem „Opravdu chcete smazat vozidlo s id: $\{id\}$, jehož název je: " $\{name\}$ " a SPZ je " $\{numberplate\}$ "? Tato akce je nevratná.“.

2.D.2 – Zaměstnanec potvrdí delete a položka je smazána

2.D.2 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 9 Delete

2.D.2.1 – Pokud Zaměstnanec nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 10 Delete

2.D.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání či se Zaměstnanec pokusil smazat vozidlo nacházející se v systému, či s aktivní/budoucí rezervací či pokutou, je Zaměstnanci zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC14 – Správa zakázaných SPZ

Krátký popis

Zaměstnanec umí zakázat či povolit vybrané SPZ.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku zablokovaných SPZ
2. Zaměstnanec si vybere požadovanou akci – zablokování nové SPZ či odblokování některé z aktuálně zablokovaných

Alternativní tok 1 Zablokování

- 2.A.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí zablokování, je mu zobrazen formulář pro zablokování SPZ
- 2.A.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.A.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede validaci formuláře na BE
- 2.A.6 – Systém uloží nový záznam zablokované SPZ

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář validní, systém zobrazí modální okno s odpovídající chybovou hláškou a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Create

- 2.A.6.1 – Pokud zablokované SPZ již obsahují záznam se shodnou hodnotou SPZ systém neukládá nový záznam a tok pokračuje krokem 1

Alternativní tok 5 Delete

- 2.B.1 – Pokud uživatel zvolí možnost smazání SPZ je zobrazen dialog s textem „Opravdu chcete smazat blokaci s id $\{id\}$ pro SPZ: " $\{numberplate\}$ "? Tato akce je nevratná.“.
- 2.B.2 – Zaměstnanec potvrdí delete a položka je smazána
- 2.B.3 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 6 Delete

2.B.2.1. Pokud Zaměstnanec nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 7 Delete

2.B.2.2. Pokud nastala chyba při mazání, je uživateli zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC15 – Správa rezervací

Krátký popis

Zaměstnanec umí spravovat rezervace – provádět s nimi operace CRUD.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku vozidel
2. Zaměstnanec si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CRUD

Alternativní tok 1 Create

- 2.A.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí create, je mu zobrazen formulář pro vytvoření nové rezervace
- 2.A.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.A.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede BE validaci požadovaných polí rezervace, platnost přiřazení vozidla danému zákazníkovi a jedinečnost rezervace pro daný automobil v daný čas, a také, že datum od je dříve, než datum do a datum od je později, než aktuální čas
- 2.A.6 – Rezervaci je přiřazeno parkovací místo – pokud je zvoleno ve formuláři, je vybráno zvolené místo, jinak je zvoleno libovolné volné
- 2.A.7 – Pokud není vyplněna cena rezervace, je automaticky spočítána za pomoci platného ceníku
- 2.A.8 – Rezervace je uložena a tok pokračuje bodem 1

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář validní či rezervace porušuje unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Create

- 2.A.6.1 – Pokud není pro zadané parametry dostupné žádné místo, zobrazí systém odpovídající chybovou hlášku a tok přechází do bodu 2.A.2

Alternativní tok 5 Update

- 2.B.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí update, je mu zobrazen předvyplněný formulář pro úpravu rezervace
- 2.B.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.B.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.B.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.B.5 – Systém provede BE validaci požadovaných polí rezervace, platnost přiřazení vozidla danému zákazníkovi a jedinečnost rezervace pro daný automobil v daný čas, a také, že datum od je dříve, než datum do a datum od je později, než aktuální čas
- 2.B.6 – Rezervaci je přiřazeno parkovací místo – pokud je zvoleno ve formuláři, je vybráno zvolené místo, jinak je zvoleno libovolné volné
- 2.B.7 – Pokud není vyplněna cena rezervace, je automaticky spočítána pomocí platného ceníku
- 2.B.8 – Rezervace je uložena a tok pokračuje bodem 1

Alternativní tok 6 Update

- 2.B.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 7 Update

- 2.B.5.1 – Pokud není formulář validní či rezervace porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 8 Read

- 2.C.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí read, systém Zaměstnanci zobrazí v modálním okně informace o rezervaci

Alternativní tok 9 Delete

- 2.D.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí delete, systém vyvolá modální dialog s textem „Opravdu chcete smazat rezervaci s id: $\${id}$, pro vozidlo s SPZ: " $\${numberplate}$ " založenou pro uživatele $\${user.email}$? Tato akce je nevratná.“
- 2.D.2 – Zaměstnanec potvrdí delete a položka je smazána
- 2.D.3 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 10 Delete

- 2.D.2.1 – Pokud Zaměstnanec nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 11 Delete

- 2.D.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání, je Zaměstnanci zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC16 – Zobrazení příjezdů vozidel do systému

Krátký popis

Use case umožňuje Zaměstnanci zobrazení příjezdu vozidel do systému

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku příjezdu vozidel do systému

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC17 – Správa uživatelských účtů

Krátký popis

Administrátor umí spravovat uživatelské účty – provádět s nimi operace RUD a také zablokování/odblokování uživatelského účtu.

Aktéři

Administrátor

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Administrátorovi tabulku všech uživatelů
2. Administrátor si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – RUD a zablokování/odblokování

Alternativní tok 1 Update

- 2.A.1 – Pokud Administrátor zvolí update, je mu zobrazen předvyplněný formulář pro uživatele
- 2.A.2 – Administrátor korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.A.4 – Administrátor odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede BE validaci požadovaných polí uživatele, validaci požadované délky hesla a dále validaci unikátnost mailové adresy
- 2.A.6 – Změněný uživatel je uložen a tok pokračuje bodem 1

Alternativní tok 2 Update

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Update

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář validní, uživatel porušuje pravidlo unikátnosti anebo je upravován uživatel s rolí systém, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Read

- 2.B.1 – Pokud Administrátor zvolí read, systém Administrátorovi zobrazí v modálním okně informace o uživateli, poté nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 5 Delete

- 2.C.1 – Pokud Administrátor zvolí delete, systém vyvolá modální okno s textem „Opravdu chcete smazat uživatele s id: $\{id\}$, se jménem: " $\{fistname\} \{surname\}$ " s mailovou adresou " $\{email\}$ "? Tato akce je nevratná.“
- 2.C.2 – Administrátor potvrdí delete a uživatel je smazán

2.D.3 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 6 Delete

2.C.2.1 – Pokud Administrátor nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 7 Delete

2.C.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání, je Administrátorovi zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 8 Ban

2.D.1 – Pokud Administrátor zvolí zablokování/odblokování uživatele, systém Administrátorovi zobrazí v dialog pro zablokování/odblokování uživatele v závislosti na stavu uživatele

2.D.2 – Administrátor volbu potvrdí a uživatel je zablokován/odblokován

2.D.3 – nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 9 Ban

2.D.2.1 – Pokud Administrátor nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 10 Ban

2.D.2.2 – Pokud nastala chyba při zablokování /odblokování, je Administrátorovi zobrazena chyba v modálním okně a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC18 – Načtení a monitorování senzorů

Krátký popis

Systémový správce parkovacích ploch umí načíst a poté dále periodicky monitorovat senzory za pomoci dat přijímaných z LoRa serveru

Aktéři

Systémový správce parkovacích ploch, LoRa server

Podmínky pro spuštění

Aplikace dokončila inicializaci

Základní tok

1. Systémový Správce parkovacích ploch provede dotaz na LoRa server a ten mu pošle seznam senzorů
2. Systémový správce parkovacích ploch si tento seznam transformuje a uloží do paměti
3. LoRa server dále periodicky posílá stavová data senzorů, kterým Systémový správce parkovacích ploch naslouchá a pomocí těchto dat si aktualizuje vnitřní stav senzorů
4. Při změně stavu senzoru Systémový správce ploch uloží tuto změnu do databáze

Alternativní tok

- 1.1. – Pokud dotaz selže, aplikace uloží chybu do logu a ukončí se

Podmínky pro dokončení

Aplikace byla ukončena

UC19 – Monitorování parkovacích míst

Krátký popis

Systémový správce parkovacích ploch umí aktualizovat data o parkovacích místech na základě údajů z načtených senzorů

Aktéři

Systémový správce parkovacích ploch

Podmínky pro spuštění

Systémový správce parkovacích ploch úspěšně načtl data o senzorech z LoRa serveru

Základní tok

1. Systémový Správce parkovacích ploch pravidelně monitoruje stav všech parkovacích senzorů
2. Systémový Správce parkovacích zkontroluje, jestli je na daném senzoru ze seznamu senzorů přítomné vozidlo a senzor aktualizoval svůj stav nejpozději před 30 s
3. Pokud je vozidlo přítomné, systém načte veškeré rezervace na dané parkovací místo
4. Systém zjistí, jestli pro dané parkovací místo existuje platná rezervace a dále, jestli se vozidlo, pro které existuje platná rezervace, nachází v systému
5. Pokud se vozidlo v systému nenachází a parkovací místo je obsazeno, je zaslána notifikace všem zaměstnancům pomocí – **UC20 – Automatické zaslání notifikace**, kde je zasláno oznámení o porušení parkování, notifikace je poslána i jako email
6. Dále, pokud existuje takto neoprávněně zabrané místo parkovací místo a na parkovací místo je v následující hodině plánovaná rezervace, je plánované rezervaci přeplánováno parkovací místo a uživatel, jehož rezervaci se změnilo parkovací místo je na tuto skutečnost upozorněn pomocí **UC20 – Automatické zaslání notifikace**
7. Systém dále zjistí, zda se daný parkovací senzor nachází ve stavu problém (senzor neaktualizoval svůj stav během 30 s), v případě, že ano, je zaslána notifikace pomocí – **UC20 – Automatické zaslání notifikace**, kde je zasláno oznámení o problému se senzorem, notifikace je poslána i jako email

Podmínky pro dokončení

Aplikace byla ukončena

UC20 – Automatické zaslání notifikace

Krátký popis

Systémový správce parkovacích ploch má možnost zaslat notifikaci zvoleným uživatelům

Aktéři

Systémový správce parkovacích ploch, Zaměstnanec, Zákazník

Podmínky pro spuštění

Na vstupu je definován příjemce notifikace a je nastaveno, zda se má notifikace poslat jako email

Základní tok

1. Je vytvořena entita notifikace
2. Pokud se má entita notifikace poslat jako email, je poslán email na emailovou adresu příjemce notifikace
3. Notifikace je uložena do databáze

Podmínky pro dokončení

Oznámení se zaslalo všem příjemcům

UC21 – Správa ceníku

Krátký popis

Systém umožňuje Zaměstnanci správu ceníku – provádět CRUD operace s jednotlivými položkami ceníku.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku položek ceníku
2. Zaměstnanec si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CRUD

Alternativní tok 1 Create

2.A.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí Create, je mu zobrazen formulář pro vytvoření nové cenové položky

2.A.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář

2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE

2.A.4 – Zaměstnanec odešle formulář

2.A.5 – Systém provede BE validaci požadovaných polí cenové položky a také její unikátnost v rámci pozice, pokud je zvolená cenová položka platná.

2.A.6 – Cenová položka je uložena a tok pokračuje bodem 1

Alternativní tok 2 Create

2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

2.A.5.1 – Pokud není formulář validní či cenová položka porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Update

2.B.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí update, je mu zobrazen předvyplněný formulář pro úpravu cenové položky

2.B.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář

2.B.3 – Formulář je validován v rámci FE

2.B.4 – Zaměstnanec odešle formulář

2.B.5 – Systém provede BE validaci požadovaných polí cenové položky a také její unikátnost v rámci pozice, pokud je zvolená cenová položka platná.

2.B.6 – Cenová položka je uložena a tok pokračuje bodem 1

Alternativní tok 6 Update

2.B.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 7 Update

2.B.5.1 – Pokud není formulář validní či cenová položka porušuje pravidlo unikátnosti, systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.B.2

Alternativní tok 8 Read

2.C.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí read, systém Zaměstnanci zobrazí v modálním okně informace o cenové položce, poté tok pokračuje krokem 1

Alternativní tok 9 Delete

2.D.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí delete, systém vyvolá modální okno s textem „Opravdu chcete smazat položku ceníku s id: \${id}, s názvem: "\${name}"? Tato akce je nevratná.

2.D.2 – Zaměstnanec potvrdí delete a položka je smazána

2.D.3 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 10 Delete

2.D.2.1 – Pokud Zaměstnanec nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 11 Delete

2.D.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání, je Zaměstnanci zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC22 – Reset hesla

Krátký popis

Zaměstnanec či Zákazník umí resetovat své heslo

Aktéři

Zaměstnanec, Zákazník

Podmínky pro spuštění

Zákazník či zaměstnanec má v systému účet

Základní tok

1. Zaměstnanec/Zákazník klikne na tlačítko zapomenuté heslo
2. Zaměstnanec/Zákazník vyplní emailovou adresu a klikne na tlačítko odeslat
3. Systém vygeneruje OTP a odešle Zaměstnanci/Zákazníkovi email s odkazem na obnovení hesla
4. Zaměstnanec/Zákazník klikne na tento odkaz, který ho přesměruje na stránku pro zadání nového hesla
5. Zaměstnanec/Zákazník korektně vyplní formulář
6. Formulář je validován v rámci FE
7. Zaměstnanec/Zákazník odešle formulář
8. Systém provede validaci nového hesla na BE
9. Nové heslo je uloženo, OTP je zneplatněn a Zaměstnanec/Zákazník je přesměrován na přihlašovací obrazovku

Alternativní tok

2.1 – pokud email neexistuje, scénář končí

Alternativní tok

6.1 – pokud není formulář validní, jsou zvýrazněny chybné položky formuláře s odpovídající chybou a tok pokračuje krokem 5

Alternativní tok

8.1 – pokud není nové heslo validní, je Zaměstnanci/Zákazníkovi zobrazena odpovídající chybová hláška a tok pokračuje krokem 5

Podmínky pro dokončení

Zaměstnanci/Zákazníkovi se uložilo aktualizované heslo a OTP byl zneplatněn

UC23 – Správa vlastního účtu

Krátký popis

Zaměstnanec či Zákazník umí spravovat vlastní profil

Aktéři

Zaměstnanec, Zákazník

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Zaměstnanci\Zákazníkovi je zobrazen formulář s údaji o jeho účtu
2. Po kliknutí na edit tlačítko je zobrazen editační formulář s předvyplněnými údaji o účtu (kromě hesla, které předvyplněné není)
3. Zaměstnanec/Zákazník korektně vyplní formulář
4. Formulář je validován v rámci FE
5. Zaměstnanec/Zákazník odešle formulář
6. Systém provede validaci formuláře a uživatelského hesla na BE
7. Změněné informace o Zaměstnanci/Zákazníkovi jsou uloženy (kromě emailu)
8. Pokud byl změněn email, tak je na nový mail poslán link pro potvrzení změny, jinak scénář končí
9. Zaměstnanec/Zákazník klikne na odkaz, který je obsažen v přijatém mailu a tím potvrdí změnu mailu
10. Systém uloží změněný mail a přesměruje Zaměstnance/Zákazníka na hlavní stránku (či login)

Alternativní tok

2.1 – pokud zaměstnanec neklikne na edit, nastává návrat na krok 1

Alternativní tok

4.1 – pokud není formulář validní, jsou zvýrazněny chybné položky formuláře s odpovídající chybou a tok pokračuje krokem 3

Alternativní tok

6.1 – pokud není formulář validní, či je uživatelské heslo nesprávné, je Zaměstnanci/Zákazníkovi zobrazena odpovídající chybová hláška a tok pokračuje krokem 3

Alternativní tok

10. – Pokud není odkaz validní, tak systém oznámí chybu v modálním okně a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC24 – Periodický scan SPZ

Krátký popis

Systémový Správce IP kamer umí rozpoznat SPZ v okamžiku příjezdu vozidla

Aktéři

Zaměstnanec, Zákazník

Podmínky pro spuštění

Systém obsahuje alespoň jeden vjezd/výjezd s definovanou IP kamerou

Základní tok

1. Systémový správce IP kamer otevře postupně streamy každé IP kamery
2. Systémový správce IP kamer vybere poslední snímek a ten zpracuje – rozpozná na něm SPZ
3. Na základě rozpoznané SPZ a příslušnosti ke vstupu a výstupu pošle informaci do UC7/UC8
4. Tok pokračuje krokem 1

Alternativní tok

1.1 – Pokud selže otevírání streamů IP kamer, vyčká se pro danou kameru určitý čas a pokračuje se krokem 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC25 – Správa notifikací

Krátký popis

Zaměstnanec má možnost správy notifikací – provádět s nimi operace CRUD.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí Zaměstnanci tabulku notifikací
2. Zaměstnanec si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CRUD

Alternativní tok 1 Create

- 2.A.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí create, je mu zobrazen formulář pro vytvoření nové notifikace
- 2.A.2 – Zaměstnanec korektně vyplní formulář
- 2.A.3 – Formulář je validován v rámci FE
- 2.A.4 – Zaměstnanec odešle formulář
- 2.A.5 – Systém provede validaci formuláře na BE
- 2.A.6 – Systém persistentně uloží novou notifikaci
- 2.A.7 – Pokud byla zvolena možnost poslat notifikaci jako email, je odeslán email na účet příjemce notifikace
- 2.A.8 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, systém označí nevalidní položky a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.5.1 – Pokud není formulář systém vypíše v modálním okně odpovídající chybovou hlášku a tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 4 Read

- 2.B.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí read, systém Zaměstnanci zobrazí v modálním okně informace o notifikaci, dále tok pokračuje krokem 1

Alternativní tok 5 Delete

- 2.C.1 – Pokud Zaměstnanec zvolí delete, systém vyvolá modální okno s textem „Opravdu chcete smazat notifikaci s id: $\${id}$, jejíž nadpis je: " $\${title}$ "? Tato akce je nevratná.“.

2.C.2 – Zaměstnanec potvrdí delete a položka je smazána

2.C.3 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 6 Delete

2.C.2.1 – Pokud Zaměstnanec nepotvrdí možnost, dialog je uzavřen a nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 7 Delete

2.C.2.2 – Pokud nastala chyba při mazání, je uživateli zobrazeno modální okno s příslušnou chybou a nastává návrat na krok 1

Podmínky pro dokončení

Žádné

UC26 – Správa parkovací mapy

Krátký popis

Zaměstnanec má možnost správy parkovací mapy – provádět s ní operace CRD.

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém zobrazí aktuální Parkovací mapu s vyznačenými parkovacími místy
2. Zaměstnanec si pomocí ikon zvolí požadovanou akci – CD

Alternativní tok 1 Create

- 2.A.1 – Pokud zaměstnanec zvolí Create, je vyzván k nahrání obrázku mapy a souboru s popisem pozicí jednotlivých parkovacích míst
- 2.A.2 – Zaměstnanec nahraje validní obrázek mapy a soubor s popisem
- 2.A.3 – Obrázek a popis je validován na FE
- 2.A.4 – Uživatel odešle formulář
- 2.A.5 – Formulář je validován na BE
- 2.A.6 – Soubor s obrázkem a popisem je uložen do souborového systému (případný již dříve uložený soubor je smazán)
- 2.A.7 – Nastává návrat na krok 1

Alternativní tok 2 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není obrázek mapy či soubor s popisem validní, je zobrazena uživateli odpovídající chyba u políčka a dané políčko formuláře je označeno, tok pokračuje krokem 2.A.2

Alternativní tok 3 Create

- 2.A.3.1 – Pokud není formulář validní, je zobrazena uživateli odpovídající v podobě modálního okna a tok pokračuje krokem 2.A.1

Alternativní tok 4 Delete

- 2.B.1. – Pokud je zvolena možnost delete, je uživateli zobrazeno modální okno s hláškou o smazání, který vybízí k potvrzení smazání
- 2.B.2 – Soubor mapového podkladu je smazán a tok se vrací na krok 1

Alternativní tok 5 Delete

- 2.B.2.2 – Pokud se mazání nepovede, je zobrazena uživateli odpovídající chybová hláška a tok pokračuje krokem 2.B.1

UC27 – Uzavření/otevření parkoviště

Krátký popis

Zaměstnanec má možnost uzavření/otevření parkoviště a tím zabránění vjezdů a výjezdů z parkovací plochy (uzavření/odemčení všech závor).

Aktéři

Zaměstnanec

Podmínky pro spuštění

Žádné

Základní tok

1. Systém podle stavu uzavření zobrazí zamknutí či odemknutí parkovací plochy
2. Zaměstnanec klikne na tlačítko zamknout/odemknout plochu a tím zamkne/odemkne všechny závory
3. V případě vytvoření je do databáze propsán zámek nesoucí informace o startu uzavření, v případě otevření je zámku nastaven čas konce a zámek je neplatný

Alternativní tok 1

3.1. – Pokud vytvoření či smazání zámku selže, je uživateli v modálním okně zobrazena odpovídající chyba a probíhá návrat na krok 1

UC28 – Platba rezervace

Krátký popis

Zákazník má možnost zaplatit založenou rezervaci

Aktéři

Zákazník

Podmínky pro spuštění

Zákazník má v aplikaci vytvořenou nezaplacenou rezervaci

Základní tok

1. Zákazník si zobrazí detail rezervace
2. Zákazník klikne na tlačítko zaplatit
3. Systém založí požadavek na platební bránu a přesměruje Zákazníka na stránku platební brány
4. Po uhrazení částky zašle platební brána potvrzení systému
5. Systém označí rezervaci za zaplacenou a přesměruje zákazníka na detail rezervace

Alternativní tok 1

3.1 – Pokud již rezervace není platná (expirovala či byla zrušena), systém přesměruje zákazníka na přehled rezervací a UC končí.

Alternativní tok 2

4.1 – Pokud není položka zaplacená, systém se vrací na detail rezervace a zobrazí chybovou hlášku, tok pokračuje v kroku 1

Podmínky pro dokončení

Zákazníková rezervace je označena jako zaplacená či již expirovala

PŘÍLOHA 2: OpenAPI specifikace

Elektronická příloha obsahuje specifikaci REST API ve formátu OpenAPI 3.1.1.

Soubor **openapi.json** se nachází v kořenovém adresáři elektronických příloh diplomové práce.