



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Ing. Jan Šilar

**VYUŽITÍ MODERNÍCH INTELIGENTNÍCH DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ PŘI ŘEŠENÍ DOPRAVY V KLIDU**

**MODERN INTELLIGENT TRAFFIC SYSTEMS FOR PARKING
SOLUTIONS**

Disertační práce

2020

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady a součinnost pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji panu doc. Ing. Josefu Kocourkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování disertační práce. Velké poděkování patří rovněž panu doc. Ing. Ivanu Nagyovi, CSc. za cenné rady a konzultace v oblasti tvorby matematického modelu. Dále pak děkuji lidem ze společnosti Technická správa komunikací hl. m. Prahy, a.s. za poskytnutí materiálů a odborných konzultací. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat celé své rodině a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a k obhajobě disertační práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

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.

Nemám závažný důvod proti užití 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).

V Praze

.....

Podpis

Abstrakt

Klíčová slova: doprava v klidu, management parkování, smart parking, obsazenost parkovacích míst, predikce obsazenosti, model, podmíněná pravděpodobnost, odhad pravděpodobnosti, zóny placeného stání

Disertační práce se zabývá problematikou dopravy v klidu. Primárním cílem je nalezení vhodných způsobů, které by vedly ke zefektivnění systému dopravy v klidu. Zejména se jedná o zlepšení informovanosti řidičů za účelem maximálního využití stávajících kapacit parkovacích stání. To kromě výhod pro samotné řidiče přináší benefity v podobě snížení negativních vlivů na okolí právě při hledání volného parkovacího místa. Teoretická část popisuje současný stav problematiky v České republice i ve světě a v neposlední řadě také zahrnuje rešerši technologií využitelných pro dopravu v klidu.

Praktická část představuje v první části nový návrh pro uspořádání Zón placeného stání v Praze, který by kromě samotného zjednodušení principu a rozšíření na celé území Prahy přinesl výraznější regulaci parkování a také nové možnosti pro monitorování obsazenosti parkovacích míst. Dále se praktická část zaměřuje na využití dostupných technologií pro maximální efektivitu systému, a také návrh modelu pro predikci pravděpodobnosti zaparkování v oblastech, kde není možné efektivně použít žádnou z dostupných technologií. Predikce je v rámci modelu založena na zatřídění jednotlivých oblastí, tak aby byla v první fázi ověřena jeho použitelnost pro vybrané oblasti. Model byl kalibrován na základě měření dat obsazenosti v různých oblastech a následně verifikován. První výsledky ukázaly, že navržený model má potenciál pro využití v praxi.

Abstract

Key words: parking, parking management, smart parking, availability of parking places, availability prediction, model, conditional probability, probability estimation, parking zones

The thesis deals with the issue of parking in the cities. The primary aim is to find suitable ways that would lead to a more efficient parking systems. Particularly, it is about improving the awareness of drivers in order to make maximum use of existing parking spaces. In addition to the benefits for the drivers themselves, this brings benefits in the form of reducing the negative effects on the environment when the drivers are looking for available parking places. The theoretical part describes the current state of parking in the Czech Republic and all over the world and, last but not least, a search of technologies usable for parking.

In the first part of the practical part is presented a new proposal for the organization of parking zones in Prague, which, in addition to simplifying the principle and extending it to the whole territory of Prague, would bring more significant regulation of parking and new opportunities for monitoring the occupancy of parking spaces. Furthermore, the practical part focuses on the use of available technologies for maximum system efficiency, as well as the design of a model for predicting the probability of parking in areas where it is not possible to effectively use any of the available technologies. The prediction within the model is based on the classification of individual areas, so that in the first phase its applicability for selected areas is verified. The model was calibrated by measuring occupancy data in various areas and subsequently verified. The first results showed that the proposed model has the potential for use in practice.

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1. ÚVOD | 9 |
| 1.1 VÝCHODISKA A CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE | 11 |
| 2. TEORETICKÉ POZNATKY V OBLASTI DOPRAVY V KLIDU | 14 |
| 2.1 PARKOVACÍ POLITIKA | 14 |
| 2.2 ZÁKLADNÍ POJMY A NÁZVOSLOVÍ | 16 |
| 2.3 LEGISLATIVA..... | 18 |
| 2.4 MANAGEMENT DOPRAVY V KLIDU | 21 |
| 2.5 ANALÝZA DOSTUPNÝCH TECHNOLOGIÍ PRO MANAGEMENT DOPRAVY V KLIDU | 24 |
| 3. DOPRAVA V KLIDU V PRAZE | 33 |
| 3.1 ZÓNY PLACENÉHO STÁNÍ..... | 33 |
| 3.2 ZÁCHYTNÁ PARKOVIŠTĚ TYPU P+R..... | 44 |
| 3.3 NEREGULOVANÉ PARKOVÁNÍ MIMO ZÓNY PLACENÉHO STÁNÍ..... | 46 |
| 3.4 SHRNUTÍ SOUČASNÉHO SYSTÉMU DOPRAVY V KLIDU | 46 |
| 4. ZKUŠENOSTI Z OSTATNÍCH ČESKÝCH MĚST | 50 |
| 4.1 BRNO | 50 |
| 4.2 PÍSEK..... | 51 |
| 4.3 KOLÍN..... | 52 |
| 5. PŘÍKLADY DOBRÉ PRAXE ZE ZAHRANIČÍ..... | 53 |
| 5.1 VÍDEŇ..... | 53 |
| 5.2 AMSTERDAM | 57 |
| 5.3 SAN FRANCISCO..... | 57 |
| 5.4 SEATTLE | 58 |
| 5.5 KODAŇ | 59 |
| 6. NÁVRH NOVÉHO SYSTÉMU REGULACE DOPRAVY V KLIDU V PRAZE | 60 |
| 7. METODIKA A NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ PRO DOPRAVU V KLIDU | 75 |
| 7.1 MYŠLENKA A PRINCIP..... | 75 |
| 7.2 PODMÍNKY | 76 |
| 7.3 NÁVRH SYSTÉMU | 77 |
| 8. MODEL PREDIKCE PRAVDĚPODOBNOTI NALEZENÍ VOLNÉHO PARKOVACÍHO MÍSTA V OBLASTI | 82 |
| 8.1 PŘÍNOSY..... | 82 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 8.2 | NÁVRH A ANALÝZA PARAMETRŮ | 83 |
| 8.3 | POPIS APLIKOVANÉHO STATISTICKÉHO NÁSTROJE | 90 |
| 8.4 | POPIS MODELU A ODHADU PRAVDĚPODOBNOTI | 100 |
| 8.5 | VERIFIKACE MODELU..... | 107 |
| 9. | ZÁVĚR..... | 110 |
| 9.1 | TVORBA MODELU PRAVDĚPODOBNOTI NALEZENÍ VOLNÉHO PARKOVACÍHO MÍSTA | 110 |
| 9.2 | SHRNUTÍ | 111 |
| | LITERATURA..... | 113 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 115 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 118 |
| | PUBLIKAČNÍ ČINNOST DOKTORANDA | 119 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 123 |

Seznam použitých zkratek

| | |
|-----------------|--|
| ANPR | Automatické rozpoznávání registračních značek (“Automatic number-plate recognition”) |
| API | Rozhraní pro programovací aplikaci („Application Programming Interface“) |
| CIS | Centrální informační systém |
| CO ₂ | Oxid uhličitý |
| GPS | Globální družicový polohový systém („Global Positioning System“) |
| HMP | Hlavní město Praha |
| IAD | Individuální automobilová doprava |
| IoT | Internet věcí („Internet of Things“) |
| LED | Elektroluminiscenční dioda („Light-Emitting Diode“) |
| MČ | Městská část |
| MHD | Městská hromadná doprava |
| P+G | Parkoviště typu “Zaparkuj a jdi” (“Park and Go”) |
| P+R | Parkoviště typu “Zaparkuj a jed” (“Park and Ride”) |
| POP | Parkovací oprávnění |
| QR kód | Kód rychlé reakce (“Quick Response“) |
| RZ | Registrační značka vozidla |
| TSK | Technická správa komunikací hlavního města Prahy |
| VDZ | Vodorovné dopravní značení |
| VHD | Veřejná hromadná doprava |
| ZPS | Zóny placeného stání |

1. Úvod

V době, kdy pokračuje boj měst a obcí s přítomností velkého množství vozidel, je stále aktuálnější také otázka dopravy v klidu. Ulice nejenom v centrech jsou přeplněny parkujícími či odstavenými vozidly. Snaha dostat vozidla v co největší míře z ulic a volných prostranství, ať už realizací parkovacích domů či garáží, nebo formou restrikcí je patrná. Zároveň ale není vzhledem k současné situaci v dohledné době reálné, aby se situace výrazněji zlepšila. V prvním přiblížení lze obecně tvrdit, že vozidla ubývat nebudou, spíše naopak a prostory ani prostředky pro budování vícepatrových objektů (ať už v podzemí či nadzemí) nemohou vysokou poptávku po parkování pokrýt. Z různých dlouhodobých průzkumů vyplývá, že vozidlo se průměrně pohybuje 10 % času a zbylých 90 % je dočasně nebo trvale odstaveno. Z toho plynou velké plošné nároky pro dopravu v klidu. Podíváme-li se na situaci v Praze, tak dle hrubého odhadu je cca 20 % vozidel umístěno v garážích, 15 % v mimouličních prostorech a cca 65 % v uliční síti. Parkovací kapacita v ulicích tak tvoří významnou část z celkové kapacity ve městech, většina dostupných zdrojů uvádí právě 60 - 70 %. Je tedy nezbytně nutné zabývat se také optimalizací parkování vozidel v uliční síti.

Fakt, že parkování je závažným problémem připouští většina měst a zároveň je to obvykle také prezentováno nespokojenými občany. Zjednodušeně to znamená, že počet vozidel, která mají potřebu v území parkovat, nebo být odstavena, je vyšší než počet dostupných parkovacích míst. Zvyšováním stupně automobilizace se nedostatek parkovacích míst zvyrazňuje. Občany měst tento fakt znepokojuje ve více směrech. Jedinci, kteří v určité oblasti bydlí, jsou postiženi sníženým komfortem v podobě uspořádání uličního prostoru kvůli parkovacím místům (méně zeleně, prostoru pro pohyb pěších i cyklistů, apod.). Lidé, kteří potřebují v dané oblasti zaparkovat (ať už tu bydlí, nebo sem dojíždí) mají zase problém s hledáním parkovacích míst. Nejenom, že ujedou při této činnosti i několik kilometrů navíc, ale často jsou ve výsledku nuceni zaparkovat poměrně daleko od svého cíle.

Na tuto situaci reagují dopravní generely a územní plány konstatováním, že parkovací kapacity jsou nedostatečné, následně návrhem nových parkovacích ploch, příp. změnou koeficientu parkování, která se promítá do požadavku na novou výstavbu. To s sebou mimochodem přináší i nepříjemné situace, kdy je např. stavebník rodinného domu povinen zajistit parkovací plochu pro dva automobily na vlastním pozemku (což je jistě dobře myšlený požadavek) avšak paradoxně i v případě, kdy stavebník auto nemá a nechce.

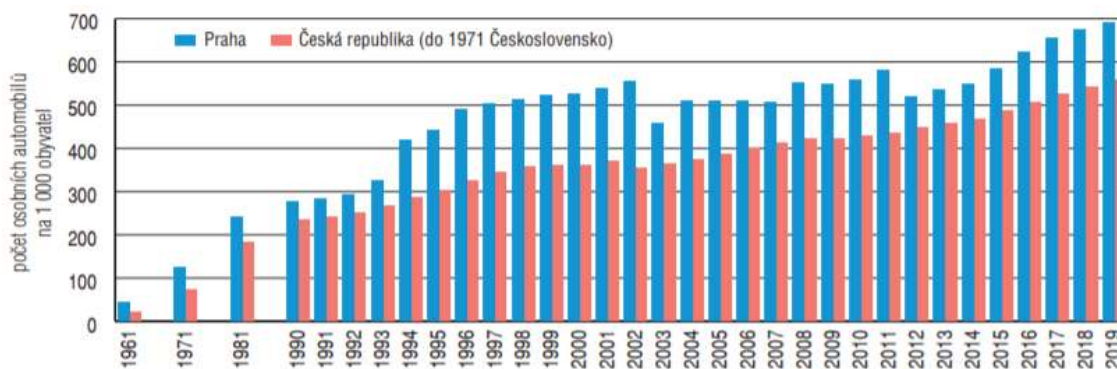
Zpět k tomu, co je zásadním problémem dopravy ve městech. Počet vozidel stále stoupá i díky své dostupnosti a pro většinu lidí je stále nepohodlnějším způsobem dopravy (i přes vyšší náklady, a často a delší cestovní časy). Tím ubývá cestujících v městské hromadné dopravě, což má za následek snížený výběr jízdného, vyšší provozní ztráty a vyšší požadavky na dotace

ze strany dopravních podniků. Tím pádem se hledají úspory v rušení spojů, v důsledku čehož klesá dopravní obslužnost a lidé jsou opět nuceni více využívat individuální automobilovou dopravu. Jedná se o ukázkový "začarovaný kruh", nebo lépe "spirálu", která zvyšuje požadavky na finanční dotace. Zajisté se nebudou opakovat zlaté časy MHD na konci 80. let, kdy v Praze přes 80 % cest bylo vykonáno právě městskou hromadnou dopravou a o zbytek se dělila individuální automobilová a pěší doprava – cyklisté v té době v Praze snad nebyli vůbec žádní. Dnes má Praha podíl MHD 42 % na celkovém počtu cest, 29 % cest je realizováno osobními vozidly (IAD), 2 % pokrývá kombinace MHD a IAD, 26 % cest je pěších a 1 % pokrývá cyklistická doprava. [1]

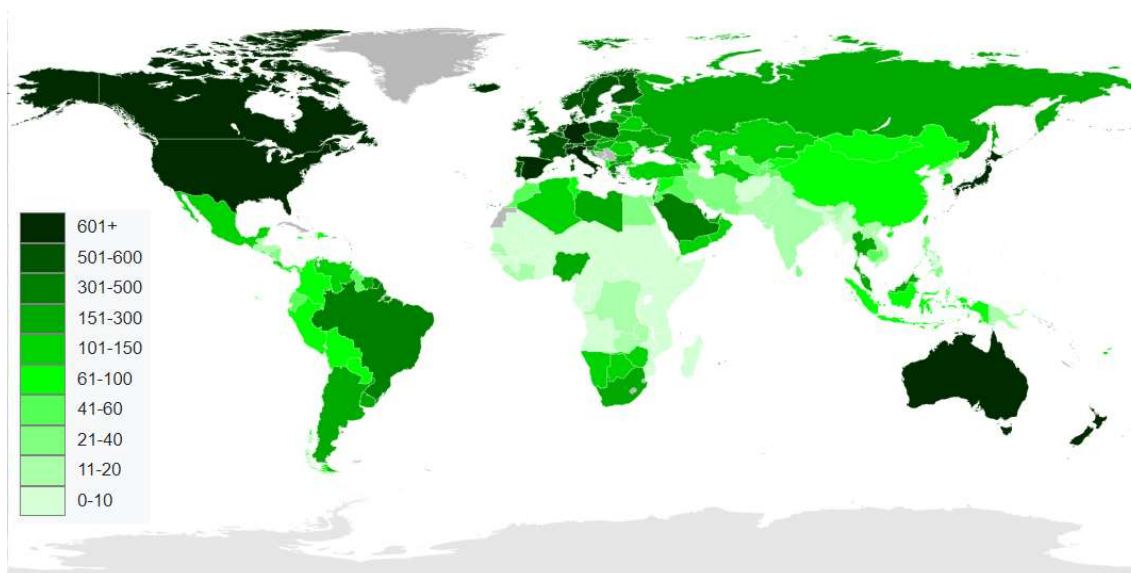
Nelze říct, že by v poslední době počet osob přepravených MHD výrazně stoupal. Stejná situace je ve většině českých měst s tím rozdílem, že význam MHD v nich není tak zásadní jako v Praze.

Jenom pro představu, Praha eviduje 689 vozidel na 1 000 obyvatel. [1] Velikost parkovacího místa podle norem je 12,5–17 m². Odstavit všechna vozidla ve veřejném prostoru hlavního města by tudíž zabralo 12–18 km², tedy plochu cca třikrát větší, než je plocha historického centra města (městská část Praha 1 má rozlohu 5,54 km²). Do uvedeného počtu vozidel nejsou uvažována vozidla, která jsou registrována mimo Prahu, ale jejich majitelé se pohybují výhradně v Praze, stejně jako vozidla, která do Prahy pravidelně dojíždějí (v obou případech se jedná o statisíce vozidel). Ve skutečnosti jsou tedy prostorové nároky na parkování mnohem vyšší.

Osobní vozidla tedy hrají stále zásadní roli pro přepravu osob ve městech, což se projevuje i zmíněným problémem s parkováním. Důsledkem i příčinou, zkrátka jedním článkem v začarovaném kruhu je pasivní dopravní politika, která konstatuje, kolik parkovacích míst chybí, extrapoluje zvyšující se poptávku po dopravě a snaží se dohnat deficity, aniž by aktivně řešila příčinu zvýšené poptávky po dopravě v klidu a hledala řešení v rámci stávajících kapacit.



Obr. 1: Stupeň automobilizace v Praze a v ČR [1]



Obr. 2: Mapa motorizace ve světě [5]

Západní města se vydávají cestou sdílení parkovacích míst více subjekty. Jedno parkoviště může sloužit pro divadlo i obchod, pokud se jejich provozní doby nepřekrývají, rezidenční parkovací zóna může přes den, kdy není zaplněna, sloužit i pro parkování návštěvníků. Je to věcí dohod, ze kterých profitují všechny strany včetně města samotného. To u nás není zvykem, zpravidla si každý subjekt řeší své problémy izolovaně. Ukazuje se, že kvalitní management parkování, který kromě sdílení parkovacích a odstavných míst pracuje i s variabilními koeficienty na stanovení počtu stání, podporou sdílení vozidel, MHD, pěší a cyklistické dopravy apod. může snížit požadovanou potřebu počtu stání o 20 až 40 % a přinést tak nemalé úspory záboru ploch i nákladů na budování parkovací infrastruktury. Pokud je dlouhodobě provázán s řízením poptávky po dopravě, může redukce dosahovat i vyšších hodnot, aniž by to bylo proti spokojenosti obyvatel.

1.1 Východiska a cíle disertační práce

Hlavním problémem současné situace je zvyšování poptávky po parkování, nikoliv přímo nedostatek parkovacích kapacit. To je právě až důsledek zvyšování poptávky po parkování. Příčin problému je více a všechny již přesahují pole působnosti dopravního inženýrství a přesouvají se také do sféry sociologické a psychologické. Důvodem je fakt, že mají co do činění s dopravním chováním cestujících, faktory jejich rozhodování a možnostmi jejich ovlivňování. Dostupnost pořízení a provozu automobilu stoupá se zvyšující se životní úroveň obyvatelstva. Lidé tedy často mění hromadnou dopravu za vlastní vozidla, protože je pro ně většinou nejrychlejším, ale hlavně nej pohodlnějším dopravním prostředkem na většinu cest v rámci města i jeho okolí. Neuvážené navyšování parkovacích kapacit pak neřeší problém,

protože neodstraňuje jeho příčinu, ale krátkodobě odstraňuje důsledek problému. Takové navyšování kapacit naopak může dále způsobovat odliv cestujících z městské hromadné dopravy, kteří ji dnes využívají třeba právě proto, že mají problém zaparkovat v cílové lokalitě. Kromě toho, že problémy s parkováním, je nutné řešit primárně v úrovni poptávky a motivovat cestující k využívání jiných dopravních prostředků, je třeba také optimalizovat využití parkovacích míst v uliční síti a informovanost řidičů o jejich obsazenosti. V této oblasti jsou dnes značné rezervy a touto cestou je možné dosáhnout výrazného zlepšení situace a také zvýšení plynulosti a bezpečnosti dopravy v daných oblastech.

V rámci práce si tedy autor klade následující cíle:

- a. Prvním cílem této práce je podrobná analýza naší i zahraniční literatury, resp. metodik a způsobů řešení organizace dopravy v klidu se zaměřením na optimalizaci využití stávající kapacity.
- b. Dalším krokem je přiblížení a názorná ukázka současných možností aplikace managementu dopravy v klidu v podmínkách ČR.
- c. Cílem práce je také navrhnout konkrétní systémová opatření, která by zlepšila situaci v oblasti dopravy v klidu v hlavním městě Praha.
- d. Jedním z klíčových cílů této práce je potom vytvoření vlastní metody pro optimalizaci využití stávajících kapacit pro dopravu v klidu, kterou bude možné využít v podmínkách České republiky. Pro vytvoření bude nutné získat data o obsazenosti parkovacích míst v různých podmínkách (jak z hlediska charakteristiky oblastí, tak z hlediska časového) a následně najít parametry, které mají na obsazenost zásadní vliv. Na základě toho bude vytvořen model, který by měl s přijatelnou chybovostí určovat pravděpodobnost nalezení volného místa minimálně pro určité typy oblastí, tak aby vznikl základ pro další zkoumání problematiky a zejména další vývoj a zpřesňování modelu. Pro ověření modelu budou provedena následná měření, která prověří mj. jeho využitelnost. Důvodem pro tento přístup je fakt, že obecně pokrýt všechna potenciální místa k parkování technologiemi za účelem sledování obsazenosti je neefektivní a vzhledem k počtu parkovacích míst v podstatě nerealizovatelné (náklady, údržba, atd.). Proto je nutné hledat alternativní způsoby, jak určovat, resp. predikovat obsazenost a dostupnost parkovacích míst v cílových lokalitách.
- e. Vymezení oblastí a okolností, v rámci kterých bude model platný, tzn. určit, kde nebudou jiné výrazné vlivy na proces parkování než uvažované okolnosti parametry, včetně analýzy a zdůvodnění právě vybraných parametrů.

Tato disertační práce si klade za hlavní cíl přispět a podílet se svým výzkumem na snížení zatěžování center měst a obcí v České republice, na což má stávající stav dopravy v klidu výrazný vliv. Tím jsou cíle práce také v souladu se zvyšováním bezpečnosti a plynulosti dopravy.

2. Teoretické poznatky v oblasti dopravy v klidu

Vzhledem k nedostatku aktuálních informací o obsazenosti parkovacích míst, krouží řidiči obvykle ulicemi města ve snaze najít parkovací místo a plýtvají tak nejen čas a palivo, ale také zvyšují intenzitu dopravy na místních komunikacích. Nejrůznější dopravní studie, prováděné napříč celým světem dokládají, že právě toto často přehlížené hledání parkovacího místa, může tvořit až 30 % z celkové dopravní intenzity ve sledované oblasti. Například dle justpark.com náhodné hledání parkovacího místa trvá ve Velké Británii v průměru šest a tři čtvrtě minuty. Za předpokladu, že se během dne na místě vystřídá 10 vozidel, potom je to celkem 67,5 minuty na dané místo za den (410,5 hodin za rok). Jestliže cestovní rychlosti se pohybuje kolem 15 km/h, generuje toto 16,87 km za den (6157,5 km ročně), nebo 616 litrů paliva ročně pro jedno parkovací místo (při spotřebě 10 litrů/100 km při rychlosti 15 km/h.) Představme si, kolik je v podobných podmínkách parkovacích míst v ČR a jaký je dopad na každého řidiče i na celou společnost. Pokud by se minimalizoval čas hledání parkovacího místa, došlo by ke snížení emisí CO₂ a pevných částic, které jsou hlavním problémem onemocnění dýchacího ústrojí.

Nejjednodušší způsob regulace parkování je zpoplatnění a omezení doby parkování. Obvykle bývá rozsah omezení doby parkování dle lokality v řádu několika hodin. Dalším krokem může být zavedení placeného stání v určené denní době v pracovních dnech v týdnu. Je však nutné nabídnout řidičům přijatelnou alternativu, případně i přidanou hodnotu oproti takovým místům. Může to být například navigace na volná parkovací místa, sleva na veřejnou dopravu či další benefity.

2.1 Parkovací politika

Zásady a územní plánování pro dopravu v klidu byly v ČR vytvářeny na základě předpisů, které nereflektovaly nejen vývoj vozového parku, ale ani organizační a regulační zásady, zabývající se dopravou v klidu na různých úrovních projektu, tj. od územně plánovací dokumentace až po podrobné projektové řešení.

Koncepčně lze řešit danou problematiku pomocí několika opatření, vhodné řešení by mělo spočívat v jejich správné kombinaci a rozvržení. V zásadě je ale nutné si uvědomit, že v centrech měst není efektivní vytvářet další a další místa pro parkování, ale pouze řízeně optimalizovat využití těch stávajících, tak aby nedošlo k zahlcení center automobilovou dopravou.

Jednotlivé principy (složky) fungujícího systému jsou následující:

- **P+R (Park and ride) / P+G (Park and go)** - ponechat značnou část vozidel na periferii města a následně posílit MHD v návaznosti na tyto parkoviště. Je přitom pravdou, že účinnost těchto opatření je přímo úměrná velikosti města a rozvinutí systému MHD.
- **Obecně aktualizovat požadavky na počet parkovacích stání** v souladu s reálnými nároky. Stávající požadavky z hlediska norem nejsou přiměřené, nereflktují často reálnou vytiženost a kapacitu konkrétního typu objektu a dochází tím k odstavování části vozidel v komunikační síti. S tím spojený je striktní požadavek na majitele objektu či nájemce, aby zajistil na svém pozemku parkování všech vozidel, jejichž řidiči objekt využívají.
- **Ve vnitřních částech měst zavést zóny placeného parkování.** Tyto zóny přitom musí být zaváděny v dostatečném rozsahu v celé oblasti, aby nedocházelo k přemístění vozidel mimo placené zóny a také musí být tato problematika řešena komplexně, tak aby nabízela vozidlům, která sem nepatří, alternativu v podobě jiných složek systému
- **Zavádění rezidenčních parkovacích zón** v místech, kde dochází k odstavování vozidel z komerčních objektů v rezidenčních oblastech. Pokud máme splněn požadavek 100 míst k určitému objektu, nemůže být situace vyřešená, jezdí-li sem dalších 200 vozidel z jiných částí.
- **Výstavba nových parkovacích ploch nebo objektů** – pouze v případech, kdy má takové řešení opodstatnění. Problém sám o sobě je potom správné nastavení ceny (u placeného parkování) a eliminace možnosti volného parkování. Nikdy nedonutíme řidiče, aby platil např. 50 Kč za hodinu parkování, když ve vedlejší ulici může stát bez poplatku.
- Pomocí motivačních a preferenčních metod **snížit potřebu obyvatelstva využívat k pohybu v centru osobních vozidel**, resp. v rámci organizace dopravy zvýšit využitelnost jednotlivých typů dopravy včetně automobilové dopravy – tzv. car-pooling, preference MHD, rozvoj cyklistických tras, zřizování pěších zón apod. Obecně ale opět platí, že jsou lokality, kde taková opatření mají svůj důvod, ale také lokality, kde takové řešení není optimální. Rovněž nelze problém vyřešit pouze restriktivními opatřeními (zákazy vjezdu do centra, atd.), aniž by byla řidiči nabídnuta rozumná alternativa.
- **Informační systém pro řidiče**, který říká, jak je v cílové oblasti řešeno parkování, kde a za jakých podmínek má možnost zaparkovat (se spolehlivou informací o aktuálních volných místech). Informace jsou základ a řidič je navigován v oblasti tam, kam potřebujeme. To s sebou přináší také značnou úsporu nejenom času řidiče, pohonných hmot vozidla, ale také zlepšení podmínek právě v centrech měst (hluk, emise, atd.).

Zde je velký potenciál ruku v ruce s využíváním mobilních technologií založených na navigacích, resp. smartphonech, které by řidiče mohly rovnou informovat o možnostech zaparkování v dané oblasti, a právě obsazenosti jednotlivých stání - včetně těch v uliční síti měst. Zejména na řešení této oblasti je zaměřena tato disertační práce

Není možné vzít jeden z výše uvedených bodů a na jeho základě začít aplikovat parkovací politiku. Vždycky se jedná o směs jednotlivých nástrojů a opatření, které se navzájem doplňují a umožňují jak obyvatelům, tak ostatním řidičům dostatečnou variabilitu.

Organizace parkování může být velmi účinným urbanistickým nástrojem, pomocí kterého mohou města dosáhnout dopravních řešení, která jsou šetrná vůči životnímu prostředí, podporují ekonomický růst města a vytváří městské prostředí, které je přátelské vůči obyvatelům.

2.2 Základní pojmy a názvosloví

Níže jsou definovány některé základní pojmy, vycházející ze současné legislativy.

Parkování - umístění vozidla mimo jízdní pruhy pozemní komunikace zpravidla po dobu nákupu, návštěvy, zaměstnání, naložení nebo vyložení nákladu.

- krátkodobé – do 2 hod. trvání – docházková vzdálenost zpravidla max. 200 m
- dlouhodobé – nad 2 hod. trvání – docházková vzdálenost zpravidla max. 500 m

Odstavování; dlouhodobé stání - umístění vozidla mimo jízdní pruhy pozemní komunikace zpravidla v místě bydliště, případně v sídle provozovatele vozidla po dobu, kdy se vozidlo nepoužívá. Docházková vzdálenost zpravidla max. 1 000 m.

Parkovací stání - plocha určená pro parkování nebo odstavení jednoho vozidla.

Parkovací záliv - plocha určená pro jedno nebo několik parkovacích stání s podélným, šikmým nebo kolmým řazením umístěná podél jízdního pásu.

Parkoviště - venkovní prostor pro parkování vozidel na samostatné ploše oddělené od pozemní komunikace, na kterém jsou navržena jednotlivá parkovací stání.

Parkovací plocha - prostor určený pro parkování vozidel; technické řešení odstavných a parkovacích ploch je shodné, proto se v dalším textu normy ČSN 73 6056 používá pouze pojem parkovací plocha.

P+R ("Park and ride") - parkovací plocha určená pro osobní vozidla cestujících, kteří zároveň používají vozidla veřejné osobní linkové dopravy (stání na dobu kratší než 24 h).

K+R ("Kiss and ride") - pruh/záliv určený k uvedení vozidla do klidu na dobu nezbytně nutnou pro vystoupení/nastoupení cestujících (krátkodobé stání na dobu nepřesahující 10 min).

B+R ("Bike and ride") - parkovací plocha určená pro parkování jízdních kol (obdobu systému P+R).

Základní rozdělení parkovacích stání

a) Podle kategorie vozidel určena zejména pro:

- Osobní vozidla;
- Lehká užitková vozidla (dodávky);
- Nákladní vozidla;
- Autobusy;
- Motocykly;
- Jízdní kola.

b) Podle skupin uživatelů určena např. pro:

- Rezidenty a abonenty;
- Zákazníky, zaměstnance, hosty;
- Zásobování, dopravní obsluhu;
- Osoby těžce pohybově postižené a osoby doprovázející dítě v kočárku.

Každá skupina uživatelů má jiné nároky na rozmístění a časové využití parkovacích ploch. Efektivního využití parkovacích stání lze docílit např. Vhodným návrhem dopravního značení, parkovacích zábran (vyhrazení parkovacího místa pro daného uživatele), časového omezení stání, progresivního zpoplatnění apod.

c) Podle vztahu k pozemní komunikaci umístěny:

- Na parkovacích pruzích podél jízdního pásu (podélné stání);
- Na parkovacích pásech podél jízdního pásu (kolmé nebo šikmé stání);
- Na středním dělicím pásu směrově rozdělené pozemní komunikace;
- Na samostatném parkovišti s podélným, šikmým nebo kolmým řazením parkovacích stání;

- V jednotlivé, řadové nebo hromadné garáži. Umístění vozidla mimo jízdní pruhy pozemní komunikace zpravidla po dobu nákupu, návštěvy, zaměstnání, naložení nebo vyložení nákladu.

Jak je zřejmé, není definováno přesné rozhraní mezi parkováním dlouhodobým a odstavováním. Jako obecný úzus platí, že při odstavování se jedná o časový úsek přesahující 24 hodin (tj. pokud člověk jezdí každý den do práce a z práce, jedná se o parkování dlouhodobé, pokud např. vozidlo během pracovního týdne stojí a o víkendu je v provozu, jedná se o odstavení)

2.3 Legislativa

Požadavky na řešení dopravy v klidu v ČR jsou definovány na základě normy **ČSN 73 6110 – Projektování místních komunikací (2006, Změna Z1 2010)**. Tato norma zejména definuje pomocí návrhové metody postupy pro určení počtu parkovacích stání pro jednotlivé typy objektů. **Norma ČSN 73 6056 - Odstavné a parkovací plochy (2011)** řeší potom geometrické uspořádání parkovacích stání a ploch včetně jejich rozměrů, dále pak také funkční požadavky. **Norma ČSN 73 6058 - Jednotlivé, řadové a hromadné garáže (2011)** potom řeší navrhování, uspořádání a rozměry všech druhů garáží a stání uvnitř nich.

Dále hrají roli také vyhlášky a další místní úpravy zpřesňující výše uvedené dokumenty.

Podíváme se podrobněji na určení počtu parkovacích stání na základě ČSN 73 6110. Ten vychází z několika veličin. Jedná se o přehled počtu stání na jednotlivé účelové jednotky (Tab. 1), které mohou být modifikovány v závislosti na součiniteli vlivu stupně automobilizace (Tab. 2), který je odvislý od stupně automobilizace a součinitele redukce počtu stání (Tab. 3), který závisí na charakteru posuzovaného území a stupně úrovně dostupnosti.

| Druh stavby | Účelová jednotka | Počet účelových jednotek na 1 stání | Z počtu stání ^{a)} | |
|---------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| | | | krátkodobých % | dlouhodobých % |
| ODSTAVNÁ STÁNÍ | | | | |
| Bydlení: | byť o 1 obytné místnosti | 2 | - | 100 |
| - obytný dům – činžovní | byť do 100 m ² celk. plochy | 1 | | |
| | byť nad 100 m ² celk. plochy | 0,5 | | |
| - obytný dům – rodinný | byť do 100 m ² celkové plochy | 1 | | |
| | byť nad 100 m ² celkové plochy | 0,5 | | |
| - domov důchodců | lůžko | 5 | | |
| - domov mládeže | lůžko | 15 | | |
| - ubytovna pro pracující | lůžko | 3 | | |
| - vysokoškolská kolej | lůžko | 5 | | |
| PARKOVACÍ STÁNÍ | | | | |
| Obytné okrsky | obyvatel | 20 | 100 | - |
| Školství: | dítě | 5 | 90 ^{b)} | 10 |
| - jesle, mateřská škola | žák | 5 | 80 ^{b)} | 20 |
| - základní škola | student, učeň ^{c)} | 10 | 20 | 80 |
| - střední škola, učiliště | student ^{c)} | 6 | 20 | 80 |
| - vysoká škola | pro dospělé, | | | |
| - školící zařízení | posluchač | 3 | 20 | 80 |
| - přednášková síň | | | | |

Tab. 1: Ukázka požadavků na odstavná a parkovací stání dle ČSN 73 6110 [4]

| k_a součinitel vlivu stupně automobilizace | | | | | | | |
|--|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------|
| stupeň | 700 | 600 | 500 | 400 | 333 | 290 | počet vozidel / 1.000 obyvatel |
| automobilizace | 1: 1,43 | 1: 1,67 | 1: 2,0 | 1: 2,5 | 1: 3,0 | 1: 3,5 | 1 vozidlo / počet obyvatel |
| součinitel | 1,75 | 1,5 | 1,25 | 1,0 | 0,84 | 0,73 | |

Tab. 2: Součinitel vlivu stupně automobilizace [3]

| Skupina | | součinitel k_p | | |
|----------------------------------|----------------------------------|------------------|-----|------|
| | | A | B | C |
| 1 | obce do 5 000 obyvatel | 1 | - | - |
| 2 | obce (města) do 50 000 obyvatel | 1 | 0,8 | 0,4 |
| 3 | obce (města) nad 50 000 obyvatel | 1 | 0,6 | 0,25 |
| Stupeň úrovně dostupnosti | | 1 – 2 | 3 | 4 |

POZNÁMKA Při nižší úrovni dostupnosti lze redukci počtu stání podle součinitele k_p snížit.

Tab. 3: Součinitel redukce počtu stání [3]

Výsledný počet parkovacích stání se potom určí jako $N = O_0 \cdot k_a + P_0 \cdot k_a \cdot k_p$

Kde je:

N – celkový počet stání pro posuzovanou stavbu

O_0 – základní počet odstavných stání při stupni automobilizace 400 vozidel/1000 obyvatel (Tab. 1)

P_0 – základní počet parkovacích stání (Tab. 1)

k_a – součinitel vlivu stupně automobilizace

k_p – součinitel redukce počtu stání

[3]

Výpočet potřebných stání

Často narážíme při návrhu počtu parkovacích míst na neodpovídající požadavky na základě výpočtu dle normy (předimenzované i poddimenzované). Kromě tabulkových hodnot P_0 a O_0 má vliv na výpočet i zmíněné dva součinitele. Podívejme se podrobněji na jejich určení. Jednodušeji to lze u součinitele vlivu stupně automobilizace (k_a) (Tab. 2). Na základě počtu vozidel/1000 obyvatel v dané oblasti se poměrně snadno dotyčný součinitel určí (např. odbor dopravy). Vyvstávají tu ale otázky, jak zacházet s „počtem vozidel na 1000 obyvatel“ a hlavně jakým způsobem se určí. Jedna z otázek může být, jak je to s firemními vozidly, která jsou často hlášena v místě sídla dané společnosti, atd. Následné určení součinitele k_a je už empirické.

Stanovení součinitele redukce počtu stání k_p (Tab. 3) je o něco složitější. Součinitel je stanoven na základě velikosti obce (skupina A, B, C) a dostupnosti území pomocí MHD (stupeň úrovně dostupnosti), kde zejména určení dostupnosti je poměrně komplikované.

Problém je rovněž v tom, že oba dva součinitele jsou víceméně "blackboxem", u kterého není zřejmé, jak k nim autor dospěl. Norma ČSN 73 6110 je do jisté míry převzata z normy rakouské (která zase pochází z německé normy).

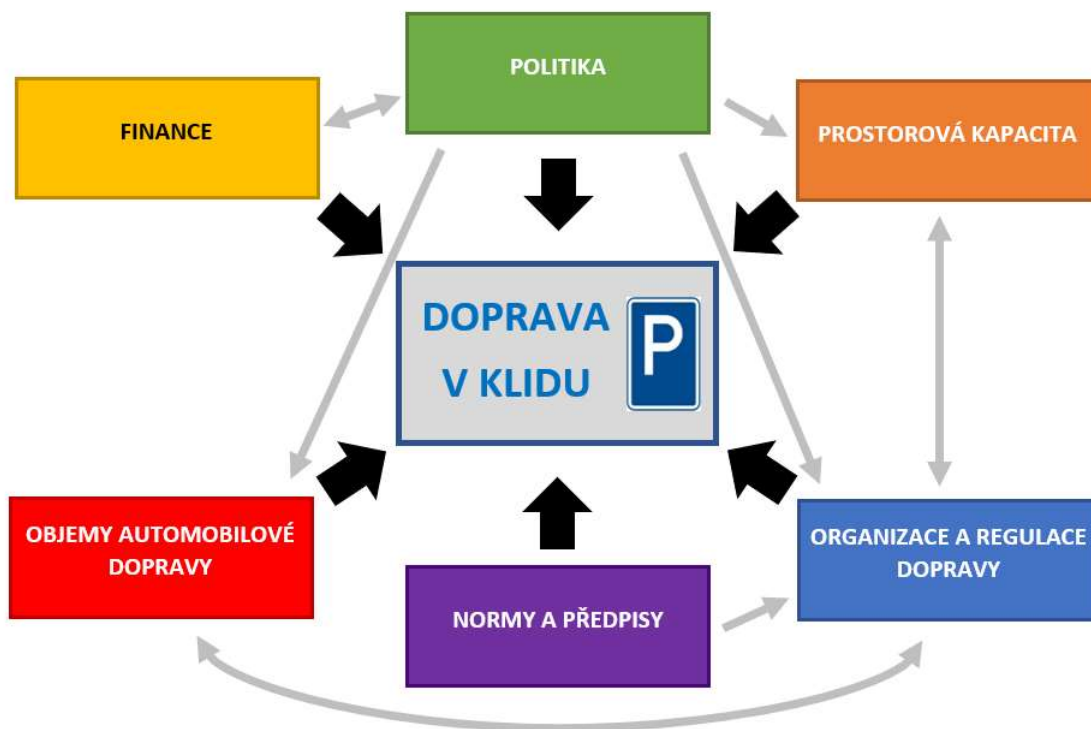
Návrh počtu parkovacích stání by měl projít jistou revizí v souladu se vzrůstajícími požadavky na parkování a zejména s místními specifiky dopravy v klidu. V některých zahraničních městech operují s tzv. minimalistickou parkovací koncepcí, což je snaha o maximální využití stávajících parkovacích kapacit a mj. o redukci počtu vozidel, místo zvyšování parkovacích kapacit.

Česká norma ČSN 73 6110 tedy podrobně popisuje stanovení počtu parkovacích i odstavných míst se snahou o maximální přizpůsobení se velikosti města, polohy řešeného území, dopravní obslužnosti a stupni automobilizace. Úměrně se zvyšujícím se stupněm automobilizace zvyšuje počet požadovaných stání, což však může zpětně přispívat ke zvýšení stupně automobilizace a indukovat další potřebu parkovacích ploch. Vývoj ve vyspělých městech

ukazuje, že toto není ideální ani hospodárná cesta řešení dopravy v klidu. Klíčem k řešení je stanovení limitů území a stanovení maximálního počtu míst únosných pro území bez ohledu na normové hodnoty. Ty jsou bohužel i při započtení všech koeficientů ovlivňujících výsledný počet míst natolik univerzální, že nedokážou zohlednit specifika lokality.

Legislativa dopravy v klidu v ČR je rozčleněna do několika předpisů, které se zabývají jednotlivými oblastmi parkování. Zejména oblast návrhu počtu parkovacích míst by jak je uvedeno výše měla projít revizí, stejně tak by bylo vhodné sjednotit problematiku parkování do jednoho uceleného dokumentu (předpisu) a zahrnout sem moderní poznatky týkající se zejména managementu parkování a jeho optimalizace ve stávajících podmínkách.

Na Obr. 3 jsou znázorněny jednotlivé subjekty, které ovlivňují parkování včetně jejich vztahů.



Obr. 3: Subjekty ovlivňující systém dopravy v klidu

2.4 Management dopravy v klidu

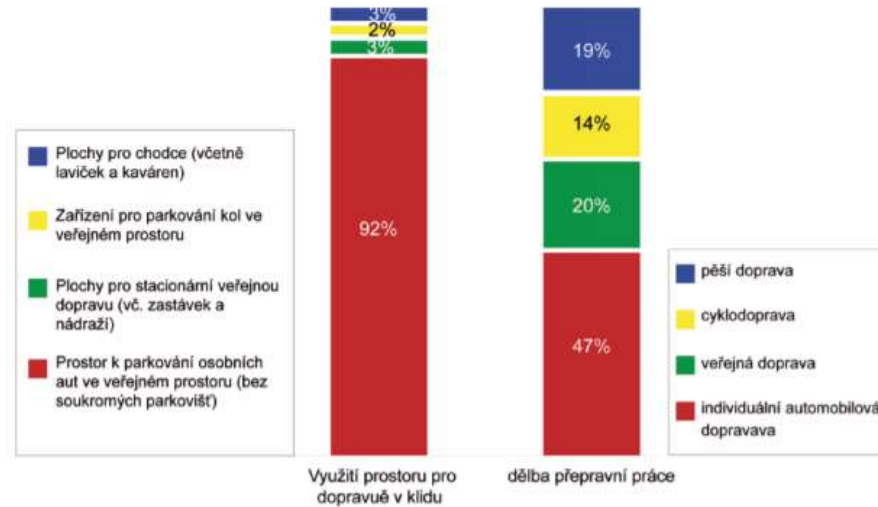
Faktem je, že klíč k řízení městské mobility se nachází v managementu parkování. Prakticky každá jízda motorového vozidla končí na parkovacím místě. Proto management parkovacích míst spočívá v ovlivňování poptávky po jízdě autem a dopravních kongescí. Ve srovnání

s ostatními dopravními politikami, které se zabývají používáním automobilů, představuje parkování dvě zřejmé výhody:

- Management parkování obvykle nevyžaduje velké investice, jako jsou nové silnice nebo nabídka veřejné dopravy navíc, takže jej lze realizovat v relativně krátké době;
- Určitý druh managementu parkování najdeme již dnes v téměř všech menších i větších městech v Evropě. Díky tomu je přijatelnost managementu parkování ze strany veřejnosti mnohem větší než u nových způsobů řízení automobilové dopravy, například systém zpoplatnění jízdy v kongesci, či mýtné systémy.

Veřejný prostor má vysokou hodnotu, a tudíž by obecně měl být zpoplatněný, pokud se využívá k parkování. Každé parkovací místo zabere 12 až 20 m² a průměrný motorista využije denně 2 až 5 různých parkovacích míst. V zahuštěných evropských velkoměstech začíná stále větší počet obyvatel pochybovat o tom, zda zabírání cenného veřejného prostoru na parkoviště patří do uvážlivé sociální politiky a zda byl dobrý nápad podporovat výstavbu parkovacích míst u nově stavěných budov [32].

Podobně jako řada dalších vzácných kolektivních statků, i tento prostor by měl být řízen pomocí ceny. Výzkumy ukázaly, že např. vytvoření zeleně v daném prostoru může mít větší pozitivní dopad na hodnotu městského domu než zajištění parkování. Takže obecně vzato, žádný veřejný prostor by neměl ustupovat vozidlům zaparkovaným bezplatně v centrech měst. Průzkum v rakouském Grazu, který se týkal využití veřejného prostoru pro dopravu v klidu, ukázal, že 92 % tohoto prostoru je využito k parkování osobních automobilů (soukromá parkoviště a garáže zde nejsou zahrnuty). Pouhá 2 % se využívají k parkování jízdních kol, 3 % tvoří plochy využívané chodci (zahrnuty jsou lavičky, pouliční kavárny apod.) a 3 % jsou určeny pro veřejnou dopravu (včetně zastávek veřejné dopravy a vlakových nádraží). Tento průzkum ukázal obrovské privilegium, které má parkování automobilů ve využívání veřejného prostoru ve vztahu ke skutečnému podílu jednotlivých druhů dopravy.



Obr. 4: Poměr využití veřejného prostoru vůči modal split [32]

Regulace parkování spočívá v zavedení několika dobře provázaných organizačních, komunitních a technologických nástrojů, které na jedné straně pomohou zavést jednotná pravidla a dohlédnout na jejich plnění a na straně druhé nevytvoří jenom systém kamerového dohledu. Cílem je podporovat udržitelnou mobilitu, nikoliv skrze stavbu parkovacích domů individuální dopravu ještě více indukovat. Smart přístup by měl být postaven na principu využití stávajících možností (kapacit), tzn. nasadit vhodné technologie tak, aby se již existující parkovací stání využívala co nejefektivněji (ať už placená či neplacená).

Parkovací systém založený na konceptu chytrého parkování by měl splňovat následující požadavky:

- zvýšení efektivity využívání stávajících parkovacích míst
- informování řidičů o počtu volných parkovacích míst na daných parkovacích plochách
- navigace řidičů na volná parkovací místa v reálném čase
- informace o situaci na sledovaných parkovištích budou volně dostupné pro kteréhokoliv řidiče (formou proměnných dopravních značek, webového portálu či mobilní aplikace)
- systém bude rovněž sloužit pro město jako sběr dat o zatíženosti parkovacích ploch
- systém bude nabízet informace o technickém stavu samotného hardwaru pro chytré parkování
- systém bude umožňovat další rozšíření chytrého parkování
- projekt bude finančně dostupný a efektivní pro město

2.5 Analýza dostupných technologií pro management dopravy v klidu

V základním pohledu se dělí parkovací stání na dvě skupiny:

- Off-street - parkovací stání na samostatných oddělených plochách (parkoviště, parkovací garáže, parkovací domy apod.)
- On-street - parkovací stání v uliční síti (stání v hlavním dopravním prostoru, případně na přilehlých plochách)

Monitorování obsazenosti stání na oddělených plochách je v principu jednodušší. Pro zjištění počtu volných míst v základu postačí zařízení ve formě např. závory na vjezdu a výjezdu z parkoviště a dle průjezdů oběma směry je možné zjistit kolik volných míst se na parkovišti nachází.

S monitorováním stání v uličním prostoru je to složitější a v současné době existuje několik technologií, které to s poměrně vysokou spolehlivostí umožňují.

2.5.1 Detektory monitorující obsazenost parkovacích míst

Tato technologie se stala často používanou technologií v parkovacích domech. V posledních letech se však tato technologie začala využívat i v intravilánu na běžných parkovacích místech. Čidlo (nejčastěji magnetické či ultrazvukové) je propojeno s kolektorem informací a kolektory dále vysílají informace do centrálního gateway, který potřebné informace vysílá do internetové platformy často podporované v síti IoT, neboli Internetu věcí. Případně mohou čidla pomocí IoT komunikovat přímo s platformou.



Obr. 5: Magnetometrický detektor obsazenosti [20]



Obr. 6: Ultrazvukový detektor obsazenosti [20]



Obr. 7: Magnetometrický detektor obsazenosti [19]



Obr. 8: Magnetometrický detektor obsazenosti [19]

2.5.2 Brány snímající průjezdy vozidel

Jedná se o technologii, kde se sleduje počet průjezdů vozidel. Jedná se o systém, kdy senzory zachytí projíždějící vozidlo. Tento systém se dělí na dvě technologické varianty, a to elektromagnetická brána (elektromagnetickém snímání podvozku vozidel) a optická brána (paprsek přerušován projíždějícími vozidly).

2.5.3 Kamerové systémy

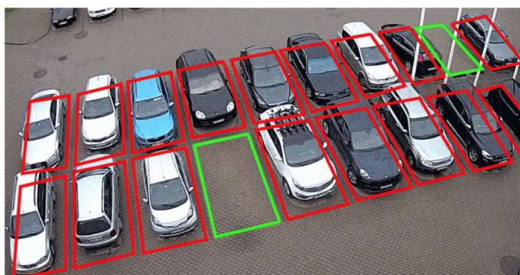
Tento systém je založen na principu snímání kamer. Kamera zaznamenává pohyb vozidel a přítomnost vozidel na jednotlivých parkovacích místech, také může rozpoznávat RZ vozidla. Pro tento typ snímání obsazenosti parkovišť je třeba složitější software, který vyhodnocuje informace podle vizuálního snímání.



Obr. 9: Sledování obsazenosti parkovacích míst pomocí čtyř kamer [24]



Obr. 10: Sledování obsazenosti parkovacích míst pomocí kamery (obraz jedné z celkových dvou) [24]



Obr. 11: Vyhodnocení obrazu z kamerového systému [23]



Obr. 12: Automaticky zpracované statistiky parkování [23]

2.5.4 Radarová technologie

Principiálně jde o technologii, která je podobná kamerovým řešením. Funguje tak, že do lamp pouličního osvětlení nebo na fasády budov se umístí radarové senzory, které neustále sledují parkovací plochy a podávají informace o jejich obsazenosti. Městská správa tyto informace shromažďuje, využívá je a současně je předává řidičům. Princip celého systému je jednoduchý, senzory zhruba o velikosti pěsti dospělého člověka vysílají mikrovlny do předem stanoveného prostoru. Pokud vlny narazí na překážku, odrazí se zpět k senzoru, který je zachytí. Speciální algoritmus následně vypočítá, zda se zjištěný objekt nachází na místě pro parkování, a pokud ano, jak je velký a v jaké je pozici.



Obr. 13: Vyhodnocení obrazu z kamerového systému [25]

2.5.5 Závorové systémy

Monitorování obsazenosti stání na oddělených plochách je v principu jednodušší. Pro zjištění počtu volných míst v základu postačí zařízení ve formě např. závor na vjezdu a výjezdu z parkoviště a dle průjezdů oběma směry je možné zjistit kolik volných míst se na parkovišti nachází. Parkovací a závorové systémy spravují provoz vozidel na parkovištích, které je možné provozovat jak v režimu veřejných parkovišť bez poplatku, tak i se zajištěním vybírání

poplatků. V tomto režimu dokáže parkoviště spravovat provoz vozidel i zcela automaticky a bezobslužně.

2.5.6 Parkovací automaty

Parkovací automaty jsou nedílnou součástí placených stání ve všech režimech. Vývoj v oblasti automatů jde stále dopředu a je již běžné platit za parkování kartou, či se z hlediska správy k automatu vzdáleně připojit. Hlavní požadavky na parkovací automaty jsou následující:

- Bezpečnost – maximální důraz na odolnost proti vandalským napadením
- Spolehlivost – velmi nízká chybovost
- Dlouhá životnost a jednoduchá obsluha
- Platby v různých měnách, platebními kartami
- Vzdálený dohled pro kontrolu a administraci platebních toků, monitorování výstražných a chybových stavů parkovacího automatu

Zajímavým řešením pro vazbu platby na konkrétní parkovací místo je parkovací automat s označením parkovacích míst. Tento typ automatu je rozšířený zejména ve Švýcarsku a výrazně zvyšuje efektivitu výběru prostředků za parkování. Nutností je očíslování jednotlivých parkovacích míst. Každý automat je přiřazen k předvolenému počtu parkovacích míst (buď se jedná o tlačítka 1 – X (počet míst), případně lze navolit číslo parkovacího místa na klávesnici). Platba je prováděna klasicky (hotově, kartou, případně vzdáleně), vždy ale se zvolením konkrétního místa. Po zvolení libovolného místa se na displeji automatu zobrazí zbývající zaplacený čas, případně dobu, o jakou byla zaplacená částka překročena. Výhodou je, že není nutné tisknout a vystavovat parkovací lístek za okno vozidla a velmi dobrý poměr ceny zařízení a efektivitu výběru. Zároveň ale tento systém nedetekuje přesně aktuální obsazenost, ale pouze ji na základě plateb může odhadovat. Je proto vhodné doplnit ještě parkoviště detekcí obsazenosti, což následně také velmi zjednoduší kontrolu dodržování platební morálky.



Obr. 14: Parkovací automat Taxomex [22]



Obr. 15: Parkovací automat Taxomex [22]

2.5.7 Automatizovaný systém kontroly plateb za parkování

V současné době je již v provozu nová technologie pro monitoring placeného parkování. Byl vyvinut nový a unikátní program, který celý proces sběru dat řídí. Nástrojem sběru dat je speciální vozidlo vybavené kamerovou nástavbou. Vozidlo má na střeše čtyři speciální kamery pro čtení RZ (dvě pro pohled dopředu, dvě pro pohled dozadu) a dvě přehledové kamery, které jsou určeny pro pořizování přehledových fotografií a monitoringu dopravního značení. Systém monitoringu je uzavřený automatický systém sběru dat, která jsou chráněnou cestou předávána do centrálního informačního systému, který integruje všechny procesy související s regulací dopravy v klidu.

2.5.8 Mobilní aplikace

Mobilní aplikace jsou jedním ze základních pilířů funkčního systému managementu dopravy v klidu. Jejich hlavním přínosem je usnadnění procesu parkování uživatelům, tedy řidičům. Mobilní aplikace by měla poskytovat informace o parkování v oblasti (omezení, zpoplatnění, atd.), dále také možnost platby za parkování. Dále je možné aplikaci rozšiřovat o další funkcionality související s managementem dopravy v klidu. V informacích od uživatelů je velký

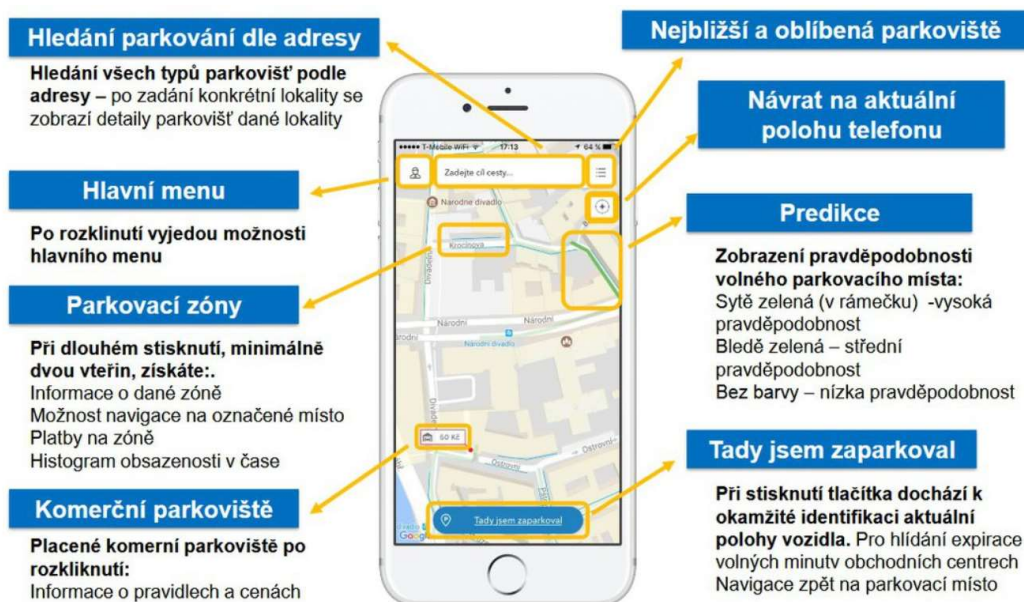
potenciál pro využití pro informace z provozu týkající se zejména parkování, tak jako je tomu např. u dopravy v pohybu s aplikací Waze.

Nezbytnou součástí funkčního parkovacího systému je výstup pro uživatele do mobilní aplikace. Autor doporučuje funkcionality integrovat do již existující mobilní aplikace. Hlavními funkcemi, které musí aplikace mít jsou:

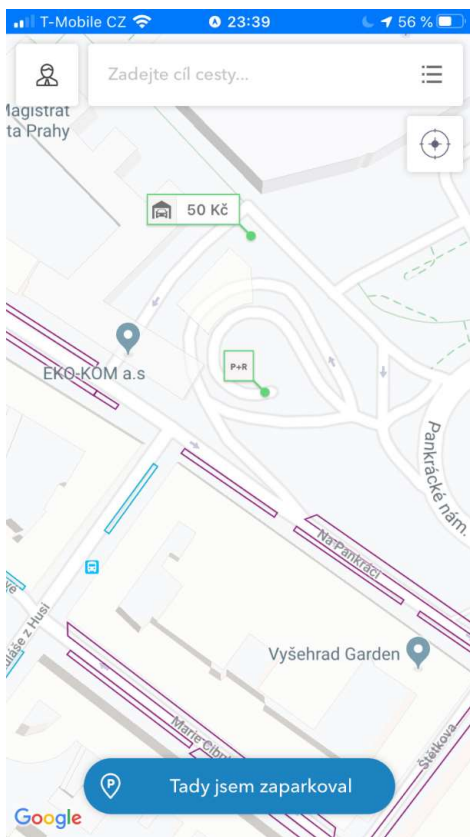
- možnost plateb za parkování
- informace o počtu volných míst
- navigování na volná místa

2.5.8.1 eParkomat

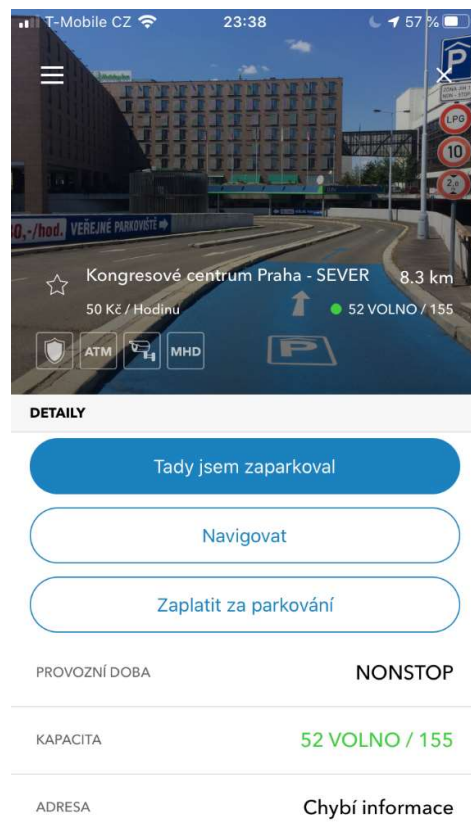
Jedna ze zatím nejrozvinutějších aplikací zaměřená na parkování je „eParkomat“. Pro řidiče v České republice je dispozici tato mobilní aplikace, která je dostupná na platformách Android a Apple a pro uživatele je zdarma. V rámci aplikace má uživatel možnost najít parkovací místo, ta ho na něj také naviguje a přes ni i zaplatí. V aplikaci se řidič může „přihlásit“, že zaparkoval na daném místě. Toho by šlo využít při modelu s parkováním po určitou dobu zdarma a podmínit tak parkování např. právě tímto přihlášením (pod RZ vozidla). Tato funkce by tak nahradila klasické papírové hodiny. Aplikaci lze rovněž propojit s aplikací Chytré auto od T-Mobile. Aplikace „eParkomat“ jako jediná také dokáže napovědět řidiči, jak náročné bude ve vybrané lokalitě zaparkovat a jak jsou ulice obsazené. Je tomu ale pouze ve třech stupních a není zatím dostupná informace na základě čeho tato predikce funguje. Tato část aplikace funguje na 14 dní zdarma, jinak stojí 10 euro na rok a je k dispozici v 25 největších českých městech.



Obr. 16: Hlavní funkce aplikace „eParkomat“ [8]



Obr. 17: Vizualizace parkovišť v mapě [8]



Obr. 18: Informace a možnosti u konkrétního parkoviště [8]

2.5.8.2 Waze

Aplikace Waze je nejrozšířenější tzv. sociální navigací. Do oblasti dopravy v klidu zasahuje v současné době minimálně, ale vzhledem k jejímu rozšíření, možnostem a vysokému počtu aktivních uživatelů napříč celým světem (včetně ČR) představuje značný potenciál i právě pro aktuální informace spojené s parkováním.

Jedná se o navigační software pro mobilní telefony typu smartphone a tablety vyvinutý izraelskou skupinou Waze Mobile a je poskytován zdarma pod licencí GNU General Public License. Společnost Waze patří od roku 2013 pod Google. Tvůrci je software prezentován jako „GPS navigační software s prvky sociální sítě a počítačové hry“. Základní odlišností od komerčních produktů je tvorba mapových podkladů samotnými uživateli stejně jako aktivní přispívání k situaci na silnicích, kdy systém Waze automaticky sbírá data o hustotě provozu a zároveň umožňuje uživatelům aktivně hlásit komplikace v dopravě. Díky široké základně a komunitě aktivních uživatelů obsahuje systém Waze nově vznikající silnice a informace

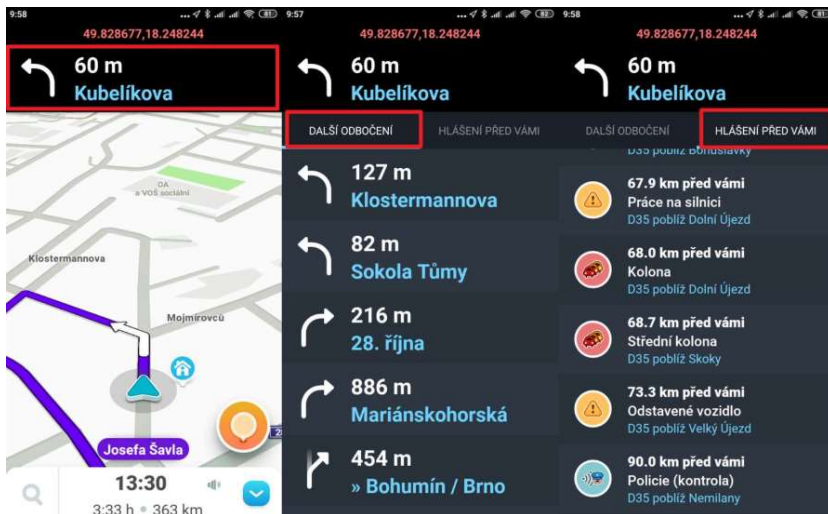
o uzavírkách na stávajících silnicích často od prvního dne vzniku dané situace, tím překonává řadu placených navigačních systémů.

Základní funkcí programu je automobilová navigace v režimu „turn-by-turn“ včetně hlasové navigace. Na rozdíl od ostatních navigací je systém Waze užitečně využívat i pro denně se opakující cesty, typicky do zaměstnání atd. Díky neustálé aktualizaci dopravních informací od ostatních uživatelů je uživateli stále nabízena optimální trasa včetně informací o komplikacích na cestě.

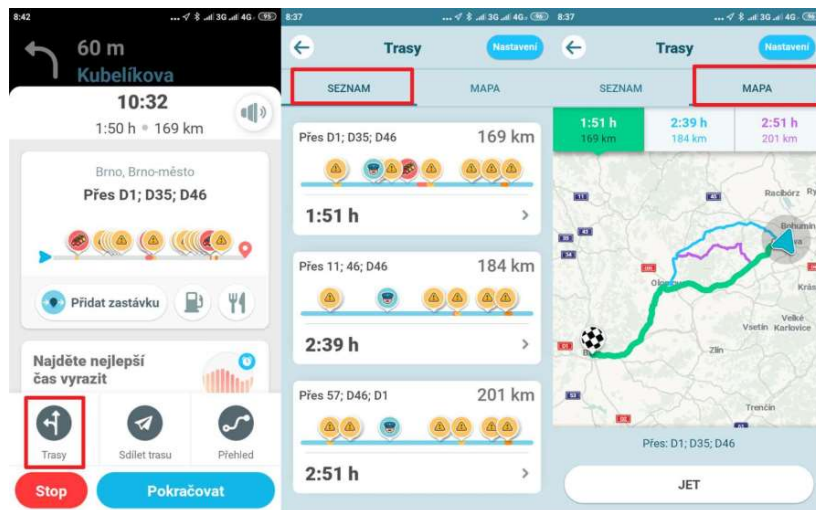
Sociální aspekt tkví zejména v tom, že uživatelé softwaru mohou vidět s určitým zpožděním pozici ostatních uživatelů, pokud to ti dovolili. Lze mezi sebou rovněž posílat zprávy nebo vytvářet skupiny a sledovat tak dopravní hlášení uživatelů v rámci určité lokality.

Mapové podklady aplikace Waze jsou zcela nezávislé na všech ostatních komerčních mapových podkladech a jsou od základu vytvářeny uživatelskou komunitou Waze. Kvalita celosvětového pokrytí mapovými podklady kolísá, nicméně díky popularitě v Česku i Slovensku jsou mapy v těchto oblastech velmi dobře použitelné pro navigování a v rychlosti aktualizací v případě uzavírek nebo otvírání nových silnic dokonce předčí mnoho komerčních navigačních systémů. Aktuální mapa včetně všech hlášení, uživatelů na cestě a také s možností vyhledání trasy je k dispozici na webu.

Každý uživatel Waze může při jízdě zapnout režim tvorby silnice. Tento záznam se následně objevuje v mapových podkladech serveru Waze, kde jej musí některý z uživatelů dokončit nastavením jména, typu silnice nebo ulice, možných směrů jízdy. Po aktualizaci mapových podkladů se nová komunikace objevuje v přístrojích uživatelů. První následující uživatel, který projíždí novou cestu, získává body za potvrzení existence a správného zadání komunikace. Na základě již vzniklých mapových podkladů systém automaticky sbírá údaje o hustotě provozu stejně jako dovoluje uživatelům hlásit nejrůznější dopravní situace. Kromě výše uvedeného principu je možné vytvářet nové silnice také přímo v mapovém editoru v prohlížeči. Díky odkoupení systému Waze společností Google jsou k dispozici detailní mapy od Google stejně jako Google StreetView, které umožňují relativně přesné zachycení situace i v oblastech, jimiž teoreticky dosud žádný uživatel Waze neprojel.



Obr. 19: Obrazovky aplikace Waze



Obr. 20: Obrazovky aplikace Waze

3. Doprava v klidu v Praze

V současné době má doprava v klidu v Praze dva nosné systémy. Těmi jsou zóny placeného stání a systém parkovišť P+R. Tyto části potom doplňují hromadná parkoviště většího (obchodní centra, sportovní haly) i menšího rozsahu (soukromá parkoviště). Největší (z hlediska kapacity) část systému dopravy v klidu potom představují nezaplatněná parkovací místa v ulicích a přilehlých parkovacích plochách.

3.1 Zóny placeného stání

3.1.1 Vývoj Zón placeného stání v Praze [6]

Od roku 1996 byly v centrální části Prahy postupně zřizovány zóny placeného stání (dále jen ZPS). V původním konceptu byla parkovací stání rozdělena do třech typů zón. Modré zóny byly určeny pro parkování rezidentů s dlouhodobou parkovací kartou, oranžové a zelené zóny potom pro krátkodobé parkování návštěvníků s platbou prostřednictvím parkovacích automatů (oranžová zóna pro dobu stání do 2 hodin, zelená potom do 6 hodin).

V roce 1992 rozhodlo zastupitelstvo města o vyhlášení výběrového řízení na provozování zón placeného stání v pravobřežní části městské části Praha 1 (Staré Město, Josefov, severní část Nového Města). Smlouva na provoz byla uzavřena 7. srpna 1995, zóna placeného stání byla potom zprovozněna 29. dubna 1996. Zóny a podmínky jejich užívání byly určeny pouze stanovením místní úpravy provozu na pozemních komunikacích.

Dne 1. 4. 1999 nabyla účinnosti vyhláška hlavního města Prahy č. 14/1997 Sb. HMP, o stání silničních motorových vozidel na vymezených místních komunikacích na území městské části Praha 1 za cenu sjednanou podle cenových předpisů, která zóny a podmínky jejich užívání stanovila s odvoláním na nový Zákon o pozemních komunikacích, 13/1997 Sb.

V pravobřežní části Prahy 1 bylo takto vyznačeno kolem 6 000 míst v modré zóně a kolem 2 500 míst v oranžové a zelené zóně (přičemž v dalších letech se jejich počet postupně snížil o několik stovek ve prospěch modré zóny). Osazeno zde bylo cca 140 parkovacích automatů.

Rada hl. m. Prahy na svém zasedání 24. února 2004 souhlasila s návrhem městské části Praha 16, aby tato městská část vykonávala funkci správce placeného stání na místních komunikacích v rámci území své městské části, respektive touto funkcí pověřila jiný subjekt na základě vlastního výběrového řízení.

Systém měl být od 1. října 2007 rozšířen i na území levobřežní části městské části Praha 1 (zejména Malá Strana a Hradčany) a do městských částí Praha 2, Praha 3 a Praha 7. Z důvodů komplikací však byl zaváděn o něco později a postupně. V dubnu 2007 Rada Hlavního města

Praha schválila přípravu výběrového řízení na správce zón, v červenci potom byl schválen ceník zón placeného stání.

V levobřežní části Prahy 1 a v Praze 2 byl systém zaveden od 1. listopadu 2007, v Praze 2 však byly parkovací automaty v oranžových a zelených zónách zprovozněny až od 14 hodin dne 19. prosince 2007.

V Praze 3 byl systém v modrých zónách spuštěn od 18. února 2008, oranžové zóny s parkovacími automaty pak od 1. dubna 2008. Vyhrazeno bylo celkem 13 200 parkovacích míst, z toho 11 300 pro rezidenty a abonenty (modré zóny) a 1700 pro návštěvníky (oranžové zóny) a 200 jiných míst.

V Praze 7 byly zóny zavedeny v roce 2008.

Systém ZPS byl tedy postupně zaveden v těchto částech hlavního města Prahy:

- **29. 4. 1996:** Praha 1, pravobřežní část
- **1. 4. 2004:** část sídliště Radotín (Praha 16)
- **1. 11. 2007:** Praha 1, levobřežní část (Malá Strana a Hradčany)
- **1. 11. 2007:** Praha 2
- **18. 2. 2008:** Praha 3
- **1. 4. 2008:** Praha 7

ZPS v dalších městských částech byly potom zaváděny již v rámci nového konceptu.

V modrých zónách bylo stání povoleno rezidentům a abonentům, tj. obyvatelům a podnikatelům sídlícím v dané městské části, na základě zakoupené parkovací karty, přičemž parkovací karta ale držitelé nezaručuje, že nalezne volné parkovací místo. Z důvodu zejména zásobování nebyly modré zóny v provozu (zpoplatněny) každý den mezi 6. a 8. hodinou ranní. Pro nerezidenty bylo povoleno parkování v modrých zónách na základě stíracího lístku po dobu max. 2 hodin (60 Kč/hod). Tato možnost ale nebyla veřejně příliš prezentována, a tudíž o ní mnoho lidí vůbec nevědělo.

V oranžových a zelených zónách řidiči platili pomocí za parkování prostřednictvím parkovacích automatů. V automatech bylo možné platit mincemi, později také prostřednictvím Opencard.



PLATÍ DO:

Obr. 21: Parkovací karta pro modré zóny [6]



Obr. 22: Původní parkovací automat [6]



Obr. 23: Stírací parkovací lístky pro modré zóny [6]

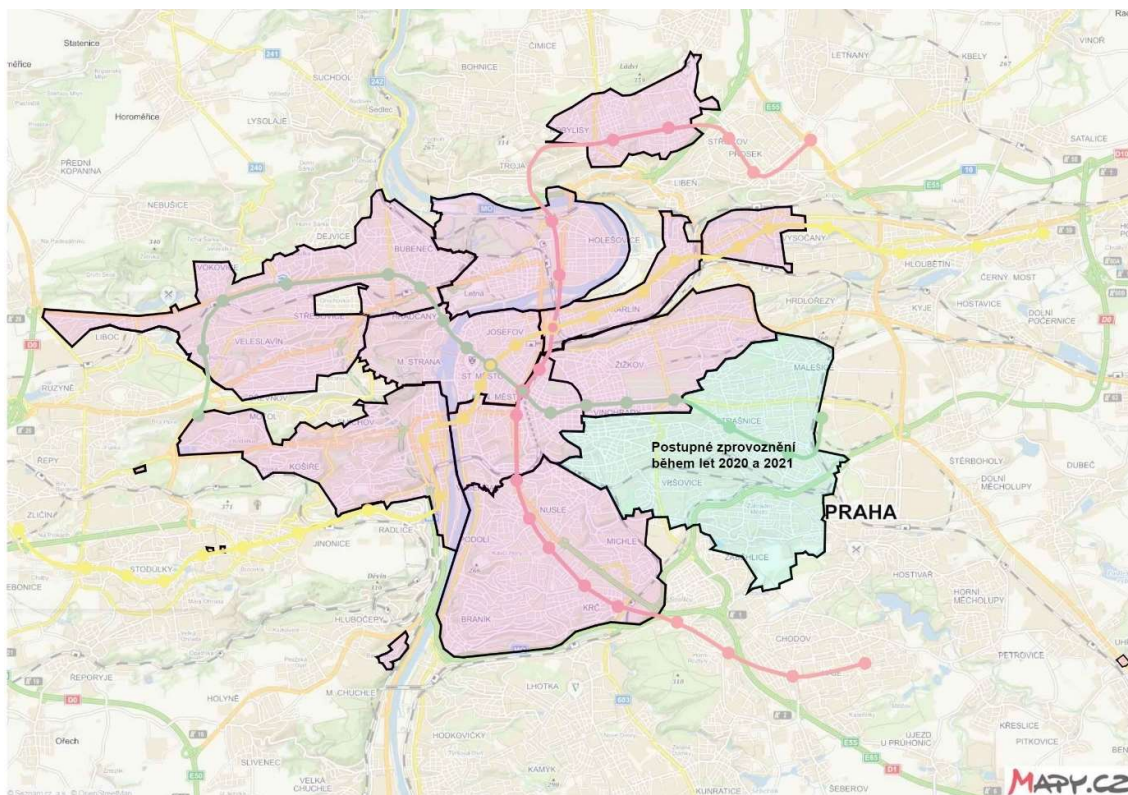
3.1.2 Popis stávající koncepce Zón placeného stání

Rozsah zón [6]

Nový koncept ZPS v Praze byl postupně zaváděn od července 2016 a v současné době je využíván ve všech zónách na území hlavního města Prahy. Zóny placeného stání najdeme k 30. 4. 2020 v těchto městských částech:

- Praha 1; Praha 2; Praha 3; Praha 4; Praha 5; Praha 6; Praha 7; Praha 8; Praha 9; Praha 13; Praha 16 a Praha 22

Důvodem pro existenci zón placeného stání v Praze je regulace dopravy v klidu tak, aby obyvatelé exponovaných lokalit měli možnost zaparkovat svůj vůz v docházkové vzdálenosti od svého bydliště, případně nemovitosti či provozovny. Dále pak je cílem motivovat návštěvníky, aby se v lokalitě zdržovali se svým vozidlem po dobu jen nezbytně nutnou a uvolnili tím parkovací místo právě rezidentům a také dalším řidičům.



Obr. 24: Současný rozsah ZPS (rozdělení na obrázku je dle městských částí)

Typy zón [6]

V současné době najdeme v Praze tři základní režimy zpoplatněného parkování, které by měly přispívat ke snadné orientaci a srozumitelnosti:

REZIDENTNÍ režim (MODRÁ zóna)

- určeno pro rezidenty, abonenty a majitele nemovitostí v dané oblasti,
- vyznačeno modrým pruhem (svislé i vodorovné značení),
- bez omezení mohou na modré zóně parkovat pouze lidé s platným parkovacím oprávněním (vydáno na základě trvalého pobytu v dané oblasti a prokázání právního vztahu k vozidlu, vlastnictví nemovitosti v dané oblasti, nebo vlastnictvím provozovny v dané oblasti),
- ostatní motoristé mohou na modré zóně parkovat časově omezeně (zpravidla max. 1 - 3 hod), a to jen po platbě přes webovou aplikaci Virtuální parkovací hodiny (mpla.cz/praha),
- nevyskytují se zde tedy žádné parkovací automaty,
- provozní doba modrých zón je vždy vyznačena v rámci svislého značení – mimo tuto dobu lze v daném místě parkovat bez omezení.

SMÍŠENÝ režim (FIALOVÁ zóna)

- určeno pro parkování jak rezidentů, abonentů a majitelů nemovitostí, tak i návštěvníků,
- vyznačeno fialovým pruhem na svislém dopravním značení a doplněno bílým vodorovným značením
- bez omezení mohou na fialové zóně parkovat pouze lidé s platným parkovacím oprávněním (vydáno na základě trvalého pobytu v dané oblasti a prokázání právního vztahu k vozidlu, vlastnictví nemovitosti v dané oblasti, nebo vlastnictvím provozovny v dané oblasti,
- ostatní motoristé mohou ve fialové zóně parkovat maximálně 24 hodin, a to jen po platbě v parkovacím automatu nebo přes webovou aplikaci Virtuální parkovací hodiny (mpla.cz/praha),
- v tomto typu zón jsou umístěny parkovací automaty,
- provozní doba fialových zón je vždy vyznačena v rámci svislého značení – mimo tuto dobu lze v daném místě parkovat bez omezení.

NÁVŠTĚVNICKÝ režim (ORANŽOVÁ zóna)

- určeno pro krátkodobé parkování všech motoristů,
- vyznačeno oranžovým pruhem na svislém dopravním značení a doplněno bílým vodorovným značením,
- parkování je zde časově omezeno (zpravidla max. 2 hod),
- v tomto typu zón neplatí parkovací oprávnění pro modré a fialové zóny,
- platbu je možné provést parkovacím automatu nebo přes webovou aplikaci Virtuální parkovací hodiny (mpla.cz/praha),
- v tomto typu zón jsou umístěny parkovací automaty,
- provozní doba oranžových zón je vždy vyznačena v rámci svislého značení – mimo tuto dobu lze v daném místě parkovat bez omezení.



Obr. 25: Svislé dopravní značení [6]

Pro zjednodušení jsou definovány ve zjednodušeném formátu následující pojmy:

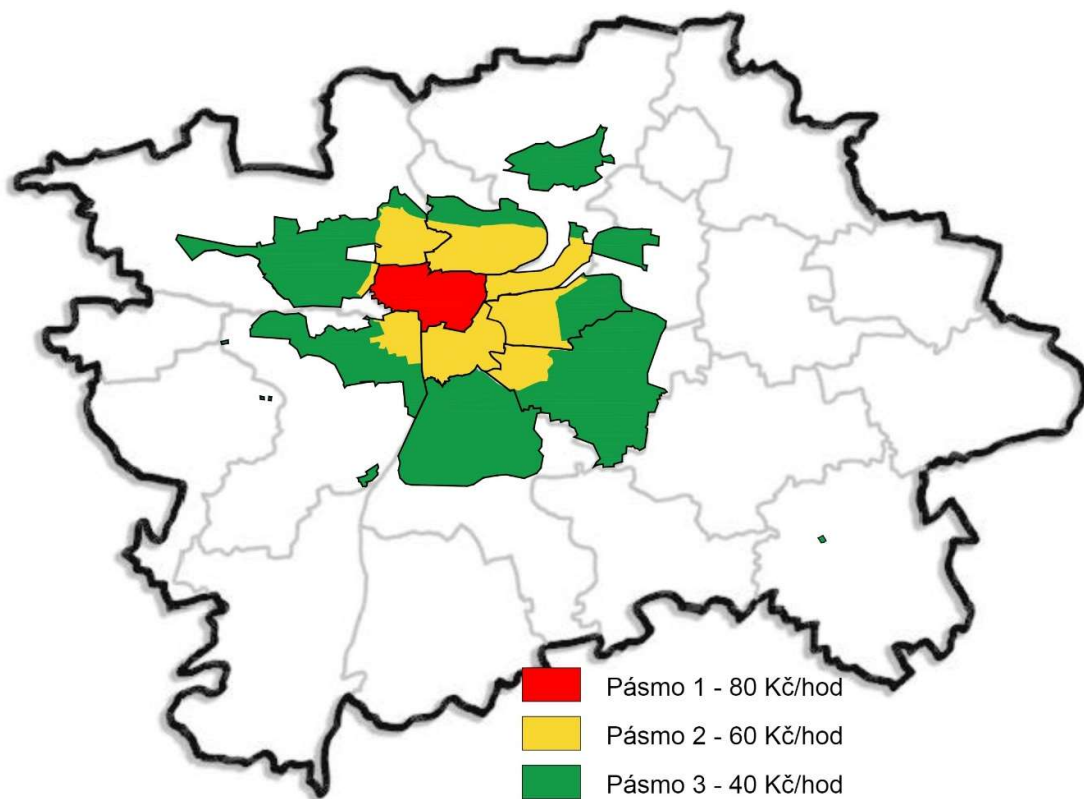
- **REZIDENT:** fyzická osoba musí mít místo trvalého pobytu v ZPS a být vlastníkem daného vozidla,
- **ABONENT:** právnická nebo fyzická osoba podnikající nebo vlastníci nemovitost na území ZPS a je vlastníkem daného vozidla,
- **NÁVŠTĚVNÍK:** osoba bez výše uvedeného vztahu k dané lokalitě a přijíždějící s vozidlem do dané ZPS.

Cenová pásma a platby [6]

Území Prahy je rozděleno do tří cenových pásem, která určují maximální hodinovou sazbu za parkování:

- I. pásmo (nejužší centrum) – 80 Kč/hod
- II. pásmo (širší centrum) – 60 Kč/hod
- III. pásmo (zbytek Prahy) – 40 Kč/hod

V praxi to znamená, že tyto sazby platí vždy pro návštěvníky v dané modré zóně. Konkrétní ceny za hodinu parkování ve fialových a oranžových zónách jsou potom nastavovány (stejně jako provozní doba) nejen v každé městské části ale často i v každé parkovací oblasti zvlášť.



Obr. 26: Tarifní pásma v ZPS

Parkovací automaty [6]

Pokud se řidič rozhodne platit parkovné v parkovacích automatech, u automatu musí uvést svojí registrační značku a požadovanou délku stání vozidla. Stávající systém umožňuje hned několik způsobů zaplacení. Parkovací automat přijímá jak hotovost (CZK i EUR), tak platební karty Visa a MasterCard.



Obr. 27: Parkovací automat [6]



Obr. 28: Parkovací automat - detail obrazovky [6]

Virtuální parkovací hodiny [6]

Virtuální parkovací hodiny jsou součástí digitalizovaného parkovacího systému, který slouží ke zjednodušení a zefektivnění platby parkovného i prostřednictvím webové aplikace (dostupné na mpla.cz/praha). Při prvním použití si uživatel do aplikace nastaví svojí registrační značku, způsoby platby přes platební kartu či CCS kartu, bezpečnostní heslo a e-mail, na který bude zasíláno potvrzení a odkaz k prodloužení parkování.

Při zaparkování v zóně placeného stání a využití tohoto způsobu placení je potřeba daný úsek přesně definovat. K tomuto kroku máme dvě možnosti. K jednoznačnému určení slouží kód umístěný na svislém dopravním značení nebo na parkovacím automatu, který se zadá ručně do aplikace či pomocí QR kódu.

Je zde i druhá možnost, a to určení pomocí mobilního telefonu a GPS. Aplikace nabídne nejbližší úseky v okolí. Poté to funguje tak, že řidič zvolí v systému příslušnou registrační značku, délku pobytu, kterou chce zakoupit a typ platby. Následně bude vyzván k zadání bezpečnostního hesla, které si zvolil při prvním použití aplikace. Nakonec mu bude na e-mail zaslán pokladní doklad a odkaz na případné prodloužení.

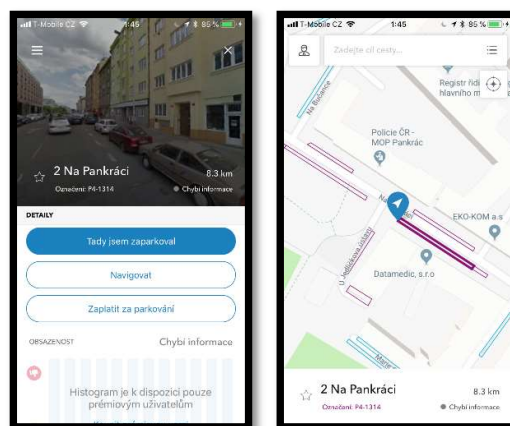
Výhodou tohoto systému je, že není potřeba umísťovat parkovací oprávnění (včetně parkovacího lístku) za čelní sklo. Toto řešení zjednodušuje řidičům celý proces, jelikož se nemusí do vozidla znovu vracet se zakoupeným parkovacím lístkem a také mohou, díky této internetové aplikaci, své stání kdykoliv prodloužit až na maximální povolenou dobu v daném úseku bez toho, aniž by se ke svému vozidlu museli vracet.

Mobilní aplikace [6]

V současné době neexistuje žádná oficiální mobilní aplikace pro systém ZPS. Je dostupných několik aplikací (nejenom) pro území Prahy zaměřených na parkování, např. eParkomat, zaparkuju.cz či Parkování, které mj. umožňují platbu za parkování v systému ZPS. Vždy ale odkazují na výše zmíněnou webovou aplikaci.



Obr. 29: MPLA webová aplikace [6]



Obr. 30: Mobilní aplikace eParkomat [8]

Identifikace parkovacích úseků

Každý úsek má svůj jedinečný identifikační kód, který slouží pro orientaci a zejména potom platbu. Kód je ve formátu: **P3-0109**.

První číslo představuje městskou část a čtyřčíslí za pomlčkou je potom vždy unikátním kódem v rámci městské části.

Automatizovaný systém kontroly plateb za parkování [6]

V roce 2016 začalo Hlavní město Praha využívat kromě nových technologií pro provoz také nové technologie pro monitoring zón placeného stání. Byl vyvinut nový a unikátní program, který celý proces sběru dat řídí. Nástrojem sběru dat je speciální vozidlo vybavené kamerovou nástavbou. Vozidlo má na střeše čtyři speciální kamery pro čtení RZ (dvě pro pohled dopředu, dvě pro pohled dozadu) a dvě přehledové kamery, které jsou určeny pro pořizování přehledových fotografií a monitoringu dopravního značení. Systém monitoringu je uzavřený automatický systém sběru dat, která jsou chráněnou cestou předávána do centrálního informačního systému hlavního města Prahy, který integruje všechny procesy související s regulací parkování v rámci zón placeného stání.



Obr. 31: Vozidlo monitoringu [6]

Problematika kapacity Zón placeného stání

V následující tabulce je uvedena kapacita ZPS v jednotlivých městských částech, včetně rozdělení do typů zón.

| Stav ZPS Praha k 30.4.2020 | | | | | |
|----------------------------|----------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|
| Městská část | Počet míst ZPS | Počet míst rezidentní | Počet míst smíšená | Počet míst návštěvnická | Počet míst speciální režim |
| Praha 1 | 7 775 | 5 987 | 1 770 | 18 | 610 |
| Praha 2 | 11 336 | 7 354 | 3 982 | - | 661 |
| Praha 3 | 14 313 | 10 013 | 4 300 | - | 597 |
| Praha 4 | 21 804 | 12 894 | 8 718 | 192 | 831 |
| Praha 5 | 12 142 | 7 141 | 4 792 | 209 | 582 |
| Praha 6 | 25 049 | 16 556 | 8 488 | 5 | 1 064 |
| Praha 7 | 9 270 | 6 574 | 2 162 | 534 | 310 |
| Praha 8 | 14 442 | 9 552 | 4 796 | 94 | 563 |
| Praha 9 | 3 668 | - | 3 668 | - | 147 |
| Praha 13 | 56 | - | - | 56 | 5 |
| Praha 16 | 18 | - | - | 18 | 2 |
| Praha 22 | 120 | - | - | 120 | 6 |
| Celkem | 119 993 | 76 071 | 42 676 | 1 246 | 5 378 |

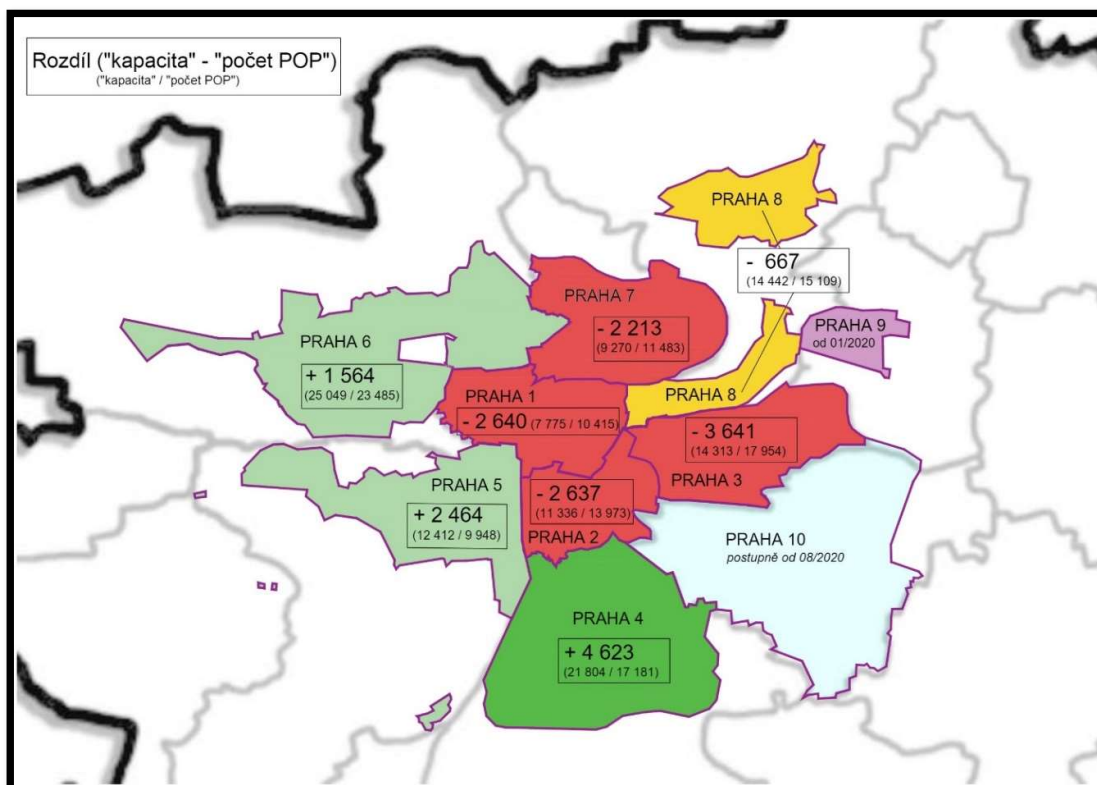
Obr. 32: Kapacita ZPS (data [1])

Data o počtu vydaných parkovacích oprávnění jsou k dispozici pro každou městskou část zvlášť.

Souhrnný přehled počtu platných parkovacích oprávnění (porovnání let 2018 a 2019, mj. koresponduje s rozšiřováním některých ZPS – P4, P5, P6)

| Oblast | Počet POP platných ke dni 31. 12. 2018 | Počet POP platných ke dni 31. 12. 2019 |
|---------------|--|--|
| MČ Praha 1 | 10 415 | 11 328 |
| MČ Praha 2 | 13 973 | 14 127 |
| MČ Praha 3 | 17 954 | 18 432 |
| MČ Praha 4 | 17 181 | 21 651 |
| MČ Praha 5 | 9 948 | 12 018 |
| MČ Praha 6 | 23 485 | 27 028 |
| MČ Praha 7 | 11 483 | 11 714 |
| MČ Praha 8 | 15 109 | 15 890 |
| Celkem | 128 940 | 132 750 |

Obr. 33: Počet platných POP [1]



Obr. 34: Počty vydaných oprávnění v porovnání s kapacitou (údaje k 12/2019 [1])

Parkovací oprávnění nemá v současném konceptu žádnou formu garance parkovacího místa v dané oblasti a určitě neplatí, že jedno parkovací oprávnění se rovná potřebě jednoho parkovacího stání pro rezidenty. Důvodem je fakt, že se v jednotlivých oblastech vozidla s parkovacími oprávněními střídají (například zejména rezidenti x abonenti) a zpravidla nedochází k situacím, kdy by zde parkovala všechna vozidla zároveň. Skutečností ale je, že smíšené (fialové) zóny by měly v odpovídající míře sloužit také pro návštěvníky a z pohledu rezidentů (a abonentů) sloužit jako alternativa pro ty, kteří nezaparkují v modré zóně.

Nemělo by tedy rozhodně docházet k situacím, kdy je počet vydaných parkovacích oprávnění vyšší než kapacita parkovacích míst v modrých a fialových zónách dohromady. To je dnes již případ všech městských částí se systémem ZPS. Pro srovnání, ještě na konci roku 2017 byla taková situace pouze v městských částech Praha 3 a Praha 7. Zatímco parkovací kapacity v ulicích jsou již prakticky vyčerpány, vydaných parkovacích oprávnění stále přibývá. Je třeba zdůraznit, že u parkovacích oprávnění do zón placeného stání neexistuje žádné omezení, žádný stop stav, úřady je musí vydat každému, kdo si zažádá a má na ně nárok.

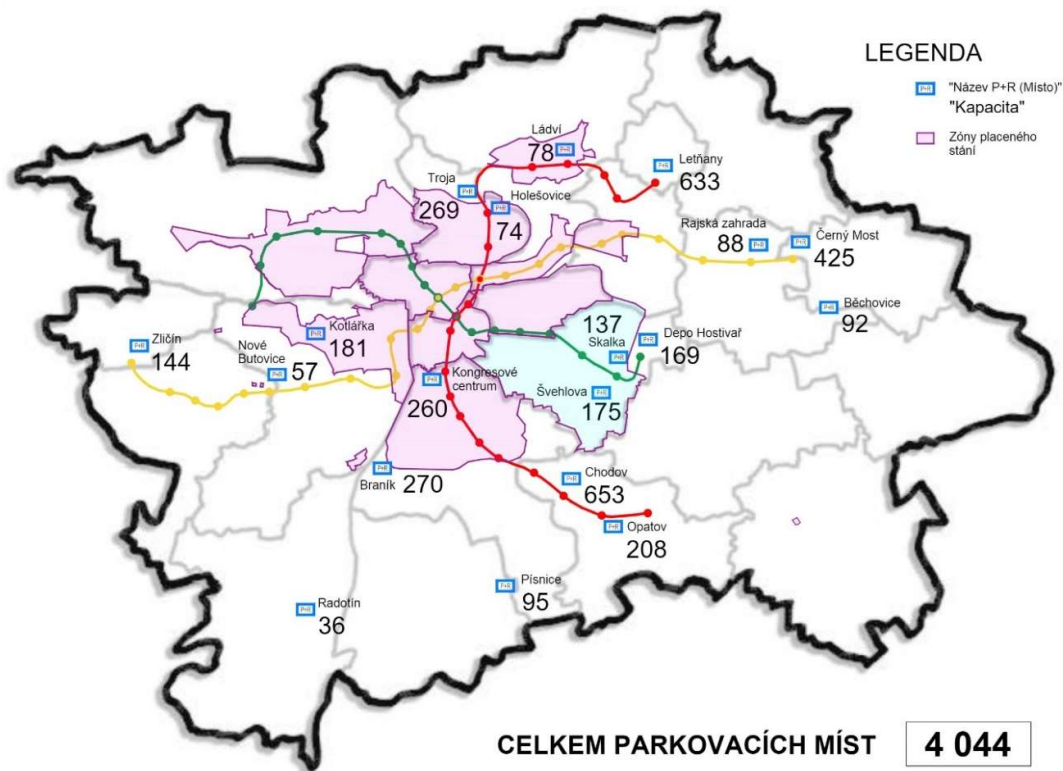
3.2 Záchytná parkoviště typu P+R

Hovoří-li se o potřebě parkovacích kapacit pro řidiče pravidelně dojíždějící zejména z území mimo Prahu, je třeba zmínit, že hlavní město Praha disponuje velmi kvalitním systémem MHD. Pro správnou funkčnost v kombinaci právě s dojíždějícími řidiči je nutné disponovat dostatečnou kapacitou záchytných parkovišť P+R (umístěných v blízkosti zastávek městské hromadné dopravy s dostatečně atraktivní obsluhou). Kapacita míst v tomto režimu je ale v Praze nedostatečná.

Na níže uvedených obrázcích jsou uvedeny dostupné parkoviště P+R na území Prahy.

| Stav P+R na území Prahy k 30.4.2020 | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------------|----------------|-------------|
| Název | Typ P+R | MHD | Max doba stání | Kapacita |
| Běchovice | nehlídané | železnice | 12 h | 92 |
| Braník | nehlídané | tram, železnice | 12 h | 270 |
| Černý Most I | hlídané | linka B | | 294 |
| Černý Most II | hlídané | linka B | | 131 |
| Chodov | hlídané | linka C | | 653 |
| Depo Hostivař | hlídané | linka A | | 169 |
| Holešovice | hlídané | linka C | | 74 |
| Kongresové centrum Praha | hlídané | linka C | | 260 |
| Kotlářka | nehlídané | tram | 12 h | 181 |
| Ládví | hlídané | linka C | | 78 |
| Letňany | hlídané | linka C | | 633 |
| Nové Butovice | nehlídané | linka B | 12 h | 57 |
| Opatov | hlídané | linka C | | 208 |
| Písnice | nehlídané | bus | 12 h | 95 |
| Radotín | hlídané | železnice | | 36 |
| Rajská zahrada | hlídané | linka B | | 88 |
| Skalka I | hlídané | linka A | | 63 |
| Skalka II | nehlídané | linka A | 12 h | 74 |
| Švehlova | nehlídané | tram | 12 h | 175 |
| Troja | nehlídané | tram | 12 h | 269 |
| Zličín I | hlídané | linka B | | 83 |
| Zličín II | hlídané | linka B | | 61 |
| Celkem | | | | 4044 |

Obr. 35: Parkoviště P+R v Praze (podklad [1])



Obr. 36: Mapa parkovišť P+R s vyznačením kapacit

3.3 Neregulované parkování mimo Zóny placeného stání

Parkování v oblasti bez zavedených zón placeného stání v blízkosti hranice s oblastí s placeným stáním je často velkým problémem. Například je tato situace už několik let neúnosná v problematické lokalitě na Praze 10 v místě, kde s Prahou 10 hraničí Praha 2 a Praha 3. Tato lokalita Prahy 10 se nachází v sevření městských částí, které svojí parkovací politiku zakládají na aplikaci parkovacích zón. Řidiči, kteří bydlí v okrajových městských částech Prahy 2 a Prahy 3, kteří si nezakoupí parkovací oprávnění často využívají parkovací stání právě na území Prahy 10, kde zóny placeného stání nejsou. Další problém představují velká sídliště bez odpovídající kapacity parkovacích stání.

3.4 Shrnutí současného systému dopravy v klidu

V následujícím textu jsou shrnuty silné a slabé stránky stávajícího systému parkování v Praze.

3.4.1 Silné stránky

- **Existence webové aplikace pro ZPS**

V rámci zavádění nového konceptu ZPS v Praze byla zprovozněna webová prezentace parkujvklidu.cz. Na jednom místě se tak občané dozvědí důležité informace pro využívání ZPS, jsou zde dostupné informace o každém úseku v rámci ZPS a neposlední řadě přímý odkaz na tzv. Virtuální parkovací hodiny, které slouží k bezhotovostní platbě parkovného.

- **Možnost platit kartou**

Byť se v dnešní době jeví jako naprostá samozřejmost, v původním konceptu ZPS nebylo možné v rámci platby u parkovacích automatů využít platební kartu. Dnešní automaty již tento způsob platby umožňují, je možné provést rovněž bezkontaktní platbu.



Obr. 37: Původní typ automatů [6]



Obr. 38: Stávající typ automatů [6]

- **Možnost platby přes webovou aplikaci včetně lokalizace**

Dalším zjednodušením pro řidiče při platbách za parkování a alternativou k platebním automatům je možnost platby přes webovou aplikaci, tzv. Virtuální parkovací hodiny. Dalším užitečnou vlastností aplikace je lokalizace (po jejím povolení) uživatele, tudíž není potřeba zadávat ručně číslo úseku. Pouze je nutné zkontrolovat, případně vybrat jiný z přilehlých úseků, za který chce řidič zaplatit.

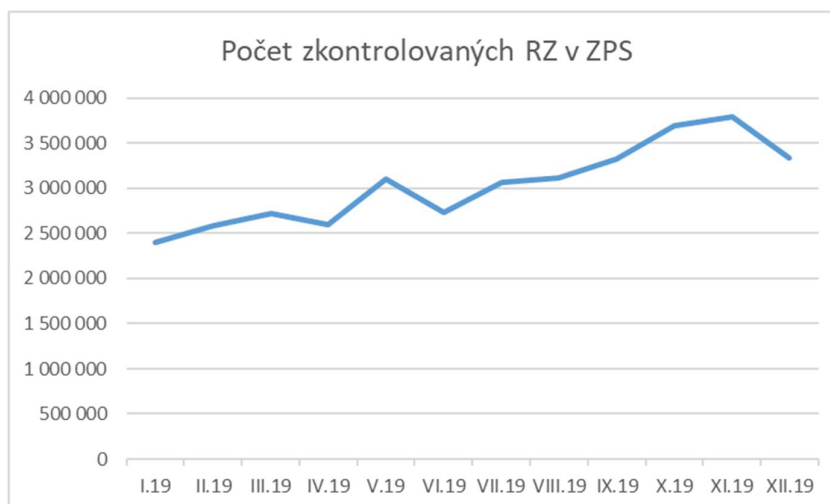
- **Možnost krátkodobého stání v modrých zónách i pro nerezidenty**

Současný koncept ZPS umožňuje krátkodobé stání (max. 3 hod) i řidičům, kteří nemají parkovací oprávnění v dané oblasti. Cena je zde vždy maximální možná v rámci dané tarifní zóny (I. zóna – 80,- Kč, II. zóna – 60,- Kč, III. zóna – 40,- Kč) a je možné platit pouze prostřednictvím aplikace Virtuální parkovací hodiny, protože se v modrých zónách nenacházejí parkovací automaty. I dříve bylo možné v modrých zónách zaparkovat pro nerezidenty. Bylo k tomu potřeba mít ale speciální stírací lístky, které měly omezenou distribuci a o této možnosti vědělo minimum lidí. Praktická využitelnost byla tedy téměř nulová.

- **Automatizovaný systém kontroly plateb za parkování**

Jak je již zmíněno v kap. 3.1.2, v roce 2016 začalo Hlavní město Praha využívat novou technologii pro monitoring zón placeného stání. Nástrojem sběru dat je speciální vozidlo vybavené kamerovou nástavbou, a dodává data do uzavřeného automatického systému (CIS), který integruje všechny procesy související

s regulací parkování v rámci zón placeného stání. Tímto došlo ke značné redukci osob kontrolujících jednotlivá vozidla, jestli mají platné parkovací lístky za čelním sklem. Takový způsob kontroly byl oproti současnému značně neefektivní.



Obr. 39: Měsíční počty RZ zkontrolovaných speciálními vozidly [1]

3.4.2 Slabé stránky

- **Obyvatelé Prahy nejsou v systému zvýhodnění**

V současném systému ZPS nejsou nijak zvýhodnění obyvatelé Prahy. V praxi například obyvatel Prahy s trvalým pobytem mimo zpoplatněnou oblast nemůže získat parkovací oprávnění v jakékoliv zpoplatněné části Prahy a platí tak parkovné ve stejné výši jako řidiči vozidel dojíždějící z oblastí mimo Hlavní město Praha. Obecně se rezidentní karta v jedné oblasti v žádném případě nevztahuje na volné parkování v oblasti jiné, což znevýhodňuje Pražany bydlící a pracující na území Prahy v různých městských částech. Při současném nastavení tarifní politiky v kombinaci s výrazným nedostatkem kapacity záchytných parkovišť právě nemají zejména mimopražští řidiči motivaci vyhnout se parkování v oblastech spadajících do ZPS a mají tak významný podíl na obsazenosti parkovacích míst v rámci ZPS.

- **Nedostatečná kapacita parkovišť typu P+R**

V návaznosti na počet vozidel, která každý všední den vjíždějí na území Hlavního města Prahy (na základě analýzy z dostupných zdrojů je to více než 350 000 vozidel denně) jasně vyplývá nedostatečná současná kapacita (4 000 míst) záchytných parkovišť P+R. Pohybuje se tak na hodnotě okolo 10 % optimálního stavu (potřeba alespoň 40 000 míst).

- **Nepřehledný tarifní systém včetně provozních dob ZPS**

Na území Prahy existují tři tarifní pásma, ty ale určují pouze maximální hodinovou sazbu za parkování (a současně sazbu pro nerezidenty ve všech modrých zónách). Tarif pro smíšené a návštěvnické zóny ale dále není nijak sjednocen, každá městská část si toto řeší individuálně, to samé platí i pro provozní dobu jednotlivých zón. Tarif má mít zejména regulační funkci, což při současném nastavení cen absolutně nesplňuje. Rovněž chybí výraznější osvěta pro současný systém ZPS.

- **Absence chytrých technologií, zejména pro lokalizaci volných kapacit**

Plošné zavedení ZPS je nutnou podmínkou k aplikaci technologií identifikujících či predikujících obsazenost parkovacích kapacit. V současnosti ale až na výjimky toto nefunguje, a to ani např. na základě dat z monitorovacích vozidel. Na základě různých studií vzešly informace, že při hledání místa k zaparkování průměrně řidič ujede až několik km navíc. To má samozřejmě negativní dopad jak na samotné řidiče (ztráta času, spotřeba pohonných hmot), tak i na danou oblast (zvýšení intenzity dopravy, zatížení oblasti hlukem a emisemi).

- **Absence mobilní aplikace**

V dnešní době neexistuje oficiální mobilní aplikace pro systém ZPS. Pouze je k dispozici několik aplikací zaměřených na parkování, ty ale minimálně v oblasti plateb vždy odkazují na webovou aplikaci.

- **Uživatelsky nepřívětivá platba v parkovacích automatech**

Zde je uvedeno několik postřehů, kvůli kterým se stávající parkovací automaty nejeví, jako uživatelsky přívětivé. Parkovací automat má barevný displej a pod ním velkou klávesnici, která nemá klasické rozložení jako ta počítačová. Displej není dotykový, což může uživatele zmást. U automatu není uvedené, ke kterým patří parkovacím úsekům a není možné zadat manuálně parkovací úsek, ve kterém parkujete, což může být pro řidiče rovněž matoucí. Při volbě doby parkování není možné zadat přímo čas, ale je nutné ho načítat po minutách, resp. půlhodinách.

4. Zkušenosti z ostatních českých měst

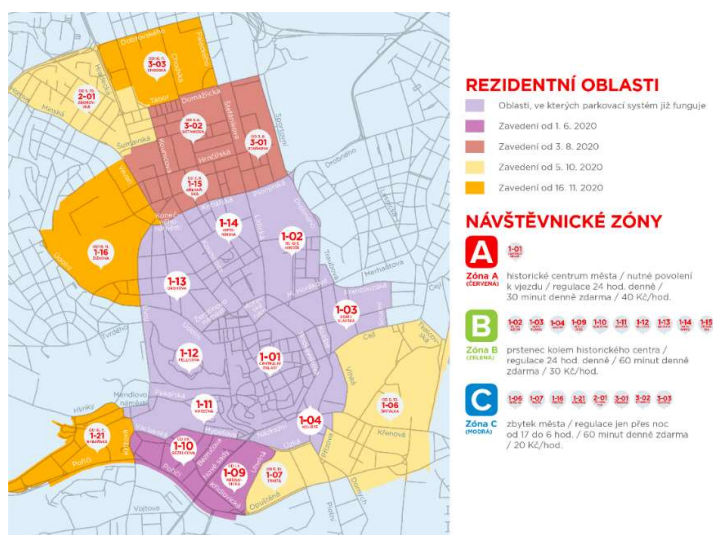
4.1 Brno

Hlavním cílem současného parkovacího systému, který funguje od října 2019 je podpora rezidentů, aby mohli jednodušeji zaparkovat v okolí svého bydliště. Reguluje také dlouhodobé stání vozidel, a tím zvyšuje obrátkovost na potřebných místech, jako je okolí úřadů, pošty nebo obchodů. Obecně tedy takové řešení zvyšuje pravděpodobnost zaparkování. Cílem tak není bezúčelně vybírat peníze, ale umožnit více lidem zaparkovat a vyřídit potřebné záležitosti.

Parkovací systém má tři návštěvnické zóny s odstupňovanou cenou za parkování. Pro návštěvníky je systém jednoduchý. Čím blíže jste k centru, tím více zaplatíte za parkování. Pro rezidenty a abonenty zůstala pravidla parkování stejná jako doposud. Přibyl však několik výhod a cena za další vozy je nižší.

Brno pro rezidenty a abonenty zvolilo princip "květinčky". Parkovací oprávnění (rezidenta i abonenta) tedy platí nejen v oblasti, kde má trvalé bydliště či sídlo podnikání nebo provozovnu (střed „květinčky“), ale i ve všech sousedících oblastech („okvětní lístky květinčky“). Tím se značně rozšiřuje území, na kterém mohou rezidenti a abonenti zaparkovat. Výjimkou je jen nejužší centrum města, kde mohou parkovat pouze lidé z této oblasti (1-01). [10]

Pro návštěvníky je systém přehledně rozdělen na tři návštěvnické zóny (A, B, C), u nichž platí, že čím blíže centru, tím je cena za parkování vyšší. V regulovaných oblastech je možné krátce zaparkovat zdarma (na 30 nebo 60 minut, podle návštěvnické zóny). Pokud se jedná o návštěvníky konkrétních rezidentů (například příbuzný nebo opravář), ti mohou využít dočasné parkovací oprávnění. Každý rezident v zóně A a B, bez ohledu na věk či vlastnictví automobilu, má možnost poskytnout svým návštěvám až 300 hodin parkování ročně. [10]



Obr. 40: Současný stav a plán rozšíření zón v Brně [10]

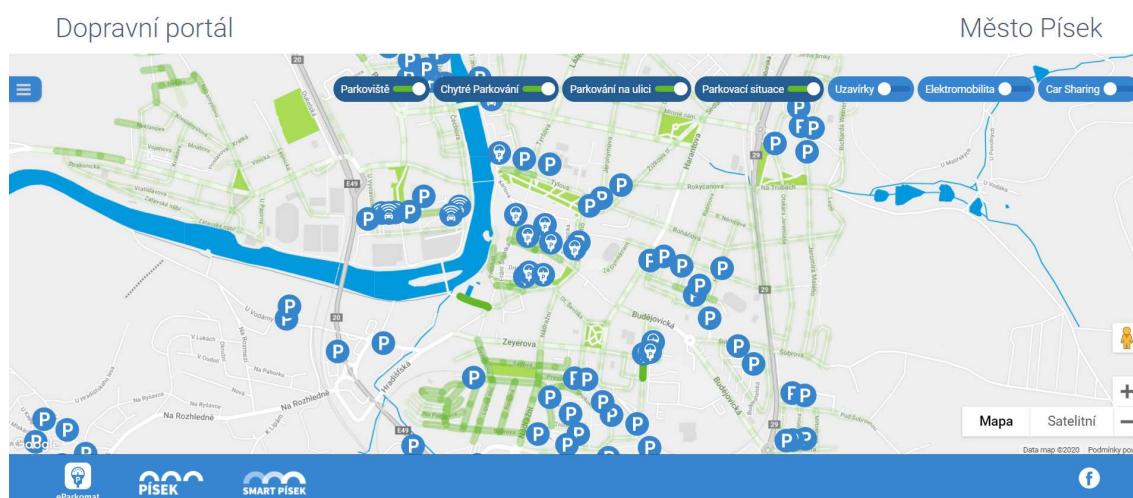
4.2 Písek

Jedním z prvních měst, které se zasadilo o rozvoj inteligentního parkování v ČR, je Písek. Již v roce 2015 vznikla Modrožlutá kniha Smart Písek, která je hlavním dokumentem pro přeměnu Písku do podoby konceptu Smart City. Tato kniha a dokument Strategický plán a tvorba koncepce rozvoje města Písku do roku 2025 by měly být hlavními podklady pro zmíněnou přeměnu.

Písek si klade za cíl úsporné hospodaření s energiemi a snížení emisí pro zajištění udržitelného rozvoje města. V rámci Modrožluté knihy byly vymezeny tři základní pilíře a těmi jsou „Inteligentní mobilita“, „Inteligentní energetika a služby“ a „Integrovaná infrastruktura a ICT“. V rámci pilíře „Inteligentní mobilita“ byl zaveden dynamický systém parkování. Jeho cílem je pomocí otevřených dat a chytrých telefonů optimalizovat parkování ve městě. Systém slouží k navádění na volné parkovací místo, případně jeho rezervaci. Dále je pomocí tohoto systému také možný sběr dat o pohybu obyvatel ve městě a o využívání MHD. Projekt běží mj. na webovém portálu, rozhraní aplikace je znázorněno na Obr. 41.

Kromě statických informací o rozmístění parkovacích míst jsou k dispozici také informace o obsazenosti. Informace o obsazenosti jsou poskytována také pro on-street parkovací místa bez technologie sledování obsazenosti. Fungují na bližší nespecifikovaném principu, pravděpodobně s využitím dat z aplikace eParkomat a dat od mobilních operátorů, pouze s třístupňovým určením pravděpodobnosti zaparkování (nízká, střední, vysoká) – tudíž lze stěží určit objektivně spolehlivost takového systému.

Zmíněné řešení dopravy v klidu podporuje také elektromobilitu. Na mapě města jsou vyznačena místa, kde je možné pomocí dobíjecích stanic dobít baterii elektromobilu. [13]



Obr. 41: Webová prezentace systému dopravy v klidu v Písku [13]

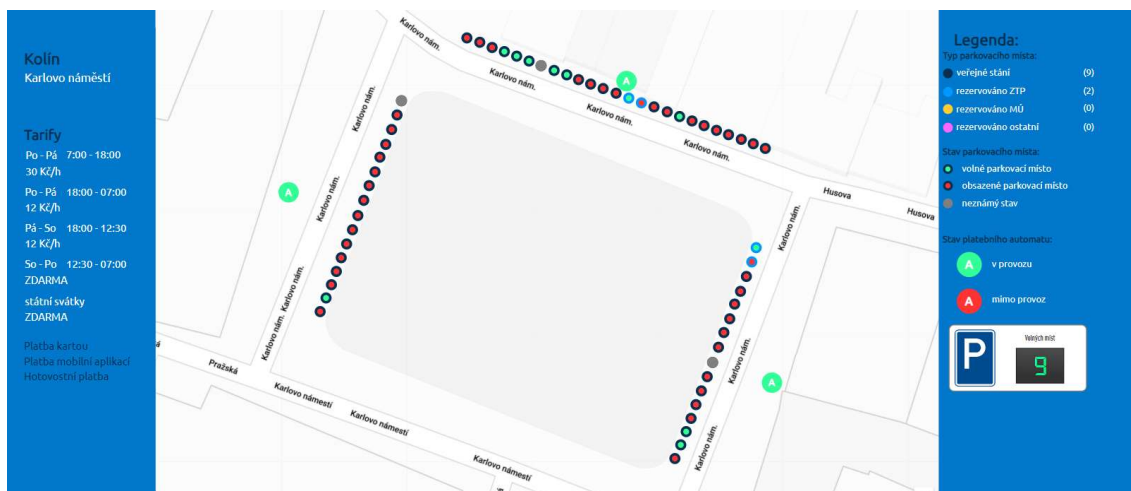
4.3 Kolín

Kolín je jedno z dalších měst, které před několika lety navrhlo novou koncepci města korespondující s myšlenkou Smart Cities. V rámci této koncepce byl vytvořen pilotní projekt inteligentního parkování, jenž byl implementován na Karlově náměstí.

Na Karlově náměstí je k parkování určeno celkem 56 míst, přičemž jedna část je vyhrazena pro návštěvníky městského úřadu a další pro soukromé uživatele. Každé místo je osazeno bezdrátovým senzorem odesílajícím do centrální databáze informaci o tom, zda je místo obsazené, či nikoliv. Cílem projektu bylo vytvořit klidnější prostředí na náměstí díky informovanosti řidičů o volných místech. Dále bylo kladeno za cíl ověřit nové metody platby za parkování, kontroly placení a zjednodušení obsluhy parkovacích automatů. Městská policie byla zároveň vybavena aplikací pro své tablety, který umožnil efektivnější kontrolu a výběr plateb za parkování. [11]

Nyní je pomocí webové aplikace dostupná mapa, na níž jsou znázorněna aktuální volná místa i s označením, pokud jsou rezervována pro někoho z výše zmíněných uživatelů. Webová aplikace také znázorňuje, zda je v provozu parkovací automat a zobrazuje příslušný tarif.

Data jsou dostupná z webové stránky (<https://smart4city.cz>), která nabízí informace o možnosti parkování i v několika dalších městech České republiky, jako je například Benešov, Nymburk či Mladá Boleslav. Zobrazení údajů o obsazenosti z veřejně dostupné webové stránky je níže na Obr. 42. [12]



Obr. 42: Vizualizace obsazenosti parkovacích míst [12]

5. Příklady dobré praxe ze zahraničí

5.1 Vídeň

Vídeň se v žebříčcích hodnocení kvality života světových metropolí umísťuje pravidelně na čelních místech, je tak dobrou inspirací pro hledání řešení nejen v oblasti dopravy v klidu. Má za sebou již období naplňování dvou dopravních „masterplánů“ a aktuálně připravuje třetí. Vídeň je městem vývojem i kulturně v minulosti propojeným s Prahou a z evropských metropolí duchem Praze asi nejbližší. Stejně tak je Praze blízká svou rozlohou (415 km², Praha potom 496 km²) a počtem obyvatel (cca 1,7 mil., Praha má 1,3 mil.). Proto bylo toto rakouské hlavní město vybráno pro krátké porovnání s Prahou v oblasti parkování.

Vzájemný poměr automobilové a veřejné dopravy je podobný Praze, Vídeň má ale o deset procent vyšší podíl bezmotorové dopravy. Vídeňské metro má pět linek se 101 stanicemi a je dlouhodobě rychle rozvíjeno (16 nových stanic od roku 2000). Roční předplatné na veřejnou dopravu bylo nedávno sníženo na 365 EUR (v Praze 146 EUR), jednorázová jízdenka stojí 2 EUR (v Praze 1,3 EUR). Ve Vídni existuje předplatné na P+R, roční stojí 550 EUR, s celoroční jízdenkou na MHD potom méně (468 EUR). V Praze není možné zakoupit roční předplatné na P+R, celodenní parkovné tu stojí 0,80 EUR. Širší centrum Vídně pokrývají parkovací zóny, cyklo doprava tvoří asi 6 % cest a je neustále na vzestupu.

5.1.1 Parkovací zóny ve Vídni [14]

V centru a přilehlých obvodech platí ve Vídni zóny krátkodobého parkování. Parkování je zde časově omezené, začátek zóny příslušného obvodu je vždy označen značkou a v zónách krátkodobého parkování musí řidiči zaplatit za parkování.

První zóna placeného stání byla ve Vídni zřízena v roce 1993 a byla postupně rozšiřována na širší centrum Vídně. V následujících letech byly zóny rozšířeny na obvody 6 až 9 (1995), 4 a 5 (1997) a 2, 3 a 20 (1999), pokrývající celou oblast nejužšího centra. V roce 2012 a 2013 došlo k dalšímu výraznému rozšíření do obvodu 15 a částí obvodů 12, 14, 16 a 17.

Hlavní rozdíl od pražského systému spočívá v tom, že Vídeň nerozlišuje parkovací stání pro rezidenty a návštěvníky. Rezidenti i návštěvníci mohou v zónách (až na výjimky) parkovat na kterémkoli místě. Odpadá tak nutnost realizace vodorovného dopravního značení (modré čáry), či vymezovat místa pro různé skupiny uživatelů. Vídeň je rozdělena pouze na dvě větší zóny, ve kterých platí mírně odlišná pravidla a cenová politika.

Pro návštěvníky bez trvalého bydliště ve vymezené oblasti je doba parkování omezena na maximálně 2 hodiny, v širším centru pak na 3 hodiny. Platit je možné pomocí mobilní aplikace

„Handy parken“, případně parkovacích lístků (k zakoupení na poštách, v trafikách, apod.). V ulicích se tak nenachází parkovací automaty, což představuje úsporu z hlediska veřejného prostoru i z hlediska ekonomiky. Do 10 minut je možné kdekoli zastavit zdarma, i pro tento případ je však potřeba vyplnit parkovací lístek.



Obr. 43: Svislé dopravní značení pro zóny placeného stání (tzv. Kurzparkzone) [14]

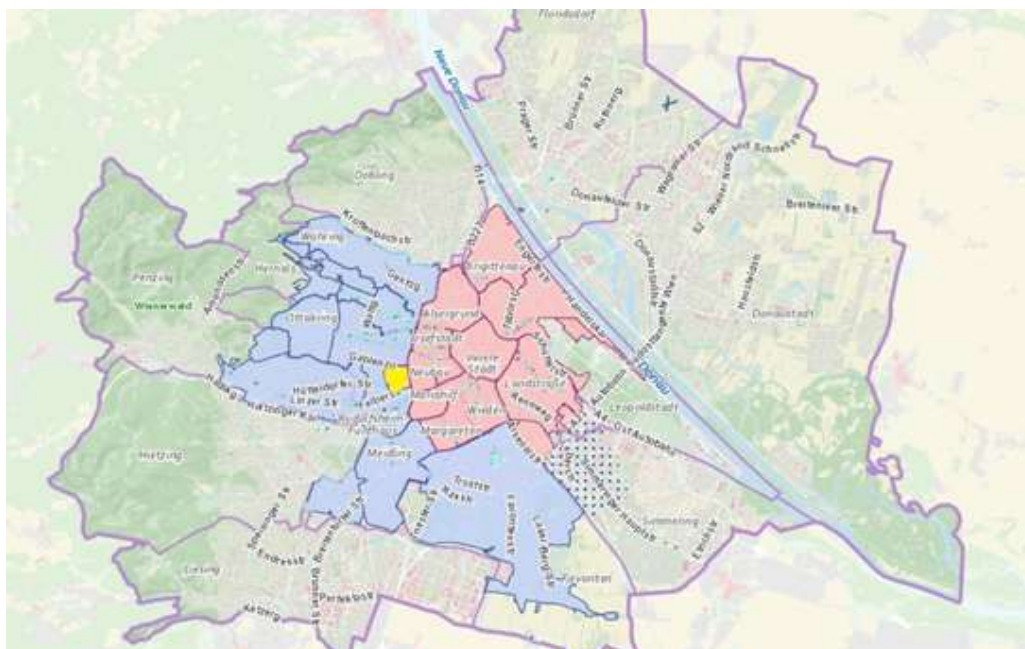
V následující tabulce jsou shrnuty podmínky parkování pro návštěvníky v rámci parkovacích zón. Z této tabulky jasně vyplývá, jak je systém přehledný a jednoznačný. Cena za 30 minut je 1,05 EUR.

| Obvody | PO – PÁ | SO – NE, svátky |
|----------------------|--|---|
| 1 – 9 a 20 (červeně) | 9 ⁰⁰ – 22 ⁰⁰ , max. 2 hod | bezplatně |
| 12 a 14 – 17 (modře) | 9 ⁰⁰ – 19 ⁰⁰ , max. 3 hod | bezplatně |
| Stadthalle (žlutě) | 9 ⁰⁰ – 22 ⁰⁰ , max. 3 hod | 18 ⁰⁰ – 22 ⁰⁰ , max. 2 hod |

Rezidenti potom platí v centrální oblasti (červená) ročně 120 EUR, v širším centru (modrá) potom rezidenti platí 90 EUR ročně, s tím že dané oprávnění platí vždy pro městskou část, ve které mají trvalý pobyt, plus tzv. překrývající se zóny na hranicích městských částí.

Zvláštní parkovací kartu mohou dostat také zaměstnanci nebo živnostníci bez trvalého bydliště ve vymezené zóně. Avšak pouze ti, kteří prokážou, že cestu z práce a do práce nemohou realizovat veřejnou dopravou a cesty automobilem jsou pro ně nezbytné. Výjimku dostávají také firmy, které prokážou, že firemní automobil je nezbytný pro výkon jejich činnosti, a to několikrát denně, zejména pro převoz materiálu.

Kontrola fungování systému je kromě městské policie zajišťována i zaměstnanci vídeňského magistrátu. V jejich kompetenci je vyměřit pokutu za porušení zákona o placeném stání. Městské policii se tím uvolňují ruce pro náročnější činnosti a klesají tím i náklady na kontrolu systému

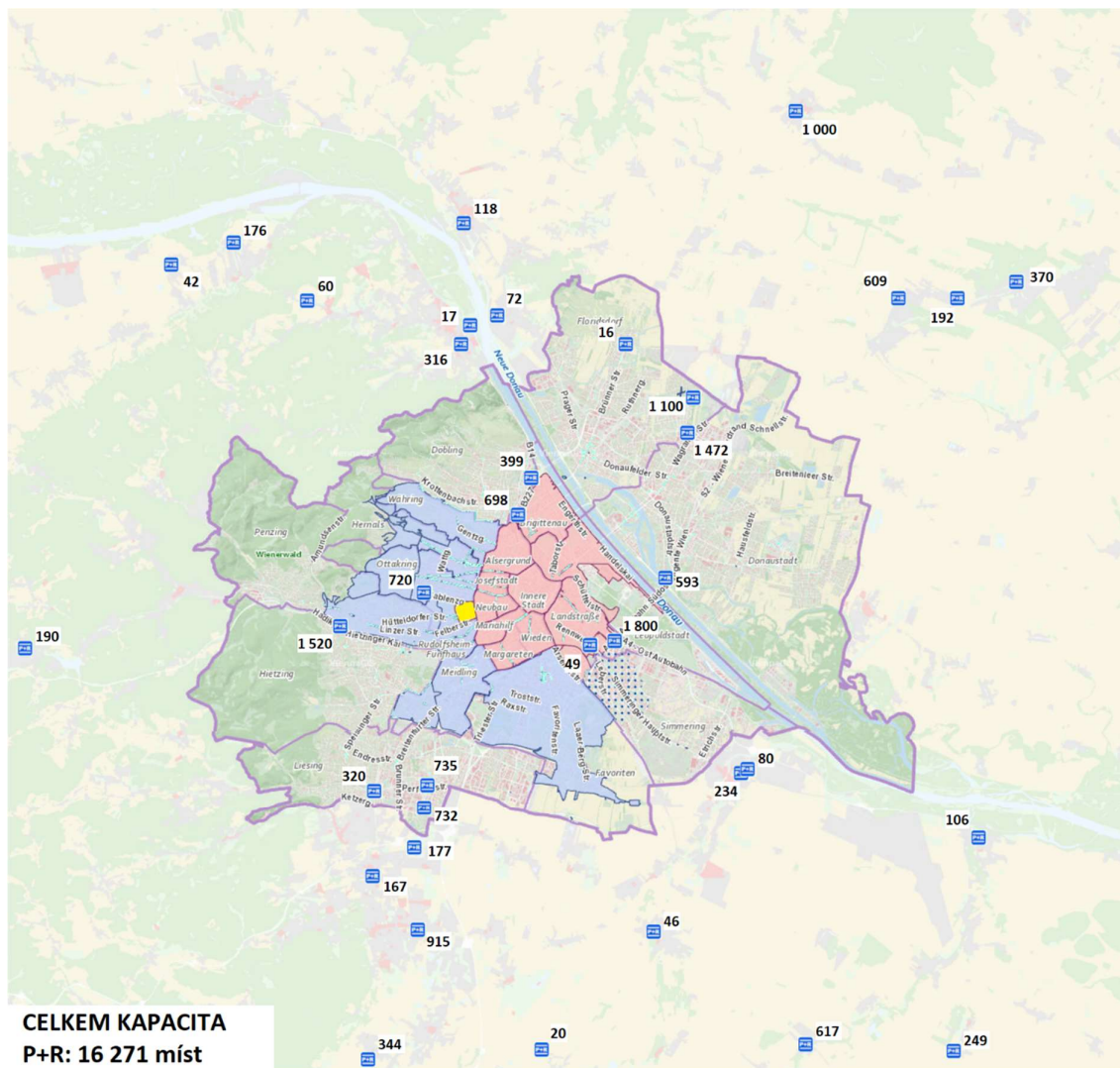


Obr. 44: Parkovací zóny ve Vídni [14]

5.1.2 Záchytná parkoviště P+R ve Vídni [15]

Vídeň má rovněž propracovaný systém záchytných parkovišť P+R v okrajových částech města, ale také za jeho hranicemi (zde většinou ve vazbě na železnici). Cena celodenního parkování je 3,40 EUR (v Praze 0,80 EUR). Celková kapacita parkovišť P+R ve Vídni a nejbližším okolí je 16 271 míst a z toho 10 419 na území města Vídeň. Je tedy vidět, že významnou část kapacity tvoří parkoviště za hranicemi města s vazbou na zastávky železniční dopravy (se zajištěním odpovídající obsluhy VHD). Ani taková kapacita není optimální a Vídeň má stále deficit kapacity záchytných parkovišť. Přesto je zde situace oproti Praze lepší nejen při pohledu na absolutní čísla, ale i na ta relativní. Ve Vídni připadá jedno stání na P+R parkovišti na 28 dojíždějících, zato v Praze na 53 dojíždějících. Ve Vídni nalezneme také záchytná parkoviště s větší kapacitou. Průměrná velikost parkoviště P+R je zde 850 míst

(v Praze pouze 183), největší parkoviště P+R ve Vídni má 1 800 míst (Erdberg), v Praze je to pak Chodov se 653 místy.



Obr. 45: Síť P+R ve Vídni (podklad [14])

5.1.3 Nejzásadnější dopady optimalizace organizace dopavy v klidu ve Vídni: [14]

Obvody 1-9 (červená barva):

- Snížení průměrné obsazenosti parkovacích míst v ranních hodinách z 109 % na 71 %
- Snížení průměrné obsazenosti parkovacích míst v podvečerních hodinách ze 108 % na 89 %
- Snížení poměru neoprávněného parkování o 86 % (dopoledne), resp. 76 % (večer)
- Snížení intenzity dopavy (o 26 % v důsledku snížení provozu při hledání parkovacích míst)

- Zvýšení poměru volných parkovacích míst pro rezidenty z 46 % na 67 %
- Snížení zaparkovaných vozů příjíždějících z území mimo Vídeň o 66 % (v ranních hodinách)

Vnější obvody 12, 14, 15, 16, 17 (modrá barva):

- Snížení průměrné obsazenosti parkovacích míst v ranních hodinách z 83 % na 60 %
- Snížení průměrné obsazenosti parkovacích míst v podvečerních hodinách ze 88% na 79%
- Snížení poměru neoprávněného parkování o 72 % (dopoledne), resp. 13 % (večer)
- Snížení zaparkovaných vozů příjíždějících z území mimo Vídeň z 20 % na 3 % o 66 % (v ranních hodinách)

Aby bylo možné těžit z přínosu regulace dopravy v klidu bylo důležité, aby byla použita návazná opatření, jako je zvýšení krátkodobých parkovacích poplatků, dostatečná kapacita záchytných parkovišť, odpovídající kapacita městských garáží, dostatečná kapacita a vysoká kvalita veřejné dopravy, či snížení ceny roční jízdenky na MHD na 365 EUR.

5.2 Amsterdam

Amsterdam se může chlubit jedním z nejlepších parkovacích systémů v Evropě. Všechny podsystémy jsou 100% digitální, což minimalizuje náklady na dohled. Vše je založeno na povinné registraci registrační značky do parkovacího automatu, kde je platba prováděna pouze elektronicky, a na snížení počtu pevných platebních automatů a zavedení mobilní aplikace, kterou nyní využívá více než 45 % řidičů. [16] Dohled je prováděn pomocí kamerového systému automatického čtení RZ, který je umístěn na vozidle městské policie (ANPR + GPS). Parkovací místa jsou lokalizována na digitální mapě, díky níž je systém plně automatizován. Město není rozděleno na rezidenční zóny, ale na cenová pásma s rozdílným poplatkem za stání. V centru činí poplatek 5 €/h. Systém do budoucna směřuje k automatickému dohledu nad volnými parkovacími místy, následnému navigování v reálném čase a k poskytnutí dat třetím stranám pro vývoj nových aplikací.

5.3 San Francisco

San Francisco zavedlo ambiciózní projekt s názvem SFpark, který pracuje na principu tzv. výkonového zpoplatnění. Vyhodnocení obsazenosti a cenové politiky pak probíhá v reálném čase. Město vyhodnocuje cenový rámec každé tři měsíce a upravuje rámcové ceny podle potřeby. Je tak vhodným příkladem využití technologie a promyšlené parkovací politiky. Cílem bylo snížit počty vozidel na ulicích. Před zavedením tohoto projektu byla cena stání

v parkovacích domech a atraktivnějších místech na ulicích stejná a to 2 \$/h. Z tohoto důvodu byla obsazenost parkovacích domů pouze 22 %. Město začalo ceny postupně regulovat každý měsíc o zlomek částky a do jednoho roku fungování systému došlo k téměř optimálnímu stavu. Obsazenost parkovacího domu se zvýšila na 90 % při ceně 1 \$/h, obsazenost na ulicích klesla na polovinu.

Město dosáhlo svého cíle, zkrátilo veřejné prostory úbytkem aut v ulicích a provozovatel parkovacího domu navýšil tržby, čímž došlo ke zkrácení doby návratnosti celé stavby. Řidiči si ušetřili starosti při hledání volných parkovacích míst v ulicích a zaplatili o polovinu méně na poplatcích za parkování. Toto řešení se dá charakterizovat pojmem 'win-win situace'.

Koncept SF Park ale přináší mnohem důležitější přínos, než je samotná parkovací politika. Město depolitizovalo parkování jasným a logickým pravidlem spravedlivého stanovení cen parkovného. Princip platby za pouliční parkovací stání je tak postaven na možnosti zvýšit cenu při nedostatku volných parkovacích stání. Vzhledem k tomu, že si San Francisco stanovilo způsob regulace pouličního parkování, existuje i rovný vztah mezi poptávkou a nabídkou, který stanoví ceny za parkování.

Programy výkonového zpoplatnění se nezakládají na složitých modelech stanovování cen; pozornost se věnuje pouze výsledkům. Cílem není primárně výběr peněz, ale regulace parkování založená na dostupnosti volných stání. Navíc už městská rada nemusí hlasovat o ceně parkování. Je-li příliš vysoká, pouliční prostory budou prázdné a cena bude klesat, a pokud nejsou pouliční stání prázdná, pak bude cena stoupat. Jedná se o spolehnutí se na neosobní tržní sílu, jež ceny za parkování přirozeně stanoví, což přináší konec politického hlasování o cenách parkování. [17]

5.4 Seattle

Seattle vyřešil problém s parkováním asi nejlépe, co se týče poměru cena / výkon. Seattle zvolil dostupnější model než San Francisco a pojmenoval ho Seapark. Není technologicky tak vyspělý jako SFpark, avšak také odpovídá na poptávku po celém městě, i když to není v reálném čase. Jedná se o celkem slušnou úspěšnost za zlomek ceny oproti SFparku. Před zavedením tohoto modelu zde používali klasickou jednotnou sazbu pro všechny městské části. Avšak analýza parkování ukázala, že poptávka v jednotlivých městských částech není stejná. S příchodem Seaparku se ceny přizpůsobily tak, aby alespoň dvě místa zůstala po celý den volná. Ceny a data o parkování se nevyhodnocují dynamicky v čase, ale úředníci každoročně sbírají data o parkování a mění sazby za parkování. Ty pohybují od jednoho do čtyř dolarů. Systém ale není tak přesný a detailně zacílený jako v San Franciscu, kde je umožněno individuální nastavení ceny pro uliční blok a poskytování informací o aktuálně volných parkovacích místech. Za dva roky dosáhl tento model svého cíle obsazenosti pohybující se

mezi 70 a 85 procenty. Také Seattle zaznamenal zlepšení, co se týče 38 navigace řidičů na volná parkovací místa. Velké zelené ukazatele před vjezdem do dané městské části napovídají řidičům, kde lze parkovat déle a levněji. [18][17]



Obr. 46: Prezentace systému Seapark [18]

5.5 Kodaň

Regulace počtu parkovacích míst představuje jednu z hlavních myšlenek managementu parkování. Cílem není neustále navyšovat nabídku parkovací infrastruktury, ale najít optimum, kdy jsou parkovací místa efektivně využita. Proto některá města zavádějí maximální počty parkovacích míst, která musí být vybudována u nově vzniklých objektů ve městě (na rozdíl od parkovacích minim). Asi nejznámějším příkladem je však v tomto směru hlavní město Dánska. V Kodani vedení města využilo omezování parkovacích míst k podpoře nemotorové dopravy a hromadné dopravy a k oživení veřejných prostranství v centru. Program přeměny centra Kodaně na prostor věnovaný chodcům a cyklistům začal již v roce 1962. Každým rokem ubyla zhruba 2–3 % parkovacích míst, přičemž ceny parkovního se také pomalu zvyšovaly. Během následujících 30 let zmizela parkoviště z celkem 18 náměstí. Díky dalším aktivitám, jako jsou rozvoj cyklistické sítě a možnost vypůjčit si zdarma jízdní kola, došlo k tomu, že mezi léty 1990 a 2000 vzrostlo v Kodani množství kilometrů ujetých na kole o 40 %. Podíl cyklistiky na dělbě přepravní práce tak dnes dosahuje v Kodani okolo 20 %. V roce 2011 byl v Kodani také zaveden pilotní projekt, který umožňuje flexibilní parkování v uličním prostoru (známé také jako shared parking) – parkovací místa před středními školami jsou v určitém čase (7–17 hod.) využívána pro parkování jízdních kol a po zbytek času je využívají automobily. Sdílené parkování umožňuje efektivnější využití parkovacího místa. Jiným příkladem, než je stání u školy, může být například parkovací místo před divadlem – během dne je mohou využívat zaměstnanci okolních firem a večer slouží pro návštěvníky představení. Podobně parkoviště v centru města mohou během dne využívat návštěvníci města a v noci rezidenti. [26]

6. Návrh nového systému regulace dopravy v klidu v Praze

Principem této varianty je nový přístup k užívání on-street parkovacích míst na celém území města. Cílem je regulace parkování vzhledem k ceně veřejného prostoru a zlepšení přehledu o obsazenosti parkovacích úseků.

Návrhem je rozšířit regulaci a zpoplatnění (byť v některých částech Prahy pouze symbolické) na celé území. Lze říct, že v současné době je obecně nastavení poplatků za parkování na ulici velmi nízké, a v některých částech města je zcela nepochopitelně (Praha 10, apod.) parkování stále zdarma.

V 70. letech minulého století vzrostl počet automobilů na 100 vozidel na tisíc obyvatel, v roce 1988 to už bylo 217 vozidel na tisíc obyvatel a dnes je v ČR přibližně 530 vozidel na tisíc obyvatel, přičemž ale zrovna v Praze je to téměř 1000 vozidel na 1000 obyvatel. Naše města byla budována v průběhu mnoha staletí, dnešní velikosti dosáhla v 60. letech minulého století, ale počet vozidel se zásadně mění a stále roste. Bez zásadnější regulace statické dopravy města současný ani budoucí nápor automobilové dopravy nezvládnou. Regulace se vždy musí odvíjet od toho, jak si municipalita, ale i účastníci silničního provozu váží veřejného prostoru. Záleží, jestli chtějí tento cenný, a hlavně omezený prostor zahltit vozidly, nebo z něj chtějí ukrojit zásadní části pro zeleň, další městský mobiliář, pěší atd. Největším problémem je, že každý řidič chce zastavit své vozidlo přímo u dveří, kam jde na schůzku, na oběd nebo kde bydlí a zároveň za to zaplatit co nejnižší částku. Přitom obyvatelé jsou často ochotni investovat velké finanční prostředky do koupě a následné údržby svých vozů, ale nejsou již ochotni platit adekvátní částku za parkování ve veřejném prostoru nebo se spolupodílet na budování odstavných ploch. V Praze je v současnosti výše ceny za roční parkování pro první vozidlo rezidentů nastavena na 1.200 Kč za rok, což je zhruba 3,30 Kč za den (cca 0,27 Kč/m² za den). Vzhledem k tomu, že většina majitelů takových vozidel využívá tato parkovací místa po většinu doby (a zároveň dochází k tomu, že městská část vydá více parkovacích oprávnění, než je parkovacích míst v příslušných zónách), je tato cena opravdu velmi nízká. Nutno dodat, že tato cena je samozřejmě bez garance parkovacího místa, tudíž se lidem s platným parkovacím oprávněním stává, že poblíž svého bydliště nemohou zaparkovat. Proto často odjíždějí s vozidlem jen v nejnútnejších případech a stává se z toho začarovaný kruh. Parkování druhého vozidla rezidentů, nebo vozidla abonentů (podnikání) potom stojí 7.000 Kč ročně (1,60 Kč/m² za den). Pro srovnání zábor veřejného prostranství je v centru Prahy oceněn na 10-100 Kč/m² za den. Pokud se podíváme na hodinovou sazbu parkování v centru (nejčastěji se pohybuje mezi 60-80 Kč/hod), tak při uvažované výtěžnosti cca 10-12 hod denně (obsazenost a respektovanost plateb) vychází denní příjem za parkovací místo

600-1.000 Kč (50-85 Kč/m² za den). To už srovnání s cenou za zábor sice snese, ale rozhodně nevyváží nízkou cenu za parkování rezidentů a abonentů. Chybou je, že většina lidí vnímá parkování ve veřejném prostoru jako jakési základní právo a velmi nelibě nesou jakékoliv regulace či zvyšování ceny. Přitom regulace pomocí cen je za současné situace jedinou cestou, jak problémy s parkováním v centrech řešit. Lidé by přitom měli být zodpovědní za svůj majetek. Pokud si člověk pořizuje vozidlo, měl by uvažovat nad tím, kde ho bude parkovat (90 % času existence vozidla) a také počítat s tím, že ho to bude stát nějaké náklady. V lepším případě (např. u novostaveb) má člověk možnost si koupit či pronajmout vlastní kryté parkovací stání, pokud tato možnost není, musí počítat se zaplacením částky odpovídající ceně veřejného prostoru ve městě. Pokud tuto cenu není ochoten přijmout, měl by se bez vozidla buď obejít, nebo najít jinou alternativu parkování či bydlení. Jednoduše řečeno je potřeba vnímat cenu za parkování jako plnohodnotnou část nákladů na provoz vozidla, úměrnou tomu, kde ho majitel potřebuje parkovat. Samozřejmě je v souvislosti s cenovou regulací potřeba zajistit odpovídající počet parkovacích míst pro bydlení a služby, také zajistit dostatečné kapacity na okraji města s vazbou na MHD. Zároveň by se v neposlední řadě díky celoplošné regulaci dopravy v klidu vyřešil problém s dlouhodobě odstavenými a nepojízdnými vozidly, kterých je v Praze tisíce a zejména na sídlištích to představuje velký problém. Základním předpokladem je, že veškeré vybrané prostředky by měly plynout v plné výši zpět do městské infrastruktury.

6.1.1 Návrh základní koncepce zón

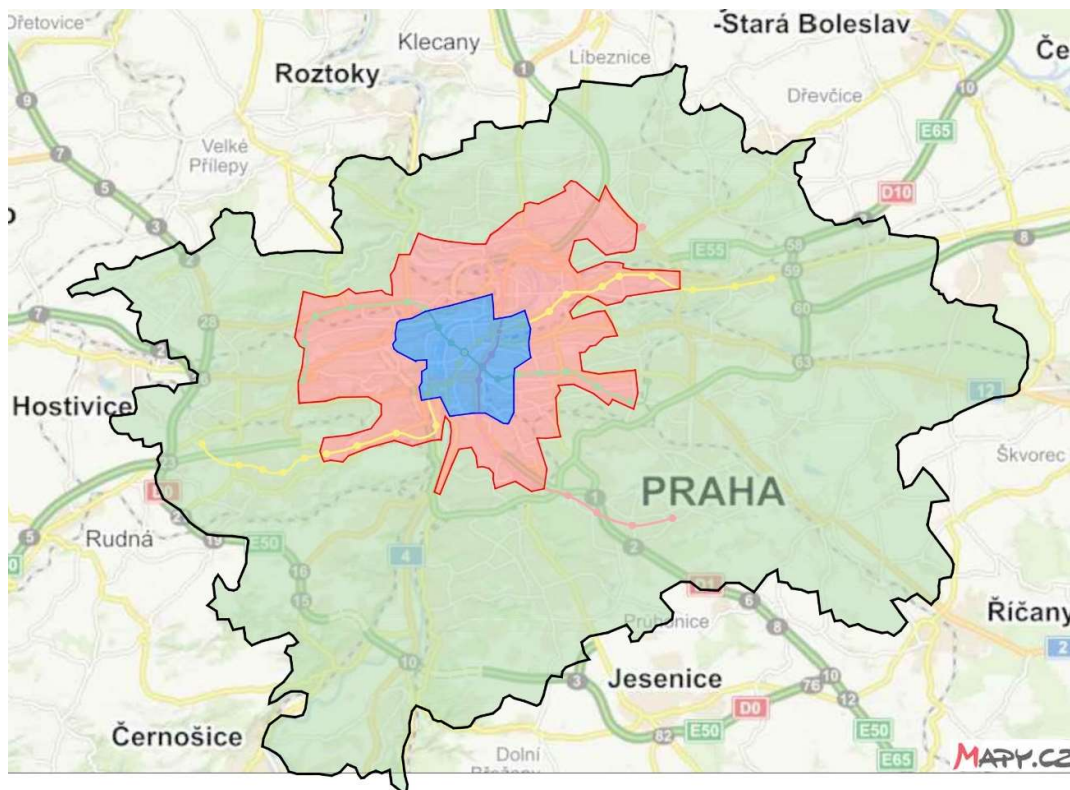
Základní myšlenkou nově navrhovaného konceptu ZPS je rozdělení pouze na tři zóny, tzv. „Jádrou“, „Obalovou“ a „Okrajovou“ s tím, že zóny placeného stání by měly být primárně pro obyvatele Hlavního města Prahy a ti by tudíž měly být oproti ostatním v tomto systému zvýhodněny. Zóny nebudou závislé na hranicích městských částí a pokryjí celé území Prahy. Inspiraci je částečně možné hledat u konceptu zón placeného stání ve Vídni, kde podobný princip úspěšně funguje již několik let ve Vídni a přinesl pozitiva jak z pohledu řidičů, tak zejména z pohledu obyvatel města. Zároveň je návrhem v rámci jednotlivých zón zachovat členění na modré a fialové zóny (rezidentní a smíšené – se zachováním principu max. doby stání, cenových rozdílů pro návštěvníky, apod.), tak jak je tomu nyní a zároveň zrušit zóny oranžové (návštěvnícké).

Návrh výše zmíněných zón je následující:

- **Jádrová zóna** (v mapě modře) - jednotná pro celou oblast. Jedná se především o historické centrum (Praha 1, Praha 2) a potom části, které s nejužším centrem sousedí a kde je velmi vysoká poptávka po parkování (oblast Anděla a „starého“

Smíchova, Letná, Hradčany, část Karlína, Žižkova a Nuslí). Pokud je hranice zóny vedena ulicí, patří v úseku, kde hranice vede celá ulice do Jádrové zóny.

- **Obalová zóna** (v mapě červeně) - složena z novějších, později vytvořených zón, které vznikly mj. jako důsledek obsazování výrazného podílu parkovacích míst dojíždějícími lidmi (vytlačování z centra města pomocí parkovacích zón). Je zde patrný také vliv tras metra a páteřních linek tramvají.
- **Okrajová zóna** (v mapě zeleně) – zbývající část města.



Obr. 47: Návrh nové podoby ZPS (modře: Jádrová zóna; červeně: Obalová zóna; zeleně: Okrajová zóna) [34]

Na následujících řádcích jsou stručně shrnuty nově navržené zóny v rámci jednotlivých městských částí.

Praha 1

Pravobřežní i levobřežní část Prahy 1 patří do Jádrové zóny. Praha 1 představuje absolutní centrum Prahy a o její příslušnosti k Jádrové zóně není sebemenší pochyb. V této oblasti musí být doprava v klidu regulována v maximální možné míře, a to samé by mělo platit i pro dopravu v pohybu.

Praha 2

Rovněž Praha 2 patří celým svým rozsahem do Jádrové zóny, protože představuje nejužší centrum Prahy. Hranice Prahy 2 tvoří částečně jižní okraj Jádrové zóny.

Praha 3

Celá oblast Prahy 3 je navržena do systému ZPS, větší část do Obalové zóny a menší část potom do Jádrové zóny. Hranice mezi zónami by měla vést od stanice metra Jiřího z Poděbrad ulicemi Slavíkova, Ondříčkova, Lupáčova a Rokycanova kolmo na ulici Koněvova. Západní část Prahy 3 byla navržena do Jádrové zóny z důvodu převládající zástavby vícepodlažních domů s nedostatkem parkovací kapacity.

Praha 4

Malá, nejsevernější část Prahy 4 („staré“ Nusle) je zahrnuta do Jádrové zóny. Jedná se o vícepodlažní zástavbu, v okolí ulice Nuselská a náměstí Bratří Synků. Část patřící do Obalové zóny potom z velké části kopíruje stávající hranici ZPS. To znamená že je zahrnutá širší oblast podél trasy metra C až po stanici Kačerov (Nusle, Krč, Podolí), část Michle, a nově je navrženo zahrnout oblast Podolského nábřeží a Modřanské ulice až po Barrandovský most, z důvodu že tudy vede páteřní linka tramvaje a nacházejí se tu navštěvované cíle na nábřeží Vltavy.

Praha 5

Severní část Prahy 5 (Anděl) je navržena jako součást Jádrové zóny, její ohraničení je pak přirozeně tvořeno na západě ulicí Radlická a na jihu ulicemi Ostrovského a Vltavská. Do Obalové zóny by potom měla být zahrnuta zbylá část Smíchova, Radlice, část Jinonic (podél trasy metra B) až po stanici Nové Butovice, Motol a nejsevernější část Košíř. Hranice potom povede od ulice Jinonická ulicí Vrchlického a Plzeňská až po motolskou nemocnici. Nově tak bude zahrnuta zejména oblast kolem trasy linky metra B (od Smíchovského nádraží až po Nové Butovice) a potom také severní část u hranice s Prahou 6.

Praha 6

Obalová zóna zde plynule navazuje na Prahu 5 v oblasti konečné linky metra A Motol (zde dojde k nejuvýraznějšímu rozšíření oproti stávajícímu stavu) a hranice pokračuje dále na sever, kde kopíruje trasu linky metra A. U stanice Petřiny se hranice mírně odklání severozápadně. Zóna tak zahrnuje Vokovice a její hranice se na severním okraji obydlené části Vokovic láme východně a pokračuje až k areálu ČVUT. Zde pokračuje směrem na sever ke zřícenině Baba a přes Vltavu pokračuje dále do Prahy 8. Do Jádrové zóny je v Praze 6 zahrnuta malá část jižně od ulic Patočkova a Milady Horákové (včetně).

Praha 7

V Praze 7 je Jádrová zóna ohraničena ulicemi Milady Horákové, Veletržní a Bubenská. Zbývající část Prahy 7 potom patří do Obalové zóny v celém rozsahu (nedojde zde k rozšíření oproti stávajícímu stavu, protože již dnes je celé území Prahy 7 v režimu ZPS).

Praha 8

Z Prahy 8 patří do Obalové zóny oblast kolem zoologické zahrady, a dále oblast kolem trasy metra linky C (Kobylisy – Letňany). Severní hranice vede ulicí Žernosecká, pokračuje podél obydlené oblasti severně od ulice Žernosecká až k ulici Ďáblická. Potom hranice pokračuje k ulici Cínovecká, prochází ulicí Kbelská až ke stanici metra Letňany, kde se odklání zpět směrem k centru. Do Obalové zóny patří část Střížkova, Libeň a Karlín. Nejzápadnější část Karlína potom náleží Jádrové zóně, hranici tvoří ulice Šaldova. Nejvýraznější rozšíření oproti stávajícímu stavu je tak patrné v oblasti Troji, a podél trasy linky metra C.

Praha 9

Do Obalové zóny patří část Střížkova a Proseku (podél trasy linky metra C) a potom část Vysočan podél trasy linky metra B, hranici tvoří ulice Poděbradská a Kbelská. Dochází zde tak k výraznému rozšíření ZPS.

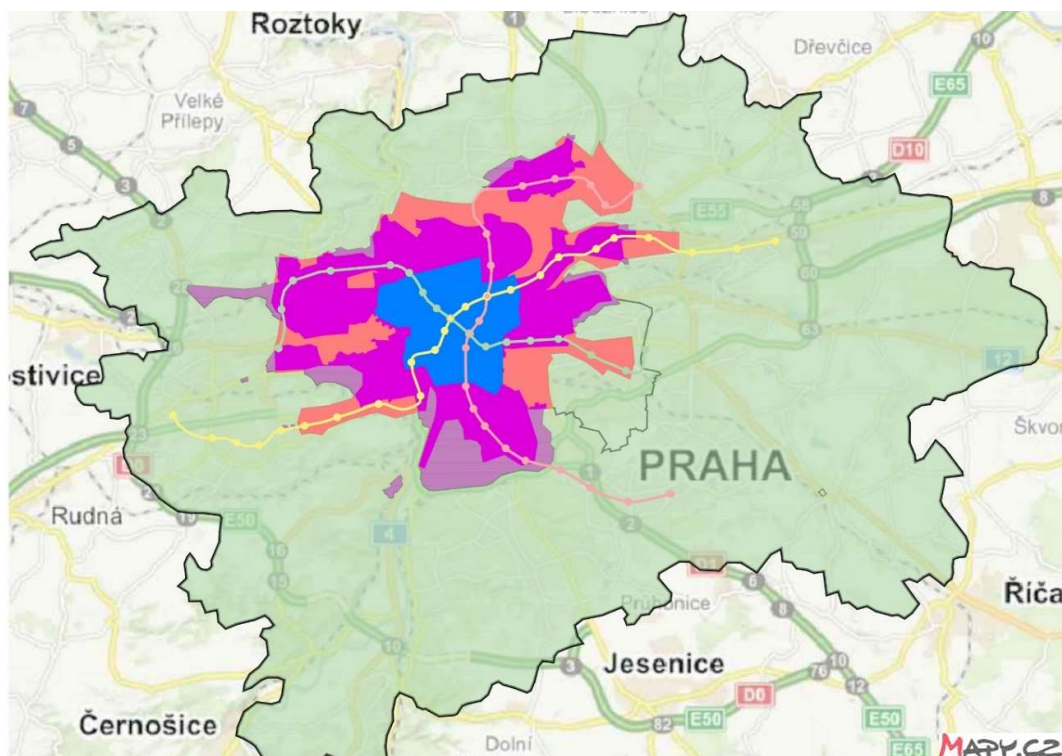
Praha 10

Malá část Prahy 10, západně od železniční stanice Vršovice patří do Jádrové zóny. Hranice obalové zóny jsou potom vedeny od hranice s Prahou 4 ulicí U Plynárny, dále ulicemi Bohdalecká, U Vršovického hřbitova, U Slavie, Bělocerkevská, Ruská a Průběžná, ke stanici metra Skalka. Hranice pak pokračuje ulicemi Na Padesátém, Úvalská, Černokostecká a Vínohradská k hranicím Prahy 3. V současné době Praha 10 nepatří do systému ZPS.

Ostatní části

Všechny zbývající, výše nezmíněné, části Prahy potom patří do okrajové zóny.

Na následujících obrázcích je znázorněn navrhovaný stav zón placeného stání. Počet on-street parkovacích míst, kde není v současnosti v provozu ZPS byl odhadnut na základě dostupných, zejména mapových podkladů.



Obr. 48: Porovnání současného rozsahu ZPS a navrhovaného rozsahu ZPS (modře: Jádrová zóna, červeně: Obalová zóna, zeleně: Okrajová zóna, fialově: stávající rozsah ZPS) [34]

| Městská část | Počet míst | Zóna | | | Barva | |
|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Jádrová | Obalová | Okrajová | Modrá | Fialová |
| Praha 1 | 8 385 | 100% | 0% | 0% | 77% | 23% |
| Praha 2 | 11 997 | 100% | 0% | 0% | 65% | 35% |
| Praha 3 | 14 910 | 28% | 72% | 0% | 70% | 30% |
| Praha 4 | 28 452 | 7% | 68% | 25% | 59% | 41% |
| Praha 5 | 26 560 | 12% | 63% | 25% | 61% | 39% |
| Praha 6 | 38 865 | 5% | 42% | 53% | 66% | 34% |
| Praha 7 | 12 730 | 22% | 68% | 10% | 71% | 29% |
| Praha 8 | 34 540 | 0% | 39% | 61% | 66% | 34% |
| Praha 9 | 14 956 | 0% | 64% | 36% | 62% | 38% |
| Praha 10 | 26 560 | 8% | 82% | 10% | 68% | 32% |
| Praha 11 | 28 623 | 0% | 0% | 100% | 65% | 35% |
| Praha 12 | 27 788 | 0% | 0% | 100% | 65% | 35% |
| Praha 13 | 23 123 | 0% | 0% | 100% | 65% | 35% |
| Praha 14 | 18 458 | 0% | 10% | 90% | 62% | 38% |
| Praha 15 | 24 388 | 0% | 14% | 86% | 64% | 36% |
| Praha 16 | 28 453 | 0% | 12% | 88% | 60% | 40% |
| Praha 17 | 7 865 | 0% | 0% | 100% | 70% | 30% |
| Praha 18 | 18 444 | 0% | 0% | 100% | 66% | 34% |
| Praha 19 | 17 546 | 0% | 0% | 100% | 68% | 32% |
| Praha 20 | 20 562 | 0% | 0% | 100% | 64% | 36% |
| Praha 21 | 24 253 | 0% | 0% | 100% | 65% | 35% |
| Praha 22 | 26 453 | 0% | 0% | 100% | 65% | 35% |
| Celkem | 483 911 | 36 604 | 125 291 | 322 016 | 314 098 | 169 813 |

Tab. 4: Přehled navrhovaného rozdělení zón na území hl. m. Prahy

6.1.2 Návrh principu tarifní politiky

V této kapitole není cílem určit konkrétní výši plateb za parkování, ale spíše poměr cen pro jednotlivé zóny a typy řidičů. Proto jsou v následujících příkladech použity pouze relativní částky.

Částka **X** představuje výši ročního předplatného v jádrové zóně pro osoby s bydlištěm v jádrové zóně.

Částka **Y** je plná hodinová sazba ve fialové zóně v jádrové zóně.

Rezidenti by měli mít možnost koupě balíčků (formou kreditu, možno i v kombinaci např. s MHD) pro krátkodobé stání ve zbývajících zónách, s odpovídajícím cenovým rozdílem vůči plné hodinové sazbě (cca třetina až polovina ceny). Jedno stání by bylo omezeno maximální dobou (např. 2 hodiny).

Dále je návrhem, aby každý rezident, bez ohledu na věk nebo vlastnictví automobilu měl možnost si vyřídit volné parkovací hodiny pro návštěvy (0-300 hod, určitý počet zdarma a určitý počet za poplatek, dle zóny). Správa by měla fungovat přes osobní stránky uživatele.

6.1.2.1 Osoby s bydlištěm v jádrové zóně

- Základní představa je následující. Osoby s bydlištěm v jádrové zóně si tedy budou moci zakoupit roční povolení pro stání v celé jádrové zóně za poplatek **X**.
- Dále by měli mít možnost zakoupení ročního předplatného pro obalovou zónu. Cena by byla **2*X**.
- Dále by měli mít možnost zakoupení ročního předplatného pro okrajovou zónu. Cena by byla **1,5*X**.

6.1.2.2 Osoby s bydlištěm v obalové zóně

- Osoby s bydlištěm v obalové zóně by měly možnost koupě předplatného do obalové zóny za poplatek ve výši **0,6 - 0,7*X**.
- V případě, že by si chtěli přikoupit roční parkování v jádrové oblasti, byla by cena ve výši **4 - 5*X**.
- V případě, že by si chtěli přikoupit roční parkování v okrajové oblasti, byla by cena ve výši **2 - 3*X**.

6.1.2.3 Osoby s bydlištěm v okrajové zóně

- Osoby s bydlištěm v okrajové zóně by měly možnost koupě předplatného do okrajové zóny za poplatek ve výši **0,1*X**.
- V případě, že by si chtěli přikoupit roční parkování v jádrové oblasti, byla by cena např. ve výši **6 - 7*X**.

- V případě, že by si chtěli přikoupit roční parkování v obalové oblasti, byla by cena např. ve výši **3 - 4*X**.

6.1.2.4 Osoby s bydlištěm mimo Prahu

Obyvatelé s bydlištěm mimo Hlavní město Praha, by neměli mít šanci koupit si jakékoliv předplatné pro parkovací zóny a využívali by pouze klasických hodinových tarifů **Y**.

Cílem tohoto konceptu je zvýhodnit obyvatele hlavního města Prahy a zároveň regulovat obsazenost na území Prahy, která často přesahuje kapacitu a je velkou měrou způsobena právě vozidly dojíždějícími z území mimo Prahu. Lidé dojíždějící do Prahy by potom byli nuceni využívat soukromá parkovací stání (např. u zaměstnavatele), místa v hromadných garážích, v ideálním případě potom využívat záchytná parkoviště (zde je ale v současnosti problémem akutní nedostatek kapacity) nebo přijíždět již do Prahy veřejnou dopravou. Pokud by ani jednu z výše uvedených možností nebyli schopni využít, měli by stále ještě možnost zaparkovat za vysokou hodinovou sazbu (s velmi vysokou pravděpodobností nalezení volného parkovacího místa). Částečnou odpověď na otázku na kolik je pro člověka každá cesta do města nezbytná dala mj. probíhající epidemie nového typu koronaviru. Lidé tak byli dokonce i v souvislosti s výkonem mnoha zaměstnání, zejména potom kancelářských profesí (využití homeoffice, atd.) nuceni omezit své cesty do města na minimum a obecně přemýšlet o dopravě jiným způsobem.

6.1.2.5 Alternativa pro okrajovou zónu

Na první pohled může být zahrnutí celého území hlavního města Prahy do systému ZPS poměrně radikálním řešením, ať již z hlediska nákladů a proveditelnosti, tak i z hlediska akceptace obyvatel. Proto je možné uvažovat principiálně o dvou alternativách, které by mohly představovat i jakýsi mezistupeň při pokrytí celého území Prahy systémem ZPS.

- *Omezení ZPS pouze na jádrovou a obalovou zónu* – v takovém případě by hrozilo, že nezaplatněné oblasti sousedící s okrajovou zónou by při navrhovaném zvýšení poplatků v ZPS výrazně utrpěly a byly zahlceny vozidly, která by se zde snažili řidiči zaparkovat ve snaze vyhnout se zpoplatněným oblastem.
- *Zavedení okrajové zóny pouze na část zbývajících území Prahy* – takové řešení je schůdnější a okrajová zóna by představovala přechod mezi nezaplatněnými oblastmi a obalovou zónou

Pro osoby s bydlištěm na území Prahy a zároveň mimo navrhované dvě, resp. tři zóny by byly k dispozici následující možnosti (v adekvátní cenové hladině) vztahující se k parkování v jádrové a obalové zóně.

- Roční předplatné na obě zóny dohromady

- Navrhovaná cena: $9 - 12 \cdot X$
- Předplatné na jádrovou zónu a balíčky krátkodobého stání pro obalovou zónu
 - Navrhovaná cena: $7 - 10 \cdot X$; $0,1 - 0,2 \cdot Y$
- Předplatné na obalovou zónu a balíčky krátkodobého stání pro jádrovou zónu
 - Navrhovaná cena: $4 - 6 \cdot X$; $0,2 - 0,3 \cdot Y$
- Balíčky krátkodobého stání pro jádrovou i obalovou zónu
 - Navrhovaná cena: $0,3 - 0,4 \cdot Y$ (jádrová zóna); $0,2 - 0,3 \cdot Y$ (obalová zóna)
- Balíčky krátkodobého stání pro jádrovou zónu
 - Navrhovaná cena: $0,4 - 0,5 \cdot Y$
- Balíčky krátkodobého stání pro obalovou zónu
 - Navrhovaná cena: $0,3 - 0,4 \cdot Y$

Částka Y je plná hodinová sazba v dané zóně, s tím že níže je vždy v případě balíčků pro krátkodobé stání přepočítáno na hodinovou sazbu.

Vždy by měl být kladen důraz na to, aby bylo v zónách v uličním prostoru maximálně upřednostňováno krátkodobé parkování (pro dlouhodobé parkování mají sloužit záchytná parkoviště, případně kapacitní parkoviště a garáže v centru). Dále je velmi důležité citlivě nastavit jak částku X , tak částku Y . Cílem musí být znatelná regulace parkování na území města.

6.1.2.6 Hodinové sazby

Hodinové sazby jsou navrženy následovně a odvozeny od částky Y :

- Jádrová zóna: *fialová zóna* Y , *modrá zóna* $1,5 \cdot Y$
- Obalová zóna: *fialová zóna* $0,5 \cdot Y$, *modrá zóna* $0,75 \cdot Y$
- Okrajová zóna: *fialová zóna* $0,1 \cdot Y$, *modrá zóna* $0,2 \cdot Y$

Pro druhé a každé další vozidlo rezidenta i abonentů je navržena dvojnásobná až pětinasobná výše předplatného dle zóny. Zásadním doporučením je částku X výrazně zvýšit oproti současné ceně ročního parkovacího oprávnění (1 200 Kč), a stejně tak podstatně zvýšit částku Y a zároveň ji v rámci jednotlivých zón zvlášť sjednotit.

6.1.3 Doporučení v oblasti záchytných parkovišť

Hovoří-li se o potřebě parkovacích kapacit pro řidiče pravidelně dojíždějící zejména z území mimo Prahu, je třeba zdůraznit, že hlavní město Praha disponuje velmi kvalitním systémem

MHD. Pro správnou funkčnost v kombinaci právě s dojíždějícími řidiči je nutné disponovat dostatečnou kapacitou záchytných parkovišť P+R (umístěných v blízkosti zastávek městské hromadné dopravy s dostatečně atraktivní obsluhou). Současná kapacita záchytných parkovišť typu P+R je přibližně 4 000.

V návaznosti na počet vozidel, která každý všední den vjíždějí na území Hlavního města Prahy (na základě analýzy z dostupných zdrojů v roce 2019 je to více než 350 000 vozidel denně) jasně vyplývá nedostatečná současná kapacita záchytných parkovišť P+R, která se pohybuje okolo 10 % optimálního stavu (potřeba alespoň 35 000 míst). Realizace dalších záchytných parkovišť P+R je poměrně náročná zejména z hlediska vhodně umístěných a volných pozemků.

Zásadní vlastností záchytných parkovišť by tak mělo být vícepodlažní uspořádání. Tím by bylo možné výrazně navýšit kapacitu s využitím stávajících ploch. Jakékoliv výraznější navýšení kapacity záchytných parkovišť významně a pozitivně ovlivní problematiku parkování na území Hlavního města Prahy. Zde se nabízí srovnání (jak rozlohou, tak počtem obyvatel či dopravním zatížením) s městem Vídeň, kde je kapacita záchytných parkovišť pětinasobná.

Jisté rezervy kapacity jsou v podobě nákupních středisek, které mají často parkovací kapacitu v řádech stovek míst a bývají umístěny na okraji města v dostupnosti zastávek MHD (zejména metro). Nabízí se tak spolupráce města a soukromých subjektů za účelem využití těchto ploch alespoň zčásti jako záchytných parkovišť.

Dalším námětem k zamyšlení je také zapojení středočeských měst a obcí do systému záchytných parkovišť P+R, zejména s návazností na železniční dopravu, včetně zatraktivnění tohoto způsobu dopravy pro řidiče.

6.1.4 Organizace dopravy v klidu a technologie pro ZPS

6.1.4.1 Registrace uživatelů

Důležitou částí navrhovaného konceptu je řešení dopravy v klidu z hlediska technologie a organizace. Základní myšlenkou je, aby existoval vždy jeden 'účet' (karta, aplikace), na který bude zaregistrována jedna fyzická (s přiřazeným trvalým bydlištěm) nebo právnická (s přiřazeným sídlem) osoba. K takovému účtu bude možné přiřadit libovolný počet vozidel (RZ), s příslušnými pravidly zpoplatnění parkovacích oprávnění. Majitel vozidla (RZ) pak může sdílet své vozidlo s ostatními účty (členové rodiny, známí, zaměstnanci, zákazníci půjčovny vozidel, atd.) pro využití předplatného, nebo možnosti zaplacení parkovného.

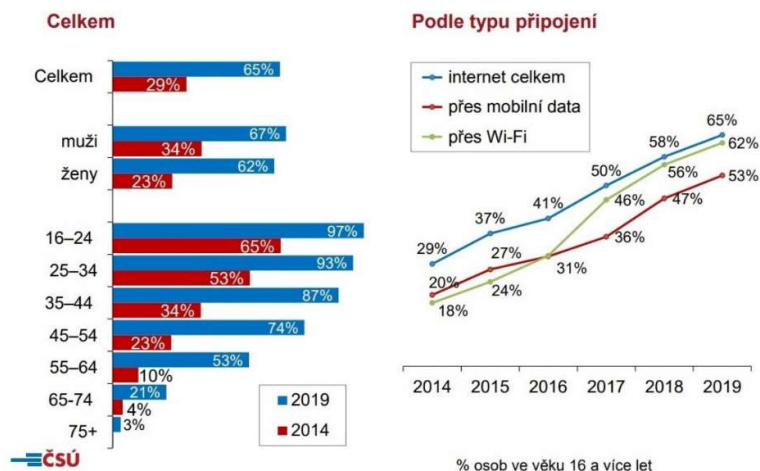
V rámci této problematiky se nabízí rovněž propojení s oblastí plateb v MHD (Lítačka, apod.) a zvýhodnění uživatelů, kteří budou kromě individuální využívat i veřejné dopravy. V neposlední řadě se nabízí nabídka balíčků na princip MaaS (mobilita jako služba), kde je

možné za určitou cenu a v určitém poměru kombinovat např. předplatné pro parkovné, MHD, car-sharing, bike-sharing, apod.

6.1.4.2 Platforma a platby

Hlavním prostředkem pro využívání služeb dopravy v klidu by měla být mobilní aplikace (a webové rozhraní). Tu by doplňovaly parkovací automaty, pro případy, kdy by řidič nemohl využít mobilní aplikace, neměl k dispozici smartphone, došlo k jeho vybití apod.

Kolik lidí používá internet na mobilním telefonu



Obr. 49: Používání internetu na mobilních zařízeních v ČR [33]

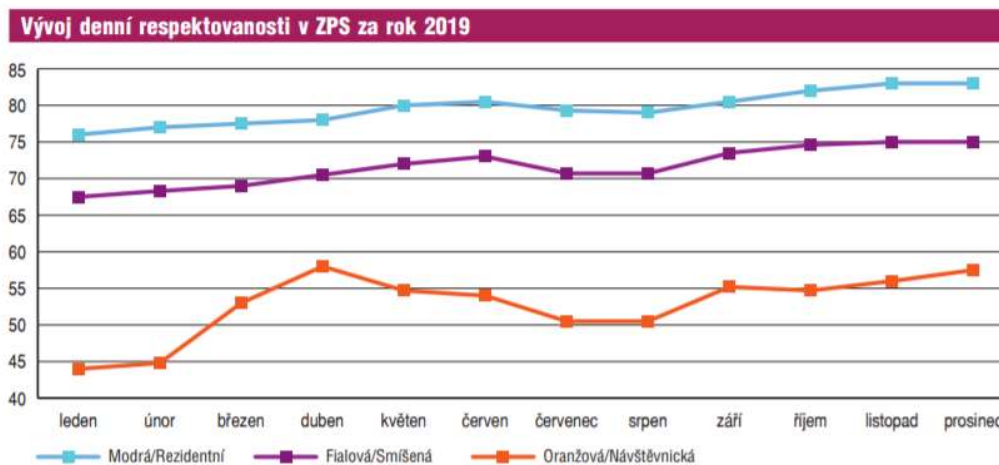
6.1.4.3 Monitorování obsazenosti parkovacích míst

V rámci nové mobilní aplikace by bylo pro účely monitorování obsazenosti parkovacích míst v oblasti vhodné přimět řidiče, aby se při zaparkování přihlásili k tomu, že stojí v daném parkovacím úseku a po opuštění parkovacího místa (resp. těsně před jeho opuštěním) se zase odhlásili. Na základě přihlášení a odhlášení by bylo také možné účtovat parkovné na základě skutečné doby parkování (kromě předplaceného stání). Jednalo by se o pozitivní změnu oproti stávajícímu systému, kdy si řidiči kupují parkovné na určitý čas dopředu a často neví, jak dlouhou dobu na parkovacím místě stráví, a parkovné by bylo spravedlivě účtováno na základě na parkovacím místě skutečně stráveného času. Přihlašování a odhlásování v daném parkovacím úseku (stejný princip dělení úseků jako ve stávajícím systému) by bylo na zodpovědnosti každého řidiče. Pokud by se řidič k danému úseku nepřihlásil, bylo by bráno, že parkuje nelegálně, pokud by se naopak zapomněl odhlásit (aplikace by se v případě návratu k vozidlu měla umět pomocí push notifikace zeptat, jestli chce dotyčný parkovací relaci ukončit, stejně tak po odjezdu vozidla z parkovacího místa), běžela by zpoplatněná relace dále a dotyčný by ji musel zaplatit.

Komplikovanější situace je u využití předplatného v daných oblastech. V tomto případě je řešením, aby se i přes vlastnictví předplatného byli řidiči povinni se k parkování v daném úseku

přihlásit a v případě, že by tak neučinili, bralo by se, že parkují na daném místě nelegálně (postih za toto by měl být výrazně nižší než v případě, že by dotyčný neměl žádné parkovací oprávnění). Pro odhlašování z míst v případě, že řidič má předplacené parkovací oprávnění je návrhem použít pozitivní motivaci. To znamená, že by periodicky byla vyhodnocována skutečná doba parkování rezidenta (či abonenta) a na základě toho by byla poskytována sleva z ceny parkovacího oprávnění v relaci (5 - 30 % dle doby neobsazení předplacených parkovacích úseků). Zároveň by nejpozději při přihlášení k jinému parkovacímu úseku došlo k automatickému odhlášení vozidla z předchozího úseku

Obrovským přínosem takového řešení je přehled o pohybu vozidel na jednotlivých parkovacích úsecích a zejména spolehlivý monitoring aktuální obsazenosti na bázi jednotlivých úseků i celých oblastí. Aby byla data z tohoto pohledu relevantní je potřeba aby respektovanost pravidel byla alespoň 80 %. Dle dat TSK dnes průměrná respektovanost zpoplatnění parkovacích úseků ve většině oblastí 80 % přesahuje, i přes to, že výše pokut za nezaplacení parkovného je dnes nastavena benevolentně na 500 Kč.



Obr. 50: Respektovanost ZPS 2019 [2]

6.1.4.4 Kontrola a penalizace

Kontrola pomocí speciálních vozidel by pak měla probíhat v podobném režimu a na stejném principu jako nyní. Snímané RZ by na jednotlivých úsecích byly porovnávány s přihlášenými vozidly, a ta která by nebyla přihlášená, by byla následně pokutována. Při každém snímání by byl prověřován také interval 10 min před dobou průjezdu snímacího vozidla a 10 min poté (tak, aby se předešlo problematickým situacím, kdy by se např. řidič odhlásil z parkovacího místa těsně před průjezdem snímacího vozidla, ale zároveň nestihl ještě příslušné místo opustit). Nezbytnou nutností je také přísnější a pružnější nastavení pokut za nezaplacení parkovného mj. se zohledněním penalizační historie vozidel a závažnosti přestupku (nezaplacení parkovného oproti nepřihlášení se k zaparkování v případě předplatného, apod.).

6.1.5 Návrh nastavení cen a ekonomika

V této kapitole je uveden konkrétní návrh nastavení cen a také zde najdeme odhad nákladů na rozšíření ZPS (na základě informací k provozovaným ZPS, a velikosti a charakteristice nově navrhovaných zón), stejně jako odhad výnosů ze ZPS.

V Tab. 5 jsou uvedena klíčová data pro jednotlivé městské části, která jsou veřejně dostupná. Počet on-street parkovacích míst v MČ, kde nejsou v současnosti ZPS byl odhadnut na základě dostupných, zejména mapových podkladů.

| | Rozloha (ha) | | Počet obyvatel | | Hustota (obyv./km ²) | | Právnícké subjekty | | Počet on-street míst | | Poměr obyv./práv. subjekty | |
|----------|--------------|-------|----------------|-------|----------------------------------|------|--------------------|-------|----------------------|------|----------------------------|------|
| | 49 621 | 100% | 1 324 277 | 100% | 2 669 | 100% | 622 377 | 100% | 483 911 | 100% | 2,13 | 100% |
| Praha 1 | 554 | 1,1% | 29 563 | 2,2% | 5 336 | 200% | 56 665 | 9,1% | 8 385 | 1,7% | 0,52 | 25% |
| Praha 2 | 419 | 0,8% | 50 363 | 3,8% | 12 020 | 450% | 41 637 | 6,7% | 11 997 | 2,5% | 1,21 | 57% |
| Praha 3 | 648 | 1,3% | 76 041 | 5,7% | 11 735 | 440% | 48 019 | 7,7% | 14 910 | 3,1% | 1,58 | 74% |
| Praha 4 | 3 230 | 6,5% | 142 091 | 10,7% | 4 399 | 165% | 67 672 | 10,9% | 28 452 | 5,9% | 2,10 | 99% |
| Praha 5 | 3 509 | 7,1% | 91 921 | 6,9% | 2 620 | 98% | 46 879 | 7,5% | 26 560 | 5,5% | 1,96 | 92% |
| Praha 6 | 5 613 | 11,3% | 120 012 | 9,1% | 2 138 | 80% | 50 152 | 8,1% | 38 865 | 8,0% | 2,39 | 112% |
| Praha 7 | 1 046 | 2,1% | 46 652 | 3,5% | 4 460 | 167% | 23 871 | 3,8% | 12 730 | 2,6% | 1,95 | 92% |
| Praha 8 | 3 754 | 7,6% | 116 420 | 8,8% | 3 101 | 116% | 49 039 | 7,9% | 34 540 | 7,1% | 2,37 | 112% |
| Praha 9 | 1 331 | 2,7% | 60 601 | 4,6% | 4 553 | 171% | 22 519 | 3,6% | 14 956 | 3,1% | 2,69 | 126% |
| Praha 10 | 1 861 | 3,8% | 110 571 | 8,3% | 5 941 | 223% | 48 631 | 7,8% | 26 560 | 5,5% | 2,27 | 107% |
| Praha 11 | 2 193 | 4,4% | 85 248 | 6,4% | 3 887 | 146% | 27 909 | 4,5% | 28 623 | 5,9% | 3,05 | 144% |
| Praha 12 | 2 857 | 5,8% | 68 444 | 5,2% | 2 396 | 90% | 25 675 | 4,1% | 27 788 | 5,7% | 2,67 | 125% |
| Praha 13 | 2 310 | 4,7% | 68 759 | 5,2% | 2 977 | 112% | 22 928 | 3,7% | 23 123 | 4,8% | 3,00 | 141% |
| Praha 14 | 1 929 | 3,9% | 50 470 | 3,8% | 2 616 | 98% | 16 700 | 2,7% | 18 458 | 3,8% | 3,02 | 142% |
| Praha 15 | 2 827 | 5,7% | 50 459 | 3,8% | 1 785 | 67% | 21 288 | 3,4% | 24 388 | 5,0% | 2,37 | 111% |
| Praha 16 | 3 615 | 7,3% | 25 014 | 1,9% | 692 | 26% | 8 613 | 1,4% | 28 453 | 5,9% | 2,90 | 136% |
| Praha 17 | 1 042 | 2,1% | 31 333 | 2,4% | 3 007 | 113% | 10 154 | 1,6% | 7 865 | 1,6% | 3,09 | 145% |
| Praha 18 | 1 579 | 3,2% | 33 384 | 2,5% | 2 114 | 79% | 9 825 | 1,6% | 18 444 | 3,8% | 3,40 | 160% |
| Praha 19 | 1 580 | 3,2% | 14 434 | 1,1% | 914 | 34% | 4 725 | 0,8% | 17 546 | 3,6% | 3,05 | 144% |
| Praha 20 | 1 694 | 3,4% | 15 652 | 1,2% | 924 | 35% | 5 414 | 0,9% | 20 562 | 4,2% | 2,89 | 136% |
| Praha 21 | 2 664 | 5,4% | 18 930 | 1,4% | 711 | 27% | 7 483 | 1,2% | 24 253 | 5,0% | 2,53 | 119% |
| Praha 22 | 3 366 | 6,8% | 17 915 | 1,4% | 532 | 20% | 6 579 | 1,1% | 26 453 | 5,5% | 2,72 | 128% |

Tab. 5: Údaje pro jednotlivé městské části (podklady [33])

V souladu s principiálním návrhem v kap. 6.1.2 je v následujících tabulkách uveden konkrétní návrh cen parkovacích oprávnění (POP) pro jednotlivé případy, návrh cen návštěvnického parkování a hrubý odhad ekonomiky.

| Bydliště v jádrové zóně | | | Předplatné (POP) | | | Balíček pro návštěvy | | |
|--------------------------|--------------------|----------|------------------|----------|----------|----------------------|------------|------------|
| | | | Roční | Měsíční | Týdenní | 0-100.h | 101.-200.h | 201.-300.h |
| REZIDENT | 1. vozidlo | Jádrová | 10 000 Kč | 1 000 Kč | 250 Kč | 0 Kč | 1 000 Kč | 2 000 Kč |
| | | Obalová | 20 000 Kč | 2 000 Kč | 500 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | 15 000 Kč | 1 500 Kč | 375 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | 2. a další vozidlo | Jádrová | 20 000 Kč | 2 000 Kč | 500 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| ABONENT | 1. vozidlo | Jádrová | 25 000 Kč | 2 500 Kč | 625 Kč | 1 000 Kč | 2 000 Kč | 3 000 Kč |
| | | Obalová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | 2. a další vozidlo | Jádrová | 50 000 Kč | 5 000 Kč | 1 250 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Bydliště v obalové zóně | | | Předplatné (POP) | | | Balíček pro návštěvy | | |
| | | | Roční | Měsíční | Týdenní | 0-100.h | 101.-200.h | 201.-300.h |
| REZIDENT | 1. vozidlo | Jádrová | 40 000 Kč | 4 000 Kč | 1 000 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | 6 000 Kč | 600 Kč | 150 Kč | 0 Kč | 0 Kč | 1 000 Kč |
| | | Okrajová | 20 000 Kč | 2 000 Kč | 500 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | 2. a další vozidlo | Jádrová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | 12 000 Kč | 1 200 Kč | 300 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| ABONENT | 1. vozidlo | Jádrová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | 15 000 Kč | 1 500 Kč | 375 Kč | 0 Kč | 1 000 Kč | 2 000 Kč |
| | | Okrajová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | 2. a další vozidlo | Jádrová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | 30 000 Kč | 3 000 Kč | 750 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Bydliště v okrajové zóně | | | Předplatné (POP) | | | Balíček pro návštěvy | | |
| | | | Roční | Měsíční | Týdenní | 0-100.h | 101.-200.h | 201.-300.h |
| REZIDENT | 1. vozidlo | Jádrová | 60 000 Kč | 6 000 Kč | 1 500 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | 30 000 Kč | 3 000 Kč | 750 Kč | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | 1 000 Kč | 100 Kč | 25 Kč | 0 Kč | 0 Kč | 0 Kč |
| | 2. a další vozidlo | Jádrová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | 5 000 Kč | 500 Kč | 125 Kč | N/A | N/A | N/A |
| ABONENT | 1. vozidlo | Jádrová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | 7 500 Kč | 750 Kč | 200 Kč | 0 Kč | 0 Kč | 1 000 Kč |
| | 2. a další vozidlo | Jádrová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Obalová | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | | Okrajová | 15 000 Kč | 1 500 Kč | 375 Kč | N/A | N/A | N/A |

Tab. 6: Návrh cenové politiky pro parkovací oprávnění

| Návštěvnícký tarif (cena/hod) | | Barva | |
|----------------------------------|----------|--------|---------|
| | | Modrá | Fialová |
| Zóna | Jádrová | 150 Kč | 100 Kč |
| | Obalová | 75 Kč | 50 Kč |
| | Okrajová | 20 Kč | 10 Kč |

Tab. 7: Návrh cen návštěvníckého parkování

| Odhadovaná data na základě údajů z provozu ZPS a na základě navrhovaného stavu | | | | | | | | | | | |
|--|------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|-----------|----------------|--|
| | Počet míst | Počet automatů | Náklady na DZ, systém apod. | Náklady na parkovací automaty | Provozní náklady za rok | Příjmy celkem | Příjmy (POP) za rok | Příjmy (návštěvníci) za rok | Počet POP | Prům. cena POP | Výnos z návštěvníckého parkování na 1 místo za rok |
| Praha 1 | 8 385 | 96 | 19 285 500 Kč | 14 412 595 Kč | 19 620 900 Kč | 243 856 245 Kč | 123 741 120 Kč | 120 115 125 Kč | 7 536 | 16 420 Kč | 14 325 Kč |
| Praha 2 | 11 997 | 132 | 27 593 100 Kč | 19 843 309 Kč | 28 072 980 Kč | 296 467 585 Kč | 124 610 560 Kč | 171 857 025 Kč | 9 056 | 13 760 Kč | 14 325 Kč |
| Praha 3 | 14 910 | 127 | 34 293 000 Kč | 19 063 299 Kč | 34 889 400 Kč | 239 136 450 Kč | 116 650 800 Kč | 122 485 650 Kč | 12 344 | 9 450 Kč | 8 215 Kč |
| Praha 4 | 28 452 | 235 | 65 439 600 Kč | 35 239 105 Kč | 66 577 680 Kč | 378 466 560 Kč | 202 633 200 Kč | 175 833 360 Kč | 27 720 | 7 310 Kč | 6 180 Kč |
| Praha 5 | 26 560 | 245 | 61 088 000 Kč | 36 785 352 Kč | 62 150 400 Kč | 410 242 960 Kč | 199 622 160 Kč | 210 620 800 Kč | 24 984 | 7 990 Kč | 7 930 Kč |
| Praha 6 | 38 865 | 321 | 89 389 500 Kč | 48 147 543 Kč | 90 944 100 Kč | 284 972 695 Kč | 136 702 720 Kč | 148 269 975 Kč | 25 696 | 5 320 Kč | 3 815 Kč |
| Praha 7 | 12 730 | 104 | 29 279 000 Kč | 15 527 573 Kč | 29 788 200 Kč | 190 457 650 Kč | 71 750 400 Kč | 118 707 250 Kč | 8 080 | 8 880 Kč | 9 325 Kč |
| Praha 8 | 34 540 | 235 | 79 442 000 Kč | 35 184 920 Kč | 80 823 600 Kč | 198 631 140 Kč | 104 855 040 Kč | 93 776 100 Kč | 24 272 | 4 320 Kč | 2 715 Kč |
| Praha 9 | 14 956 | 136 | 34 398 800 Kč | 20 452 371 Kč | 34 997 040 Kč | 107 493 740 Kč | 55 970 320 Kč | 51 523 420 Kč | 8 984 | 6 230 Kč | 3 445 Kč |
| Praha 10 | 26 560 | 258 | 61 088 000 Kč | 38 632 727 Kč | 62 150 400 Kč | 383 185 280 Kč | 207 092 480 Kč | 176 092 800 Kč | 25 504 | 8 120 Kč | 6 630 Kč |
| Praha 11 | 28 623 | 239 | 65 832 900 Kč | 35 778 750 Kč | 66 977 820 Kč | 69 477 060 Kč | 21 962 880 Kč | 47 514 180 Kč | 17 856 | 1 230 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 12 | 27 788 | 249 | 63 912 400 Kč | 37 406 923 Kč | 65 023 920 Kč | 63 429 840 Kč | 17 301 760 Kč | 46 128 080 Kč | 15 448 | 1 120 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 13 | 23 123 | 213 | 53 182 900 Kč | 31 946 250 Kč | 54 107 820 Kč | 57 808 820 Kč | 19 424 640 Kč | 38 384 180 Kč | 14 496 | 1 340 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 14 | 18 458 | 159 | 42 453 400 Kč | 23 911 500 Kč | 43 191 720 Kč | 66 332 640 Kč | 26 463 360 Kč | 39 869 280 Kč | 11 456 | 2 310 Kč | 2 160 Kč |
| Praha 15 | 24 388 | 191 | 56 092 400 Kč | 28 629 391 Kč | 57 067 920 Kč | 92 321 200 Kč | 34 277 760 Kč | 58 043 440 Kč | 12 984 | 2 640 Kč | 2 380 Kč |
| Praha 16 | 28 453 | 265 | 65 441 900 Kč | 39 701 860 Kč | 66 580 020 Kč | 79 013 250 Kč | 14 994 000 Kč | 64 019 250 Kč | 6 120 | 2 450 Kč | 2 250 Kč |
| Praha 17 | 7 865 | 59 | 18 089 500 Kč | 8 848 125 Kč | 18 404 100 Kč | 22 974 620 Kč | 9 918 720 Kč | 13 055 900 Kč | 9 184 | 1 080 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 18 | 18 444 | 169 | 42 421 200 Kč | 25 422 811 Kč | 43 158 960 Kč | 42 319 440 Kč | 11 702 400 Kč | 30 617 040 Kč | 9 752 | 1 200 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 19 | 17 546 | 137 | 40 355 800 Kč | 20 541 659 Kč | 41 057 640 Kč | 35 492 440 Kč | 6 366 080 Kč | 29 126 360 Kč | 5 488 | 1 160 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 20 | 20 562 | 231 | 47 292 600 Kč | 34 698 375 Kč | 48 115 080 Kč | 42 150 120 Kč | 8 017 200 Kč | 34 132 920 Kč | 6 120 | 1 310 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 21 | 24 253 | 202 | 55 781 900 Kč | 30 316 250 Kč | 56 752 020 Kč | 49 175 260 Kč | 8 915 280 Kč | 40 259 980 Kč | 7 368 | 1 210 Kč | 1 660 Kč |
| Praha 22 | 26 453 | 231 | 60 841 900 Kč | 34 719 563 Kč | 61 900 020 Kč | 52 642 700 Kč | 8 730 720 Kč | 43 911 980 Kč | 6 768 | 1 290 Kč | 1 660 Kč |

| | |
|--------------------------------|------------------|
| Poživovací náklady celkem | 1 748 205 551 Kč |
| Provozní náklady celkem za rok | 1 132 351 740 Kč |
| Výnosy celkem za rok | 3 406 047 695 Kč |

Tab. 8: Hrubý odhad ekonomiky navrhovaného stavu ZPS

6.1.6 Data o obsazenosti

V případě úspěšného zprovoznění navrženého systému je možné data o obsazenosti získávat právě na základě přihlašování a odhlašování řidičů k jednotlivým parkovacím úsekům, jak je popsáno v kap. 6.1.4.3. Byť se nedá předpokládat 100 % dodržování platební morálky a zároveň přihlašování v případě příjezdu, resp. odhlášení v případě odjezdu, ale i při hodnotách respektovanosti 70 - 80% se dá říct, že distribuovaná data budou relevantní, dostatečně vypovídající a spolehlivá. Pokud budeme uvažovat, že se některé chyby navzájem vruší, je možné dostat velmi zajímavé informace o aktuální obsazenosti parkovacích míst.

7. Metodika a navrhovaná řešení pro dopravu v klidu

7.1 Myšlenka a princip

Potenciál pro potlačení negativních vlivů vyplývajících z dopravy v klidu v sobě skrývá komplexní systém. Ten by měl ve výsledku předávat co nejpřesnější a nejaktuálnější informaci o obsazenosti parkovacích kapacit v oblasti řidičům tak, aby minimalizoval spotřebovaný čas i ujetou vzdálenost při hledání parkovacího místa, popřípadě napomohl i k volbě alternativy druhu dopravy (pro část cesty, nebo pro cestu celou). Přestože dnes již jsou dostupné informace o obsazenosti hromadných parkovišť, informace o obsazenosti uličních stání většinou chybí.

Jako značně neefektivní a překonaný se jeví systém s navigačními cedulemi v uliční síti. S ohledem na to, kolik cedule stojí, kolik jich je při plošném řešení potřeba tak aby byl systém funkční a kolik zabírají prostoru např. na sloupech veřejného osvětlení je jejich přínos velmi malý. Navigační cedule v uliční síti tak mohou mít využití ve specifických případech a lokalitách. Daleko užitečnější je při hledání místa k parkování poskytnout informace o parkovacích kapacitách do navigací, případně různých parkovacích tzv. „smartapps“ (např. integrace alespoň pro jednotlivá města), kdy by se řidič již na počátku cesty mohl informovat o aktuální či předpokládané dostupnosti parkování v cíli cesty. V takovém případě je samozřejmě užitečná určitá predikce vývoje této dostupnosti, jejíž spolehlivost bude obecně klesat se zvětšující se délkou trasy, protože to že je aktuálně volné místo v dané oblasti neznámá, že tam bude i za další hodinu. Přímo se nabízí také provázání s již velmi populární aplikací Waze, kde je možnost zakomponování také zpětné vazby od řidičů, např. o volnosti míst či spolehlivosti predikce.

Ve výsledku je důležité, aby si řidiči mohli v reálném čase zjistit, kde (případně s jakou pravděpodobností) je zrovna volné místo k parkování, a to včetně aktuální ceny za parkovné.

Dále by bylo také možné přemýšlet například o tom, že na základě sledování dostupnosti parkovacích míst budou ceny za parkování určovány podle aktuální poptávky. V místech, která budou méně obsazená, by ceny mohly klesat, a naopak místa s vysokou obsazeností by měla vyšší cenu. Takováto funkcionalita by potom sloužila jako další nástroj pro regulaci dopravy v klidu

V dalších fázích je možné přemýšlet také nad formou rezervačního systému, alespoň u placeného parkování, který by bylo možné zakomponovat do konceptu chytrého parkování.

Hlavní myšlenkou uvažovaného konceptu parkování je rozdělení území na logické celky a podoblasti, využití stávajících dostupných technologií, jejich doplnění pomocí matematických metod a také zapojení uživatelů systému (pomocí aplikace).

Je několik variant, s různou náročností na technologické vybavení či aktivní/pasivní spolupráci uživatelů (řidičů), jak tuto problematiku řešit.

7.2 Podmínky

Stěžejní částí komplexního parkovacího systému by měla být aplikace pro řidiče, ať ve formě nového produktu, či integrace do stávající aplikace. V současné době je v ČR registrováno měsíčně již kolem 1 milionu aktivních uživatelů aplikace Waze, přičemž tento počet stále stoupá. Dle dostupných informací [28] lze mluvit o meziročním nárůstu 30 - 40 %. V ČR je evidováno kolem 6 milionů vydaných řidičských oprávnění, z čehož je odhadem (v závislosti na jednotlivých částech ČR) 55 - 75 % aktivních řidičů. Pojem aktivní řidič chápeme tak, že řídí vozidlo v průměru alespoň několikrát ročně. Na základě výše uvedených faktů a úvah můžeme říct, že již dnes se podíl aktivních řidičů, kteří používají aplikace spojené s dopravou se pohybuje zhruba mezi čtvrtinou až třetinou. Dále lze také v Praze pozorovat značný nárůst plateb za v parkování pomocí tzv. Virtuálních parkovacích hodin, což je platba přes mobilní bránu. V roce 2017 dle dostupných dat TSK tvořily 9 % příjmů z návštěvnického parkování platby přes virtuální parkovací hodiny, o rok později to bylo již 17 % a v roce 2019 potom 29 %. [1] Tím pádem je potenciál pro využívání aplikace k monitorování obsazenosti parkovacích míst značný a pravděpodobnost, že v čase bude dále stoupat je vysoká. Zároveň je možné podpořit a zvýšit dalšími podpůrnými opatřeními (např. pozitivní motivace pro uživatele, atd.)

Zjednodušeně řečeno jsou pomocí aplikace dva způsoby získávání dat o dopravě v klidu, a to aktivními vstupy uživatelů a pasivním sdílením své polohy a rychlosti. Obě možnosti je možné kombinovat. Využití aplikace má velký potenciál, protože může být ve výsledku prospěšné pro obě strany, jak pro řidiče, (zjednodušení procesu hledání parkovacího místa), tak i pro obce a města (získávání dat pro řízení a možnost následné regulace dopravy v území).

Poměrně rozsáhlou problematikou, kterou je nutné řešit jsou dlouhodobě odstavená vozidla (zejména např. na sídlištích) a vozidla parkující mimo uliční prostor v soukromých garážích, vnitroblocích apod. Obojí zásadně ovlivňuje obsazenost, nebo přesněji její interpretaci. Řidiči dlouhodobě odstavených vozidel nám s největší pravděpodobností do systému aplikace nikdy nevstoupí, a to nejspíše ani v případě občasného využití vozidla. Proto je nutné řešit alternativní cesty, jak získat informace o pohybu a zejména parkování a odstavování takových vozidel. U řidičů, kteří svá vozidla parkují v soukromých garážích či vnitroblocích, je obecně pravděpodobnost používání daleko vyšší, je ale důležité tuto informaci od nich získat, aby se

v systému taková vozidla ‚virtuálně nehromadila‘ v přilehlých ulicích, kde ve skutečnosti nestojí.

7.2.1 Typy parkujících

Účel parkování má vliv na chování řidičů. Obecně existují skutečnosti, které jsou podobné pro většinu případů parkování (jako např. snaha zaparkovat co nejbliže cíli cesty), jsou tu ale pak také parametry, které jsou pro různé účely parkování odlišné. Může jít o čas a délku parkování, použitý typ parkovacího místa či částku, kterou je řidič ochoten zaplatit.

Dle účelu parkování rozdělme do následujících šesti skupin:

- Bydlení
- Zaměstnání
- Nákupy
- Zařizování (vč. výkonu povolání)
- Návštěva
- Zábava, sport, rekreace

7.2.2 Charakteristiky parkujících a ovlivnitelnost jejich chování

Důležitým ovlivňujícím prvkem systému je charakteristika parkujícího řidiče, která je jednak závislá na účelu parkování (vizte výše) a v neposlední řadě také na povaze řidiče. To je důležité zejména z hlediska možného ovlivnění chování řidičů, kteří se chystají v určitém časovém horizontu zaparkovat své vozidlo v uličním prostoru nebo na veřejných parkovištích. To je možné buď od různých užitečných doporučení a rad, přes určování ceny parkování (včetně dynamických tarifů), až po restriktce. V rámci toho je zásadní také kombinace parkování s návazností na další druhy dopravy (vlak, MHD, sdílená jízdní kola), což může v případě existence odpovídajících kapacit parkovacích míst na stěžejních místech výrazně přispět v kombinaci s dalšími opatřeními ke zlepšení situace dopravy v klidu v centrech měst.

7.3 Návrh systému

Pro zavedení komplexního systému, který by monitoroval a predikoval obsazenost parkovacích míst je potřeba vzít v potaz možnosti využití všech dostupných systémů a zároveň vyřešit určení pravděpodobnosti zaparkování na místech, která nejsou pokryta žádnými technologiemi a také navrhnout způsob zpracování a interpretace dat.

V současné době je možné technologie pro spojené s dopravou v klidu rozdělit do několika skupin. Cílem je popsat způsob a postup, jakým dostupné technologie využít a také jak si poradit s oblastmi, kde žádné technologie nejsou a není ani efektivní je zřizovat. V neposlední řadě je cílem navrhnout, jakým způsobem informace předávat koncovým uživatelům.

7.3.1 Detekce jednotlivých míst – magnetometrické a ultrazvukové detektory

Tento typ detektorů je velmi spolehlivý (95 % a více) tam, kde jsou jasně vymezena jednotlivá parkovací místa (vhodnější pro kolmé a šikmé parkování). V oblastech, kde nejsou pomocí VDZ vyznačena parkovací stání je použití složitější, ale řešitelné. Z hlediska systému je důležité, aby v případě využití této technologie došlo k pokrytí celého logického celku – alespoň celé ulice/náměstí, nebo ideálně ohraničené oblasti. Obecně má detekce jednotlivých míst využití zejména tam, kde je informace o aktuálním počtu volných míst pro řidiče relevantní. Jedná se o lokality, které mají rozsah a polohu takovou, aby informace o aktuální obsazenosti byla užitečná. Dále je tento způsob vhodné použít tam, kde jsou běžné nepravidelné či nepředvídatelné výkyvy obsazenosti (např. kulturní či sportovní akce, nebo se může jednat o lokality, kde má na obsazenost výrazný vliv počasí).

V takovém případě lze pro vstup do systému použít vždy aktuální obsazenost monitorovaného úseku. Případně lze na základě historických dat dle denní doby, dne v týdnu a období v roce predikovat obsazenost tak, aby uživatel mohl zvážit zaparkování v oblasti v delším časovém horizontu – např. pokud se nachází ve velké vzdálenosti od cíle, nebo pokud plánuje cestu dopředu na určitý čas. Analogický způsob je např. v aplikaci Waze, kdy uživatel může plánovat cestu dopředu a navigace uvažuje s očekávanou intenzitou potažmo průjezdnou rychlostí v požadovaný čas.

7.3.2 Detekce jednotlivých míst - kamerové systémy

V principu se jedná o velmi podobný typ detektorů jako v předchozí kapitole. I tento typ detektorů, který pracuje na principu vyhodnocení obrazu a využívá pokročilých algoritmů z oblasti umělé inteligence je velmi spolehlivý v detekci obsazenosti jakýchkoliv parkovacích míst. Největší slabinou je otázka umístění kamery, kdy mohou v zorném poli často stínit budovy, vzrostlé stromy apod., což často vede k větší náročnosti řešení (počet a umístění kamer). Opět je důležité pokrytí touto technologií celé oblasti. Kamery se často používají i pro určování obsazenosti na parkovacích plochách (off-street). Pro účely systému je lze v takovém případě také využít, na off-street parkovištích ale postačí spolehlivá detekce vjezdu a výjezdu z parkoviště a určení tak celkového počtu parkujících.

Pro vstup do systému použít vždy aktuální obsazenost monitorované oblasti či úseku. Opět je vhodné na základě historických dat a na základě denní doby, dne v týdnu a období v roce predikovat obsazenost tak, aby uživatel mohl zvážit zaparkování v oblasti v delším časovém horizontu – např. pokud se nachází ve velké vzdálenosti od cíle, nebo pokud plánuje cestu dopředu na určitý čas.

7.3.3 Závorové systémy

Závorové systémy fungují v drtivé většině na off-street parkovištích. Je již standardem a běžnou funkcionalitou, že tyto systémy umí počítat vjezdy a výjezdy na/z parkoviště a na základě toho dávat informaci o počtu parkujících vozidel v každém okamžiku. I zde je možné uvažovat o predikci na základě historických dat pro účely plánování cesty. U hromadných parkovišť je pravděpodobně nejužitečnější informace o aktuálním počtu volných míst. Zpravidla se jedná o jasně vymezené lokality (nákupní centra, P+R parkoviště apod.), kde řidič ví které lokality se informace týká a často ji využije i v blízkosti daného cíle.

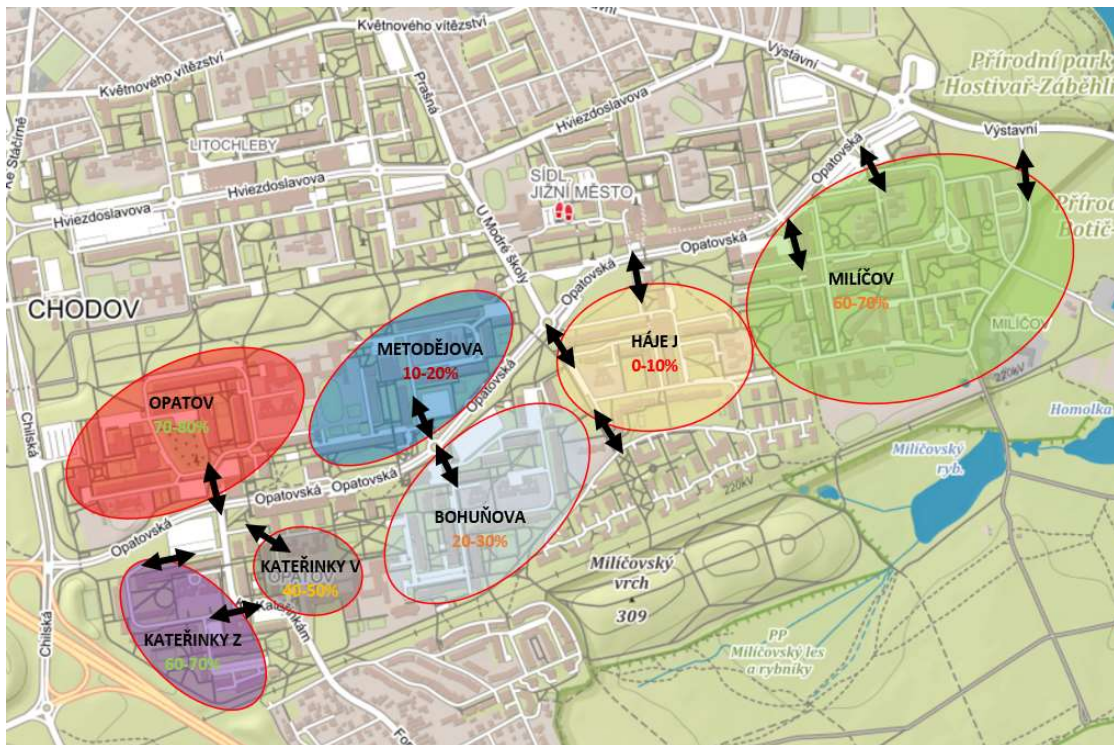
7.3.4 Monitorování vjezdu do a výjezdu z oblasti

Tento způsob funguje na stejném principu jako výše uvedené závorové systémy. Sčítá počet vjezdů do oblasti a počet výjezdů z ní. Spolehlivost je zde obecně menší než u průjezdu závorou, může docházet k chybám, proto je vhodná pravidelná kalibrace takového systému. Zpravidla jsou vozidla detekována vozovkovými či ultrazvukovými detektory nebo kamerami vždy je důležité rozpoznat směr jízdy. Sledovaná oblast může být libovolně velká, obecně platí, že čím větší oblast je a zejména čím více má vjezdů a výjezdů, tím méně spolehlivé určování počtu vozidel v oblasti je. Dále tento způsob není vhodný pro oblasti, kde je značný podíl (cca více než 15 %) parkovacích míst mimo uliční prostor (garáže, vnitrobloky, stání na vlastním pozemku, oddělená parkoviště), protože není potom možné určit kolik vozidel se „ztrácí“ právě v těchto prostorech.

Toto řešení je vhodné spíše pro uzavřené oblasti s minimem výjezdů, např. sídliště, bez vlastních parkovacích ploch mimo uliční prostor. Dnes je v těchto oblastech snaha o maximální znemožnění jakékoliv tranzitní dopravy, tudíž se jednotlivé oblasti stávají vzájemně neprůjezdnými s minimem vjezdů ze sběrné či hlavní obslužné komunikace.

U takových oblastí by mohl fungovat princip, který nazvěme principem hromadné garáže. To znamená, že jednotlivé oblasti, které by od sebe nebyly příliš vzdáleny by v přeneseném významu představovaly jednotlivé podlaží hromadné garáže a řidiči by mohli být o jejich přibližné obsazenosti (resp. o pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa v nich informováni stejným způsobem).

Obecně je tento způsob výhodné použít spíše pro informativní (přibližnou) obsazenost. Jednak z výše uvedených důvodů a také se může stát, že některá vozidla oblastí pouze projíždějí apod. Pro určení pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa v oblasti v intervalech po 10 % je ale takové řešení naprosto dostačující.



Obr. 51: Příklad možného způsobu řešení monitorování oblastí na základě vjezdů a výjezdů včetně vizualizace [34]

7.3.5 Parkovací automaty s přiřazením místa

Při využití tohoto druhu automatů lze jednoduše zjistit, jestli má dané vozidlo zaplacené za parkování, aniž by bylo nutné tisknout parkovací lístek. Řidič na automatu vybere číslo místa, na kterém parkuje a po zaplacení částky se objeví odpovídající čas parkování a začne se odpočítávat. Kontrola parkování pak může být ještě jednodušší v případě, že je parkovací úsek doplněn o kameru (postačí přehledová), či detektory obsazenosti míst. V takovém případě je možné v každém okamžiku při vzdáleném přístupu k automatu zjišťovat, jestli je každé obsazené místo zaplacené.

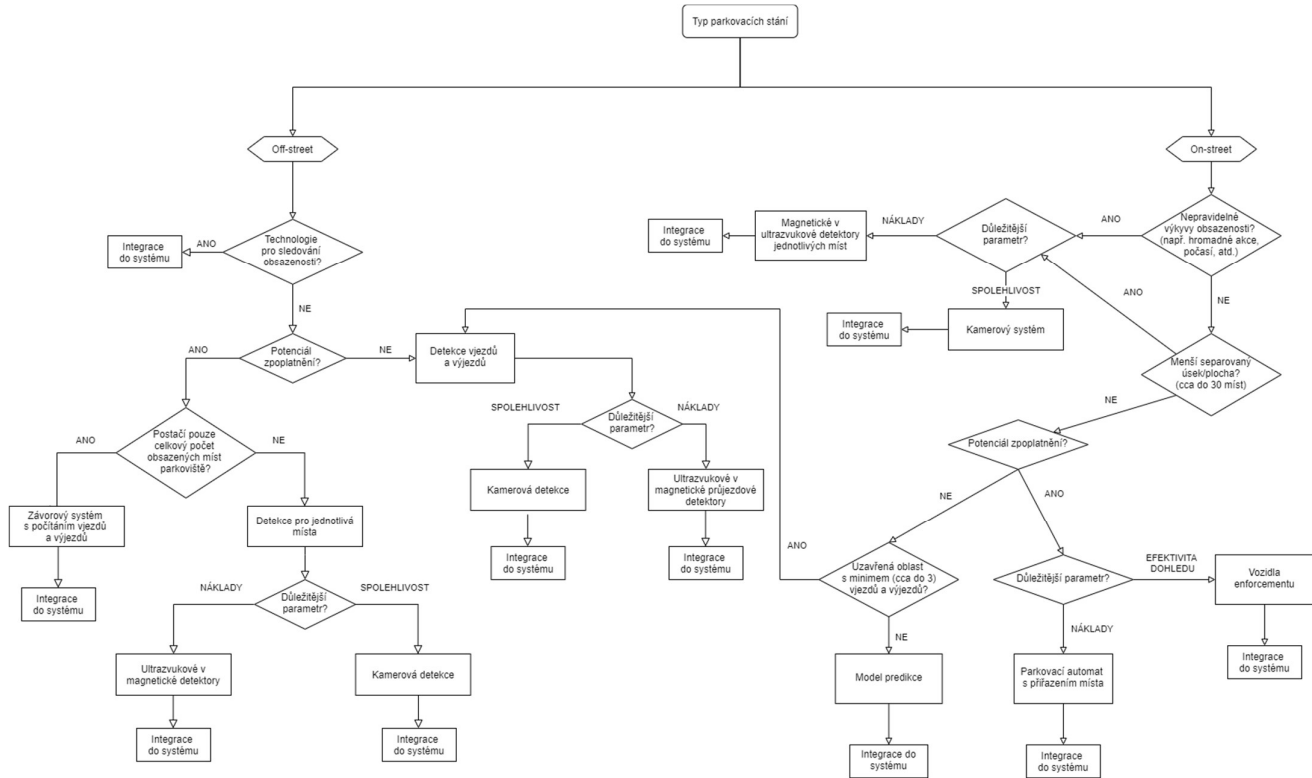
Jako vstup do systému lze při zajištění dostatečné respektovanosti (alespoň 80 %) využít informace o předpokládané době obsazení (na základě plateb) jak na úrovni úseku či parkoviště, tak na úrovni jednotlivých míst.

7.3.6 Monitorování pomocí vozidel enforcementu

U úseků, které jsou monitorovány speciálním vozidlem snímajícím mj. také RZ vozidel za účelem kontroly plateb za parkování je možné právě na základě dat (počet RZ v jednotlivých úsecích v daném čase) rovněž vyhodnocovat a predikovat obsazenost. Důležitá je v tomto případě frekvence snímání a pokrytí všech úseků a časových intervalů.

7.3.7 Ostatní parkovací místa

Na ostatní parkovací místa, která nejsou vybavena žádnou technologií pro monitorování obsazenosti byl navržen model predikce obsazenosti, který je podrobně popsán v kap. 8.



Obr. 52: Rozhodovací strom pro použití jednotlivých způsobů managementu dopravy

8. Model predikce pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa v oblasti

Pro zkoumání možných systémových řešení bylo vybráno území hlavního města Prahy, kde se nachází nejrozmanitější paleta režimů parkování i typů parkovacích ploch. Jednotlivá řešení lze potom extrahovat na další města či území.

V současné době je na území Prahy odhadem 480 tisíc tzv. on-street parkovacích míst, z čehož 120 tisíc jich je zpoplatněných a je zahrnuto do systému ZPS. Mezi on-street parkovací místa jsou pro tyto účely zahrnuty i volně přístupné parkovací plochy včetně těch, které spadají do ZPS.

Jako off-street parkovací místa jsou potom uvažovány parkovací plochy či hromadné garáže, kde je nějakým způsobem omezen volný vjezd (tzn. jsou opatřeny závorovým systémem či obsluhou). Takových, veřejnosti přístupných, parkovacích míst je na území Prahy přibližně 35 tisíc (včetně 4 tisíc na parkovištích P+R). Spočítat zbylá parkovací místa, včetně garáží, což jsou soukromá a až na výjimky veřejnosti nepřístupná stání, není možné, ale odhadem se jedná o další stovky tisíc míst.

8.1 Přínosy

V dnešní době již existuje mnoho lokalit, kde je pomocí technologií monitorována obsazenost jednotlivých parkovacích míst. Takové řešení je pro větší území nekoncepční a téměř nerealizovatelná jak z hlediska ekonomického, tak z hlediska údržby. Hlavní město Praha připravovalo projekt pro monitorování téměř 3 500 parkovacích míst v centru města. Kromě senzorů projekt zahrnoval také stovky navigačních tabulí, s tím, že celkové náklady projektu (včetně integrace do platformy webových/mobilní aplikace) přesahovaly 150 mil. Kč. (14)

Navigační systém v ulicích je při pokrytí větších ploch značně neefektivní a pro spolehlivé fungování vyžaduje přítomnost velkého množství cedulí v ulicích, tak aby byly pokryty všechny hlavní příjezdové trasy do oblastí. Dalším argumentem proti tomuto řešení je využitelnost předávaných informací pro koncové uživatele. Otázkou je, co přinese řidiči informace o tom, že se v cílové lokalitě nachází jednotky volných míst. Kromě toho, že se do doby příjezdu do vybrané lokality tato skutečnost může i několikrát změnit (mj. v závislosti na vzdálenosti a dojezdové době k cíli), je zde problém s přeným vymezením a určením lokality na cedulích (většinou lze omezit na názvy ulic), tak aby bylo řidiči jasné, o které a jak velké oblasti informací o počtu volných míst dostává. Mnohem efektivnější je propojení s mapovými podklady v aplikaci či přímo navigace dle zadaného cíle. Proto je použití cedulí s aktuálním počtem volných míst použitelné spíše pro kapacitní a záchytné parkoviště, kde je jednak jasné, k jaké

ploše (oblasti) se informace o obsazenosti váže a zároveň lze osazení takových cedulí omezit pouze na hlavní příjezdové trasy.

V případě, že vybrané území není pokryto technologiemi pro přesné určování obsazenosti parkovacích míst je možné aplikovat odhad pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa na základě klíčových parametrů. Řidič tímto způsobem sice nikdy nedostane přesnou informaci o obsazenosti vybraného úseku či lokality, ale tento odhad pro něho může být často daleko cennější než přesná aktuální informace, zejména s ohledem na to, že aktuální obsazenost se může velmi rychle měnit (což je při vysoké obsazenosti nepraktické). V neposlední řadě jsou náklady na takový systém daleko nižší než případné pokrytí celých oblastí technologiemi pro monitorování obsazenosti. Další výhodou je, že navrhovaný systém má s přibývajícím množstvím dat potenciál pro další zkvalitňování a zpřesňování (případně i doplnění či redukci veličin nebo jejich hodnot). V rámci disertační práce je důležité nalézt základní principy takového modelu a oblasti, ve kterých bude funkční, aby bylo možné na model dále navazovat a rozvíjet ho.

8.2 Návrh a analýza parametrů

Základem je pro model určit klíčové veličiny, které ovlivňují obsazenost úseků či parkovacích ploch. Tyto parametry budou škálovány a na základě kombinace těchto parametrů (zatřídění úseku) bude v hodinových intervalech predikována pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa v daném úseku či lokalitě. Tyto funkce budou rovněž ověřeny pomocí dat ze zón ZPS, kde dochází na 120 tisících parkovacích místech k pravidelnému monitoringu obsazenosti, kde je pravidelně k dispozici pro každý úsek několik měření měsíčně včetně tzv. celodenního snímkování (kdy je úsek ve dvouhodinových intervalech alespoň jeden celý den v měsíci monitorován).

Na základě zkoumání souvislostí mezi obsazeností a parametry, které by mohly mít vliv na charakteristiku chování dopravy v klidu byly vymezeny možné oblasti, pro které bude možné model v první fázi vývoje využít. Cílem není v první fázi pokrýt všechny možné oblasti a situace, ale ověřit možnost použití a fungování modelu na vybraných specifických oblastech. Podobně je to s parametry ovlivňujícími obsazenost parkovacích míst a je tak cílem vybrat omezené množství parametrů, které mají výrazný vliv na obsazenost, tak aby model nebyl příliš složitý a bylo možné analyzovat jeho chování v různých situacích a až v dalších fázích vývoje ho rozšiřovat za účelem především dalšího zpřesňování.

V následujícím textu jsou uvedeny parametry, které mají potenciál ovlivňovat pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa. Tyto parametry byly uvažovány

v rámci návrhu modelu a na základě analýzy situace a dat byly či nebyly do modelu v této fázi zahrnuty. Stejně tak jsou zde popsána rozdělení a jejich důvody.

Parametry, které není možné v modelu vynechat za žádných okolností jsou ty, které souvisí s časem, a to jak z hlediska denní doby, dnu v týdnu i období v roce. Obsazenost parkovacích míst se v různých lokalitách vždy mění právě v závislosti na čase.

8.2.1 Denní doba

Denní variace má na obsazenost obecně asi nejvýraznější vliv a její rozdělení se dá pojmut několika způsoby. Od nejpodrobnějšího rozdělení intervalů (např. jednotky až desítky minut), přes hodinové intervaly až po nejhrubší rozdělení na několik denních dob (noc, ráno, dopoledne, odpoledne, večer). Byť si v oblasti dopravy v pohybu obvykle vystačíme s méně podrobným rozdělením na denní doby (špičky a sedla), u dopravy v klidu je to složitější, protože obsazenost parkovacích míst se často mění skokově během krátkých intervalů v závislosti na typu oblasti. Pro účely modelu je tedy v první fázi denní doba rozdělena na hodinové intervaly přes den a noc je brána jako jeden interval (z důvodu, že se obvykle během noci mění až na výjimky obsazenost velmi málo). Konkrétně je noční interval od 21:30 a 5:30 a denní jsou potom děleny následovně: 5:30 – 6:30, 6:30 – 7:30, atd. Tomu odpovídají i data sbíraná pro kalibraci a validaci modelu. Celkem je tedy ve dni 17 intervalů. V dalších fázích je pro zpřesňování v závislosti na lokalitě v určitých fázích dne i noci intervaly zkrátit, případně v určitých fázích dne i prodloužit.

8.2.2 Den v týdnu

Co se týká týdenní variace, každý den v týdnu má svá specifika. Nejvýraznější rozdíl je pak mezi pracovními dny a dny víkendovými. Na základě úvahy, že běžné pracovní dny od pondělí do čtvrtka jsou si svými charakteristikami podobné ve všech oblastech byly tyto dny do modelu zahrnuty jako jeden typ. Zbývající dny pak byly rozděleny každý zvlášť, a to zejména proto, že pátek a neděle jsou výrazně ovlivněny nejenom odjezdem, resp. příjezdem lidí z/do měst a obecně jiným chováním i v rámci měst a obcí a sobota zase představuje typický víkendový den. Všechny tyto okolnosti mají vliv na obsazenost parkovacích míst v podstatě ve všech typech oblastí. Celkem jsou tedy zvoleny z tohoto pohledu 4 intervaly.

8.2.3 Období v roce

Poslední charakteristikou, která má z časového pohledu zásadní vliv je období v roce. V oblasti dopravy v pohybu je nejčastěji uvažováno klasické rozdělení na měsíce (roční variace). Co se týká obsazenosti parkovacích míst, tak na základě analýzy bylo zjištěno, že vliv jednotlivých měsíců jako takových je minimální (pouze v zimních měsících mírně klesají

přesuny vozidel). Co má ale výraznější vliv je školní vyučování. Z hlediska období v roce jsou tak data rozdělena na běžné dny a prázdninové dny (kdy není školní vyučování).

Následují další parametry, které se váží k charakteristice oblastí, dopravnímu proudu, a dalším okolnostem. Obecně je snaha rozdělovat parametry do menšího počtu intervalů, kvůli složitosti modelu a prvnímu ověření funkčnosti.

8.2.4 Typ oblasti

Vývoj obsazenosti bezpochyby výrazně závisí na charakteru oblastí, kde se parkovací stání nachází. Jinou charakteristiku budou mít oblasti sídliště, kde se předpokládá maximální obsazenost v noci, nižší potom přes den či o víkendech a jinou zase komerční oblasti či centra měst. Na základě dostupných dat a analýzy různých oblastí bylo vybráno pět typů:

- obytný charakter (obsazenost v závislosti na denních činnostech)
- komerční charakter (dojíždění do zaměstnání a za nákupy)
- charakter centra města (specifické chování – služby, úřady, turisté)
- charakter přítomnosti uzlu MHD (specifické chování v denních špičkách)
- smíšený charakter (obytný + komerční – vliv obou)

Při případném rozšíření je možné uvažovat o vlivu rekreačních oblastí, sportovních zařízení, atd.

8.2.5 Kapacita

Kapacita je klíčovou veličinou pro každou parkovací plochu, úsek či oblast. Stejně tak má kapacita nezpochybnitelný vliv na pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa. Obecně je výrazně pravděpodobnější, že řidič zaparkuje na rozlehlé ploše o kapacitě přesahující 100 míst než například na krátkém úseku ulice s kapacitou pod 10 míst, byť do toho vstupují další okolnosti. Nejvýraznější rozdíly byly pozorovány v rámci následujících čtyř intervalů:

- 1-20 parkovacích míst
- 21-60 parkovacích míst
- 61-150 parkovacích míst
- nad 151 parkovacích míst

V dalších fázích vývoje je možné uvažovat s jemnějším rozdělením a případně i s určitým plovoucím rozdělením v závislosti na ostatních parametrech.

8.2.6 Cena za parkování

Nezpochybnitelný vliv na obsazenost má zpoplatnění stání a případně jeho výše. Zásadní rozdíl je pokud je parkování bezplatné, což bylo zvoleno jako interval, dalšími hranicemi je potom 20 Kč/hod a 50 Kč/hod, přičemž tato částka je vnímána v našich podmínkách jako již vysoká cena za parkování. Intervaly:

- zdarma
- 1-20 Kč/hod
- 21-50 Kč/hod
- 51 Kč/hod a více

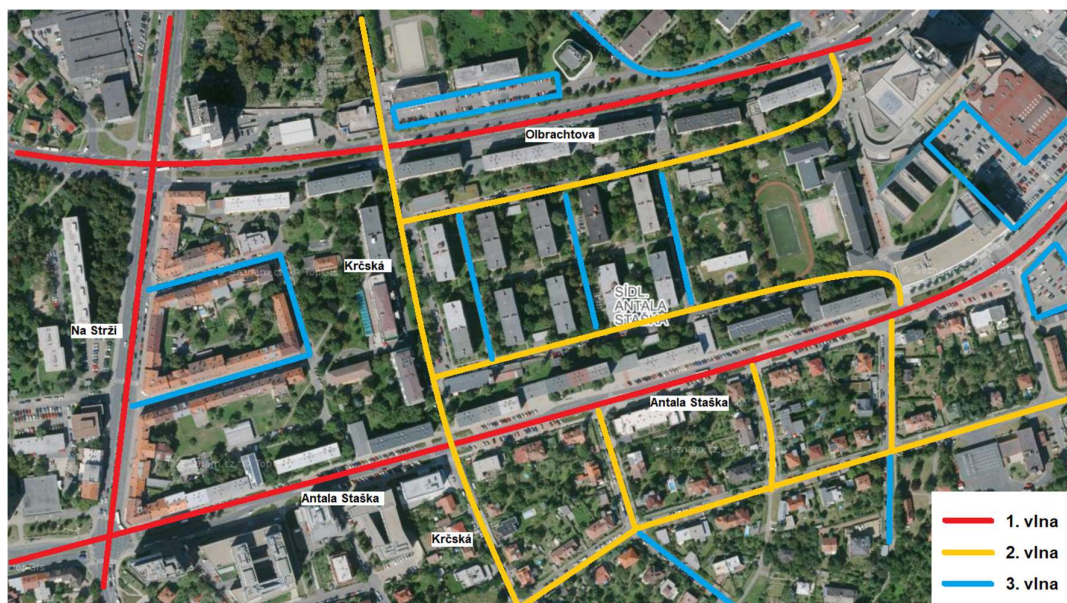
Výhledově je možné počítat s upravením intervalů pro různé typy měst či další okolnosti.

8.2.7 Poloha z hlediska příjezdu

Tímto parametrem je myšleno, v jaké části ucelené oblasti se nachází daný úsek z hlediska příjezdu řidiče do oblasti. Jeho vliv byl pozorován zejména na faktu, že mají řidiči velice často zaparkovat co nejbližší svému cíli. Rozdělení je na tři typy:

- sběrné komunikace vč. přilehlých parkovacích ploch - 1. vlna
- průjezdné úseky oblastmi (významnější obslužné komunikace) vč. přilehlých parkovacích ploch - 2. vlna
- koncové a slepé komunikace (méně významné obslužné a ostatní komunikace) vč. přilehlých parkovacích ploch - 3. vlna

Tento parametr má ze všech uvedených nejmenší vliv a na základě dalšího zpřesňování modelu je uvažováno s jeho změnou či vypuštěním na úkor jiného parametru či zpřesnění jiného stávajícího parametru.



Obr. 53: Rozdělení úseků z hlediska polohy (příjezdu) [34]

8.2.8 Hustota přilehlých jednotek z hlediska obytných či komerčních objektů

Dalším parametrem, který ovlivňuje obsazenost je hustota jednotek přilehlých objektů. Sídliště s vysokou zástavbou mají velké problémy s parkováním, podobný princip platí i pro komerční objekty a tyto okolnosti tak ovlivňují obsazenost přilehlých parkovacích míst. V rámci tohoto bylo ještě zahrnuto , jestli mají objekty zásadní počet vlastních parkovacích stání (garáže, vnitrobloky). Rozdělení je následující:

- vysoká s vyšším počtem vlastních stání (obecně nová hromadná zástavba)
- vysoká s nízkým nebo nulovým počtem vlastních stání (obecně starší hromadná zástavba)
- střední (zástavba nižšího charakteru – zpravidla do 2 podlaží)
- nízká (menší počet jednotek v oblasti)



Obr. 54: Hustota - typ A [34]



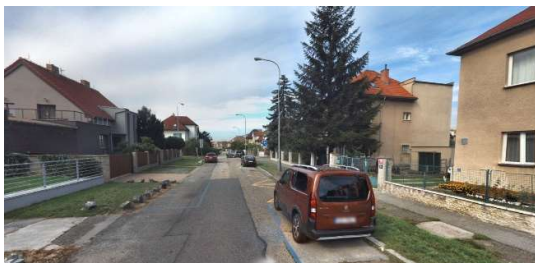
Obr. 55: Hustota - typ A [34]



Obr. 56: Hustota – typ B



Obr. 57: Hustota – typ B [34]



Obr. 58: Hustota – typ C [34]



Obr. 59: Hustota – typ C [34]



Obr. 60: Hustota – typ D [34]



Obr. 61: Hustota – typ D [34]

Dále jsou popsány parametry, které zatím nebyly v modelu uvažovány, ale nelze vyloučit jejich pozdější zařazení do modelu.

8.2.9 Stupeň automobilizace v dané oblasti

Byť je vliv automobilizace na obsazenost nezpochybnitelný, nebyla tato charakteristika zatím uvažována, protože její vliv nebyl vyhodnocen jako zásadní a také z důvodu, že sbíraná data pocházejí v tomto ohledu z velmi podobných oblastí.

8.2.10 Počet obyvatel v oblasti

Hustota zalidnění má vliv na dostupnost, ale prozatím byla částečně zahrnuta v parametru *Hustota přilehlých jednotek*, tento stav je zatím dostačující.

8.2.11 Intenzita dopravy

Intenzita dopravy ovlivňuje obsazenost parkovacích míst a velmi úzce souvisí s obrátkovostí parkování (celkový počet vozidel která zaparkují na určitém místě či v lokalitě za daný čas). Tento parametr má velký potenciál z hlediska modelu, nebyl ale zatím použit. Návrh modelu se zaměřil zatím na oblasti s nízkou intenzitou dopravy, v dalších fázích je počítáno se zahrnutím intenzity i přesto, že dojde k výraznému zvětšení složitosti modelu.

8.2.12 Třída komunikace

Tento parametr úzce souvisí s *Polohou z hlediska příjezdu*, který byl na základě zkoumání dalších okolností vybrán do modelu.

8.2.13 Atraktivita stání

Atraktivita stání je dána zejména umístěním parkovacích stání vzhledem k cílům v oblasti. Ulice, která kopíruje vchody do domu či leží blízko vchodu do nákupního centra, bude mít rozhodně vyšší stupeň atraktivity než ulice vedoucí podél průmyslové zóny. V tomto případě není reálné nějakým způsobem charakteristiku škálovat, aby byla použitelná do modelu.

8.2.14 Obrátkovost vozidel

Tato charakteristika byla zmíněna již v souvislosti s intenzitou. S vyšší obrátkovostí vozidel logicky stoupá pravděpodobnost nalezení volného místa. Například v lokalitě, kde je během celého dne 100 % obsazenost, při vysoké obrátkovosti je poměrně reálné nalézt volné místo. Obrátkovosti má ale v takových případech vysoce náhodný vliv a proto nebyla zahrnuta do modelu.

8.2.15 Počet přilehlých bytů bez vlastního stání

Tato proměnná má vliv v obytných oblastech, zejména potom na sídlištích. Z této charakteristiky vyplývají právě problémy s dopravou v klidu na starších sídlištích, kde jsou zřídkakdy k dispozici hromadné garáže či stání odpovídající poptávce. Prozatím byl tento parametr částečně zahrnut v *Hustotě přilehlých jednotek*, a tento stav je zatím dostačující

8.2.16 Bezpečnost stání

Bezpečnost stání také vstupuje jako rozhodovací parametr při výběru místa. Kriminalita a vandalismus jsou stále aktuální záležitostmi, a nejen na odlehlejších místech je toto velkým problémem. Vliv na obsazování parkovacích míst je ale zatím příliš nízký na to aby toto bylo do modelu zahrnuto.

8.2.17 Slabá místa

Jsou místa a zejména situace, které nebude možné navrhovaným modelem obsáhnout. Jedná se zejména o nepravidelné hromadné akce (koncerty, sportovní akce apod.), kde dochází ke krátkodobým výkyvům (obvykle nárustu) obsazenosti. Pro takové případy je nutné do modelu vstoupit a v těchto výjimečných případech výstup upravit, nebo zde zjišťovat aktuální obsazenost a na základě toho určovat pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa.

8.2.18 Shrnutí

Pro současnou podobu modelu tak bylo vybráno výše popsaných osm parametrů (pět vázících se k charakteristice oblastí a tři, které mají časový charakter). Všechny veličiny byly pro účely modelu diskretizovány.

8.3 Popis aplikovaného statistického nástroje

V současné době technické možnosti nabízejí široké spektrum možností měření nejrůznějších veličin na objektech, jejichž vlastnosti chceme zkoumat. Vědních oborů, které zakládají poznávání zkoumaných objektů na analýze měřených dat je celá řada. Jsou to například všechny statistické metody, ať už budované v rámci klasické (frekvenční) nebo bayesovské (subjektivní) statistiky. Klasické metody se zabývají především statickou analýzou dat, bayesovská analýza je obvykle založena na přiřazení určitých (apriorních, počátečních) pravděpodobností. Dalším odvětvím, které je samozřejmě se statistikou úzce spojeno, je oblast umělé inteligence, která vyúsťuje v metody "data mining". Sem patří například techniky, jako jsou rozhodovací stromy, asociační pravidla, neuronové sítě, genetické algoritmy či regresní a shluková analýza. Naopak bayesovské metody jsou založeny na dynamickém modelu procesu a sledují jeho vývoj v čase. Kromě těchto velkých vědeckých směrů existuje celá řada speciálních metod a postupů analýzy měřených dat. Všechny tyto metody mají ale jednoho společného jmenovatele - analýza je úspěšná, pokud máme k dispozici dostatek informativních dat. Pokud je dat málo, případně nesou málo nebo příliš rozporuplnou informaci, většina těchto metod při přímém použití selhává. [29]

Získání dostatečného množství dat je závislé na daném oboru bádání a také na požadavcích úlohy. Při práci s nedostatečnými daty je dobré si uvědomit, že je mnohem snazší rozhodovat mezi hodnotami veličin než připustit spojitou škálu hodnot a hledat její hladinu. Pomocí

vícehodnotové logiky (nebo fuzzy logiky) lze uvažovat nejen výroky "ano" / "ne", ale i určité stavy objektu, např. "ano" / "hodně" / "středně" / "málo" / "ne". Např. sledovaný parametr „Cena za hodinu parkování“ je prakticky spojitá veličina, nicméně pro stanovení pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa je dostačující rozdělit konkrétní cenu do čtyř intervalů (0 Kč; (0 až 20 Kč>; (20 až 50 Kč>; (50 Kč až oo)). Podobně lze do intervalů (i různého rozsahu) rovněž rozdělit veličiny jako „denní doba“ či „kapacita“.

Protože některé veličiny popisující danou oblast jsou pod vlivem neurčitosti, jsou jejich adekvátním vyjádřením náhodné veličiny. Náhodnou veličinu specifikuje následující definice:

Náhodná veličina je taková veličina (veličiny popisující danou oblast), jejíž hodnota se při každém měření (dotaz, výsledek vyšetření) mění, i když vnější podmínky jsou stejné. Měřená hodnota je buď numerická, nebo je na numerickou převedena - např. "vysoká hustota s vlastními stáními" / „vysoká hustota bez vlastních stání“ / „střední hustota“ / „nízká hustota“ je transformováno na numerické hodnoty 1 / 2 / 3 / 4.

Vlastnost proměnnosti může být dané veličině vlastní, tj. existují určité neodhalitelné poruchy, které hodnoty ovlivňují, nebo tato proměnnost může být způsobena určitou vazbou s jinou veličinou nebo více veličinami. Tuto situaci popisuje tzv. korelovanost. [31]

8.3.1 Diskrétní náhodná veličina [30]

Náhodné veličiny jsou dvojího druhu:

- spojité;
- diskrétní.

Hodnotami spojitých náhodných veličin jsou reálná čísla, velmi často jen nezáporná. Diskrétní náhodné veličiny mají konečný nebo spočetný počet hodnot. Standardně jsou hodnoty nebo jejich kódování značeny pomocí přirozených čísel (např. 1, 2, 3 ...). Popis náhodné veličiny je vyjádřen nejčastěji pomocí hustoty pravděpodobnosti (pro spojité veličiny) nebo pravděpodobnostní funkcí (pro veličiny diskrétní). Z důvodu, že sledované parametry reprezentují diskrétní modelování, je dále v textu popsána pouze pravděpodobnostní funkce. Ta je definována následujícím způsobem:

Pro diskrétní náhodnou veličinu x s hodnotami i z množiny $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ se zavádí pravděpodobnostní funkce $p(i)$, pro $i \in N$ následujícím vztahem:

$$p(i) = P(x = i)$$

P ... pravděpodobnost [%].

Například pokud je zjišťován vliv parametru „období v roce“ na plné obsazení úseku (resp. nulovou pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa), výpočet se provede následovně. Nejprve k textovému zápisu konkrétní hodnoty této veličiny jsou přiřazeny kódy

(např. „běžný den“ - kódováno 1 a hodnota „prázdninový den“ - kódováno 2) a následně je doplněna zjištěná odpovídající pravděpodobnost (zjištěno např. dlouhodobým pozorováním z frekvencí výskytu jednotlivých hodnot). V tomto ilustrativním případě byla zjištěná pravděpodobnost plného obsazení pro kód „1“ 0,78. Z toho vyplývá, že náhodná veličina x „období v roce“ má pravděpodobnostní funkci definovanou na množině $N = \{1, 2\}$ s hodnotami $p_x(1) = 0,78$ a $p_x(2) = 0,22$ z důvodu, že součet všech pravděpodobností musí být vždy roven 1. Názorný zápis pro pravděpodobnostní funkci uvádí Tab. 9.

| | | |
|----------|------|------|
| i | 1 | 2 |
| $p_x(i)$ | 0.78 | 0.22 |

Tab. 9: Znázornění pravděpodobností funkce pomocí tabulky

8.3.2 Sdružená pravděpodobnostní funkce [30]

Kromě sledování jedné náhodné veličiny je možno sledovat a popisovat i několik veličin najednou. V tomto případě zavádíme tzv. sdruženou pravděpodobnostní funkci. Tato funkce přiřazuje pravděpodobnosti jednotlivým konfiguracím hodnot sledovaných veličin. Dvojici náhodných veličin $x_1 = \{1, 2, \dots, n_1\}$ a $x_2 = \{1, 2, \dots, n_2\}$ lze do tabulky zapsat následujícím způsobem:

| | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|-----|---------------|
| $x_2 \setminus x_1$ | 1 | 2 | ... | n_1 |
| 1 | $p_{1,1}$ | $p_{1,2}$ | ... | p_{1,n_1} |
| 2 | $p_{2,1}$ | $p_{2,2}$ | ... | p_{2,n_1} |
| ... | | ... | | ... |
| n_2 | $p_{n_2,1}$ | $p_{n_2,2}$ | ... | p_{n_2,n_1} |

Tab. 10: Znázornění sdružené pravděpodobností funkce pomocí tabulky

kde, p_{ij} pro $i = \{1, 2, \dots, n_1\}$, $j = \{1, 2, \dots, n_2\}$ jsou pravděpodobnosti, že x_1 má hodnotu i a zároveň x_2 má hodnotu j . Tento způsob zápisu je názorný pro dvě náhodné veličiny. Pro více náhodných veličin je lépe kódovat ne hodnoty jednotlivých veličin, ale přímo jejich konfigurace. Systematický zápis konfigurace kódování pro tři veličiny $x_1 \in \{1, 2, 3\}$, $x_2 \in \{1, 2\}$ a $x_3 \in \{1, 2\}$ uvádí následující Tab. 11.

Logika skládání konfigurací hodnot je zřejmá pro libovolný počet veličin, kde každá má libovolný počet svých hodnot. Kódem je pak číslo řádku uvedené tabulky. Tímto způsobem lze s množinami náhodných veličin shodně operovat jako s jednou veličinou.

| | | | | |
|-------|-------|-------|---------------|------------|
| x_1 | x_2 | x_3 | \Rightarrow | <i>kód</i> |
| 1 | 1 | 1 | | 1 |
| 1 | 1 | 2 | | 2 |
| 1 | 2 | 1 | | 3 |

| | | | |
|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 2 | 4 |
| 2 | 1 | 1 | 5 |
| 2 | 1 | 2 | 6 |
| 2 | 2 | 1 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 8 |
| 3 | 1 | 1 | 9 |
| 3 | 1 | 2 | 10 |
| 3 | 2 | 1 | 11 |
| 3 | 2 | 2 | 12 |

Tab. 11: Obecné kódování konfigurace veličin

Částečné negativum spočívá v teoreticky velkém počtu dat. Rozsah hodnot totiž velmi rychle roste jak s množstvím veličin, tak i s počtem hodnot každé veličiny. Pokud jsou hodnoty definovány diskretizací, vznikají dva protichůdné požadavky: jemnější diskretizace lépe vystihuje spojitou veličinu na pozadí, ale větší počet hodnot zvyšuje dimenzi dané úlohy. Z tohoto důvodu je nezbytné, na počátku řešení každé takové úlohy, definovat vhodný kompromis mezi počtem sledovaných veličin a jim odpovídající četností hodnot.

Z charakteru definované úlohy vychází, že pro jednodušší orientaci a názorné zpracování řešené problematiky, je vhodné použít metodu kódování konfigurace sledovaných veličin.

8.3.3 Podmíněná pravděpodobnost [30]

Sdružená pravděpodobnostní funkce vypovídá o množině náhodných veličin, které jsou sledovány, a které, jako neznámé, budou současně analyzovány. Pro ukázkou standardního typu úlohy lze použít následující ilustrativní příklad:

Jaká je pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa v daném úseku v běžný čtvrtek v 15 hod při kombinaci následujících parametrů?

- obytná oblast a cena parkování 0 Kč/hod;
- komerční oblast a cena parkování 0 Kč/hod;
- obytná oblast a cena parkování 1-30 Kč/hod;
- komerční oblast a cena parkování 1-30 Kč/hod;;
- obytná oblast a cena parkování 31 a více Kč/hod;
- komerční oblast a cena parkování 31 a více Kč/hod;.

Modifikovaným typem úlohy je situace, kdy je zjišťována míra závislosti první proměnné na druhé, tedy ve výše uvedeném případě typu oblasti a ceně.

O této skutečnosti vypovídá tzv. podmíněná pravděpodobnost, označíme-li C cenu za parkování a T typ oblasti, kterým odpovídají následující hodnoty: 1 (<0 Kč>, 2 (0 až 30 Kč> a 3 (30 až oo Kč) a 1 (obytná) a 2 (komerční). Následně je sledována náhodná veličina

C – cena za podmínky dané hodnotou T – typ oblasti (např. $T = 1$ - obytná). Tuto situaci lze matematicky vyjádřit vztahem:

$$p(C|T = 1)$$

C ... cena $\{1, 2, 3\}$

Veličina C je náhodná veličina, jejíž hodnota není známa, přičemž cílem úlohy je dosáhnout její parametrizace (popisu). Výraz $T = 1$, reprezentuje hodnotu náhodné veličiny T , která je naopak známá, resp. bude stanovena na základě popisu veličiny C . Podmíněná pravděpodobnost udává stochastickou závislost jedné veličiny na druhé. V podkapitole 8.3.2 bylo názorně uvedeno, že každou konečnou množinu diskrétních veličin lze kódovat a tak získat jednu veličinu reprezentativní. Z toho vyplývá, že podmíněná pravděpodobnost udává stochastickou závislost množiny náhodných veličin na množině jiných náhodných veličin. Předmětná závislost je nazývána stochastickým modelem těch veličin, které se nacházejí před znaménkem podmínky v závislosti na veličinách, které jsou za tímto znaménkem. Takový model je potom základem pro statistická šetření nad množinou dat - zjištěných hodnot daných veličin.

Pro ilustraci bude znázorněn model jedné veličiny y v závislosti na dvou veličinách x_1 a x_2 . Z důvodu požadované názornosti (jednoduchosti) budou všechny veličiny nabývat pouze dvou hodnot $x_1 \in \{1, 2\}$ a $x_2 \in \{1, 2\}$.

| $x_1, x_2 \setminus y$ | 1 | 2 |
|------------------------|-----------|-----------|
| 1, 1 | $p(1 11)$ | $p(2 11)$ |
| 1, 2 | $p(1 12)$ | $p(2 12)$ |
| 2, 1 | $p(1 21)$ | $p(2 21)$ |
| 2, 2 | $p(1 22)$ | $p(2 22)$ |

Tab. 12: Ilustrativní ukázka modelu jedné veličiny v závislosti na dvou veličinách

p ... pravděpodobnost [%]

Např. $p(2|12)$ je pravděpodobnost, že hodnota sledované veličiny je 1 když $x_1 = 1$ a $x_2 = 2$. Protože za dané podmínky jsou $y = 1$ a $y = 2$ všechny možné situace, musí být součet pravděpodobností ve všech řádcích roven 1.

Tab. 12 uvádí zápis modelu pro jednu sledovanou veličinu y a dvě vysvětlující veličiny, všechny veličiny mají dvě možné hodnoty 1 nebo 2. To je všechno, co tento model zatím představuje. Tímto postupem byla definována struktura modelu. O vztahu mezi x_1, x_2 a y zatím tento model neposkytuje žádnou informaci. Zároveň se předpokládá, že tyto vztahy jsou natolik složité, že je nelze jednoduše (např. tzv. „z paměti“) stanovit. Model nelze definovat pomocí fyzikálních či biologických předpokladů. Požadované vztahy je nutno extrahovat z naměřených

dat, případně k nim přidat určité expertní znalosti. Situaci nejlépe vystihuje anglické označení metody „data mining“, tedy dolování informace z dat.

Pro navrženou strukturu modelu, která je dána výběrem vhodných veličin a definicí jejich hodnot, které jsou buď přirozeně diskrétní $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ nebo jsou dány diskretizací. Předmětná diskretizace se uplatňuje jak u spojitých veličin, tak i u diskrétních, pokud nezačínají jedničkou, nezvyšují se po jedné nebo jejich hodnoty se redukují. Zde je opět patrný značný význam diskretizace (vizte podkapitola 8.3.2).

Základním předpokladem pro správnou funkčnost modelu je, že sledovaný soubor naměřených dat je s úplnými záznamy všech parametrů. U každé hodnoty obsazenosti tedy musí být všechny údaje kompletní pro veličiny vystupující v modelu. Žádná hodnota nesmí chybět. Současně je možné doplnit tyto data o expertní předpoklady, které popisují chování modelu. Odhad lze vhodně demonstrovat na triviálním případě „hod mincí“. Avšak v tomto popisovaném případě není jisté, zda použitá mince splňuje základní předpoklad tohoto typického statistického experimentu, že obě strany mají pravděpodobnosti 0,5.

Po realizaci dostatečného počtu pokusů, je zjištěna relativní četnost obou výsledků (1 - rub, 2 - líc), které pro daná data představují jejich pravděpodobnosti. Zde je třeba udělat důležitou poznámku, na které stojí veškerá statistika. Provedením např. 100 pokusů je zjištěna pravděpodobnost pouze právě pro tento počet měření. Avšak obecným cílem je zjistit pravděpodobnost pro libovolný počet pokusů. Z tohoto důvodu statistika zavádí obecný předpoklad. Pokud jsou data do datového souboru vybírána náhodně, např. tak, jak náhodně parkují na jednotlivá místa vozidla, a při zařazování do výběru není preferován žádný konkrétní typ oblasti, který má specifické vlastnosti, lze říct, že pravděpodobnosti, která byla vypočtena z daného výběru, bude velmi přibližně platit obecně, tj. pro libovolný počet měření v dané oblasti. Zároveň platí, čím více dat (jednotlivých hodnot obsazenosti) je v analyzovaném souboru, tím je i přesnější odhad. **Pro získání adekvátně vypovídajícího odhadu obsazenosti je nezbytné získat co nejvíce úplných záznamů, které zároveň obsahují dostatečnou informaci o skutečnosti, jež má být modelována a následně analyzována.**

8.3.4 Algoritmus odhadu statistického diskrétního modelu [29]

Následující postup popisuje „prakticky obecný“ algoritmus odhadu statistického diskrétního systému. Termín „prakticky obecný“ je zaveden, protože algoritmus je z důvodu požadované přehlednosti opět znázorněn na konkrétním modelu, avšak v takovém tvaru, který v sobě již obsahuje všechny obecné prvky, a přidávání dalších veličin nebo jejich hodnot pouze zvětší výpočetní náročnost úlohy (rozměr tabulky) a nepřináší již další teoretické komplikace.

Systém obsahuje modelovanou jednu veličinu y s hodnotami 1, 2, 3, 4, 5 v závislosti na dvou veličinách x_1 a x_2 . Tyto veličiny budou z důvodu požadované názornosti (jednoduchosti)

nabývat pouze těchto hodnot $x_1 \in \{1, 2\}$ a $x_2 \in \{1, 2, 3\}$. Tab. 13 znázorňuje model se zatím volnými parametry.

| $x_1, x_2 \setminus y$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1, 1 | $p_{(1 11)}$ | $p_{(2 11)}$ | $p_{(3 11)}$ | $p_{(4 11)}$ | $p_{(5 11)}$ |
| 1, 2 | $p_{(1 12)}$ | $p_{(2 12)}$ | $p_{(3 12)}$ | $p_{(4 12)}$ | $p_{(5 12)}$ |
| 1, 3 | $p_{(1 13)}$ | $p_{(2 13)}$ | $p_{(3 13)}$ | $p_{(4 13)}$ | $p_{(5 13)}$ |
| 2, 1 | $p_{(1 21)}$ | $p_{(2 21)}$ | $p_{(3 21)}$ | $p_{(4 21)}$ | $p_{(5 21)}$ |
| 2, 2 | $p_{(1 22)}$ | $p_{(2 22)}$ | $p_{(3 22)}$ | $p_{(4 22)}$ | $p_{(5 22)}$ |
| 2, 3 | $p_{(1 23)}$ | $p_{(2 23)}$ | $p_{(3 23)}$ | $p_{(4 23)}$ | $p_{(5 23)}$ |

Tab. 13: Ilustrativní ukázka modelu s volnými parametry

Následující popis bude věnován odhadu volných parametrů modelu (vizte Tab. 13) na základě změřených dat obsahující záznamy y , x_1 a x_2 .

V předchozí podkapitole 8.3.3 byl uvažován odhad parametrů pro pokus „hod mincí“. Jednotlivé hody mincí byly označeny jako nezávislé, tj. ničím neovlivněné. Z tohoto důvodu bylo možné každou hodnotu 1 (rub) nebo 2 (líc) v rámci své skupiny jednotlivě počítat. Aktuálně řešená úloha je odlišná. Každý výsledek 1, 2, 3, 4 nebo 5 je spojen s určitou výchozí situací. Předmětnou situací je kombinace hodnot veličin x_1 a x_2 - tedy konfigurací hodnot uvedených v jednotlivých řádcích modelu (vizte Tab. 13). Každý pokus má nyní určitý vstup a k němu patří výstup. Pokus reprezentují dva údaje, u kterých je předpoklad, že ovlivňují třetí údaj. Vstup je složen z veličin x_1 a x_2 a výstup znázorňuje veličina y . Z toho plyne, že daná konfigurace hodnot veličin x_1, x_2 , jejímž kódem je pořadí řádku v tabulce modelu, určuje jakýsi elementární pokus. Ten se skládá ze dvou údajů na vstupu a jedním na výstupu (výsledek elementárního pokusu). Jestliže jsou dány první dvě hodnoty, všechny možnosti, které existují, jsou dány hodnotami výstupu, tedy y rovno 1, 2, 3, 4 nebo 5. Odtud plyne, že součet pravděpodobností pro tyto jednotlivé možnosti musí být roven jedné. Přitom každý takový elementární pokus je již samostatný. **Jestliže je dáno x_1 a x_2 , daný pokus je již stejný jako „hod mincí“, nyní ale v přeneseném smyslu s pěti stranami očíslovanými 1, 2, 3, 4, 5.**

Při odhadu parametrů takového modelu lze aplikovat velmi podobný postup, jako v případě s „hodem mincí“. Jediný rozdíl vyplývá z konfigurace hodnot. Každá konfigurace, jejíž kód určuje jeden řádek tabulky modelu, může nabývat namísto dvou pěti hodnot. Pro záznam četnosti jednotlivých výsledků lze s výhodou použít stejnou tabulku, jako je tabulka modelu.

Do jednotlivých políček tabulky je zaznamenáváno, kolikrát bylo toto políčko aktivní, tj. kolikrát je v datech obsažena předmětná konfigurace hodnot x_1, x_2 určující řádek tohoto políčka a příslušná hodnota y určující sloupec políčka. Hodnoty v jednotlivých políčkách takové tabulky

jsou nazývány statistikou. Odhady parametrů $p_{(ijk)}$ modelu jsou potom dány hodnotami této statistiky, normované tak, aby součet všech čísel v každém řádku se roven jedné. To prakticky znamená, že v každém řádku tabulky statistiky se sečtou všechna čísla a tímto součtem se podělí celý řádek, prvek po prvku.

Postup odhadu znázorňuje následující algoritmus. Nejprve je definována počáteční statistika V s prvky $V_{(y|x)}$, kde x je kód konfigurace hodnot veličin x_1, x_2 . Tab. 14 obsahuje nulové hodnoty, a to z důvodu, že ještě žádný pokus nebyl proveden.

| $x_1, x_2 \setminus y$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------|---|---|---|---|---|
| 1, 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1, 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1, 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2, 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2, 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2, 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tab. 14: Ukázka podoby tabulky pro počáteční statistiku V

Pro data

| Y | X |
|-------|----------------|
| y_1 | $[x_1, x_2]_1$ |
| y_2 | $[x_1, x_2]_2$ |
| y_3 | $[x_1, x_2]_3$ |
| ... | ... |
| y_t | $[x_1, x_2]_t$ |
| ... | ... |
| y_N | $[x_1, x_2]_N$ |

Tab. 15: Konfigurace hodnot pro počáteční statistiku V

indexy $t = 1, 2, \dots, N$ se opakují:

$$z_t = \text{kód}([x_1, x_2]_t) \quad (1)$$

$$V_{(y_t|z_t)} = V_{(y_t|z_t)} + 1. \quad (2)$$

Konkrétně pro dané $[x_1, x_2]$ ze záznamu t je spočten odpovídající kód z_t (např. pro $[x_1, x_2] = [2, 1]$ vyplývá kód $x = 4$). Následně je ve statistice (vizte Tab. 15) nalezeno políčko v řádku x a ve sloupci y , tedy $V_{(y_t|z_t)}$ a hodnota v tomto políčku je zvětšena o jedna. Vztah (2) z matematického pohledu nedává smysl. Avšak v rámci programování se jedná o standardizovaný zápis vyjadřující, že je nejprve vyhodnocena pravá strana rovnice

a výsledek je následně dosazen do levé. **Po dokončení algoritmu je spočtena statistika. Sledované hodnoty parametrů jsou zjištěny znormováním uvedeným výše.**

8.3.5 Přiřazení apriorní informace do diskretního modelu [29]

Výše uvedený text popisuje zpracování naměřených dat obsažených ve shromážděném datovém souboru (tzv. výběru). Používané metody odhadu jsou ale založeny na principech bayesovské statistiky jejíž velkou výhodou je, že k informaci získané z měřených dat umí konzistentně přidat také apriorní (expertní) informaci. Tedy to, co si zpracovatel dat o datech myslí. Obecně neexistuje žádná univerzální metoda pro přiřazování expertní informace k datům, a zároveň obvykle aplikovaný metodický postup je značně komplikovaný. Částečnou výjimku představují diskretní modely, kde je situace poměrně jednoduchá. Způsob provedení je demonstrován na níže uvedeném jednoduchém příkladě. Nicméně metodický postup a důsledky jsou obecné.

Tab. 16 uvádí dvouhodnotovou modelovanou veličinu y a pro ni model,

| | | |
|--------|-------|-------|
| y | 1 | 2 |
| $f(y)$ | p_1 | p_2 |

Tab. 16: Model modelované dvouhodnotové veličina y

kde $p_1 \geq 0, p_2 \geq 0$ a $p_1 + p_2 = 1$. Parametry p_1 a p_2 je třeba odhadnout z deseti měřených dat

$$y = 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 2, 2, 1. \quad (3)$$

Pro odhad je definována statistika (vizte Tab. 17) ve tvaru tabulky stejné jako Tab. 16 reprezentující model modelované dvouhodnotové veličina y .

| | | |
|-------|-------|-------|
| y | 1 | 2 |
| V_y | V_1 | V_2 |

Tab. 17: Definice statistiky ve tvaru modelu modelované dvouhodnotové veličina y

Kalkulaci lze realizovat dvěma způsoby: jednorázově nebo postupně.

Jednorázový výpočet statistiky:

V datech (vztah 3) je nalezeno šest hodnot 1 a čtyři hodnoty 2. Z toho vyplývá $V_1 = 6, V_2 = 4$ a celkový počet pokusů $N = V_1 + V_2 = 10$. Po znormování vycházejí parametry

$$p_1 = 6/10 = 0,6 \text{ a } p_2 = 4/10 = 0,4.$$

Postupný výpočet statistiky:

Výpočet je proveden podle výše uvedeného obecného vztahu (2), který je pro tento zjednodušený model modifikován

$$V_{y_t} = V_{y_{t-1}} + 1, \quad (4)$$

kde y_t označuje t -tou hodnotu z naměřených dat. Postupný vývoj statistiky uvádí následující Tab. 18. Současně čas $t = 0$ označuje apriorní informaci.

| t | y_t | V_1 | V_2 | | p_1 | p_2 |
|-----|-------|-------|-------|---|-------|-------|
| 0 | – | 0 | 0 | ⇒ | – | – |
| 1 | 1 | 1 | 0 | | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 2 | 0 | | 1 | 0 |
| 3 | 2 | 2 | 1 | | 2/3 | 1/3 |
| 4 | 1 | 3 | 1 | | 3/4 | 1/4 |
| 5 | 1 | 4 | 1 | | 4/5 | 1/5 |
| 6 | 2 | 4 | 2 | | 2/3 | 1/3 |
| 7 | 1 | 5 | 2 | | 5/7 | 2/7 |
| 8 | 2 | 5 | 3 | | 5/8 | 3/8 |
| 9 | 2 | 5 | 4 | | 5/9 | 4/9 |
| 10 | 1 | 6 | 4 | | 0,6 | 0,4 |

Tab. 18: Postupný vývoj statistiky modelované dvouhodnotové veličina y

Z výše uvedené tabulky je patrné, že odhady se vyvíjí z naprosté neznalosti. První dva odhady dokonce určují extrémní hodnoty 1 a 0. Teprve s přibývajícím množstvím dat se odhady postupně ustalují a přibližují se k očekávané hodnotě 0,5, kterou ale nedosáhnou. Podle statistických vět (zákon velkých čísel) se ke skutečné hodnotě 0,5, tedy pokud to ovšem bude skutečná hodnota, budou stále více blížit s narůstajícím počtem dat. Expertní informace ovšem může do tohoto vývoje méně nebo více zasáhnout. Míra ovlivnění se odvíjí od váhy, která je předmětné informaci přiřazena expertem.

V případě, pokud jsou k dispozici opodstatněné předpoklady, že ve skutečnosti obě hodnoty parametrů jsou shodné, lze tuto informaci do procesu odhadu přiřadit. Způsob přidání těchto dat je možno realizovat formou dalších dat v takové podobě, která odpovídají naší znalosti. V tomto případě, kdy je k dispozici validní předpoklad, že obě hodnoty jsou stejně pravděpodobné, je možno jako apriorní data označit hodnoty 1 a 2. Tyto hodnoty ve shodné četnosti jedenkrát jsou zařazeny do statistiky. Vývoj odhadů uvádí Tab. 19.

| t | y_t | V_1 | V_2 | | p_1 | p_2 |
|-----|-------|-------|-------|---|-------|-------|
| 0 | 1 | – | – | ⇒ | – | – |
| 0 | 2 | 1 | 1 | | – | – |
| 1 | 1 | 2 | 1 | | 2/3 | 1/3 |
| 2 | 1 | 3 | 1 | | 3/4 | 1/4 |
| 3 | 2 | 3 | 2 | | 3/5 | 2/5 |
| 4 | 1 | 4 | 2 | | 2/3 | 1/3 |
| 5 | 1 | 5 | 2 | | 5/7 | 2/7 |
| 6 | 2 | 5 | 3 | | 5/8 | 3/8 |
| 7 | 1 | 6 | 3 | | 2/3 | 1/3 |
| 8 | 2 | 6 | 4 | | 3/5 | 2/5 |
| 9 | 2 | 6 | 5 | | 6/11 | 5/11 |

| | | | | | | |
|----|---|---|---|--|------|------|
| 10 | 1 | 7 | 5 | | 7/12 | 5/12 |
|----|---|---|---|--|------|------|

Tab. 19: Postupný vývoj statistiky modelované dvouhodnotové veličina y doplněné o apriorní informaci

Z vývoje statistiky je patrné, že odhady na začátku se nenacházejí v krajních intervalech jako ve statistice, kterou uvádí Tab. 18. Naopak celkově jsou o něco blíže předpokládané externí hodnotě (0,5). Zároveň externí informace, která byla zařazena do odhadu, odpovídá pouze dvěma externím datům. Oproti tomu se nacházejí informace z deseti dat naměřených. Použitá apriorní informace byla přiřazena poměrně slabá váha.

V případě potřeby posílení váhy použité znalosti, např. z deseti dat (stejně jako je dat naměřených), je možno udělat apriorní souhrny, který uvádí.

| t | y_t | V_1 | V_2 | \Rightarrow | p_1 | p_2 | |
|-----|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|------|
| 0 | 1: 5x | – | – | | | – | – |
| 0 | 2: 5x | 5 | 5 | | | – | – |
| 1 | 1 | 6 | 5 | | | 6/11 | 5/11 |
| 2 | 1 | 7 | 5 | | | 7/12 | 5/12 |
| 3 | 2 | 7 | 6 | | | 7/13 | 6/13 |
| 4 | 1 | 8 | 6 | | | 4/7 | 3/7 |
| 5 | 1 | 9 | 6 | | | 3/5 | 2/5 |
| 6 | 2 | 9 | 7 | | | 9/16 | 7/16 |
| 7 | 1 | 10 | 7 | | | 10/17 | 7/17 |
| 8 | 2 | 10 | 8 | | | 5/9 | 4/9 |
| 9 | 2 | 10 | 9 | | | 10/19 | 9/19 |
| 10 | 1 | 11 | 9 | | 11/20 | 9/20 | |

Tab. 20: Postupný vývoj statistiky modelované veličina y doplněné o apriorní informaci s vyšší váhou

Tentokrát zjištěné hodnoty pravděpodobností jsou od samého počátku opravdu velice blízko hodnotě, která je považována za správnou (vizte Tab. 20). Počáteční chybné odhady byly eliminovány.

Z výše uvedeného popisu lze učinit následující závěr. **Hodnota parametrů podle expertní znalosti je dána normalizací apriorní statistiky, získané z apriorních dat reprezentující odborníkovou znalost. Váha této expertní znalosti, se kterou se prosadí proti měřeným datům, je dána absolutní velikostí hodnot apriorní statistiky. Absolutní velikost hodnot odpovídá množství expertních dat, která v odhadu tvoří kompromis s daty měřenými.**

8.4 Popis modelu a odhadu pravděpodobnosti

8.4.1 Konstrukce modelu a proměnné

Pro tvorbu modelu bylo vybráno jednak pět veličin vážících se k oblastem a také tři další, které mají časový charakter. Všechny veličiny byly pro účely modelu diskretizovány. Všechny vybrané veličiny jsou uvedeny v Tab. 21 a v Tab. 22.

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| x1 (Čas) | Hodnota | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | Čas | 21:30- 5:30 | 5:30- 6:30 | 6:30- 7:30 | 7:30- 8:30 | 8:30- 9:30 | 9:30- 10:30 | 10:30- 11:30 | 11:30- 12:30 | 12:30- 13:30 |
| | Hodnota | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | |
| | Čas | 13:30- 14:30 | 14:30- 15:30 | 15:30- 16:30 | 16:30- 17:30 | 17:30- 18:30 | 18:30- 19:30 | 19:30- 20:30 | 20:30- 21:30 | |
| x2 (Hod) | Hodnota | 1 | 5 | 6 | 7 | | | | | |
| | Den | Po-Čt | Pá | So | Ne | | | | | |
| x3 (Obd) | Hodnota | 1 | | 2 | | | | | | |
| | Období | Běžný den | | Prázdninový den | | | | | | |

Tab. 21: Přehled veličin

| | | | | | | |
|-----------|-----------------|--------------|------------|------------|----------|---------------|
| | Hodnota | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| x4 | Oblast | Obytná | Komerční | Centrum | MHD | Smíšená (O+K) |
| x5 | Kapacita | 1-20 | 21-60 | 61-150 | 151+ | - |
| x6 | Cena | 0 Kč/h | 1-20 Kč/h | 21-50 Kč/h | 51+ Kč/h | - |
| x7 | Hustota | Vysoká bez G | Vysoká s G | Střední | Nízká | - |
| x8 | Poloha | 1.vlna | 2.vlna | 3.vlna | - | - |

Tab. 22 Přehled veličin

Modelovaná veličina (y) potom je obsazenost daného úseku, s tím že pro účely nastavení modelu jsou pro trénování použity skutečné naměřené hodnoty obsazenosti.

$$\text{obsazenost} = \frac{\text{počet parkujících vozidel}}{\text{kapacita}}$$

Ta zpravidla nabývá hodnot od 0 zpravidla do 1,5. Hodnoty obsazenosti vyšší než 1 vychází ze skutečnosti, že jako kapacita je brán počet „legálních“ parkovacích stání, ale realita je často taková, že při zaplnění kapacity řidiči často parkují i nad rámec kapacity (stání v zákazu, na chodníku, u přechodu, v křižovatce, na travnaté ploše apod.).

Pro účely odhadu obsazenosti je ale naprosto postačující rozdělení do intervalů po deseti procentech.

| | | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Interval | <0 – 0,05> | (0,05 - 0,15> | (0,15 – 0,25> | (0,25 – 0,35> | (0,35 – 0,45> |
| Hodnota | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Interval | (0,45 – 0,55> | (0,55 – 0,65> | (0,65 – 0,75> | (0,75 – 0,85> | (0,85 – 0,95> |
| Hodnota | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| Interval | (0,95 – 1,05> | (1,05 – 1,15> | (1,15 – 1,25> | (1,25 – 1,35> | .. |
| Hodnota | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | .. |

Tab. 23: Diskretizace hodnot obsazenosti

Jako výstup z modelu potom bude prezentována pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa v daném úseku:

$$\text{pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa} = 1 - \text{obsazenost} \quad (9)$$

Příčemž pro případy, kdy odhadovaná obsazenost je vyšší než 0,95, bude jako výstup ze systému prezentována pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa (NVPM) 0,01 (1 %).

Podobně pro případy, kdy odhadovaná obsazenost bude v intervalu 0 - 0,05, bude jako výstup ze systému prezentována pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa (NVPM) 0,95 (95 %).

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Diskretizovaná obsazenost | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| Pravděpodobnost NVPM | 95 % | 90 % | 80 % | 70 % | 60 % | 50 % | 40 % | 30 % |
| Diskretizovaná obsazenost | 0,8 | 0,9 | 1+ | | | | | |
| Pravděpodobnost NVPM | 20 % | 10 % | 1 % | | | | | |

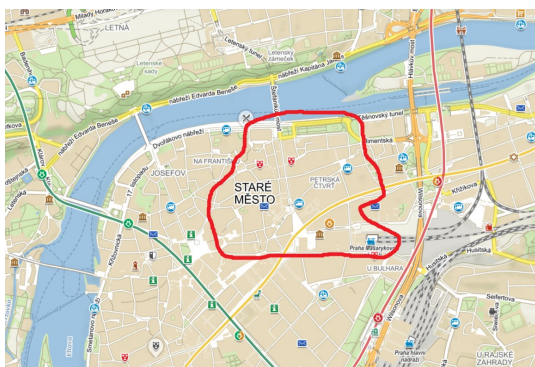
Tab. 24: Tabulka s prezentovanými hodnotami pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa (NVPM)

8.4.2 Data, nastavení modelu a výsledky

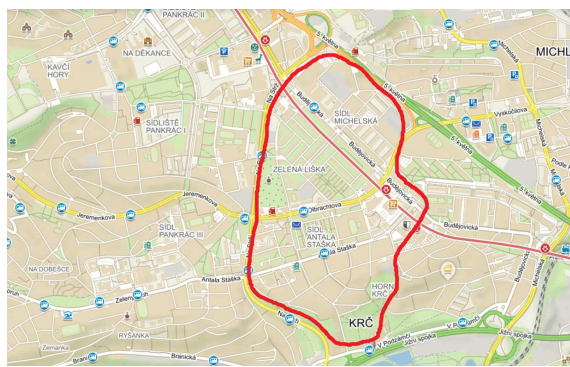
Pro nastavení modelu byly vybrány 4 různé oblasti v rámci Prahy, ve kterých byla sbírána v odpovídajícím objemu na úrovni úseků i oblastí data o obsazenosti. Rovněž byly ke každé hodnotě přiřazeny konkrétní hodnoty veličin, na kterých dle dlouhodobých měření a pozorování obsazenost závisí. Oblasti byly vybrány tak, aby byla mezi veličinami co největší rovnováha (co do četnosti výskytu). Jako zdroj dat byla využita databáze TSK na základě monitorování zón placeného stání a také vlastní měření obsazenosti autorem.

Data pro nastavení modelu pochází z oblasti Starého Města, Budějovické, Hájí a z oblasti Kamýku. Oblast Staré Město má charakter centra (zároveň zde parkují rezidenti abonenti i návštěvníci), všechna dostupná stání jsou zde zpoplatněná (až na výjimky v nočních a brzkých ranních hodinách), většina parkovacích stání je na ulici (vyskytují se zde ale i hromadné garáže a soukromá stání) a přes den je zde téměř maximální obsazenost (návštěvníci, abonenti, rezidenti), která k večeru klesá a stání zaplňují zejména rezidenti města. Oblast Budějovické vykazuje charakter komerční i obytný (vysoká i nízká zástavba). Stání jsou zde přes den zpoplatněná, v noci a o víkendech jsou zdarma. Obsazenost je poměrně vyrovnaná po celý den, což je dáno smíšeným charakterem oblasti. Většina stání jsou on street. Oblast Hájí má převážně charakter obytný s vysokou zástavbou, vyskytuje se zde ale i nižší zástavba a uzel MHD. Parkování je zde celý den zdarma, obsazenost je velmi vysoká zejména přes noc. Oblast Kamýk má rovněž nezpoplatněná stání, vyskytuje se zde smíšená zástavba (nižšího charakteru) s vlivem okolních společností, které kde hojně sídlí.

Data jsou z období standardního provozu i prázdnin (vzorek vždy jednoho měsíce zpravidla pro oba případy). Celkem tak je k dispozici pro nastavení modelu více než 22 tisíc jednotlivých hodnot. Všechna data jsou k dispozici v příloze disertační práce.



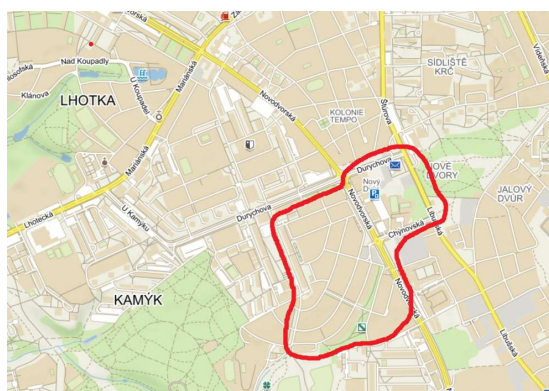
Obr. 62: Oblast Staré Město [34]



Obr. 63: Oblast Budějovická [34]



Obr. 64: Oblast Háje [34]



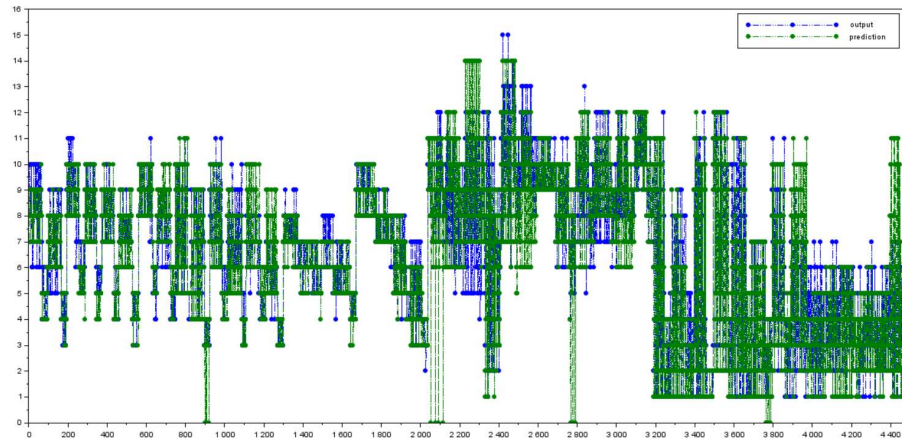
Obr. 65: Oblast Kamýk [34]

8.4.3 Porovnání predikce a dat

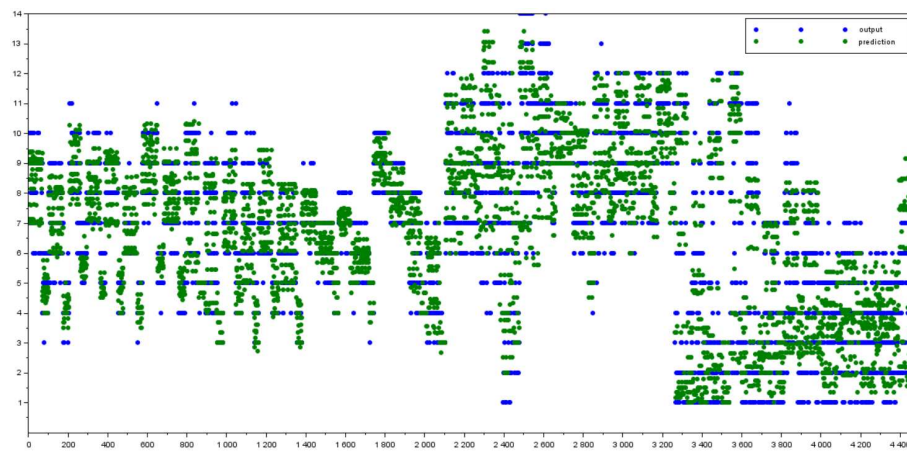
Pomocí software Scilab byl tedy odhadován diskrétní model. Jeho dimenze byla na základě možných kombinací všech veličin snížena z 3.427.200 na 33.645. Prověřeny byly dva způsoby výpočtu pomocí programu s podobnými výsledky, a to pro bodovou predikci a pro predikci s pravděpodobnostní funkcí. Program je nastaven tak, že odhad je realizován na základě 80 % dat (náhodný výběr) a zbylých 20 % je porovnáváno (predikce a validace).

Shoda predikce a samotné veličiny y (obsazenost) se pohybuje kolem 51 % resp. 12 % (což je při cílovém rozdělení na intervaly v rozsahu 10 % - zejména v prvním případě uspokojivý výsledek). Pokud připustíme chybu ± 1 interval, dosáhneme shody přibližně v 87 % resp. 80 % případů a pokud připustíme chybu v ± 2 intervalech, dochází ke shodě v cca 95 %, resp. 96 %. Obecně tedy vychází přesněji výpočet pomocí bodové predikce. Směrodatná odchylka potom vychází kolem hodnoty 0,18, resp. kolem hodnoty 0,1.

Na obrázcích níže jsou přepisy obou programů a také ukázky grafů které zobrazují porovnání predikce a výstupu (y)



Obr. 66: Výsledky bodové predikce (osa x: jednotlivé pokusy, osa y: intervaly po 10-ti procentech)



Obr. 67: Výsledky predikce pomocí pravděpodobnostní funkce (osa x: jednotlivé pokusy, osa y: intervaly po 10-ti procentech)

```

1 // Main - point prediction
2 // -----
3 clc,clear,close,node(0),quit()
4
5 dd=csvread('ddis.csv','');
6 xx=dd(:,1:4-3); xx(:,1)=xx(:,1)-4;
7 yy=dd(:,5)+1;
8 nAll=length(yy);
9 b=max(x);
10
11 pL=90; // length of learning (per cent)
12 nL=nAll*pL/100;
13 j=samez(nL,1,:nAll);
14 x=xx(j,:); // data for learning
15 y=yy(j);
16 jT=setdiff(1:nAll,j);
17 xT=xx(jT,:); // data for testing
18 yT=yy(jT);
19 nT=length(jT);
20
21 nd=length(y);
22 for i=1:nd
23     z(i)=mat2row(x(i,:),b); // coding of x
24 end
25 zu=unique(z);
26
27 my=max(y);
28 mz=max(z);
29
30 t=zeros(length(zu),my);
31 for i=1:nd
32     r=mat2row(x(i,:),b);
33     j=find(zu==r);
34     t(j,y(i))=t(j,y(i))+1; // frequency table
35 end
36 f=fnorm(t,3); // cond. prob. function: f(y|x)
37
38 // Test -----
39 for i=1:nT
40     r=mat2row(xT(i,:),b); // code of measured x
41     k=find(zu==r); // row of prob. function
42     if ~isempty(k)
43         [xxx,yp(i)]=max(f(k,:)); // point pred. yp=argmax(f)
44         j=find(f(k,:)>0); // nonzero entries of f
45         pL(i)=min(j); // prediction
46         pM(i)=max(j); // interval
47     end
48 end
49
50 plot([yT yp],'.:');
51 legend('output','prediction');
52 Accuracy0=sum(yT==yp)/nT*100 // accurate accuracy
53 d=abs(yT-yp)<=1;
54 Accuracy1=sum(d)/nT*100 // 1pm 1 acc
55 d=abs(yT-yp)<=2;
56 Accuracy2=sum(d)/nT*100 // 1pm 2 acc
57 s=(yT<=5)&(yp<=5)|((yT>5)&(yp>5));
58 Accuracy5=sum(s)/nT*100 // acc below 5 and above
59 SE=variance(yT-yp)/variance(y) // standard error

```

Obr. 68: Program pro bodovou predikci

```

1 // Main - full prediction (the rest is identical with Obr4)
2 // -----
3 clc,clear,close,node(0),quit()
4
5 dd=csvread('ddis.csv','');
6 xx=dd(:,1:4-3); xx(:,1)=xx(:,1)-4;
7 yy=dd(:,5)+1;
8 nAll=length(yy);
9 b=max(x);
10
11 pL=90;
12 nL=nAll*pL/100;
13 j=samez(nL,1,:nAll);
14 x=xx(j,:);
15 y=yy(j);
16 jT=setdiff(1:nAll,j);
17 xT=xx(jT,:);
18 yT=yy(jT);
19 nT=length(jT);
20
21 nd=length(y);
22 for i=1:nd
23     z(i)=mat2row(x(i,:),b);
24 end
25 zu=unique(z);
26
27 my=max(y);
28 mz=max(z);
29
30 t=zeros(length(zu),my);
31 for i=1:nd
32     r=mat2row(x(i,:),b);
33     j=find(zu==r);
34     t(j,y(i))=t(j,y(i))+1;
35 end
36 f=fnorm(t,3);
37 nn=size(f,3);
38 xp=1:nn;
39 // Test -----
40 for i=1:nT
41     r=mat2row(xT(i,:),b);
42     k=find(zu==r);
43     if ~isempty(k)
44         yp(i)=f(k,:)*xp'; // full prediction yp=sum(f.*x)
45         j=find(f(k,:)>0);
46         pL(i)=min(j);
47         pM(i)=max(j);
48     end
49 end
50
51
52 plot([yT yp],'.:');
53 legend('output','prediction');
54 Accuracy0=sum(yT==yp)/nT*100 // accurate accuracy
55 d=abs(yT-yp)<=1;
56 Accuracy1=sum(d)/nT*100 // 1pm 1 acc
57 d=abs(yT-yp)<=2;
58 Accuracy2=sum(d)/nT*100 // 1pm 2 acc
59 s=(yT<=5)&(yp<=5)|((yT>5)&(yp>5));
60 Accuracy5=sum(s)/nT*100 // acc below 5 and above
61 SE=variance(yT-yp)/variance(y) // standard error

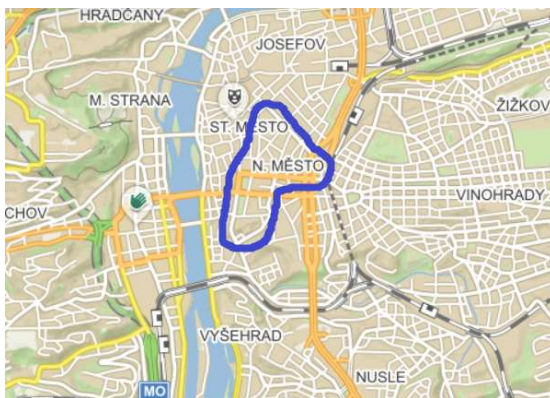
```

Obr. 69: Program pro predikci pomoci pravděpodobnostní funkce

8.5 Verifikace modelu

Pro ověření modelu bylo vybráno pět různých oblastí, z toho tři v Praze (Nové Město, Invalidovna a Stodůlky), jedna v Berouně a jedna v Bystřici u Benešova (mj., aby byla ověřena funkčnost modelu i mimo Prahu).

Oblast Nového Města má charakter centra a komerční charakter, všechna dostupná stání jsou zde zpoplatněná (až na výjimky v nočních a brzkých ranních hodinách), většina parkovacích stání je na ulici (vyskytují se zde ale i hromadné garáže a soukromá stání). Oblast Invalidovny má potom charakter komerční i obytný (vysoká i nižší zástavba). Stání jsou zde přes den zpoplatněná, v noci a o víkendech jsou zdarma, většina stání jsou uliční. Oblast Stodůlek má převážně charakter obytný s vyšší zástavbou, vyskytuje se zde ale i nižší zástavba a také uzel MHD. Parkování je zde celý den zdarma. Vybrané oblasti v Berouně se nacházejí v centru (Husovo nám.), na sídlišti (sídliště Hlinky) i v komerční zóně (Plzeňské předměstí). Podobně je tomu v Bystřici, kde byla vybrána oblast náměstí, sídliště (Nová) a oblast nižší zástavby s komerčními cíli (K Líšnu).



Obr. 70: Oblast Nové Město [34]



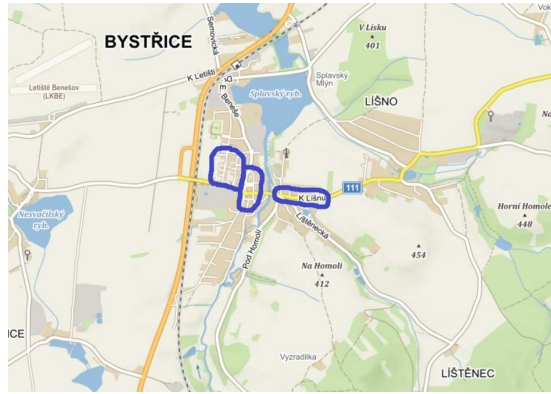
Obr. 71: Oblast Invalidovna [34]



Obr. 72: Oblast Zličín [34]



Obr. 73: Oblasti Beroun [34]



Obr. 74: Oblasti Bystřice [34]

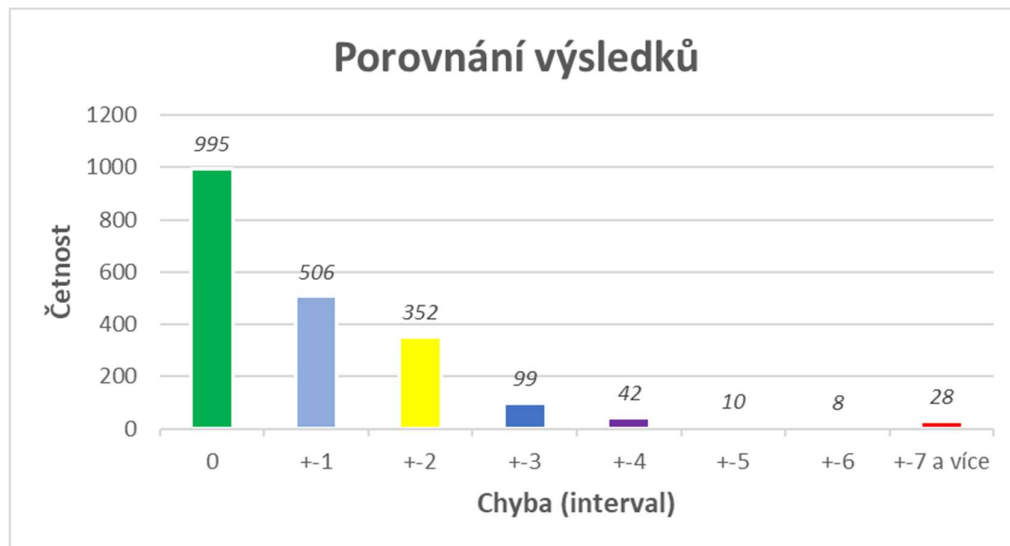
Na základě modelu byla pro všechny oblasti provedena predikce ve všední den (pondělí až čtvrtek), pátek, sobotu i v neděli. A to jak pro běžné období, tak prázdninové. Tyto predikované hodnoty byly porovnány se skutečnými naměřenými hodnotami.

8.5.1 Výsledky

V rámci ověření bylo porovnáno celkem 2.040 hodnot obsazenosti (predikce x skutečnost) pro vybrané oblasti, a to rovnoměrně pro definované časy, dny v týdnu i typy dní (běžné, prázdninové). V rámci definovaných intervalů (rozsah obvykle 10 %) pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa došlo v 995 případech (49 %) ke shodě, chyba +/- 1 interval se vyskytla v 506 případech (25 %), chyba +/- 2 intervaly se vyskytla v 352 případech (17 %), chyba +/- 3 intervaly se vyskytla v 99 případech (5 %), chyba s rozdílem o více než +/- 3 intervaly se potom vyskytla v 88 případech (4 %). Detailněji jsou výsledky zobrazeny v tabulce a grafu níže. Na Obr. 76 je prezentován program na výpočet predikce hodnot pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa, jehož hodnoty byly porovnávány s realitou. Lepší výsledky predikce vykazují oblasti v Praze, což je pravděpodobně způsobeno faktem, že model byl kalibrován na datech právě z Prahy. V rámci dalšího vývoje je možné uvažovat se zahrnutím vlivu typu a velikosti jednotlivých měst a obcí. Všechna data jsou potom v příloze.

| Chyba (rozdíl) | 0 | +1 | -1 | +2 | -2 | +3 | -3 | +4 | -4 | +5 | -5 | +6 | -6 | +7 | -7 | +8 | -8 | +9 | -9 | +10 | -10 | Součet |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Četnost | 995 | 265 | 241 | 198 | 154 | 54 | 45 | 22 | 20 | 5 | 5 | 6 | 2 | 8 | 11 | 4 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2040 |
| Četnost (%) | 49% | 13% | 12% | 10% | 8% | 3% | 2% | 1,1% | 1,0% | 0,2% | 0,2% | 0,3% | 0,1% | 0,4% | 0,5% | 0,2% | 0,1% | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 100% |

Tab. 25: Porovnání výsledků



Obr. 75: Porovnání výsledků

```

1 //Main--point prediction
2 //-----
3 clc, clear, close, mode(0), getd()
4
5 d1=csvRead('data1.csv','');
6 d2=csvRead('data2.csv','');
7 xL=d1(:,1:$-1);
8 yL=d1(:,4)+1;
9 nL=length(yL);
10 b=max(xL,1);
11
12 xI=d2; .....// data for testing
13 nI=size(d2,1);
14
15 for i=1:nL
16     z(i)=psi2row(xL(i,:),b); .....// coding of x
17 end
18 zu=unique(z);
19
20 my=max(yL);
21 mz=max(z);
22
23 t=zeros(length(zu),my);
24 for i=1:nL
25     r=psi2row(xL(i,:),b);
26     j=find(zu==r);
27     t(j,yL(i))=t(j,yL(i))+1; // frequency table
28 end
29 f=fnorm(t,2); .....// cond. prob. function: f(y|x)
30
31 // Test=====
32 for i=1:nI
33     r=psi2row(xI(i,:),b); .....// code of measured x
34     k=find(zu==r); .....// row if prob. function
35     if ~isempty(k)
36         [xxx,yp(i)]=max(f(k,:)); .....// point pred. yp=argmax(f)
37         j=find(f(k,:)>0); .....// nonzero entries of f
38         pL(i)=min(j); .....// prediction
39         pM(i)=max(j); .....// interval

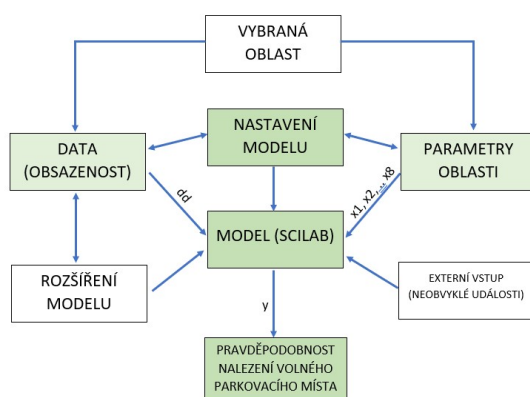
```

Obr. 76: Program pro predikci obsazenosti na základě zatřídění oblastí

9. Závěr

9.1 Tvorba modelu pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa

Pro názorný přehled tvorby modelu pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa slouží následující obrázek. Po volbě oblastí dochází k nastavení modelu pomocí volby parametrů a sběru odpovídajícího objemu relevantních dat. Tato vstupní data jsou použita v modelu v prostředí SciLab, výstupem z modelu je potom pravděpodobnost nalezení volného parkovacího místa v dané lokalitě. Jsou zde také znázorněny jednak možné další rozšíření modelu a případný vstup do modelu pro případ mimořádných nepravidelných událostí. Barevně jsou označeny části zahrnuté do disertační práce.



Obr. 77: Schema modelu

Pro současnou podobu modelu bylo vybráno osm parametrů (pět vážících se k charakteristice oblastí a tři, které mají časový charakter). Všechny tyto parametry byly pro účely modelu diskretizovány.

Modelovaná veličina je potom obsazenost daného úseku (následně se jednoduchým rozdílem počítá pravděpodobnost nalezení volného místa), s tím že pro účely nastavení modelu jsou pro trénování použity skutečné naměřené hodnoty obsazenosti. První fáze vývoje modelu je zaměřená na prověření vlivu základních parametrů, jejich rozdělení a otestování modelu na reálných datech. Na základě výsledků lze říct, že na první fázi vývoje modelu je možné navázat a dále ho rozšiřovat a zpřesňovat.

9.2 Shrnutí

Problematika dopravy v klidu je komplexním problémem. Dle mnoha průzkumů i dle zkušeností z praxe hledání volného místa k zaparkování neplýtvá pouze čas a prostředky řidičů, ale také výrazně zatěžuje dotčená území negativními vlivy ze zvýšení intenzity dopravy. Mezi takové vlivy patří hluk, znečištění ovzduší a stejně tak zábor veřejného prostoru. Není ničím neobvyklým, že až 20 % intenzity dopravy v zastavěném území je způsobeno právě hledáním volných míst k zaparkování v uliční síti. Proto je kromě rozhodování o strategii na nejvyšších úrovních (politika, předpisy, atd.) velice důležitá také role managementu dopravy v klidu. Snaha měst a vůbec celé společnosti musí vést k tomu, aby kromě naplňování obecných cílů (vylovení zbytné dopravy ve městech, preference MHD či budování odpovídající komunikační sítě) docházelo formou pestré palety synergických opatření k co nejefektivnějšímu využívání stávajících parkovacích ploch. Pokud je regulováno parkování (nejenom) v centrech měst, jakkoliv se jedná o žádoucí opatření, měly by být pro řidiče zajištěny odpovídající alternativy. Tím jsou myšleny především odpovídající kapacity parkování na okraji měst s vazbou na veřejnou dopravu. Celkově se jedná o velmi náročný (politicky, finančně, administrativně i časově). I to je jeden z důvodů, proč jedním ze základních pilířů funkčního managementu dopravy v klidu je otázka monitorování obsazenosti parkovacích kapacit a její případná predikce.

Dnes se již můžeme setkat s poměrně širokým spektrem technologií pro monitorování obsazenosti parkovacích stání, které nabízejí s poměrně vysokou spolehlivostí sledování obsazenosti většinou jednotlivých parkovacích míst. Tato řešení jsou vhodná ale spíše pro určité parkovací plochy, nebo logické menší územní celky. Pro větší území náklady na zřízení i provoz v souvislosti se značným zásahem do infrastruktury jsou neúměrně vysoké vůči případným přínosům řešení a obecně je takové řešení jen stěží realizovatelné.

Součástí práce je také konkrétní návrh úpravy systému zón placeného stání v hlavním městě Praha, který by měl přinést větší přehlednost, další možnost monitorování obsazenosti parkovacích míst a také prostředky pro rozvoj města. Hlavním cílem práce v rámci uvažovaného systému parkování je tak efektivní využití stávajících dostupných technologií, jejich doplnění pomocí matematických metod, využití regulačních nástrojů a také zapojení uživatelů systému. V mnoha případech je pro řidiče cennější informace, s jakou pravděpodobností v daném úseku či lokalitě zaparkuje (založená na historických datech, či modelu predikce na základě charakteristik lokality a daném čase) než informace o aktuální obsazenosti. Jedním z hlavních přínosů disertační práce je vytvoření modelu predikce obsazenosti na základě charakteristik lokality. Ten byl vytvořen na základě reálných dat z provozu, následně testován, kalibrován a verifikován na dalších datech z různých lokalit.

Výsledky ukázaly, že navržený model by v praxi mohl být využitelný, zároveň je zde mnoho prostoru k dalšímu vývoji modelu, zejména potom ve smyslu zpřesňování a rozšiřování modelu (např. zahrnutí vlivu intenzity dopravy) na základě využití dalších dat, rozborů a rozšíření parametrů s vlivem na obsazenost parkovacích míst. Hlavní přínos disertační práce autor spatřuje ve vytvoření vlastní metody predikce pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa a v komplexním přístupu k řešení problematiky dopravy v klidu.

Literatura

- [1] TSK Praha Dopravní inženýrství. [online]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/wps/portal/> [přístup získán 06.03.2018]
- [2] Ročenky [online]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/nabidka-sluzeb/rocenky> [přístup získán 08.04.2018]
- [3] ČSN EN 73 6056 *Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.B
- [4] ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [5] Doprava ve světě – viteztenazemi.cz [online]. Dostupné z: <https://viteztenazemi.cz/cenia/kolikautjezdivesvete> [přístup získán 22.07.2017]
- [6] Parkuj v klidu – Informace o zónách placeného stání v Praze. [online]. Dostupné z: <https://www.parkujvklidu.cz/cs/> [přístup získán 15.06.2018]
- [7] Parkování v Praze: AutoRevue.cz [online]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/parkovani-praha-mobilni-aplikace-platba-kartou> [přístup získán 15.07.2019]
- [8] eParkomat [online]. Dostupné z: <https://www.eparkomat.cz/cs> [přístup získán 28.09.2019]
- [9] Zaparkuju.cz. [online]. Dostupné z: <https://www.zaparkuju.cz/> [přístup získán 26.09.2019]
- [10] Nový systém parkování v Brně - oficiální informační web. [online]. Dostupné z: <https://www.parkovanivbrne.cz/> [přístup získán 21.03.2019]
- [11] Parkování. Kolín - oficiální portál. [Online] Městský úřad Kolín. Dostupné z: <https://www.mukolin.cz/cz/o-meste/smart-city-kolin/parkovani> [přístup získán 12.06.2019]
- [12] Smart4city. Smart4city. [Online] SPEL, a.s.. Dostupné z: <https://smart4city.cz/> [přístup získán 12.04.2019]
- [13] Dopravní portál. Parkování Písek. [Online] Eparkomat Traffic Portal. Dostupné z: <https://parkovani.pisek.eu/> [přístup získán 13.04.2019]
- [14] Parking in Vienna - short-term parking zones and garages. Stadt Wien - Offizielle & aktuelle Infos und Services der Wiener Stadtverwaltung [online]. Dostupné z: <https://www.wien.gv.at/english/transportation/parking/> [přístup získán 09.05.2018]
- [15] Parking in Vienna. Parken in Wien [online]. Dostupné z: <http://www.parkeninwien.at/en/> [přístup získán 13.05.2018]
- [16] David Bárta. Příklad úspěšné regulace Amsterdam [online] 2012 Dostupné z: <https://www.cityone.cz/priklad-uspesne-regulace-amsterdam-2012/t6440> [přístup získán 16.08.2018]
- [17] David Bárta. Jak vyřešit problémy s parkováním [online] Dostupné z: <https://www.cityone.cz/jak-vyresit-problemy-s-parkovanim/t6204> [přístup získán 19.08.2018]
- [18] How Seattle Transformed Parking Without Spending a Fortune - CityLab. CityLab [online]. Dostupné z: <https://www.citylab.com/life/2013/10/how-seattle-transformed-parking-without-spending-fortune/7348/> [přístup získán 03.01.2020]
- [19] Spel a.s. [online]. Dostupné z: <https://www.spel.cz/> [přístup získán 03.06.2019]
- [20] CITIQ s.r.o. - detektory pro městskou dopravu a parkování. [online]. Dostupné z: <http://www.citiq.cz/> [přístup získán 18.03.2019]
- [21] Chytré parkovací systémy [online]. Dostupné z: <https://www.localenergies.cz/chytre-parkovaci-systemy/>

- [22] Digitalparking. [online]. Dostupné z: <https://digitalparking.ch/> [přístup získán 26.07.2018]
- [23] DESIGNA [online]. Dostupné z: <http://designa.cz/> [přístup získán 26.04.2019]
- [24] Chytré řešení pro parkoviště [online]. Dostupné z: <https://www.parkingdetection.com/cs/domu/> [přístup získán 01.02.2019]
- [25] Intelligent Parking Solutions [online]. Dostupné z: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/road/parking-solutions/intelligent-parking-solutions.html> [přístup získán 26.07.2019]
- [26] M. Alam, B Fernandes, J. Almeida, J. Ferreira, J. Fonseca. Integration of smart parking in distributed ITS architecture. [Online]. 2016. ISBN: 978-1-5090-5586-9 Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7838582&isnumber=7838319>. [přístup získán 18.03.2019]
- [27] Jednodušší parkování v Praze? Senzory budou monitorovat obsazenost parkovišť | E15.cz. E15.cz - Byznys, politika, ekonomika, finance, události [online].2001 . Dostupné z: <https://www.e15.cz/domaci/jednodussi-parkovani-v-praze-senzory-budou-monitorovat-obsazenost-parkovist-1339778> [přístup získán 15.01.2019]
- [28] Navigace Waze má v Česku 700 tisíc aktivních uživatelů měsíčně. Využívá se i k plánování infrastruktury - CzechCrunch. CzechCrunch - novinky ze světa byznysu, startupů, technologií a vzdělávání [online]. Dostupné z: <https://www.czechcrunch.cz/2019/01/navigace-waze-ma-v-cesku-700-tisic-aktivnich-uzivatelu-mesicne-vyuziva-se-i-k-planovani-infrastruktury/> [přístup získán 20.10.2019]
- [29] KÁRNÝ, M., BÖHM, J., GUY, T., V., JIRSA, L., NAGY, I., NEDOMA, P., TESAŘ, L.: *Optimized Bayesian Dynamic Advising: Theory and Algorithms*, Springer, London, 2006.
- [30] NAGY, I.: *Pravděpodobnost a matematická statistika*, Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2002, ISBN 80-01-02454-7.
- [31] NAGY, I., Pokročilé statistické metody a jejich aplikace FD ČVUT, Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/nagyivan/Doktorandi/LecturesPhD.pdf>. [přístup získán 15.07.2017]
- [32] KODRANSKY, M., & HERMANN, G. (2011): *Europe's parking U-Turn: from accommodation to regulation*. ITDP
- [33] Český statistický úřad | ČSÚ. Český statistický úřad | ČSÚ [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/> [přístup získán 15.04.2017]
- [34] Mapy.cz. [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/> [přístup získán 06.05.2016]

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1: Stupeň automobilizace v Praze a v ČR [1] | 10 |
| Obr. 2: Mapa motorizace ve světě [5] | 11 |
| Obr. 3: Subjekty ovlivňující systém dopravy v klidu | 21 |
| Obr. 4: Poměr využití veřejného prostoru vůči modal split [32] | 23 |
| Obr. 5: Magnetometrický detektor obsazenosti [20] | 24 |
| Obr. 6: Ultrazvukový detektor obsazenosti [20] | 24 |
| Obr. 7: Magnetometrický detektor obsazenosti [19] | 25 |
| Obr. 8: Magnetometrický detektor obsazenosti [19] | 25 |
| Obr. 9: Sledování obsazenosti parkovacích míst pomocí čtyř kamer [24] | 25 |
| Obr. 10: Sledování obsazenosti parkovacích míst pomocí kamery (obraz jedné z celkových dvou) [24] | 25 |
| Obr. 11: Vyhodnocení obrazu z kamerového systému [23] | 26 |
| Obr. 12: Automaticky zpracované statistiky parkování [23] | 26 |
| Obr. 13: Vyhodnocení obrazu z kamerového systému [25] | 26 |
| Obr. 14: Parkovací automat Taxomex [22] | 28 |
| Obr. 15: Parkovací automat Taxomex [22] | 28 |
| Obr. 16: Hlavní funkce aplikace „eParkomat“ [8] | 29 |
| Obr. 17: Vizualizace parkovišť v mapě [8] | 30 |
| Obr. 18: Informace a možnosti u konkrétního parkoviště [8] | 30 |
| Obr. 19: Obrazovky aplikace Waze | 32 |
| Obr. 20: Obrazovky aplikace Waze | 32 |
| Obr. 21: Parkovací karta pro modré zóny [6] | 35 |
| Obr. 22: Původní parkovací automat [6] | 35 |
| Obr. 23: Stírací parkovací lístky pro modré zóny [6] | 35 |
| Obr. 24: Současný rozsah ZPS (rozdělení na obrázku je dle městských částí) | 36 |
| Obr. 25: Svislé dopravní značení [6] | 38 |
| Obr. 26: Tarifní pásma v ZPS | 39 |
| Obr. 27: Parkovací automat [6] | 40 |
| Obr. 28: Parkovací automat - detail obrazovky [6] | 40 |
| Obr. 29: MPLA webová aplikace [6] | 41 |
| Obr. 30: Mobilní aplikace eParkomat [8] | 41 |
| Obr. 31: Vozidlo monitoringu [6] | 42 |
| Obr. 32: Kapacita ZPS (data [1]) | 42 |
| Obr. 33: Počet platných POP [1] | 43 |
| Obr. 34: Počty vydaných oprávnění v porovnání s kapacitou (údaje k 12/2019 [1]) | 43 |

| | |
|---|-----|
| Obr. 35: Parkoviště P+R v Praze (podklad [1])..... | 45 |
| Obr. 36: Mapa parkovišť P+R s vyznačením kapacit..... | 45 |
| Obr. 37: Původní typ automatů [6] | 47 |
| Obr. 38: Stávající typ automatů [6]..... | 47 |
| Obr. 39: Měsíční počty RZ zkontrolovaných speciálními vozidly [1] | 48 |
| Obr. 40: Současný stav a plán rozšíření zón v Brně [10]..... | 50 |
| Obr. 41: Webová prezentace systému dopravy v klidu v Písku [13] | 51 |
| Obr. 42: Vizualizace obsazenosti parkovacích míst [12] | 52 |
| Obr. 43: Svislé dopravní značení pro zóny placeného stání (tzv. Kurzparkzone“) [14] | 54 |
| Obr. 44: Parkovací zóny ve Vídni [14]..... | 55 |
| Obr. 45: Síť P+R ve Vídni (podklad [14])..... | 56 |
| Obr. 46: Prezentace systému Seapark [18]..... | 59 |
| Obr. 47: Návrh nové podoby ZPS (modře: Jádrová zóna; červeně: Obalová zóna; zeleně: Okrajová zóna) [34] | 62 |
| Obr. 48: Porovnání současného rozsahu ZPS a navrhovaného rozsahu ZPS (modře: Jádrová zóna, červeně: Obalová zóna, zeleně: Okrajová zóna, fialově: stávající rozsah ZPS) [34]... | 65 |
| Obr. 49: Používání internetu na mobilních zařízeních v ČR [33] | 70 |
| Obr. 50: Respektovanost ZPS 2019 [2]..... | 71 |
| Obr. 51: Příklad možného způsobu řešení monitorování oblastí na základě vjezdů a výjezdů včetně vizualizace [34]..... | 80 |
| Obr. 52: Rozhodovací strom pro použití jednotlivých způsobů managementu dopravy | 81 |
| Obr. 53: Rozdělení úseků z hlediska polohy (příjezdu) [34] | 87 |
| Obr. 54: Hustota - typ A [34] | 88 |
| Obr. 55: Hustota - typ A [34] | 88 |
| Obr. 56: Hustota – typ B | 88 |
| Obr. 57: Hustota – typ B [34]..... | 88 |
| Obr. 58: Hustota – typ C [34] | 88 |
| Obr. 59: Hustota – typ C [34] | 88 |
| Obr. 60: Hustota – typ D [34] | 88 |
| Obr. 61: Hustota – typ D [34] | 88 |
| Obr. 62: Oblast Staré Město [34] | 104 |
| Obr. 63: Oblast Budějovická [34] | 104 |
| Obr. 64: Oblast Háje [34] | 104 |
| Obr. 65: Oblast Kamýk [34]..... | 104 |
| Obr. 66: Výsledky bodové predikce (osa x: jednotlivé pokusy, osa y: intervaly po 10-ti procentech)..... | 105 |

| | |
|---|-----|
| Obr. 67: Výsledky predikce pomocí pravděpodobnostní funkce (osa x: jednotlivé pokusy, osa y: intervaly po 10-ti procentech) | 105 |
| Obr. 68: Program pro bodovou predikci | 106 |
| Obr. 69: Program pro predikci pomocí pravděpodobnostní funkce | 106 |
| Obr. 70: Oblast Nové Město [34] | 107 |
| Obr. 71: Oblast Invalidovna [34] | 107 |
| Obr. 72: Oblast Zličín [34] | 107 |
| Obr. 73: Oblasti Beroun [34] | 107 |
| Obr. 74: Oblasti Bystřice [34] | 108 |
| Obr. 75: Porovnání výsledků | 109 |
| Obr. 76: Program pro predikci obsazenosti na základě zatřídění oblastí | 109 |
| Obr. 77: Tvorba modelu | 110 |

Seznam tabulek

| | |
|--|-----|
| Tab. 1: Ukázka požadavků na odstavná a parkovací stání dle ČSN 73 6110 [4]..... | 19 |
| Tab. 2: Součinitel vlivu stupně automobilizace [3]..... | 19 |
| Tab. 3: Součinitel redukce počtu stání [3] | 19 |
| Tab. 4: Přehled navrhovaného rozdělení zón na území hl. m. Prahy | 65 |
| Tab. 5: Údaje pro jednotlivé městské části (podklady [33]) | 72 |
| Tab. 6: Návrh cenové politiky pro parkovací oprávnění..... | 73 |
| Tab. 7: Návrh cen návštěvnického parkování | 74 |
| Tab. 8: Hrubý odhad ekonomiky navrhovaného stavu ZPS..... | 74 |
| Tab. 9: Znázornění pravděpodobností funkce pomocí tabulky | 92 |
| Tab. 10: Znázornění sdružené pravděpodobností funkce pomocí tabulky..... | 92 |
| Tab. 11: Obecné kódování konfigurace veličin..... | 93 |
| Tab. 12: Ilustrativní ukázka modelu jedné veličiny v závislosti na dvou veličinách | 94 |
| Tab. 13: Ilustrativní ukázka modelu s volnými parametry | 96 |
| Tab. 14: Ukázka podoby tabulky pro počáteční statistiku V..... | 97 |
| Tab. 15: Konfigurace hodnot pro počáteční statistiku V | 97 |
| Tab. 16: Model modelované dvouhodnotové veličina y | 98 |
| Tab. 17: Definice statistiky ve tvaru modelu modelované dvouhodnotové veličina y | 98 |
| Tab. 18: Postupný vývoj statistiky modelované dvouhodnotové veličina y | 99 |
| Tab. 19: Postupný vývoj statistiky modelované dvouhodnotové veličina y doplněné o apriorní informaci | 100 |
| Tab. 20: Postupný vývoj statistiky modelované veličina y doplněné o apriorní informaci s vyšší váhou..... | 100 |
| Tab. 21: Přehled veličin | 101 |
| Tab. 22 Přehled veličin | 101 |
| Tab. 23: Diskretizace hodnot obsazenosti..... | 102 |
| Tab. 24: Tabulka s prezentovanými hodnotami pravděpodobnosti nalezení volného parkovacího místa (NVPM)..... | 102 |
| Tab. 25: Porovnání výsledků..... | 108 |

Publikační činnost doktoranda

Seznam publikací vztahujících se k tématu disertace

- [1] KOCOUREK J. – LEGER M. – ŠILAR J., *Studie dopravy v klidu ve městě Bystřice, SABA Clickpark a FD ČVUT Praha* 2020
- [2] KOCOUREK J. – ŠILAR J., *Parkovací systém v Dolních Břežanech*, FD ČVUT Praha 2019
- [3] ČARSKÝ J. – LIUTOV D. – ŠILAR J. – ZPĚVÁČKOVÁ K., *Optimalizace parkovacích zón v Praze v rámci naplňování koncepce Smart Prague*, FD ČVUT Praha 2018
- [4] HORÁK T. – KOCOUREK J. – SKOLILOVÁ P. – ŠILAR J., *Doprava v klidu, rešeršní studie k současnému stavu na území Prahy*. FD ČVUT Praha 2018
- [5] KOŽENÝ V. – ŠILAR J. *Studie proveditelnosti investičního záměru parkovacího domu v severní části areálu Nemocnice Pardubice*, Praha, PWC a FD ČVUT, 2018
- [6] ŠILAR J. – TICHÝ T., *Paid parking zones and their monitoring in Prague*, Sborník Smart Higways Magazine, Praha, 2018
- [7] RŮŽIČKA J. – ŠILAR J. – TICHÝ T. *Smart parking in the Smartcity application*, Smart City Symposium Praha 2018, IEEE Press. ISBN 978-1-5386-5017-2
- [8] KOŽENÝ V. – ŠILAR J. *Studie proveditelnosti úprav Nemocnice Pardubice pro zlepšení vnitřní dopravní obslužnosti*, Praha, PWC a FD ČVUT, 2017
- [9] KOŽENÝ V. – ŠILAR J. *Studie vnitřní dopravní obslužnosti Nemocnic Pardubického kraje*, Praha, PWC a FD ČVUT, 2017
- [10] JIRKŮ J. - KOCOUREK J. – ŠILAR J. *Studie dopravního řešení ulice Třebízského v Táboře*; Praha: ČVUT, Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů, 2015.
- [11] NĚMEC M., ŠILAR J. *Chytré parkování*; Sborník Smart Cities Brno, 2015, str. 45-51
- [12] KOCOUREK J. - ŠILAR J. *Příklad využití bezpečnostních inspekcí pozemních komunikací mimo síť TEN-T v intravilánu*, Sborník Mezinárodní seminář XV. dopravně - inženýrské dny - Parkování a bezpečnost provozu na komunikacích ve městech a obcích. Praha: Česká silniční společnost, 2014

Seznam projektů vztahujících se k tématu disertace

- [1] LEGER M. - KOCOUREK J. – ŠILAR J. – *Návrh systému dopravy v klidu ve městě Bystřice*, Město, 2020
- [2] KOCOUREK J. – ŠILAR J. – *Řešení dopravy v klidu v obci Dolní Břežany*, Obec Dolní Břežany, 2019
- [3] CIKHARDTOVÁ K. – ŘEZNÍČEK M. – ŠILAR J. – TICHÝ T. – ZVONÍK L., *Pilotní projekt řízení dopravy ve městě Uherské Hradiště*, Město Uherské Hradiště, 2017-2018
- [4] KOŽENÝ V. – ŠILAR J., *Řešení dopravy v klidu a v pohybu v areálech Nemocnic Pardubického kraje*, Nemocnice Pardubického kraje, 2017-2018
- [5] SYROVÝ K. – ŠILAR J. – *Analýza dopravy v pohybu a v klidu v centru města Vimperk*, Město Vimperk, 2016

Seznam publikací bez bližšího vztahu k tématu disertace

- [1] CIKHARDOVÁ K. - RŮŽIČKA J. – ŠILAR J. – TICHÝ T., *Implementace systémů řízení a senzorických sítí ve městě*, Silniční obzor. 2018, 138-141. ISSN 0322-7154.
- [2] BĚLINOVÁ Z. – LANGR M. – RŮŽIČKA J. – ŠILAR J. *Methods of traffic surveys in cities for comparison of traffic control systems – a case study*, Smart City Symposium Praha 2018, IEEE Press. ISBN 978-1-5386-5017-2.
- [3] BOYARKIN I. - CIKHARDOVÁ K. – ŠILAR J. – TICHÝ T., *Implementation of New Adaptive Control Algorithms in the Defined Urban Area*, Sborník 19th International Carpathian Control Conference (ICCC). Budapest (H), IEEE, 2018. p. 608-612. ISBN 978-1-5386-4762
- [4] TICHÝ T. – ŠILAR J. – ŠMERDA T. *Tunnel simulator for operators exercising*; Sborník 22nd ITS World Congress, Bordeaux (F), France, 2015; ITS-2673.
- [5] PLÍHAL J. – PŘIBYL P. – ŠILAR J.; *Autonomní vozidla - Standardizace současného stavu* Praha: ČVUT, Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů, 2015. 102/612/2015.
- [6] PŘIKRYL J. – ŠILAR J. – TICHÝ T. *Estimation of Travel Times and Identification of Traffic Excesses on Roads*; Sborník Telematics – Support for Transport, Kraków 2014, Ustroń (PL), str. 166-173
- [7] PŘIKRYL J. – ŠILAR J. – ŠMERDA T. *Tunelový тренаžer TOMMS*; Tunel, 2014, roč. 23, č. 3, str. 23-31, MK ČR E 7122, ISSN 1211-0728
- [8] ŘEHÁK J. – ŠILAR J. – ŠTEFAN J. – TICHÝ T. *Telematika a řízení dopravy v Tunelovém komplexu Blanka*; Sborník 22. Silniční konference, Olomouc 2014, str. 86-91
- [9] PŘIKRYL J. – ŠILAR J. – TICHÝ T. *The estimation of travel times and identification of traffic excesses on roads*. Telematics - Support for Transport. Heidelberg: Springer, 2014. p. 166-173. Communications in Computer and Information Science. ISSN 1865-0929. ISBN 978-3-662-45316-2.
- [10] KOCOUREK J. – KOČÁRKOVÁ D. – ŠILAR J. *Bezpečnostní inspekce vybrané části silnice III/1011 a silnice III/1013*; Praha (CZ): ČVUT FD, 2014;
- [11] KOCOUREK J. – ŠILAR J. *Bezpečnostní inspekce vybraných částí ulice Mladoboleslavská v MČ Praha - Kbely*; Praha (CZ): ČVUT FD, 2014;

Seznam projektů bez bližšího vztahu k tématu disertace

- [1] KOCOUREK J. - KOČÁRKOVÁ D. - ŠILAR J., *Bezpečnostní inspekce v obci Průhonice*, Obec Průhonice, 2016.
- [2] KOCOUREK J. - ŠILAR J. *Bezpečnostní inspekce ve městě Tábor*, Město Tábor, 2015.
- [3] KOCOUREK J. - KOČÁRKOVÁ D. - ŠILAR J., *Bezpečnostní inspekce v obci Tehov*, Obec Tehov, 2015.
- [4] KOCOUREK J. - ŠILAR J. *Bezpečnostní inspekce v MČ Praha Letňany*, MČ Praha 18, 2015.
- [5] KOCOUREK J. - ŠILAR J. *Bezpečnostní inspekce v MČ Praha Kbely*, MČ Praha 19, 2014
- [6] SYROVÝ K. – ŠILAR J. – *Analýza dopravy ve městě Hostomice*, Město Hostomice, 2013

Ohlasy na publikace a citace

Citace článků autora **Jan Šilar** (Author ID: 57188982407) dle databáze **Scopus** (**h-index: 2**):

- BĚLINOVÁ Z. – LANGR M. – RŮŽIČKA J. – ŠILAR J. *Methods of traffic surveys in cities for comparison of traffic control systems – a case study*, Smart City Symposium Praha 2018, IEEE Press. ISBN 978-1-5386-5017-2. DOI: 10.1109/SCSP.2018.8402666
 - [1] RATH, M., PATI, B., PANIGRAHI, C.R., PENG, S.-L., Control of congestion and traffic light using intelligent approaches in smart city, (2020) International Journal of Wireless and Mobile Computing, 18 (4), pp. 371-380. DOI: 10.1504/IJWMC.2020.108537
 - [2] HORAZDOVSKY, P., KOZHEVNIKOV, S., SVITEK, M., *Dynamic Public Transport in Smart City using Multi-agent system*, (2019) 2019 Smart Cities Symposium Prague, SCSP 2019 - Proceedings, art. no. 8805716, DOI: 10.1109/SCSP.2019.8805716
 - [3] RUZICKA, J., NAVRATILOVA, K., TICHY, T., *Respecting the parking rules in city centres*, (2019) 2019 Smart Cities Symposium Prague, SCSP 2019 - Proceedings, art. no. 8805688, . Cited 1 time. DOI: 10.1109/SCSP.2019.8805688
- RŮŽIČKA J. – ŠILAR J. – TICHÝ T. Smart parking in the Smartcity application, Smart City Symposium Praha 2018, IEEE Press. ISBN 978-1-5386-5017-2 DOI: 10.1109/SCSP.2018.8402667
 - [4] PANDIT, S.N., ROHIT MOHAN KRISHNA, G.V.L.R., AKASH, R., MOHARIR, M., Cloud Based Smart Parking System for Smart Cities, (2019) Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT 2019, art. no. 8987592, pp. 354-359. DOI: 10.1109/ICSSIT46314.2019.8987592
 - [5] MELNYK, P., DJAHEL, S., NAIT-ABDESSELAM, F., Towards a smart parking management system for smart cities, (2019) 5th IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2019, art. no. 9071740, pp. 542-546., DOI: 10.1109/ISC246665.2019.9071740
 - [6] FERNANDO, RIZKY, V.V., YOHAN, GAOL, F.L., OKTAVIA, T, The designing the smart parking finder, (2020) Journal of Communications, 15 (7), pp. 588-595., DOI: 10.12720/jcm.15.7.588-595
 - [7] AL MARUF, M.A., AHMED, S., AHMED, M.T., ROY, A., NITU, Z.F., A proposed model of integrated smart parking solution for a city (2019) 1st International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques, ICREST 2019, art. no. 8644414, pp. 340-345. DOI: 10.1109/ICREST.2019.8644414
 - [8] SINGH, R., SINGHAL, N., An enhanced vehicle parking management using artificial intelligence (2018) Proceedings of the 2018 International Conference on System Modeling and Advancement in Research Trends, SMART 2018, art. no. 8746986, pp. 188-192. DOI: 10.1109/SYSMART.2018.8746986

Citace článků autora *Jan Šilar* dle databáze IEEE:

- BĚLINOVÁ Z. – LANGR M. – RŮŽIČKA J. – ŠILAR J. Methods of traffic surveys in cities for comparison of traffic control systems – a case study, Smart City Symposium Praha 2018, IEEE Press. ISBN 978-1-5386-5017-2. DOI: 10.1109/SCSP.2018.8402666
 - [1] RŮŽIČKA J, NAVRÁTILOVÁ K., TICHÝ T., Crisis traffic management in the city using traffic lights, Modern Safety Technologies in Transportation (MOSATT) 2019, pp. 134-139, 2019
 - [2] AMARESH A.M., BHAT K. S., ASHWINI G., BHAGYASHREE J., AISHWARYA P., Density Based Smart Traffic Control System for Congregating Traffic Information, Intelligent Computing and Control Systems (ICCS) 2019 International Conference on, pp. 760-763, 2019

Seznam příloh

Příloha č. 1 – data obsazenosti parkovacích úseků

Příloha č. 2 – programy pro řešení modelu v programu Scilab