

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ**

Bc. Miroslav Krnáč

**APLIKACE WEBOVÉHO REZERVAČNÍHO SYSTÉMU
PRO OBJEKTY HROMADNÉHO PARKOVÁNÍ**

(Diplomová práce)

Praha, 2018

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K620..... Ústav dopravní telematiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Miroslav Krnáč

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – IS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Aplikace webového rezervačního systému pro objekty hromadného parkování**

Název tématu (anglicky): Web Reservation System Application for Public Parking Objects

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Seznamte se s problematikou rezervačních systémů v dopravě, především pro hromadné parkovací objekty.
- Vypracujte příslušnou analýzu. Zaměřte se mj. na potřeby uživatelů, a dále na funkční, informační a technologickou stránku. Analyzujte také související aplikace, které jsou provozovány v současné době.
- Navrhněte aplikaci rezervačního systému pro konkrétní hromadný parkovací objekt. Zaměřte se mj. na architekturu telematického systému, detailně rozpracujte jednotlivé funkce a přenášené informace a návrh způsobu realizace.
- Implementujte navrženou aplikaci na webové prostředí. Vytvořený návrh náležitě zdokumentujte.
- Proved'te testování vytvořené aplikace a analyzujte její spolehlivost.



- Rozsah grafických prací: blíže nespecifikován
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Příbyl, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 184 s. ISBN 80-01-03122-5.
- Svítek, M: Telematika nad dopravními sítěmi. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2004, 263 s., ISBN 80-01-03087-3.
- Příbyl, P. Svítek, M: Inteligentní dopravní systémy. Praha: BEN -technická literatura, 2001, 543 s. ISBN 80-7300-029-6.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimír Faltus, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **3. července 2017**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **29. května 2018**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Miroslav Krnáč
jméno a podpis studenta

Prohlášení

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 29. 5. 2018

.....

Miroslav Krnáč

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

**APLIKACE WEBOVÉHO REZERVAČNÍHO SYSTÉMU PRO OBJEKTY HROMADNÉHO
PARKOVÁNÍ**

Diplomová práce

Květen 2018

Úplná bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Miroslav Krnáč

Název bakalářské práce: Aplikace webového rezervačního systému pro objekty hromadného parkování

Pracoviště: Ústav dopravní telematiky

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Bc. Vladimír Faltus, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2018

Počet stran: 68

Počet příloh: 2

Anotace (abstrakt)

Bakalářská práce se zabývá rezervačními systémy parkování v hromadných parkovacích objektech. První kapitola je zaměřená na seznámení se s rezervačními systémy a jejich funkcemi, kategoriemi parkování, s druhy detektorů a aktorů užívaných v parkovacích objektech v souvislosti s rezervačními systémy. Další dvě kapitoly jsou věnovány návrhu rezervačního systému pro zvolené parkoviště, návrhu algoritmů funkcí a jejich implementaci na webové prostředí. Poslední kapitola je věnována analýze spolehlivosti systému.

Abstract

This bachelor thesis deals with reservation systems used for parking in public parking objects. First chapter is focused on getting acquainted with reservation systems and their functions, categories of parking, different types of detectors and actors used in public parking objects in connection with reservation systems. Next two chapters are devoted to reservation system design for chosen parking lot, algorithms design and implementation to web environment. Last chapter is devoted to reliability analysis of system.

Klíčová slova

Rezervační systém, parkování, hromadný parkovací objekt, parkovací systém, webové prostředí, detektor, aktor, grafické uživatelské rozhraní, algoritmus.

Keywords

Reservation system, parking, public parking object, parking system, web environment, detector, actor, graphical user interface, algorithm.

Obsah

Seznam použitých zkratk	5
Slovník pojmů	6
Poděkování	7
Úvod	8
1 Rezervační systémy	9
1.1 Funkce rezervačních systémů	9
1.1.1 Funkce rezervace	10
1.1.2 Funkce založení	10
1.1.3 Funkce prodloužení	11
1.1.4 Funkce storno	11
1.1.5 Funkce platby	11
1.1.6 Funkce řízení uživatelských účtů	12
1.1.7 Funkce registrace	13
1.1.8 Funkce přihlášení	13
1.1.9 Řízení rezervací na parkovišti	13
1.1.10 Funkce penalizace	13
1.1.11 Funkce identifikace účastníka na parkovišti	13
1.1.12 Funkce záložní identifikace na parkovišti	14
1.1.13 Funkce statistického vyhodnocení	14
1.2 Architektura webových rezervačních a parkovacích systémů	14
1.3 Kategorie způsobu parkování	15
1.3.1 Hromadné parkovací objekty	16
1.3.2 Ohraničené venkovní parkovací plochy	16
1.3.3 Parkoviště typu P+R	17
1.3.4 Automatické parkovací systémy	17
1.4 Dopravní detektory využívané v rezervačních systémech	18
1.4.1 Ultrazvukové detektory	18
1.4.2 Videodetekce	19
1.4.3 ALPR	20
1.5 Aktory využívané v rezervačních systémech	21
1.5.1 Světelné indikátory	21
1.5.2 Proměnné informační tabule	22
1.6 Analýza existujících rezervačních aplikací	23
1.6.1 Go & Fly	23
1.6.2 Mr. Parkit	24
1.6.3 Air-parking	26
1.6.4 Toronto Pearson parking	27
1.6.5 Shrnutí analýzy	28
2 Návrh webové aplikace	29

2.1	Výběr vhodného parkovacího objektu.....	29
2.2	Popis objektu	30
2.3	Potřeby uživatelů	31
2.4	Use Case Diagram	32
2.5	Systémová architektura	33
2.5.1	<i>Funkční architektura</i>	34
2.5.2	<i>Informační architektura</i>	35
2.5.3	<i>Fyzická architektura</i>	36
2.5.4	<i>Komunikační architektura</i>	36
2.6	Návrh aplikace.....	37
2.6.1	<i>Volba prostředí</i>	37
2.6.2	<i>Tvorba UX</i>	38
2.6.3	<i>Tvorba GUI</i>	39
2.6.4	<i>Výběr knihoven</i>	42
2.7	Návrh algoritmů funkcí	43
2.7.1	<i>Funkce založení</i>	43
2.7.2	<i>Funkce storno</i>	45
2.7.3	<i>Funkce identifikace účastníka na vjezdu</i>	46
2.7.4	<i>Funkce identifikace účastníka na výjezdu</i>	47
3	Implementace na webové prostředí.....	50
3.1	Konfigurace lokálního serveru	50
3.2	Konfigurace vývojového prostředí	50
3.3	Popis obsažených souborů aplikace	50
3.4	Struktura databáze	51
3.5	Implementace grafického návrhu	53
3.5.1	<i>Hlavní rezervační formulář</i>	53
3.6	Implementace navržených funkcí.....	55
3.6.1	<i>Funkce registrace</i>	55
3.6.2	<i>Funkce založení rezervace</i>	57
3.7	Implementace projektu na hosting s doménou	58
4	Analýza spolehlivosti	59
4.1	Typy poruch	59
4.2	Testování spolehlivosti aplikace	60
	Závěr	61
	Seznam použitých zdrojů	63
	Seznam obrázků.....	65
	Seznam tabulek	67
	Seznam příloh	68

Seznam použitých zkratk

ALPR	Automatic Licence Plate Recognition	Automatické rozpoznání RZ
APS	Automatic Parking Systems	Automatické parkovací systémy
CNG	Compressed Natural Gas	Stlačený zemní plyn (metan)
CSS	Cascading Style Sheets	Kaskádové styly
GDPR	General Data Protection Regulation	Obecné nařízení na ochranu osobních údajů
GSM	Groupe Spécial Mobile	Globální systém mobilní komunikace
GUI	Graphical User Interface	Grafické uživatelské rozhraní
HTML	HyperText Markup Language	Značkovací jazyk
HTTP	HyperText Transfer Protocol	Internetový protokol
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure	Zabezpečený internetový protokol
JS	JavaScript	Programovací jazyk
JSON	JavaScript Object Notation	Datový formát
LPG	Liquified Petroleum Gas	Zkapalněný ropný plyn
OC	-	Obchodní centrum
OCR	Optical Character Recognition	Optické rozpoznávání znaků
OOSPO	-	Osoby s omezenou schopností pohybu a orientace
P+R	Park and Ride	Zaparkuj a jed'
PC	Personal Computer	Osobní počítač
PHP	Hypertext Preprocessor	Programovací jazyk
RZ	Licence Plate	Registrační značka
SMS	Short Message Service	Služba krátkých textových zpráv
SQL	Structured Query Language	Strukturovaný dotazovací jazyk
UX	User Experience	Uživatelská zkušenost

Slovník pojmů

Abonent – předplatitel či odběratel.

Algoritmus – postup při řešení úlohy.

Hosting – pronájem prostoru webové stránky na serveru.

Implementace – aplikace (systému) v nových podmínkách, resp. realizace návrhu na konkrétním hardware a software.

Indikátor – zobrazuje stav obsazenosti parkovacího místa.

Obsazenost parkoviště – počet obsazených míst v hromadném parkovacím objektu.

Storno rezervace – zrušení rezervace.

Webová aplikace – aplikace poskytovaná serverem přes síť Internet.

Poděkování

Na tomto místě bych velice rád poděkoval panu Ing. Bc. Vladimíru Faltusovi, Ph.D., za odborné rady, trpělivost a ochotu při konzultacích, kterou mi při zpracování této diplomové práce věnoval. Zároveň bych také rád poděkoval panu Martinu Knížeti za rady, které mi poskytl při grafickém návrhu systému.

Úvod

Ve své diplomové práci se budu zabývat webovými rezervačními systémy pro objekty hromadného parkování. Toto téma jsem si vybral z důvodu stále se zvyšující automobilizace, a to konkrétně v Praze. Je velice obtížné najít vhodné parkovací místo v centru města a v tuto chvíli jsou velice vhodnou pomůckou rezervační systémy parkování, pro snížení času stráveného hledáním volných parkovacích míst.

Cílem této práce je nabytí jak teoretických, tak praktických zkušeností s problematikou webových rezervačních systémů implementovaných na hromadné parkovací objekty. Je nutné najít vhodný parkovací objekt, na který bude možné rezervační systém implementovat, případně provést nezbytné úpravy pro možnost navržení a implementace rezervačního systému. Dalším cílem této práce je navrhnout grafickou podobu, algoritmy funkcí a finálně implementovat vytvořený návrh s algoritmy na webové technologie.

V teoretické části práce (první kapitola) se budu zabývat seznámením s rezervačními systémy, jejich funkcemi a architekturou ve spojení s hromadnými parkovacími objekty. Dále se budu také věnovat kategoriím způsobu parkování, a to zejména hromadným parkovacím objektům. Taktéž uvedu dopravní detektory a aktory, které se na parkovištích využívají v souvislosti s rezervačními systémy. Poslední teoretickou částí bude analýza existujících rezervačních aplikací na parkovištích.

V praktické části práce (druhá, třetí a čtvrtá kapitola) se budu věnovat jak grafickému, tak funkčnímu návrhu aplikace pro vybraný hromadný parkovací objekt. Budu analyzovat stávající systémy objektu, potřeby uživatelů a následně zavedu systémy nové. Další částí návrhu bude vytvoření algoritmů funkcí. V neposlední řadě implementuji grafický návrh a navržené funkce na webové prostředí, grafickou implementaci a funkce otestuji na různých zařízeních a budu se zabývat analýzou spolehlivosti vytvořené aplikace s rozborem možných poruch a jejich řešením.

1 Rezervační systémy

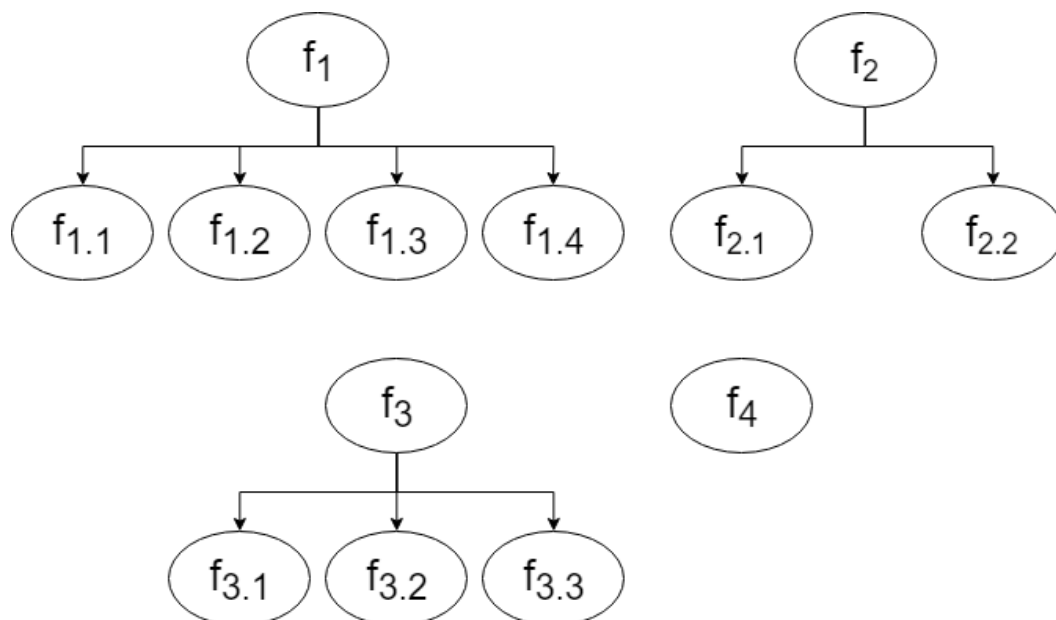
Parkováním rozumíme umístění vozidla mimo jízdní pruhy na parkovací stání během dne, například po dobu práce, nákupů a naložení nebo vyložení nákladu či osob, na dobu omezenou. Odstavení vozidla znamená umístění vozidla mimo jízdní pruhy na parkovací stání obvykle v místě bydliště, kde se vozidlo nepoužívá, na dobu neomezenou. [5]

Účelem rezervačních systémů je přesně evidovat rezervace a dostupnost libovolných služeb nebo zboží v reálném čase. Mohou to být parkovací místa, vstupenky, jízdenky, ubytování apod. Rezervační systém informuje o vytížení služeb nebo zboží a zabraňuje přečerpání kapacit. Hlavním nástrojem je rezervační formulář. S rezervačními systémy se setkáváme dennodenně v běžném životě, a to i v dopravě v klidu.

Rezervační formulář slouží ke sběru dat o uživateli nebo komoditě. Tato data se dále využívají k účelům potřebným v aplikaci a mohou to být například osobní údaje pro následnou identifikaci uživatele v systému a údaje o zarezervované komoditě. Pro ukládání a čtení dat se využívá databáze.

1.1 Funkce rezervačních systémů

Funkce rezervačních systémů a jejich dílčí funkce jsou vyobrazeny na Obr. 1 a pro přehlednost jsou přiřazeny funkce ke zkratkám v Tab. 1.



Obr. 1: Funkce rezervačních systémů

Tab. 1: Funkce rezervačních systémů

Zkratka	Funkce
f₁	Funkce rezervace
f _{1.1}	Funkce založení
f _{1.2}	Funkce storno
f _{1.3}	Funkce prodloužení
f _{1.4}	Funkce platby
f₂	Funkce řízení uživatelských účtů
f _{2.1}	Funkce registrace uživatele
f _{2.2}	Funkce přihlášení uživatele
f₃	Řízení rezervací na parkovišti
f _{3.1}	Funkce penalizace
f _{3.2}	Funkce identifikace na parkovišti
f _{3.3}	Funkce záložní identifikace na parkovišti
f₄	Statistické vyhodnocení

1.1.1 Funkce rezervace

Rezervací parkovacího místa rozumíme předběžné zamluvení parkovacího stání k dalšímu využití po určitou dobu. Každý rezervační systém parkování se liší v typu rezervace. Některé systémy umožňují rezervovat přímo vybrané místo na parkovišti a rezervace se váže jen na konkrétní místo, tak jako tomu je například v autobusech nebo vlacích. Naproti tomu většina rezervačních systémů parkování v České republice využívá systémů rezervací, ve kterých si uživatel rezervuje pouze počet míst, které chce na parkovišti využívat a po vjezdu může rezervovaný počet míst využít na kterémkoliv parkovacím místě v celém objektu. Tímto typem rezervací lze předejít k nadbytečnému času, který může uživatel strávit hledáním konkrétního rezervovaného místa.

Doba rezervací se může lišit dle provozovatele parkoviště. Pro krátkodobé parkování může být minimální rezervovatelná doba (tj. minimální doba, kterou si uživatel může rezervovat) stanovena na hodinu a maximální rezervovatelná doba na dny. Pro parkoviště s dlouhodobým parkováním může být minimální doba stanovena například na šest hodin či dokonce na den a maximální doba na rok.

1.1.2 Funkce založení

Založením rezervace rozumíme funkci pro zamluvení parkovacího stání konkrétnímu uživateli. Pro úspěšné založení rezervace je nutné vyplnit rezervační formulář, který obsahuje údaje o

uživateli nebo se údaje doplní automaticky z přihlášeného uživatelského účtu (je-li účet k dispozici a uživatel je přihlášen). Mezi údaje o uživateli řadíme osobní údaje (jméno, příjmení, telefonní číslo apod.) a mohou to být údaje o vozidle (registrační značka atp.), které mohou být dále využity například při automatickém rozpoznání registračního značení (z angl. zkratky ALPR) pro usnadnění vjezdu a výjezdu z parkoviště. Dalším krokem je vyplnění údajů o rezervaci, tj. datum a čas plánovaného příjezdu a datum a čas plánovaného odjezdu z parkoviště.

Po splnění všech podmínek bude vytvořena před-rezervace, to znamená, že vytvořená před-rezervace bude blokovat místo dalším uživatelům do doby, než uživatel zaplatí stanovenou peněžní částku za parkování. Po zaplacení bude vytvořena rezervace. Pokud uživatel vytvoří před-rezervaci a nezaplatí, bývá zpravidla po deseti minutách před-rezervace zrušena, aby neblokovala parkovací stání dalším uživatelům.

1.1.3 Funkce prodloužení

Funkce prodloužení umožňuje uživateli prodloužit již rezervovanou dobu parkování. Uživatel doplatí částku za zvolenou prodlužovací dobu na parkovišti a jeho rezervace mu může být prodloužena. Pokud uživatel prodlužuje dobu na parkovišti před koncem doby rezervace, nebude penalizován. V opačném případě může být penalizován a spolu s penalizací je nucen doplatit částku za přečerpanou dobu strávenou na parkovišti.

1.1.4 Funkce storno

V případě, kdy chce uživatel rezervaci zrušit, by v systému měla být přítomna funkce pro její storno. Hlavním předpokladem pro úspěšné zrušení vzniklé rezervace je, že uživatel ruší rezervaci před začátkem doby, po kterou chtěl parkovací stání využívat. Pokud rezervace byla již zaplacená, systém může vrátit celou částku za zaplacenou rezervaci nebo vrátit částku sníženou o storno poplatek, který si stanoví provozovatel parkoviště.

1.1.5 Funkce platby

Platby jsou neodmyslitelnou součástí dopravy v klidu spojenou s rezervačními systémy. Rezervace a následné parkování je vždy zpoplatněno dle ceníku provozovatele. Uživatel platí za rezervaci a následné využívání parkovacího místa po zvolenou dobu. K realizaci plateb slouží parkovací automaty nebo platby přes internet či jiné platební metody jako např. SMS platby.

V parkovacích automatech se uskutečňují peněžní transakce, tyto automaty jsou kombinací senzorů a aktorů a jsou důležitým pomocníkem v hromadných parkovacích objektech. Mohou být propojeny pomocí sítě GSM, mohou být centrálně monitorovány a řízeny. Parkovací automaty musejí být na zpoplatněná parkoviště instalovány vždy pro možnost uskutečňování peněžních transakcí.

Každá rezervační aplikace se liší dle doby platby. Některé systémy umožňují dokončit rezervaci parkovacího místa bez zaplacení, kdy uživatel zaplatí až na místě po zaparkování hotově či bankovní kartou. Naproti tomu jiné systémy požadují platby před dokončením rezervace. Díky přístupu platby předem se sníží počet rezervací, které uživatelé nevyužijí a blokovali by parkovací místo dalším potenciálním uživatelům. Možnosti plateb jsou znázorněny v následující tabulce (Tab. 2).

Tab. 2: Možnosti plateb

Možnosti platby	Platba na místě	Platba předem
Hotově	X	
Bankovní karty	X	X
Převod z účtu	?	X
Platba online	?	X
SMS platba	X	X
Parkovací automaty	X	

? = není známo, **X** = ano, prázdné pole = ne

1.1.6 Funkce řízení uživatelských účtů

Uživatelské účty jsou běžnou součástí rezervačních systémů. Funkce řízení uživatelských účtů umožňuje spravovat uživatelské účty systému. Uživatelům mohou být přiřazena uživatelská práva, která omezují nebo naopak zpřístupňují funkce systému. To znamená, že běžnému uživateli může být umožněno pracovat pouze se svými rezervacemi, kdežto uživateli s vyšším právem (např. správci parkoviště) může být umožněno spravovat a číst všechny rezervace systému.

Ve webových aplikacích nemusí být nutná registrace a přihlášení pro možnost vytvoření rezervace. Tato funkce je však velice usnadňujícím nástrojem pro ty, kteří využívají rezervací často. Výhodou vlastnictví uživatelského účtu v aplikaci je, že například při rezervaci není nutné neustále vyplňovat osobní údaje v rezervačním formuláři, ale systém pohodlně tento formulář vyplní na základě údajů o účtu za uživatele.

1.1.7 Funkce registrace

Tato funkce umožňuje uživateli vytvořit účet v systému. Registrace probíhá zpravidla pomocí e-mailu či uživatelského jména a uživatelem zvoleného hesla. Tyto údaje mu umožní využití dodatečných funkcí systému, určených pouze pro registrované uživatele.

1.1.8 Funkce přihlášení

Přihlášení a identifikace uživatele ve webových rezervačních systémech může probíhat na základě vytvořeného účtu registrací, či přihlášením účty na sociálních sítích jako je Facebook, Twitter nebo pomocí účtu v jiných aplikacích (Gmail, MojeID atp.). Systém si ověří existenci účtu v podporované aplikaci a uživatel se dále může přihlašovat tímto účtem.

Opačnou funkcí je odhlášení uživatele ze systému. Odhlášení zabraňuje možnému přístupu nežádoucích osob k údajům o uživateli a jeho rezervacím, například při používání stejného zařízení více osobami.

1.1.9 Řízení rezervací na parkovišti

Tato funkce je zohledněním rezervací v systémech, které už parkoviště obsahuje. To znamená, že při každé rezervaci musí být jiným možným návštěvníkům zobrazován například na proměnných informačních tabulích počet volných míst na parkovišti snížený právě o počet rezervovaných míst. Systém musí vždy umožnit rezervovaným uživatelům vjezd na parkoviště. V případě zaplnění kapacit určených běžným uživatelům parkoviště, systém nesmí těmto uživatelům umožňovat vjezd na parkoviště, pokud nemají vytvořenou rezervaci, aby nedošlo k zamítnutí vjezdu rezervovanému uživateli.

1.1.10 Funkce penalizace

V případě přesažení rezervované doby na parkovacím místě je uživatel nucen zaplatit poplatek za čas strávený na parkovacím místě, který je snížený o již zaplacený čas rezervace. Poplatek se platí zpravidla v parkovacích automatech umístěných v místě parkovacích objektů. Tento poplatek určuje provozovatel parkoviště a odvíjí se od přečerpané doby uživatele na parkovišti.

1.1.11 Funkce identifikace účastníka na parkovišti

Identifikace účastníka na parkovišti může probíhat pomocí:

- ALPR;
- Magnetických či čipových karet;

- QR kódů, čárových kódů či jiných speciálně vygenerovaných unikátních identifikátorů.

Identifikace uživatele pomocí ALPR je identifikací, která umožňuje bezobslužný vjezd či výjezd vozidlům z parkoviště. Této technologii se věnuji v kap. 1.4.3.

Na magnetických i čipových kartách jsou nahrány údaje o uživateli a ten se při příjezdu či odjezdu identifikuje u vjezdového či výjezdového parkovacího automatu. Další využívanou metodou je po každé rezervaci uživateli vygenerovat unikátní QR, čárový nebo číselný kód, kterým se uživatel identifikuje taktéž u vjezdového či výjezdového automatu. Kód je možné vytisknout nebo zobrazit na chytrém mobilním zařízení.

1.1.12 Funkce záložní identifikace na parkovišti

Záložní identifikace nastává v případě, kdy nefunguje funkce identifikace pomocí technologie bezobslužného vjezdu (ALPR), či při poruchách systémů na parkovišti. V tomto případě uživatel využije unikátně vygenerovaného identifikátoru, který se automaticky vygeneruje při vytvoření rezervace a je odeslán uživateli např. na e-mail či SMS zprávou a tento kód může načíst vjezdovým či výjezdovým automatem nebo tento kód do automatu ručně zadat.

Při energetickém výpadku a vyčerpáním záložního zdroje energie, který hromadný parkovací objekt obsahuje, se využije pro vjezd nepřetržitá ostraha parkovacího objektu. Tato problematika je popsána v kap. 4.1.

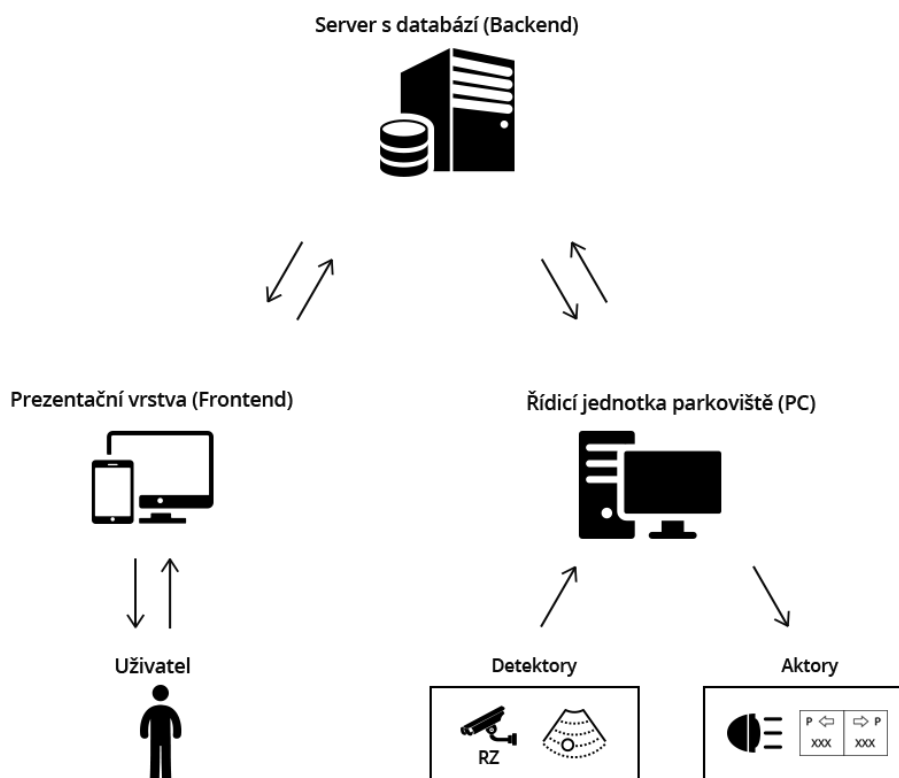
1.1.13 Funkce statistického vyhodnocení

Funkce statistického vyhodnocení je doplňkovou funkcí k vytváření statistických závěrů z nashromážděných dat aplikace. Mohou to být statistické výpočty pro predikci využití parkoviště v určitém časovém období z dat, které poskytuje řídicí jednotka parkoviště. Mezi tato data řadíme obsazenost parkoviště, průměrnou dobu parkování vozidel, vytíženost parkoviště, informace o vjezdu či výjezdu rezervovaných vozidel. Tato data jsou poskytována majiteli parkoviště či centrálnímu řídicímu systému parkovišť a mohou být také využívána pro stanovení regulační politiky parkoviště.

1.2 Architektura webových rezervačních a parkovacích systémů

Architektura webových rezervačních a parkovacích systémů obsahuje několik základních vrstev, které jsou propojeny a předávají si informace (Obr. 2). První vrstvou je server či servery s databází (z angl. pojmu Backend). Server s databází je srdcem webových aplikací, který má za úkol veškeré chování a chod aplikace. Ukládá a čte z databáze, zpracovává požadavky

od uživatelů a poskytuje data ostatním vrstvám. Druhou vrstvou je řídicí jednotka parkoviště a taktéž počítač s prezentační vrstvou pro uživatele (z angl. pojmu Frontend). Řídicí jednotkou parkoviště může být například PC. Řídicí jednotka shromažďuje údaje ze všech detektorů umístěných na parkovišti a tyto údaje vyhodnocuje a zpracovává pro následné informování účastníků pomocí aktorů. Prezentační vrstvou pro uživatele rozumíme grafickou aplikaci, ve které uživatel pracuje s rezervacemi, to znamená, že rezervace vytváří, stornuje atp. Třetí vrstvu představují periferie, které se nacházejí na parkovišti. Periferiemi rozumíme veškeré detektory a aktory parkoviště. Třetí vrstvou je taktéž uživatel, který manipuluje s PC (prezentační vrstvou). V této hierarchii neuvažujeme vyšší vrstvy architektury, tj. centrální řídicí systém parkovišť, který získává informace z parkovišť ve městě, informuje účastníky provozu a poskytuje informace prostřednictvím dalších kanálů, a také městský management včetně krizového řízení, který řeší poruchy dopravního systému města nebo mimořádné události, případně nestandardní dopravní excesy.



Obr. 2: Hierarchická struktura systému

1.3 Kategorie způsobu parkování

Kategorie způsobu parkování volíme podle organizace parkování. Ne všechny kategorie parkování jsou však vhodné pro implementaci rezervačních systémů. Mezi nevhodnou kategorií parkování patří například neohrazené plochy či místa na veřejných komunikacích, protože

není možné zajistit, aby místo nebylo obsazeno jiným vozidlem. Další nevhodnou kategorií jsou individuální garáže. Možnou myšlenkou k implementaci rezervačních systémů na individuální garáže je použití při pronajímání řidičům či vlastníkům motorových vozidel, ale této myšlence se věnovat nebudeme.

Mezi vhodné kategorie řadíme:

- Hromadné parkovací objekty;
- Ohraničené venkovní parkovací plochy;
- Automatické parkovací systémy;
- Parkoviště typu P+R.

Detailnější informace o vhodných kategoriích parkování budou napsány v podkapitolách níže.

1.3.1 Hromadné parkovací objekty

Hromadný parkovací objekt je krytý stavební objekt (garáž), který umožňuje parkování více jak 3 vozidlům [4]. V zatížených částech měst je výstavba těchto objektů nutností kvůli současnému počtu vozidel připadajících na obyvatelstvo a omezené kapacitě parkovacích míst na veřejných komunikacích. Z hlediska přístupu se jedná o nadzemní, podzemní či kombinované garáže.

Veřejné hromadné parkovací objekty jsou velice vhodné pro implementaci rezervačních systémů. U hromadných objektů je důležitým faktorem identifikace uživatelů pro umožnění vjezdu a výjezdu tzn. vybavit parkovací objekt příslušnými telematickými technologiemi.

1.3.2 Ohraničené venkovní parkovací plochy

Mezi ohraničené venkovní parkovací plochy řadíme:

- Oplocená firemní parkoviště;
- Vnitrobloky;
- Soukromá parkoviště;
- Veřejná hlídaná parkoviště.

Hlavní odlišností od neohraničených parkovacích ploch může být nepřetržitý dohled pracovníkem či kamerovými systémy umístěnými v prostorách parkoviště.

Oplocená firemní parkoviště nejsou vhodná pro implementaci rezervačních systémů, protože neumožňují využívání parkovacích ploch nikomu jinému než pracovníkům firmy.

Vnitrobloky jsou ohraničené parkovací plochy, které se zřizují ve stavebních objektech či zástavbách. Jsou důležitou součástí v hustě obydlených městských oblastech, kde není možné jiným způsobem vytvořit parkovací kapacity. Ve starších zástavbách v Praze činí tento druh parkovacích kapacit 10–20 % z celkového množství odstavených vozidel [2]. Tento druh parkování není vhodný pro využití rezervačních systémů, protože tato parkovací stání jsou určena jen pro abonenty zástaveb tvořící vnitroblok či firmy sídlící v zástavbě vnitrobloku a obsahují malé počty parkovacích míst.

Naopak vhodnými typy parkovacích ploch pro využití rezervačních systémů jsou soukromá a veřejná hlídaná parkoviště. Tyto typy ploch jsou zpravidla vždy vybaveny potřebnými telematickými systémy k následnému sloučení se systémy rezervačními.

1.3.3 Parkoviště typu P+R

Tato parkoviště pojmenovaná na základě anglického termínu Park and Ride, též označovaná jako záchytná parkoviště, jsou technologicky shodná s hromadnými parkovacími objekty nebo ohraničenými venkovními plochami. Podstatou P+R parkovišť je kombinace dopravy individuálními automobily s návazností na městskou hromadnou dopravu. Budují se v blízkosti vlakových nádraží nebo stanic metra na okrajích větších měst. Účelem P+R je snižování intenzit automobilové dopravy v centrech měst, redukování ekologických důsledků dopravy jako výfukové plyny, vibrace, hluk. [6]

Dle osobní zkušenosti je v Praze někdy velmi složité v ranních hodinách na těchto parkovištích zaparkovat, protože kapacita těchto parkovišť je v Praze řádově nižší než poptávka po parkování na těchto parkovištích. Rezervace míst na P+R parkovištích je velice vhodnou myšlenkou a na některých parkovištích se systému rezervací již využívá.

1.3.4 Automatické parkovací systémy

Automatické parkovací systémy (dále jen APS) využívají plně automatického parkování bez zákroku řidiče. Díky hustějšímu ukládání vozidel na malé ploše snižuje nároky na prostory pro parkování vozidel, a to umístováním vozidel i vertikálně. APS taktéž zajišťují maximalizaci počtu parkovacích míst na minimálním prostoru. [1]

APS využívá mechanický systém transportu. Řidič zaparkuje vozidlo do boxu, které systém přesune na volné místo v parkovacím objektu. V případě vyzvednutí vozidla se řidič identifikuje pomocí parkovací karty, která mu byla poskytnuta po zaparkování vozidla a vozidlo je následně přesunuto zpět do boxu, kde si ho vlastník převezme.

V APS se rezervační systémy parkovacích míst využívají jak na krátkodobé, tak i pro dlouhodobé parkování až na rok. Reálným popisovaným systémem jsou automatické parkovací domy KOMA Parking v Ostravě nebo budova CIIRC (Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky) v Praze.

1.4 Dopravní detektory využívané v rezervačních systémech

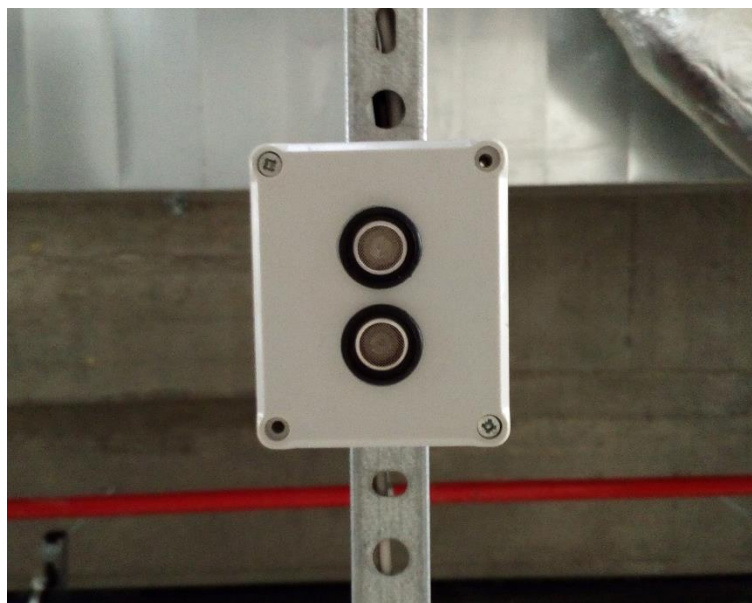
Pro správnou funkci parkoviště, na které je implementován rezervační systém, je nutné zajistit dopravní detektory. Tyto detektory získávají dopravní informace o vozidlech a jejich pohybu na parkovišti. Data jsou dále odesílána do řídicí jednotky parkoviště, kterou může být PC a jsou následně využívána v dopravních aktorech pro informování účastníků parkoviště. Mezi další detektory řadíme bezpečnostní detektory, těm se ale blíže v této práci věnovat nebudeme. V následující tabulce jsou uvedeny detektory užívané v parkovacích objektech a jejich možné umístění.

Tab. 3: Typy detektorů a jejich možné umístění v parkovacím objektu

Typ detektoru	Umístění	
	Vjezd a výjezd	Jednotlivá místa
Ultrazvukový detektor		X
Videodetekce	X	X
ALPR	X	
Indukční smyčka	X	

1.4.1 Ultrazvukové detektory

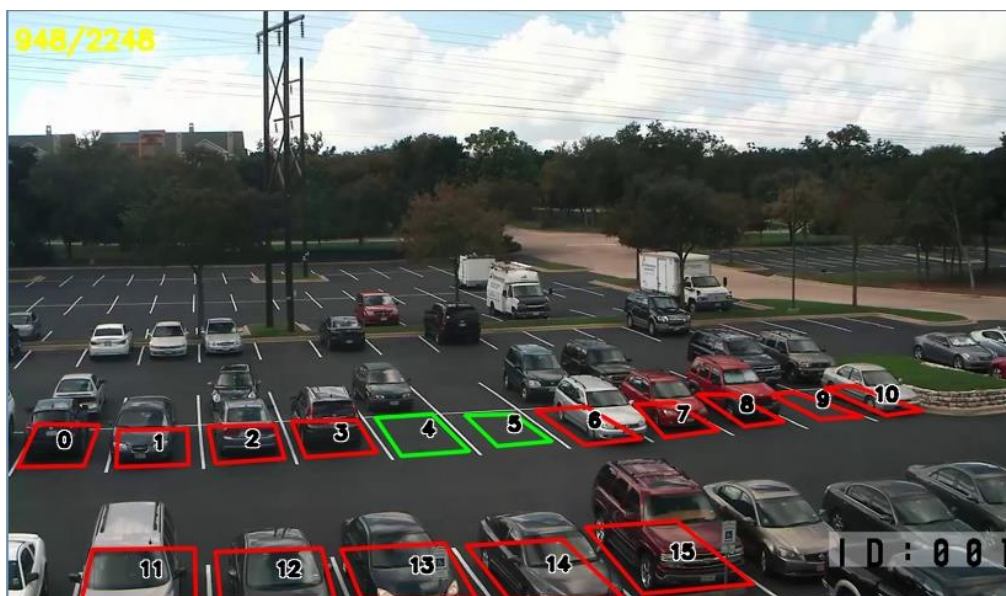
Ultrazvukové detektory se instalují na každé parkovací místo a umísťují se nad povrch vozovky. Slouží k detekci obsazenosti jednotlivých míst. Měří vzdálenost od povrchu vozovky k detektoru pomocí ultrazvukových vln, které jsou vysílány v pravidelných intervalech, a měří se čas, kdy se odražená vlna vrátí zpět k detektoru. Pokud je tento čas kratší, než čas mezi vzdáleností povrchu vozovky a zpět, je místo vyhodnoceno jako obsazené. Informace o obsazenosti se odesílá do řídicí jednotky parkoviště, kde je následně zpracována a využita pro informování uživatelů parkoviště pomocí aktorů. Ultrazvukový detektor je na Obr. 3. [6]



Obr. 3: Ultrazvukový detektor [6]

1.4.2 Videodetekce

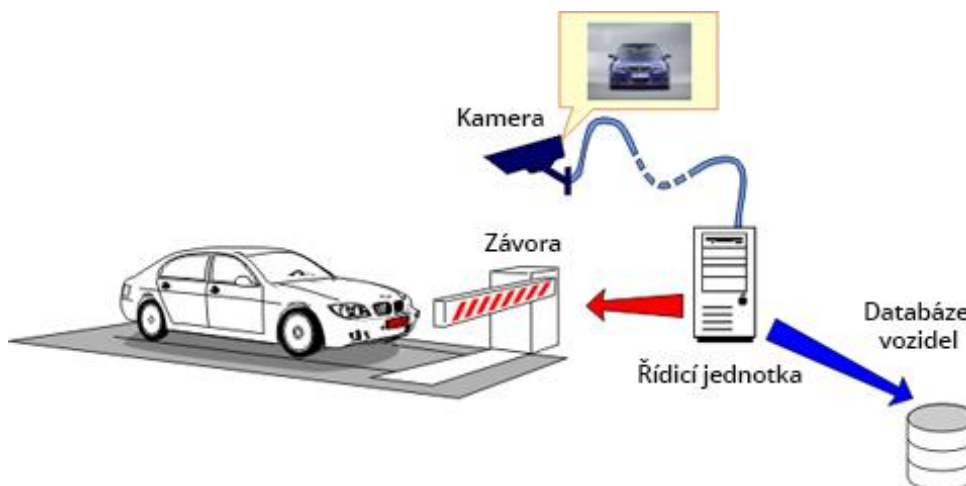
Systemy videodetekce pracují na základě analýzy obrazu k získávání informací o přítomnosti vozidel ve sledovaném prostoru. Vytvářejí se tzv. virtuální smyčky, ve kterých se lokalizují vozidla či jiné předměty. Videodetektory se instalují nad vozovku. Díky virtuálním smyčkám dokáže jeden videodetektor sledovat velký počet parkovacích míst a vyhodnocovat jejich stav volnosti/obsazenosti. Tento princip je znázorněn na Obr. 4.



Obr. 4: Vyhodnocování stavu obsazenosti pomocí videodetekce [12]

1.4.3 ALPR

Automatické rozpoznávání registrační značky (dále jen ALPR) je technologie, která využívá optického rozpoznávání znaků v obrazu ke čtení registrační značky (dále jen RZ) vozidel. Stává se běžným prvkem vjezdů a výjezdů parkovišť. Umožňuje bezobslužně ovládat vjezdové a výjezdové závory, určovat počet volných a obsazených míst, znemožnit vjezd neoprávněným vozidlům, evidovat vozidla na parkovišti a určit dobu jejich pobytu v místech parkoviště. Prvky ALPR jsou na Obr. 5 [6].



Obr. 5: Funkční prvky ALPR (upraveno) [9]

Celý proces rozpoznání RZ lze zjednodušeně popsat následujícím algoritmem [7]:

- Načtení snímku;
- Lokalizace RZ;
- Zjištění orientace a popřípadě kompenzační rotace;
- Normalizace (nastavení jasu a kontrastu);
- Segmentace (dekompozice) znaků;
- OCR (optické rozpoznávání znaků);
- Validace RZ;
- Výstup pro další zpracování.

Pokud parkovací objekty zahrnují ALPR, je velmi vhodné propojit tuto technologii s rezervačními systémy. Vozidlu je umožněn vjezd a výjezd z parkoviště na základě načtené RZ. Načtená RZ se porovnává s databází rezervací vytvořených pro konkrétní vozidla a tím je vyhodnoceno, zdali je vozidlo oprávněné k vjezdu či výjezdu.

1.5 Aktory využívané v rezervačních systémech

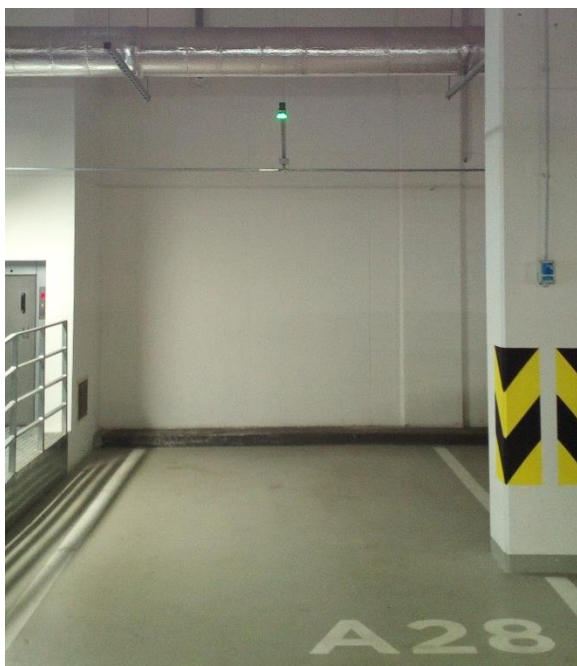
Zajištění informování uživatelů dopravními aktory je následný krok po detekci veličin z detektorů a zpracování veličin řídicím systémem. Nejvýznamnější z pohledu rezervačních systému jsou světelné indikátory a proměnné informační tabule, kterým budou věnovány samostatné podkapitoly.

Mezi aktory pro řízení vjezdů a výjezdů parkoviště řadíme závory a návěstidla. Tyto aktory chrání parkoviště před nedovoleným vjezdem či výjezdem vozidel a chrání zbývající rezervovaná místa od obsazení vozidel bez rezervace. Mezi ostatní akční členy, kterým se v této práci věnovat nebudeme, patří bezpečnostní prvky.

1.5.1 Světelné indikátory

Světelné LED indikátory (taktéž nazývané jako navigační majáčky) se používají k informování o stavu jednotlivých parkovacích míst (viz. Obr. 6). Je využito tří základních barev, kterými jsou zelená, červená a modrá, pro stavy obsazenosti, díky kterým řidič včasně rozliší, které místo je obsazené, rezervované či volné. Zelená barva značí volné místo, červená barva značí místo obsazené a modrá značí místo rezervované zpravidla jen pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace (dále jen OOSPO). Tyto barvy jsou všeobecné, nemělo by tedy dojít k nepochopení stavu parkovacího místa ze strany uživatelů. [6]

Indikátory mění své barvy na základě vyhodnocení dat z ultrazvukových detektorů nebo videodetekce řídicí jednotkou.



Obr. 6: Indikace volného místa (foto pořízeno v OC Florentinum, 2018 Praha)

1.5.2 Proměnné informační tabule

Proměnné informační tabule (dále jen PIT) se využívají pro informování účastníků provozu pomocí proměnných informačních displejů v kombinaci s neproměnnými znaky. V parkovacích objektech včasně a dostatečně informují účastníky o počtu volných míst, pomáhají navigovat na volná místa a poskytují informace o dovoleném či nedovoleném vjezdu na parkoviště. [6]

Umisťují se uvnitř parkoviště v místech větvení komunikací i vně v blízkosti objektu. Vnější PIT zpravidla obsahují jen počet volných míst v parkovacím objektu, vzdálenost k objektu a název objektu. Vnitřní PIT jsou poněkud komplexnější a obsahují informace, které se liší podle parkovacích objektů. Mohou to být směrové šipky pro navigaci, počty volných míst rozdělené pro skupiny uživatelů (OOSPO, rodinná místa, rezervovaná místa, klasická místa). Ukázka PIT vně parkoviště je na Obr. 7.



Obr. 7: Venkovní proměnná informační tabule [8]

Všechny PIT zobrazují informace na základě vyhodnocení řídicí jednotky. Ve spojitosti s rezervačními systémy mohou zobrazovat počty rezervovaných míst nebo navigaci do sekcí parkoviště, kde jsou rezervována parkovací stání.

1.6 Analýza existujících rezervačních aplikací

V této kapitole budou popsány čtyři existující aplikace, které využívají rezervační systémy parkování, budou popsány jejich funkce, klady, zápory a v poslední podkapitole bude vypracováno srovnání těchto aplikací.

1.6.1 Go & Fly

Rezervační aplikace Go & Fly je webová aplikace určená k rezervacím parkovacích míst na parkovišti u Letiště Václava Havla. Aplikace má velice intuitivní design, a proto se uživatel při rezervování nezdržuje hledáním jednotlivých částí aplikace a rezervaci může provést ihned (Obr. 8). Webová aplikace je responzivní, to znamená, že při otevření v mobilních zařízeních je webová stránka dobře čitelná a uživatel si tak může jednoduše zarezervovat místo i na zařízeních s připojením k internetu kdekoli mimo domov.

TRANSFER I OSOBNÍ PŘEPRAVA

Využijte našeho parkování u letiště a na terminál i zpět k Vašemu vozu Váš se zavazadly dopravíme zdarma. Potřebujete se dopravit jinam? Využijte naše služby osobní přepravy a cestujte pohodlně s námi.

Rezervace parkovacího místa Od 50Kč+kidem*

Letiště Václava Havla, Praha

Zaparkování * a čas *

Vyzvednutí * a čas *

Pokračovat v rezervaci parkování

Go & Fly Parkujte u letiště. Pohodlně!
 Letíte na dovolenou, služební cestu nebo snad cestu kolem světa?

Zaparkujte svůj vůz **pohodlně u letiště**, bez starostí. Naše **parkoviště je střeženo** ostrahou nepřetržitě! Navíc Váš naše čisté a klimatizované vozy dopraví z parkoviště **i se zavazadly přímo k letištnímu terminálu** a při Vašem návratu zase zpět k Vašemu vozu - **zdarma!** Stačí vyplnit rezervační formulář a o Váš vůz se postaráme.

Už žádná přeplněná hromadná doprava nebo předražená taxi, zaparkujte pohodlně u letiště!

Obr. 8: Ukázka aplikace Go & Fly

Aplikace neumožňuje platbu online, pouze platbu na místě při odjezdu vozidla. Po úspěšné rezervaci je uživateli e-mailem rezervace potvrzena a zároveň přiděleno parkovací stání. Parkoviště lze využít jak na krátkodobé, tak i dlouhodobé parkování. Při krátkodobém parkování kratším, než je 24 hodin, uživatel zaplatí, jako by na parkovišti strávil 24 hodin, to může být z důvodu, aby parkoviště nefungovalo jako parkoviště P+R. Cena se odvíjí dle doby parkování. Výhody a nevýhody aplikace Go & Fly jsou popsány v následující tabulce (Tab. 4).

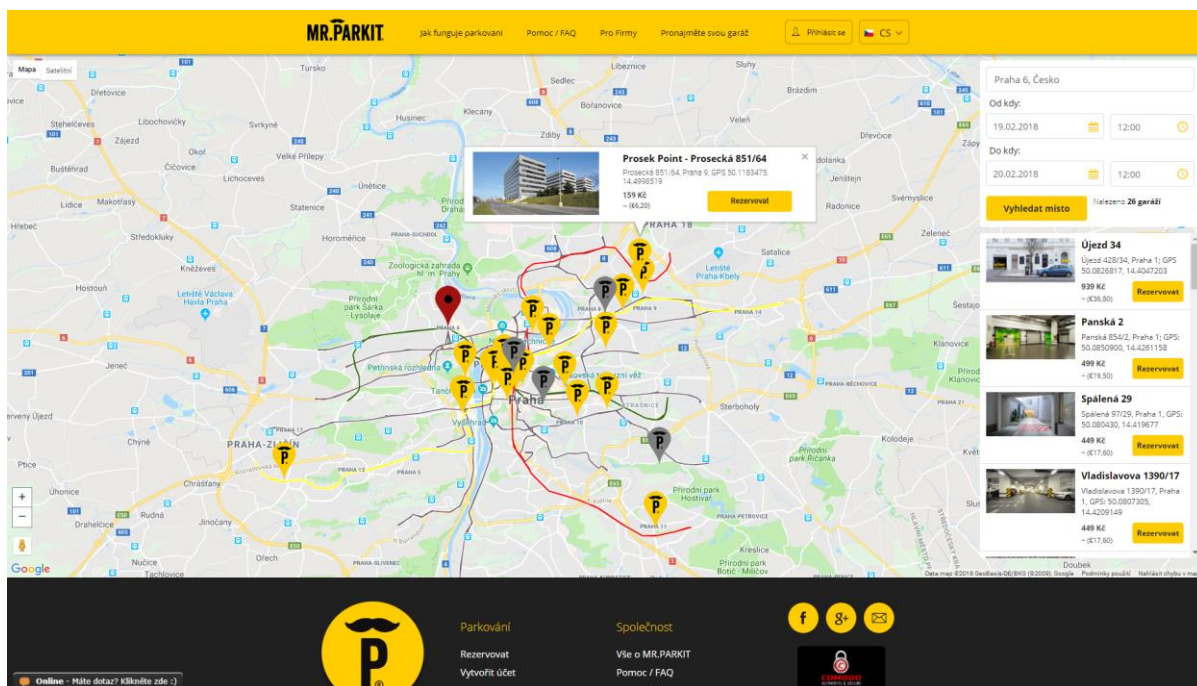
Tab. 4: Výhody a nevýhody aplikace Go & Fly

Výhody	Nevýhody
Jednoduchý design	Platba pouze na místě
Responzivní design	Vysoké ceny za parkování kratší než 24 hodin
Dlouhodobé parkování na více než 30 dnů	-
Krátkodobé parkování	-
Vícejazyčná aplikace	-

1.6.2 Mr. Parkit

Aplikace Mr. Parkit je webová aplikace, která je určená pro rezervaci parkovacích míst na parkovištích v centru Prahy. Uživatel si vybere nejvhodnější lokalitu parkoviště na přehledné mapce a před samotou rezervací si může kontrolovat dodatečné informace jako

jsou maximální dovolené rozměry vozu, se kterým je možné využívat parkovací místo, nebo zdali jsou povoleny LPG či CNG paliva a také je mu zobrazena cena za parkování (viz. Obr. 9). Ceny se u jednotlivých parkovišť liší, doba minimálního parkování je ve všech parkovištích této aplikace stejná, je stanovena na 12 hodin a rezervace je možná po šestihodinových intervalech.



Obr. 9: Ukázka aplikace Mr. Parkit

Aplikace umožňuje platbu pouze předem online. Uživatel po zaplacení obdrží na svůj mobilní telefon telefonní číslo, které mu poslouží k vjezdu na parkoviště. Po příjezdu uživatel na toto telefonní číslo zavolá (vše je zdarma) a poté je mu umožněno bezobslužně zaparkovat. Pokud se naskytne jakýkoliv technický problém nebo parkoviště neobsahuje bezobslužný vjezd, otevře mu vrata obsluha parkoviště.

Aplikace má velice intuitivní, jednoduchý a responzivní design a je proto vhodná i pro uživatele mobilních zařízení s přístupem k internetu bez nutnosti instalace dalších aplikací. V následující jsou popsány výhody a nevýhody aplikace (Tab. 5).

Tab. 5: Výhody a nevýhody aplikace Mr. Parkit

Výhody	Nevýhody
Jednoduchý design	Minimální parkování na 12 hodin
Responzivní design	Pouze krátkodobé parkování kratší než 30 dnů
Platba online	-
Přehledná mapa s více parkovišti	-
Vícejazyčná aplikace	-

1.6.3 Air-parking

Aplikace Air-Parking je také z jednou z aplikací, která umožňuje rezervaci parkovacích míst u Letiště Václava Havla. Profesionální design aplikace zaručuje jednoduchost a přehlednost pro všechny uživatele (Obr. 10). Samozřejmostí je responzivní design pro pohodlné rezervování z mobilních zařízení.



Obr. 10: Ukázka aplikace Air-Parking

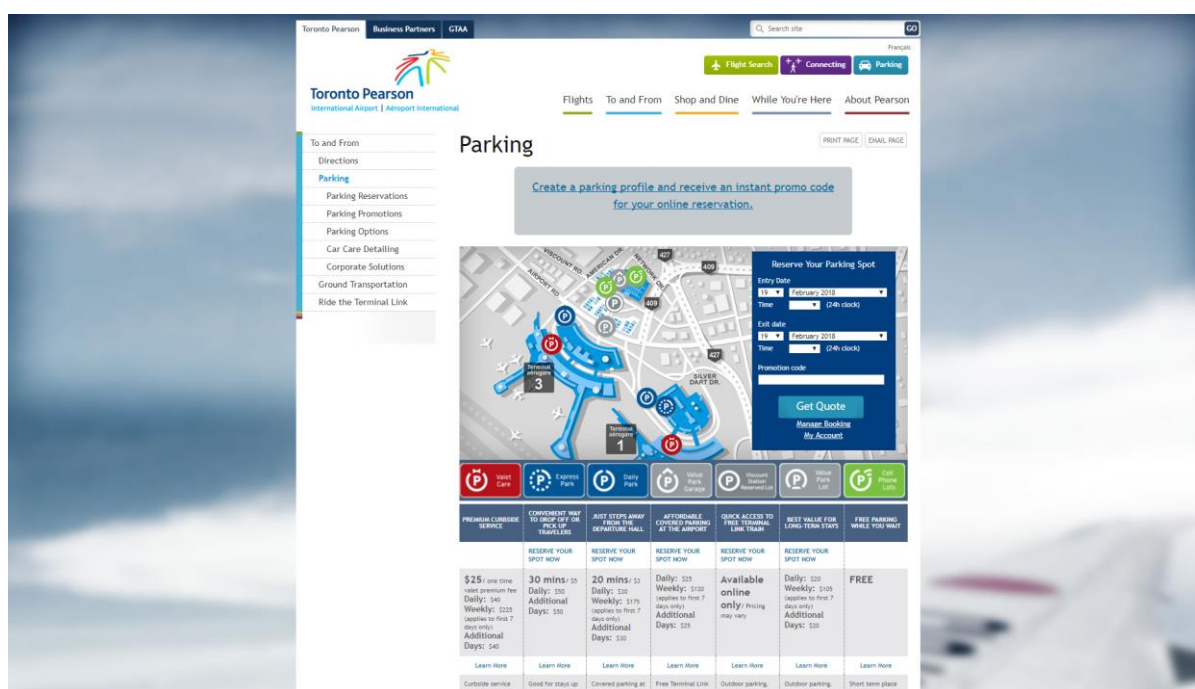
Aplikace neumožňuje platbu online, pouze platbu na místě při odjezdu vozidla. Po příjezdu na parkoviště uživatel obdrží parkovací kartu, kterou si ponechá po celou dobu svého parkování. Tuto kartu odevzdá až při vyzvednutí vozidla. Parkoviště lze využít jak na krátkodobé, tak i dlouhodobé parkování. Krátkodobé parkování je však zpoplatněno vysokou částkou. Naproti tomu ceny dlouhodobého parkování nejsou nijak vysoké. Výhody a nevýhody aplikace Air-Parking jsou popsány v následující tabulce (Tab. 6).

Tab. 6: Výhody a nevýhody aplikace Air-Parking

Výhody	Nevýhody
Jednoduchý design	Platba pouze na místě
Responzivní design	Velmi vysoké ceny při krátkodobém parkování
Dlouhodobé parkování	Aplikace pouze v českém jazyce

1.6.4 Toronto Pearson parking

Toronto Pearson parking je zahraniční aplikace, jak už z názvu plyne, z mezinárodního parkoviště u letiště ve městě Toronto v Kanadě. Uživatel volí z nabízených parkovišť u letiště a na zvoleném může provést rezervaci. Na první pohled je design aplikace poněkud nepřehledný a uživatel se může při hledání požadovaných funkcí ztratit. Aplikace není responzivní, a proto může být taktéž nepřehledné a na některých mobilních zařízeních až velmi složité rezervování parkovacích míst. Ukázka této aplikace je na Obr. 11.



Obr. 11: Ukázka aplikace Toronto Pearson parking

Platba za rezervaci je možná pouze online. Vjezd na parkoviště je uživateli umožněn na základě čárového kódu, který obdrží na e-mail při rezervaci. Tento kód si může vytisknout nebo ponechat v mobilním zařízení. Pokud nastane jakýkoliv problém s vjezdem, uživatel stiskne tlačítko u vjezdového automatu pro zavolání pověřeného pracovníka parkoviště. Parkoviště je možné rezervovat na maximální dobu 29 dnů. Výhody a nevýhody aplikace jsou popsány v následující tabulce (Tab. 7).

Tab. 7: Výhody a nevýhody aplikace Toronto Pearson parking

Výhody	Nevýhody
Platba online	Pouze krátkodobé parkování
Volba parkoviště	Nepřehledný design aplikace
-	Absence responzivního designu

1.6.5 Shrnutí analýzy

Tab. 8 udává souhrn jednotlivých funkcí aplikací vylíčených v předchozích kapitolách. Dle osobního uvážení byly vybrány pouze důležité faktory jednotlivých aplikací.

Tab. 8: Shrnutí funkcí a parametrů analyzovaných aplikací

Aplikace	Dlouhodobé parkování	Krátkodobé parkování	Platba na místě	Platba online	Storno rezervace	Responzivní aplikace	Vícejazyčná aplikace
Go & Fly	X	X	X		X	X	X
Mr. Parkit		X		X	X	X	X
Air-parking	X	X	X		X	X	
Toronto Pearson parking		X		X	X		X

2 Návrh webové aplikace

Předmětem této kapitoly je návrh webového rezervačního systému pro hromadný parkovací objekt. K tomu potřebujeme najít vhodný parkovací objekt, nadefinovat a sestavit systémovou architekturu na základě uživatelských potřeb. V závislosti na těchto předpokladech můžeme přejít k návrhu prezentační vrstvy webové aplikace a dále navrhnout příslušné algoritmy funkcí aplikace. Výstupem návrhu bude podklad k implementaci na webové systémy.

2.1 Výběr vhodného parkovacího objektu

Pro tuto práci jsem se rozhodl vyhledat vhodný parkovací objekt v Praze, a to zejména proto, že je zde velký počet hromadných parkovacích objektů, které obsahují potřebné technologické prvky k implementaci rezervačního systému (tj. dopravní detektory a aktory), a také protože mám osobní zkušenosti s problematickým parkováním v tomto městě.

Cílem je nalézt takový hromadný parkovací objekt, který bude obsahovat vjezdový a výjezdový automat se závorami na vjezdu a výjezdu z objektu. Taktéž musí obsahovat detektory, které dokáží mapovat každé místo (viz kap. 1.4), na každém místě musejí být také informační aktory pro informování o volnosti či obsazenosti míst (viz kap. 1.5). Pokud v místech vjezdu a výjezdu není implementována technologie ALPR, bude pro potřeby systému doinstalována. V poslední řadě musí objekt obsahovat takový počet parkovacích míst, aby bylo vhodné implementovat rezervační systém (např. více než 300 míst). Uvažované hromadné parkovací objekty:

- Florentinum, Praha 1;
- Obchodní centrum Fénix, Praha 9;
- Obchodní centrum Central Most;
- Obchodní centrum Nový Smíchov, Praha 5;
- Obchodní centrum Pankrác, Praha 4.

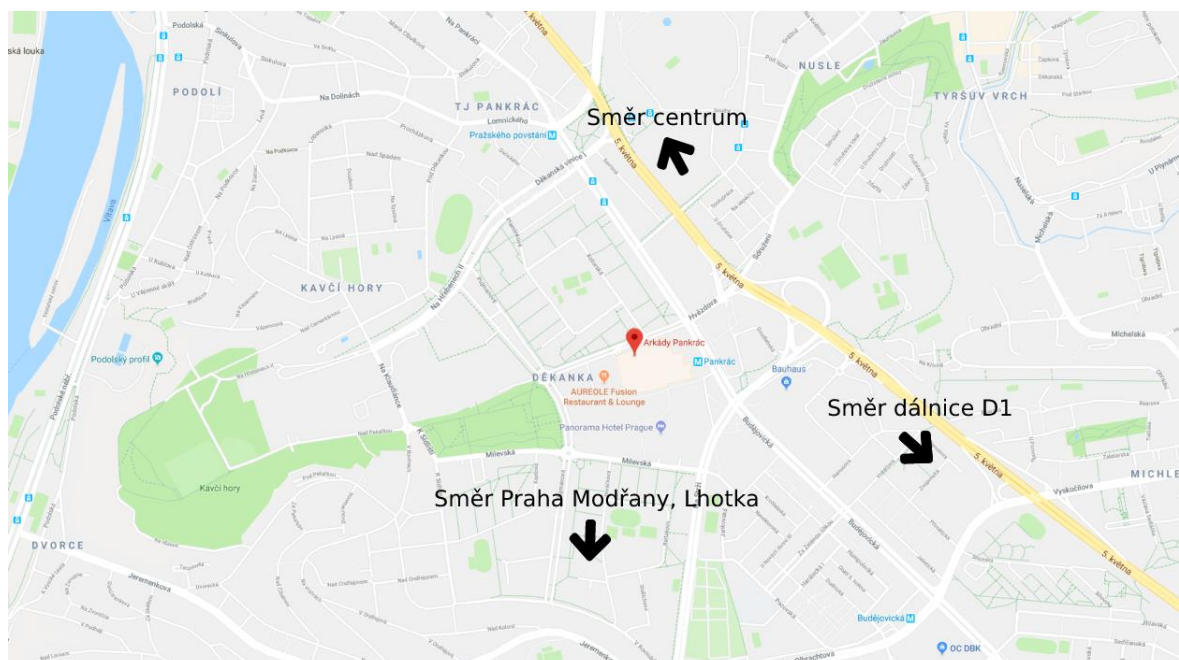
Prvním uvažovaným objektem bylo obchodní centrum (dále OC) Florentinum. Toto parkoviště je vybaveno ultrazvukovými detektory umístěnými na každém parkovacím místě (kap. 1.4.1) a taktéž informačními LED indikátory nad každým místem (kap. 1.5.1). Parkoviště jsem si ale pro svoji práci nevybral, a to z důvodu nedostatečného počtu parkovacích míst (cca 50 míst). Při tak malém počtu míst by nebylo výhodné vyvíjet rezervační systém. Dalším uvažovaným parkovacím objektem bylo OC Fénix. Tento objekt jsem uvažoval hlavně z důvodu, že jsem na toto parkoviště vytvářel navigační systém v bakalářské práci. Bohužel objekt obsahuje jeden vjezd a výjezd pro dvě spojená parkoviště, jedno určené pro hotel Clarion a druhé pro OC.

Navrhovat rezervační systém na toto parkoviště nebudu, protože nelze zajistit volnost rezervovaných míst současně s pouštěním vozidel na parkoviště hotelu. Třetím objektem bylo OC Nový Smíchov. Tento objekt obsahuje potřebné telematické detektory a aktory, ale na toto parkoviště je již vytvořen rezervační systém pro dlouhodobé parkování a z tohoto důvodu jsem si parkovací objekt nevybral. Posledním uvažovaným objektem bylo OC Pankrác. Tento objekt obsahuje potřebné telematické detektory a aktory, dostatečný počet míst a vhodné umístění v centru Prahy. Objekt taktéž obsahuje možnost dlouhodobé rezervace parkování, avšak pouze po telefonické nebo e-mailové korespondenci. Proto se tento objekt zdá být nejvhodnějším místem pro implementaci rezervačních webových systémů a rozhodl jsem se ho právě na tento objekt vytvořit.

2.2 Popis objektu

Hromadný parkovací objekt se nachází v ulici Na Pankráci 86, 140 00 Praha 4 (Obr. 12). Objekt tvoří nadzemní parkoviště se třemi patry určenými pro parkování. Do objektu je možné vjet z ulice Hvězdova. Parkoviště obchodního centra má kapacitu přibližně 1100 parkovacích míst.

[14]



Obr. 12: Poloha a širší vztahy hromadného parkovacího objektu Arkády Pankrác [15]

Parkovací objekt je využíván pro krátkodobé parkování nakupujících osob nebo jako dlouhodobé parkovací stání pro předplatitele. Parkoviště obsahuje systémy platebních automatů, vjezdových výdejních a výjezdových kontrolních automatů se závorami, návěstidly a dvojicí indukčních smyček na dvou vjezdech a dvou výjezdech. Dále obsahuje PIT

k zobrazení počtu volných míst se směrovými šipkami v jednotlivých sekcích parkoviště. Parkoviště obsahuje dispečerské centrum, které kamerovými systémy monitoruje dění na parkovišti a při stavu nefunkčnosti automatů, závorových systémů a návěstidel, manuálně tyto systémy ovládá. Objekt obsahuje bezpečnostní prvky (požární alarm, detektory zplodin, hasicí přístroje a hasicí systémy). Objekt také obsahuje stanici pro dobíjení elektromobilů.

Objekt umožňuje vytvořit dlouhodobou rezervaci parkovacího místa, ale pouze jen pomocí telefonické nebo e-mailové komunikace.

2.3 Potřeby uživatelů

Hlavním krokem před samotnou tvorbou architektury systému je zjištění uživatelských potřeb. Uživatelem rozumíme osobu, která využívá webový rezervační systém a řidiče, který se pohybuje v místech parkoviště. Mezi uživatele taktéž řadíme pracovníky dispečerského centra a servisu parkoviště, či eventuálně majitele objektu.

Základem je vytvořit takové grafické uživatelské rozhraní, které má co možná nejvhodnější propojení funkční a estetické složky navrhované aplikace. Základními předpoklady jsou jednoduché a intuitivní rozhraní, jednoduchost zapamatování obsluhy aplikace a velice důležitým předpokladem je efektivita, to znamená, že rychlost práce a časová náročnost na vykonání dílčího úkolu nesmí být velice dlouhá. [10]

V dnešní době důležitou součástí webových aplikací je responzivita grafického rozhraní. To znamená, že se velikost webové stránky přizpůsobuje každému zařízení, na kterém se zobrazuje. Uživatel tedy může webovou stránku zobrazit a plně využívat její funkce na počítači, tabletu, mobilním telefonu atp. Díky tomuto přístupu není nutné vytvářet speciální aplikaci na různé mobilní systémy (Android, iOS, Windows mobile), kterou by musel uživatel instalovat do svého zařízení. Podstatným faktorem je optimalizovat webovou aplikaci pro většinu moderních prohlížečů, tím zaručíme plnou funkčnost aplikace pro většinu uživatelů.

Je velice vhodné vytvořit speciální rozhraní pro správce parkoviště. Do tohoto rozhraní má přístup jen uživatel, jehož účet splňuje v aplikaci vyšší práva na tzv. úrovni „admin“. Správce má přehled o dění na parkovišti, počtu vytvořených rezervací v daných časech, přehled o počtu obsazených míst a také stavu bezpečnostních prvků na parkovišti. Tato data mohou být poskytována na centrální řídicí systém parkovišť.

Dalším uživatelem může být majitel parkovacího objektu. Mohou mu být poskytovány informace o obsazenosti parkoviště v čase a počtu rezervací za určité období, pro zjištění

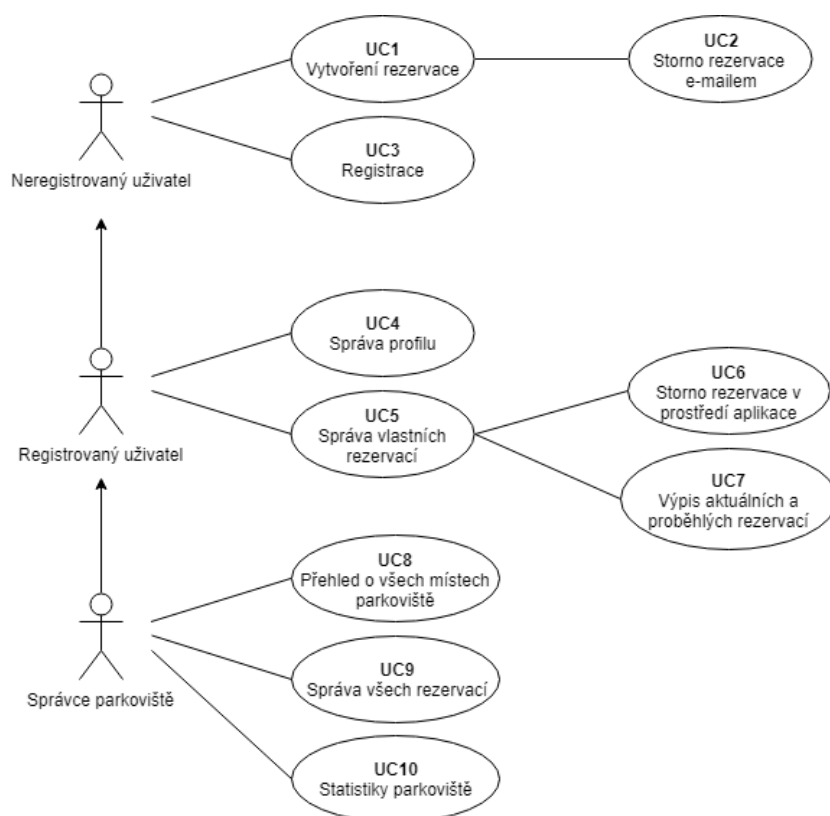
využití parkoviště. Tyto informace mohou být dále využívány pro případné predikce využití parkoviště atp.

Velmi důležité je bezpečí pro uživatele webové aplikace. Aplikace musí splňovat všechny webové zabezpečovací standardy proti možným hackerským útokům a případným krádežím osobních dat a údajů. Ve spojitosti s nařízením o ochraně osobních údajů (GDPR) bude uživatel na webovém rezervačním systému plně seznámen s nakládáním s jeho daty a při tvorbě rezervace bude zároveň muset souhlasit se zpracováním osobních údajů.

2.4 Use Case Diagram

Use Case Diagram (v překladu diagram případů užití) znázorňuje chování systému tak, jak ho vidí uživatel. Popisuje funkcionalitu systému a vypovídá o tom, co má systém umět. [11]

V diagramu rezervačního systému parkování (Obr. 13) se nacházejí tři aktéři: neregistrovaný uživatel, registrovaný uživatel a administrátor (to může být správce parkoviště, majitel parkoviště a kdokoliv s vyššími právy účtu). Neregistrovaný uživatel může vytvořit rezervaci, registrovat se a vytvořené rezervace stornovat (storno pouze po e-mailové domluvě). Registrovaný uživatel může vše, co neregistrovaný uživatel, protože dědí jeho funkce a dále může navíc vypisovat všechny proběhlé rezervace v minulosti a rezervace stornovat přímo v aplikaci. Posledním aktérem je správce parkoviště, který oproti ostatním může navíc spravovat všechny existující rezervace uživatelů. Dále má přístup k statistikám na parkovišti a nepřetržitým přehledu o jednotlivých místech.



Obr. 13: Use Case diagram funkce rezervačního systému

Diagram plně pokrývá uživatelské potřeby uvedené v předchozí kapitole. V následující křížové tabulce (Tab. 9) je uvedeno pokrytí případů užití funkcemi rezervačního systému dle kap. 1.1.

Tab. 9: Pokrytí případů užití funkcemi rezervačního systému

Případ užití	Funkce
UC1	f _{1.1}
UC2	f _{1.2}
UC3	f _{2.1}
UC4	f ₂
UC5	f ₁ , f ₂
UC6	f _{1.2}
UC7	f ₁ , f ₂
UC8	f ₁ , f ₂
UC9	f ₁ , f ₂
UC10	f ₄

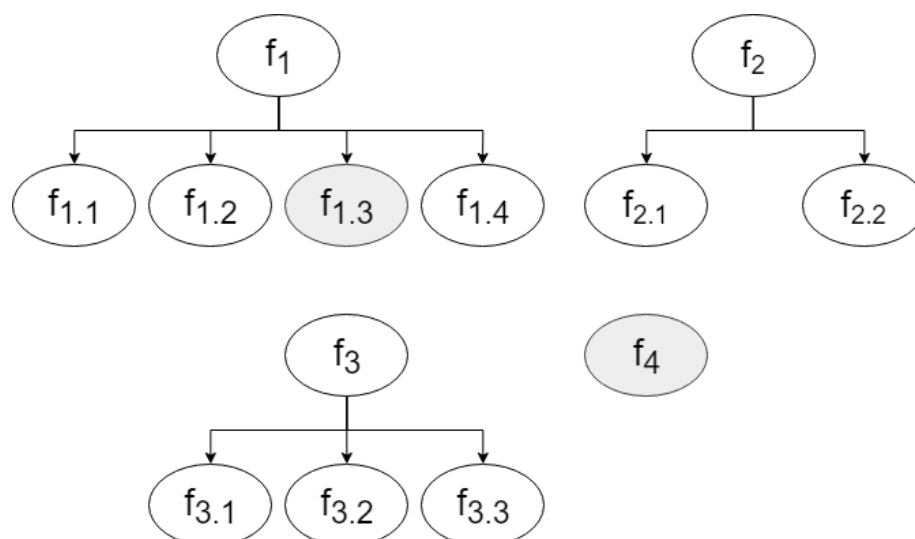
2.5 Systémová architektura

Návrh systémové architektury pokrývá celý systém vyjma komunikační linky mezi řídicí jednotkou a detektory.

2.5.1 Funkční architektura

Zachováváme všechny funkce parkoviště, které souvisejí se sběrem dat z detektorů (detekce na každém místě, bezpečnostní funkce).

Obr. 14 obsahuje výčet funkcí, které budou vytvořeny, zachovány nebo upraveny (funkce označeny bílou barvou) a taktéž funkce, které vytvořeny nebudou (označeny šedou barvou). Zkratky těchto funkcí odpovídají Tab. 1 v kap. 1.1.



Obr. 14: Výčet vytvořených (bílá barva) a vynechaných funkcí (šedá barva) systému

Ze stávajícího dlouhodobého rezervování parkování, které je implementováno na parkovišti pouze telefonicky nebo e-mailem, bude přidáno i krátkodobé parkování a rezervace bude možná pomocí webové aplikace. Uživatelé budou moci rezervovat místo na parkovišti v půlhodinových intervalech. Nejkratší doba parkování je stanovena na 3 hodiny. Systém bude umožňovat rezervaci více vozidel na jedno místo, ale rezervace bude umožněna až po půlhodině po skončení předchozí rezervace. Uživatel může v době rezervace libovolně odjíždět a vjíždět na parkoviště bez ztráty rezervace. Uživateli po rezervaci bude vygenerován QR kód a unikátní kód rezervace v případě nefunkčnosti ALPR na vjezdu či výjezdech. Pro potřeby systému bude také upravena funkce řídicí jednotky. To znamená, že řídicí jednotka bude muset být připojena k internetu a bude ukládat a sbírat data ze serverové databáze webové aplikace.

Funkce storno bude uživateli umožněna, pouze pokud doba do rezervace bude delší než 2 hodiny. Pokud bude doba kratší než 2 hodiny, storno již nebude možné a uživateli nebude vrácena žádná částka. Funkce platby bude probíhat simulovaně.

Funkce penalizace bude automaticky znemožňovat výjezd z parkoviště vozidlům, která parkoviště využila déle, než měla rezervovaný čas. Pro tyto uživatele bude nutné ručně doplatit

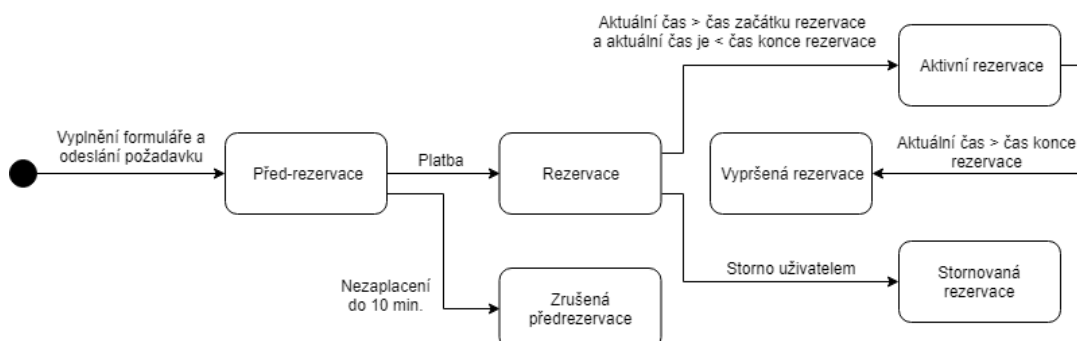
v parkovacím automatu (po zadání RZ, načtení QR kódu nebo zadání vygenerovaného kódu rezervace) částku za dobu parkování, kterou přečerpali. Je nutné na parkoviště implementovat ALPR pro bezobslužný vjezd a výjezd vozidel a pro správnou funkci identifikace rezervovaných uživatelů. Dále je nutné vybavit vjezdové, výjezdové a kontrolní automaty na parkovišti technologií, která bude snímat vygenerovaný QR kód v případě využití funkce záložní identifikace a taktéž bude umožňovat ruční zadání RZ či vygenerovaného kódu rezervace.

2.5.2 Informační architektura

Informační architektura navrhuje toky informací mezi funkcemi uvedenými v kap. 2.5.1. Rezervační systém ukládá na databázový server informace o vytvořených, před-rezervovaných a stornovaných rezervacích. Mezi tyto informace řadíme RZ vozidla, osobní údaje uživatele a časové údaje rezervace. RZ vozidel jsou dále využity řídicí jednotkou pro identifikaci uživatele na vjezdech či výjezdech.

Řídicí jednotka zaznamenává čas vjezdů a výjezdů vozidel, tím lze zajistit přesné určení stráveného času vozidla na parkovišti. Dále si řídicí jednotka událostně stahuje data ze serveru rezervací. To znamená, že při každé vytvořené rezervaci server pošle informace o změně v databázi a řídicí jednotka bude mít stále aktuální data v případě poruchy (podrobněji viz kap. 4.1).

Databáze rezervačního systému musí obsahovat informace o uživateli, vytvořených rezervacích, aktivních rezervacích, zrušených rezervacích a před-rezervacích. Dále databáze musí obsahovat jednotlivá parkovací místa, ve kterých budou uloženy identifikátory rezervací. Stav rezervace jsou znázorněny ve stavovém diagramu na Obr. 15.



Obr. 15: Stavový diagram rezervace

Každý požadavek na rezervaci uživatelem je před zaplacením ve stavu před-rezervace. To znamená, že blokuje místo na parkovišti po dobu deseti minut. Pokud uživatel nezaplatí, je

před-rezervace automaticky zrušena. Pokud uživatel zaplatí, je vytvořena rezervace. Na základě podmínek uvedených ve stavovém diagramu (Obr. 15) se rezervace může dostat do stavů: aktivní rezervace, vypršená rezervace a stornovaná rezervace.

2.5.3 Fyzická architektura

Fyzické prvky, které parkoviště obsahuje (indukční smyčky, ultrazvukové detektory, automaty, PIT, bezpečnostní prvky, závory) budou zachovány a nemá význam jejich uložení měnit. Bude instalována technologie ALPR umístěná na vjezdech a výjezdech pro bezobslužné ovládání vjezdových a výjezdových závor (viz kap. 1.4.3). Pozměněn bude řídicí systém (řídicí PC), který bude číst z databáze rezervačního serveru, bude umožňovat vjezd uživatelům s platnou rezervací a znemožňovat vjezd dalším vozidlům, když bude parkoviště plné.

Fyzická architektura webového rezervačního systému obsahuje server, na kterém běží aplikace. Ten bude zajištěn hostingem s doménou od soukromého poskytovatele. V této práci nebudu využívat databázový server, který nabízí hosting, ale budu využívat server druhý, který umožňuje pracovat s databází ve formátu JSON (z angl. JavaScript Object Notation). Tento prostor nám poskytne server s real-time (v překladu reálný čas) databází Firebase, která je popsána v kap. 2.6.4.

2.5.4 Komunikační architektura

Komunikační připojení stávajících detektorů, automatů a akčních členů k řídicí jednotce bude zachováno, a proto toto komunikační rozhraní nebudeme měnit. Toto připojení bývá zpravidla realizováno sériovou sběrnici RS232.

Komunikace webové aplikace se servery bude probíhat přes internet. Komunikace řídicí jednotky se servery bude taktéž probíhat přes internet. Přenášená data s databázemi budou ve formátu JSON. Příklad vytvořené rezervace ve formátu JSON je na Obr. 16.

```

{
  "reservations": {
    "reservationID": {
      "PPID": "PP1",
      "card": {cardInfo},
      "code": "FTGKTXUI0D",
      "created": "2018-05-06 18:18",
      "paid": true,
      "price": "480",
      "reservation_LP": "4A2 1258",
      "reservation_UID": null,
      "reservation_dateTimeIn": "2018-05-06 15:00",
      "reservation_dateTimeOut": "2018-06-06 15:00",
      "reservation_email": "email@email.cz",
      "reservation_name": "Miroslav",
      "reservation_surname": "Krnáč",
      "reservation_tel": "420734276896"
    }
  }
}

```

Obr. 16: Příklad rezervace ve formátu JSON

2.6 Návrh aplikace

V této kapitole bude navržena kompletní webová aplikace pro rezervaci parkovacích míst ve zvoleném objektu v kap. 2.1. Nejprve bude vysvětleno, proč jsem zvolil webové prostředí a popíši jednotlivé programovací jazyky, které budu využívat. Dále navrhnu grafické uživatelské rozhraní a kapitola bude zakončena návrhem hlavních algoritmů funkcí v podobě vývojových diagramů.

2.6.1 Volba prostředí

Webové stránky jsou pro aplikaci rezervačního systému velice vhodné, protože není potřebný vývoj na různé operační systémy. Vyvíjí se jednotná internetová aplikace, kterou lze zobrazit v každém moderním internetovém prohlížeči, který obsahuje takřka každé zařízení od stolních PC, až po chytrá mobilní zařízení. Jedinou nutnou podmínkou je mít připojení k internetu.

Při vývoji webových stránek budu využívat následujících jazyků:

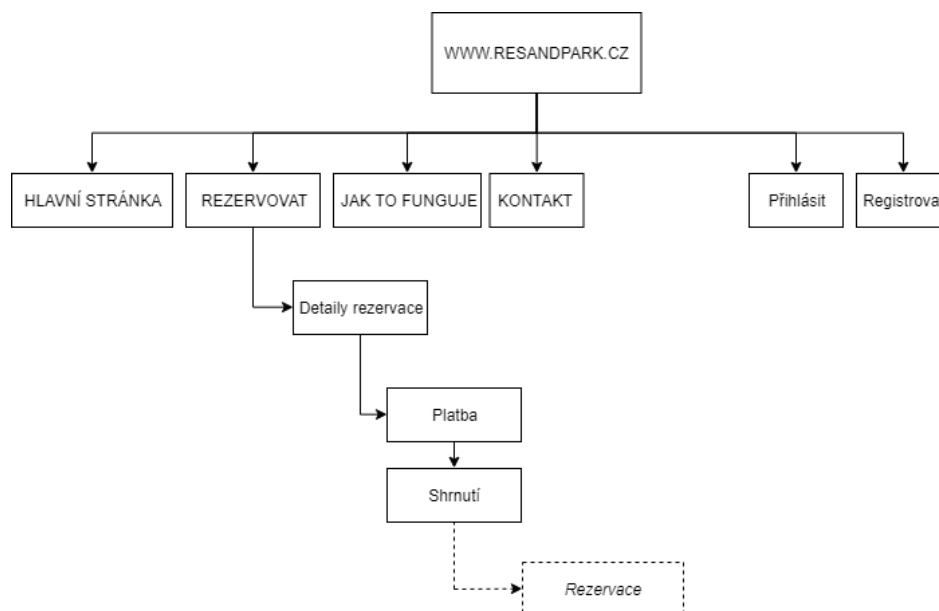
- HTML5;
- CSS3;
- PHP;
- JavaScript.

HTML (HyperText Markup Language) je hlavním jazykem pro vytváření stránek v systému World Wide Web (zkratka WWW). CSS neboli kaskádové styly je jazyk, který se používá pro popis způsobu zobrazení elementů na stránkách psaných v jazyce HTML. PHP je jazyk, který je určený pro programování dynamických internetových stránek a jeho kód se zpracovává

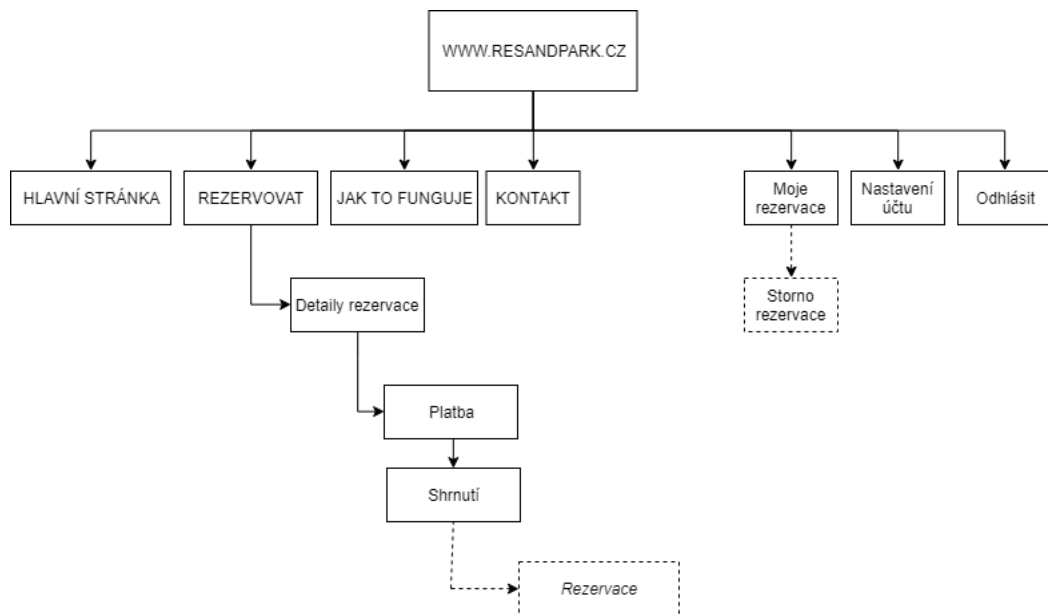
na straně serveru. Posledním používaným jazykem je JavaScript. JavaScript je programovací jazyk, který se využívá pro interakci s HTML prvky a v mém případě bude řídit celou logiku webových stránek za pomoci real-time databáze (viz kap. 2.6.4).

2.6.2 Tvorba UX

UX je z anglické zkratky User Experience (česky uživatelská zkušenost) a obsahuje základní kroky pro tvorbu uživatelského rozhraní. Prvním krokem je vytvoření informační architektury webové stránky, kterou může být například myšlenková mapa nebo diagram, který zobrazuje propojení stránek, strukturu navigace a případně cestu uživatele ke stanovenému cíli. Informační architektura nepřihlášeného uživatele je na Obr. 17 a informační architektura přihlášeného uživatele je na Obr. 18. Tato informační architektura se týká pouze webové aplikace, naproti tomu informační architektura v kap. 2.5.2 byla architekturou celého systému.



Obr. 17: Informační architektura webové aplikace s nepřihlášeným uživatelem



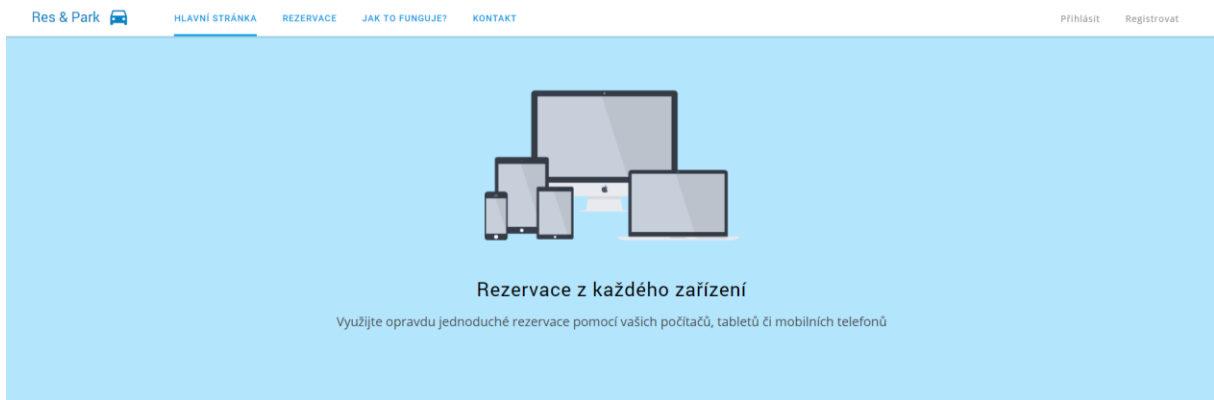
Obr. 18: Informační architektura webové aplikace s přihlášeným uživatelem

Na předchozích diagramech je možné vidět propojení jednotlivých stránek ve webové aplikaci s cestou k cílům aplikace (označené čárkovaně), tedy vytvoření rezervace nebo storno vytvořené rezervace.

2.6.3 Tvorba GUI

Po tvorbě UX přichází na řadu návrh grafického uživatelského rozhraní (zkratka GUI z angl. Graphical User Interface). V tomto návrhu vytváříme v grafickém programu (v této práci použitý Adobe Photoshop) celkový návrh webové stránky tak, aby sloužila jako grafický podklad pro následnou implementaci. Návrh zahrnuje všechny grafické prvky jako jsou tlačítka, ikony, posuvníky, rozvržení barev, fonty písmen atp. V této kapitole si postupně popíšeme hlavní komponenty grafického uživatelského rozhraní.

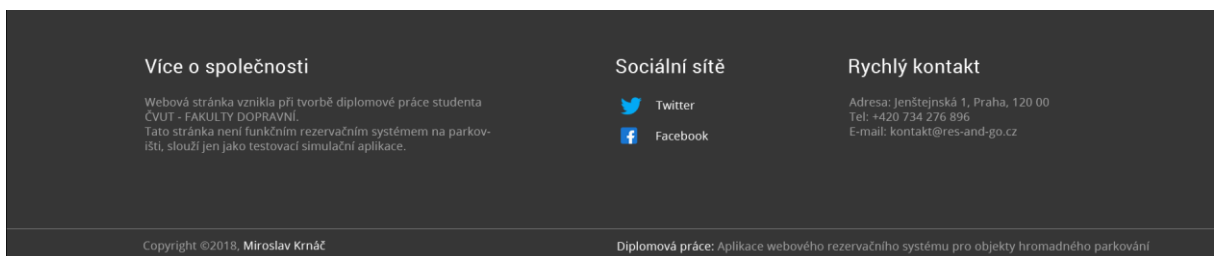
Prvním krokem je výběr barev. Jako hlavní barva byla vybrána modrá barva (#039be5) a její odstíny. Tuto barvu budu kombinovat s barvou šedivou (#eded) spolu s jejími odstíny a s barvou bílou. Dalším krokem je návrh menu aplikace. Tento návrh je spolu s první částí webové stránky na Obr. 19.



Obr. 19: Návrh menu.

Z obrázku je zřejmé, že menu je rozdělené do tří částí. První částí je název webové stránky s logem. V druhé části jsou položky menu odkazujících do hlavních sekcí webové stránky a v třetí části na pravé straně menu jsou dvě položky pro přihlášení či registraci uživatele. Menu má fixní pozici, to znamená, že při procházení stránkou vždy zůstává v horní části prohlížeče. Z obrázku je taktéž zřejmé, že pro orientaci uživatele, v jaké sekci aplikace se nachází, je příslušná položka v menu podtržena.

Dalším krokem byl návrh zápatí (angl. footer). Zápatí obsahuje Základní informace o stránce jako může být popis aplikace či společnosti. Dále obsahuje kontakt, či jiné odkazy na sociální síť. Zápatí může obsahovat taktéž reklamu. Návrh zápatí je na Obr. 20.



Obr. 20: Návrh zápatí

V levé horní části zápatí jsou informace o společnosti, tedy informace o této diplomové práci. Uprostřed jsou odkazy na sociální síť a v pravé části jsou údaje pro kontakt.

Všechny obsahové části webové stránky dopodrobna popisovat nebudeme, uvedeme si zde jen hlavní části a ostatní budou uvedeny v Příloze A. Jednou z hlavních obsahových částí je formulář pro tvorbu rezervace. Formulář je uveden na Obr. 21.

Detaily rezervace Platba Dokončení
1 → 2 → 3

Kontaktní informace

Křestní jméno *	Příjmení *
<input type="text"/>	<input type="text"/>
E-mail *	Telefonní číslo *
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Registrační značka vozidla (SPZ) *	
<input type="text"/>	

Detaily rezervace

Datum příjezdu *	Čas příjezdu *
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Datum odjezdu *	Čas odjezdu *
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Komentáře a poznámky	
<input style="height: 40px;" type="text"/>	

Cena k úhradě: 600 Kč

PLATBA

Obr. 21: Návrh formuláře pro rezervaci

Nad rezervačním formulářem je uživateli zobrazen postup rezervace v podobě kruhů s čísly a nadpisy. Samotný rezervační formulář je rozdělen na dvě části. První části jsou kontaktní informace o uživateli. Obsahuje jméno a příjmení uživatele, kontaktní e-mail a telefonní číslo a velmi důležitý údaj RZ vozidla, údaj o RZ bude umožňovat uživateli bezobslužný vjezd do parkovacího objektu a taktéž výjezd z objektu. V druhé části formuláře jsou údaje o samotné rezervaci. Obsahují informace o začátku a konci rezervace. Jako poslední údaj je jediný nepovinný údaj a tím je komentář k rezervaci. Všechna povinná pole formuláře jsou označena červenou hvězdičkou.

Po vyplnění všech údajů bude uživateli vypočítána cena za rezervaci, která se zobrazuje ve spodní části pod formulářem a uživatel bude moci pomocí tlačítka platba přejít na stránku zaplacení rezervace. V případě zaplnění kapacit parkovacího objektu bude uživatel uvědomen.

Další z hlavních obsahových částí je výpis o aktivních či provedených rezervacích uživatele. Tato funkce je zpřístupněna jen přihlášeným uživatelům. Návrh výpisu rezervací je na Obr. 22.

Moje rezervace

06-05-2018 15:00 - 07-05-2018 15:00	480,-Kč	Více o rezervaci	Storno
07-05-2018 15:00 - 08-05-2018 15:00	480,-Kč	Více o rezervaci	Storno
08-05-2018 15:00 - 09-05-2018 15:00	480,-Kč	Více o rezervaci	Storno
08-05-2018 15:00 - 09-05-2018 15:00	480,-Kč	Více o rezervaci	Storno
09-05-2018 15:00 - 10-05-2018 15:00	480,-Kč	Více o rezervaci	Storno
24-05-2018 02:30 - 25-05-2018 03:30	375,-Kč	Více o rezervaci	Storno

Obr. 22: Návrh výpisu provedených rezervací

Další a poslední podstatnou částí je ceník rezervací v podobě tabulky. Ten si uživatel může prohlédnout na hlavní straně webové stránky a jeho návrh je na Obr. 23.

Ceník parkování		
Doba parkování	Cena	Nepřetržitý dohled
Do 6h	xxx Kč	✓
Do 12h	xxx Kč	✓
Do 24h	xxx Kč	✓
Do 3 dnů	xxx Kč	✓
Do 7 dnů	xxx Kč	✓
Do 7 dnů	xxx Kč	✓

Obr. 23: Návrh tabulky ceníku rezervací

Jako hlavní font internetové stránky byl zvolen font *Roboto* a jako doplňkový font byl zvolen font *Open Sans*. Tyto fonty jsou dostupné z [13].

2.6.4 Výběr knihoven

V implementaci budou využívány následující knihovny:

- HTML, CSS:
 - Bootstrap;
- JS:
 - Firebase;
 - jQuery;
 - Google Maps;

- Moment.js, Remodal.js, QRCode.js, CreditCardValidator.js.
- PHP:
 - Twig.

Bootstrap je nejrozšířenější knihovnou pro tvorbu responzivního designu, který zastává tvorbu „mobile-first“ projektů (v překladu je to upřednostňování tvorby designu na mobilní zařízení). Pomáhá se značnou úsporou času tvořit webové aplikace, které sledují trendy nových designů. Další velkou výhodou je optimalizace knihovny pro většinu moderních prohlížečů.

Hlavní knihovnou je knihovna Firebase vytvořená společností Google. Firebase v aplikaci bude zastávat dvě hlavní funkce. První funkcí je real-time databáze, která bude obsahovat všechny údaje o datech aplikace a pracuje v reálném čase. Druhou funkcí je autorizace a autentifikace uživatelů, kteří budou využívat přihlášení a registraci do webové aplikace.

Následující používanou JavaScript knihovnou je jQuery. Ta usnadňuje manipulaci s HTML objekty, animacemi a asynchronními požadavky. Další knihovnou je Google Maps, která dovoluje vývojáři využívat všemi známé mapy. Mezi menší knihovny patří Moment.js, která usnadňuje práci s časem v programovacím jazyku JavaScript, Remodal.js, která pomáhá při práci s dialogovými okny, QRCode, která generuje QR kód a CreditCardValidator, která kontroluje validitu kreditních karet.

Při své práci využívám taktéž šablonovací systém Twig pro jazyk PHP. Šablonovací systémy obecně minimalizují opakování kódu a zjednodušují programování PHP a HTML.

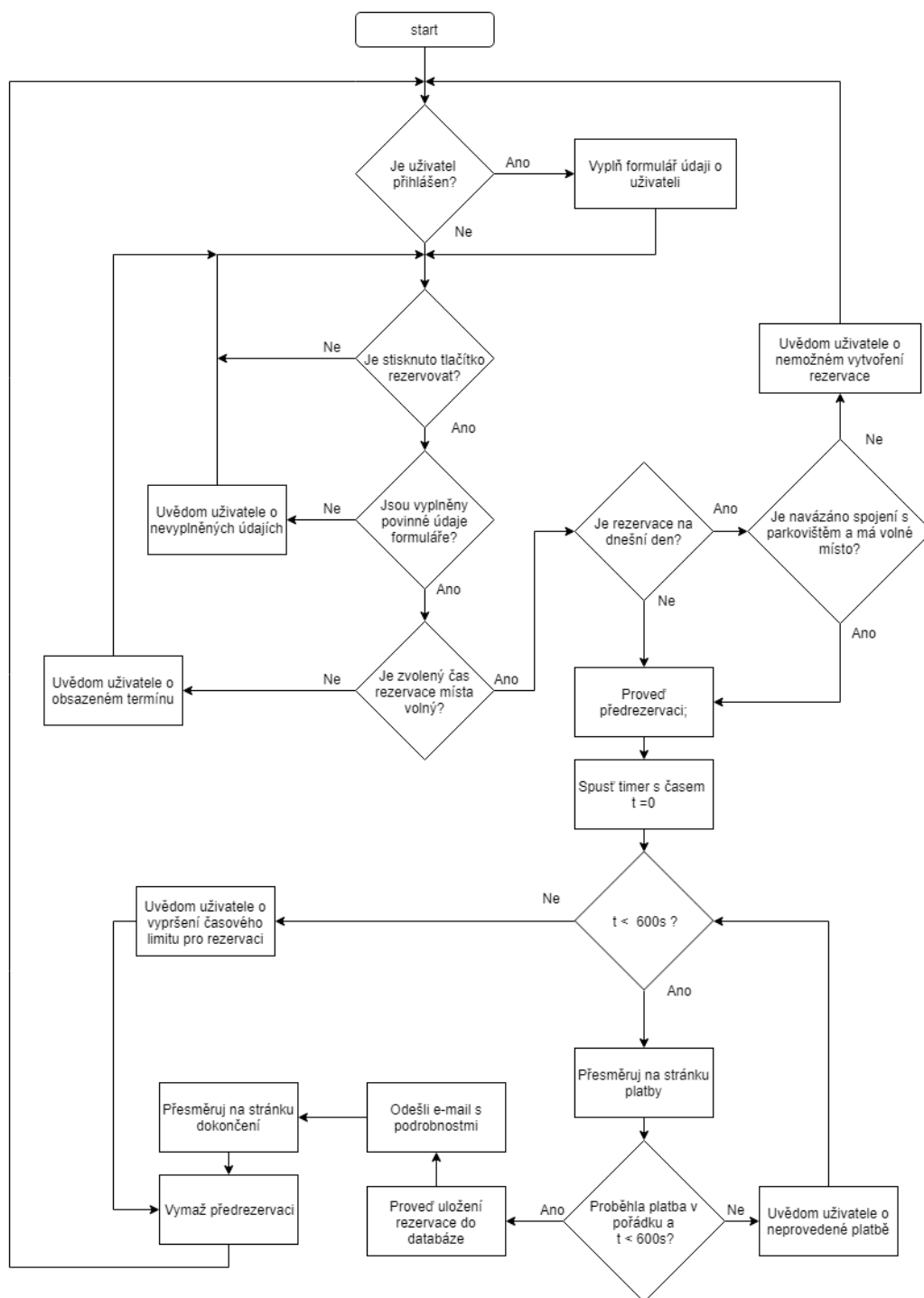
2.7 Návrh algoritmů funkcí

V této kapitole budou uvedeny a stručně popsány vývojové diagramy hlavních navržených funkcí aplikace.

2.7.1 Funkce založení

Tento algoritmus se využívá pro založení rezervace. Systém nejdříve zkontroluje, zdali je uživatel přihlášen. Pokud je přihlášen, vstupy rezervačního formuláře se automaticky vyplní dostupnými údaji, které jsou o uživateli známy. Systém dále čeká na stisknutí tlačítka rezervovat. Pokud je splněna podmínka vyplněnosti všech povinných údajů, tak systém v databázi zkontroluje dostupnost parkovacího místa v čase, který si uživatel zvolil. Pokud ve vybraném čase není na parkovišti volné místo, systém uvědomí uživatele o plném stavu parkovacího objektu. Pokud je ve vybraném čase v databázi volné místo, systém zkontroluje spojení s řídicí jednotkou parkoviště a ověří, zdali je i na parkovišti zvolené místo volné.

Jestliže řídicí jednotka neodpovídá, či na parkovišti není volné místo, je uživatel uvědomen o nemožném vytvoření rezervace. V opačném případě systém provede před-rezervaci (uložením údajů do databáze a také pošle informaci na parkoviště, aby se odečetlo jedno volné místo z kapacity parkoviště) a spustí časovač. Dále je uživatel přesměrován na stránku s platbou. Při úspěšné platbě je vytvořena rezervace, uživateli je odeslán e-mail s podrobnostmi o rezervaci, je taktéž automaticky přesměrován na stránku se shrnutím údajů o rezervaci („dokončení“) a před-rezervace je vymazána z databáze. Algoritmus je na Obr. 24.

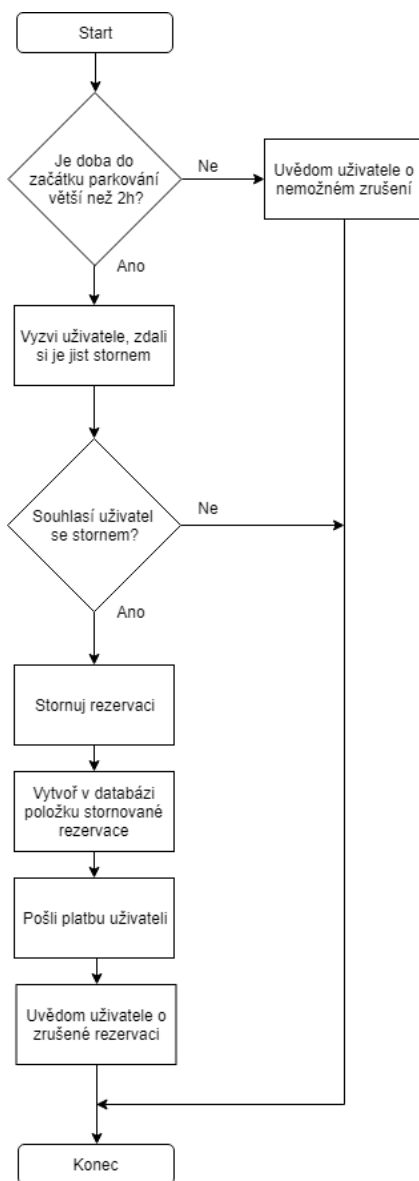


Obr. 24: Algoritmus založení rezervace

2.7.2 Funkce storno

V případě, že uživatel chce zrušit rezervaci, je k dispozici funkce storno. Systém nejdříve otestuje, zdali je doba do rezervace větší než dvě hodiny. Pokud ne, uvědomí uživatele o nemožném stornu rezervace. V opačném případě je uživatel znovu vyzván, jestli se stornem souhlasí. Tím se zabrání rušení rezervace při nechtěném kliku na tlačítko „storno“ v aplikaci. Následně se rezervace stornuje a v databázi se vytvoří položka zrušené rezervace pro možné

sledování počtu rušených rezervací a taktéž se v systému parkoviště přičte jedno místo do volné kapacity parkoviště v daný čas. Dále se uživateli pošle příslušná částka, kterou za rezervaci zaplatil a uživatel se uvědomí o úspěšném zrušení. Algoritmus je na Obr. 25.



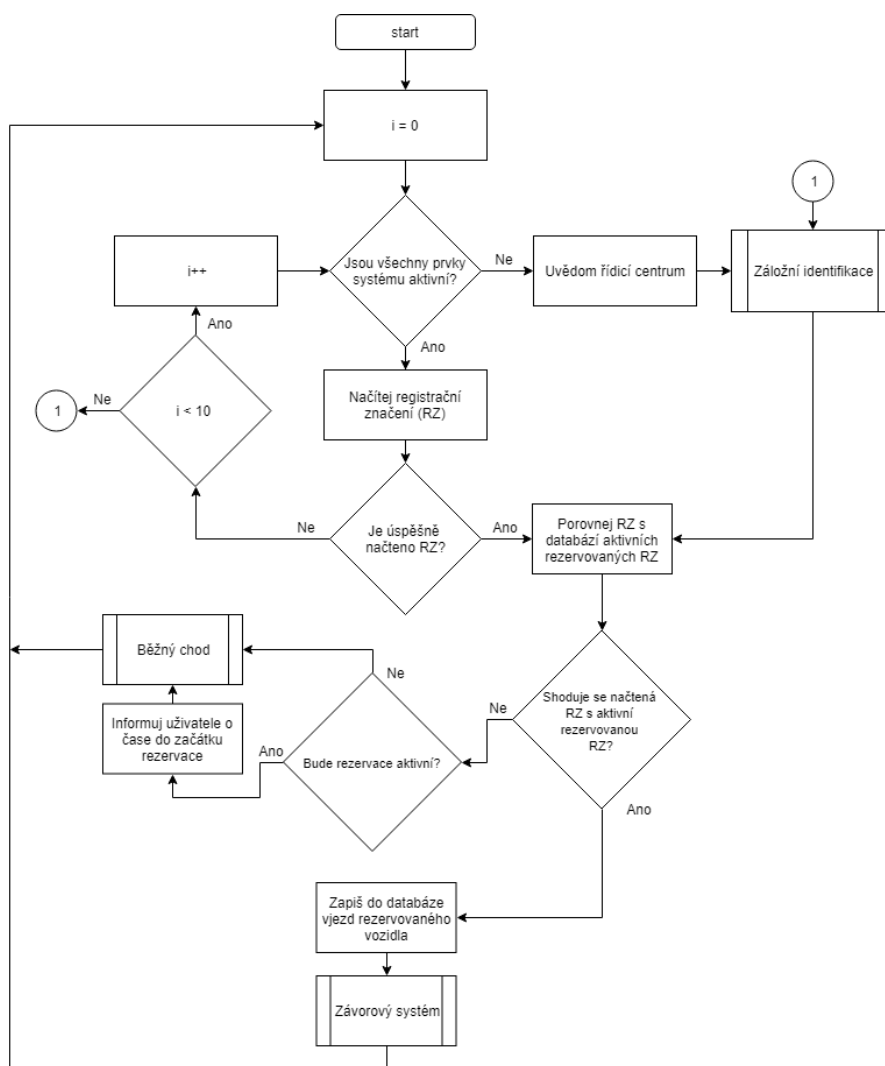
Obr. 25: Algoritmus storno rezervace

2.7.3 Funkce identifikace účastníka na vjezdu

Tato funkce identifikuje vozidlo na vjezdu parkoviště. Zpočátku systém kontroluje všechny prvky nutné pro identifikaci vozidel (tj. kamery a prvky spojené s řídicím systémem). Pokud některý z prvků připojen není, systém uvědomí řídicí centrum a spustí se program záložní identifikace. Záložní identifikace znamená, že uživatel musí ve vjezdovém nebo výjezdovém automatu načíst vygenerovaný QR kód při rezervaci nebo zadat ručním vstupem kód rezervace. Při načtení RZ vozidla se tato značka porovnává s aktivními rezervacemi v databázi. Pokud se

načtená RZ nenachází v aktivních rezervacích, systém zkontroluje, zdali rezervace aktivní v budoucnu bude. Jestliže ano, uživatel bude informován o čase do začátku rezervace a systém přejde do běžného chodu. Pokud systém vyhodnotí, že RZ v aktivních rezervacích nebude, systém přejde do běžného chodu.

Běžný chod umožňuje vjezd všem vozidlům na základě vydaného lístku, po stisku tlačítka na vjezdovém automatu. V případě, kdy je RZ v databázi aktivních rezervací, zaznamená se vjezd vozidla a bude mu umožněn vjezd pomocí závorového systému, který řídí závory a návěstidla. Do databáze se zaznamenávají všechny vjezdy vozidla. Algoritmus je na Obr. 26.

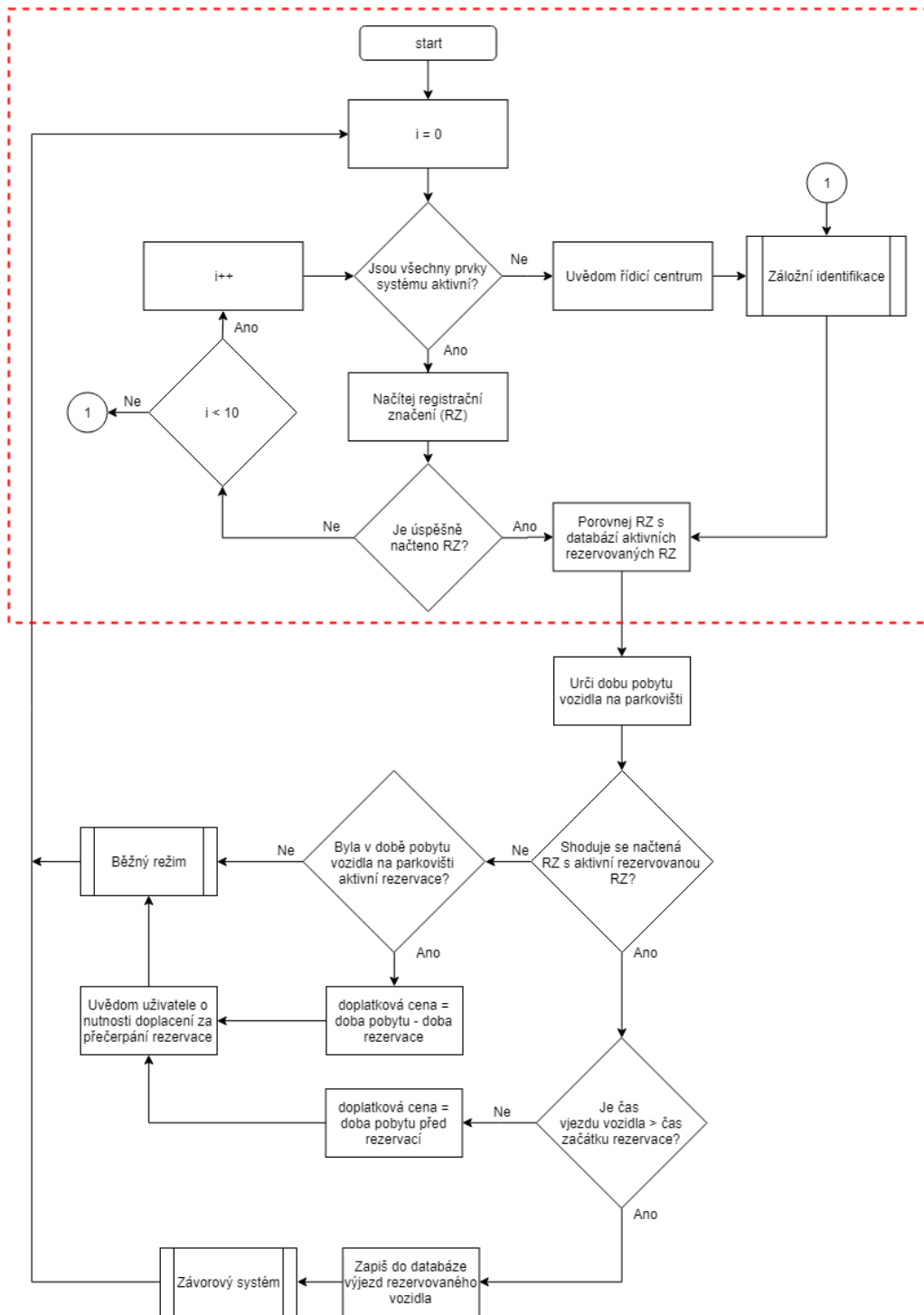


Obr. 26: Algoritmus identifikace účastníka na vjezdu parkoviště

2.7.4 Funkce identifikace účastníka na výjezdu

Tento algoritmus (Obr. 27) identifikuje vozidlo na výjezdu z parkoviště. Bloky v červeně čárkované oblasti jsou shodné s bloky v algoritmu identifikace účastníka na vjezdu v kap. 2.7.3.

V další části algoritmu se určuje doba pobytu vozidla na parkovišti. Pokud se načtená RZ neshoduje s aktivní rezervovanou RZ, systém určuje, zdali byla v době pobytu vozidla na parkovišti aktivní rezervace. Pokud ne, systém bude fungovat v běžném chodu, kdy v tomto případě čeká na načtení čárového kódu, který uživatel obdržel při příjezdu. Pokud byla v době pobytu vozidla na parkovišti rezervace aktivní, systém vypočte doplčkovou cenu, která je rovna době pobytu vozidla na parkovišti snižená o dobu rezervace. Dále musí systém uživatele uvědomit o nutném doplacení částky za případné přečerpání rezervace a poté v tomto případě přejde do běžného chodu, kdy vozidlu není umožněn výjezd do doby, než zaplatí požadovanou částku. V opačném případě, pokud se načtená RZ shoduje s aktivní rezervovanou RZ, systém určí, zdali vozidlo na parkovišti nevjelo před začátkem rezervace. Pokud ne, umožní vozidlu výjezd, zapíše jeho výjezd do databáze a spustí závorový systém, který řídí závory a návěstidla. Pokud vozidlo vjelo před začátkem rezervace, systém vypočte doplčkovou cenu, která bude rovna době pobytu před začátkem rezervace, uvědomí uživatele o nutném doplacení a systém přejde do běžného chodu.



Obr. 27: Algoritmus identifikace účastníka na výjezdu parkoviště

3 Implementace na webové prostředí

Cílem této kapitoly je navrženou aplikaci implementovat na webové prostředí. Implementují jen webové algoritmy související s rezervačními systémy, algoritmy parkoviště už však ne, protože jsou součástí řídicího systému parkoviště. Pro programování a testování aplikace bude využit simulovaný server a pro testování v reálném prostředí bude program umístěn na server s hostingem od soukromého poskytovatele.

3.1 Konfigurace lokálního serveru

Pro spuštění lokálního serveru použijí volně stažitelný simulátor WAMP server, který využívá nejpoužívanější webový server Apache. Spuštění lokálního serveru je s tímto softwarem velice jednoduché a stačí pouze v nastavení založit nový projekt, který automaticky spustí simulovaný server. Pro tuto práci je využita verze Apache 2.4 a verze PHP 7.2 (dostupné z [16]). Jako operační systém je pro vývoj zvolen Microsoft Windows 10.

3.2 Konfigurace vývojového prostředí

Pro tuto práci používám vývojové prostředí NetBeans 8.2 (dostupné z [17]), ve kterém bude naprogramována celá aplikace v jazycích HTML, CSS, JavaScript a PHP. Pro spojení vývojového prostředí a simulovaného serveru je nutné vytvořit v prostředí nový projekt a nastavit mu cestu do kořenové složky lokálního serveru. Po tomto základním nastavení je prostředí připraveno k vývoji aplikace.

3.3 Popis obsažených souborů aplikace

Pro lepší orientaci mezi soubory celého projektu byla vytvořena tabulka č. 10, která obsahuje tematické rozčlenění zdrojového kódu do souborů.

Tab. 10: Popis souborů obsažených v projektu

Název složky	Název souboru	Popis
Složka „templates“	homepage.twig layout.twig atd.	Soubory šablonovacího systému obsahující HTML stránky.
Složka „class“	Main.php, Data.php, Controller.php	Soubory serverové části obsahující hlavní třídy a jejich metody.
Složka „config“	ajax.php	Řízení požadavků asynchronního JavaScriptu.
Složka „js“	Main.js	Hlavní zdrojový kód pro JavaScript, který obsahuje rezervace, přihlášení, registraci atp.
	Accessories.js	Zdrojový kód pomocných funkcí pro JavaScript jako např. Google Maps.
Složka „scss“	Main.scss	Hlavní zdrojový kód kaskádových stylů, který se později kompiluje do souborů s příponou *.css
	Variables.scss	Proměnné pro kaskádové styly.
Složka „libs“	Remodal, moment, vivify, atd.	Knihovny využité v projektu.
Složka „img“	*.gif, *.png	Obrázky a grafické prvky projektu (Logo atd.).

3.4 Struktura databáze

Pro tuto práci využívám databázi Firebase. Je to NoSQL databáze (nevyužívá standardizovaný strukturovaný dotazovací jazyk), je cloud-hosted (hostovaná cloudem) a umožňuje ukládat a čerpat data v reálném čase. Databáze je uložena ve formátu JSON. Na Obr. 28 je celá struktura databáze, se kterou pracuje rezervační systém.



Obr. 28: Struktura databáze rezervačního systému

Databáze obsahuje sedm hlavních uzlů (z angl. Nodes). Uzly s popisy byly vypsaný do tabulky č. 11.

Tab. 11: Hlavní uzly databáze

Název uzlu	Obsah uzlu
<i>cancelled</i>	Stornované (zrušené) rezervace.
<i>parkingPlaces</i>	Parkovací místa.
<i>preReservations</i>	Před-rezervace.
<i>reservations</i>	Vytvořené rezervace.
<i>users</i>	Registrovaní uživatelé rezervačního systému.
<i>active</i>	Aktivní rezervace.
<i>expired</i>	Vypršené rezervace.

Všechny hlavní uzly samozřejmě také obsahují pod-uzly (z angl. Child Nodes). U uzlu „users“ to jsou unikátní uživatelský identifikátor a informace o účtu jako: jméno, příjmení, e-mail, telefonní číslo atp. Důležitým údajem u každého uživatele je prvek „autofill“. Tento prvek určuje, zdali chce uživatel automaticky vyplňovat rezervační formulář svými údaji. U uzlu „reservation“ je to unikátní identifikátor rezervace a ten obsahuje údaje o vytvořené rezervaci jako: parkovací místo, datum a čas příjezdu, datum a čas odjezdu, identifikátor uživatele, který rezervaci vytvořil atp. Pokud rezervaci vytvořil neregistrovaný uživatel, bude

identifikátor uživatele uložen s hodnotou *NULL*. Všechny ostatní uzly a pod-uzly je možné vidět na Obr 28.

3.5 Implementace grafického návrhu

Navržené grafické uživatelské rozhraní je nutné v přesné podobě naprogramovat na webové prostředí. Pro strukturu stránky se využívá jazyk HTML a pro stylování jednotlivých elementů se využívá CSS (kaskádové styly). CSS je možné z části převzít z návrhu v grafickém programu Adobe Photoshop. To znamená, že se některé části navržené stránky (stíny, barvy, velikosti písem atp.) dají vyexportovat do CSS podoby. Export je možný jen pro CSS, HTML strukturu a prvky nelze exportovat a je nutné je naprogramovat. V této kapitole budou uvedeny jen části zdrojových kódů webové aplikace z důvodu rozsahu práce. Zdrojové kódy celého projektu je možné nalézt v Příloze B.

3.5.1 Hlavní rezervační formulář

Jako příklad uvedu část zdrojového kódu struktury a stylování hlavního formuláře pro vytvoření rezervace. Ukázka části struktury HTML je na Obr. 29.

```
{# HLAVNÍ REZERVAČNÍ FORMULÁŘ #}
<div class="col-12" style="margin-top: 60px">
  <form class="form-main" action="#">
    <div class="row d-flex justify-content-center">
      <div style="max-width: 650px; padding: 0 15px;" class="col-12">
        <div class="row">
          <div class="col-12">
            <h1 class="heading--small">Kontaktní informace</h1>
          </div>
          {# UŽIVATELSKÉ VSTUPY #}
          <div class="form-group col-md-12 col-lg-6 ">
            <label for="name">Křestní jméno <span class="text--red">*</span></label>
            <input type="text" class="form-control" id="name" name="reservation_name" placeholder="Jméno">
          </div>
          <div class="form-group col-md-12 col-lg-6 ">
            <label for="surname">Příjmení <span class="text--red">*</span></label>
            <input type="text" class="form-control" id="surname" name="reservation_surname" placeholder="Příjmení">
          </div>
          <div class="form-group col-md-12 col-lg-6 ">
            <label for="email">E-mail <span class="text--red">*</span></label>
            <input type="email" class="form-control" id="email" name="reservation_email" placeholder="E-mail">
          </div>
          <div class="form-group col-md-12 col-lg-6 ">
            <label for="tel">Telefonní číslo <span class="text--red">*</span></label>
            <input type="tel" class="form-control" id="tel" name="reservation_tel" placeholder="Telefonní číslo">
          </div>
          <div class="form-group col-md-12 col-lg-6 ">
            <label for="licencePlate">Registrační značka vozidla (SPZ) <span class="text--red">*</span></label>
            <input type="text" class="form-control" id="licencePlate" name="reservation_IP" placeholder="Registrační značka">
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </form>
</div>
```

Obr. 29: Ukázka části struktury HTML hlavního rezervačního formuláře

Na obrázku je viditelná struktura HTML, tj. jednotlivé „tagy“ obsahující CSS třídy atd. Pro příklad si uvedeme stylování třídy s názvem „form--main“, která styluje rezervační formulář. Zdrojový kód této třídy je uveden na Obr. 30.

```
// HLAVNÍ REZERVAČNÍ FORMULÁŘ
.form--main {
  .form-group {
    margin-top: 20px;
    padding-left: 20px;
    padding-right: 20px;
  }

  input, textarea {
    caret-color: $blueMain;
    border: 1px solid $inputBorder;
  }

  input:focus, textarea:focus {
    border: 1px solid $blueMain;
  }

  #comments {
    height: 100px;
    resize: none;
  }
}
```

Obr. 30: Ukázka stylování rezervačního formuláře kaskádovými styly

Ze zdrojového kódu je viditelné, že měníme odsazení, šířky, výšky a okraje jednotlivých částí formuláře. Po spuštění a kompilaci zdrojového kódu si můžeme výsledný vzhled formuláře prohlédnout v námi zvoleném internetovém prohlížeči. Ukázka z prohlížeče Google Chrome je na Obr. 31.

Res & Park

HLAVNÍ STRÁNKA REZERVACE JAK TO FUNGUJE? KONTAKT

Přihlásit Registrovat

Detaily → Platba → Dokončení

1 → 2 → 3

Kontaktní informace

Křestní jméno *

Příjmení *

E-mail *

Telefonní číslo *

Registrační značka vozidla (SPZ) *

Detaily rezervace

Datum příjezdu *

Čas příjezdu *

Datum odjezdu *

Čas odjezdu *

Obr. 31: Ukázka implementovaného návrhu rezervačního formuláře v prohlížeči

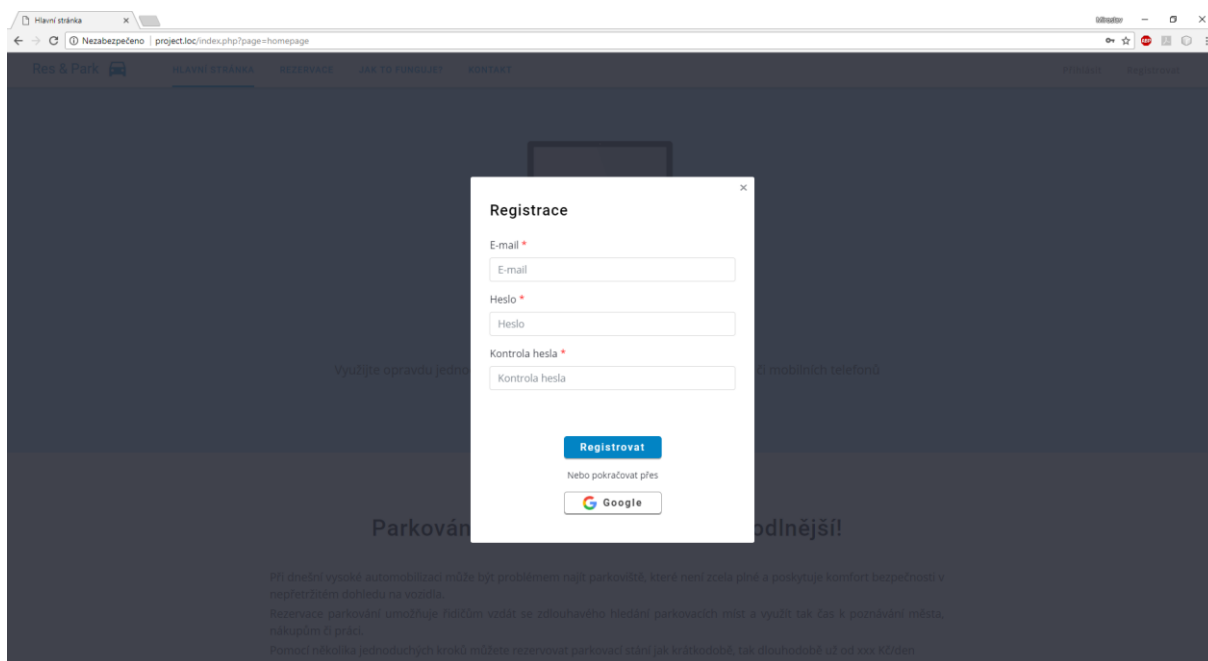
Velmi užitečnou funkcí grafických programů je export CSS stylů vytvořených objektů. V této práci (program Adobe Photoshop) byl tento export využit například pro přesnou vizualizaci stínů za tabulkou cen. Návrh této tabulky je v kap. 2.6.3.

3.6 Implementace navržených funkcí

V této kapitole budou uvedeny části a krátký popis zdrojových kódů hlavních navržených funkcí. Zdrojové kódy všech implementovaných funkcí je možné nalézt v Příloze B. Komentáře u zdrojových kódů v Příloze B jsou psány v anglickém jazyce. Pro uvedení čtenáře této práce do problematiky, byly komentáře zde v práci přepsány do českého jazyka.

3.6.1 Funkce registrace

Funkce registrace uživatele do systému odpovídá $f_{2.1}$ v kap. 1.1.7. Tato funkce umožňuje uživateli vytvořit nový účet na základě třech povinných údajů (e-mail, heslo a potvrzení hesla). Grafická podoba registračního formuláře v internetovém prohlížeči je na Obr. 32.



Obr. 32: Grafická podoba implementovaného registračního formuláře

Uživatel má taktéž možnost místo registrace využít přihlášení pomocí účtu Google. V případě, kdy této možnosti nevyužije je nucen registrovat nový účet. Ukázka zdrojového kódu v jazyce JavaScript, který registruje uživatele je na Obr. 33.

```

1094 //Registrace uživatele tlačítkem
1095 $(DOM.makeRegistrationBtn).click(function (e) {
1096     e.preventDefault();
1097     //Získání dat z formuláře
1098     var formData = $(DOM.form_registration).serialize();
1099     //Odešli data PHP
1100     if (formData) {
1101         resCtrl.ajaxPost('../config/ajax.php', formData)
1102             //Pokud jsou data v pořádku
1103             .then(function (json) {
1104                 //parse JSON
1105                 var data = JSON.parse(json);
1106                 //Pokud z PHP nejsou žádné errorry
1107                 if (data.errors.length === 0 && data.data.length === 2) {
1108                     //registruj uživatele
1109                     resCtrl.registerUser(data.data[0], data.data[1])
1110                         //vše v pořádku -> zobraz úspěšnou akci uživateli
1111                         .then(function (data) {UICtrl.setMainMessage(data);})
1112                         // pokud chyba, zobraz ji uživateli
1113                         .catch(function (data) {
1114                             var translatedMessage = UICtrl.firebaseErrorTranslator(data);
1115                             UICtrl.setModalMessage(translatedMessage, $(DOM.form_registration_errBox), 'red');
1116                         });
1117                 } else {
1118                     //chyby z PHP
1119                     UICtrl.setModalMessage(data.errors, $(DOM.form_registration_errBox), 'red');
1120                 }
1121             })
1122             //Zobraz uživateli chyby
1123             .catch(function () {
1124                 UICtrl.setModalMessage('Chyba požadavku, zkuste to prosím znovu', $(DOM.form_registration_errBox), 'red');
1125             });
1126     }
1127 });

```

Obr. 33: Ukázka zdrojového kódu pro registraci uživatele

Jednotlivé řádky zdrojového kódu obsahují komentáře o jejich významu. Zde je nutno zdůraznit řádek č. 1109 na Obr. 33, který volá metodu registrace. Zdrojový kód této metody je na Obr. 34.

```

477 //Registrace uživatele
478 registerUser: function (email, password) {
479     var message;
480     if (email && password) {
481         return new Promise(function (resolve, reject) {
482             //Vytvoření uživatele
483             firebase.auth().createUserWithEmailAndPassword(email, password)
484                 .then(function (user) {
485                     //Uložení uživatele do databáze
486                     saveUserToDatabase(user.uid, user.email);
487                     // Automatické přihlášení
488                     resolve('Nyní jste přihlášen');
489                 })
490                 // V případě chyby, odešli chybovou hlášku
491                 .catch(function (error) {
492                     reject(error.code);
493                 });
494             });
495     }
496 },

```

Obr. 34: Zdrojový kód metody pro registraci uživatele

Jako argument této funkce je nutné mít zkontrolovaný uživatelský e-mail a heslo například pomocí PHP. Pomocí metody „createUserWithEmailAndPassword“ se zkontroluje, zdali databáze uživatelů již neobsahuje požadovaný účet a následně se nový uživatel uloží do databáze. Pokud by nastala jakákoliv chyba (existující e-mail v databázi, problém s databází atp.) bude uživatel uvědomen chybovou zprávou.

3.6.2 Funkce založení rezervace

Další funkcí je založení rezervace. Tato funkce odpovídá f_{1.1} v kap. 1.1.2. Tato funkce umožňuje vytvořit novou rezervaci v systému na základě vyplnění povinných údajů v rezervačním formuláři a zaplacení vypočtené částky za dobu parkování. Část rezervačního formuláře je na Obr. 31 a celý návrh je v Příloze A. Po kliku na tlačítko platba v rezervačním formuláři se spustí událost rezervace. Zdrojový kód této události je na Obr. 35.

```
1166 |   $(DOM.reservationBtn).click(function (e) {  
1167 |       e.preventDefault();  
1168 |       //Zkontroluj vyplnění formuláře  
1169 |       if (UICtrl.checkMainFormData()) {  
1170 |           //Zjistí UID uživatele, pokud existuje, jinak NULL  
1171 |           resCtrl.getUserUID().then((uid) => {  
1172 |               //Získání dat z formuláře  
1173 |               var formData = UICtrl.getMainFormData(uid);  
1174 |               // Kontrola validity času, tzn. čas příjezdu nesmí být starší než čas odjezdu atp.  
1175 |               var dateTimeValidity = resCtrl.checkTimeValidity(formData.reservation_dateTimeIn, formData.reservation_dateTimeOut);  
1176 |  
1177 |               if (dateTimeValidity) {  
1178 |                   // Zobraz uživateli načítání  
1179 |                   $(DOM.reservationBtn).html('<div id="loader"></div>');  
1180 |                   //Vytvoř před-rezervaci  
1181 |                   resCtrl.checkUserReservation(formData);  
1182 |               } else {  
1183 |                   $(DOM.res_errMsg).html('Čas a datum příjezdu nemůže být později, než čas a datum odjezdu!');  
1184 |               }  
1185 |           });  
1186 |       } else {  
1187 |           $(DOM.res_errMsg).html('Žádné pole nesmí být prázdné!');  
1188 |       }  
1189 |   });
```

Obr. 35: Zdrojový kód události klik na tlačítko rezervace

Jednotlivé řádky zdrojového kódu obsahují komentáře o jejich významu. Je velice důležité zdůraznit řádek č. 1181 na Obr. 35, který volá hlavní metodu kontroly uživatelem požadované rezervace. Zdrojový kód této metody je na Obr. 36.

```

297 checkUserReservation: async function (formResData) {
298     try {
299         //Data z databáze o místech
300         var placesObj = await getPlacesObj();
301         //Data z databáze o rezervacích
302         var reservationsObj = await getReservationsObj();
303         //Proved' join
304         var joined = joinResAndPlaces(placesObj, reservationsObj);
305         //Data z databáze o před-rezervacích
306         var preReservationsObj = await getPreReservationsObj();
307         //Zjistí volná místa na parkovišti ve zvolený čas
308         var freePlacesArray = getFreePlaces(formResData, joined);
309         //vypočítí cenu za parkování
310         var price = this.calculatePrice(formResData.reservation_dateTimeIn, formResData.reservation_dateTimeOut);
311
312         if (freePlacesArray !== null) {
313             // zkontroluj před-rezervace
314             var freePreResPlace = await checkPreReservations(formResData, preReservationsObj, freePlacesArray);
315             console.log(freePreResPlace);
316
317             if (freePreResPlace !== null) {
318                 // Vytvoř před-rezervaci
319                 makePreReservation(formResData, freePreResPlace, price).then((preResID) => {
320                     var sessionObj = {};
321                     sessionObj[preResID] = formResData;
322                     //Odešli data do PHP
323                     setSessionData(JSON.stringify(sessionObj)).then(() => {
324                         //Přesměruj uživatele na stránku platby
325                         window.location.replace("?page=paycheck");
326                     });
327                 });
328             } else {
329                 throw 'V tomto termínu nejsou žádná volná místa';
330             }
331         } else {
332             throw "V tomto termínu nejsou žádná volná místa";
333         }
334     } catch (err) {
335         alert(err);
336     }
337 },

```

Obr. 36: Zdrojový kód metody kontroly a vytvoření rezervace

Tento algoritmus kontroluje, zdali uživatelem zvolený čas příjezdu a odjezdu není na parkovišti blokován. Dále kontroluje všechny vytvořené rezervace, před-rezervace, aktivní rezervace a pokud uživatelem zvolený čas není kolizní s jinou vytvořenou rezervací, je vytvořena před-rezervace a uživatel je přesměrován na stránku platby. Po úspěšné platbě je vytvořena rezervace a před-rezervace vymazána. Pokud uživatel nezaplatí do deseti minut od vytvoření před-rezervace, už mu dále nebude umožněna platba a před-rezervace bude vymazána.

3.7 Implementace projektu na hosting s doménou

Posledním krokem před testováním aplikace v reálném provozu je její umístění na soukromý hosting s registrovanou doménou, aby byla stránka přístupná uživatelům internetu. Tuto aplikaci pro účely testování umístím na hosting od firmy WEDOS s doménou www.miroslavkrnac.cz. Je to hosting, který využívám k osobním účelům a rezervační aplikaci vložím jako subdoménu s názvem resandgo.miroslavkrnac.cz.

Pro vložení vytvořené aplikace na hosting s doménou je nutné se připojit na FTP server poskytovatele a pouze zkopírovat vytvořené soubory se zdrojovými kódy do tohoto umístění.

4 Analýza spolehlivosti

Analýza spolehlivosti se zabývá situacemi a následným chováním systému při poruchách, výpadcích a nefunkčnosti komponent systému. V této kapitole jsou uvažovány jen poruchy z hlediska rezervačního systému a řídicí jednotky. Poruchy a chování systému v případě poruch detektorů a aktorů na parkovišti zde řešit nebudou.

4.1 Typy poruch

Server posílá informace na parkoviště při každé události v databázi rezervací související s parkovištěm a pro větší spolehlivost si řídicí jednotka v pětiminutových intervalech dodatečně stahuje případné změny rezervací. V případě poruchy komunikace serveru s parkovištěm bude mít parkoviště potřebná data k umožňování vjezdů a výjezdů vozidlům. Po opětovném spojení si řídicí jednotka data automaticky aktualizuje. Řídicí jednotka bude zrcadlena na záložní PC pro případ její nefunkčnosti. Výpadek nesmí pro správnou funkci systému být delší než půl hodiny, jinak se může stát, že účastník s čerstvou rezervací nebude vpuštěn na rezervaci, ale bude vpuštěn jako běžné vozidlo. K obnovení komunikace pak dojde pravděpodobně během parkování tohoto vozidla, to znamená, že si systém občerství data a nebude pak po účastníkovi vyžadovat placení nad rámec rezervace. Vlivem výpadku komunikace nebude možné ve stejný den rezervovat další vozidla na parkoviště po dobu výpadku.

V případě výpadku serveru není umožněna tvorba rezervací a rušení rezervací uživateli, ale parkoviště má uložena data z událostně zasílaných změn a z pravidelného občerstvovacího cyklu.

Správce parkoviště by měl mít možnost v rozhraní určit počet míst na parkovišti uvolněných k rezervacím. Toto omezení může být využito při plánovaných událostech (např. odstávka elektrické energie, pracovní činnost v místě parkoviště, údržba závorového systému atp.). V případě, že uživatel má vytvořenou dlouhodobou rezervaci v době plánované odstávky, bude mu navrácen podíl za dobu, kdy nebylo možné využívat parkoviště.

Další možnou poruchou je výpadek energie na parkovišti. Na parkovišti musí být instalován záložní zdroj energie, který bude napájet parkoviště po dobu poruchy. Pokud je vyčerpán i záložní zdroj energie, tak bude vjezd a výjezd vozidlům umožněn na základě ručního ovládání závorového systému pracovníkem parkoviště. V tomto případě je velice vhodné mít na parkovišti mobilní jednotku s aplikací pro záložní identifikaci vozidel. To znamená, že by mobilní jednotka měla možnost ručně či po načtení RZ vyhledat v databázi rezervaci

spárovanou s vozidly. Pro běžné uživatele vyhodnotí dobu parkování pracovník parkoviště z doby parkování na vydaném lístku po příjezdu. Spojení mobilní jednotky se serverem bude probíhat přes mobilní síť. Pokud by nastal takový případ, kdy by byl vyčerpán zdroj záložní energie a nefungovalo spojení serveru s mobilní jednotkou, budou vjezdy a výjezdy vozidly umožněny zdarma a bez jakékoliv kontroly s možností reklamace poplatku rezervovaných vozidel. Mobilní jednotka je však nad rámec této práce, a proto navržena nebude.

Všechny poruchy a výpadky spojení musejí být evidovány v řídicí jednotce.

4.2 Testování spolehlivosti aplikace

Testování aplikace probíhalo na několika zařízeních. Hlavním testovacím zařízením byl počítač. Testování probíhalo v několika prohlížečích. Z řad moderních prohlížečů to byly Google Chrome verze 66, Mozilla Firefox verze 60 a Microsoft Edge verze 42 (prohlížeče dostupné z [18], [19], [20]). Aplikace byla taktéž testována ve starším prohlížeči Internet Explorer verze 11. Ve všech těchto prohlížečích byly testovány implementované funkce, grafická implementace a taktéž zabezpečení celé aplikace v podobě zadávání příkazů do konzole prohlížečů. Pro simulaci mobilních zařízení bylo využito nástrojů pro vývojáře v prohlížeči Google Chrome. Dále byla aplikace testována na mobilním zařízení Xiaomi Redmi Note 4 s operačním systémem Android 7. Cílem testování spolehlivosti bylo ověření správnosti funkce algoritmů a grafického rozhraní na různých zařízeních.

Simulace platebních karet byla prováděna pouze kontrolou validity platební karty. Nebylo tedy vytvořeno žádné fiktivní konto, na kterém by se zaznamenávaly platby provedené uživatelem. Původně bylo uvažováno použití jedné z mnoha zabezpečených platebních bran pro simulaci plateb (např. GoPay), ale využívat těchto bran je možné pouze s protokolem HTTPS (z angl. Hypertext Transfer Protocol Secure), který však doména, na kterou je aplikace umístěna, nevyužívá. Doména využívá protokol HTTP (z angl. Hypertext Transfer Protocol), tudíž muselo být využito jen simulace validity platební karty a pokud byla karta validní, systém automaticky uživatele přeměroval na stránku dokončení, jako by zaplatil danou částku za rezervaci.

Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout a vytvořit plně funkční rezervační systém pro rezervaci parkovacích míst ve zvoleném hromadném parkovacím objektu ve webovém prostředí. Dalším z cílů této práce bylo nabytí teoretických a praktických zkušeností s rezervačními systémy využívanými v parkovacích objektech. Všechny uvedené cíle byly splněny.

Teoretická část práce byla zaměřena na rozbor funkcí rezervačních systémů spjatých s parkováním. Také byla provedena analýza kategorií parkování, analýza jednotlivých detektorů a aktorů používaných v parkovacích objektech v návaznosti na rezervační systémy.

V praktické části bylo cílem vyhledat vhodný parkovací objekt k navržení rezervačního systému. Ve vybraném objektu byly provedeny úpravy fyzických prvků pro správnou funkci rezervačního systému. Nutnými úpravami bylo přidání technologie automatického rozpoznání registrační značky pro bezobslužný vjezd a výjezd vozidel, úprava stávajících automatů umístěných na parkovišti pro možnost načtení vygenerovaných QR kódů a možnost ručního zadání kódu rezervace. Dále byla upravena řídicí jednotka parkoviště pro komunikaci s rezervačním serverem pomocí internetu.

V rámci navržení rezervačního systému byly zjištěny uživatelské potřeby, sestavena systémová architektura, navrženo grafické uživatelské rozhraní a navrženy algoritmy hlavních funkcí systému v podobě vývojových diagramů.

Navržené grafické uživatelské rozhraní spolu s algoritmy byly implementovány na webové prostředí a jako poslední část práce byla testována spolehlivost vytvořené webové aplikace spolu s analýzou možných poruch. Testování spolehlivosti probíhalo na několika zařízeních a taktéž byla zařízení simulována ve webovém prohlížeči. Byl simulován stav prázdného i plného parkoviště, dále byly simulovány úspěšné i neúspěšné platby za rezervace a komunikace serveru s řídicím systémem. Výsledkem práce je webová aplikace pro rezervaci parkovacích míst v hromadném parkovacím objektu Arkády Pankrác. Navržený systém pracoval dle předpokladů. Možným rozšířením systému v návazných pracích je implementace vynechaných funkcí systému, tj. funkce prodloužení rezervace a funkce statistického vyhodnocení rezervací. Dalším rozšířením může být vytvoření speciálního rozhraní pro správce parkoviště, který by v tomto rozhraní mohl manipulovat se všemi rezervacemi a například za účelem plánované odstávky parkoviště měl možnost znemožňovat vytváření rezervací. Možným rozšířením je taktéž vytvoření mobilní stanice pro komunikaci se serverem v případě

výpadku energie nebo v případě výpadku serveru na parkovišti nebo při výpadku spojení řídicí jednotky se serverem rezervačního systému.

Parkovací kapacity na parkovištích P+R v Praze jsou nedostatečné, taktéž parkovací kapacity v centru města. Rezervační systémy zvyšují komfort parkování a tato práce ukázala, že není nikterak složité vytvořit rezervační systém a realizace této práce by mohla zvýšit kvalitu života současné společnosti.

Seznam použitých zdrojů

Knihy

- [1] Příbyl, P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 184 s. ISBN 80-01-03122-5.
- [2] Příbyl, P. Svítek, M: Inteligentní dopravní systémy. Praha: BEN – technická literatura, 2001, 543 s. ISBN 80-7300-029-6.
- [3] Svítek, M: Telematika nad dopravními sítěmi. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2004, 263 s., ISBN 80-01-03087-3.

Internetové zdroje

- [4] Padělek, Tomáš. Provoz a projektování místních komunikací: Doprava v klidu [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.lss.fd.cvut.cz/Members/langr/2010-drup/2010-drup-2-pdf/at_download/file
- [5] Řezáč, Miloslav. Dopravní stavitelství [online]. [cit. 28.05.2018]. Dostupné z: http://fast10.vsb.cz/rezac/download/dsn/PG3-pruzkumy_stat_d.pdf
- [6] Krnáč, Miroslav. Bakalářská práce: Návrh dopravního informačního systému pro hromadné parkovací objekty [online]. [cit. 12.02.2018]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66093/F6-BP-2016-Krnac-Miroslav-BP.pdf?sequence=-1>
- [7] Dobrovolný, Martin. Rychlý algoritmus rozpoznání registračních značek vozidel [online]. [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/15_2009/Dobrovolny.pdf
- [8] Cross Zlín. Informační tabule v Izmiru [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: https://img.ihned.cz/attachment.php/990/69682990/NsdUt8FBv9fg4JW65GADVtMzuwqOQxec/InformaTnA-_tabule_v_Izmiru.jpg
- [9] Automatic Number Plate Recognition System in India. SolutionsHead Global Services | IT Consulting, Industry Automation Solutions, Inside Sales, B2B Lead Generation Services [online]. Copyright ©2011 [cit. 18.02.2018]. Dostupné z: <https://www.solutionshead.in/industry-solutions/management-solutions/automatic-number-plate-recognition-system>

- [10] Návrh uživatelského rozhraní webové aplikace. Grafická a multimediální laboratoř VŠE [online]. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://gml.vse.cz/data/oppa-webdesign/ui.html>
- [11] UML – Use Case Diagram. itnetwork.cz - Ajt'ácká sociální síť a materiálová základna pro C#, Java, PHP, HTML, CSS, JavaScript a další. [online]. Copyright © 2018 itnetwork.cz. Veškerý obsah webu [cit. 26.03.2018]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/navrh/uml/uml-use-case-diagram>
- [12] The world's leading software development platform · GitHub [online]. [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: https://github.com/eladj/detectParking/blob/master/docs/parking_lot_img1.jpg?raw=true
- [13] Google Fonts. Google Fonts [online]. [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <https://fonts.google.com/>
- [14] Arkády Pankrác – Parkování. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.arkady-pankrac.cz/cz/parkovani>
- [15] Google Maps [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Ark%C3%A1dy+Pankr%C3%A1c/@50.0504276,14.4362481,15.5z/data=!4m5!3m4!1s0x470b9475c2cdd8d3:0x8e5841b8592eab6!8m2!3d50.0511247!4d14.4372958>

Použitý software

- [16] WampServer, la plate-forme de développement Web sous Windows - Apache, MySQL, PHP. WampServer, la plate-forme de développement Web sous Windows - Apache, MySQL, PHP [online]. Dostupné z: <http://www.wampserver.com/en/>
- [17] NetBeans. [online]. Copyright © 2018, Oracle Corporation and [cit. 28.05.2018]. Dostupné z: <https://netbeans.org/>
- [18] Chrome Web Browser. Google [online]. Dostupné z: <https://www.google.com/chrome/>
- [19] Mozilla Firefox Web Browser [online]. Copyright ©1998 [cit. 28.05.2018]. Dostupné z: <https://www.mozilla.org/cs/firefox/new/>
- [20] Prohlížeč webu pro Windows 10 | Microsoft Edge. Microsoft Corporation [online]. Copyright © Microsoft 2018 [cit. 28.05.2018]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/cs-cz/windows/microsoft-edge>

Seznam obrázků

Obr. 1: Funkce rezervačních systémů.....	9
Obr. 2: Hierarchická struktura systému.....	15
Obr. 3: Ultrazvukový detektor [6]	19
Obr. 4: Vyhodnocování stavu obsazenosti pomocí videodetekce [12]	19
Obr. 5: Funkční prvky ALPR (upraveno) [9].....	20
Obr. 6: Indikace volného místa (foto pořízeno v OC Florentinum, 2018 Praha).....	22
Obr. 7: Venkovní proměnná informační tabule [8]	23
Obr. 8: Ukázka aplikace Go & Fly	24
Obr. 9: Ukázka aplikace Mr. Parkit.....	25
Obr. 10: Ukázka aplikace Air-Parking	26
Obr. 11: Ukázka aplikace Toronto Pearson parking.....	27
Obr. 12: Poloha a širší vztahy hromadného parkovacího objektu Arkády Pankrác [15]	30
Obr. 13: Use Case diagram funkce rezervačního systému	33
Obr. 14: Výčet vytvořených (bílá barva) a vynechaných funkcí (šedá barva) systému	34
Obr. 15: Stavový diagram rezervace	35
Obr. 16: Příklad rezervace ve formátu JSON.....	37
Obr. 17: Informační architektura webové aplikace s nepřihlášeným uživatelem.....	38
Obr. 18: Informační architektura webové aplikace s přihlášeným uživatelem	39
Obr. 19: Návrh menu.....	40
Obr. 20: Návrh zápatí	40
Obr. 21: Návrh formuláře pro rezervaci	41
Obr. 22: Návrh výpisu provedených rezervací.....	42
Obr. 23: Návrh tabulky ceníku rezervací	42
Obr. 24: Algoritmus založení rezervace	45
Obr. 25: Algoritmus storno rezervace	46
Obr. 26: Algoritmus identifikace účastníka na vjezdu parkoviště.....	47
Obr. 27: Algoritmus identifikace účastníka na výjezdu parkoviště.....	49
Obr. 28: Struktura databáze rezervačního systému	52
Obr. 29: Ukázka části struktury HTML hlavního rezervačního formuláře	53
Obr. 30: Ukázka stylování rezervačního formuláře kaskádovými styly	54
Obr. 31: Ukázka implementovaného návrhu rezervačního formuláře v prohlížeči	54
Obr. 32: Grafická podoba implementovaného registračního formuláře.....	55

Obr. 33: Ukázka zdrojového kódu pro registraci uživatele	56
Obr. 34: Zdrojový kód metody pro registraci uživatele	56
Obr. 35: Zdrojový kód události klik na tlačítko rezervace	57
Obr. 36: Zdrojový kód metody kontroly a vytvoření rezervace	58

Seznam tabulek

Tab. 1: Funkce rezervačních systémů.....	10
Tab. 2: Možnosti plateb	12
Tab. 3: Typy detektorů a jejich možné umístění v parkovacím objektu	18
Tab. 4: Výhody a nevýhody aplikace Go & Fly.....	24
Tab. 5: Výhody a nevýhody aplikace Mr. Parkit.....	26
Tab. 6: Výhody a nevýhody aplikace Air-Parking	27
Tab. 7: Výhody a nevýhody aplikace Toronto Pearson parking	28
Tab. 8: Shrnutí funkcí a parametrů analyzovaných aplikací	28
Tab. 9: Pokrytí případů užití funkcemi rezervačního systému.....	33
Tab. 10: Popis souborů obsažených v projektu	51
Tab. 11: Hlavní uzly databáze	52

Seznam příloh

Přílohy jsou k dispozici na přiloženém disku CD.

Příloha A: Návrh grafického uživatelského rozhraní (Obrázky ve formátu *.png)

Návrh.zip

Příloha B: Implementace na webové prostředí (Celý projekt)

Projekt.zip