

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Lukáš Kacar

**NÁVRH MĚSTSKÉHO MULTIMODÁLNÍHO
DOPRAVNÍHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU**

Bakalářská práce

2022



K620..... Ústav dopravní telematiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Lukáš Kacar

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – ITS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Návrh městského multimodálního dopravního informačního systému**

Název tématu (anglicky): Design of Municipal Multimodal Transport Information System

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:


- Analýza stávajícího stavu dopravních informačních systémů
- Vytvoření datové struktury a datových toků městského informačního systému
- Návrh opatření informačního systému
- Návrh aplikací prvků systému na konkrétním místě ve městě
- Zhodnocení funkčnosti navrhovaného systému


- Rozsah grafických prací: Dle požadavků vedoucích práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ROPID.Standard zastávek PID [online]. Copyright © 2017 ROPID [cit. 17.09.2021]. Dostupné z: <http://standardzastavek.pid.cz/standard-zastavek-pid/#pdf>
EU.Evropská komise.Akční plán pro městskou mobilitu - EUR-Lex KOM(2009) 490 v konečném znění


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Patrik Horažďovský, Ph.D.**
Ing. Zuzana Purkrábková

Datum zadání bakalářské práce: **4. října 2021**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **8. srpna 2022**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


.....
Ing. Zuzana Bělinová, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky


.....
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty



Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


.....
Lukáš Kacar
jméno a podpis studenta

V Praze dne 4. října 2021

Poděkování

Za vedení práce, rady a připomínky panu Ing. Patriku Horažďovskému, Ph.D. a paní Ing. Zuzaně Purkrábkové. Dále děkuji pánům Martinu Lérovi a Ing. Janu Turoňovi z Operátor ICT, a.s. za poskytnuté materiály a informace.

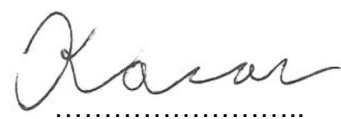
Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia 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 dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

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

V Praze dne 8. 8. 2022



.....
podpis

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem ideální formy dopravního informačního systému ve městech s použitím více módů dopravy. V práci je zkoumán nynější stav dopravních systémů. Dále je zpracováváno, jak by mohly vypadat datové struktury a toky systému. V další části následuje návrh opatření systému jako například konkrétní výstupní prvky. Poté následuje řešení prvků systému v daném místě. Nakonec dochází k celkovému zhodnocení systému.

Klíčová slova

Dopravní informační systém, multimodalita, městská hromadná doprava, veřejná doprava, městská mobilita

Abstract

The bachelor thesis deals with the design of an ideal form of transport information system in cities using multiple modes of transport. The current state of transport systems is examined in this work. It also deals with what the data structures and flows of the system might look like. The next section proposes system measures such as specific output elements. This is followed by the solution of the system elements in the given place. In conclusion is there an overall evaluation of the system.

Key words

Transport information system, multimodality, public transport, urban mobility

Obsah

Seznam použitých zkratk	5
Úvod	6
1. Analýza stávajícího stavu dopravních informačních systémů	7
1.1. Aktuální práce s daty v systémech	7
1.2. Aktuální odbavovací technologie	9
1.3. Aktuální nedostatky systémů	11
2. Vytvoření datové struktury a datových toků městského informačního systému	12
2.1. Zdroje dat	12
2.2. Datová základna	14
2.3. Správa	15
2.4. Fyzické prvky	16
2.5. Datový standard	18
3. Návrh opatření informačního systému	18
3.1. Opatření ve vozidlech	18
3.2. Opatření na zastávkách a stanicích	20
3.3. Opatření v uživatelských aplikacích	24
3.4. Ostatní opatření	25
3.5. Shrnutí návrhu opatření	27
4. Doplnění k návrhu systému	28
4.1. Fyzické prvky	28
4.2. Aplikační vrstva	29
4.3. Interoperabilita systému	30
4.4. Databáze systému	30
5. Návrh aplikací prvků systému na konkrétním místě ve městě	30
5.1. Vymezení zkoumané oblasti – uzel Modřany	31
5.2. Aplikace navrhovaných prvků v uzlu Modřany	34
5.3. Shrnutí v mapě	41
6. Zhodnocení funkčnosti navrhovaného systému	42
6.1. Scénář první	42
6.2. Scénář druhý	43
Závěr	44
Použité zdroje	45

Seznam použitých zkratk

JIS	Jednotný informační systém
MHD	Městská hromadná doprava
SŽ	Správa železnic
PID	Pražská integrovaná doprava
ROPID	Regionální organizátor pražské integrované dopravy
DPP	Dopravní podnik hlavního města Prahy
CIS JŘ	Celostátní informační systém o jízdních řádech
API	Application Programming Interface
GSM	Groupe Spécial Mobile
LTE	Long Term Evolution
GNSS	Global Navigation Satellite System (Globální družicový polohový systém)
GPS	Globální polohový systém
DORIS	Dopravní, řídicí a informační systém tramvají v Praze
AUDIS	Dopravní, řídicí a informační systém autobusové dopravy v Praze
IDSK	Integrovaná doprava Středočeského kraje
ZIS	Zastávkový informační systém

Úvod

S rostoucí mírou urbanizace ve světě je stále více potřeba řešit problémy spojené s městskou mobilitou. V dnešním světě už rozhodně individuální automobilová doprava ve městech nepatří mezi ideální volbu k přemísťování občanů vzhledem k udržitelnému rozvoji měst. Dnešním trendem městské mobility je rozhodně důraz na veřejnou dopravu a příslušné další alternativní ekologické módy dopravy jako pěší či cyklistický.

V souladu nejen s myšlenkami Smart cities obsahuje veřejný prostor ve městech potřebu rozvoje v rámci zkvalitnění života občanů. Toto se projevuje i v městské mobilitě a jejímu vývoji. Využití informačních technologií je dnes už běžnou praxí ve všech odvětvích a proto dochází i v městské mobilitě k rozvoji pomocí moderních technologií.

Každá metropole už obsahuje spousty dopravních informačních prvků nejen pro své občany, ale také především pro turisty, kteří dané město neznají. Dopravní informace pro jakýkoliv dopravní prostředek veřejné dopravy ve městě by měly být přehledné, srozumitelné a hlavně aktuální. Běžný člověk při pohybu ve městě s využitím MHD vystřídá minimálně dva módy dopravy, pokud započítáme i pěší k dosažení úplného cíle od úplného počátku. Při přesunu se orientuje pomocí informačních prvků a dalších dopravních informací dostupných nejen díky informačním technologiím. V běžné metropoli už je časté, že součástí MHD je celé spektrum dopravních prostředků jako tramvaje, metro, autobusy, trolejbusy, vlaky, lanovky nebo přívozy, a všechny by měly být systémově kompatibilní. Aby tedy pohyb lidí ve městech v různých dopravních módech pomocí informačních technologií fungoval, je zapotřebí městský multimodální dopravní informační systém.

Cíl této bakalářské práce je tedy navržení ideálního vzoru onoho dopravního informačního systému. Mělo by jít o univerzální cestu, jak takový systém navrhnout pro konkrétní město. Pro praktické příklady jsou v práci hojně využívány materiály z právě vznikajícího Jednotného informačního systému v Praze, který by měl splňovat parametry městského multimodálního dopravního informačního systému.

V práci je řešen stávající stav dopravních systémů pro porovnání. Dále jsou zde zpracovány datové struktury a toky ve městě, jako například odkud se informace čerpají, jak se zpracovávají a kam vystupují. Řeší se jaké informace jsou pro cestujícího relevantní a jakým způsobem je zobrazit. Právě druhy opatření systému řeší, čím a jak se informace cestujícímu interpretují. Z toho pak vychází i konkrétní představa prvků systému ve vybraném dopravním uzlu pro přehledné předvedení fungování systému v praxi. Nakonec dochází k celkovému zhodnocení informačního systému za pomoci několika ukazatelů.

Pro tuto práci je město Praha ideální příkladnou metropolí, ve které funguje integrovaný dopravní systém, ve kterém jsou zaintegrovány veškeré důležité složky veřejné dopravy skrz spektrum dopravních prostředků. Zároveň je Praha i velkým turistickým cílem a o to větší nároky jsou zde na srozumitelné přehledné informace při cestování po Praze. V práci se ale objeví i odkazy na další města a jejich dopravu.

1. Analýza stávajícího stavu dopravních informačních systémů

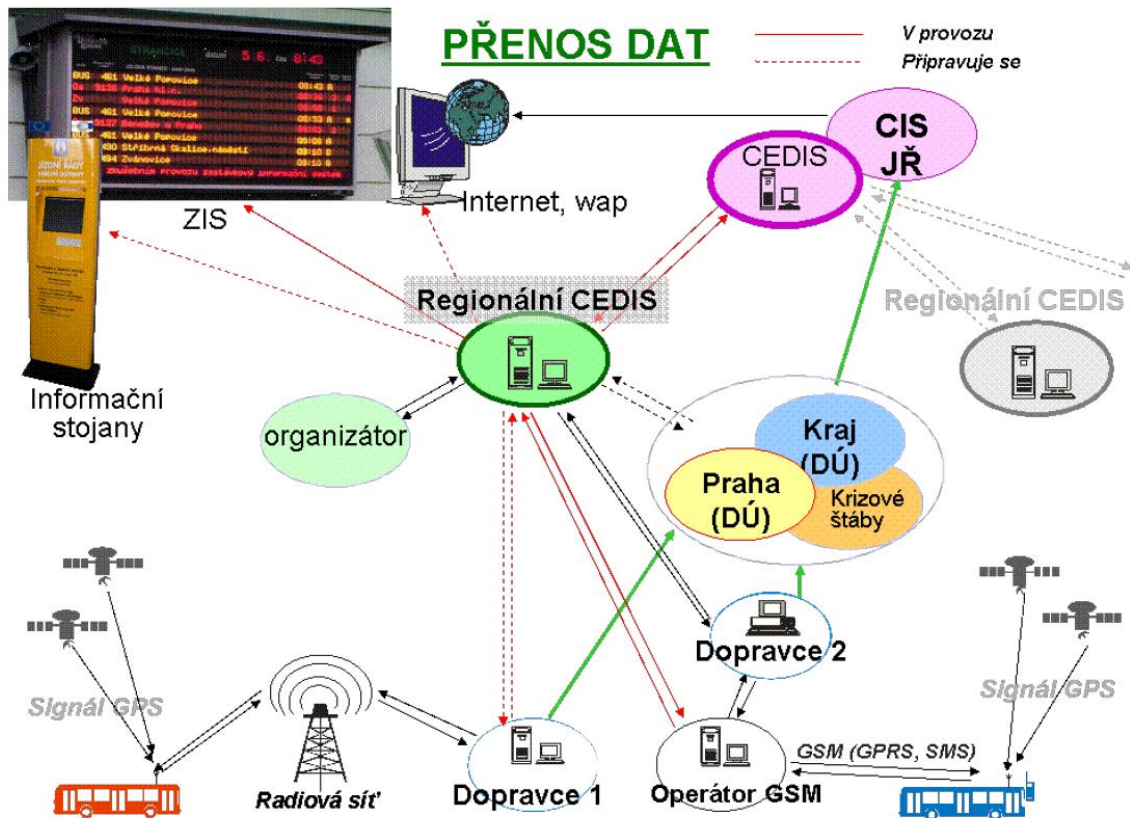
Dopravní informační systém je široký pojem v oblasti dopravní telematiky ve veřejné dopravě. Často bývá jeden dopravní informační systém pro jeden integrovaný dopravní systém, ale může jít i o informační systém více integrovaných dopravních systémů například v oblastech překryvů integrovaných dopravních systémů. Takový informační systém může být tedy specifický pro danou oblast a stejně tak tedy může jít o dopravní informační systém jen v rámci jednoho města či obce. Základní podmínky pro kvalitní dopravní informační systém jsou spolehlivá data. Například v České republice funguje Celostátní informační systém o jízdách v rámci veřejné dopravy, který ve světě ojedinělým příkladem celostátní databáze jízd veřejné dopravy. V jiných zemích fungují obdobné systémy pouze na geograficky menších celcích. Díky legislativním nařízením je každý dopravce veřejné dopravy v České republice povinen své jízdny řady vkládat do CIS JŘ. Tím pádem mohl vzniknout brzy i kvalitní vyhledávač spojení IDOS od vývojáře CHAPS s.r.o., který je provozovatelem CIS JŘ. Dalšími potřebnými daty pro informační systém jsou údaje o poloze vozidel, mapové podklady a vůbec samotná databáze objektů v systému, mezi které patří například zastávky, zastávkové sloupky, linky a podobně. Dalším důležitým předpokladem pro informační systémy v dopravě je náležitá legislativa. V České republice, jak bylo zmíněno, funguje povinnost vkládání jízdny řady do CIS JŘ, jinak další ustanovení upravuje například Zákon č. 194/2010 Sb., což je zákon o veřejných službách v přepravě cestujících a o změně dalších zákonů. S těmito skutečnostmi souvisí, že k dopravním informačním systémům je zapotřebí i náležité technické vybavení. Například konkrétně k polohovým datům vozidel veřejné dopravy v České republice se používá v rámci centrálního dopravního informačního systému aplikace MPV.net monitorování polohy vozidel. Dále součástí informačních systémů v dopravě jsou konkrétní jejich technická opatření na zastávkách, vozidlech či případně dalších jako různé uživatelské aplikace. Důležitým bodem je rozdělení takového informačního systému na vnější a vnitřní. Vnitřní část se používá k podpoře řízení dopravy tedy například pro konkrétní dispečerské systémy. Zároveň se vnitřní část informačního dopravního systému může zabývat realizací a přípravou nových jízdny řady. Dále se z dat vnitřní části systému dají vyhodnocovat statistiky o provozu či sledovat konkrétní vyhodnocení výkonů. Vnitřní část dopravního informačního systému je tedy určena pro pracovníky, zatímco vnější část dopravního informačního systému slouží výhradně pro cestující. Mezi vnější systémy patří pak zastávkové informační systémy, informace ve vozidlech a podpora cestování pomocí aplikací na internetu. Takový vnější informační systém se dá pak dělit na systém informující cestující před cestou a informující cestující při cestě. Výjimečně může jít i o informace po cestě například dotazník spokojenosti a podobně.

1.1. Aktuální práce s daty v systémech

Základním zdrojem dat jsou samotná vozidla veřejné dopravy integrovaného systému. Hlavní potřebnou informací pro informační systém jsou polohová data vozidel. Každý dopravní prostředek může mít různé určení polohy v čase a pro každý dopravní prostředek může být vhodná jiná forma určování polohy či kombinace různých forem určování polohy. Tato data se pak využívají buď pro vnitřní dopravní informační systém k dispečerskému řízení nebo k zjišťování provedených výkonů a nebo se využijí k informování cestujících. Každopádně obecně díky polohovým datům může dojít ke zlepšení kvality dopravy. K zajištění získání těchto dat je potřebná určitá technologie nejen ve vozidlech. Je potřebná nějaká přenosová

soustava. Jako přenosovou soustavu je možné volit vhodnou telekomunikační rádiovou síť. Dříve šlo o síť GSM a dnes už budou převažovat 3G a LTE. Stejně tak brzy dojde k přesunu i na síť 5G. Pokrytí mobilní sítě už je tak velké, že není problém posílat data odkudkoliv. Ke správnému získání těchto dat je zapotřebí adekvátní palubní počítač ve vozidle. Pokud jde například o zjišťování polohy pomocí GNSS, tak je zapotřebí přijímač GNSS. Konkrétní technologii může být GPS, ale v rámci legislativy Evropské unie by mělo dojít k většímu využití systému Galileo. Dále je nutné mít ve vozidlech zařízení, které data bude vysílat ke zpracování. Pokud jde o dopravní prostředek závislé trakce, tak je vhodné využití ke zjištění polohy například technologií nějakého inframajáku, radiomajáku či balízy. K tomu je zapotřebí i požadovaná technologie jak na infrastrukturu, tak ve vozidlech. Dalšími možnostmi polohových dat je poslední vyhlášená zastávka či ujetá vzdálenost, ale tyto možnosti se hodí převážně jako kombinace k prvním, jelikož samostatně nemusí být úplně spolehlivé. Balízy používají běžné kolejové prostředky jako vlaky či metro a inframajáky používají například pražské tramvaje. Důležitou podmínkou spolehlivosti dat je správnost polohových dat jednotlivých stanic a zastávek v databázi objektů informačního systému. Volbou je také to, kdy se mají data odesílat z vozidel. Zda se pošlou po ujetí určité vzdálenosti, uplynutí daného času či odjezdu nebo příjezdu do/z daného území nebo zastávky. Ideální možností je opět vhodná kombinace dle situace a typu dopravního prostředku. Získaná polohová data se pak mohou použít k porovnání s daty o jízdách řádech k výpočtu konkrétního zpoždění vozidla v čase na dané lince. Tyto informace se pak mohou využít k informování cestujících před cestou v zastávkových informačních systémech nebo při cestě v individuálních aplikacích na chytrých zařízeních cestujících. Například v Praze jsou polohová data z tramvají posílána na dispečink do systému DORIS. Obdobně funguje systém AUDIS pro autobusy dopravního podniku hlavního města Prahy. Toto jsou data DPP, která z jejich serverů využívá aplikace MPV. Ta přebírá i data o vlacích a autobusech dalších dopravců. Polohová data MPV jsou dále využívána pro další platformy jako IDOS, PID Lítačka nebo k dalšímu využití v Operátoru ICT. Tím, že MPV nevyužívá jen systém PID, ale využívají ho i další krajští organizátoři dopravy, je zajištěná integrita polohových dat dopravních prostředků v souběhu různých dopravních integrovaných systémech.

Dispečerské systémy jsou důležitou podporou dopravních informačních systémů. Například pražský systém DORIS pracuje s polohovými daty tramvají ke zkvalitnění dopravy v Praze. Jeho spletné funkce zajišťují plynulou jízdu tramvají v Praze. Systém automaticky kontroluje jízdu tramvajových vlaků po stanovené trase. Zároveň tak kontroluje dodržování jízdního řádu řidičem. Systém posílá řidiči informace o zpoždění tramvaje a stejně tak kontroluje případné předjetí. Systém také kontroluje, jaké informace se zobrazují na vnějších i vnitřních panelech vozidla. Kontroluje jejich správnost a relevantnost. Systém je tedy plně schopen upozorňovat řidiče na důležité aspekty jízdy. Například by byl upozorněn na jízdu po špatné trati nebo na časovou odchylku od jízdního řádu. [10]



1 - Zjednodušené schéma dřívějšího stavu s toky dat kolem systému MPV [8]

Na obrázku 1 - Zjednodušené schéma dřívějšího stavu s toky dat kolem systému MPV [8] je vidět schéma přenosu dat v rámci pražské integrované dopravy. Jsou zde vidět různí dopravci a jejich různé způsoby přenosu polohových dat. Systém PID operuje na území hlavního města Prahy a na území celého Středočeského kraje. Legislativně tedy musí tyto subjekty mít své organizátory dopravy, kdy v Praze jde o ROPID a ve Středočeském kraji IDSK. Tyto organizátoři spolu spolupracují. Ve schématu je vidět přenos dat přes CEDIS konkrétně MPV na jednotlivé další informační prvky systému.

Aktuální data cestujícím tedy putují na zastávkové informační systémy nebo na internet do uživatelských aplikací. Dále data mohou putovat zpět k vozidlům, kde se mohou zobrazovat na informačních panelech. Tedy to je další z technologických potřeb dopravních prostředků v rámci informačních systémů. Toto vše by měl zvládat palubní počítač vozidla. Stejně tak by palubní počítač měl zvládat i základní odbavení včetně clearingů.

1.2. Aktuální odbavovací technologie

Základní typ odbavení v dopravních systémech je odbavení pomocí papírových jízdenek. Tento typ jízdného minimálně zatěžuje strukturu datových toků. Jediná data plynoucí z těchto jízdenek jsou druh jízdenky a počet jejich zakoupení. I odbavení probíhá prostě. Revizor, průvodčí či jiný zaměstnanec určený ke kontrole jízdného pouze pohlédne na jízdenku a z této kontroly neplynou žádná užitečná data o cestě cestujícího, jako například na jakou jízdenku a kam jede či zda jde o cestujícího příležitostného nebo pravidelného. Některé z druhů

papírových jízdních dokladů vyžadují určitý typ označení či znehodnocení pomocí označovače či znehodnocovače, který musí provést cestující pomocí zabudované technologie na zastávkách či ve vozidlech nebo za pomoci patřičného zaměstnance v dopravním prostředku. Z toho vyplývá spousta nevýhod pro tento typ odbavení. Vzniká málo užitečných statistických dat ke zkvalitnění veřejné dopravy do budoucna a navíc je potřeba technické vybavení na zastávkách a vozidlech. Stejně tak spolu s tím vzniká poptávka po automatickém technickém vybavení na výdej takových papírových jízdních dokladů, které se opět mohou nacházet jak na zastávkách, tak ve vozidlech. Papírové jednorázové jízdné využívají spíše příležitostní cestující jako turisté. Pro ty je zásadní jednoduchý intuitivní nákup jízdného. Nejjednodušším aktuální způsobem je pro ně například v Praze nákup papírového jednorázového jízdního dokladu v jízdenkovém automatu ve vozidle, který umožňuje platbu kartou a ideálně i případný nákup dle vyhledaného spojení. Takto zakoupené jízdné je již aktivní od nákupu a není ho potřeba označovat. V jiných evropských metropolích již postupně papírové jednorázové jízdenky nahrazují papírové jednorázové elektronické jízdní doklady například ty, které jsou založené na standartu Ultralight. Z těchto typů jízdních dokladů již plynou určitá využitelná data. Už jen nákup jízdného na základě vyhledané cesty propojí data o cestě a jízdného k určitým budoucím statistikám. Obdobně je výhodný nákup jednorázových jízdních dokladů pomocí dané aplikace, kdy je nosičem osobní chytré zařízení. Tento způsob je v tomto ohledu nejideálnější, protože z něj plynou jak užitečná data, tak není vyžadována žádná další technologie ve vozidlech či zastávkách. Elektronické jízdné kontroluje zaměstnanec k tomu určený a pomocí svého chytrého zařízení okamžitě zjistí dané náležitosti jízdného, včetně platnosti. Výhodou nákupu jízdného v aplikaci případně v samoobslužném automatu je, že často má možnost nákupu i v cizím jazyce.

Obdobně je jízdné dlouhodobé, které už vůbec není vhodné v papírové formě. Dnes je možné elektronické dlouhodobé jízdné mít na jakékoliv bezkontaktní čipové kartě jako je i bankovní karta. I tento jízdní doklad kontroluje pracovník pomocí svého zařízení, které mu ukáže totožnost cestujícího, platný kupón či další náležitosti. Dnes již data o jízdném mohou být uložena v databázi systému a karta slouží pouze jako identifikátor.

Další častou odbavovací technologií jsou turnikety při vstupu do prostoru zastávky. Nemusí jít pouze o zastávku metra, ale i jiných prostředků jako vlak, tramvaj či dokonce autobusů a trolejbusů. Odhaduje se, že turnikety zamezují výskyt černých pasažérů a zvyšují bezpečnost, díky zmírnění rychlosti proudu cestujících do zastávkové zóny. Ale v zásadě vyplývá spíše více nevýhod z této technologie. Nejen že turnikety způsobují delší odbavení a tím diskomfort cestujícím, ale i zvyšují náklady dopravnímu systému jak za pořízení, tak i za následný provoz. A i když dojde ke zmírnění pěšího proudu cestujících, může z této skutečnosti vyplývat plno dalších rizik, jako v případě velkých front před turnikety. Stejně tak je větší nebezpečí při nečekaném nebezpečí, kdy se musí zastávková oblast rychle vyklidit.



2 - Přenosná pokladna POP CASIO IT-9000 [11]

Na obrázku 2 - Přenosná pokladna POP CASIO IT-9000 [11], je vidět klasická „POPka“, kterou využívají například průvodčí ve vlaku. Slouží odbavení cestujících. Umí kontrolovat elektronické jízdné z bezkontaktních čipových karet i z čárových 2D kódů. Stejně tak umí vyhledat spojení a k němu nákup a tisk konkrétní jízdenky. Umožňuje i nákup jízdenky pomocí platební karty.

1.3. Aktuální nedostatky systémů

Základním problémem veřejné dopravy ve městě je konkurenceschopnost. Veřejná městská doprava by měla občanům nabízet určitý komfort ve formě cenové a časové výhodnosti, které dohromady převáží nad výhodami individuální automobilové dopravy. Z analýzy vyplývá, že v mnoha evropských metropolích je jízdné velice vysoké. Dále vyplývá, že informační systémy mají plno nedostatků, kdy je pro cizího návštěvníka těžké se zorientovat ve veřejné dopravě ve městě. Takový turista si poté radši půjčí automobil, než aby využíval veřejné dopravy. Informační systémy městské hromadné dopravy v metropolích málo využívají světových jazyků k navigaci. Každý systém využívá svou speciální aplikaci k vyhledávání spojení a nákupu jízdného, místo aby využíval aplikací více systémových, které jsou nejen dostupné v turistově jazyku a mohou být využity ve více městech. Takovou aplikací může být například Fairtiq, ve které postačí před jízdou dopravním prostředkem stisknout start a po skončení jízdy stop. Tato aplikace pak sama vyhodnotí nejlevnější jízdné.

Dalšími nedostatky jsou grafické nedostatky informačních systémů. Oblasti zastávek či prostor vozidel by neměl být infikován zbytečným grafickým odpadem, například reklamami. Tyto věci nejen komplikují cestujícím orientaci, ale ani nebudí dobrý estetický dojem pro cestujícího. Stejně tak se tento nedostatek projevuje na informační obrazovkách jak ve vozidlech, tak na zastávkách, kde místo případných odjezdů linek cestující vidí třeba reklamy. Tento nedostatek je například v Praze relativně ošetřen v podobě, že nesmí být vyobrazena konkurenční

reklama, jako třeba na auta či taxislužby. Stejně tak ke grafickým nedostatkům patří zbytečná přeinformovanost cestujícího zahlcením informací, které nepotřebuje vědět, jako je rychlost vozidla. Obdobně pak grafika bývá i zbytečně komplikovaná. Objevují se animace padajících zastávek linky, které pouze zahlcují datově systém.

2. Vytvoření datové struktury a datových toků městského informačního systému

Ke správnému a efektivnímu fungování dopravního informačního systému ve městě jsou potřeba hlavně data. S tím souvisí vznik databází jednotlivých příslušných dat a nebo efektivní využívání již fungujících informačních databází, které jsou k dispozici. K popsání takové datové struktury je využita právě vznikající datová základna nového Jednotného informačního systému v Praze. Cílem této a i obecně nově vznikající datové základny kteréhokoliv informačního systému je minimalizovat výpočetní dobu a náklady. Dále jednotlivé databáze musí splňovat normální formy a integritu, pokud půjde o relační databáze.

Nejvýhodnější cestou je právě využívání již fungujících databází, které můžou dopravní informační systém využívat dále. Z toho plyne potřeba správně vytvořit datové toky mezi databázemi a dalšími datovými moduly, které s daty pracují.

K vytvoření datové struktury se hodí připravit si motivační mapu, do které se zakreslí vše potřebné, co bychom od systému očekávali. Vždy zde budou zúčastněné strany, ve kterých budou minimálně úřad města, veřejnost a městské dopravní společnosti, případně i další veřejné dopravní podniky. Dále je dobré vypsát hlavní motivace, současný stav, cíle, podmínky nebo jiné další nutné skutečnosti, které chceme systémem splnit jako různé principy realizace.

Datová struktura a toky městského informačního systému sahají od zdrojů dat přes jejich zpracování až po fyzické zobrazení koncovému uživateli.

2.1. Zdroje dat

Jedním z hlavních principů nového informačního systému je, že by měl využít co nejvíce již zaběhnutých fungujících systémů souvisejících s dopravou ve městě. Datová struktura by tedy měla pracovat co nejvíce s daty z ostatních zdrojů. Takto získaná data se dají rozlišit na strojově čitelná data a strojově nezpracovatelná data. Některé materiály se dále pak dají využít přímo, tak jak jsou generované z ostatních systémů.

Jedním ze systémů je ABeCeDa, který slouží k evidenci informačních tabel zastávek. Tento systém vznikl a používá se na DPP. Pro své potřeby ho používají i zaměstnanci z ROPIDu. Jde o systém tvořený sadou excelů. Každý dopravní uzel zde má vlastní excelový soubor obsahující navržené rozmístění jízdních řádů a kompletní obsah na infotablu. Listy v excelu pak představují jednotlivé provozní stavy. Označníky jsou prezentovány tabulkou, která obsahuje jak grafické tablo čoček, tak vývěsní skříň s jízdním řádem. Toto se vytváří za pomoci grafického programu Corel Draw. Příslušník, který má vytváření na starosti, podle excelovského vzoru vybere vhodnou šablonu, která se naplní příslušnými daty. Většinou se data kopírují z předchozích verzí. Tyto data se vytisknou na plotteru, zalaminují a připravují k vývěsu. Tato evidence mimo jiné obsahuje též základní data o konstrukci označníků,

místopis zastávek či případně doplňující informace o daném přístřešku. Tento systém také eviduje informace o umístění tarifního obsahu.

Z ABeCedy tedy vychází strojově nezpracovatelná data jako informace o vývěsní skříni, informace o označnicku, informace o umístění tabla na označnick. Dále pak také jde o tabla ISPC, což je takzvaná čockologie, která obsahuje název zastávky, čísla zastavujících linek, směry kam linky dál vedou, případně další specifická značení jako přestupní vazby na další dopravní prostředky či informace k nočním spojům.

Struktura dat tabla ISPC je jasně definovaná. Linky jsou například definované kalendářem jízd, kde 0 znamená nejede a 1 znamená jede. Může se i stát, že v jízdním řádu se objevuje více linek stejného čísla. Tato skutečnost nastává, když jedna linka je provozovaná více dopravci a je tedy na nich více licencí. Toto je zabezpečeno tím, že každý záznam má své unikátní licenční číslo a příslušného dopravce. Ten je i uveden u jednotlivých spojů. Další specifickou záležitostí jsou zastávky na znamení. Je důležité brát v potaz, že některé zastávky jsou na znamení jen ve večerních časech či o sobotách a nedělích. Tedy tato informace se neprojevuje přímo v datech zastávky, ale až v jednotlivých zastaveních spojů. Tabla musí splňovat i jasný standart zastávek PID, kde každá hrana v rámci uzlu v povrchové dopravě je označena unikátním kódem, respektive konkrétně velkými písmeny abecedy.

Dalším velice důležitým zdrojem externích dat je ASW JŘ od firmy Chaps, což je systém pro zpracování jízdních řádů. Z tohoto systému se dají již stahovat strojově čitelná data o jízdním řádu. Zároveň lze již využívat přímo generované materiály jako souhrnný jízdní řád či zastávkový jízdní řád.

Doménový model jízdních řádů v systému je jasně definovaný. Obsahuje tabulky dat s logickými návaznostmi. Jednotlivými tabulkami jsou spoj, linka, kategorie linky, zastavení, oběh, dopravce, kalendář jízd, provozovna, druh dopravy, uzel, zastávka, tarifní pásmo, tablo, integrovaný dopravní systém, zastavení, poznámka k jízdnímu řádu, zastávka na znamení, typ vozu a oběh. Kategorie linek je vedená číselně, kde je k číslům přiřazeno jasné upřesnění. V oběhu jsou obsaženy všechny spoje daného oběhu. Jsou zde vyznačeny i výjezdy, zatažení či přejezdy. Typ vozu vedený v jízdních řádech je vlastně podmnožina druhu dopravy. Je uváděn u hlavičky spoje a slouží například pro CIS JŘ k získání informací o bezbariérovosti spoje. Tabulka spoje obsahuje důležité vlastnosti spoje. Spoj je jasně zařazen k dané lince a k pořadí. Spoje mají svůj unikátní kód, se kterým pracují jednotlivé oběhy. Informace o trase jako časy, vzdálenosti a podobně jsou vedeny v jiných datech, ale je na ně návaznost. Provozovna je organizační jednotka dopravce. Jde o podmnožinu dopravce. Odkazují na ní hlavičky spojů. Dopravny patří právě jednomu dopravci. Druhy dopravy jsou v systému vedeny v Praze konkrétně metro, tramvaj, autobus, lanovka, vlak, loď a trolejbus.

Dalšími externími systémy jsou dispečerské systémy PID jako tramvajový DORIS či autobusový AUDIS, ze kterých se mají získávat informace o pohybu vozidel a zpoždění spojů. Mezi tyto informace spadají konkrétně aktuální zpoždění, predikované zpoždění, aktuální poloha, skutečné řazení, informace o nástupišti či důsledky mimořádností jako odklonové trasy, odřeknutí či výrazné velké zpoždění více spojů. S tím souvisí ještě jeden externí zdroj dat a tím je databáze VYMI – výluky a mimořádnosti, která obsahuje informace o mimořádných událostech a plánovaných výlukách.

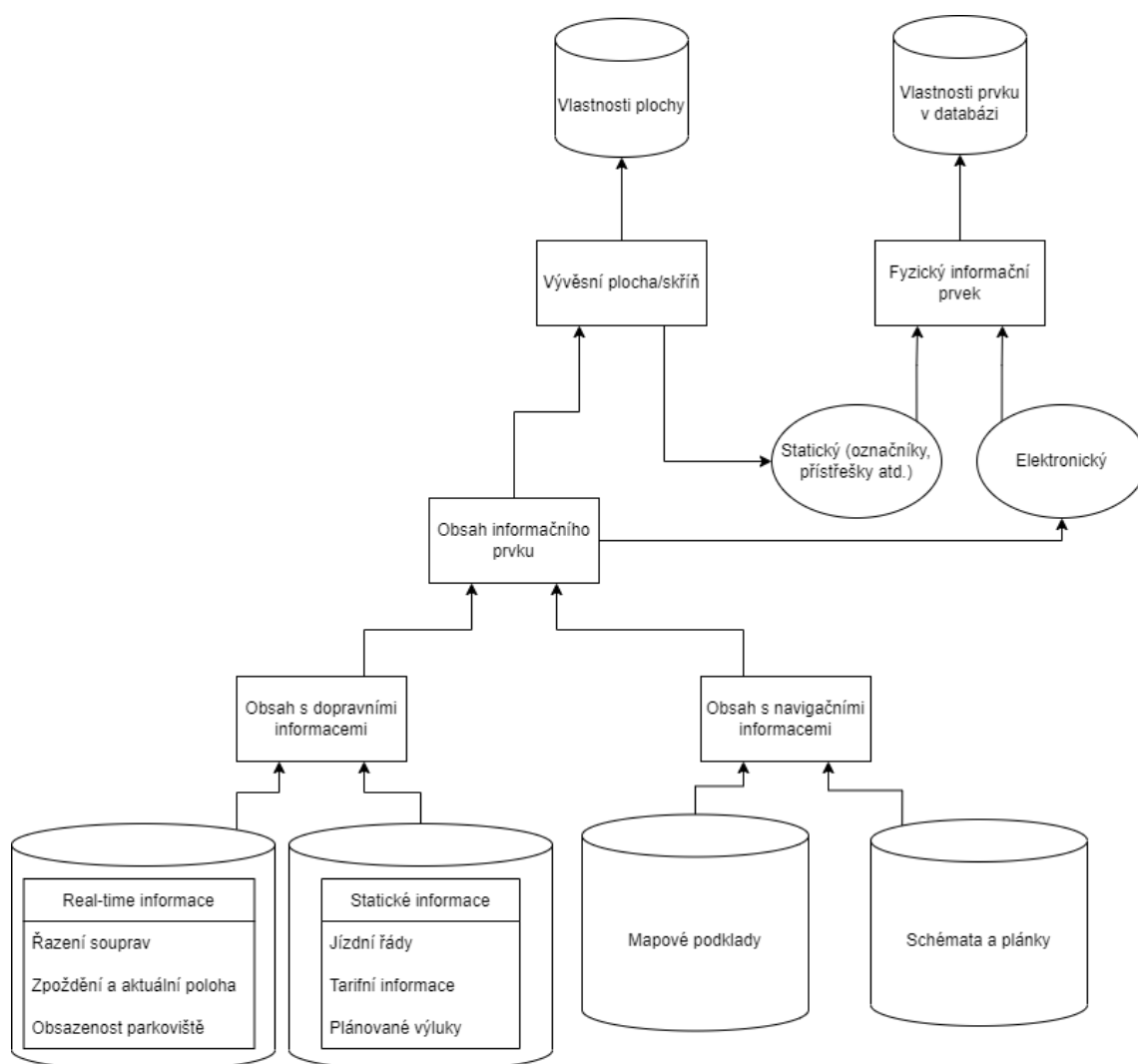
Generované materiály mapových podkladů jako konkrétně mapa blízkého a vzdáleného okolí by měla být k dispozici ze systému ArcGIS od Institutu plánování a rozvoje. Geografická mapa by měla obsahovat zakreslené uliční sítě, zastávky, vstupy do metra, přechody, podchody a podobné náležitosti. Mapové podklady by měly obsahovat i docházkové cíle z databáze cílů od Prague City Tourismu. Mezi ně patří například ZOO, nemocnice, hypermarkety, hrady,

zámky, muzea, sportovní zařízení, bankomaty, kulturní instituce, památky muzea a další turistické cíle. [1]

2.2. Datová základna

Samotná datová struktura se skládá z mnoha databází, které jsou dále spravovány pomocí různých aplikačních nástrojů. Systém data buď vytváří nebo přijímá z externích zdrojů. Data pak dále zpracovává. Nakonec se data ve formě informací dostanou k uživateli respektive cestujícímu za pomoci fyzických prvků. Celá datová základna rozlišuje různé role a aktory, který data upravují, spravují, přepisují, mažou či zakládají. Mezi interní aktory patří Operátor ICT, Regionální organizátor PID, Dopravní podnik hlavního města Prahy, Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, Prague City Tourism a pak úřady městských částí a magistrát města. Mezi role ke správě prvků a obsahu pak patří například garant fyzického prvku, garant obsahu, správce databáze cílů, správce fyzického prvku, garant obsahu navigačních prvků, publikátor obsahu, autor a správce obsahu a nakonec hodnotitel významu cílů. Zjednodušený model datové základny viz obrázek 3 – Náhled do zjednodušeného modelu datové základny [2].

Pokud jde o konkrétní elektronické dynamické fyzické prvky v databázích, které spadají pod správu jiné organizace, musí se s daty pracovat specificky. Například může jít o zpracování převzatých informací ze Správy železnic, které se mají využít na odjezdových tabulích PID. Dynamické informace musí být spojovány s daným dopravním uzlem jasným pojítkem. Může jít o specifický klíč či jiné ID. Konkrétně pak aplikace například PID Lítačka musí umět pracovat se spojitostí, že autobusová či tramvajová zastávka Nádraží Modřany a železniční zastávka Praha-Modřany jsou jeden uzel. Obdobně se musí pracovat i s jinými daty. Když jde například o informace o obsazenosti P+R nebo případně moderních budoucích B+R, tak opět musí tyto data být jasně propojena s dopravním uzlem. Například v databázi může být vedena jako vlastnost uzlu, kterou je konkrétní P+R nebo B+R. S těmito prvky už jsou pak jasně dány další relevantní informace jako obsazenost nebo vzdálenost od konkrétního stanoviště, na které má cestující přestoupit ze svého vozu nebo od svého kola.

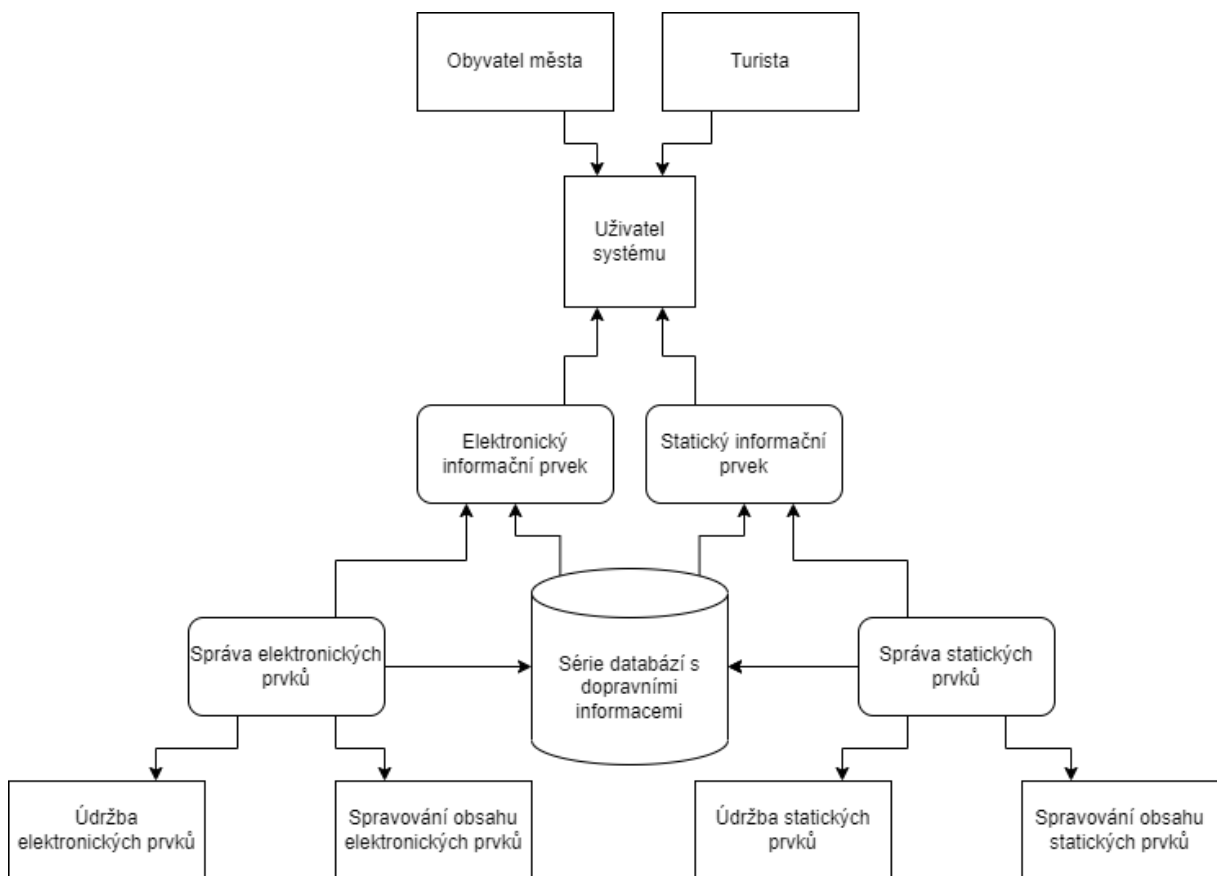


3 – Náhled do zjednodušeného modelu datové základny [2]

2.3. Správa

Všechny části datové struktury se musí spravovat. Ke správě slouží specifická uživatelská rozhraní v rámci aplikační vrstvy. Na první úrovni stojí správa datové základny a správa informačních prvků a na druhé úrovni stojí správa dopravního obsahu, správa navigačního obsahu a správa a údržba fyzických prvků. Aplikační architektura ke správě je velice rozsáhlá. Obsahuje nástroje pro evidenci fyzických prvků, pro správu dopravního obsahu a pro správu obsahu navigačních prvků. V těchto nástrojích se dají konkrétní obsahy a prvky spravovat respektive upravovat a podobně. Náhled architektury správy prvků viz obrázek 4 – Business architektura s popisem správy prvků [2].

Správa datové základny jako taková obsahuje správu rolí, správu uživatelů a organizací, správu číselníku typů prvků, správu oprávnění rolí, správu atributů typů prvků a správu atributů typů obsahu. Mezi role spravující tyto moduly pak spadá administrátor datové struktury a metodický správce. O atributy typů prvků se stará garant fyzického prvku a o atributy typů obsahu se stará garant obsahu. V této sekci správy se řeší hlavně autorizace, oprávnění k přístupům a podobné věci jednotlivých aktérů zapojených do systémů JIS.



4 – Business architektura s popisem správy prvků [2]

2.4. Fyzické prvky

Fyzické prvky jsou hlavním výstupem datové struktury JIS. Jde o konkrétní prvky systému, které předávají informace koncovému uživateli. Může se jednat o základní označníky, ale jde i o různá infotabla, turistické obelisky, informační tabule či kiosky. Může jít jak o statické, tak elektronické prvky. Každý takový fyzický prvek může obsahovat i více obsahových vývěsních ploch. Zároveň daná zastávka či uzel obsahuje převážně více fyzických prvků.

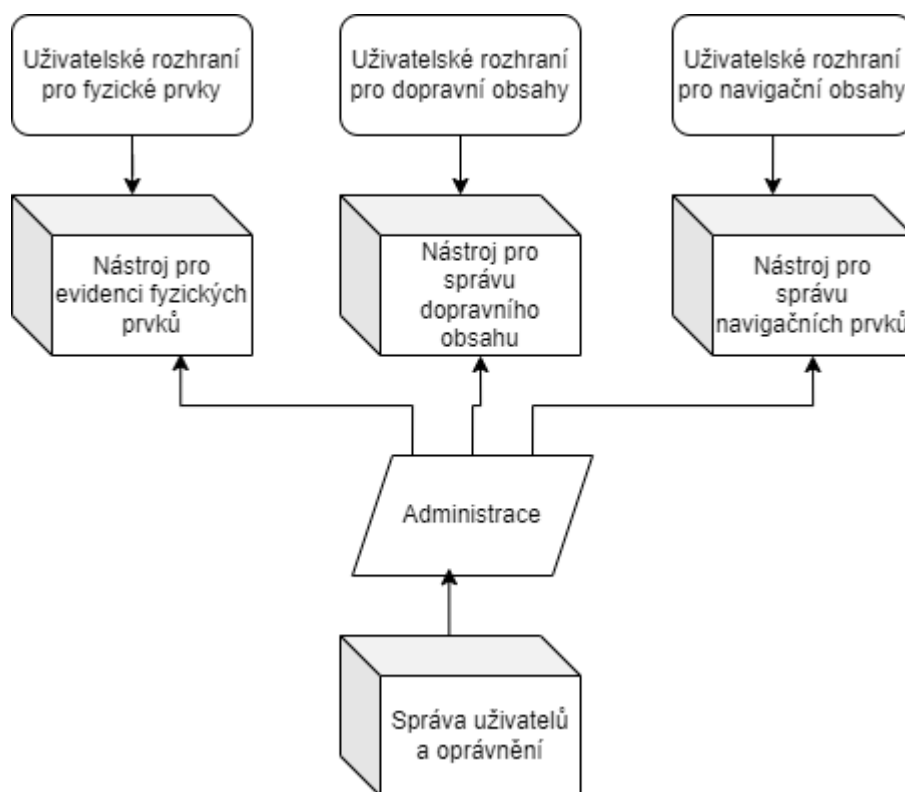
Důležité je, jak fyzické prvky v systému vznikají. Garant fyzického prvku vkládá nový fyzický prvek v uživatelském rozhraní pro správu prvků v modulu fyzických prvků. Toto rozhraní nelze načíst z externích systémů. K vložení fyzického prvku do databáze je použit nástroj pro správu fyzických prvků tedy konkrétní API pro fyzické prvky. Primární vlastností fyzického prvku v datovém modelu je poloha fyzického prvku. Dále je v datovém modelu u fyzického prvku popsán stav prvku nebo zda se jedná o hlasový, elektronický či statický informační prvek. U statických se může jednat o obelisky, rozcestníky a směrovky, technické vybavení uzlu či vývěsní plochu, která má své další vlastnosti jako kapacita nebo o jaký typ plochy jde (označník, přístřešek, samostatný odjezdový panel nebo samostatný infoprostor).

Obdobný proces probíhá i při vzniku obsahové části na fyzickém prvku. Vložení a přípravu nové obsahové části na fyzickém prvku má na starosti autor a správce obsahu. U obsahu se rozlišuje, zda jde o obsah elektronických informačních prvků nebo o obsah navigačních a

dopravních informací. Obsah elektronických informačních prvků je řešen v obslužném nástroji elektronických prvků. Nový obsah s dopravními informacemi může být statický obsah (jako zastávkový jízdní řád či tarifní informace), který je generován automatickým publikačním systémem (ASW JŘ), nebo se může jednat o real-time dopravní informace (jako řazení vlaku či obsazenost P+R). Nový obsah navigačních informací je řešen v uživatelském rozhraní pro správu obsahu navigačních prvků za pomoci nástroje pro správu obsahu navigačních prvků. Toto by měl na starosti zpracovatel obsahu navigačních cílů, který musí spolupracovat s garantem obsahu, jenž má na starosti konečnou kontrolu obsahu na fyzickém prvku, zda jsou dodržena všechna pravidla a standardy obsahu. Ukázka uživatelských rozhraní v diagramu viz obrázek 5 - Ukázka uživatelských rozhraní k prvkům [2].

Z toho vyplývá, že obsah na fyzickém prvku je ve formě fyzického výtisku nebo elektronického dokumentu. Pokud jde o obsah s navigačními informacemi, tak směřuje na cíle navigačního systému, který shromažďuje cíle buď dopravní nebo docházkové turistické. Mezi základní informace cílů patří název v českém a anglickém jazyce, poloha cíle a případné další specifické informace. Těmi mohou být výšková úroveň cíle, když jde například o vícepatrovou budovu nebo i vícepatrový dopravní uzel. Mezi specifické informace také mohou patřit i případné kontaktní informace nebo provozní doba cíle.

Mezi specifické informační prvky spadají i různé hlasové orientační prvky, které využívají tělesně postižení. K elektronickým informačním prvkům patří také kromě obrazovek ve vozidlech a odjezdových tabulí i aplikace PID Lítačka.



5 - Ukázka uživatelských rozhraní k prvkům [2]

2.5. Datový standard

K zajištění správné integrity dat celého systému, otevřenosti dat a sdílnosti dat k širšímu použití i mimo systém je potřeba správný datový standard. K naplnění všech směrnic a zásad evropské legislativy a k naplnění akčních plánů Evropské unie je vhodné využít jednotný dopravní datový standard schválený Evropskou unií. Tento standard se nazývá Transmodel a jde o evropský standard v dlouhém anglickém názvu Public Transport Reference Data Model dle směrnice EN 12896. Tento datový standard pro veřejnou dopravu již využívá většina zemí Evropské unie, ale v České republice se zatím nevyužívá. Transmodel vylepšuje řadu funkcí správy informací a služeb veřejné dopravy. Díky tomuto standardu dochází k lepší interoperabilitě mezi všemi prvky nejen uvnitř dopravního systému. Transmodel umožňuje sdílení a poskytování přesných a interoperabilních informací o veřejné dopravě napříč organizacemi. Transmodel nabízí konzistentní jazyk, který byl vyvíjen odborníky z mnoha zemí v Evropě. V celé Evropě jsou ve veřejné dopravě spousty společných prvků, které tento standard zahrnuje. Jedná se především o vzhled značení, o dopravní piktogramy a o další různé symboly. Tím pádem tato celá norma splňuje požadavky na společný jazyk ve veřejné dopravě v celé Evropě. [7]

Standard počítá se zásadami, že cestující vyžaduje určité konzistentní a správné informace o své cestě v reálném čase, a rozlišují se informace, které dostává před cestou, při cestě a případně i po cestě. V nejnovějších verzích standardu se již počítá s kombinací tradiční veřejné dopravy a nových alternativních způsobů dopravy jako bikesharing, carsharing a podobně.

3. Návrh opatření informačního systému

Tato kapitola obsahuje popis navrhovaných opatření informačního systému. Opatření, tedy konkrétní informační fyzické prvky, se mohou nalézat ve vozidlech, na zastávkách a stanicích, v chytrých zařízeních pomocí aplikace nebo může jít o úplně jiný způsob předání informací o dopravě. Velká část opatření vychází z katalogu opatření JIS od ROPIDu a jsou doplněna či upravena, aby odpovídali potřebám tohoto navrhovaného systému. [3]

3.1. Opatření ve vozidlech

Základním druhem opatření ve vozidlech jsou displeje či jiné obrazovky uvnitř dopravního prostředku veřejné dopravy. Většinou se jedná o LCD displeje formátu 16:9. Velikost takového displeje bývá 22 palců. V ojedinělých případech může jít o jiné velikosti, například když konstrukce vozidla základní velikost displeje neumožňuje. Pravidlem je, že displej se umísťuje alespoň jeden na každých 8 m vozidla nebo pokud jde o kloubové vozidlo, tak alespoň jeden displej na jeden článek vozidla. Displej je umísťován na přední stranu vozidla v oblasti pro cestující a pro oboustranná vozidla i na zadní stranu. V případně umístění displeje uprostřed vozidla je nutné, aby byla dodržena optimální výška pro podejití displeje cestujícími. Na displeji musí být zobrazovány následující informace: linka, aktuální čas, aktuální tarifní oblast, alespoň 3 následující zastávky spolu s časem příjezdu a konečná zastávka. Dále se mohou na displeji zobrazit další doporučené informace jako navazující spoje, předpokládané zpoždění dle aktuálních informací z dispečinku nebo případně významnější nácestné zastávky na lince. Dále by měla být jasně zvýrazněna, která zastávka je příští. Důležitým parametrem zobrazovaných informací je, aby byly stručné, přehledné a srozumitelné. Na displejích by se

neměly zobrazovat žádné nadbytečné informace a nejlépe ani žádné reklamy. Velice podstatné je, aby se na všech displejích v jednom prostředku jedné linky objevovaly v daný čas stejné informace. Při zastavení na zastávce by na displeji měl jasně dominovat název dané zastávky. Případnou vhodnou informací je i to, na které straně se otvírají dveře a je umožněn výstup. Posledním vhodným doplněním informací na displeji je řádek s mimořádnými opatřeními v dopravě, kde běží text s jasnou informací z dispečinku. Takovéto displejové opatření vyžaduje potřebné napájení a je vhodné pro veškeré dopravní prostředky s dostatečnými vnitřními prostory. Tento způsob opatření je vhodný i pro neslyšící cestující či jednorázové cestující dané linky, kteří nemají znalost cestování danou trasou. Informace podané na displeji by měly být vhodné i pro cestující s jazykovou bariérou. Hlavní je, aby celková grafika na displeji byla jednoduchá. Není potřeba náročných animací padajících zastávek. Ukázka takového displeje viz obrázek 6 - LCD displej ve vozidle veřejné dopravy, Curych, Švýcarsko [3].



6 - LCD displej ve vozidle veřejné dopravy, Curych, Švýcarsko [3]

Dalším opatřením ve vozidle je hlášení. Mezi základní druhy hlášení patří vyhlášení aktuální zastávky, příští zastávky, informace o zastávce na znamení. Dále mohou následovat konkrétní operativní hlášení o změně trasy linky nebo různá bezpečnostní hlášení. Může se jednat i o hlášení směru výstupu. Je vhodné, aby důležitá hlášení byla hlášena i v cizím například anglickém jazyce. Stejně tak významné turistické cíle na zastávkách veřejné dopravy by měly být rovněž hlášeny v anglickém jazyce. Důležitou možností v systému hlášení by mělo být i zajištění hlášení přímou promluvou řidiče či jiné vozidlové posádky. Hlášení by měla být dnes již zajišťována syntézou řeči. Tento systém opatření je vhodný pro nevidomé cestující a je tedy ideálním doplněním k systému dopravních informací pomocí displejů ve vozech.

Posledním navrhovaným opatřením pro vnitřní prostory dopravních prostředků jsou statické informační plochy, respektive výleповá místa. Tyto místa mohou obsahovat i relevantní reklamy v omezené míře, které ale nesmí být konkurenční k celému dopravnímu systému městské hromadné dopravy. Mezi nevhodné reklamy tedy patří nabídky automobilů a taxi služeb. Na výleповých plochách je možné vyleповat veškeré vhodné dopravní informace. Často se jedná o informace specifické pro danou linku. Může jít o výlukové opatření nebo může jít o informace o přestupech v přestupních uzlech na lince. Vhodný typ informací na těchto místech jsou mapy a schémata dopravního systému.

3.2. Opatření na zastávkách a stanicích

Základním prvkem na zastávkách a stanicích jsou sloupky, respektive označení zastávek jako takových. Nejdůležitější informací na sloupku je vyznačení linek, které na zastávce zastavují. Důležité je podotknout, že každá zastávka má většinou sloupků více a jednotlivé sloupky by měly být vhodně identifikovány v rámci jedné zastávky. Dle standardu je ideálním řešením rozlišovat sloupky velkými písmeny dle abecedy. Vyznačení zastavujících linek by mělo být dobře viditelné. Označení linek bývá ve formě alfanumerického kódu, který musí být v rámci systému unikátní. Například v PID funguje takzvaná čockologie, kde jsou jednotlivé linky na sloupku vyznačeny v čockách a noční linky jsou odděleny vybarvením těchto čock. Žádoucí odlišení linek je i podle módu, například rozlišením autobusových linek a tramvajových linek. Příkladem v PID je, že tramvaje mají dvouciferný číslo linky a jsou vyznačeny na sloupcích červeně, zatímco autobusy mají trojciferný číslo linky a jsou vyznačeny modře. Případně může u linek být informační doplnění, pokud linky obsluhují významný bod jako například letiště. Tím pádem může vyznačení linky obsahovat případný drobný piktogram letadla. Dalším důležitým bodem je značka zastávky na sloupku jako taková.

Výrazně by měl být vyznačen na sloupku název zastávky. Dále následuje jasný vhodně zvolený piktogram zastávky, který by měl být vidět na dálku. Takovým piktogramem může být vyobrazení obsluhovaného módu dopravy na zastávce, příkladem může jít o piktogram tramvaje, autobusu či dalších prostředků.

Dalším prvkem na zastávkovém sloupku je odjezdová tabule spojů s aktuálními příjezdy. Tento prvek není nezbytný pro všechny zastávkové sloupky, ale je vhodný spíše pro vytíženější uzly. Odjezdové tabule by měly být dobře viditelné i za zhoršených světelných podmínek. Vhodný typ technologie pro tyto odjezdové tabule je LED zobrazení. Na odjezdové tabuli na sloupku stačí být vyznačeno číslo linky (případně i směr linky – konečná stanice) a čas příjezdu (buď ve formě konkrétního času, či odpočet minut). Tato tabule by měla zobrazovat i aktuální čas. Ukázka takové odjezdové tabule na označnicku zastávky viz obrázek 7 - Ukázka označnicku s odjezdovou tabulí, zastávka Blatiny, Praha [6]. Takovýto sloupek s přidanou LED odjezdovou tabulí již potřebuje napájení. Ideálním řešením tohoto problému je instalování malých solárních panelů na sloupku. Tento solární panel by mohl napájet i další vhodnou technologii na sloupcích a tím jsou jízdni řády linek zobrazované pomocí elektronického papíru. Elektronický papír skoro nespoteřovává elektrickou energii. Jediná spotřeba probíhá při změně zobrazovaných informací, čemuž se u jízdnicích řádů děje relativně málo. Jízdni řád linky je proměnlivý jen při oficiálním konci platnosti jízdnicího řádu nebo při výlukové změně. Naopak zase tyto změny probíhají v takových časových intervalech, že je vhodnější technologie elektronického papíru, než aby vyleповal změny v jízdnicím řádu pověřený pracovník. Posledním typem informací na sloupcích jsou tedy samotné výleповé plochy. Ty mohou obsahovat všechny možné specifické informace vhodné pro daný typ zastávky. Častými vyleповanými prvky budou určitě mapy a schémata dopravního systému. Pak se může jednat

o tarifní informace či schéma nebo plánek přestupního uzlu. U sloupků bez technologie elektronického papíru zde mohou být vylepeny i jízdní řády linek.

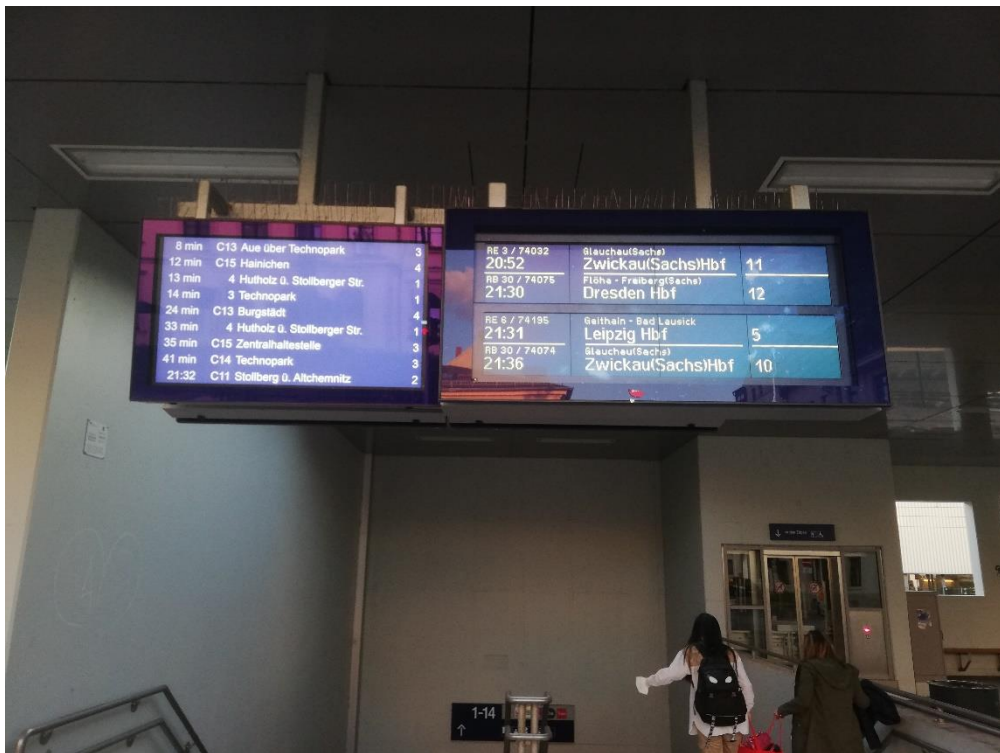


7 - Ukázka označnicku s odjezdovou tabulí, zastávka Blatiny, Praha [6]

Důležité je poukázat, že v individuálních případech je vhodné odjezdové tabule oddělit pro jednotlivé druhy dopravy pro lepší orientaci. Příkladem je saské město Chemnitz, kde funguje systém vlakovtramvají, které mají své trasování v centru a u hlavního nádraží zajíždějí pod společný terminál vlaků a tramvají, kde následně pokračují do příměstské oblasti po normálních železničních kolejích. Tramvajové koleje jsou zde značeny již jako nástupiště vlaků, ale odjezdové tabule jsou odděleny pro tramvaje a pro vlaky. Zde je vidět terminál 8 - Terminál hlavního nádraží Chemnitz a zde jsou vidět odjezdové tabule nad vstupem do prodlouženého podchodu 9 - Odjezdové tabule při vstupu na hlavní nádraží Chemnitz.



8 - Terminál hlavního nádraží Chemnitz [19]



9 - Odjezdové tabule při vstupu na hlavní nádraží Chemnitz [19]

Zvláštním typem opatření na zastávkách jsou zvukové informace podávané reproduktorem umístěným obvykle na zastávkových sloupcích. Tento reproduktor umožňuje hlášení informací pro cestující. Je ideálním doplněním k odjezdové tabuli na zastávce. Takovýto reproduktor je

vhodným zdrojem cestovních informací pro nevidomé uživatele. Obvykle to bývá i omezeno pro tuto skupinu obyvatel, kteří mají speciální zařízení k ovládání zvukových informací na zastávkách a ve vozidlech. Zároveň by měly být reproduktory na zastávkách ovládány z dispečinku pro sdělování aktuálních mimořádných událostí pro cestující.

Dalším prvkem na zastávkách jsou zastávkové přístřešky. Daný přístřešek by měl obsahovat název zastávky, případně může obsahovat také vyznačení linek, které zastávku obsluhují. Ukázka přístřešku, který obsahuje vyznačení linek, viz obrázek 10 - Přístřešek s informacemi, Mulhouse, Francie [3]. Ačkoliv primární funkcí přístřešků je ochrana cestujících před deštěm a povětrnostními vlivy, tak může také zastávat informační funkci pro cestující. Vhodnými informačními prvky v přístřešcích na zastávkách jsou například dodatečné odjezdové tabule. Přístřešek nabízí více informačního prostoru než sloupek zastávky a zároveň je lepším místem pro informace, které vyžadují delší čas studování díky tomu, že se jedná o prostor, kam například při dešti neprší. Proto je vhodné do zastávkových přístřešků vkládat schémata a mapové podklady. Ze stejného důvodu je i lepší tarifní informace nebo přepravní podmínky poskytovat v přístřešku než na zastávkovém sloupku. U větších přestupních uzlů je žádané v přístřešku mít schéma daného uzlu. Stejně tak se zde může nacházet vylepená mapa blízkého okolí. Ukázka takové mapy dle oficiálního návrhu JIS viz obrázek 11 - Mapa blízkého okolí dle návrhu JIS [4]. Pokud je zde dodatečná odjezdová tabule, tak může obsahovat i odjezdy z ostatních stanovišť, ale musí být jasně odlišeno z jakého stanoviště spoj odjíždí. Tedy taková odjezdová tabule přestupového uzlu musí mít i písmenné označení stanoviště dle norem.



10 - Přístřešek s informacemi, Mulhouse, Francie [3]

Posledním typem opatření na stanicích a zastávkách, který ale není součástí fyzických prvků, je příslušná pověřená osoba, která má za úkol informovat cestující například při větších mimořádnostech a výlukách. Takový informátor v terénu musí mít vynikající znalost celého systému veřejné dopravy v daném městě. Zároveň musí mít přehled o aktuálních informacích k daným výlukám či zpožděním a podobně. Informátor by měl mít dobré komunikační schopnosti k cestujícím. Informátor by měl být oblečen do viditelného výrazného oblečení jako například reflexní vesta. Ve významnějších stanicích může být informátor za přepážkou. Dalším předpokladem je, že informátor musí být schopný dodat informace, které nemá,

vyhledat nebo možnost odkázat na místo, kde cestující tyto informace zjistí. Dobré je i přihlídnutí nad tím, o jaké dopravní místo se jedná. Když jde o přestupní bod s více mody dopravy a meziměstskými až mezinárodními linkami, měl by informátor mít i v tomto ohledu přehled. Stejně tak pokud se dopravní bod nalézá poblíž turisticky významné oblasti, měl by informátor mít přehled, kde se dané turistické cíle nalézají. Informátor by měl být napojen na informační dispečink, aby měl přístup k aktuálním dopravním informacím.



11 - Mapa blízkého okolí dle návrhu JIS [4]

3.3. Opatření v uživatelských aplikacích

Vhodným opatřením dopravního systému je, když má systém jednotnou aplikaci pro chytrá zařízení. Je žádáno, aby taková aplikace dnes již kromě vyhledání spojení nabídla další možnosti jako nákup jízdních dokladů či dopravní síť na mapovém podkladu pro snazší orientaci cestujících. Taková aplikace by měla mít i podporu ve více jazycích. Měla by být schopná pracovat s aktuální polohou uživatele k navigaci do jeho cílové zastávky. K tomuto účelu právě slouží mapové podklady se všemi stanicemi a zastávkami systému, kde by byly zároveň i další nejen dopravní cíle. Už podle vyhledaného spojení by měla aplikace navést uživatele k danému stanovišti v daném dopravním uzlu. Při vyhledávání spojení je už jistý předpoklad možnosti nastavení osobních preferencí vyhledávače. Mezi tyto preference patří třeba výběr způsobu dopravy, bezbariérovost spoje, výběr dopravních prostředků nebo počet přestupů a jejich minimální a maximální časy. Taková ideální aplikace dopravního systému ve městě by měla být schopna již spolupracovat a využívat další typy nabízených služeb mobility ve městě jako carsharing, bikesharing, parkovací služby a další. Aplikace by měla nabídnout

cestujícím vlastně veškeré cestovní informace, které jsou k dispozici. To jsou informace před cestou a během cesty. Před cestou jde o vyhledání z bodu A do bodu B všemi možnými dostupnými prostředky systému a dále jde o nabídnutí vhodného cestovního dokladu na cestu a následný prodej daného jízdního dokladu. Tento doklad by měl být k dispozici v aplikaci k případné validaci během cesty. Následují informace během cesty, které se k uživateli dostanou pomocí aplikace. Může se jednat konkrétně třeba o zpoždění. Aplikace dále může pracovat se zpožděným vozidlem a uživateli nabídnout přívětivější spojení či další následující návaznost. Měl by být v aplikaci i například plánek dopravního prostředku, pokud se jedná o spojení, kde uživatel má i místenku k cestovnímu dokladu. U každé zastávky by se měly zobrazovat aktuální odjezdy linek. U každého konkrétního vozu na lince by se zase měla zobrazovat jeho poloha. Při vyhledávání spojení by měly do časů přestupů již být započítány přestupní časy přesunů mezi stanovišti v rámci dopravního uzlu. Aplikace by měla mít k dispozici veškeré plány a schémata k oblastem v rámci města nebo i ke konkrétním dopravním uzlům. Samozřejmostí aplikace je napojení na informační dispečink pro aktuální dopravní informace o výlukách a mimořádnostech. Mezi dalšími funkcionalitami aplikace mohou být i strojové čtení či hlasové ovládání.

Rozšířeným prvkem cestovní aplikace může být i takzvané zobrazení rozšířené reality, kdy aplikace využívá polohové údaje a naviguje cestujícího v reálném prostředí pomocí navigačních prvků. Aplikace může rovnou spolupracovat a napojovat se na navigační prvky v uzlech například pomocí načtení QR kódu v místech zastávky. Aplikace dále navede cestujícího až k dalšímu bodu. Spolu s tím může aplikace navigovat i zvukovými pokyny. Spolu s tím se zobrazují již další vhodné informace jako aktuální odjezdy, jízdní řád a podobně.

Dalším druhem zdroje informací pro cestující jsou sociální sítě. Na příslušné stránce dopravního systému se v rámci sociální sítě sdílí aktuální informace o mimořádnostech a výlukách. Tyto stránky mohou provozovat inteligentní chatboty pro cestující ke zjištění dalších informací i ke konkrétním spojům. Je zřejmé, že takový chatbot může fungovat ve více jazycích.

3.4. Ostatní opatření

Nezmíněné opatření je dobré označení samotných dopravních vozidel z vnější strany. Ideálním předpokladem je, že veškeré dopravní prostředky v rámci jednoho dopravního systému by měly být jednotně vyznačeny například jednotnou barvou. Cestující hned na dálku už pozná, že se jedná o vozidlo systému, na který má například platnou jízdenku. Každý dopravní prostředek systému by zároveň měl mít z venku již na dálku jasně viditelnou značku své linky. Toto je zajištěno nějakým druhem displeje. Ideálním displejem vzhledem k venkovnímu prostředí je displej s technologií LED díky větší svítivosti, čitelnosti a různobarevným variantám. Takové displeje by měly být na všech čtyřech stranách dopravního prostředku, pokud jde o vozidlo, které jezdí v běžném silničním provozu. U kolejových vozidel jako lanovka či metro toto není tak nutné (tam stačí pouze na přední a zadní straně vozidla). Na displeji musí být zobrazen alfanumerický kód linky. Kód by měl být doplněn případně koncovou stanicí a příslušným vhodným piktogramem, pokud jde například o výlukovou jízdu. Ukázka opatření viz obrázek 12 - Vnější označení vozidel jednotnou barevností [20].



12 - Vnější označení vozidel jednotnou barevností [20]

Dalším zdrojem informací je samostatný informační dopravní panel, který se může vyskytovat kdekoli i mimo zastávky a stanice či dopravní uzly. Předpokladem veškerých dopravních dat systému je, že jsou otevřené a dostupné. Tedy takový informační panel může vytvořit jakákoliv příslušná organizace. Příkladem může být třeba obchodní centrum, kde se u výstupu nalézá informační panel s dopravními informacemi například k přilehlému dopravnímu uzlu. S tímto opatřením souvisí veškerá infotabla, směrovky a mapy, které se mohou nalézat kdekoli vhodně po městě. Může jít třeba o takzvanou mapu blízkého okolí s vyznačenou docházkovou vzdáleností, která obsahuje dopravní a turistické cíle v okruhu zhruba 350 m. Takovým příkladem může být obelisk s plánem okolí viz 11 - Mapa blízkého okolí dle návrhu JIS [4]. Je vhodné, aby tyto panely, infotabla či mapové obelisky měli jednotný grafický design. Dále se nabízí, aby tyto prvky obsahovaly též informace v Braillově písmu nebo příslušné QR kódy s odkazy na další patřičné informace.

Již několikrát zmíněným opatřením jsou QR kódy s odkazy, které se ideálně nachází na všech fyzických prvcích systému. Tyto QR kódy jsou vhodným doplněním dopravních plánek a schémat, kde odkaz v QR kódu odešle uživatele přímo na stránku s aktuálními odjezdy v konkrétní zastávce. Díky odkazům si můžou cestující zobrazit i všechny schémata, mapy a podobně na svých zařízeních. QR kódy nadepsané Braillovým písmem také mohou nabídnout odkaz k akustickým souborům souvisejícím s fyzickým prvkem, na kterém se daný kód nalézá. Toto je ideálním opatřením například pro cestující se zhoršeným zrakem. Stejně tak se může využít tato technologie pro cestující s jazykovou bariérou, kdy si cestující dohledá totožné informace z informačního prvku ve svém jazyce. Ukázka fungujícího QR kódu viz obrázek 13 - Ukázka QR kódu s odkazem na aktuální odjezdy zastávky Náměstí Republiky (stanoviště A) [5].



13 - Ukázka QR kódu s odkazem na aktuální odjezdy zastávky Náměstí Republiky (stanoviště A) [5]

Zvláštním typem opatření multimodálního dopravního systému je podpora cyklistické dopravy. Jedná se o místa na ukládání kol, která se nemusí nalézat pouze na zastávkách veřejné dopravy, ale i u turistických míst nebo v místech občanských služeb. V rámci navrhování inteligentního multimodálního systému je vhodné využít moderních metod k řešení parkování jízdních kol. K podpoře smart city nepostačí pouhý stojan na kola. Ke zkvalitnění občanských služeb je vhodné například, aby cyklista již dopředu věděl, zda má kam kolo uložit a zda pro jeho kolo bude na konkrétním místě volno. Takové parkovací místa i pod značkou B+R by mohla vzniknout i na dopravních uzlech s výraznější cyklistickou dopravou. Uživatelská aplikace daného systému by mohla cestujícím rovnou ukázat, zda u zastávky je volné místo k uložení kola. Dnes již existuje software, který je schopen v reálném čase pozorovat obsazenost na parkovacím místě pro kola. Obdobně dnes již funguje spousta parkovišť P+R v Praze a aplikace PID Lítačka ukazuje obsazenost jednotlivých parkovišť. Parkovací místa by mohla obsahovat případně i technologii k zamykání kol. Zároveň žádoucí by byla spolupráce se zaběhnutými provozovateli sdílených kol. Jedna ze softwarových možností je například systém detekce jízdních kol od LumiGuide Smart Mobility Solutions, který poskytuje řešení pro smart cities. [16]

3.5. Shrnutí návrhu opatření

Navrhovaná opatření jsou za prvé fyzické prvky jako statické nebo dynamické, elektronické a za druhé prvky v chytrých zařízeních cestujících. Je zřejmé, že s rostoucím vývojem budou informace podávané pomocí aplikací převažovat. Proto je důležitá podpora vývoje hlavně v oblasti dat informačních dopravních systémů. Žádoucími a ideálními představami jsou tedy cestující, kteří využívají elektronické jízdné a orientují se pomocí informací podávaných pomocí chytrých aplikací. Elektronické jízdné a informace s ním spojené jsou využitelné pro další analýzy a zpracování. Proto by s tím měly pracovat jak jednotné tarify tak moderní odbavovací technologie. Je tedy vhodné, aby se tomuto trendu mohly přizpůsobovat tarify například zvýhodněním elektronického jízdného. S tím souvisí, že cena jízdného by měla být pro občana nebo turistu adekvátní, aby byla konkurenceschopná třeba k ceně cesty individuální automobilovou dopravou. Navrhované prvky by měly zjednodušit co nejvíce cestu lidem veřejnou dopravou. Převážná část prvků zobrazuje či posílá řadu dat. Elektronické jízdné a elektronické odbavování také obsahuje spousty zpracovatelných dat. Z toho vyplývá, že

základem navrhovaných opatření je datová základna takového multimodálního informačního systému. Je nutné, aby veškerá data byla logicky a efektivně uspořádána v databázích. Zmíněnou ukázkou je například, jak se ukládají data jízdních řádů aplikace ASW pomocí jednotlivých kódů. Díky konkrétním kódům a klíčům jsou data jednoduše dohledávána a efektivně zpracovávána. Tímto pak může lehce fungovat například opatření v uživatelské aplikaci informačního systému, kdy cestující u dopravního uzlu vidí nejen aktuální odjezdy z jednotlivých stanovišť ale i třeba obsazenost chytrého B+R. S tím souvisí i jasně dané role, kdo s jakými informacemi a jak může nakládat. Příkladem jsou řidiči dopravních prostředků, kteří mohou částečně ovlivnit, co se zobrazuje na informačních panelech ve vozidle, ale nemohou mít plnou kontrolu nad palubním počítačem, který i podle polohy kontroluje splnění závazků dopravců integrovanému systému.

Pomocí všech prvků by měla být zajištěna bezproblémová a pohodlná cesta lidem z jejich výchozího bodu až do cílového. Tedy, že před přepravou veřejnou dopravou je navedou ukazatele, na zastávce se jim zobrazí odjezd konkrétního prostředku, během cesty dostanou adekvátní informace o průběhu cesty či návaznosti a po cestě je opatření navedou například k možnému vypůjčení jízdního kola, které bude možno odstavit v cílovém bodě. Všechny opatření by tedy měly zajistit komfortní cestu všemi módy dopravního systému.

4. Doplnění k návrhu systému

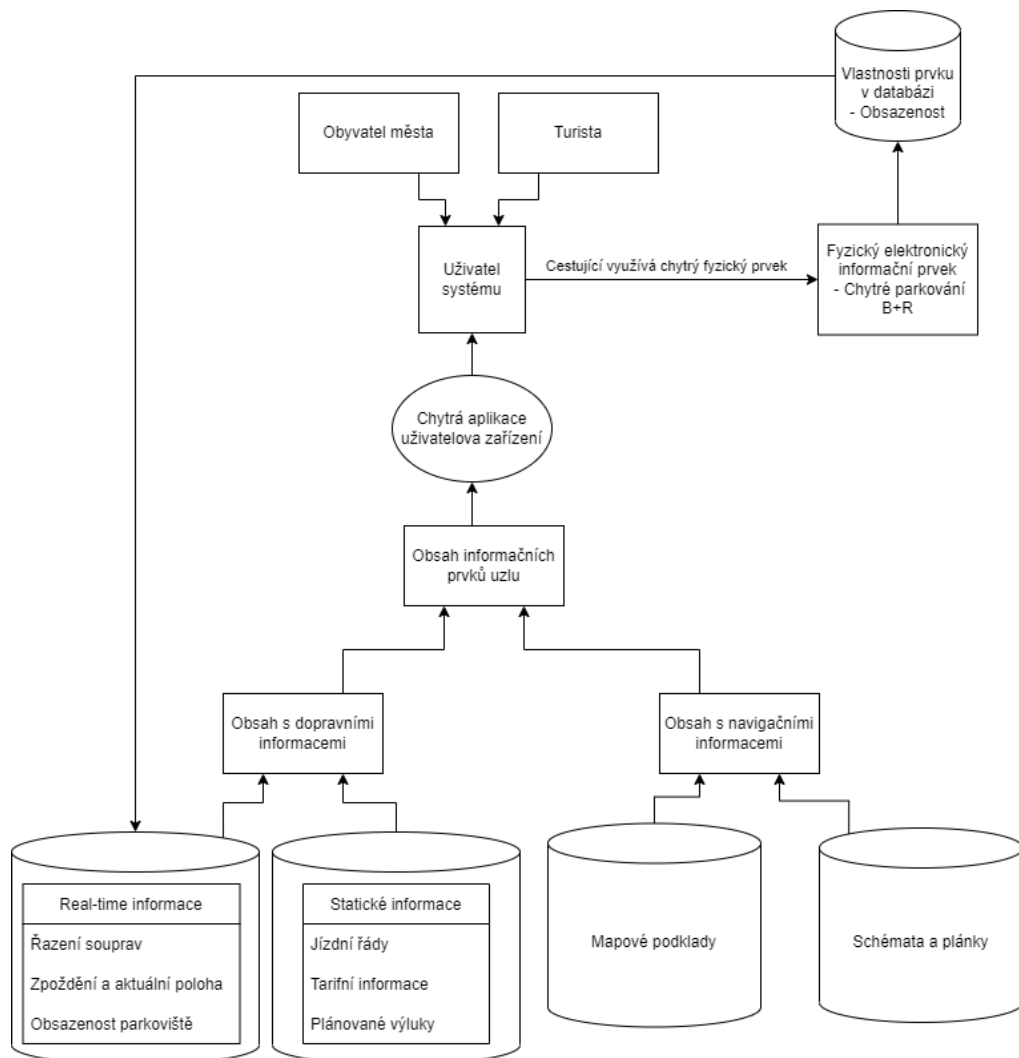
Navrhovaný městský multimodální dopravní informační systém zahrnuje do sebe jak integrovaný dopravní systém veřejné dopravy daného města, tak další zbylé hojně používané dopravní módy ve městě jako pěší, cyklistický případně i další alternativy jako sdílení jízdních kol. Systém pracuje se skutečností, že cestující se chce dopravit z bodu A do bodu B, vždy při tom využívá pěší přechod mezi zastávkami veřejné dopravy a v případě možnosti může využít i jízdní kolo. V následujícím rozvrstvení je popsáno shrnutí architektury návrhu systému.

4.1. Fyzické prvky

Fyzickým základem systému jsou fyzické prvky. Fyzické prvky se stávají ze statických neelektronických prvků, kterými mohou být například ukazatele, tabla s informacemi, tabla s mapou nebo různé vývěsní plochy a to i na sloupcích zastávek. Dále jsou navrhovány fyzické prvky dynamické elektronické, které mají za výstup určité informace a případně mohou zpracovávat i vstupní informace. Klasickými těmito prvky jsou odjezdové tabule, zastávkové sloupky s elektronickým papírem nebo pak navrhované inteligentní stání pro kola ve formě B+R, který právě zpracovává vstupní informace o obsazenosti stání, které pak posílá dál. Důležitá je i struktura fyzických prvků. Je dobré, aby cestující na jedné odjezdové tabuli mohl najít jak odjezdy vlaků, tak odjezdy ostatní veřejné dopravy, ale zároveň je vhodné, aby tyto dopravní módy byly zřetelně odděleny. Příkladem jsou právě odjezdové tabule, kde je oddělen sloupec pro vlaky a sloupec pro veřejnou dopravu.

4.2. Aplikační vrstva

Veškerá data se musí efektivně zpracovávat a posílat příslušně dál. Stejně tak se musejí získávat i různá potřebná data z externích zdrojů a obdobně pak posílat zpracovaná dopravní data dál konkrétně třeba do dynamických prvků systému. Veškerá data jsou uložena v databázích a musí se s nimi nakládat dle daných podmínek. Předpokládá se, že aplikačním výstupem pro cestujícího je nějaká aplikace, která mu zobrazuje potřebné informace. Systém musí tedy pracovat s uloženými daty o jednotlivých uzlech. V těchto datech mohou být jak aktuální dopravní informace třeba o odjezdech, ale i statické informace o bezbariérovosti stanovišť. Je potřebné, aby pomocí daných propojení a kódů by jasně definováno, že například stanoviště veřejné dopravy, vlakové nádraží, P+R, B+R, point na půjčení sdílených kol, křižovatka turistických a cyklistických tras a případně i turistický cíl dohromady tvoří jeden uzel. A když cestující tento uzel využívá, tak se mu zobrazují relevantní informace.



14 - Zasazení konkrétního prvku do schémat datové základny druhé kapitoly [2]

Na obrázku 14 - Zasazení konkrétního prvku do schémat datové základny druhé kapitoly [2] je vidět, jak konkrétní navrhovaný fyzický prvek zapadá do datových struktur, které jsou součástí návrhu JIS a doplňuje ho tím o nové prvky a data například právě z chytrých parkování B+R.

4.3. Interoperabilita systému

Důležitým bodem navrhovaného systému je interoperabilita městského multimodálního dopravního informačního systému. Je potřebné, aby systém přebíral spousty dat, a to i z externích zdrojů. Stejně tak jeho data se mohou využívat dále k jinému zpracování. Data ze systému může využívat jak municipalita, tak případný nadřazený dopravní systémový prvek jako krajský či národní organizátor dopravy. K dosažení tohoto cíle interoperability jsou potřeba datové standardy. Je spousta datových standardů, které jsou již v dopravních informacích zaběhlé nebo které doporučuje Evropská unie, pro jednodušší a jednotný dopravní chod v Evropě. Příkladně zmíněný Transmodel je v Evropské unii doporučený datový standard, který ale v České republice zatím nefunguje.

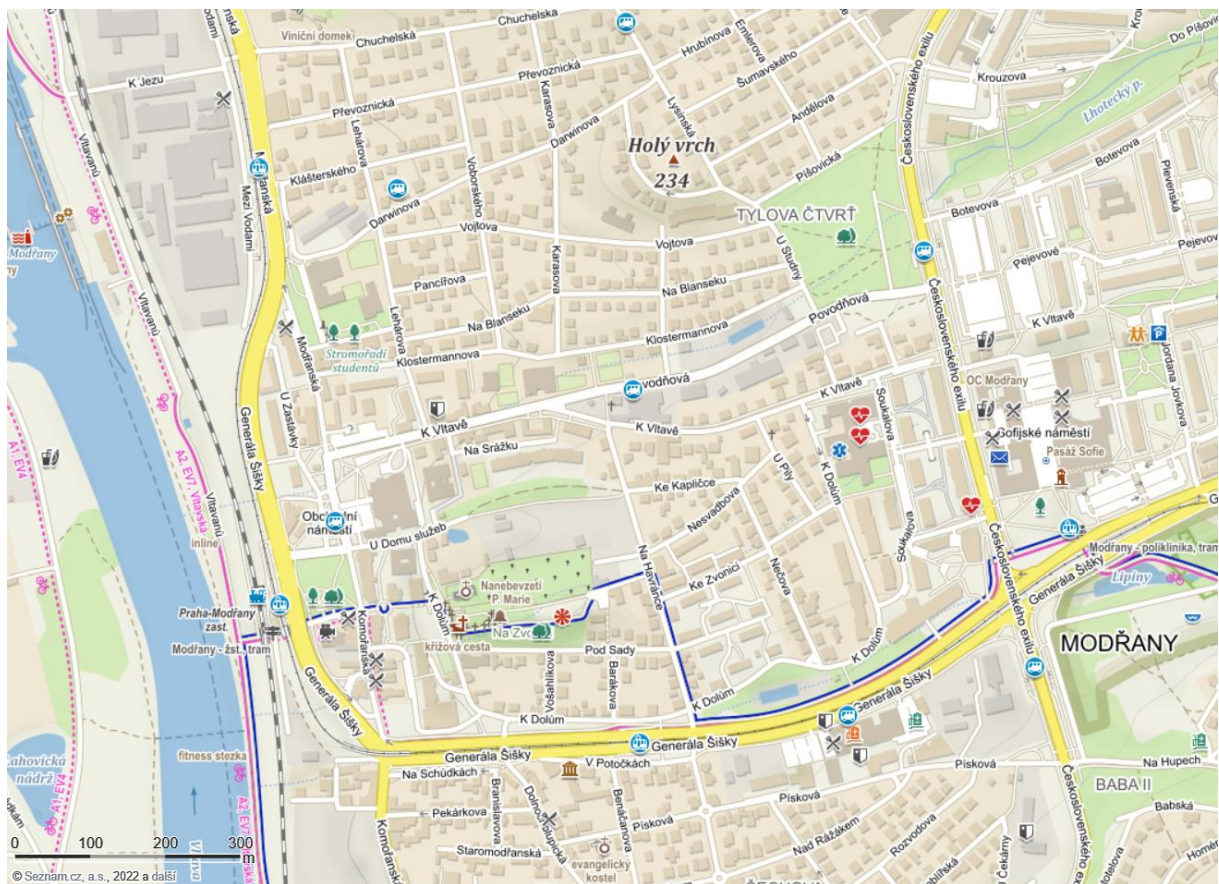
4.4. Databáze systému

Základním pilířem systému jsou jednotlivá data uložená v databázích. Systém počítá s plnou interoperabilitou jakéhokoliv již zaběhlého systému ve městě k jeho využití. To znamená, že pokud již určitá data někde uložená v jiném systému jsou, tak navrhovaný systém by měl umět s nimi pracovat, aby se zamezilo zbytečné duplicitě dat. Všechny elementární data by měla být uložena strukturovaně v jednotlivých databázích, například od názvů zastávek, až po statistické informace o využívání dopravních prostředků.

5. Návrh aplikací prvků systému na konkrétním místě ve městě

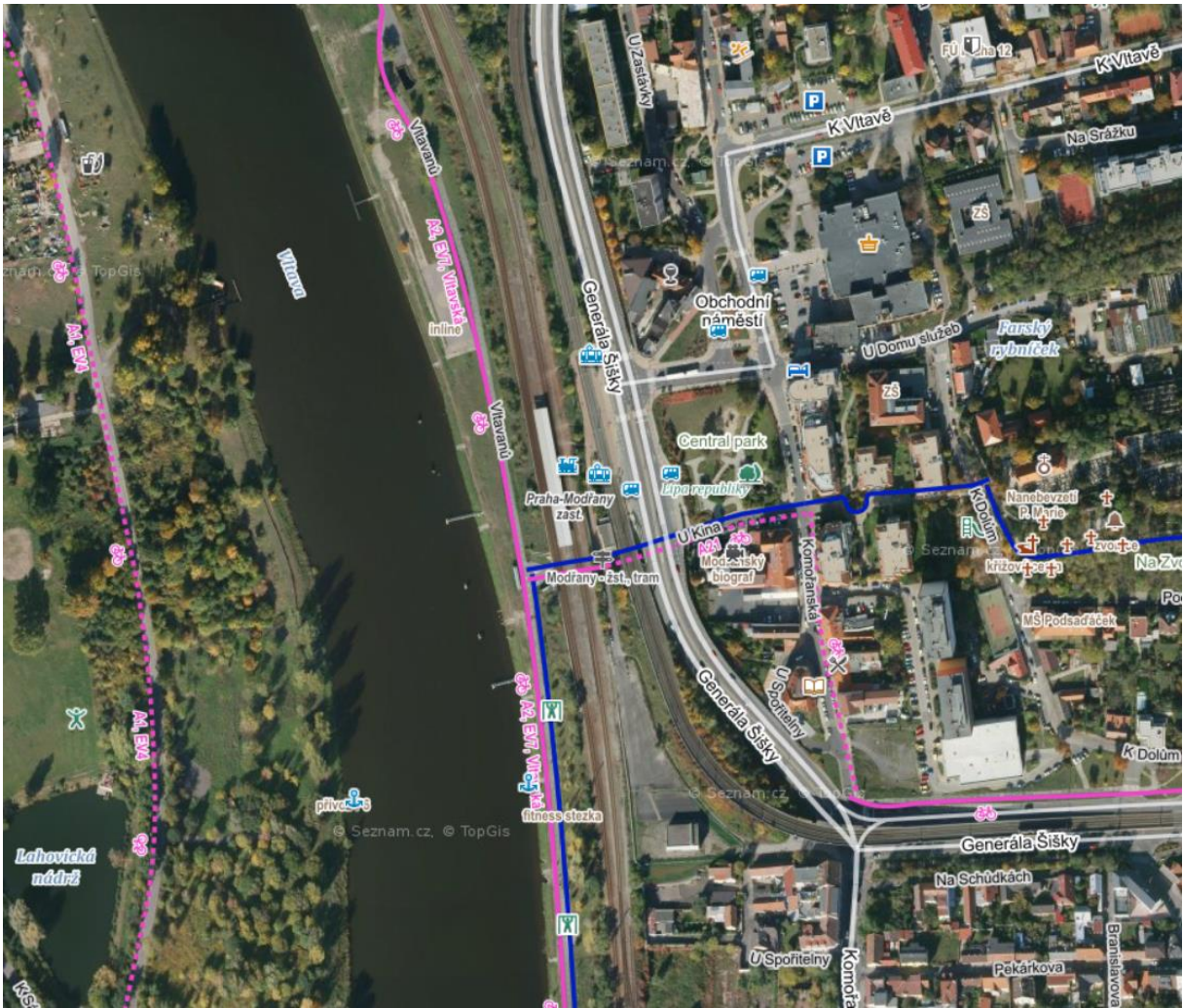
Pro aplikaci navrhovaných prvků informačního multimodálního systému je vhodné zvolit dopravní uzel, který splňuje multimodalitu v dopravních prostředcích a má potenciál v rozvoji a zkvalitnění v daném území. Navrženým místem je oblast katastrálního území Praha Modřany, kde je významnějším dopravním uzlem oblast kolem Obchodního náměstí a Central parku, kde se nalézají železniční zastávka Praha-Modřany zastávka s přilehlými autobusovými stanicemi, zastávkou tramvaje a přívozem přes Vltavu na Lahovičky. S uzlem úzce souvisí i nedaleký dopravní uzel kolem Polikliniky Modřany.

5.1. Vymezení zkoumané oblasti – uzel Modřany



15 - Mapa centrální oblasti Praha-Modřany [12]

Na mapě viz obrázek 15 - Mapa centrální oblasti Praha-Modřany [12] je vidět oblast Modřan. Nachází se zde obytná zástavba, která je silniční komunikací rozdělená na severní Tylovu čtvrť a jižní Čechovu čtvrť. Přes oblast vede od severu po pravém břehu Vltavy Modřanská radiála pojmenovaná v Modřanech jako ulice Generála Šišky. Za železniční zastávkou z ní odbočuje silnice na Komořany jako ulice Komořanská. U modřanské polikliniky na východě zmíněné oblasti protíná radiálu ulice Československého exilu vedoucí od severu jižně na katastrální území Cholupice. Centrem území Modřan jsou dvě oblasti. První je historické jádro u kostela Nanebevzatí Panny Marie, kde se nalézá Obchodní náměstí, Central Park a dopravní uzel kolem železniční zastávky Modřany. Druhým středobodem je Poliklinika Modřany, kde se rovněž nachází obchodní centrum u Sofijského náměstí a nedaleká nová radnice Prahy 12. Spolu s radiálou vede přes oblast tramvajová trať z centra Prahy na Modřanské sídliště. Zároveň po pravém břehu Vltavy vede železniční trať číslo 210 z Prahy hlavního nádraží do Dobříše a Čerčan. V katastrální oblasti Modřany je počet obyvatel 30 703 [13] a spadá pod městskou část Praha 12, která náleží obvodu Praha 4. Jde víceméně o prvorepublikovou vilovou zástavbu a až na východě území se nachází panelová zástavba modřanského sídliště.



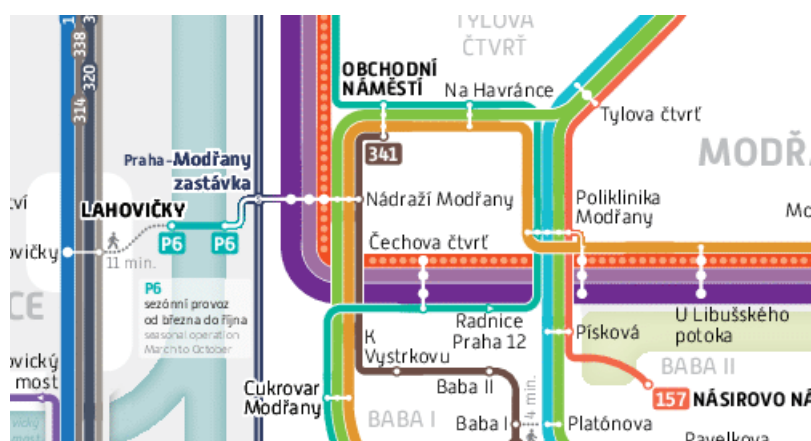
16 - Letecký snímek uzlu Nádraží Modřany [12]

Na obrázku 16 - Letecký snímek uzlu Nádraží Modřany [12] je letecký pohled na dopravní uzel. Uzel je spojen s protějším břehem Vltavy přívozem P6 na zastávku Lahovičky. Přívoz P6 je v provozu denně od dubna do října v intervalu 20 minut. Vyjíždí ve všední dny od sedmé hodiny ranní a o víkendech od osmé hodiny ranní. A jezdí v závislosti na denním světle do večerní hodiny sedmé, osmé či deváté. Přívoz je výhodný převážně pro cyklisty, protože spojuje cyklostezku A2 a A1 přes Vltavu a protože přeprava kol je na celém území Prahy zdarma včetně přívozů. [14]

Dále se v dopravním uzlu nachází železniční zastávka s názvem Praha-Modřany zastávka, která náleží trati s číslem 210 a staví zde linky příměstské železniční dopravy S88 (Praha hlavní nádraží – Dobříš) a S8 (Praha hlavní nádraží – Čerčany). Takt spoju na pražské hlavní nádraží je 1 hodina a ve špičkách 30 minut. Na opačnou stranu je takt podobný s rozdělením spoju směrem na Čerčany a Dobříš, kde část spoju končí už v Čisovicích. V období rekonstrukce Barrandovského mostu byly zde zavedeny posilové spoje z Komořan na Braník a opačně. Výjimečně se zde objevuje turistický historický spoj Posázavského Pacifiku směrem do Posázaví.

V těsné blízkosti železniční zastávky je tramvajová zastávka Nádraží Modřany, kde staví linky v obou směrech 17 (Vozovna Kobylisy – Sídliště Modřany), 21 (Radlická – Sídliště Modřany) a prodloužená 3 (Kobylisy – Sídliště Modřany). Průměrně zde tedy jezdí tramvaje v obou

směrech zhruba v sedmi a půl minutovém taktu. Hned u tramvajové zastávky je i stejnojmenná zastávka autobusů, kde staví obousměrně linky 139 (Komořany – Želivského), 165 (Háje – Sídliště Zbraslav) a příměstská linka 341 (Obchodní náměstí – Jílové u Prahy, Náměstí). Jsou tudy vedeny i noční linky. První je noční tramvajová linka 92 (Lehovec – Sídliště Modřany) a druhá je autobusová noční linka 960 (Obchodní náměstí – Zlatníky-Hodkovice, Náves). Důležité je zmínit, že autobusová zastávka Obchodní náměstí je docházkové vzdálenosti kolem 100 m časově zhruba kolem 2 minut. Tato stanice je kromě zmíněných autobusových linek obsluhována ještě linkou 117 (Nové Komořany – Poliklinika Budějovická). Tato zastávka obsahuje také navíc prodejní jízdenkový automat. Schéma linkového vedení v oblasti Modřan je vidět zde 17 - Výřez ze schématu linek PID na území Prahy [17].



17 - Výřez ze schématu linek PID na území Prahy [17]

Dále je dobré zmínit, že tento uzel je velmi významný pro cyklistickou dopravu. Kromě již zmíněných cyklostezek na obou březích Vltavy je zde navíc odbočující cyklotrasa na Libuš přes Modřanskou rokli. S tím souvisí, že jsou zde umístěny celkem 4 místa na odložení kol. Navíc je zde i možnost bikesharingu. Nachází se zde parkovací místo sdílených kol Nextbike (P12-Kino Modřany) a je zde růžová zóna sdílených kol Rekola. Oboje tyto platformy již spolupracují s aplikací PID Lítačka, kde vlastník předplatného kupónu PID může využít 15 minut jízdy na kole zdarma. Důležité je také zmínit, že na místě dopravního uzlu na cyklostezce je umístěn cyklosčítač a podle údajů z platformy Golemio vykazuje v letních měsících druhé nejvyšší hodnoty ze všech cyklosčítačů v Praze. Cyklosčítačů je v Praze 30 a hodnoty v Modřanech vykazují například za měsíc červen roku 2022 35 887 průjezdů za všední dny a 21 756 za víkendy. [15]

Důležité je také popsat, jaké služby pro občany se zde nacházejí. V těsné blízkosti uzlu se nacházejí restaurace, základní škola, mateřská škola, kavárny, knihovna, kino a obchodní středisko, kde je jak supermarket, tak i výdejní zásilkový box či poštovní schránka. Nalézá se zde i zmíněný Central Park jako odpočinkové místo, kde je i dětské hřiště. Dá se očekávat i větší rozvoj této oblasti díky nedaleké nově vznikající zástavbě v místech bývalého cukrovaru Modřany.

5.2. Aplikace navrhovaných prvků v uzlu Modřany

V první řadě by byla potřeba revitalizace samotné železniční zastávky Praha-Modřany. Z hlediska informačních systémů je zastávka v nedostačujícím stavu. Na zastávce chybí zásadní informační prvky a již aplikované prvky jsou v nevyhovujícím stavu. Odjezdová tabule vlaků občas nefunguje (viz 18 - Odjezdová tabule vlaků na zastávce Praha-Modřany) a statické informační prvky v podobně vývěsních ploch jsou v dezolátním stavu (viz 19 - Vývěsní plocha na zastávce Praha-Modřany). Mezi navrhované prvky informačního systému na železniční zastávce tedy patří funkční odjezdová tabule vlaků a oddělená odjezdová tabule ostatních dopravních prostředků veřejné dopravy v uzlu. Mezi ty patří konkrétně odjezdy přívozu, tramvají a autobusů. U nich by se zobrazoval aktuální odjezd s předpokládaným zpožděním a označení místa odjezdu (příslušný sloupek či nástupiště). Jednotlivá stanoviště by měla být označena dle standardu zastávek PID. Zde tedy platí označení 1 a 2 pro koleje na nástupišti železniční zastávky. A, B, C a D jsou pro nástupní plochy tramvají a nástupiště K je pro přívoz. Toto označení může dnes uživatel již vidět v aplikaci PID Lítačka (viz 20 - Screenshot aplikace PID Lítačka na mapu oblasti modřanského uzlu).



18 - Odjezdová tabule vlaků na zastávce Praha-Modřany [19]

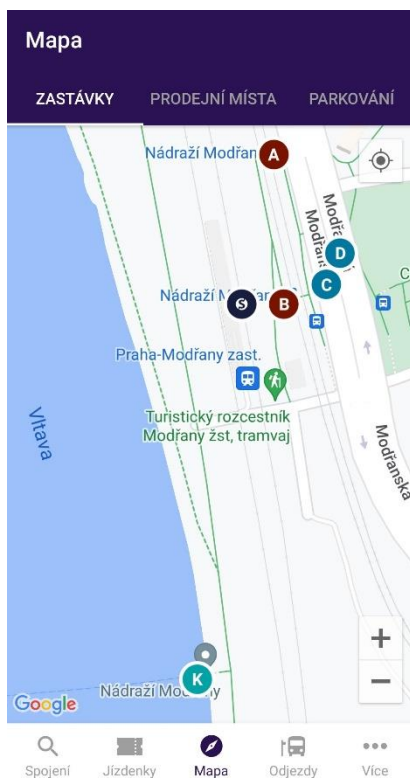
Jediná přístupová cesta na železniční zastávku vede z podchodu/podjezdu ulice U Kina. V tomto podjezdu je oddělen pěší podchod s přístupovými cestami k nástupišti železniční zastávky, k nástupišti tramvají směr Sídliště Modřany (značené B) a k nástupišti tramvají do centra a autobusů do Komořan a mimo území Prahy (značeno A pro tramvaj a C pro autobusy). Na začátku podchodu je Central park a přístupová cesta k nástupišti D pro autobusy směrem k Obchodnímu náměstí. Na konci podchodu je výstup u cyklostezky podél Vltavy, kde se zároveň nachází přívoz do Lahoviček.



19 - Vývěsní plocha na zastávce Praha-Modřany [19]

Sloupek a přístupové místo u přívozu momentálně nevyžaduje úpravu v rámci navrhovaných nových opatření informačního systému na tomto dopravním uzlu. Jen konkrétní plavidlo přívozu by mohlo být větší vzhledem k větší poptávce převážení kol. Jinak sloupek je v dobrém stavu a obsahuje dostatečné statické prvky ve formě vývěsní plochy, kde se nachází i schéma uzlu Nádraží Modřany, bohužel však bez označení nástupišť dle standardu, které se nachází v aplikaci PID Lítačka.

Navrhovaným dynamickým prvkem ze směru od nábřeží Vltavy, cyklostezky a přívozu je odjezdová tabule nad vstupem do podchodu. Zde by byly odděleny vlaky a zbylá veřejná doprava uzlu. Jednalo by se o podobné opatření jako na železniční zastávce. Cestující přicházející od nábřeží by okamžitě věděl, kdy mu daný spoj jede a odkud. Statické prvky v průchodu by dále navedly cestujícího do příslušných přístupových cest na vlak, tramvaj či autobus. Navržený prostor pro toto opatření je zde 21 - Návrh odjezdové tabule při vstupu do podchodu.



20 - Screenshot aplikace PID lítačka na mapu oblasti modřanského uzlu

Nedílnou součástí revitalizace dopravního uzlu kromě informačního uzlu by rozhodně měly být i stavební práce. Celý podjezd s podchodem, železniční zastávka i ostatní nástupní plochy tramvají a autobusů jsou v odpudivém stavu. Zdi jsou posprejovány a území je prorostlé travinami, ve kterých se ukrývá spousta odpadků. Podchod je velice temný a místy zapáchá nevábným oděrem. Paradoxně u stanovišť tramvají a autobusů byly nedávno instalovány nové přístřešky grafického standardu Jednotného informačního systému, ale jiného zlepšení se uzel zatím nedočkal.

Nadbytečnou věcí v železniční zastávce jsou rozhodně dva označovače papírových jízdenek PID. Dalo by se pochopit, že je nějakou nutností mít jeden na zastávce, i když cestující zde papírové jízdenky PID využívají minimálně. Naopak související zvláštností je, že zde není automat na jízdenky PID. Nejbližší je na nedaleké zastávce Obchodní náměstí.



21 - Návrh odjezdové tabule při vstupu do podchodu [19]

Na obrázku 21 - Návrh odjezdové tabule při vstupu do podchodu je vidět umístění navrhované odjezdové tabule. Mohlo by zde dojít i k oddělenému systému odjezdových tabulí, že jedna bude určena vlakům a druhá zbylým dopravním prostředkům PID obdobně jako ve zmíněném Chemnitz. V těchto místech se nachází odbočující trasa cyklostezky a je zde obecně přístup k jednotlivým nástupištím PID. Důležité je zmínit, že většina pěších cestujících z přívozu tímto místem projde, a jak je vidět, tak by zmíněný prostor vyžadoval i další revitalizaci ke zlepšení estetického vizuálu.

Dalším návrhem v této oblasti odbočení cyklotras a přístupu k přívozu by bylo instalování zmíněných inteligentní stání pro kola ve formě B+R. Tento systém inteligentních stání by umožnil cyklistům zde uzamknout kolo a jet jiným druhém módu dál například do centra. Tyto stání zde by umožnili počítat aktuální obsazenost a cestující by již byl dopředu informován v aplikaci PID lítačka dopředu, zda zde bude pro jeho kolo místo. Toto opatření dnes již funguje v aplikaci pro parkoviště P+R. Zvýšený výskyt cyklistů v tomto dopravní uzle vybízí ke vzniku B+R. Jedna z možných vizualizací je 22 - Možná vizualizace aplikování chytrých stání pro kola v prostoru.



22 - Možná vizualizace aplikování chytrých stání pro kola v prostoru [18]

Dále by se zde v modřanském dopravním uzlu mohlo uvažovat o vzniku stání K+R a případně i menšího P+R. V ulici U Kina, která přímo navazuje na podchod pod železniční zastávkou a tramvajovými kolejemi, je již pravidelné parkovací stání, kam nezasahují pražské barevné parkovací zóny. Tím pádem by přímo u podchodu či skoro v podchodu mohly vzniknout místa pro K+R, tedy krátkodobé stání. Dnešní vzhled parkování v podchodu je zde 23 - Parkování v podchodu pod zastávkou. Vzhledem k aktuálnímu budování nových obytných zón poblíž Modřan by v budoucnu mohlo najít využití i parkování P+R v těchto místech. V prostoru mezi odbočujícími kolejemi tramvajové tratí a železničními kolejemi je volné prostranství patřící hlavnímu městu Prahy, které by se v budoucnu dalo například pro parkování P+R využít. Zmíněné místo je vidět zde 24 - Místo případného budoucího P+R.



23 - Parkování v podchodu pod zastávkou [19]



24 - Místo případného budoucího P+R [19]

Zároveň celý podchod by měl být lépe osvětlen a hlavně vybaven statickými informačními prvky. Dynamické prvky jako odjezdové tabule stačí aplikovat při hlavním vstupu do podchodu a na jednotlivých stanovištích veřejné dopravy. Z podchodu vedou jednotlivé cesty ke stanovištím, které by mohly být lépe vyznačeny. Šlo by o ukazatele k přístupové cestě na železniční zastávku a pak o ukazatele k přístupovým cestám na tramvajové a autobusové stanoviště, které by popisovaly i daný směr tramvajů případně autobusů.

U zastávkových sloupků by mělo dojít k výměně za novější moderní typ s dynamickými prvky. Mělo by pak předejít k situacím jako na této fotce 25 - Aktuální stav sloupku PID Nádraží Modřany. Nový typ sloupku s elektronickým papírem by zamezil takovému přivazování aktuálních výlukových potřeb ke sloupku. Informace by se dynamicky měnily dle potřeby. Zároveň by obsahoval takový označnický i LED tabuli s aktuálními odjezdy spojů daného stanoviště. V ideálním případě by měl sloupek obsahovat i vlastní solární články k samonapájení.



25 - Aktuální stav sloupku PID Nádraží Modřany [19]

5.3. Shrnutí v mapě



26 - Navrhované prvky v uzlu Modřanské nádraží [9]

Na obrázku 26 - Navrhované prvky v uzlu Modřanské nádraží jsou zaneseny body nových opatření pomocí statických či dynamických fyzických prvků. Body jsou popsány v tabulce - Tabulka 1 - Navrhované prvky.

1	Nové odjezdové tabule odjezdů vlaků
2	Odjezdové tabule veřejné dopravy mimo vlaků
3	Nové statické prvky s vývěsním místem pro informace
4	Odjezdová tabule odděleně vlaků a zbytku veřejné dopravy uzlu
5	Statické prvky: ukazatele přístupových cest k nástupištím veřejné dopravy v podchodu
6	B+R
7	K+R
8	Případné P+R
9-12	Nové sloupky

Tabulka 1 - Navrhované prvky

6. Zhodnocení funkčnosti navrhovaného systému

Funkčnost systému je zhodnocena formou konkrétních scénářů, kdy virtuální cestující se dopravují několika módy z umělého startu do umělého cíle.

6.1. Scénář první

První scénář pracuje s lidmi, kteří danou oblast neznají a cestují za turistikou. Pro tuto skupinu obyvatel není rozhodující čas, tedy nejrychlejší spojení, ale splnění určitých parametrů jako jízdu na kole či preferovanou jízdu vlakem. Předpokládá se, že tato skupina cestujících bude nejvíce využívat statické ukazatele, informační tabla, mapy či různá značení.

Skupina lidí jede na cyklovýlet podél Berounky. Jedou z centra Prahy a nemají vlastní kola. Všichni mají předplacené jízdné po Praze a mají aplikaci PID Lítačka na svých mobilních zařízeních. Cílovou destinací jsou například Dobříchovice a pomocí filtrů zadají, že chtějí preferovat jízdu vypůjčeným kolem. Aplikace jim vyhodnotí ideální trasu, kdy se tramvaj dostanou na Modřanské nádraží, kde budou již mít rezervované kolo pomocí spolupracujícího projektu sdílených kol. Skupina lidí vystoupí z tramvaje jedoucí z centra Prahy na zastávce Nádraží Modřany. Elektronické prvky uvnitř vozidla je upozorní na zastávku Nádraží Modřany. Předpoklad je, že skupina lidí oblast Modřan neznají. Aplikace PID Lítačka je navede k pointu se sdílenými jízdními koly. Od nástupiště tramvaje je cesta dlouhá zhruba 100 metrů. Kromě navádění pomocí aplikace jim pomáhají podpůrné ukazatele (statické prvky) a ve vývěsní skříni tramvajového sloupku vylepená mapa blízkého okolí. Dozví se tedy hned, že musí dolů do podchodu, tam doleva a projít pod silniční komunikací. Hned na rohu Central parku po vyjití z podchodu se nalézá point sdílených kol, který je jasně vyznačen. Skupina lidí může okamžitě nastoupit na kola a jet. Díky propojení integrovaného systému a sdílených kol v rámci tohoto jednotného multimodálního systému mají cestující nejen kolo dopředu připravené a rezervované na daném místě, ale i cenové úlevy za první minuty vypůjčení kola. Dle dalších instrukcí dle vyhledaného spojení již vědí, že na cyklotrasu podél Berounky je potřeba projet zpět podchodem směrem k nábřeží k vltavské cyklotrase a přejet na druhou stranu pomocí přívozu P6 Nádraží Modřany – Lahovičky. Na druhé straně již vede cyklotrasa podél Berounky směrem na Černošice. Opět pomocí ukazatelů cyklotras a ukazatelů na přívoz se jednoduše dostanou na přístaviště přívozu, které se nalézá zhruba 100 metrů jižně od daného podchodu uzlu Nádraží Modřany. Díky propojenosti systémů mohou využít v rámci svého celopražského jízdného přívozu zdarma, který rovněž kola přepravuje bezplatně. Po příjezdu na druhý břeh je již navede další cykloturistický ukazatel dál na správnou cestu.

Tímto pomocí statických a dynamických fyzických prvků a pomocí dopravní aplikace multimodálního systému mohou cestující využít několik módů dopravy. Dostane se jim efektivní vyhledané spojení, při kterém se počítá s dopravením pomocí tramvaje, přívozu a přechodu z pěší na cyklistickou dopravu. To vše v rámci jedné jízdenky a jednoho placení za vypůjčení kola.

6.2. Scénář druhý

Scénář druhý se zabývá člověkem, který oblast dobře zná. Jde o občana daného města, který se daným uzle dopravuje třeba i pravidelně za cílem dojíždění do práce. Tento cestující nevyužívá tolik statické informace v dopravním uzlu, ale naopak ho nejvíce zajímá aktuální zpoždění, situace v dopravě a bezproblémovost spojení. Pro onoho člověka je nejdůležitějším parametrem čas, tedy rychlost spojení, a spolehlivost.

V druhém scénáři je zaměřeno na pracujícího člověka, který dojíždí z okolí Prahy do centra Prahy. V úvahu se vezme, že daný člověk bydlí například na sídlišti Baba v Modřanech, které se nalézá na vrcholku u Cholupického vrchu jižně od uzlu Poliklinika Modřany. Pro onoho člověka je ráno výhodnější vyjet na kole kvůli tomu, že jediné spojení odtud je autobusové a v čase ranní špičky zde nastává kongesce. Cílem je kupříkladu zaměstnání v business oblasti na rozhraní Žižkova poblíž Vysoké školy ekonomické. Ideálním spojením je tedy cesta jízdním kolem k dopravnímu prostředku, který není ovlivňován kongescí. Zde se nabízí efektivní možnost přestupu z kola na vlak v dopravním uzlu Nádraží Modřany, kde by bylo rovněž možno nechat kolo v inteligentních uzamykatelných parkovištích B+R. Multimodální systém dokáže pracovat se skutečností, že cestující přijede na kole a pokračuje vlakem. Zjistí, zda je místo na uchování kola v B+R, a případně může i místo k uzamčení kola rezervovat. Dotyčný cestující jede na kole ze sídliště a poblíž křižovatky na uzlu Poliklinika Modřany najede na cyklotrasu vedoucí od Modřanské rokle k vltavskému nábřeží, kde se napojuje na vltavskou cyklotrasu. Po trase dorazí z místa svého bydliště do uzlu Nádraží Modřany zhruba za 7 minut a cesta je dlouhá kolem dvou kilometrů. Navrhovaný prvek B+R je koncipován v oblasti křižovatek cyklotras u vltavského nábřeží. Po uzamčení kola hned na odjezdové tabuli nad podchodem vidí, kdy a odkud mu jede vlak do centra. Pěší přesun na konkrétní vlakové nástupiště od parkoviště B+R trvá kolem maximálně 2 minut. Aktuální takt železničního spojení v ranní špičce všedních dnů je půlhodiny, ale je možný vývoj a navýšení železničních spojení zde, kupříkladu k budoucí nové stanici Praha-Krč, kde by měl vzniknout terminál s přestupem na novou linku metra D. Vlakem pak cestující dorazí na pražské hlavní nádraží aktuálně za 20 minut, kde do místa svého zaměstnání dojde pomocí podchodu směrem na Žižkov zhruba za 7 minut pěší chůzí.

Multimodální dopravní systém zde vyhledá ideální spojení na dojíždění do práce v centru z předměstí. Aktuální vyhledávač by pracoval pouze s veřejnou dopravou. Pro dotyčného navrhované spojení by tedy bylo autobusem například ze zastávky Petržílova do cílové oblasti Náměstí Winstona Churchilla. Rovněž aktuální vyhledávání nepracuje s možností přesunu pěšky z Hlavního nádraží. Se znalostí této pěší vazby by vyhledané spojení na Hlavní nádraží trvalo ze zastávky Petržílova kolem 33 - 38 minut. Spojení přímo na Náměstí Winstona Churchilla by trvalo kolem 55 minut. Oboje spojení zároveň nepočítají s komplikacemi v podobě kongescí, které pravidelně nastávají v ranní špičce. Chytrá aplikace a inteligentní vyhledávání spojení multimodálního systému najde optimální trasu přímo z bydliště do zaměstnání. Uživatel ve filtru nadefinuje možnost využití vlastního kola a systém propočítá ideální možnost přepravy za využití kola. Rovněž systém počítá s uložením kola v B+R. Optimální trasa bere v potaz i pěší vazby. Zmíněná cesta jízdním kolem na záchytné parkoviště B+R, vlakem do centra a pěším přechodem do cílového bodu trvá po sečtení kolem 36 minut. Časový údaj je sice srovnatelný s vyhledáním spojení z počáteční autobusové zastávky u sídliště na Hlavní nádraží, ale multimodální systém pracuje i s daty o předpokladu kongescí a navíc cesta od metra Hlavní nádraží směrem na Žižkov je o něco delší než cesta přímo z vlakového nástupiště.

Závěr

V bakalářské práci byl navržen obecně přístup ke vzniku městského multimodálního dopravního informačního systému. Byl brán zřetel již fungujících prvků a částí systémů nejen v pražské metropoli ale i jinde. Byla navržena obecná datová základna takového multimodálního systému, která reflektovala nově vznikající systém JIS v Praze a byla doplněna o nové návrhy nejen fyzických prvků ale i dalších nápadů. V navrhování systému je dbáno na jednotné sdílené informační prostředí, které reflektuje zásady a legislativní potřeby nejen dle města či metropole ale i národní až nadnárodní, například splňováním standardů dle norem Evropské unie. Systém jde ruku v ruce se zásadami udržitelného rozvoje a konceptu Smart city. Navrhovaný systém by měl uspokojit moderního cestujícího 21. století.

V práci jsou popsány aktuální nedostatky, se kterými se může běžný cestující při přepravování ve městě setkat. Tyto nedostatky se aktuální navrhovaný systém snaží minimalizovat. Příkladem je důraz na multimodalitu, kdy cestující střídá dopravní módy, ale aktuální informační systém není k této skutečnosti zcela připraven. Navrhovaný systém pracuje s možnostmi přesunu osob nejen veřejnou dopravou, ale i pěšky či jízdním kolem. K celému systému jsou navrhovány i konkrétní jednotlivé prvky. Některé prvky jsou dnes již běžnou věcí, některé jsou již plánované třeba v Praze při novém systému JIS a některé jsou zcela nové.

Navrhovaný systém popisuje detailní elementární prvky dat v databázích až po fyzické výstupy, které cestující v praxi využívá. Díky moderním informačním technologiím je zajištěno efektivní využívání a zpracování dat ve smysluplné relevantní informace koncovým uživatelům.

Navrhovaný systém je nakonec v práci popsán konkrétní aplikací systémových prvků v dopravním uzlu, který je momentálně v nevyhovujícím stavu a nesplňuje ani současná kritéria, natož budoucí navrhovaná. Zpracovaným dopravním uzlem je oblast kolem železniční zastávky Praha-Modřany zastávka, kde je kromě veřejné dopravy v podobě autobusů, tramvají, přívozu a vlaků hojně zastoupena i cyklistická doprava. Dopravní uzel je zanedbaný a nereflkuje ani budoucí nově vznikající zástavbu. Tento systém zde napravuje většinu nedostatků a nabízí i další rozvoj v městské mobilitě.

Zhodnocením funkčnosti systému v této konkrétní oblasti Modřan vyšly závěry, že systém přináší prospěch v oblasti městské mobility. Oba konkrétní scénáře vycházely z aktuálních možností dopravování v tomto uzlu a jsou podpořeny fyzickými poznatky dané oblasti. Navržené scénáře byly vyzkoušeny nezávislou osobou a popsané navrhované části systému zde byly osobou podpořeny.

Celkově městský multimodální dopravní informační systém přináší i možnosti zastřešení aktuálních městských systémů k efektivnímu a relevantnímu využití jednotlivým cestujícími ve městě. S vhodnou univerzální uživatelskou aplikací je občan či turista schopný se ve městě pohybovat všemi vhodnými dopravními způsoby k nejlepšímu naplnění jeho nejen dopravních cílů. K této skutečnosti mu pomáhají i ostatní fyzické prvky systému, které spolu díky datové struktuře správně pracují. Tím vším dochází ke zkvalitnění městské mobility a naplnění cílů moderního města či metropole.

Použité zdroje

- [1] Operátor ICT, a.s. – TURONĚ, Jan; LÉR, Martin. Studie – Realizace Datové základny JIS
- [2] Diagramy vytvořené pomocí Flowchart Maker & Online Diagram Software [online] [cit. 13.06.2022]. Dostupné z: <https://www.draw.io/index.html>
- [3] ROPID, Katalog opatření JIS [online] [cit. 13.06.2022]. Dostupné z: https://pid.cz/wp-content/uploads/2018/07/priloha_2_dz_katalog_opatreni.pdf
- [4] Obrazem: Praha ukázala novou podobu informačního systému pro pohyb po městě - Zdopravy.cz. Zdopravy.cz [online] [cit. 13.06.2022]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/obrazem-praha-ukazala-novou-podobu-informacniho-systemu-pro-pohyb-po-meste-110116/>
- [5] QR kód generovaný pomocí Online QR Code Generator. Online QR Code Generator [online] [cit. 13.06.2022]. Dostupné z: <https://www.online-qrcode-generator.com/>
- [6] Xanthus | Informační systémy, komunikační systémy [online] [cit. 13.06.2022]. Dostupné z: <https://www.xanthus.cz/wp-content/uploads/2015/09/Produkty-ZIO-3.jpg>
- [7] Transmodel – CEN Reference Data Model for Public Transport. Transmodel – CEN Reference Data Model for Public Transport [online] [cit. 13.06.2022]. Dostupné z: <https://www.transmodel-cen.eu/>
- [8] KADAVÝ, Oldřich; FRANC, Stanislav. Sledování vozidel v reálném čase a využití pro informování cestujících [prezentace]. Lázně Bohdaneč, 16.05.2011 [cit. 27.06.2022].
- [9] Mapy.cz. Vlastní body na mapě - Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/mogulusemo>
- [10] DORIS - řídicí informační dopravní systém | Výrobce elektro XNTH a.s.. Xanthus | Informační systémy, komunikační systémy [online]. Copyright © 2015 Výrobce elektro XNTH a.s.. [cit. 09.07.2022]. Dostupné z: <https://www.xanthus.cz/produkty-a-sluzby/doris/>
- [11] Přenosná pokladna POP CASIO IT-9000 - ODP. ODP Software: Mobilní pokladní systémy, informační a autorizační systémy [online]. Dostupné z: <https://www.odp.cz/systemy-pro-komplexni-odbaveni-cestujicich/prenosne-pokladny-pop/prenosna-pokladna-pop-casio-it-9000/>
- [12] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [13] Historický lexikon obcí České republiky – 1869–2011 [online] [cit. 09.07.2022]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/historicky-lexikon-obci-1869-az-2015>
- [14] Přívozy | Pražská integrovaná doprava. Úvodní stránka | Pražská integrovaná doprava [online]. Copyright © 2022 ROPID [cit. 10.07.2022]. Dostupné z: <https://pid.cz/privozy/>
- [15] Operátor ICT, a. s. - Golemio [online] © 2021 Golemio [cit. 10.07.2022]. Dostupné z: <https://golemio.cz/data/cyklodoprava>
- [16] Bicycle Detection System - LumiGuide. LUMIGUIDE Smart Mobility Solutions - LumiGuide [online]. Dostupné z: <https://lumi.guide/smart-parking-management/bicycle-detection-system/>

[17] Pražská integrovaná doprava [online] Praha – schéma linkového vedení. Copyright © [cit. 15.07.2022]. Dostupné z: https://pid.cz/wp-content/uploads/mapy/schemata-trvala/Praha-linkove-vedeni_A1.png

[18] Vytvoření vizualizace pomocí programu GIMP:

Foto: autor

Inteligentní stojan: Smart bike station and PMV | Bicycle and PMV parking. Movilidad Sostenible - Mobility by Cycling Friendly Mobility [online]. Copyright © 2020 [cit. 21.07.2022]. Dostupné z: <https://mobilitycf.com/en/smart-bike-and-zicler-vmp-station/>

[19] Foto: autor

[20] Zdopravy.cz [online]. Copyright © [cit. 01.08.2022]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/wp-content/uploads/2022/04/el4.jpg>