

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ**



**SMART CITY: ROZVOJ UDRŽITELNÉ  
DOPRAVNÍ MOBILITY PRAHY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Autor práce: Bc. David Lanča**

**Vedoucí práce: Ing. Daniel Franke, Ph.D.**

**2020**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Lanča

Rozvoj venkova a zemědělství  
Prostorové plánování

Název práce

**Smart City: Rozvoj udržitelné dopravní mobility Prahy**

Název anglicky

**Smart City: Development of sustainable transport mobility of Prague**

---

### Cíle práce

Cílem práce je teoretické shrnutí principů udržitelné dopravní mobility ve městech s prvky Smart City a zhodnocení jejich využití. Praktickou částí je návrh lokalit intermodálních uzlů Prahy jako příkladu integrace inteligentních dopravních systémů.

### Metodika

V teoretické části bude zpracováno shrnutí principů konceptu Smart City a udržitelné městské dopravní mobility. Budou popsány druhy osobní dopravní mobility ve městech s možnými budoucími změnami v trendech dopravy. V práci bude kladen důraz na udržitelnou městskou mobilitu osob s využitím prvků intermodality a inteligentních dopravních systémů. Intermodalita jako hlavní část udržitelné dopravy bude představena v příkladech strategií a praktických projektech ze zahraničí.

V praktické části bude vytvořen návrh lokalit intermodálních uzlů na základě rešerše, příkladech z projektů, strategií a vizí měst. Pro analýzu současného stavu a návrh nových lokalit intermodálních uzlů Prahy a jejího zázemí, bude využito volně dostupných prostorových dat. Zde bude využita dostupnost a napojení na jednotlivé druhy dopravní mobility. Na základě syntézy poznatků z literární rešerše a výsledků praktické části práce budou formulovány doporučení a závěry v oblastech sledování a získávání dat pro plánování inteligentních dopravních systémů a územního a dopravního plánování.

### **Doporučený rozsah práce**

Cca 70 stran včetně mapových příloh

### **Klíčová slova**

Smart City, plánování, intermodalita, doprava, udržitelný rozvoj

---

### **Doporučené zdroje informací**

Deakin, M., 2014: Smart cities: governing, modelling and analysing the transition, Abingdon: Routledge, 2014. ISBN 978-0-415-65819-5.

Hammadi, S., Ksouri, M., 2013: Multimodal transport systems [online]. Somerset: WILEY, 2013. ISBN 9781848214118;1848214111;1118577205;9781118577202.

Riggs, W., 2019: Disruptive transport: driverless cars, transport innovation and the sustainable city of tomorrow. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2019 ISBN 978-1-138-61316-4.

Schmeidler, K., 2010: Mobilita, transport a dostupnost ve městě, Brno: Novpress, 2010. ISBN 978-80-87342-12-1.

Slavík, J., 2017: Smart city v praxi: jak pomocí moderních technologií vytvářet město příjemné k životu a přátelské k podnikání, Praha: Profi Press, 2017. ISBN 978-80-86726-80-9.

Zelený, L., 2017: Osobní doprava, V Praze: C. H. Beck, 2017. ISBN 978-80-7400-681-4.

---

### **Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

### **Vedoucí práce**

Ing. Daniel Franke, Ph.D.

### **Garantující pracoviště**

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

**doc. Ing. Petra Šímová, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 15. 06. 2020

---

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Daniela Frankeho, Ph.D., a že jsem uvedl všechny literární a datové prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, dne 30. 6. 2020

.....

### **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Danielovi Frankemu, Ph.D. za cenné připomínky, rady a pomoc při vypracování diplomové práce na téma Smart City: Rozvoj udržitelné dopravní mobility Prahy.

V Praze, dne 30. 6. 2020

## **Abstrakt**

### **Smart City: Rozvoj udržitelné dopravní mobility Prahy**

Předmětem této práce je teoretické shrnutí principů udržitelné dopravní mobility s prvky konceptu Smart City a zhodnocením jejich možného využití v plánování Prahy. Práce se zabývá úlohou využití druhů osobní dopravy s možnými budoucími změnami v trendech osobní dopravy. Veřejná doprava je hlavním prvkem osobní dopravy a její propojování pomocí intermodálních uzlů dopravy je klíčovým prvkem udržitelné mobility, protože umožňuje snižování negativních jevů dopravy.

V praktické části je vytvořen návrh lokalit intermodálních uzlů na základě volně dostupných prostorových dat. Zde byla využita prostorová dostupnost a konektivita s ostatními druhy osobní dopravy. Na základě syntézy poznatků z teoretické a praktické části byly zhotoveny doporučení a závěry v oblasti udržitelné mobility k získávání dat a informací pro městské dopravní a územní plánování.

### **Klíčová slova**

Smart City, plánování, intermodalita, doprava, udržitelný rozvoj

## **Abstract**

### **Smart City: Development of sustainable transport mobility in Prague**

The subject of this thesis consists in a theoretical summary of sustainable transport mobility containing the elements of the Smart City concept as well as in the evaluation of any possible usage thereof in Prague planning. The thesis deals with the role of the use of means of public transport with possible future changes to public-transport tendencies. Public transport is the core of passenger transport, and the interconnection thereof using intermodal transport nodes is the key element of sustainable mobility, because it allows reduction in negative effects of traffic.

In the empirical part of this thesis, there is a draft of intermodal-node locations, based on available planning data. The spatial accessibility and the connectivity with other kinds of passenger transport were used. Based on the synthesis of knowledge arising from the theoretical and empirical sections, some recommendations and conclusions in the area of sustainable mobility to collect data and information for municipal transport and zoning plans were provided.

### **Keywords**

Smart City, planning, intermodal transport, sustainable development

# Obsah

Úvod	11
<b>1 Cíle práce</b>	<b>13</b>
<b>2 Metodika</b>	<b>14</b>
<b>3 Udržitelný rozvoj</b>	<b>15</b>
<b>4 Udržitelná doprava a mobilita</b>	<b>17</b>
4.1. Životní prostředí a environmentální udržitelnost. . . . .	18
4.2. Sociální udržitelnost . . . . .	19
4.3. Ekonomická udržitelnost . . . . .	19
<b>5 Koncept Smart City</b>	<b>21</b>
5.1. Historie Smart Cities . . . . .	22
5.2. Přístupy Smart City. . . . .	23
5.3. Prvky Smart City v mobilitě . . . . .	24
5.3.1. Snímací zařízení. . . . .	25
5.3.2. Data - Big Data . . . . .	26
<b>6 Smart mobilita</b>	<b>28</b>
<b>7 Doprava v městském prostředí - stručný vývoj</b>	<b>30</b>
<b>8 Druhy dopravy</b>	<b>32</b>
8.1. Pěší doprava . . . . .	32
8.2. Cyklistická doprava. . . . .	33
8.3. Automobilová doprava . . . . .	35
8.4. Veřejná doprava. . . . .	41
<b>9 Praxe udržitelné dopravy - technická úroveň</b>	<b>43</b>
9.1. Pěší doprava . . . . .	43
9.2. Cyklistická doprava. . . . .	45
9.2.1. Aktivní doprava . . . . .	45
9.2.2. Doprava v klidu . . . . .	47
9.3. Automobilová doprava . . . . .	50
9.3.1. Sdílené modely mobility. . . . .	50
9.3.2. Inteligentní dopravní systémy. . . . .	52
9.3.3. Autonomní vozidla . . . . .	60
9.4. Intermodální doprava. . . . .	64
9.4.1. Městské formy. . . . .	64
9.4.2. Mobility Huby . . . . .	66



<b>10</b>	<b>Praxe udržitelné dopravy - koncepční úroveň</b>	<b>69</b>
10.1.	Městské plány udržitelné mobility - SUMP . . . . .	69
10.2.	Mobilita jako služba - MaaS . . . . .	70
10.3.	Mobility Huby . . . . .	72
<b>11</b>	<b>Návrh řešení udržitelné mobility Prahy</b>	<b>75</b>
11.1.	Současný stav dopravy v Praze. . . . .	75
11.2.	Mobility Huby a jejich prvky. . . . .	77
11.3.	Návrh lokalit Mobility Hubů . . . . .	79
<b>12</b>	<b>Souhrnná doporučení v oblasti plánování udržitelné mobility Prahy</b>	<b>86</b>
<b>13</b>	<b>Diskuse</b>	<b>89</b>
<b>14</b>	<b>Závěr</b>	<b>91</b>
	<b>Přehled literatury a použitých zdrojů</b>	<b>92</b>
	<b>Přílohy</b>	<b>97</b>

# Seznam tabulek a obrázků

## Seznam tabulek

Tab. 1: Posun plánování městské dopravy směrem k udržitelné mobilitě. . . . .	36
Tab. 2: Souhrn úrovní automatizace řízení silničních vozidel . . . . .	40
Tab. 3: Benefit Mobility Hubů . . . . .	73
Tab. 4: Mobility Huby - prvky a komponenty. . . . .	78
Tab. 5: Kategorie hodnocení . . . . .	79
Tab. 6: Párové hodnocení jednotlivých kategorií . . . . .	80
Tab. 7: Normalizované váhy jednotlivých kategorií. . . . .	83

## Seznam obrázků

Obr. 1: Hierarchie udržitelné dopravy. . . . .	18
Obr. 2: Typické rozlišení konceptu Smart City . . . . .	24
Obr. 3: Možné vazby udržitelnosti a smart mobility . . . . .	29
Obr. 4: Názorná ukázka srovnání počtu cestujících využívající hlavní ulici . . . . . v Kodani (Dánsko) . . . . .	35
Obr. 5: Testování autonomního autobusu s elektrickým nabíjením. . . . .	42
Obr. 6: Sledovací zařízení pro pěší dopravu s identifikací občanů - Shanghai (Čína) . . . . .	45
Obr. 7: Místa vymezená pro systém Bike-Sharingu - Milán . . . . .	46
Obr. 8: Inteligentní signální značení - Kodaň. . . . .	47
Obr. 9: Největší parkovací zařízení pro jízdní kola na světě . . . . . - Hlavní nádraží Utrecht (Nizozemsko). . . . .	48
Obr. 10: Cyklistický dopravní management v reálném čase - Utrecht . . . . .	49
Obr. 11: Senzory poskytující údaje o stavu obsazenosti stojanů - Utrecht . . . . .	49
Obr. 12: Kamera pro detekci vozidel na semaforu - Miami (USA) . . . . .	55
Obr. 13: Bezdrátový senzor detekující vozidla - San Francisco (USA) . . . . .	57
Obr. 14: Parkovací místa se zapuštěnými senzory - Dubrovnik (Chorvatsko) . . . . .	59
Obr. 15: Mobilní aplikace pro parkování - Dubrovnik . . . . .	59
Obr. 16: Plánované mobility huby - Merve de (Nizozemsko) . . . . .	65
Obr. 17: Urbanistická koncepce dopravy - Merve de (Nizozemsko). . . . .	66
Obr. 18: Intermodální stanice München Freiheit - plán - Mnichov (Německo) . . . . .	67
Obr. 19: Intermodální stanice München Freiheit - Mnichov . . . . .	68
Obr. 20: Koncept mobility jako služba - MaaS . . . . .	71
Obr. 21: Komponenty mobility hubů . . . . .	73
Obr. 22: Vývoj změny meziročních počtů přepravených osob a počtů automobilů v Praze 76	
Obr. 23: Submodely pro multikriteriální analýzu . . . . .	81
Obr. 24: Vhodné lokality intermodálních Mobility Hubů. . . . .	85
Obr. 25: Souhrnná doporučení ke sledování dat a možného plánování dopravy . . . . .	88

# Úvod

Řešení dopravy a mobility je jednou ze současných i budoucích výzev při plánování měst. V důsledku klimatického vývoje se téma dopravy v posledních dobách zmiňuje hlavně s pojmy udržitelná doprava a udržitelná mobilita. Doprava stále představuje jednu z klíčových oblastí v městském plánování a zároveň definuje současné podoby a struktury měst.

Doprava v městském prostředí s sebou přináší spousty negativních projevů. Nejvýraznější je rozsah osobní dopravy uskutečňované hlavně osobní automobilovou dopravou. Osobní doprava zaujímá v současnosti ve městech největší podíl na nepříznivých faktorech ovlivňující životní prostředí způsobené například vysokou produkcí emisí znečišťující ovzduší, nepřiměřeným záborem volné půdy pro silniční dopravní infrastrukturu či vlivy na sociálním prostředí a veřejném zdraví.

Snížením nebo nejlépe eliminací těchto dopadů musíme změnit anebo uzpůsobit současný a budoucí stav myšlení v dopravním plánování. Přesunout se od klasického způsobu plánování k udržitelné formě dopravního plánování. Tyto změny se dotýkají celého způsobu pojetí systémů dopravního plánování dopravy a mobility. Jedním ze způsobů změny přístupu k plánování osobní, popřípadě transitní dopravy je využití konceptu Chytrého města - Smart City. Ústřední myšlenkou Smart City je využití prvků moderních technologií s využitím informačních a komunikačních technologií. Cílem je snížení důsledků současných forem dopravy způsobující zatížení a znečištění životního prostředí, dopady na veřejné zdraví, bezpečnost a sociální vyloučení.

Udržitelná doprava je spojována nejčastěji s vizí změny typu a způsobu pohonu dopravních prostředků s využitím energií z obnovitelných zdrojů. Zpravidla se jedná o využití elektromobility v osobní automobilové dopravě anebo veřejné hromadné dopravě. Odůvodněním je nulová lokální produkce emisí.

Udržitelná doprava se soustředí na efektivnost a udržitelnost využití dopravy a na uspokojení potřeb současné generace bez ohrožení potřeb budoucí generace. Nejudržitelnější dopravou je považováno využití pěšího způsobu dopravy. Následuje způsob využití cyklo dopravy a jejího ekvivalentu mikromobility. Pro větší počet přepravovaných osob na delší vzdálenosti je nejvhodnější udržitelnou dopravou veřejná hromadná doprava.

Jednotlivé prvky dopravy pro přepravu po městě nelze kompletně splnit zpravidla využitím jen jednoho z nich. V tom případě hrají hlavní roli prvky intermodalita a multimodalita. Tyto prvky znamenají efektivní propojení jednotlivých druhů dopravy v přestupních uzlech. Místa

přestupu jsou rozhodující z důvodu zvýšení časové a ekonomické efektivity cestujícího. V současné době je v Praze ohromné množství těchto přestupních uzlů pokrývajících velké, střední či malé množství stanic a lokalit umožňující přesun obyvatel. Ne všechna jsou přizpůsobena k plné udržitelnosti dopravy.

V současné době sílí trend mikromobility na krátké vzdálenosti s využíváním koloběžek a jízdních kol společně s kombinací nových sociálních přístupů ke sdílení dopravních prostředků. K rozmachu popularity mikromobility hlavně přispívá využití elektrických pohonů. Předností elektromobility jsou tedy minimální potřeby použití vlastní síly na provoz.

Rozmach krátké a rychlé elektrodopravy předstihlo připravenost dopravní infrastruktury. Neexistují ucelené prvky intermodality pokrývající nové způsoby přispívající k udržitelné dopravě. V této diplomové práci jsou proto popsány nové přístupy k intermodalitě skrze Mobility Huby jakožto další generace přestupních uzlů pokrývajících nejen tento trend dopravy.

Mobility Huby představují nový typ přestupních uzlů umožňující plně poskytnout prostor pro využití nových způsobů dopravy. Nedílnou součástí těchto Mobility Hubů je možnost naplnění nových prvků udržitelné mobility, ale i prvků nemobility doplňující veřejné prostředí.

Velkou vizí udržitelné dopravy je budoucí využití autonomie dopravních prostředků bez nutných zásahů člověka k řízení. Budoucí způsob dopravy bude nutný s plným využitím konceptu Smart City. Koncept využívá informační a komunikační technologie k propojení všech prvků dopravy prostřednictvím inteligentních dopravních systémů umožňující vzájemnou komunikaci a kooperaci vozidel s městským prostředím.

# 1 Cíle práce

Cílem práce je teoretické shrnutí principů udržitelné dopravní mobility ve městech s prvky Smart City a zhodnocení jejich využití. Praktickou částí je návrh lokalit intermodálních uzlů Prahy jako příkladu integrace inteligentních dopravních systémů.

## 2 Metodika

V teoretické části je zpracováno shrnutí principů konceptu Smart City, udržitelného rozvoje s hlavní součástí rozvoje měst: udržitelné městské dopravní mobility. Jsou zde popsány druhy osobní dopravní mobility ve městech s možnými budoucími změnami v trendech udržitelné dopravy. V práci je kladen důraz na udržitelnou městskou mobilitu osob s využitím prvků intermodality a inteligentních dopravních systémů. Intermodalita jako klíčová část udržitelné dopravy je představena v příkladech strategií a praktických projektech ze zahraničí.

V praktické části je vytvořen návrh lokalit intermodálních uzlů tzv. Mobility Hubů pro principy udržitelné mobility na základě rešerše, příkladech z projektů, strategií a vizí měst. Pro analýzu a návrh nových lokalit intermodálních uzlů Prahy a jejího zázemí je využito volně dostupných prostorových dat. Využito je 14 kategorií dat z aktualizované veřejné dopravy a jejich jízdních řádů, dopravní infrastruktury, sociodemografie a veřejné vybavenosti, dále dopravní dostupností s možnostmi napojení na jednotlivé druhy dopravní mobility.

Celá analýza je zpracována v prostředí geografického informačního systému s využitím aplikace ArcGIS. Pro analýzu návrhu lokalit Mobility Hubů je využita multikriteriální analýza (multiple-criteria decision analysis - MCDA) s využitím párového porovnání kritérií metody analyticky hierarchického postupu (AHP). Párové porovnávání bylo použito pro stanovení vah kritérií k pozdějšímu výpočtu. Finální výpočet je proveden pomocí prostorové analýzy proložení jednotlivých rastrových dat získaných odvozením z dat vektorových. Potřebná data pro analýzu lokalit byla získána z volně dostupných datových zdrojů. Odvozování klasifikace jednotlivých dat probíhalo na základě zjištěné hustoty dopravy, dostupnosti v prostoru nebo například u sociodemografických dat na základě absolutních hodnot daných oblastí. Vymezené lokality jsou analyzovány pomocí funkce *Weighted Overlay* s využitím již vypočtených vah z párového hodnocení důležitosti kritérií.

Závěrečná část práce obsahuje na základě syntézy poznatků z literární rešerše a praktické části doporučení pro skladbu dat potřebných pro efektivní sledování a plánování v oblasti územního plánování pro inteligentní dopravní systémy v konceptu Smart City přispívající k udržitelné mobilitě.

### 3 Udržitelný rozvoj

Koncept udržitelnosti byl zahájen v roce 1972 konferencí Organizace spojených národů (OSN) o životním prostředí ve Stockholmu. Zdejší sympozium bylo prvním sympoziem výhradně vedeným k projednání otázek zaměřeným výhradně na životní prostředí. Samotný termín udržitelnosti byl ale již znám s činností Římského klubu seskupující skupiny vědců, kulturních nebo politických osobností. Výsledky zmíněného klubu vycházely z předpokladu krizového stavu životního prostředí a životní situace lidstva (Bueno a kol., 2015).

Později na základech těchto myšlenek ekologického rozvoje zmínila komise Bruntland report (pojmenovaná podle předsedkyně Světové komise pro životní prostředí a rozvoj OSN - Gro Harlem Bruntlandové) definici pro ochranu životního prostředí tak, jak je v dnešních dobách nejčastěji uváděna. Nejznámější a nejpoužívanější definice udržitelného rozvoje zní následovně: „*Udržitelný rozvoj je rozvoj, který naplňuje potřeby současnosti, aniž by ohrozil schopnost budoucích generací naplnit své potřeby.*“ (Bruntland, 1987).

Životní úroveň, která překračuje základní minimum je udržitelná, pouze pokud spotřební úroveň zohledňuje dlouhodobou udržitelnost. Přesto se stále zvyšuje rámec spotřeby prostředků světa, například ve využití neobnovitelných zdrojů. Pokud jde o neobnovitelné zdroje v dopravě jsou nejvíce spotřebovávána fosilní paliva. Jejich neudržitelné využívání snižuje budoucí zásoby pro následné generace. To však neznamená, že by se takové zdroje neměly využívat. Udržitelný rozvoj vyžaduje, aby míra čerpání neobnovitelných zdrojů nezpůsobovala zásah do budoucího množství zásob.

Maier (2012) se například zmiňuje o významu dvou rozměrů udržitelného rozvoje v přednesené definici. Prvním rozměrem z nich je časový rozměr popisující zodpovědnost generací a jejich generačního společenství - vyjadřující mezigenerační zodpovědnost. Druhým rozměrem je rozměr prostorový - popisující zodpovědnost a solidaritu mezi společnostmi sdílející společný prostor regionů a kontinentů.

Později následovaly další konference s posunem od primárního důrazu na životní prostředí k dalším oblastem. Zaměřovaly se na sociální a ekonomický rozvoj. Pojetí udržitelného rozvoje není jednotné a může se rozvádět do více oblastí. V našich podmínkách definuje udržitelnost rozvoje Zákon o životním prostředí č. 17/1992 Sb., následovně: „*Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.*“ (§ 6).

V definici směřující k udržitelnosti v dopravě a mobilitě se zohledňují hlavně principy udržitelnosti, pokud dopravní projekty přispívají k podpoře hospodářského rozvoje a naplňují dopravní potřeby společnosti takovým způsobem, který je v souladu s přírodními zákony a lidskými hodnotami (Bueno a kol., 2015).

Hodnoty udržitelnosti lze začlenit v dopravním prostředí v různém stádiu plánování. Například v projektování prvotní koncepce dopravního systému a staveb kde jsou možnosti ovlivňovat např. konstrukce, (investiční náklady projektu, obvykle zahrnující náklady na pořízení půdy, případně projektové, správní nebo stavební výdaje), náklady budoucího provozu a údržby (náklady na znečištění ovzduší s účinky na kvalitu ovzduší způsobené údržbovými činnostmi), fáze recyklace, opětovného použití či odstraňování dopravního projektu. Plánování je možné koncipovat již s ex antem hodnocení udržitelnosti, tedy zjištěním možných dopadů na životní nebo sociální prostředí již před realizací projektu v jeho přípravné fázi.

Udržitelná doprava podle Schmeidlera (2010) neznamena jen primární vliv dopravy na životní prostředí. Udržitelnost dopravy znamená svobodu pohybu, zdraví, bezpečnost a kvalitu života pro již zmiňované současné i budoucí generace. Nutností je energetická účinnost a šetrnost k životnímu prostředí. Nesnižování ekonomického rozvoje s možností poskytovat služby a příležitosti všem a to včetně sociálně nebo ekonomicky slabších, starších či pohybově znevýhodněných spoluobčanů.

Myšlenka udržitelnosti městské mobility překročila zaměření na ekologii a přírodní prostředí tak, aby zahrnovala také sociální, ekonomický a institucionální rozměr. Mají-li se městské oblasti stát sociálně, environmentálně a ekonomicky udržitelnými, je zapotřebí celkový a integrovaný přístup územního plánování a plánování dopravy. V celkové míře se proto berou v úvahu celkově někdy i čtyři pilíře udržitelnosti; sociální, environmentální, ekonomické a institucionální dimenze. Nejsou striktně oddělené protože mezi nimi často existují důležité synergie a přínosy. Například provádění ekonomické udržitelnosti může být určitým přínosem pro životní prostředí tím, že je možné uvést do procesu úhrady veřejných nákladů například zavedením daňových politik, které potom vedou například k šetření spotřebovávaných energií.

Kvalitní koncepce udržitelného dopravního rozvoje začíná v dobré organizaci městského prostoru. Hlavním cílem všech městských prostorů by měla být snaha snížit potřebu dopravy na co nejnižší nutnou míru a to maximálním snížením počtu cest a jejich celkové délky. Kvalitním předpokladem je patřičná hustota měst.



## 4 Udržitelná doprava a mobilita

Doprava je jedním z klíčových odvětví ekonomiky. Poptávka po přepravě zboží a osob neustále roste a je třeba vytvořit právní i ekonomické podmínky pro poskytování veřejných služeb v dopravě a zajistit infrastrukturu odpovídajícího růstu přepravních potřeb. Udržitelnou dopravu lze definovat jako dopravu, která vytváří podmínky pro takové přemísťování osob a nákladů, která je na jedné straně funkční, bezpečná a ekonomická a na druhé není v rozporu s udržitelnou spotřebou přírodních zdrojů. Udržitelná doprava snižuje zátěž a eliminuje negativní vlivy na lidské zdraví. Celkovým projevem strategie k udržitelné dopravě je dosažení efektivní a optimální přepravy osob a nákladů, nižší využití motorových vozidel, vyššího využití prostředků hromadné dopravy, lepšího využití kapacity vozidel a většího využití nemotorové dopravy ve městech i jejich zázemí. Doprovodným úkolem je prosazení výraznější ekoeфекtivity dopravních prostředků, zejména automobilů. Znamená to zvyšování úspornosti automobilů, ale také prosazování vozidel s alternativním pohonem (Adamec, 2008).

Udržitelná doprava je ta, která vytváří takové podmínky pro přemísťování osob a nákladů, která je na jedné straně funkční, bezpečná a ekonomická a na druhé straně není v rozporu s udržitelnou spotřebou přírodních zdrojů, snižuje zátěž životního prostředí a eliminuje negativní vlivy na lidské zdraví (Kampf, 2008).

Udržitelná doprava zejména upřednostňuje intermodální dopravu. V takovém případě se jedná o takový druh dopravy, který využívá při cestě od zdroje alespoň dva dopravní módy. Většinou je to týmová souhra většího počtu prostředků v rámci jedné cesty tzv. dopravního řetězce. Dále integruje dopravní systémy, městskou hromadnou dopravu (MHD) a cyklistickou dopravu. Posledním místem preference je prosazování a využívání nových technologií.

Systém veřejné dopravy jako klíčová součást udržitelné dopravy představuje kromě cyklistiky a pěší chůze také jeden z nejdůležitějších faktorů pro dosažení udržitelnějšího města. Systém veřejné dopravy zahrnuje jak fyzickou infrastrukturu, včetně silnic, železničních tratí a chodníků, tak i úroveň a kvalitu služeb poskytovaných občanům, např. dostačující frekvenci autobusů a vlaků a odpovídající dobu cesty. Pokud jde o výhody udržitelné dopravy, správně udržitelný dopravní systém dosahuje maximální účinnosti, poskytuje příznivé podmínky pro energeticky účinné formy dopravy, omezuje emise CO<sub>2</sub>, umožňuje spravedlivou dostupnost služeb a zařízení, podporuje obnovitelné zdroje energie, snižuje cestovní potřeby a náklady, minimalizuje využití půdy a podporuje živou ekonomiku (Bibri, 2020).

Tradiční doposud naplňovaná definice dopravy spočívá v dosažení maximální mobility.

Podle ní je doprava maximalizací svobodných měřených přemístění vzhledem k jejich rychlosti a rozsahu. Nejčastější formou dopravy ztotožňovanou s dosažením dokonalé mobility s jízdním komfortem, svobodou, pohodlím, uskutečňováním dopravy v jakémkoliv směru i čase, je doprava individuální automobilová. Paradoxem této dopravy je častá imobilita vznikajícími dopravními kongescemi, tedy nedostatečnou průjezdností infrastrukturou vzniklými dopravními kolonami.

Dokonalý dopravní systém minimalizuje dopravu na nepotřebnou, ale v jakémkoliv případě nabízí dostupný volitelný způsob výběru typu i rychlosti dopravy pro uspokojení cílů přepravy.

**Obr. 1:** Hierarchie udržitelné dopravy



Zdroj: Vlastní zpracování dle (Bergman, Bergman, 2019)

Doprava ve většině případů narazila na své environmentální a sociální limity. Projevuje se to například množstvím automobilů zabírajících ve městech veřejný prostor. Dopravní proud se zpomaluje a časté dopravní zácpy - kongesce přinášejí velké ekonomické ztráty.

Udržitelný rozvoj i udržitelná mobilita splňují podmínky udržitelnosti pokud se věnují vztahu k šetrnému zacházení s přírodními zdroji a rozumnou hospodárností. Zajišťují naplnění lidských potřeb, aniž by se snižoval další potenciál naplnění potřeb příštích generací, potřeb jiných společností a snížili bohatství přírody.

#### **4.1. Životní prostředí a environmentální udržitelnost**

Z environmentálního hlediska je trvale udržitelný dopravní systém takový, ve kterém míra využívání obnovitelných zdrojů nepřesahuje možnosti jejich vytváření a míra využívání neobnovitelných zdrojů nepřesahuje míru vytváření obnovitelných zdrojů, míra znečištění nepřekračuje absorpční kapacitu životního prostředí (Pokorný, 2006). Zatěžujícími projevy pro životní prostředí jsou vysoká spotřeba energií, znečištění hlukem, fragmentace krajiny, ztráta biologické rozmanitosti a přírodních stanovišť, celková degradace krajiny s negativními vizuálními dopady na pohledové elementy.

## 4.2. Sociální udržitelnost

Doprava, jako i jiné odvětví veřejných činností, působí na sociální prostředí s dlouhodobě negativními účinky. Z hlediska dlouhodobých dopadů na lidskou společnost se všeobecně uvádí vliv na snížení veřejného zdraví a nemocnost.

Relativně krátkodobé škodlivé účinky provozování dopravy způsobují několik přímých důsledků na blízké veřejné okolí a na samotné cestující. Především jsou jimi hluk, exhalace, vibrace, kongesce, nehody atd. Provoz dopravy často znamená velmi rychlý pohyb nepřehledného proudu vozidel. To má nepříznivý vliv na psychiku a estetické vnímání obyvatel.

Velká hustota dopravy vede k nutnosti soustředit parkovací plochy do relativně malých prostorů.

Problémy s dopravou mohou tvořit významné bariéry sociální inkluzi. To znamená že lidé nemají přístup k různým službám, to vede k sociálním důsledkům vedoucím k exkluzi. Jedním z důsledků sociální exkluze je nemožnost dostatečného využívání dopravy z důvodů nízkých příjmů. Vedoucí trasy například mnohdy nevedou do vhodných míst. Problémy s poskytováním dopravy a lokací služeb mohou posilovat exkluzi. Zabraňují lidem v přístupu ke klíčovým lokálním službám a aktivitám např. k práci, škole, zdravotní péči, nákupu potravin či jiným volnočasovým aktivitám.

Schmeidler (2010) uvádí k tématu dosažitelnosti dopravy dle sociálního rozlišení uživatelů dopravy mezi tzv. *choice raiders (svobodní)* a *captive raiders (spoutaní)*. Jako *choice raiders* můžeme označit takové skupiny lidí, kteří mají možnost zvolit si pro ně výhodný a pohodlný dopravní prostředek - mezi ně patří především ekonomicky aktivní muži cestující v automobilech. Opakem jsou *Captive raiders*. Jsou jimi ti, jimž možnost volby dopravního prostředku chybí nebo jsou odkázáni na volbu mezi pro ně nevýhodnými a nepohodlnými dopravními prostředky (k nim patří podle kontextu veřejná doprava, bicykl, chůze atd.) k této skupině patří kromě starších lidí také lidé zdravotně, fyzicky, mentálně postižení a také děti.

Narušení sociálního společenství mají ve svém důsledku vlivy a dopady na podnikání, komunitní služby a celkovou zaměstnanost.

## 4.3. Ekonomická udržitelnost

V mnoha městech se vývoj skládá ze dvou hlavních kontrastních typů rozvoje. Prvním je charakterizován velkými příměstskými rezidenčními oblastmi spojenými s mnohdy nadbytečnými stavebními úpravami zasahujícími do krajiny. Druhým typem rozvoje jsou

komerční formy obsahující obchodní a logistické komplexy. Ty jsou zvláště ceněny pro svoji vysokou obsluhu měst ale i předměstí jakožto suburbánní zónu.

Důsledkem je ekonomická zátěž na rozpočty hlavních měst a blízkých obcí z důvodů nutnosti budování dalších kapacit dopravních infrastruktur, budování nových veřejných občanských zařízení, které poskytují základní služby. Nezávládnutým výsledkem bývá slabá dopravní obslužnost, doprovázena žádnou nebo slabou veřejnou dopravou s nedostatečně vedenými trasami veřejné dopravy.

Ekonomické náklady na infrastrukturu vznikající její výstavbou, údržbou a provozem. Tyto náklady vedou k ekonomické neudržitelnosti veřejných financí zpravovanými zasaženými obcemi. Neudržitelná není jen ekonomika veřejné správy, ale i ekonomiky provozních nákladů veřejných provozovatelů dopravy. Výsledkem pro uživatele dopravy jako cestujícího znamenají cesty zpravidla vyšší ekonomické náklady.

Komplexním souhrnem ekonomických dopadů může být celkový vliv na makroekonomické výsledky zaměstnanosti celých oblastí, případně regionů.

## 5 Koncept Smart City

Technologický pokrok a moderní technologie umožňují městům instrumentovat, tedy možnostmi pracovat se schopnostmi moderních přístrojů umožňující efektivní správu věcí veřejných. Moderní prostředky usnadňují shromažďování velkého množství informací a dat, než kdy bylo dříve možné. Městům moderní technologie usnadňují zkoumat, měřit a ovlivňovat více procesů a aspektů provozů měst.

Města jsou stále více propojená, což umožňuje volný tok informací z jednoho systému města do druhého. Jednotlivá propojení pak zvyšují účinnost celkové infrastruktury. Aby města mohla plnit výzvy nových trendů udržitelnosti zahrnující velké části oblastí měst, musí se města stát v plánování chytřejšími a používat nové technologie k transformaci svých systémů k úspěšnému využití budoucích zdrojů. Budoucí města se stanou komplexním systémem proměnlivého schématu, kde informační a komunikační technologie jsou hnacím motorem všech komunikačních spojení (Deakin, 2014).

Digitalní věk pokračuje ve svém postupu a přináší nové technologické možnosti. Takové možnosti jsou hlavně založeny na stále jemnější elektronické konektivě a propojenosti lidí. Vzájemná konektivita lidí je možná v prostoru v interakci s dalšími lidmi. V interakci a konektivě mohou být i připojené objekty ve veřejném prostoru. Vše je podpořené výkonnými možnostmi sběru, shromažďování a zpracování dat. Prvky nových technologií dokáží transformovat zásadní oblasti plánování. Mohla by se transformovat hlavně městská mobilita budoucnosti. S vývojem dopravy jsou spojeny nové formy pohonu; nové formy řízení vozidla; změna obchodních modelů vlastnictví apod. Zásadními trendy pro změnu jsou mobilní a internetové technologie, které posilují a vybavují jednotlivce novými příležitostmi k činnostem bez nutnosti cestovat (Lyons, 2018).

Pojmem Smart City (Chytrého nebo také inteligentního města) v současné době rozumíme konceptem strategického řízení města, případně celé oblasti nebo regionu. V konceptu Smart City jsou pro správu využívány moderní technologie pro ovlivňování kvality života ve městech a jejich následnému uplatňování v cílech měst (Slavík, 2017).

Možnostmi, kterými je možné ovlivnit správu městských systémů jsou koncepce chytrých a inteligentních měst. Odliv myšlenek od tradičního plánování k přechodu nových moderních stylů plánování. Styly založené na moderních technologiích informačních a komunikačních technologií skrze internetového prostředí.

V konceptu Smart City je současně veden důraz na tvrdé i měkké aspekty řízení života ve městě a na soulad šedé i zelené infrastruktury města. Koncept Smart city se tedy netýká jenom pouze samotného používání moderních technologií, ale klade si za cíl napomoci celkovému hospodářskému růstu měst a kvalit městského životního prostředí. Využití moderních technologií není jediným cílem konceptu. Jedná se hlavně o klíčový prostředek k dosažení zmiňovaných ekonomických a sociálních cílů, nejen v udržitelné podobě. Existuje mnoho podob rozlišení postupů v konceptu Smart City. Vždy se ale jedná o podobný přístup: principy, systém a struktura (Slavík, 2017).

## 5.1. Historie Smart Cities

První historickou událostí, která vyústila v rozvoji měst založených na technologiích jako zprostředkovatele znalostí i inovací byla druhá světová válka. V těchto „smart“ městech byl vědecký a technický výzkum umístěn na jednom soustředěném místě. Úkolem této oblasti bylo provádět výzkum a vývoj související s válkou. Komninos (2014) uvádí jako první inteligentní město Bletchley Park v roce 1939 ve Velké Británii. Toto rané vědecké město soustředilo kryptografické vědce pověřené dešifrováním šifer obsažených ve zprávách nacistických nepřátel. Poprvé zde byly soustředěny individuální, kolektivní a strojové inteligence na úrovni celé komunity. Fyzická blízkost a propojení umožňovalo rychlejší řešení problémů, rychlejší reakce s kvalitnějšími, efektivnějšími postupy a nižšími provozními náklady.

V následujících letech po válce se objevovali sídla, kde se shromažďovaly velké výrobní společnosti. Často mezi své operace zahrnovaly výzkumné a vývojové činnosti. Byla fyzicky blíže k obydleným městům a dostávala jména jako průmyslové oblasti, výzkumné parky a podnikatelské inkubátory. Silicon Valley v symbióze se Stanfordskou univerzitou je pravděpodobně nejznámějším příkladem tohoto druhu. Vědci, inspirovaní fenoménem Silicon Valley, začali postupně zkoumat spojení znalostí, inovací a fyzického nebo virtuálního propojení měst. Většina současných myšlenek a výzkumů inteligentních a kreativních měst je zakořeněna v hlavně období 60. a 70. let (Angelidou, 2015).

Koncept inteligentního města vznikl v důsledku hledání ideálního města, které by eliminovalo negativní dopady při současném zachování výhod urbanizace. Obdobně jako tomu bylo u předchozích případů propojených měst se myšlenky uplatňují ke zlepšují fungování měst, vedoucí ke zvýšení hodnoty sociálního kapitálu, znalostí a organizačních řešení. Podstata inteligentního města spočívá ve významném zlepšení fungování města než v rozvoji ideálního města (Tomanek, 2017).

Základním rozlišením v uplatňování konceptu jsou města jako finální příjemci koncepcí. Jedná se zprvu o rozlišení na města historická spojená tradičním rostlým vývojem. Posléze města nová postavená takříkajíc na zelené louce. Historická města, nejčastěji Evropská mají limitované možnosti aplikování nových technologií a infrastruktur, ale zase mají dostatečnou úroveň rozvoje, aby je mohla implementovat. Zatímco nově postavená města v moderních obdobích (např. čínská města nebo města ve Spojených arabských emirátech) jsou snadno připravená na budoucí návrhy strategií a projektů (Sanseverino, 2017).

Jiné výrazy používané zaměnitelně s odkazem na moderní města zahrnují: inteligentní město, město znalostí, udržitelné město, digitální město a eko-město. Všechny tyto koncepty jsou založeny na slibných účincích a efektech aplikací informačních a telekomunikačních technologií (ICT), jakož i na víře v možnosti účinného provádění složitých městských a sociálních řešení díky ICT.

## 5.2. Přístupy Smart City

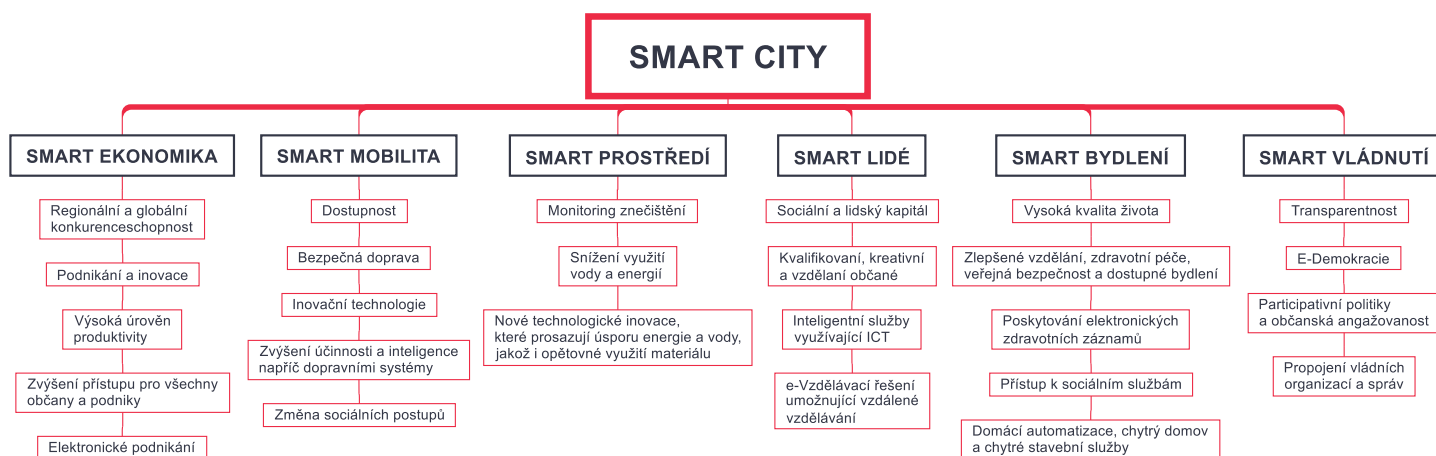
Vývoj koncepce Smart City je utvářen složitou směsicí technologií, sociálních ekonomických faktorů, mechanismů řízení. Realizace Smart City závisí na odlišných cestách, cílech a velikostech měst. Ve skutečnosti existuje mnoho dalších terminologií, které mohou nahradit termín Smart City. Jsou jimi udržitelné město, talentované město, kreativní město, digitální město, ekologické město apod.

Hlavními konstrukčními prvky koncepce Smart City (viz. Obr.2) jsou zpravidla prvky smart ekonomiky podporující konkurenceschopnost podnikání, vysokou úroveň produktivity, zvýšenou úroveň inovací. Dále smart prostředí umožňující optimalizace využití přírodních zdrojů, snížení znečištění, podpora využívání obnovitelných zdrojů. Oblast Smart lidé se soustředí na celoživotní vzdělávání s efektivním využíváním tzv. lidských zdrojů. Smart bydlení ovlivňuje kvalitu života a zahrnuje aspekty jako zdravotní péči, bezpečnost a celostní domácí automatizaci. Spravování věcí veřejných je zde zahrnuto s větší transparentností a participací občanů. Posledním sektorem kterým se Smart City věnuje je z pohledu této práce nejdůležitější smart mobilita.

Smart mobilita (nebo také inteligentní) je oblast Smart City představující obecně a široce definovanou mobilitu, která zahrnuje nejen tradičně chápanou přepravu osob a zboží, ale také šíření informací digitálními prostředky. Hlavní úlohou oblasti Smart mobility je propojení všech zdrojů města - lidí, zboží a informací. Nejjednodušší a nejrychlejší způsob,

jak zvyšovat úroveň rozvoje města, je z pohledu tohoto aspektu předností neustálého provozu komunikace s každým obyvatelem i návštěvníkem. Tato oblast je nesmírně důležitá, pokud jde o konkurenceschopnost a stupeň rozvoje města, kde je nutnost pohybu mezi stále vzdálenějšími částmi městské oblasti nebo více či méně vzdáleným předměstím se stává pořád větším problémem. Základem inteligentní mobility jsou informační a komunikační technologie (ICT), které v současné době hrají a budou stále hrát klíčovou roli v oblasti mobility.

**Obr. 2:** Typické rozlišení konceptu Smart City



Zdroj: Deakin, 2014, vlastní zpracování

Shrnutím, moderní technologie městu umožňují: vytvořit inteligentní přístup k datům a informacím, vytvořit nové vztahy mezi vládními strukturami (inteligentní správa měst), průvodce mezi novými inovačními projekty, zajištění součinnosti a spolupráce mezi jednotlivými systémy dopravy, energií, zdravím nebo vzděláním.

### 5.3. Prvky Smart City v mobilitě

Klíčovým prvkem Smart City je mobilita. Koncept Smart City zmiňuje dopravu prostřednictvím smart mobility založené na udržitelné mobilitě. Inteligentní mobilita je založená na prvcích ICT, zejména inteligentních dopravních systémech (Intelligent transport systems - ITS). Využití internetu ve spojení s prvky ovládající mobilitu umožňují včasné a dostupné řešení v reálném čase. Pomocí senzorů napojených na internet dokáží data sbírat, analyzovat a archivovat pro správné řízení dopravy.



Dominantním projevem spojování digitálního věku a motorického věku byla úloha ICT při podpoře propojení společnosti - jak z hlediska cestovních informačních služeb, tak z hlediska usnadnění samotné spotřeby času na cestování. Taková podpora může pomoci řešit účinnost a přitažlivost mobility pro uživatele a může také přispět k cenové dostupnosti (Lyons, 2018).

V éře moderních digitálních technologií i samotný uživatel představuje významnou položku k zlepšení dopravy. Obyvatelé více než kdy jindy mohou zasáhnout do aplikací nových technologií. Samotný uživatel si může na sebe obléknout senzor umožňující sběr a sledování dat tzv. Wearables – nositelnou elektroniku.

### **5.3.1. Snímací zařízení**

Hlavním prvkem budoucí správy měst je implementace různých snímacích zařízení, senzorů a kamer umožňující detekci různých situací. Oproti stávajícímu využití senzorů jsou nové prvky napojeny na internet s přenosem dat v reálném čase.

Internet věcí ( Internet of Things - IoT) slouží jako hlavní podmínka v konceptu Smart city. Sensory v procesu napojení na internet umožňují nepřetržité posílání obrovského množství dat uváděných také jako Big Data (Velká data) v reálném čase všem potenciálním uživatelům vybraného systému. Technologie směřuje k lepší podpoře včasného rozhodnutí a informovanosti. Představitelem této skupiny technologií jsou senzory Internetu Věcí (Internet of Things, - IoT). Internetem věcí je právě označení pro skupinu fyzických zařízení připojených neustále k síti internetu. Zařízení jsou připojena a neustále snímají a sbírají data v reálném čase umožňující spravování potřebných služeb.

Digitální spotřebitel nejen může využívat informace ze snímaných prostředků, ale zároveň sám může přispívat do systému sběru informací. Například řešením podporujícím IoT by mohl být koncept „Vstup/výstup. K měření dochází, když cestující vstoupí nebo začne používat dopravní prostředek a když jej opustí nebo přestane používat. Tento přístup usnadňuje třeba účtování použitých služeb (Flügge, 2017).

Výrazným impulsem k rozvoji snímacích zařízení bude technologie internetu věcí IoT (Internet of Thing -IoT). Tyto zařízení budou neustále zapojena v prostředí internetu a budou schopna neustále vysílat informace k uživatelům a provozovatelům. Hlavní výhody snímacích zařízení na principu IoT jsou nové přístupy k systému managementu dopravních prostředků (systém bude monitorovat stav procesů při provozu dopravy, sledování pohybu a polohy vozidel). Nové přístupy k řízení služeb pro cestující např. poskytování aktuálních informací o cestě. Nebo dohledem nad bezpečností provozu, sledování technického stavu vozovky apod.

### 5.3.2. Data - Big Data

Přesná definice Big data formálně neexistuje. Existuje velké množství definic, které ale spojuje řada charakteristických znaků: obrovský objem skládající se z terabytů až petabytů dat, vysoká rychlost vytváření dat v reálném čase, různorodost a rozmanitost dat, strukturovanost a nestrukturovanost dat, časově a prostorově určená s vyčerpávajícím jemnozrnným rozsahem a rozlišením co nejlépe určujícím identifikaci objektu (Bibri, 2019a).

Big Data a jejich získávání, následné zjišťování znalostí z nich je velká výzva budoucnosti. Nesnadným úkolem pak bývají úlohy ke skladování, správě, organizaci, zpracování, analýzy, interpretace, hodnocení, modelování, simulace a výsledné vizualizace získaných výsledků pro účely řízení měst. Velké datové výpočty potřebují množství podpůrných technologií pro obsáhlý výpočet. Bude potřeba nových technik a algoritmů k spotřebování nových a datově náročných informací (Bettencourt, 2014).

V souladu s tím vyžadují velké datové výpočty obrovský úložný a výpočetní výkon pro správu a zpracování dat za účelem objevování nových nebo získávání užitečných znalostí obvykle určených k okamžitému použití v řadě nesčetných rozhodovacích procesů pro dosažení různých účelů.

V oblasti inteligentního udržitelného urbanismu se analýza velkých dat týká souboru sofistikovaných a specializovaných softwarových aplikací a systémů správy databází provozovaných stroji s velmi vysokým zpracovatelským výkonem, které mohou z velkého množství městských dat udělat užitečné znalosti pro lepší rozhodování - vytváření a hluboký vhled do různých městských oblastí, jako je doprava, mobilita, životní prostředí, energie, využívání půdy, nakládání s odpady, vzdělávání, zdravotnictví, veřejná bezpečnost, plánování a design a správa (Bibri, 2020).

Big Data lze použít k identifikaci trendů a dosažení závěrů v městském prostředí a jeho souvisejících požadavků, které se v něm vyskytují. Výsledek správy a plánování měst pak může být účinnější, spravedlivější a „chytřejší“.

Bettencourt (2014) zmiňuje některé aspekty moderní podoby zpracování dat. Popisuje problémy „plánovačů“, kteří mají dva problémy: problém znalostí a problém výpočtu. První problém se týká plánovacích dat potřebných k mapování a porozumění současnému stavu inteligentního udržitelného města. Lze si představit, že městský život a fyzická infrastruktura by mohla být přiměřeně snímána na několika milionech míst za jemné časové řady, což by vytvořilo obrovské, ale zvládnutelné tempo toku informací pomocí pokročilých forem

ICT. Není nemožné, byť stále nepravděpodobné, vymyslet a vyvinout technologie, které by plánovači umožnily přístup k podrobným informacím o všech aspektech infrastruktury, služeb, společenského života a stavu životního prostředí v inteligentním udržitelném městě. Druhý problém se týká výpočetní složitosti při provádění úkolu plánování z hlediska počtu kroků nezbytných k identifikaci a posouzení všech možných scénářů a výběru nejlepšího možného postupu.

V současné době můžeme situaci v oblasti inteligentních měst charakterizovat dvěma formálníma silama, které udávají směr vývoje. Jedná se o technologický tlak a poptávku. Technologický tlak znamená, že nové řešení / produkt je uveden na trh v důsledku rychle se rozvíjející vědy a technologie, tj. poháněn nabídkou, bez ohledu na vyjádřené potřeby společnosti. Poptávka se týká řešení / produktů vyvíjených a komercializovaných v důsledku vědeckého výzkumu reagujícího na poptávku ze strany společnosti. Tuto teorii lze použít k vysvětlení nejnovějších událostí v oblasti inteligentních měst a konceptů Smart City.

Digitální připojení může ovlivnit motorizovanou dopravu několika způsoby. Může nahradit motorovou dopravu. Může také doplnit fyzickou mobilitu tím, že umožní digitální připojení aniž by se tím zvyšovalo zatížení fyzické mobility v městských oblastech. Digitální připojení může samozřejmě také vést ke zvýšené fyzické mobilitě. To však není nevyhnutelné.

Shrnutím hlavní role Big Dat v udržitelné mobilitě je zlepšení a optimalizace transportu materiálů, výrobků a lidí. Podklady pro výpočet a analýzu nákladů a dopadů na životní prostředí. Řešením způsobů dopravy lidí, kombinující všechny druhy dopravy. Vybavením veřejné dopravy senzory GPS pro sledování pohybu. Řešení problémů spravedlnosti a začlenění do městské dopravy pomocí aplikací pro chytré telefony a tím vytvoření sociálně udržitelné městské dopravy. Zvyšování účinnosti dopravního systému je ovlivňováno rozhodnutí o chování při cestování pomocí pokročilých platforem a aplikací pro chytré telefony. Využívání informací o cestujících pro plánování nových tras a silniční infrastruktury. Poskytování požadovaného výkonu dopravního systému na základě vzdáleného internetového řešení (cloudového řešení) a pomoc městskému prostředí při lepším rozhodnutí kombinací generovaných velkých datových a prostorových analýz založených na IoT.

## 6 Smart mobilita

S použitím moderních technologií pro generování a sdílení dat, informací a znalostí, ovlivňující rozhodnutí lze technologicky zlepšit celkovou mobilitu. Lepší správu celkového provozu dopravních prostředků na dopravních infrastrukturách.

Jedním z rizik při takovém myšlení plánování dopravy je to, že se omezuje jenom na lepší plnění a spotřebu mobility, než abychom dopravní situaci skutečně budovali na základě opravdových předpokladů reálné spotřeby mobility. Zlepšení mobility má často neúmyslné a nežádoucí důsledky: snadnost pohybu má tendenci vyvolávat větší počty potřeb a další dopravní poptávky po dopravě. To může vytvořit další tlak na systém dopravy, a ještě více prohloubit závislost na nadbytečné mobilitě. Toto může být pro další plnění budoucí udržitelnosti zásadní.

Jsme v době, která nabízí propojování digitálních technologií s širšími odvětvími dopravy. Začíná se překrývat spolupráce moderních technologií namísto jejich konkurence.

Smart mobilita má několik zásadních bodů na které se soustředí. Jsou jimi konektivita, dostupnost, atraktivnost a udržitelnost. Konektivita moderní dopravy znamená že fyzická doprava už není jen z jedním z možných způsobů mobility. Propojení může nastat i jiným než fyzickým způsobem. Digitální propojení je alternativním prostředkem k překračování vzdáleností – v některých případech pro lidi a v některých pro zboží (zejména pro digitální produkty a služby, jako je software, hudba, knihy atd.). Větší přechod k novému způsobu práce a vytváření znalostí může znamenat odstranění největších negativních externalit městské mobility. Zároveň, kde není možné využívat digitální mobilitu je nutné snížit možné vykonané vzdálenosti. To ve většině případech není možné vždy dokázat. V tom případě je nutné propojit oba dva světy fyzického a virtuálního prostředí a umožnit efektivní a rychlou volbu výběru efektivní dopravy na základě reálných podmínek v prostředí města. Atraktivnost se týká všech sociálních skupin. Jednotlivcům z dílčích sociálních skupin musí být systém chytré mobility schopen vyhovět v jejich potřebách a zajistit jim jejich žádoucí podmínky přepravy. Zde je nutno brát ohled na to že systém musí být atraktivní i z hlediska návratnosti investic uživatelů do dopravy (Lyons, 2018).

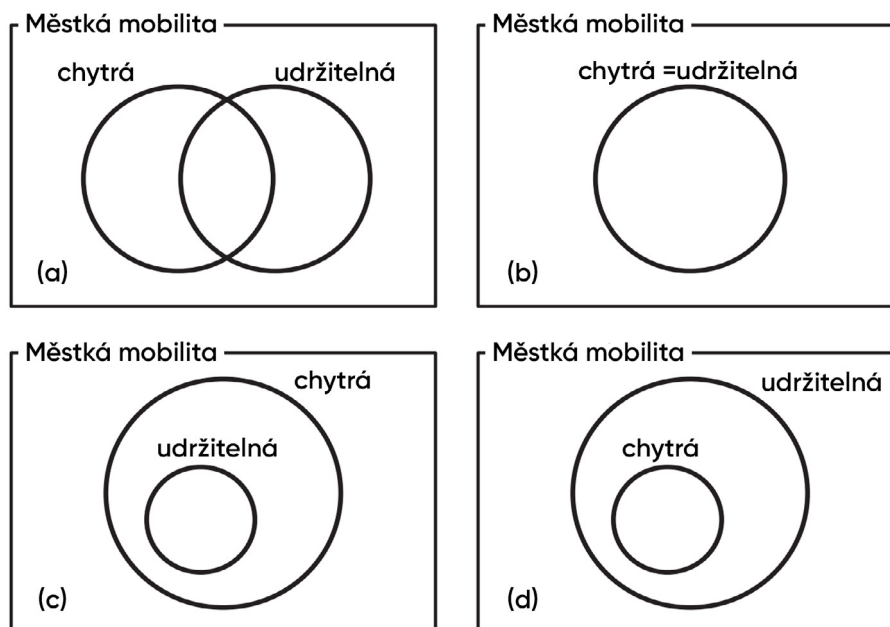
Posun chytré mobility nastává k službám založené na poptávce - směrem k „mobilitě jako službě“ (Mobility as a Service – MaaS), kde je vlastnictví osobních dopravních vozidel stále více nahrazováno „uživatelstvím“, tato služba umožňuje zakoupit přístupová práva k interoperabilnímu balíčku služeb mobility (sdílená kola, sdílené auto, taxi, autobus, metro) ve vlastnictví jiných, obvykle soukromých nebo městských poskytovatelů dopravních služeb.

To je usnadněno integrovanými agregačními a platebními platformami s intenzivním zpracováním Big dat tak, aby nabídka odpovídala poskytování poptávky v reálném čase.

Tato fáze tohoto myšlení jsou již v mnoha městech patrná. Nabízí se zde zvyšující počet konceptů sdílené automobilové nebo kolové dopravy.

Smart mobilita využívá nové informace generované uživateli a zaměřené na uživatele, které jsou specifické pro konkrétní kontext a integrují možnosti mobility a ne-mobility, které čerpají z dat v reálném čase získávaných od připojených lidí do systému. Směřuje k inteligentní infrastruktuře, operuje s připojenými vozidly, podle kterých požaduje a odvozuje provozní uživatelské informace. Poskytuje také zpětnou vazbu v reálném čase, aby byla schopna ovlivňovat chování cestujících a optimalizovala výkon dopravního systému. Celé odvětví dopravy bude postupně kooperativní, vzájemně propojený ekosystém, který poskytuje služby odrážející potřeby zákazníků. Hranice mezi různými druhy dopravy jsou již rozmazané a patrně úplně zmizí. Ekosystém se skládá z dopravní infrastruktury, dopravních služeb, dopravních informací a platebních služeb. Je zásadní, že tento přechod vyžaduje vznik nových integrovaných agregátorů mobility, inteligentních zprostředkovatelů, kteří sladí nabídku mobility s poptávkou v reálném čase a přizpůsobí služby potřebám cestujících (Docherty 2018).

**Obr. 3:** Možné vazby udržitelnosti a smart mobility



Zdroj: Vlastní zpracování dle Lyons, (2016)

## 7 Doprava v městském prostředí - stručný vývoj

V městském prostředí není vždy v nejbližším okolí vše co lidé potřebují. Z toho důvodu vznikla potřeba se přimísit. Nejprve svépomocí pěší chůzí v docházkové vzdálenosti, teprve poté pomocí jiného dopravního prostředku. Přemísťují se věci potřebné k životu. Suroviny, produkty z nich zboží nebo informace. I přes následný vývoj dopravy nebyla pěší doprava překonána, zejména ne v oblasti krátkých vzdáleností do jednoho kilometru. Historicky je pěší chůze nejlacinější a zároveň nejrychlejší formou pohybu (Drdla, 2018). Pěší doprava na počátku vývoje dopravy zajišťovala také významné sociální aspekty. Umožňovala lidem vytvářet vzájemnou komunikaci, setkávat se na veřejných prostranstvích a sdílet své znalosti a myšlenky s ostatními z okolí. Do té doby neexistovala žádná jiná dopravní spojení mimo využití své síly, tažné síly zvířat nebo dopravy po vodních cestách. Přeprava po vodních cestách na větší vzdálenosti se v té době stávala nejefektivnějším a tak právě velká většina měst vznikala v blízkosti řek a jejich důležitých soutoků nebo u pobřežích moří. Vnitřní městská doprava tedy představovala nejhlavnější dopravu. Spojení s okolím znamenalo zpočátku omezení jen na vystavené a zpevněné silnice tvořící hlavní trasy mezi městy.

Po nástupu objevu parního stroje nastal velký zlom ve využití dopravy silniční, vodní, ale hlavně nově vznikající železniční dopravě. Drasticky se změnil pohled nejen na možnosti tehdejší dopravy ale i na možnosti přeměny výrobní formy. Usnadnění tehdejší výroby znamenaly i nové požadavky v mobilitě osob a zboží. Potřebný přesun už nepotřeboval tak zdlouhavý a potřebný čas nebo námahu pro převoz osob, zboží nebo surovin. Rozhodujícím faktorem úspěchu železniční dopravy bylo také po výstavbě železničních tratí výrazné zvýšení dostupných míst, v dřívějších dobách dopravy hůře vzdálenostně dosažitelných. Železnice v té době tedy vznikaly hlavně jako prostředek pro převoz zboží. Dominance železnic měla vliv na výstavbu nových železničních stanic ve městech. Většina železničních stanic tak vyrostla v zázemí měst ve vzdálenějších a odlehlých plochách zabraňujících nežádoucí a negativní provozní vlivy tehdejších stanic. Častější preference železniční dopravy pak měla za následek zpomalení rozvoje silniční dopravy (Remek, 2012). Největší nárůst parní dopravy můžeme sledovat až do doby poloviny 20. století.

Parní stroje později nahradil spalovací-výbušný motor jenž vrátil význam silniční dopravy. Rozvojem silniční dopravy nastalo opravdu snadné a rychlé městské a meziměstské cestování. S vývojem spalovacího motoru také přešel vývoj k letectví a letecké dopravě. Nastalé změny v možnostech dopravy znamenaly pro jednotlivé města a státy razantní změny v kulturních,

sociálních, bezpečnostních, ekonomických a politických oblastech. Přibyly také výrazné požadavky na využívání životního prostředí jakožto zdroje pro již neobnovitelnou energii potřebnou pro dopravu.

Vývoj dopravních možností významně rozhodoval o vývoji života společnosti v daném území. Doprava se tedy stala jako základní pilíř pro úspěšnou tvorbu ekonomiky lokálního hospodářství (Adamec, 2008). Pozdějším rozvojem dopravy se možnosti rozšiřovaly až k dnešnímu globalizovanému světu, umožňující snadné překračování geografických bariér. Podle Pernici (2017) rychlost přepravy mění rovněž vnímání životního a hospodářského prostoru. Zdůrazňuje že „určujícím faktorem přestává být vzdálenost a stává se jím čas“. Faktor vzdálenosti časem postupně ztratil svojí hodnotu.

V současné době je doprava nejdůležitějším faktorem konkurenceschopnosti v otevřené a globalizované ekonomice. Schopnost kvalitního, a zvláště rychlého propojení s ostatními regiony je zásadní. Nárůst mobility zboží a osob se stále více stává základním dlouhodobým trendem vyspělých ekonomik.

Městská prostředí nejvíce ovlivnila dekáda založená na individuálním motorismu. Vznikem Fordovského myšlení automobilového průmyslu ve Spojených státech amerických vznikla dostupná nabídka automobilového vozidla pro většinu společnosti. Rozmach dostupnosti vozidla pro široké masy obyvatel začal způsobovat zvláště ve Spojených státech nové urbanizační výzvy. Vyšší sociální vrstvy začaly využívat výhod osobního automobilu a začaly se vystěhovávat do zázemí měst. Tehdy započal růst moderního trendu suburbanizace.

Zlepšující dostupností automobilů se doprava stále více orientovala na silniční dopravu. Stále rostly přepravní výkony osobních automobilů. Stále se stavěli nové silnice a dálnice nebo se rozšiřovali ty nedostačující. Veřejná doprava i přes nesporné výhody byla vždy upozaďována svým nízkým sociálním statutem. Pro silniční dopravu bylo a je všechno stále možné. Oproti tomu u železniční dopravy je v současné situaci všechno problém. Nestaví se nové tratě a infrastruktury, neakceptují se potřeby dopravců a cestujících, není dostatečná kapacita pro osobní a nákladní dopravu.

Ve městech je většina prostředí přizpůsobena osobní automobilové dopravě. I zde se staví infrastruktura převážně pro osobní automobilovou dopravu.

## 8 Druhy dopravy

Dopravu je možné rozdělit na čtyři zásadní kvadranty. V každém z nich doprava určuje prostorovou a dopravní účinnost. Prvním z nich je pěší doprava, která představuje na malé vzdálenosti nejefektivnější způsob dopravy minimální potřebou infrastruktury. Dalším kvadrantem dopravy je jízda na kole, případně jeho ekvivalentů koloběžek apod. Cyklistika je relativně na kratší vzdálenosti prostorově a časově efektivní. S doplňujícím módem sdílení představuje dobrou alternativu k veřejné dopravě. Třetí variantou je doprava osobním automobilem, který má ve většině případů v městském prostředí zhoršené časové podmínky. Obvykle převáží 1,2 lidí na vozidlo a z pohledu městského prostředí přináší nejmenší dopravní užitek. Zpravidla je po ukončení provozu zaparkovaný a přes 90 % času dne nečinný. Rozumnějším využitím automobilového segmentu je jeho sdílení s jinými uživateli provozu. Posledním kvadrantem je veřejná doprava. Tento kvadrant pokrývají služby autobusové dopravy, tramvajové, povrchové železniční a podzemní dopravy metra. Tyto režimy pokrývají největší přepravu lidí i v nejvyšších špičkách dopravy.

### 8.1. Pěší doprava

Pěší doprava stále zaujímá velkou část hlavní dělby přepravní práce v osobní dopravě. Všechna vzdálenější doprava vzniká nejdříve pěšky od dveří domů. Tato forma přepravy se stále ukazuje jako nejlacinější a nejrychlejší forma pohybu do jednoho kilometru.

Zkušenosti z plánování ukazují že pokud jsou tomu přizpůsobeny vhodné prostředky, může být konkurenceschopnou dopravou v porovnání s jinými dopravními prostředky, a to až do vzdálenosti tří kilometrů (Drdla, 2018). Zpravidla se ale uvádí jako přijatelná docházková vzdálenost pro většinu lidí pět set metrů, zvláště pro využití některých dalších prvků veřejné dopravy nebo občanského vybavení (MMR, 2020).

Postupem času, jak se městská doprava vyvíjela, ztratila pěší doprava ve velké míře atraktivitu primární volby. Plánování tras ve městech směřovalo od plánování pěší dopravy primárně k využití motorové dopravy. V období rozmachu osobní individuální automobilové dopravy vedla překotná snaha měst a jejich prostředí primárně plánovat a organizovat města pro potřeby silniční dopravy. Potřeby lidí a jejich přirozeného městského pohybu byly odsunuty do pozadí. Po mnoho let byla města plánováním odrazována od provozování základní chůze po městě. Ani po dlouhé době není chůze v našich městech vždy upřednostňována (Riggs, 2019).



Rychlost, kterou pěší doprava může dosáhnout se může lišit v mnoha různých pohledech. Záleží na mnoha faktorech: kvalita cesty a jejího okolního prostředí, povrch dané cesty, množství lidí současně využívající danou cestu, věk a pohyblivost chodce určující jeho celkovou mobilitu. Urbanisticky správné navržení dané cesty usnadňuje rychlejší směřování chodce k požadovanému cíli cesty (Gehl, 2012). Lze doplnit další požadavky které zmiňuje Schmeidler (2010) jimiž jsou: bezpečnost s lepším prostorový komfortem, tzn. ochrana před dopravními nehodami a riziky v prostoru a bezpečnost jako ochrana před nenadálými událostmi, jejich přístupu a plné dosažitelnosti míst, služeb nebo zařízení a zastávek veřejné dopravy. Nedostatečný prostor chodníku s velkým počtem překážek na cestě neumožňuje dostatečně příjemné pocitové identity a spolupatřičnosti s místem pobytu nebo průchodu.

Historicky nejstarší způsob dopravy přizpůsobené člověku se musí adaptovat se stále větším zásahem automobilové dopravy. Sociální, fyzické a zdravotní požadavky lidí jsou zastíněny upřednostněním veřejného prostoru pro preferenci a organizaci silniční dopravy.

Ze všech druhů současných známých druhů dopravy je pěší doprava stále nejšetrnější a neekologičtější k životnímu prostředí. Zaplňuje nejmenší díl veřejného prostoru a spotřeby energie v městském prostředí (Adamec, 2008).

Velké množství chodců ne vždy rozhoduje o kvalitě městského uspořádání pro pěší dopravu. Vysoké množství chodců může znamenat nedostatek jiných dopravních možností v daném území. Může signalizovat jejich slabou nebo žádnou vhodnost propojenosti mezi sebou.

## **8.2. Cyklistická doprava**

Je považována za ekologickou, rychlou variantu a také je alternativou bezmotorové dopravy ve městě. Ve srovnání s pěší dopravou dosahuje cyklo doprava většího radia působnosti. Cyklistická doprava je relativně rychlá a s průměrnou rychlostí výrazně přesahující rychlost pěší chůze. Jízdní kola jsou často považována za rychlejší způsob dopravy na menší vzdálenosti, než je automobilová doprava, nejčastěji pak v dopravních špičkách (Drdla, 2018). Jízdní kola jsou velmi vhodným dopravním prostředkem pro přepravu do vzdálenosti čítající 5 kilometrů. Významným pozitivem cyklistické dopravy je její kombinace z dalšími druhy veřejné dopravy, zvláště s městskou hromadnou dopravou nebo železniční dopravou. Nevýhodou tohoto způsobu dopravy je prostorovější náročnost, než je tomu u dopravy pěší.

Pro cyklisty se zpravidla vyhrazují samostatné cyklistické cesty nebo stezky. Důvody pro exkluzi cyklistů jsou hlavně bezpečnostní a to z různých úhlů pohledu. Z pohledů chodců se jedná o výrazný rychlostní střet z cyklistickou dopravou. Vážnější kolize cyklistické dopravy

nastávají mezi auty a cyklisty. Vzájemné střety cyklistů a automobilů způsobují přibližně 40% nehod, při kterých dojde ke zranění, v přepočtu to je 20% ze všech zranění evidovaných v dopravě (Schmeidler, 2010).

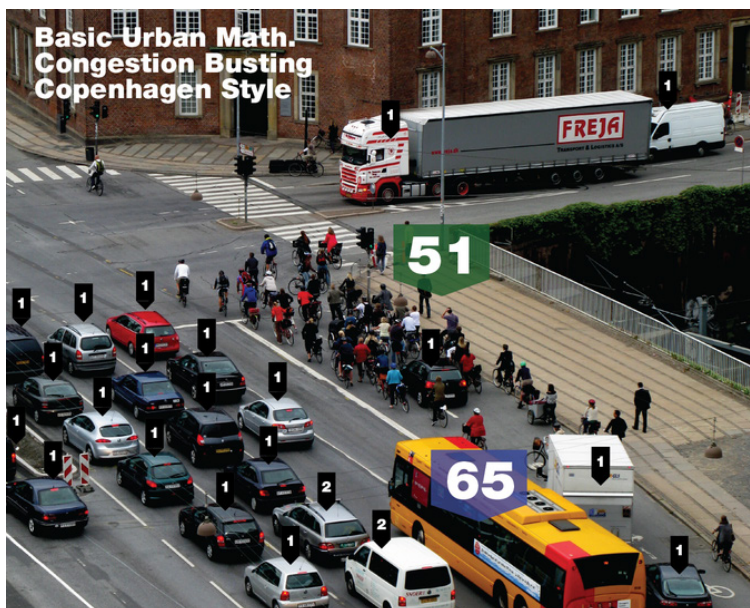
Do systému cyklistické dopravy lze započítat i další dopravní prostředky jako jsou koloběžky. V české legislativě zákon upravující provoz na pozemních komunikacích udává, že za jízdní kolo se rozumí i koloběžka (361/2000 Sb.). Uživatelé koloběžek musí dodržovat stejná pravidla jako cyklisté.

Koloběžky svojí menší velikostí umožňují využívání menších ploch pro průběh jízdy. Skladnost těchto prostředků umožňuje lepší kombinaci s dalšími prostředky veřejné dopravy. Současně lze jimi lépe manipulovat v budovách. Oproti klasickým jízdním kolům jsou koloběžky častěji využívány pro rekreační využití, v centrech měst pak spíše jako turistická atrakce.

V současné době vlivem elektronizace osobní dopravy vzniká znova větší poptávka po využití dopravních prvků mikromobility. Cyklistická kola a koloběžky jsou doplněny o elektromotor a akumulátor umožňující snadnější a pohodlnější využití prostředků. Předchůdcem těchto vylepšení o elektromobilitu klasických dopravních prostředků byly Segwaye. Inovativní využití technologie gyroskopu v dvoukolových elektrických prostředcích změnilo na určitý čas možnou tvář městského cestování.

Rozmach a rozvoj ve způsobu užívání dopravních prostředků pro přepravu na krátké vzdálenosti způsobily větší nároky na dopravní infrastrukturu ve městech. Vysoké množství jednotlivých elektroprostředků mnohdy zahlcují ulice a chodníky. Dochází ke střetům mezi pomalejšími chodci a rychlejšími cestujícími na elektrovozidlech.

Obr. 4: Názorná ukázka srovnání počtu cestujících využívající hlavní ulici v Kodani (Dánsko)



Zdroj: Colville-Andersen, 2015

### 8.3. Automobilová doprava

Automobilové dopravní prostředky přinesly razantní změnu v dostupnosti, rychlosti, konektivity, operativnosti a možnosti rychlé přizpůsobivosti potřebám dopravy. Důsledkem této změny bylo zvýšení hladiny hluku, znečištění, nárůstu požadavků na využití půdy, rozrůstání měst a v určitých způsobech větší sociální izolaci. Stále sílící nárůst provozu automobilové dopravy způsobují narůstající požadavky na další rozšiřování městské silniční sítě nebo regionální dálniční sítě, růst nákladů a energií na provoz, správu a údržbu komunikací, vzestup dopravních kongescí a nehodovosti (Zelený, 2017).

Výhodou automobilového vozidla je možnost individuálního rozhodnutí cestujícího zvolit si cíl stanoveného místa a odpovídající časový dojezd s možností volitelného přerušení jízdy. Volba cest a tras může nastat bez nutnosti akceptování nastavených tras a časových dojezdů veřejné hromadné dopravy. Možnost volby denní nebo noční doby cesty představuje cestujícímu určitou možnost svobody.

Změna životního stylu na stále rychlejší a pohlednější typy přepravy způsobuje nárůst počtu vozidel. Přispívají tomu i snižující se finanční nároky na pořízení automobilových vozidel.

Rozvoj automobilismu podle Schmeidlera (2010) hlavně způsobil a urychlil tyto jevy: rozdělil místo práce a bydlení a způsobil, že velká část obyvatel může dojíždět ze zázemí nebo

z jiných měst a to z velkých vzdáleností. Taktéž rozdělil místa bydlení a místa nákupů a rozbil lokální síť obchodů, které byly snadno dostupné v docházkové vzdálenosti pěší chůzí nebo jízdou na kole. Rozdělil místo bydlení od míst poskytující příležitosti k aktivnímu a pasivnímu trávení volného času. Rozdělil od sebe členy širší rodiny, ale díky změnám životního stylu je snadné setkávání i na delší vzdálenosti. Posledním a nejvýraznějším faktorem je zvýšení nejistoty při dojíždění s ohledem na časové náročnosti silničních kongescí a dopravních kolon.

Rozšiřování měst a trendy suburbanizace způsobují nárůst počtu automobilů. Rozšiřování dopravní sítě vyvolává další nutkání využívání individuální automobilové dopravy (IAD) k dopravě do zázemí měst. Mezi uživatele (IAD) se považují tzv. „choice riders“. Skupina charakterizována s možnostmi výběru dopravního prostředku.

Motorizace dopravy dovedla města sice k vysoké úrovni mobility, ale současně také vedla k rozrůstání měst, což se promítlo do velkých objemů dopravy a dlouhých vzdáleností v cestování k pracovním trhům a službám.

Tradiční aplikované přístupy k řešení mobility, často klasické navyšování dalších kapacit silnic, se čím dál tím více setkávají s omezeným úspěchem. Běžné plánování dopravní infrastruktury založené na automobilismu znova podporuje zvyšování dopravních důsledků. Nejčastěji se jedná o zvýšení počtu vozidel na silnicích. Nové kapacity infrastruktur napomáhají k přitahování nových cest s využitím automobilů nebo zvyšují absolutní počet cest již prováděných z okolí, ty opět přispívají k nárůstu dopravy. Výsledkem je horší situace, oproti tomu, než kdyby se nová infrastruktura nepostavila nebo nezlepšila. Možnou změnu v dopravním plánování popisuje Dia (2017) v následujícím srovnání (Tab. 1).

**Tab. 1:** Posun plánování městské dopravy směrem k udržitelné mobilitě

<b>Konvenční přístupy dopravního plánování</b>	<b>Udržitelné přístupy nízkouhlíkové mobility</b>
Zaměření na budování další infrastruktury a kapacity	Zaměřeno se na řízení poptávky, maximalizaci efektivity, spolehlivosti a odolnosti dopravních systémů
Fyzická dimenze	Sociální dimenze (služby mobility jsou rovnoměrně a spravedlivě rozděleny; spravedlivý přístup k dopravní infrastruktuře a službám pro všechny příjmové skupiny)
Zaměření na mobilitu a fyzický pohyb z místa počátku do cíle	Zaměření na mobilitu potřebnou pro přístup k zaměstnání, příležitostem, zboží a službám
Velké měřítko	Místní měřítko - úroveň okrsku
Ulice jako silnice pro vozidla	Ulice jako prostor pro sdílení mezi všemi režimy

<b>Konvenční přístupy dopravního plánování</b>	<b>Udržitelné přístupy nízkouhlíkové mobility</b>
Orientace na vozidlo	Zaměřeno na lidi a na zákazníka. Vyvážený rozvoj všech druhů dopravy a posun směrem k čistším a udržitelnějším druhům dopravy, jako je veřejná doprava a aktivní doprava
Motorizovaná doprava	Všechny druhy dopravy v hierarchii s prioritami pro pěší a cyklistiku
Dopravní modelování přístupů	Scénářové modelování a vývoj
Prognóza provozu	Vize měst
Zaměření na reakce na zácpy a přetížení	Zaměření na pozitivní obchodní a provozní výsledky
Cestování jako odvozená poptávka	Cestování jako hodnotná činnost a odvozená poptávka
Minimalizace doby cestování	Spolehlivost doby cestování
Klíčové ukazatele výkonu: propustnost provozu a rychlosti	Klíčové ukazatele výkonnosti: dostupnost, udržitelnost, sociální spravedlnost, kvalita životního prostředí, zdraví a pohoda a kvalita života
Plánování odborníky	Plánování prostřednictvím transparentních a komplexních konzultací se zúčastněnými stranami
Segregace lidí a dopravy	Integrace lidí a dopravy
Ekonomické hodnocení založené na zvyšování efektivity dopravy	Analýza s více kritérii zohledňující environmentální a sociální zájmy
Prostředky získané prostřednictvím daní z pohonů, registrací vozidel a licenčních poplatků	Poplatky za dopravní zácpy a silnice a modely placené uživateli
Vlastnictví soukromého automobilu	Nové obchodní modely, které zpochybňují vlastnictví automobilu, podporují veřejnou a aktivní dopravu a posouvají k řešení pro sdílení automobilů a sdílení jízd umožňovanými technologickými platformami
Výdaje na fyzickou infrastrukturu	Výdaje na řešení informačních technologií, fúzi, agregaci dat, prediktivní analýzu, integraci, systémy podpory rozhodování a adaptivní nástroje
Důraz na „poznání a vidění“ a měření předešlé výkonnosti na základě klíčových ukazatelů výkonu	Důraz na „předpovídání a předjímání“ s cílem zlepšit odolnost a zabránit přetížení

Zdroj: Vlastní zpracování dle Dia (2017)

Hlavním trendem v udržitelné mobilitě silniční dopravy se poslední dobou nejčastěji rozumí změny v typu používaných energetických paliv nebo změny v pohonech dopravních prostředků. Přejít k alternativním zdrojům energií je cílem zmírnit dopady na produkci emisí skleníkových plynů a ostatních znečišťujících látek. Prostředky splňující tyto předpoklady jsou vozidla využívající alternativních pohonů a to prostřednictvím nejprosažovanějšího elektromotoru, samostatně nebo s možnou kombinací se spalovacím motorem. Alternativními

palivy považována za ekologicky šetrná jsou LPG, CNG, vodík nebo biopaliva (MŽP, 2019).

Obdobně jako je tomu u cyklodopravy i v automobilovém prostředí vznikají projekty postavené na myšlenkách sdílené ekonomiky. Ekonomika postavená na sdílení vozidel Car-sharingu. Zpřístupnění vozidel k veřejnému používání vozidel vede ke zvýšení účinnosti využití vozidel a vede ke snížení nezbytné individuální dopravy. Sdílená ekonomika se vyvíjí velmi rychle díky mobilním technologiím využívající informační a komunikační technologie v prostředí internetu.

Obnovený zájem a příležitosti dnes pramení z nových interpretací mobility, které se začaly zaměřovat jak na stranu nabídky, tak na stranu nových možností poptávky po cestování a lepšímu porozumění chování cestujících. To bylo také usnadněno sbližováním řady různých aspektů jako jsou prvky sdílené mobility a digitálních inovací a doplňující tradiční modely mobility. Nové trendy cestujícím přinášejí nové možnosti prostřednictvím sdílení jízd nebo sdílení automobilů prostřednictvím snadno použitelných a spolehlivých technologických platforem (Tomanek, 2017).

Informační a komunikační technologie mají stále větší potenciál snížit nepříznivé účinky dopravní zátěže ve městech. Optimalizace, snížení objemu dopravy, zlepšení rychlosti a bezpečnosti. K tomu účelu slouží inteligentní dopravní systémy (Intelligent Transport Systems – ITS).

Prioritní požadavky inteligentních dopravních systémů a využití telematiky podle Matouškové a kol (2015) jsou: zdokonalit bezpečnost dopravního provozu; předcházet tvorbě dopravních kongescí vedoucí ke zvyšujícím se cestovním nákladům; zlepšit životní prostředí a snížit cestovní čas přepravy; zvýšení podpory veřejné dopravy na úkor individuální tam, kde je to pro rozvoj kvality života potřebné a účelné; snížit negativní vliv na životní prostředí; zlepšit konkurenceschopnost a výkon systémů nákladní dopravy a logistiky. Vizí inteligentních dopravních systémů jsou tedy efektivní spojení zdrojů a cílů, poskytnutí informací, o dopravních procesech a integrace více druhů dopravy do jednotného systému. Cílem je více použitelných výstupů pro uživatele dopravy. Možným příkladem pro řidiče a cestující jsou informace o dopravních cestách a dopravních spojích prezentované na informačních panelech na silnicích v oblasti měst a okolí. Pro správce veřejných dopravních infrastruktur se jedná o efektivní spravování dopravních cest s možností jejich sledování a řízení bezpečnosti. O možnostech prioritizace nejvýhodnějších dopravních cest a efektivního řízení oběhu vozidlového parku ve veřejné dopravě. V systémech veřejné dopravy má využití ITS největší dopady na správné sledování a vyhodnocování počtu přepravených osob a nákladů ve městech.

První implementace dopravního řízení pomocí ITS vznikly z automatického řízení světelných křižovatek s pevným časovým nastavením. Pozdější vývoj moderních prvků ITS směřuje k adaptivnímu řízení na základě dat v reálném čase. Vize budoucích systémů ITS postupně vede k myšlenkám udržitelného rozvoje a udržitelné mobility. V budoucím nastavení povede k ochraně životního prostředí, k omezení dopravních kongescí následně zvýšené efektivitě a bezpečnosti dopravy.

Prostředky k omezení dopravních kongescí jsou oznamovány pomocí dopravních značek informující řidiče o délce kolon, časovém zdržení a možnou navigací vozidel na alternativní cesty. To zmenší dopravní kolony a umožní účelné využití silniční sítě.

V budoucnu s moderní infrastrukturou a připojenými vozidly do systému ITS bude možné vidět v reálném čase zobrazenou aktuální dopravní situaci. Vozidla v inteligentním systému budou vedena na optimálních trasách po městě. V dnešní době po příjezdu do města je možné vidět maximální dobu zdržení nebo kapacitu veřejných odstavných parkovišť. V budoucích systémech se plánují zavést i různé dopravní poplatky na základě zvolené dopravní odpovědnosti. Příkladem může být poplatek za vjezd do centra města v dopravní špičce. Opatření mohou vést k omezení jízd individuální automobilovou dopravou.

Budoucími možnostmi zlepšení efektivity dopravního systému jsou komunikační technologie, které využívají komunikační technologie vozidlo-vozdlo (V2V - Vehicle-to-Vehicle). Vozidla jsou schopna si předat informace o své vlastní rychlosti. Další možností je předání informací o potenciálním nebezpečí na vozovce. Systém V2V dokáže detekovat nebezpečné dopravní podmínky, například problémy s terénem.

Podobnou technologií je V2I (Vehicle-to-Infrastructure) tentokrát ale probíhá komunikace mezi vozidlem a dopravní infrastrukturou. Dopravní infrastruktura dokáže sledovat data o svém stavu a může tyto informace předat projíždějícím vozidlům. Jedná se o informace o stavu vozovky, počasí ale hlavně o stavu dopravní intenzity. Systém je schopen vozidlům poslat informaci o potenciálních problémech na silnici.

Vizí a horkým tématem budoucnosti automobilové dopravy jsou samostatná autonomní vozidla. Autonomní řízení je definováno jako řízené a cílené manévrování vozidla bez vzájemného působení řidiče nebo spolujezdce. Definice řízení autonomních vozidel má dle (SAE, 2014) rozlišené bodové odstupňování (Tab. 2). V současné době je většina dostupných vozidel na úrovni 3 až 4. V běžném silničním prostředí zatím vozidla většinou nejsou využívána z technický a legislativních důvodů.

**Tab. 2:** Souhrn úrovní automatizace řízení silničních vozidel

Úroveň	Název	Definice
0	Bez automatizace	Plný výkon lidského řidiče ve všech aspektech dynamického řízení, i když jsou vylepšeny varovnými nebo intervenčními systémy
1	Asistence řidiče	Provedení specifické pro jízdní režim pomocí asistence řidiče. Systém řízení zrychlení / zpomalení za pomoci informace o prostředí řidiče a očekávání, že lidský řidič provede všechny zbývající aspekty dynamického řízení
2	Částečná automatizace	Provedení specifické pro režim jízdy jedním nebo více asistenčními systémy řidiče jak řízení, tak i zrychlení / zpomalení s využitím informací o prostředí řízení a s očekáváním, že lidský řidič provede všechny zbývající aspekty dynamické úlohy řízení
3	Podmíněná automatizace	Výkon specifický pro jízdní režim automatizovaného systému řízení všech aspektů dynamické jízdní úlohy s očekáváním, že lidský řidič bude přiměřeně reagovat na žádost o zásah
4	Vysoká automatizace	Výkon specifický pro jízdní režim automatizovaného systému řízení všech aspektů dynamické jízdní úlohy, i když řidič nereaguje přiměřeně na žádost o zásah
5	Plná automatizace	Plný výkon automatizovaného systému řízení všech aspektů dynamické jízdní úlohy za všech podmínek vozovky a prostředí, které může řídit lidský řidič

Zdroj: SAE 2014; upraveno autorem práce

### Parkování v klidu

Parkování v klidu je významnou položkou v dopravním systému. Má podstatný vliv na efektivitu dopravy. Ovlivňuje časovou ztrátu na začátku nebo konci cesty. Jsou možné nápravy.

Za prvé mohou řidiči zkrátit dobu vyhledávání parkovacích míst, snížit znečištění životního prostředí, snížit náklady s nižší spotřebou paliva a zmírnit dopravní zatížení prostřednictvím informací z inteligentních parkovacích aplikací. To také zvyšuje míru využívání veřejné dopravy a také příjmy měst. Za druhé, pokud řidiči rychle najdou parkovací místo, doba nečinnosti pro parkování na ulici je kratší a výnosy z parkování se zvyšují. Instalace senzorů na nepovolených místech, kde lidé často zaparkují své auto, může pomoci odhalit nedovolené parkování a může umožnit vystavení pokut. Za třetí, jakmile je doprava plynulá, zvyšuje městskou mobilitu a rozšiřuje kapacity měst. Přináší více obyvatel, aktivit a obchodních příležitostí.

Vliv moderních komunikačních technologií formuje vize budoucích měst. Nové digitální technologie chytré a inteligentní mobility spadají do konceptu inteligentních měst a chytrých měst - Intelligent a Smart Cities.



## 8.4. Veřejná doprava

Nejdůležitější částí městského dopravního systému je považována veřejná doprava. Vnitřní městskou dopravu je nutné z důvodu velmi zahlněného prostoru městských center obsluhovat autobusy, tramvajemi, trolejbusy nebo podzemní dráhou. Meziměstskou nebo regionální dopravu obsluhuje příměstská železniční nebo autobusová doprava. Zmíněné veřejné dopravní prostředky pokrývají potřeby města na základě více faktorů. Nejčastějšími faktory ovlivňující městskou veřejnou dopravu jsou: demografické charakteristiky obyvatelstva daného města, vnitřní struktura města, vztahy k okolí daného území města, dopravní vybavení města, možnosti a zvyklosti využívání volného času ve městě (Drdla, 2018). Obecně je veřejná doprava spojována s hromadným přemísťováním osob v definovaných a předpokládaných objemových, časových a prostorových souvislostech za použití vhodných dopravních prostředků a technologií. Výrazným negativem veřejné dopravy je nemožnost uskutečnit přemístění veškerých osob bez přestupu na rozdíl od individuální automobilové dopravy. Větší veřejnou dopravu se jako opodstatněnou a ekonomicky výhodnou většinou považuje zřizovat ve městech v počtech vyšších, než je 20 tisíc obyvatel. Provozování veřejné dopravy je ale celkovou otázkou o výsledné struktuře města a jejich napojení na vyšší dopravní systémy.

Největší přidanou hodnotou veřejné dopravy je možná intermodalita a multimodalita. Intermodalita je pojem pro souhru různých druhů dopravních prostředků v rámci jedné zvolené cesty. Naproti tomu multimodalita znamená spíše střídání různých druhů dopravních prostředků pro různé cesty. Snadná kombinace více druhů dopravních prostředků je zásadní pro udržitelnou mobilitu. Snadné a časově výhodné přestupy jsou zásadní pro konkurenceschopnost veřejné hromadné dopravy k individuální automobilové dopravě.

I v prostředí provozu veřejné dopravy lze využít inteligentních dopravních systémů. Ty podpoří veřejnou dopravu jako přitažlivější alternativu k individuální dopravě. Prostředky veřejné dopravy budou mít prioritu na řízených křižovatkách. Plánování cesty bude jednodušší se systémy inteligentní dopravy. Cestující získají veškerý přehled o nejlepším způsobu přepravy po městě. Všechny informace budou zobrazovány v reálném čase prostřednictvím internetu nebo na informačních tabulích a panelech v přestupních stanicích. Výrazným přispěním ITS do veřejné dopravy je právě možnost rozvíjet intermodalitu a multimodalitu. Možnost volit optimální trasu a optimální čas dosáhnout cíle s kombinací různých dopravních prostředků výrazně zvýší konkurenceschopnost veřejné dopravy.

Podobně jako je tomu u osobních vozidel automobilů. I ve veřejné dopravě se testují principy autonomie. Všechny pokusy zatím většinou probíhají v kontrolovaném prostředí bez vlivů okolního prostředí. Testují se reakce s chodci na přechodu, silničními nerovnostmi a sklony, sníženou viditelností a nepříznivými vlivy počasí.

Autonomie prostředků veřejné dopravy má větší potenciál na úspěch. Autobusy často jezdí jenom jednu naučenou trasu a proto je jednodušší naprogramovat nebo naučit je tuto trasu ovládat bez pomoci řidiče. Očekávaným dopadem je snížení počtu řidičů v autobusech. To se projeví na finančních nákladech dopravních společností.

Ve veřejné dopravě se také testuje využití elektrického pohonu. Testování probíhá ve dvou variantách. Testování provozu autobusu bez průběžného nabíjení nebo s variantou nabíjení za provozu na zastávkách (viz. Obr.5)

**Obr. 5:** Testování autonomního autobusu s elektrickým nabíjením



Zdroj: Kane, 2019

## 9 Praxe udržitelné dopravy - technická úroveň

### 9.1. Pěší doprava

Nejudržitelnější mobilitou v městském prostředí i přes možné rozvoje jiných typů dopravy zůstává pěší mobilita. Mobilita založená na vhodné a krátké docházkové vzdálenosti v prostředí města. Blízkost a minimalizace velkého množství funkcí v městském prostředí napomáhá tvořit město v mnoha oblastech. Pěší mobilita je v mnoha ohledech jádrem tvorby udržitelných měst. Vytváří spojení mezi obyvateli města. Tvoří městskou strukturu v ohledu na jeho tvar, skladbu a organizaci, jeho hlavní sídelní funkci a utváří výsledné demografické složení. Její správné uchopení podporuje další formy a systémy městské dopravy a mobility. Zaměření na tuto nejjednodušší formu udržitelné mobility znamená optimalizaci města pro příjemný život (Un-Habitat, 2013).

V plánování pěší dopravy bereme v úvahu vhodný návrh uspořádání ulic a čtvrtí, vhodné zohlednění konfigurace a hustoty budov a jejich napojení.

Klíčový faktor pro využívání pěší dopravy a venkovního prostředí je kvalita zastavěného prostředí a příznivost venkovního podnebí. Pro vytváření úspěšných forem prostředí je nutné v současné době důležité brát ohled na tři aspekty městské pěší mobility: pohled jednotlivce, městskou formu a sezónní klima (Chapman, Larsson, 2019).

Nízká hustota zástavby neumožňuje efektivně plánovat pěší obslužnost. Narůstající trend suburbanizace způsobuje nutnost využívání jiných rychlejších prostředků přepravy.

Chůze jako vynikající prostředek v udržitelné mobilitě nedostačuje v obsluze dlouhých vzdáleností a cest. Městské aglomerace zažily nárůst plánování hlavně pro využití silniční dopravy z důvodů rozptýlených předměstí, koncentrací obchodních center a dominance kancelářských zón. Mnoho z těchto oblastí se snaží minimalizovat vliv budov na životní prostředí. Pokud jsou umístěny ve vzdálenosti, kde je nemožné chodit, jezdit na kole nebo používat veřejnou dopravu, výhody moderních energeticky úsporných a uhlíkově neutrálních domů zmizí při rozsáhlém cestování a dojíždění automobilem (Stojanovski, 2019).

Jedním z konceptů pro udržitelnou dopravu je koncept měst bez aut (Car free city). Města, která tento koncept mohou naplňovat musí být navržena tak aby účinně umožňovala žít obyvatelům ve městě bez nutnosti vlastnit automobil. Zpravidla se jedná o nově navržená města s důrazem na vhodnou docházkovou vzdálenost. Města, která tento princip již uplatňují jsou historicky navržená pro krátké docházkové vzdálenosti.

Ve městech, které nejsou takto významně a specificky navrhnuty se snaží o projekty bez aut různými přístupy. Nejčastěji se jedná o zamezení provozu automobilů v centrech měst. Tyto zóny vymezily například v Gentu, Strøgetu, Groningenu, Dubrovniku nebo Frankfurt nad Mohanem (Wikipedia, 2019).

Nejnovějším případem měst které se snaží o změnu v dopravním systému města je Oslo. Město v minulosti průběžně přeměňovalo parkovací místa a jízdní pruhy do kterých umísťovala městskou zeleň, malé parky a lavičky. V některých ulicích byla auta zakázána, což způsobovalo větší odrazování od jízd do centra města. Bez automobilů se hromadná veřejná doprava stala efektivnější, kvalita vzduchu se zlepšila a ulice jsou plné lidí. V roce 2015 vláda navrhla úplný zákaz automobilů v centru města, ale odpor obchodníků a dalších společností si vyžádalo vytvoření alternativní strategie k odstraňování parkovacích míst. Několik míst bylo přeměněno na parkování pro řidiče se zdravotním postižením nebo byly upraveny pro nabíjení elektrických vozidel. Některé ulice umožňují provoz pro logistiku dodávkovými vozy vždy jen na několik hodin v brzkých ranních hodinách. Většina řidičů musí parkovat v garážích na okraji města. Zmíněná dopravní omezení nutí řidiče objíždět centrum města. Zavedené restriktce umožňují plně naplňovat možnosti města pro využití pěší dopravy (Rydningen, 2019)

Praxí udržitelné pěší mobility je jednoduché sledování obyvatel pomocí senzorů. Sleduje se celkový počet lidí a jejich směr. Sledování pěší mobility můžou provázet i stinné stránky. Sledovací zařízení mohou kromě systému rozpoznávání těl obsahovat i systém na rozpoznávání obličejů. Zde může nastat výraznější problém s ochranou osobních dat a jeho zneužíváním.

Příkladem nebezpečné příkladu sledování může být systém chytrého přechodu s umístěnými senzory pro snímání pohybu (viz. obr 6.). Chytrý semafor kromě klasického provozu řízení křižovatky sleduje aktivitu lidí. Systém sleduje chodce, kteří se dívají dolů, na své chytré telefony a nedávají pozor. Chytrý přechod tuhle situaci vyhodnotí a skrze své poloprůsvitné asfaltování zabliká výraznou signalizací. Semafor zároveň hlídá správné předpisy dodržování pěší dopravy. Systém umožňuje sledování osob, takže pokud některá z nich porušuje podmínky je zobrazena na velké obrazovce panelu. Jeho záznam je poté předán do policejního systému a je dále rozpracován dle strojového učení, rozpoznávání obrazu a apod. Pořízené snímky se ukládají a pak nadále používají v případných policejních šetření. Systém je obhajován bojem proti kriminalitě a inovacemi. Systém chytrých přechodů se v Šanghaji nadále rozšiřuje (Sedlák, 2019)

**Obr. 6:** Sledovací zařízení pro pěší dopravu s identifikací občanů - Shanghai (Čína)



Zdroj: Pasden, 2019

## 9.2. Cyklistická doprava

### 9.2.1. Aktivní doprava

Renesanci v pohledu udržitelné mobility zažívá cyklistická doprava. Jako rychlá a flexibilní alternativa k pěší chůzi umožňuje přepravu na větší vzdálenosti. Přednostní jízdních kol jsou jejich nízké finanční náročnosti na údržbu. Vylepšení o elektronizaci akumulátorovým motorem jízdních kol vylepšuje rychlost, pohodlí a operativnost kol k dojíždění k požadovaným cílům. Atraktivitě a efektivitě cyklistické dopravy výrazně pomáhá zvyšování bezpečnosti v prostředí města. Výstavba nových cyklostezek nebo úprava stávajících uličních prostorů je nutnou podmínkou pro zajištění zvýšení podílů cyklistů ve městě. Zásadní pro zvýšení podílu je poskytnutí samostatných cyklistických tras podél silně vytižených silnic a křižovatek nebo kde to není možné zklidnit dopravu úpravou celých čtvrtí (Pucher, Buehler, 2007). Neméně důležitou podmínkou pro výběr využití přepravy na kolech je rozsah a kvalita možností výběru ploch nebo objektů pro odstavení v cíli cesty. Bezpečnost a zabezpečení odložených kolových prostředků významně ovlivňuje použití tohoto dopravního způsobu.

Moderními způsoby efektivního využívání cyklistické dopravy jsou bikesharingové systémy sdílení jízdních kol. V určitých místech ve městě je umožněno sdílet a užívat kola pomocí mobilních aplikací. Je možné si půjčit a sdílet jízdní kola na požadovanou dobu.

Příkladem úspěšné dobré praxe cyklistické dopravy jsou státy Nizozemí, Německo nebo Dánsko. V těchto státech se v některých městech používají jízdní kola na více než 40 % jízd. Města jsou vybavena komplexní strategií s bohatým výběrem pro parkování kol s plnou integrací veřejné dopravy doplňující kvalitní školskou naukou o dopravním chování (Pucher, Buehler, 2016).

Mikromobilitou a jejími prostředky jsou označována spíše menší vozidla. Koloběžky, e-kicky a jejich elektrické ekvivalenty jako jsou Segwaye.

**Obr. 7:** Místa vymezená pro systém Bike-Sharingu - Milán



Zdroj: Autor práce, 2019

Inteligentní řízení cyklistické dopravy a její příklad implementace můžeme najít ve městě Kodaň v Dánsku. Kodaň je již po celém světě známá svou cyklistickou kulturou a upřednostňováním aktivního života ve městě, než parkováním a širokými bulváry pro automobily. Nové úpravy v řízení dopravy jsou spojeny s podporou moderních datových systémů s využitím chytrých telefonů uživatelů dopravy. Chytré telefony uživatelů cyklistického provozu v Kodani jsou schopny předávat anonymní informace bezdrátovým senzorům

podél ulic města, což umožní, aby se semaforey přizpůsobily počtům chodců, cyklistů a motoristů využívajících silnice v daném okamžiku. Dopravní signalizační zařízení mohou také komunikovat přímo s městskými autobusy, což jim poskytne možnost využít delších zelených vln a to i v případě zpoždění.

**Obr. 8:** Inteligentní signální značení - Kodaň



Zdroj: kk.dk

Dopravní systém již byl testován v některých částech Kodaně a studie v dopravě ukázala, že prvky ITS na některých trasách zkrátily cestovní dobu až o 30 procent (The Local, 2015).

Přestože všechna tato nastavení mohou lidem usnadnit život, představují také problémy. Vystává otázka, zda data budou účinně chráněna a nebudou v pozdější fázi prodána nebo předána jiným způsobem třetím stranám.

### **9.2.2. Doprava v klidu**

Pro vedení úspěšné cyklistické dopravní politiky je nutné realizace atraktivních, bezpečných a efektivních míst pro skladování jízdních kol. Nejrozsáhlejší projekty v tomto směru probíhají v Nizozemí. Město Utrecht se v současné době může pyšnit největším parkovištěm kol na světě, pro celkem 12 500 jízdních kol. Největší parkoviště kol bylo postaveno na největším dopravním uzlu města v blízkosti terminálu veřejné dopravy hlavního nádraží.

Budova je rozdělena celkem na 5 rozdílných parkovišť s možnou jízdou uvnitř budovy. Digitální systém umožňuje jednoduché navádění cyklistů po budově k místům pro parkování které mají na prvních 24 hodin zdarma (Utrech.nl, 2019).

**Obr. 9:** Největší parkovací zařízení pro jízdní kola na světě - Hlavní nádraží Utrecht (Nizozemsko)



Zdroj: government.nl, 2019

Město Utrecht zavedlo také inteligentní systém pro vyhledávání volných parkovišť pro jízdní kola ve městě. Dynamické parkovací naváděcí systémy jsou známé především pro automobily. Ve smyslu udržitelné mobility ve městech je nutné stejným smyslem myslet i na cyklistickou dopravu. Město Utrecht jako první na světě zavedlo systém navádění uživatelů jízdních kol k parkovacím místům. Město obsluhuje prvních 21 digitální signalizačních zařízení (Obr. 10). Systém navádění informuje řidiče jízdních kol a vede je do oblastí volných parkovišť. Do systému inteligentních parkovišť je zahrnuto 17 míst. Zařízení navigace zobrazuje nejbližší parkoviště a zároveň počet volných míst k parkování. Počet bezplatných parkovacích míst je sledován pomocí inovativního detekčního systému vybaveného optickými senzory. V kombinaci s inteligentním softwarem tyto senzory detekují, zda je parkovací místo volné. Systém také na základě dat v reálném čase předvídá naplňování parkovacích zařízení. Pokud se parkovací místa rychle zaplňují jsou cyklistům v signalizačním zařízení naznačovány možnosti využití jiných prázdnějších parkovišť (Utrech.nl, 2019).



**Obr. 10:** Cyklistický dopravní management v reálném čase - Utrecht



Zdroj: LumiGuide 2019

**Obr. 11:** Senzory poskytující údaje o stavu obsazenosti stájanů - Utrecht



Zdroj: Bicycle Dutch, 2015

## 9.3. Automobilová doprava

### 9.3.1. Sdílené modely mobility

Nejvíce spojovaným tématem s udržitelnou mobilitou a automobilismu je sdílení automobilů - car sharing a car hauling. Sdílená mobilita je o ekonomickém sdílení a je charakterizována sdílením aktiv (vozidel) namísto jejich vlastnictvím. To vše s použitím technologií internetu a aplikací pro připojení uživatelů a poskytovatelů vozidel. V tomto prostředí jsou zhruba čtyři modely poskytování služeb.

Prvním z nich je poskytování vozidel jako zprostředkovatel, využívající platformu peer-to-peer. Zde si zájemci mohou pronajmout auta od jiných lidí, kteří je zrovna v daném momentě nevyužívají. Nejedná se o dopravní společnosti, ale o jednotlivce, kteří ostatním lidem umožňují používat jejich vozidla. V tomto prostředí se setkávají nabídky a poptávky. Vše se uskutečňuje prostřednictvím makléře, který poskytuje on-line platformu, jako je web nebo aplikace a zároveň shromažďuje platby pronajímatele. Za tuto činnost přijímá provizi z celkového výdělku. Analogickým případem je Airbnb, kde si lidé mohou na krátkou dobu pronajmout byt, dům nebo dokonce jen pokoj ve městě. Zahraničními příklady jsou hiyacar nebo Turo, v českém prostředí HoppyGo.

Druhým modelem je krátkodobý pronájem vozidel spravovaným a vlastněným dopravní společností. Poskytovatel vlastní několik vozidel. Automobily jsou strategicky zaparkované ve městě nebo v určitých částech města a to buď na vyhrazených parkovištích, nebo na schválených veřejných komunikacích. Potenciální uživatelé vyhledají vozidlo poblíž místa, kde se nacházejí. Následně s ním jedou k cíli své cesty. Na jejím konci zaparkují auto na jiném vyhrazeném parkovišti nebo na autorizovaném veřejném parkovišti. Zamykání a odemykání se obvykle provádí pomocí smartphonu nebo čipové karty. To vše se uskutečňuje prostřednictvím aplikace (nalezení automobilu prostřednictvím živé mapy, registrace podrobností, placení atd.). Mnoho společností, i když ne všechny vyžadují členství a roční poplatek. Zákazníci pak mohou individuálně přistupovat k vozovému parku za účelem krátkodobého použití za poplatek. Zahraničními příklady jsou Car2Go nebo ZipCar, v českém prostředí CAR4WAY, Autonapůl nebo Anytime.

Krátkodobý pronájem sdílených vozidel kde jsou vozidla spravována a vlastněna poskytovatelem se nepovažuje za atraktivní náhradu soukromého vlastnictví vozidla, protože je málo vhodné na každodenní dojíždění do zaměstnání nebo školy.

Třetí model jsou společnosti, které samy nevlastní žádná vozidla. Využívají služeb a vozidel jednotlivých majitelů automobilů, kteří působí jako řidiči těchto vozidel a nabízejí služby podobné taxi službám. Služba se spoléhá na aplikaci poskytovanou společností, která rovněž vybírá platby, přičemž procento z celkového příjmu si bere jako marži. Rozdíl je v porovnání s klasickou variantou taxislužeb. U řidičů taxislužeb se často vyžaduje, aby vlastnili licenci. Ta jim uděluje právo řídit a je přístupná pouze po přísné zkoušce. Oproti tomu řidič tohoto modelu zvládne proces schvalování žádosti registrovat se v řádu dnu nebo hodiny a nemusí vlastnit žádnou zásadní licenci, takže řidiči z této možnosti značně profitují. (služb Uber, Lyft v českém prostředí Bolt nebo Liftago).

Čtvrtým modelem jsou jízdy na požádání a na domluvě s majitelem vozidla. Jsou to jízdy soukromými auty, dodávkami případně jinými vozidly jako jsou např. multivany. Jízdy jsou sdílené mezi řidičem a cestujícími jedoucími stejným směrem - car pooling.

Sdílená jízda je v podstatě uživatelsky orientovaná forma veřejné dopravy. Možnosti, které tato služba nabízí, jsou pro uživatele přesná místa nastoupení a přesné časy odjezdu/dojezdu. Nejčastější využívanou variantou tohoto modelu je meziměstské cestování (Služby Chariot, UbePool nebo BlaBlaCar).

První tři modely mohou přinést zisky soukromým stranám a určité sociální výhody, ale nezdá se, že by pomohly podstatně snížit přetížení komunikací nebo emise CO<sub>2</sub>. Čtvrtý model zahrnuje pouze jednotlivce sdílející vozidlo a cestující společně. Má největší potenciál ke snížení přetížení komunikací a emisí CO<sub>2</sub>, ale zároveň se zdá být nejnáročnější jej prodat potenciálním uživatelům, vzhledem k určitým nevýhodám. Je nejméně atraktivní, vzhledem k jistým omezením uživatelů, pokud jde o možnou čekací dobu, čas cestování a pohodlí ve srovnání s vlastním osobním automobilem.

Problém při posuzování dopadů spočívá v tom, že podíl cest uskutečněných sdílenou mobilitou je nejen malý, ale také obtížně kvantifikovatelný. Jde sice o poměrně jednoduchý přístup k informacím, často však soukromé služby neposkytují žádné informace a data o sdílené mobilitě.

Navzdory řadě výše popsaných nově vznikajících modelů je sdílená mobilita stále ještě v začátcích. Důvodem může být to, že stále existují ekonomické nevýhody a celkové náklady na sdílenou mobilitu mohou být v některých případech vyšší než celkové náklady na jiné druhy dopravy, zejména v porovnání se soukromým autem.

Pobídky určené k motivaci jednotlivců k používání sdílených služeb mobility namísto soukromého automobilu by musely změnit relativní náklady používání sdílených vozidel.

Důležité je uvědomění, že pokud uživatelé přejdou z tradiční veřejné dopravy na sdílenou mobilitu, výnosy z veřejné dopravy mohou klesnout. (Santos, 2018).

### 9.3.2. Inteligentní dopravní systémy

Investice do inteligentních dopravních systémů (ITS) se začínají odehrávat v souvislosti s iniciativami konceptu Smart City v mnoha městech. Energetická účinnost a snižování emisí se pro tyto investice stávají základními důvody. Kontext inteligentních měst transformoval tradiční ITS na „smart mobilitu“ se třemi hlavními charakteristikami: se zaměřením na lidi, založené na datech a poháněné inovacemi ze zdola. Inteligentní řešení mobility mají čtyři hlavní kroky k dosažení úspor energie a v každém kroku je vyžadováno několik institucionálních, technických nebo fyzických podmínek. Úspory energie jsou dosaženy, když uživatelé změní své chování a povedou k menšímu cestování, změně dopravy nebo snížením spotřeby energie.

Iniciativy inteligentní mobility se zaměřují na všechny typy uživatelů dopravy. Pro řidiče automobilů poskytují inovace ve vozidlech od komunikačních technologií nabízejících služby od navigace, placení mýtného, parkování až po autonomní řízení. Řidiči v této infrastruktuře získávají ve svých vozidlech nebo mobilních telefonech informace o službách v reálném čase. Lidé mohou snadno najít a půjčit si kola ve městě, protože není potřeba dokovací stanice. Logistický průmysl může využít výhod platformy pro porovnávání vstupů k úspoře nákladů a zlepšení efektivity dodávek. Myšlenky inteligentní mobility mohou představovat novou generaci dopravního plánování. Například signalizační systémy mohou předpovídat přetížení a upravovat časování dopravního signálu automaticky oproti pevným nebo předprogramovaným nastavením tradičního řízení dopravy. Dopravní informace v reálném čase vstupují do aplikací v mobilních telefonech uživatelů oproti statickým informačním panelům. Systémy podporující cenově proměnnou nabídku pro silniční, veřejnou dopravu nebo pro parkování s elektronickým mýtným s variabilní cenou (Chen a kol., 2017).

Většina systémů moderní dopravy shromažďuje prostřednictvím kamer, senzorů a detektorů instalovaných na silnicích velké množství dat. Jsou jimi například umístění autobusů a tramvají v reálném čase, záznamy o činnosti mobilních telefonů, data z dopravních karet, sociálních sítí, webových stránek nebo kreditních karet.

Analýza a využití velkých dat (Big Dat) je náročná. Získávání užitečných informací z rozsáhlých dat vyžaduje vysokou technickou kapacitu, která v mnoha případech chybí, nemluvě o chybných datech s nízkou kvalitou a různými formáty. Zákony a předpisy navíc často zaostávají, než aby mohly vést důležité záležitosti týkající se vlastnictví, výměny, standardů,

soukromí a bezpečnosti.

Cílem tradičních ITS je zlepšit účinnost systému a zaměřit se na vozidla a toky dopravy. Moderním cílem ITS ve věku Smart City měst je zlepšit zážitek cestujícím a zlepšit kvalitu života. Systémy se proto musí zaměřit na uživatele. Praxe udržitelné mobility se navíc snaží přispět ke spokojenosti uživatelů jako ke spotřebitelům služeb, ale také k výrobcům těchto služeb, kteří spoluvytváří služby mobility. Zaměření na lidi vyžaduje významnou interakci s uživateli, aby tvůrci plánování pochopili, co lidé potřebují a jak se chovají a mohli poskytovat uživatelům na míru personalizované služby.

Například v Londýně je registrováno 30 % držitelů karet Oyster u společnosti Transport for London (TfL). Ta je schopna zasílat uživatelům osobní upozornění prostřednictvím telefonních zpráv nebo e-mailů ohledně možného narušení či zpoždění veřejné dopravy a to zejména na linkách, které daný uživatel obvykle používá. TfL je také schopna vrátit uživateli jeho jízdné automaticky, pokud vlak nebo autobus přijel příliš pozdě (Chen a kol., 2017).

Zvolená metoda zaměřená na obyvatele přináší obrovské výzvy. Chování lidí je složité, různorodé a mění se. Porozumět chování uživatelů dopravy a vhodně reagovat tak není snadné.

### **Silniční doprava - aktivní**

Prostředky řízení s použitím dopravní telematiky přicházejí z nutnosti lepšího využití stávajícího omezeného prostoru silničních dopravních komunikací. V místech a prostorech kde není možné účelně komunikace rozšiřovat, přichází dopravní management. Rozdělení managementu řízení dopravy se dělí na dvě podstatné skupiny cílových prostředků: individuální automobilové dopravy a veřejné hromadné dopravy (Příbyl, 2005).

Systémy inteligentního řízení dopravy na základě telematiky, využívající detektory a senzory, existuje mnoho druhů. Spousta měst přistupuje k řešení dopravních systému jednotlivě, na základě velikosti měst, dopravní zatíženosti, a hlavně dostupných finančních prostředků. Zavedená řešení dopravních problémů měst pak často nelze aplikovat na systémy jiných měst k řešení jejich vlastních problémů a požadavků.

Příkladem ITS pro silniční dopravu je systém synchronizace světelných křižovatek v Los Angeles ve Spojených státech amerických. Systém řízení obsahuje kolem 4700 signalizovaných křižovatek a zahrnuje přes 25 tisíc detektorů a přes 560 kamer. Stanoveny byly tyto cíle: bezpečně řídit pohyb různých druhů dopravy (chodců, cyklistů, tranzitní dopravy a jiných vozidel dopravy), zlepšit účinnost systému dopravních signálů optimálním přidělováním zelené vlny v různých směrech a režimech, poskytovat schopnost vzdáleně monitorovat a upravovat

časování signálů v reálném čase s možnostmi včasné reakce na konkrétní situace a poskytnout schopnost analyzovat dopravní provozní údaje (Ladot, 2016).

Důležité části systému jsou adaptivní, což znamená, že systém monitoruje objemy provozu v reálném čase podle směru. Pomocí detektorových smyček mezi a na křižovatkách obměňuje časování provozu s rostoucími požadavky a podmínkami hustoty dopravy.

Pro pěší dopravu se například fáze provozu vypočítávají na základě šířky ulice a obvyklé rychlosti chůze pěších. Na křižovatkách s vysokými objemy chodců je prodlužována fáze přechodu a chodcům je tak poskytnuto více času na přechod křižovatkou. Pro městskou železniční dopravu a autobusovou dopravu jsou k dispozici navržená okna rychlých průjezdů odpovídající harmonogramům vlaků nebo autobusů. Systém ale nemění každý signál semaforů pro veřejnou dopravu na zelenou pokaždé, když se tranzitní vozidlo přiblíží na křižovátku. Zveřejněné výsledky zmiňují zlepšení rychlosti jízdy o 16 % a celkové snížení časové doby cest o 12% (Ladot, 2016).

Dalším systémem chytrého řešení zlepšení mobility byl aplikován v Miami-Dade na Floridě. Město v roce 2017 zahájilo v prvotní fázi projektu implementace zavedení 300 adaptivních signálních křižovatek. Hlavní výhodou zavedených semaforů na křižovatkách byla možnost řídit pohyb vozidel v plné pravomoci řídicího počítače na základě dat v reálném čase. Z vyhodnocení analýz účinků zavedeným systémem se město rozhodlo rozšířit technologii na stávajících 2500 adaptivních křižovatek (Hanks, 2018).

Inteligentní signalizační zařízení v Miami upravují rychlé časování fází podle dopravních podmínek a rychlosti. Signály na křižovatkách se synchronizují s dalšími signály podél trasy a jsou schopny vzájemné propojené synchronizace. Se zvyšujícím se objemem provozu a snižováním rychlosti vozidel jsou inteligentní signalizační zařízení schopny provoz upravovat tak, aby se maximalizoval počet vozidel projíždějících na křižovatce. Po kompletní instalaci se systém bude v budoucnu zkoušet na testování komunikace s autonomními vozidly. Vylepšení podle studií (DTPW, 2019) jsou výrazná. Zlepšení se provozu se projevila přibližně v 10 % úspoře času v cestování.

**Obr. 12:** Kamera pro detekci vozidel na semaforu - Miami (USA)



Zdroj: miamiherald.com, 2018

### **Silniční doprava - v klidu - Smart Parking**

Řešení aktivní jízdy v silničním provozu není jedinou možností jak koordinovat správné využití dopravy. Doprava v klidu je podstatnou částí v dopravním chování. Výrazně ovlivňuje celkovou zastavěnou plochu měst. V centrech některých měst jako jsou Los Angeles, San Francisco nebo Melbourne parkovací místa přesahují v obchodních oblastech i 70% využití ploch. Parkování v centrech měst a jejich plochách u obchodních center zabírají průměrně 31 % využití (Lin a kol., 2017). Vysoká míra pokrytí míst pro parkování umožňuje vysoké využití automobilů ve městech. To vede ke snížení využití veřejné dopravy. Možností pro udržitelnou dopravu je snížení počtu těchto míst. V současné době není veden trend ke snižování počtu míst pro osobní automobily z důvodu finančních ztrát z příjmů z parkování.

V dnešních podmínkách se města snaží o snížení negativních dopadů spojených s parkováním. Negativní dopady spojené s parkováním ve městech jsou nejčastěji nedostupná volná místa pro parkování spojená s dlouhým v některých městech až nekonečným hledáním volných míst. Hledání volného místa zvyšuje dopravní zatížení ulic a zbytečně zvyšuje zátěž životního prostředí hlukem a emisemi.

Parkování je rostoucím problémem v amerických městech v důsledku rostoucího počtu obyvatel a automobilů, což odráží základní skutečnost, že auta zůstávají zaparkována asi 95 %

času (Krishnamurthy, Ngo, 2019). Parkování je v moderní ekonomice klíčovým prostředkem, protože s ním končí každá cesta automobilem. Městské politiky ohledně parkování jsou nejen neefektivní, ale také vytvářejí další externality. Neefektivní politika parkování tak může přispět k přetížení cest prostřednictvím dopravního zatížení. Nadměrná poptávka po parkování je obecně považována za faktor přispívající ke zvýšenému přetížení v městských oblastech. Města kde se rychle zvyšovalo používání automobilů, se zaměřila převážně na politiky zaměřené na omezení vstupu do nejvíce přetížených oblastí. Přijetím opatření, jako jsou mýtné za silniční vozidla nebo stanovení poplatků za přetížení center. Platit poplatek ve špičkách dopravy je za účel poplatkami racionalizovat provoz v centrech měst.

S ohledem na nedávná technologická vylepšení se souvisejícím snížením nákladů na měření parkovacích míst se stávají efektivnější správy parkování pomocí tzv. „Inteligentního parkování“.

Problémy s parkováním do značné míry eliminují moderní koncepty s využitím informačních a komunikačních technologií. Moderní technologie umožňují zjistit v reálném čase nejen obsazenost parkovacích míst ale i efektivně vozidla na dané místo navigovat. Zajištěním kontroly místa obsazené vozidlem eliminuje nedovolené parkování a zajišťuje plnou kontrolu nad placením, což má pozitivní dopad na rozpočet města nebo jejich městské části.

San Francisco v roce 2009 začalo pilotním programem SFpark s inteligentním parkováním ve vymezených částech města. Cílem bylo zavést: poplatky za parkování reagující na obsazenost míst, snadnější způsoby plateb, lepší informace o parkování, snížení kongescí a zlepšení plynulého provozu, omezení nelegálního parkování, zvýšení rychlosti a spolehlivosti přepravy, zvýšení bezpečnosti pro všechny účastníky provozu a lepší kvality ovzduší (SMFTA, 2014).

Technologie které projekt SF park používá jsou bezdrátové magnetronové senzory s baterií umožňující detekci příjezdu a odjezdu vozidel a zjištění obsazenosti parkovacího prostoru v měřených prostorech parkovacích míst. Bezdrátové parkovací senzory detekují změnu dostupnosti parkování a odesílají data v reálném čase. Tyto parkovací senzory byly instalovány na 8 000 místech na ulicích v pilotních oblastech. Dále byly senzory umístěny do tří kontrolních čtvrtí, aby poskytovaly základní data z celých čtvrtí pro účely vyhodnocení. Celkově bylo ve městě umístěno přes 11700 čidel pro tato měření (Obr. 13).



**Obr. 13:** Bezdrátový senzor detekující vozidla - San Francisco (USA)



Zdroj: SMFTA, 2011

Informace získané z obsazenosti systém využíval pro přizpůsobení sazby podle požadavků města na požadovanou míru dopravy. Umístěné parkovací automaty umožnily snadné placení hotovostí, kreditní kartou, mobilem nebo městskou kartou. Sazby placení reagovaly na míru obsazenosti. Cílový rozsah obsazenosti byl nastaven na 60–80% na plochu bloku. Pokud průměrná obsazenost v měřeném úseku byla v rozmezí plánované obsazenosti, ceny se nezměnily. Pokud však průměrná obsazenost v měření překročila 80%, zvýšila se hodinová sazba za parkování. Naopak pokud obsazenost klesla do rozmezí mezi 30 a 60% pak sazby za parkování klesly pod rozmezí 30% ještě výrazněji.

Evaluaace projektu (SMFTA, 2014) ukazovala, že se parkovací dostupnost výrazně zlepšila v porovnání s jinými kontrolními oblastmi. V pilotních oblastech SFpark se doba po kterou většina lidí musela najít prostor snížila o 43 procent. Parkování SFpark také zkrátilo o 30% najeté vzdálenosti, kterou museli řidiči najezdit, než našli požadované místo. Navigaci na volná místa, která jsou k dispozici umožnila mobilní webová aplikace, která ukazovala volnou ulici a místo pro parkování. Snížení kroužení vozidel v ulicích měst znamenalo menší dopravní zatížení a zlepšení kvality života zmenšením emisí skleníkových plynů. V kontrolních oblastech zpráva uvádí snížení denní emise skleníkových plynů o 30%. Objem provozu se v pilotních oblastech snížil o 8%. Zvýšená rychlost vozidel se v místech sledování zvýšila o 2,3 procenta. Důležitou vlastností systému bylo poskytnutí dat v reálném čase jako volně dostupná open data, s možností využití dat pro provozovatele třetích stran.

Evropský projekt, který je podobný moderním technologickým provedením je zaveden v přístavním městě Dubrovnik v Chorvatsku jako součást strategie konceptu Smart City . Oproti staršímu projektu San Franciska využívá systém Dubrovniku moderních technologií IoT napojení na internet. Sítově připojení věcí na internet umožňuje efektivní připojení k internetovému prostředí a umožňuje shromažďovat data z různých senzorů. Město Dubrovnik k systému chytrého parkování přistoupilo hlavně z důvodu přeplněnosti komunikací během turistické sezony způsobené příjezdem turistů. V případě města se jedná o nejvýznamnější turistickou destinaci v Chorvatsku zapsanou na seznam světového dědictví UNESCO. Proto město podniklo kroky k omezení počtu vjezdů do centra města a hlavně začalo sledovat a řídit pohyb osob a vozidel ve městě.

Hlavním cílem Smart City Dubrovnik je zlepšit kvalitu života občanů (a návštěvníků) pomocí technologií již existujících služeb nebo vytvoření nových. Integrace nových technologií, jako jsou systémy založené na internetu věcí, do stávající městské infrastruktury může přiblížit zlepšení v oblastech udržitelnosti a úsporách v rozpočtu. V roce 2015 přijalo město Dubrovnik obecnou strategii Smart City a začalo s vývojem opatření na implementaci systémů inteligentních měst, které se začlení do již existujících komunálních služeb. Jeden z prvních akčních plánů se týkal mobility, včetně pohybu vozidel, dopravy a pěší dostupnosti městských oblastí ve městě. Významným prvkem plánu je zavedení chytrého parkování. Cíle chytrého parkování byly následující: plné využití parkovacích míst, efektivní využití vozidel, výrazné zkrácení doby vyhledávání bezplatných parkovacích míst, omezení dopravních kolon. Snížení úrovně znečištění ve městě (Šarić, Mihaljević, 2017).

Senzory jako hlavní část řešení chytrého parkování jsou tvořeny bezdrátovými senzory napájených z baterií, které používají infračervené záření. Životnost baterií se odhaduje na 3 a více let. Úkolem senzorů je po detekci zaparkování poslat informaci v reálném čase pomocí internetového připojení do systému sítě (Šarić, Mihaljević, 2017). Počet senzorů které obsluhují město je 1912 a zahrnuje většinu placených parkovacích míst ve městě. Každý parkovací senzor je připojen k vlastnímu parkovacímu prostoru s vlastním číslem (Obr. 14). Efektivní využití senzorů je dále rozvíjeno v chytré aplikaci pro mobilní telefony kde je možné vidět obsazenost míst. Aplikace umožňuje snadné navedení na volná místa k zaparkování (Obr. 15). Systémem sledování parkovacích míst je možné efektivně vyčlenit místa pro parkování místních občanů a turistů. Systém chytrého parkování zahrnuje taktéž snadné placení. Projekt zahrnuje největší počet parkovacích míst s využitím technologie IoT na světě. Vzhledem k tomu že projekt byl realizován v nedávné době, ještě nebyly provedeny řádné evaluace dopadů na dopravu ve městě.

**Obr. 14:** Parkovací místa se zapuštěnými senzory - Dubrovnik (Chorvatsko)



Zdroj: Rašica, 2019

**Obr. 15:** Mobilní aplikace pro parkování - Dubrovnik



Zdroj: Dubrovnik, 2020

### 9.3.3. Autonomní vozidla

Velkým tématem budoucnosti dopravy je využití autonomie dopravy. Zvláště pak u autonomie osobních automobilových vozidel. Optimisté předpovídají, že do roku 2030 budou autonomní vozidla dostatečně spolehlivá a cenově dostupná, aby nahradila většinu vozidel s nutným ručním řízením. Autonomní vozidla mohou poskytovat nezávislou mobilitu řidičům a snižovat stres řidiče. Autonomie vozidel a nastavení optimální trasy jízdy má tak být všelékem na problémy se znečišťováním prostředí ve městech a úsporou energií. Má být řešením dopravních nehod a řešením dopravního a parkovacího zatížení.

Zjišťuje se, jak rychle se pravděpodobně bude toto odvětví dopravy vyvíjet, jaké výnosy a náklady na provoz budou tyto automobily představovat. Také jak ovlivní dopravní a cestovní požadavky a jaká rozhodnutí v městském plánování budou potřeba s ohledem na budování optimální nabídky silnic, parkovišť a stávající veřejné dopravy.

Předpokládá se, že autonomie ovlivní hodnoty doby cestování např. zvýšeným pohodlím s možným multitaskingem při řízení. To umožní i delší cesty. Pravděpodobně ovlivní množství a typ nákupů vozidel i se souvisejícím rozhodnutím o tom, zda vlastnit vozidlo nebo zvolit modely sdíleného vlastnictví. V dlouhodobém horizontu může ovlivnit rozhodnutí, například kde bydlet a pracovat, a tím ovlivnit využívání půdy. Mnoho osob s rozhodovací pravomocí a odborníků (plánovačů, inženýrů a analytiků) přemýšlí, jak autonomní (také nazývaná samohybná nebo robotická) vozidla ovlivní vzorce rozvoje na cestování a dopravy, na využití krajiny, na požadavky navrhování silnic a parkování nebo na veřejnou dopravu. Zároveň přemýšlí, zda by veřejné politiky měly podporovat nebo omezit využívání autonomie vozidel. O otázkách kladného přispění existuje značná nejistota (Harb, 2018).

Analýza často přehlíží významné překážky a náklady. Vozidla již nyní mohou za určitých podmínek fungovat autonomně. Musí však být vyřešeno ještě mnoho technických a zejména legislativních problémů, než budou jezdit a pracovat autonomně a to za všech podmínek – včetně nepříznivého počasí, na nezpevněných silnicích nebo během přerušení bezdrátového spojení vozidla. Vozidla zároveň musí být testována, schválena pro všeobecný komerční prodej, cenově dostupná a atraktivní pro většinu cestujících a spotřebitelů. Porucha elektronického zařízení může být frustrující, ale málokdy je fatální. Poruchy systému autonomních vozidel mohou být pro cestující nejen frustrující, ale hlavně mohou být pro uživatele dopravních prostředků a ostatních účastníky silničního provozu smrtící (Riggs, 2019).

Autonomní řízení může vyvolat další jízdu vozidla, což může zvýšit dopravní problémy.

Autonomní vozidla mohou být programována na základě preferencí uživatele (maximalizace rychlosti a bezpečnosti cestujících) nebo na základě společenských cílů (omezení rychlosti a ochrana ostatních účastníků silničního provozu).

Otevírají se nové významné možnosti pro osoby se zdravotním postižením. Osobám bez řidičského průkazu - mladým nebo starým osobám, které již nemohou řídit nebo již řídit nesmí (jízdni schopností a reakční doby řidičů se snížili). To zlepšuje jejich přístup ke vzdělávacím a pracovním příležitostem a zvyšuje jejich sociální začleňování a tím zlepšuje i ekonomickou produktivitu.

Soukromá auta s autonomním pohybem mohou být pro uživatele mobilními ložnicemi nebo kanceláři. To umožňuje cestujícím odpočívat nebo být produktivní během cestování. Tím se mohou snížit náklady na jednotku času cestování.

Na druhé straně cestování ve sdíleném modelu autonomních vozidel může přinést pro uživatele nová napětí a nepohodlí. Při jízdě na základě okamžité poptávky bude muset pružně reagovat a to na základě blízkosti polohy žádostí k vyzvednutí vozidla. Zde bude určující kapacita dopravních prostředků, vzdálenost jejich polohy a možnosti vyzvednutí. Mnohdy se sníží bezpečnost přepravy (cestující sdílejí prostor s cizími lidmi) a od každého dalšího vyzvednutého/vyloženého cestujícího se sníží rychlost cestování. Veřejný provoz s sebou jistě přinese i možnosti vandalismu. Aby se minimalizovaly náklady na údržbu a čištění, budou mít vozidla „kalené“ interiéry (plastová sedadla a nerezové povrchy), minimální příslušenství a bezpečnostní kamery.

Optimistické předpovědi výhod autonomních vozidel mohou způsobit, že některé komunity sníží podporu služeb veřejné dopravy. Tím se mohou snížit možnosti pro ostatní uživatele dopravy nevyužívající autonomní vozidla. Dalším příkladem proti posilování autonomní dopravy může být vyhrazení dálničních pruhů pro autonomní čtyři vozidel, což povede ke snížení kapacity pro běžný provoz konvenčních vozidel a tím ke zhoršení podmínek pro ostatní cestující ve vozidlech ručně řízenými lidmi.

Tvrzením pro prospěšnost autonomních vozidel je míra lidského vlivu na způsobování nehod. Ten způsobuje až 90% příčin nehod. Autonomní vozidla sníží nehodovost a spojené náklady na nápravu škod o 90%. V této rovnici se ale přehlídí další rizika těchto technologií, která mohou představovat. Jsou jimi poruchy hardwaru a softwaru. Složité elektronické systémy často selhávají a dokonce i malé poruchy operačního systému vozidla - porouchaný senzor, zkreslený signál nebo chyba softwaru - mohou mít katastrofální následky. Vozidla s vlastním pohonem budou mít určitě poruchy, které přispívají k nehodám. Další otázkou je hackování a

nabourávání se hackerů do systému vozidel. Technologie s vlastním řízením lze manipulovat pro pobavení nebo i zločin. Další rizika autonomních vozidel mohou být potíže s detekcí a provozem chodců, cyklistů, motocyklistů apod.

Autonomní provoz může zvýšit přetížení, spotřebu energií. Optimisté předpokládají, že autonomní vozidla sníží znečištění, protože budou na elektrický pohon a většinou sdílená. Jak již bylo uvedeno dříve, mnoho uživatelů si pravděpodobně vybere osobní autonomní vozidla, ledaže by pro sdílení vozidel byla široce uplatňovaná veřejná dotační politika.

Technologie s autonomním řízením vyžadují další vybavení a výrobci vozidel pravděpodobně budou prodávat sedadla, která se promění v místa pro odpočinek a mobilní kanceláře, což může zvýšit celkovou spotřebu energie a emise znečišťujících látek. Autonomní vozidla mohou vyžadovat vyšší standardy údržby vozovek, například jasnější malování čar a speciální dopravní signály. Autonomní provoz může snížit náklady na parkování tím, že umožní vozidlům parkovat dále od cílů cest. Většina uživatelů však bude pravděpodobně chtít, aby vozidla byla k dispozici do pěti nebo deseti minut a z tohoto důvodu musí tedy parkovat v blízké vzdálenosti jen do několika kilometrů. Někteří lidé se mohou chtít vyhnout placení za parkování a tak autonomní vozidla mohou kroužit kolem městských bloků a zvyšovat tak hustotu vozidel v dopravních kolonách. Tyto vlivy mohou mít vyšší dopady na celkové zatížení dopravy, energie, emise a budou tak ovlivňovat celkové vzorce cestování a rozvoje měst. V případě, že se prokáže autonomie jako výrazně pohodlná alternativa k cestování veřejnou dopravou, může se znova zvýšit celkový provoz automobilových vozidel ve městě (Consilvio a kol., 2019).

Autonomní vozidla budou mít v budoucnu zásadní dopad na konstrukci parkovacích zařízení. Ve srovnání s běžnými parkovišti, která mají na každém ostrově pouze dvě řady vozidel, mohou mít budoucí parkoviště (pro autonomní vozidla) několik řad vozidel zaparkovaných za sebou. Toto víceřádkové uspořádání snižuje požadavky na velikost parkovacích míst. Může však způsobit zablokování, pokud je určité vozidlo obklopeno jinými vozidly a nemůže opustit zařízení. Provozovatel parkovacích míst pak musí přemístit některá z vozidel a tak vytvořit jasnou cestu pro výjezd blokováného vozidla (Nourinejad a kol. 2018).

Mnoho současných vozidel už má v sobě technologie úrovně 1 a 2, jako je například tempomat, systém varování před nebezpečím a systém automatického parkování. Nejvyspělejší vozidla nabízí automatickou kontrolu řízení a zrychlení v omezených podmínkách na úrovni 3. Několik společností nyní provádí pilotní projekty úrovně 4. Znamená to, že vozidla se mohou za určitých podmínek již řídit skoro sama.

Navzdory tomuto pokroku je ještě nutné významné technické zlepšení než se vozidla budou moci řídit sama za všech normálních podmínek. V dohledné budoucnosti není pravděpodobné, že by autonomní vozidla fungovala spolehlivě za silného deště a sněhu, na nezpevněných silnicích nebo na místech, kde není k dispozici navigační služba (GPS, Galileo apod.) nebo speciální mapy potřebné k navigaci. Mohou tak být ve smíšeném městském provozu pomalá a nespolehlivá. Provozování vozidel na veřejných komunikacích je složité kvůli četnosti interakcí s jinými, často nepředvídatelnými situacemi (např. předměty ve vozovce, odstavená vozidla, chodci, zvířata a také špatný technický stav vozovky). Z důvodu těchto interakcí budou autonomní vozidla vyžadovat řádově složitější software než letadla (Litman, 2019). Výroba takového softwaru je náročná a nákladná stejně tak, jako zajistit aby software nikdy neselhal, je prakticky nemožné.

V sociologické studii prováděné kolektivem Harb (2018) napodobovali potenciální život se soukromě vlastněným autonomním vozidlem. Umožnili 60 hodin bezplatného servisu automobilu i s poskytnutým řidičem nahrazujícím autonomii vozidla a to pro každou zúčastněnou domácnost s možností použití vozidla po dobu 7 dní. Snažili se porozumět změnám v cestovním chování lidí. Pozorovali jejich chování a sledovali, jak upravovali své návyky a činnosti během autonomního týdne, kdy byli zproštěni úkolu vlastního řízení. V této první pilotní studii se vzorek skládal ze 13 subjektů v oblasti San Franciska. Začleněny byly tři kohorty: generace mladých - mileniálů (Generace Y), rodin s dětmi a lidí v důchodovém věku. Sledovali cestování každého subjektu po dobu 3 týdnů (týden při řízení řidičem, týden před a 1 týden poté).

Během týdne autem řízeného řidičem pozorovali značný nárůst ujetých kilometrů a počet cest. Dále výraznějším nárůstem výletů uskutečněných večer, na delší vzdálenosti a podstatnou část ujetých kilometrů s nulovou obsazeností.

Zjistili celkový nárůst počtu najeté vzdálenosti o 83%. Počet dlouhých cest (> 20 mil) a výletů po 18:00 se zvýšil o 91%, respektive 88%. Lidé v důchodovém věku byli kohorta s největším nárůstem u těchto dvou typů výletů (175% a 246%). 21% nárůstu počtu najeté vzdálenosti bylo výsledkem vozidel s nulovou obsazeností, kde subjekty odesílaly své auta na projížďky(?). Důchodci těžili ze schopnosti cestovat na delší trasy nebo cestovat v noci aniž by se museli starat o bezpečnost jízd. Děti mohly cestovat za svými aktivitami i bez rodičů. Dětem tato možnost nabídla větší svobodu cestování a rodiče měli více času na jiné činnosti.

## 9.4. Intermodální doprava

Intermodalita je nejsilnějším spojení veřejné dopravy. Usnadňuje a zpřijemňuje denní cesty. Uživatelé intermodální dopravy se častěji vyhýbají dopravním zácpám a možným stresům v kolonách. Níže jsou představeny projekty dobré praxe začleňující intermodalitu.

### 9.4.1. Městské formy

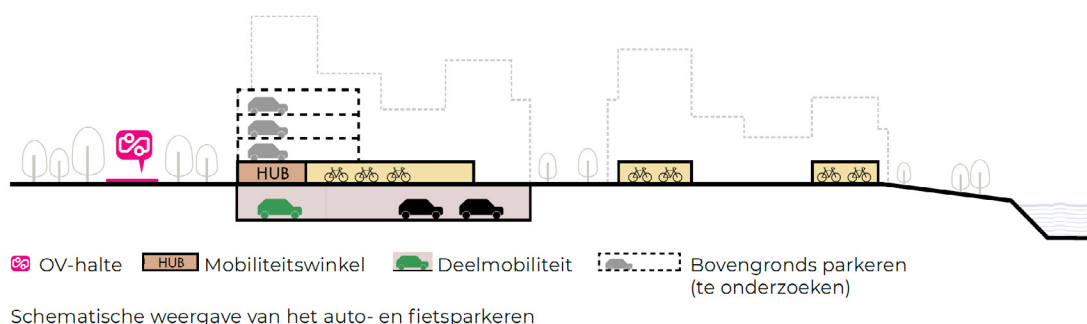
Městský projekt čtvrti Merwede ve městě Utrecht v Nizozemí je příkladem kombinace ambice udržitelného a zdravého urbanismu s propojením udržitelné dopravy a mobility. Nová čtvrť zahrnuje 6 000 bytů a poskytuje zázemí pro různé služby. Obsah návrhu je charakterizován poskytnutím prostoru pro plochy městských zelení ve veřejných prostorech, množstvím ploch nádvoří a k tomu ještě vyčleňuje plochy na střeších budov. Hlavním benefitem navrhovaného designu městské čtvrti je koncepce sousedství bez aut, která upřednostňuje chodce a cyklisty. Obyvatelé a návštěvníci mohou využít velký výběr sdílených automobilů, sdílených kol a veřejné dopravy. Tento plán navrhovatelé představují jako výsledek komplexního hodnocení různých udržitelných, prostorových a sociálních ambicí (omgevingsvisie.utrecht.nl, 2018).

Projekt se zaměřuje na šest základních bodů budoucích změn vývoje. Prvním je trend stěhování obyvatel do měst. Lidé se stěhují do měst a preferují městský život. Populace v rámci měst poroste a také zároveň poroste poptávka po mobilitě. Lidé stále častěji požadují mít v oblasti bydliště zároveň i pracovní příležitosti. Vyrůstají požadavky na krátké docházkové vzdálenosti. Druhým požadavkem je individualizace, kde každý jednatel může mít prostor pro uspořádání svého života svým vlastním způsobem. Zároveň je důležité budování lokální komunity. Třetím požadavkem je digitalizace. Digitalizace specializuje naši ekonomiku a každodenní činnosti. V praxi to má za následek zaměření na používání digitálních technologií pro sdílení produktů, jako jsou nástroje (Peerby), byty (Airbnb) nebo dopravní prostředky (car2go, Uber apod.). Čtvrtým bodem je udržitelnost se zaměřením na snížení potřeby neobnovitelných zdrojů paliv. Snížení této spotřeby zmiňují rostoucím počtem využitých elektrických vozidel a změnou druhu dopravy z automobilů na kola. Ve městě tyto prostředky pomáhají zajišťovat udržitelnější životní prostředí. Pátým bodem je téma technologického vývoje autonomní dopravy. V konceptu je myšleno na problematiku poslední míle. Tedy poslední vzdálenosti v dopravě osob nebo zboží do prostředí domácnosti. Posledním bodem jsou ambice pro „systémový skok v systému mobility“ Město Utrecht se stejně jako jiná města potýká s neudržitelnou úrovní automobilové dopravy. Utrecht zvažuje učinit důležitá



rozhodnutí v koncepci dopravy: přidat další investice do vysoce kvalitní veřejné dopravy, směřovat parkování na okraj města, upravit kapacitní standardy pro parkování u nových bydlení, investice do udržitelné elektrické dopravy a zavedení daně parkování pro velmi velkou část města (Gemeente Utrecht, 2018).

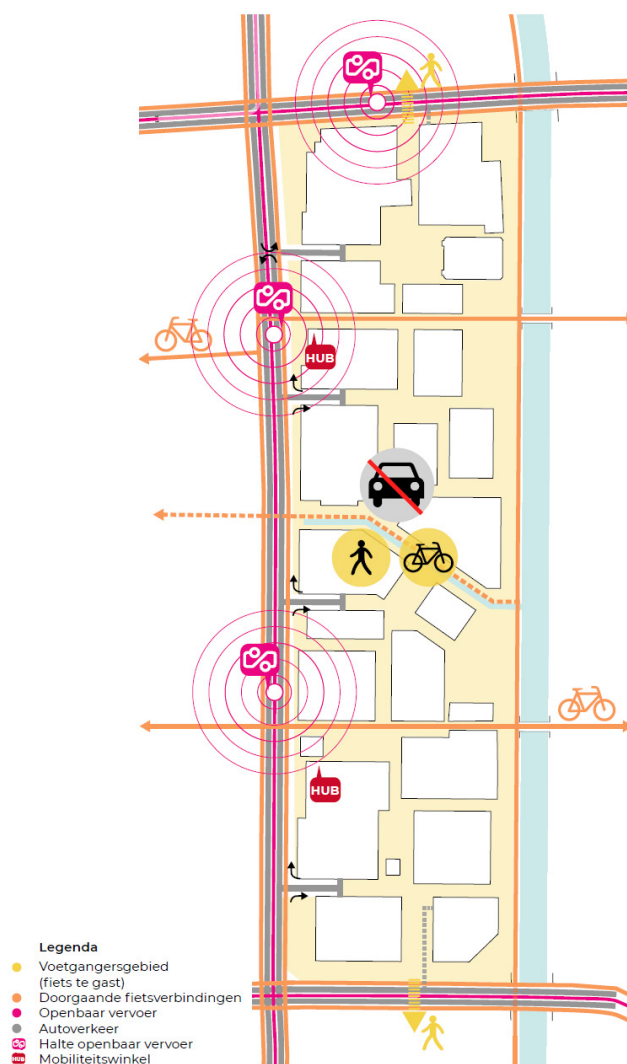
**Obr. 16:** Plánované mobility huby - Merveede (Nizozemsko)



Zdroj: Gemeente Utrecht, 2020

Důležitými prvky udržitelné mobility projektu Merwede jsou konkrétně: možnosti provádět veškeré své každodenní činnosti a potřeby v lokalitě bydlení. Vždy nejprve upřednostňovat pěší chůzi, poté využití kola a následně veřejnou dopravu. Teprve poté použít soukromé auto. Veřejná doprava a koncepty sdílené automobilové systémy jsou udržitelné, čisté a pokud možno elektrické. Koncept mobility (Obr. 17) se skládají z prvků prostorové mobility. Všechna zařízení pro každodenní městský život lze nalézt v Merwede. Atraktivní turistické a cyklistické trasy jsou bezproblémově napojeny na MHD. Oblast je z velké části bez automobilové dopravy, zbytek doplňují centra mobility (Mobility Huby). Ty zároveň poskytují zastřešení mobility jako služby (MaaS), v níž mohou obyvatelé využívat sdílené prostředky dopravy místo vlastnění soukromých vozidel, Huby podporují všechny druhy sdílené mobility (jako jsou sdílená auta, e-kola, vysokorychlostní kola apod.) Mobilita jako služba s centry mobility jsou rozšířené po celé oblasti Merwede. Digitální platforma pak zastřešuje mobilitu snadným digitálním a přístupným způsobem (Gemeente Utrecht, 2020).

**Obr. 17:** Urbanistická koncepce dopravy - Merveve (Nizozemsko)



Zdroj: Gemeente Utrecht, 2020

## 9.4.2. Mobility Huby

Koncepty Mobility Hubů (přestupních uzlů nebo stanic mobility) a jejich realizovaných verzí jsou na úplném začátku. Pro propojování většího množství dopravních prostředků na principu intermodality a multimodality zatím patrně vznikla jenom jedna stanice splňující požadavky propojení všech dostupných forem veřejné a sdílené dopravy. Projekt začal v Německu ve městě Mnichov.

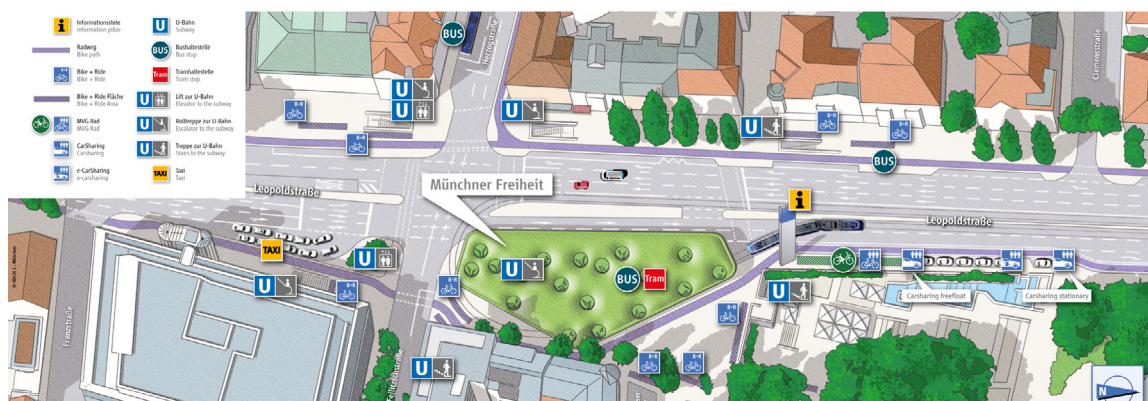
Multimodální uzly mobility jsou multimodální přepravní uzly, které usnadňují intermodální přestupy (v rámci jedné cesty) poskytováním různých možností druhů mobility v těsné návaznosti. Veřejná doprava zde hraje ústřední roli, obvykle v souvislosti s další službou

sdílené mobility. Kromě koncepce Bike and Ride (B+R) nebo Park and Ride (P+R) je služba multimodální mobility na stanicích mobility integrována buď prostřednictvím informací (multimodální plánovače cest), marketingu, tarifů (balíčky mobility) nebo s využitím přístupu prostřednictvím dopravní karty (multimodální chytré karty)

Mobility Hub Münchner Freiheit v Mnichově je pilotním projektem vedeným městem Mnichov ve spolupráci se společností veřejných služeb Mnichov City Utilities (SWM) a dopravním podnikem MVG. Poloha stanice se nachází v hustě obydlené čtvrti Schwabing čítající přes 18 tisíc lidí. Jedná se o bohatou, mladou a dynamickou městskou oblast s atraktivními rezidenčními lokalitami i pracovními místy, oblast obsahuje množství kulturních, nákupních i rekreačních oblastí. Bezprostřední okolí stanice mobility se vyznačuje smíšenou funkcí městského prostoru jako je bydlení, obchod, maloobchod a místa pro volnočasové aktivity.

Oblast je dobře obsluhována službami veřejné dopravy a leží v oblasti volně dostupných carsharingových a bikesharingových služeb (obr. 18). Kromě volně odstavených vozidel a kol pro sdílení automobilů a bikesharingu, která jsou v této oblasti obvykle k dispozici.

**Obr. 18:** Intermodální stanice Münchner Freiheit - plán - Mnichov (Německo)



Zdroj: gscheid-mobil.de, 2016

Cílem tohoto pilotního projektu je nabídnout občanům z jednoho místa a „zdroje“ dopravní možnosti využití udržitelné mobility, oproti využívání osobních aut. Technické, právní a provozní aspekty pilotní stanice jsou v současné době testovány. Další Mobility Huby podobného typu intermodality a multimodality jsou plánovány, pokud bude model vyhodnocen jako úspěšný (Miramontes a kol., 2017).

Celkově se Mobility Hub skládá ze stanice metra, stanic tramvají a zastávek autobusů, několik stání taxi a parkovacích zařízení pro odstavení kol. Je zde vyhrazeno celkem šest parkovacích míst pro sdílená vozidla tří různých poskytovatelů. V provozu je také bikesharingová

stanice s 20 místy kol (obr. 19). Je zde i nabíjecí stanice pro elektromobily. Kromě fyzické multimodální integrace poskytuje v místě přestupů interaktivní obrazovky informace v reálném čase o dostupnosti různých alternativách dopravy, jako je dostupnost carsharingových vozidel a doba odjezdu služeb veřejné dopravy. Aplikace smartphonu od společnosti MVG poskytuje stejné informace i na úrovni města s možností zjištění dalších umístění stanic veřejné dopravy a stanic kol. Multimodální plánovač cest zatím v aplikaci není zahrnut.

Existuje i částečná integrace veřejné dopravy s tou sdílenou. Pro uživatele dopravy jsou nastaveny snížené sazby pro využití sdílených vozidel, bezplatné registrace s jednorázovým bezplatným kreditem.

Z průzkumu využívání Mobility Hub se zjistilo, že služby nejvíce využívali mladí vzdělaní muži se zkušenostmi s využíváním služeb sdílené mobility. Veřejná doprava hrála ústřední roli pro více než 75% uživatelů. Uživatelé sdílených služeb mobility uvedli, že díky stanici častěji využili jiné služby mobility. Zjištění přinesla informace o vyšším využití služeb sdílené mobility na prostředí Mobility Hubu ve srovnání s těmi, která jsou náhodně umístěna v městské čtvrti. To znamená, že Mobility Hub Münchner Freiheit podporuje intermodální dopravu. Vysoký podíl využití veřejné dopravy a bikesharingu zdůrazňuje význam bikesharingu pro první a poslední míli cesty (Miramontes a kol., 2017).

**Obr. 19:** Intermodální stanice Münchner Freiheit - Mnichov



Zdroj: geheimtippmuenchen.de, 2018

## 10 Praxe udržitelné dopravy - koncepční úroveň

### 10.1. Městské plány udržitelné mobility - SUMP

V roce 2011 vznikla bílá kniha o dopravě řešící plán jednotného evropského dopravního prostoru. V tomto dokumentu je výslovně uveden Plán udržitelné městské mobility (SUMP) jako nový plánovací nástroj pro řešení energetických a environmentálních problémů a neefektivnosti transportní přepravy ve městech s integrovaným a udržitelným přístupem (Janiak, Witkowski, 2019).

Plán udržitelné městské mobility (SUMP - Sustainable Urban Mobility Plan) je způsob, jak účinněji řešit problémy související s dopravou v městských oblastech. Staví na stávajících postupech a regulačních rámcích v evropských členských státech Evropské unie.

Základní charakteristiky plánu udržitelné mobility jsou : Participativní přístup - zapojení občanů a zúčastněných stran od samého počátku plánování dopravy a mobility a v rámci celého procesu plánování; příslib udržitelnosti - vyvážení hospodářského rozvoje, sociální spravedlnosti a kvality životního prostředí; Integrovaný přístup - zvažování postupů a politik různých sektorů politiky (např. dopravy, využití území, životního prostředí, ekonomického rozvoje, sociální začlenění, zdraví bezpečnosti) politik různých úrovní úřadů (např. okres, obce, aglomerace, regionu) a mezi sousedními státy orgány (meziměstské, meziregionální, nadnárodní atd.); Jasná vize, cíle a zaměření na dosažení měřitelných cílů, které jsou součástí celkové strategie udržitelného rozvoje; posun směrem k internalizaci nákladů - přezkum nákladů a přínosů v dopravě také ve všech politických oblastech, tj. s ohledem na širší společenské náklady a přínosy.

Cílem SUMP je dosáhnout udržitelného systému městské dopravy tím, že bude řešit alespoň tyto cíle: zajištění dostupnosti, kterou dopravní systém nabízí všem, v souladu s následně uvedenými cíli; snížení negativního dopadu dopravního systému na zdraví, bezpečnost a zabezpečení občanů, zejména těch nejzranitelnějších; snižování znečištění ovzduší a emisí hluku, emisí skleníkových plynů a spotřeby energie; Zlepšení efektivity a nákladové efektivity přepravy osob a zboží, s přihlédnutím k vnějším nákladům a přispívání ke zvýšení atraktivity a kvality městského prostředí a urbanistického designu. Politiky a opatření definované v SUMP by se měly komplexně zabývat všemi druhy a formami dopravy v celé městské aglomeraci: veřejnou a soukromou, osobní a nákladní, motorizovanou a nemotorizovanou, pohybující se a parkovanou. Je důležité zdůraznit, že plán udržitelné městské mobility vychází a rozšiřuje stávající plánovací dokumenty. V tomto smyslu není třeba vypracovat zcela nový plán (Korver a kol., 2012).

Efektivní implementace SUMP vyžaduje nástroje pro vyhodnocení účinnosti. Ve svém

hodnocení se Janiak a Witkowiski (2019) zmiňují že většina navrhovaných nástrojů plánů se týká hlavně osobní dopravy. Mnoho aktérů plánování se však ve strategickém plánování stále zaměřuje především na osobní dopravu a nákladní dopravu považuje za oblast, za kterou odpovídá soukromý sektor. Nákladní doprava podle výsledků výzkumu představuje přibližně 20–30% vozových kilometrů a vytváří 16 až 50% emisí znečištění ovzduší ve městě. Je proto nezbytné, aby plány zahrnovaly nejen osobní dopravu, ale i nákladní dopravu

Městská mobilita budoucnosti čelí mnoha změnám, ke kterým dochází. Jsou jimi například nové typy pohonu vozidel, změny v sociálním přístupu k vozidlům s novými modely použití; mobilní technologie, které vybavují jednotlivce silnými digitálními nástroji atd. Přístup udržitelné mobility vyžaduje opatření, která sníží potřebu cestování (menší počet nezbytných cest), podpoří přesun na jiný druh dopravy, zkrátí délku cesty a podpoří větší účinnost dopravního systému.

## 10.2. Mobilita jako služba - MaaS

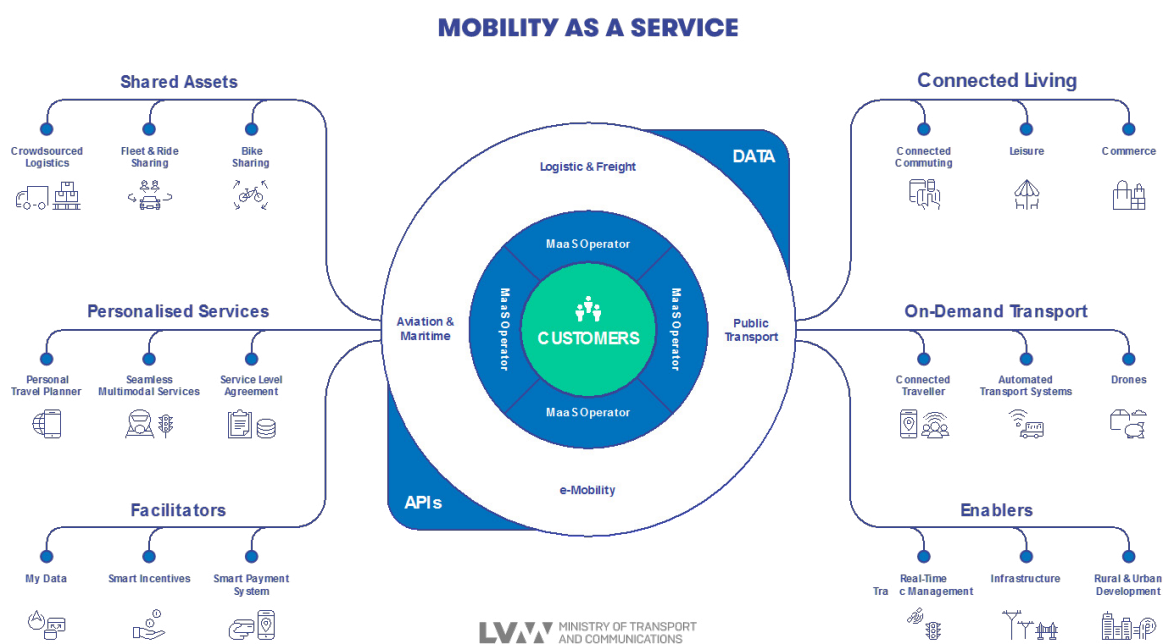
Ke zlepšení dopravní účinnosti přispívají nové prostředky plánování dopravy. Největším potenciálem udržitelné dopravy je koncept mobility jako služby MaaS (Mobility as a Service – MaaS). Doprava je prostředkem k cíli, nikoli samotným cílem. MaaS se týká přeorientování a přesměrování dopravních systémů podle potřeb uživatelů – z jednoho konce cesty na druhý, přičemž se zlepšuje dostupnost bez ohrožení spravedlnosti či úrovně aktivní mobility. Pickford a Chung (2019) dále definují mobilitu jako službu (MaaS) jako poskytování komplexních zákaznických služeb, které nabízejí možnosti multimodální dopravy prostřednictvím plynulého a integrovaného rozhraní pro plánování tras, prodej a jednotné platby jízdenek. MaaS může potenciálně umožnit provozní integraci mezi různými poskytovateli dopravních prostředků a režimů. Nový koncept je často spojován s novými přístupy k platbám tím, že buď umožňuje uživatelům platit za jednu cestu nebo časovým poplatkem za omezený limit ujeté vzdálenosti.

První zavedení konceptu MaaS proběhlo v roce 2012 ve městě Göteborg ve Švédsku, kde byl zahájen provoz pilotního multimodálního schématu, jehož značka UbiGo představovala první demonstraci MaaS na světě. Toto schéma bylo založeno na centralizované struktuře a bylo nabídnuto přes 80 domácnostem za fixní měsíční předplatné. Pilotní projekt v Göteborgu byl dokončen v roce 2014 a byl znovu spuštěn ve Stockholmu v květnu 2019 s rozšířením veřejné dopravy o služby sdílených automobilů, půjčoven aut a taxi. Jedním z cílů MaaS je odvést cestující od osobně vlastněných způsobů automobilové dopravy. Celkovým cílem MaaS je spojit všechny druhy dopravy, včetně chůze do jediné intuitivní služby.

Poskytování dopravních služeb MaaS poskytuje základ pro velmi rozmanité možnosti výběru cest a tras. Volby jsou možné na základě celkové vzdálenosti trasy, požadovaného času odjezdu, přijatelného času dojezdu, případně podle uhlíkové stopy dané cesty (Matyas, Kamargianni, 2018).

Podobným přístupem je provozován berlínský program MaaS Jelbi, který spustila dopravní společnost BVG v roce 2019. Ten pokrývá 12 volitelných režimů jednou společnou aplikací a jednou identitou uživatele. Služba nabízí kola, skútry e-kicky, e-koloběžky, veřejnou dopravu, sdílené automobily a taxíky s jedinou platbou za každou cestu. Jedna aplikace, jedna platba, žádný operátor není nadřazený, žádné balíčkování služeb, žádné předplatné (Pickford a Chung, 2019).

**Obr. 20:** Koncept mobility jako služba - MaaS



Zdroj: MaaS Alliance, 2017,

### 10.3. Mobility Huby

V posledních letech se s pokrokem v oblasti inovací informačních a komunikačních technologií (i s výše popsanou koncepcí služby jako mobility) objevily mimo jiné i nové služby v oblasti mobility, jako jsou Carsharing a Bikeshearing. Kromě toho se postupně mění sociální kultura spotřeby využívání vlastnictví dopravních prostředků. Všechno podporuje ekonomika sdílení podporovaná internetovými platformami a chytrými aplikacemi, umožňujícími snadný přístup k možnostem každodenní mobility, zejména v městském prostředí. Účinná integrace veřejné dopravy má potenciál konkurovat flexibilitě a pohodlí osobních automobilů tím, že umožňuje pohodlné, časové i nákladově efektivní cestování.

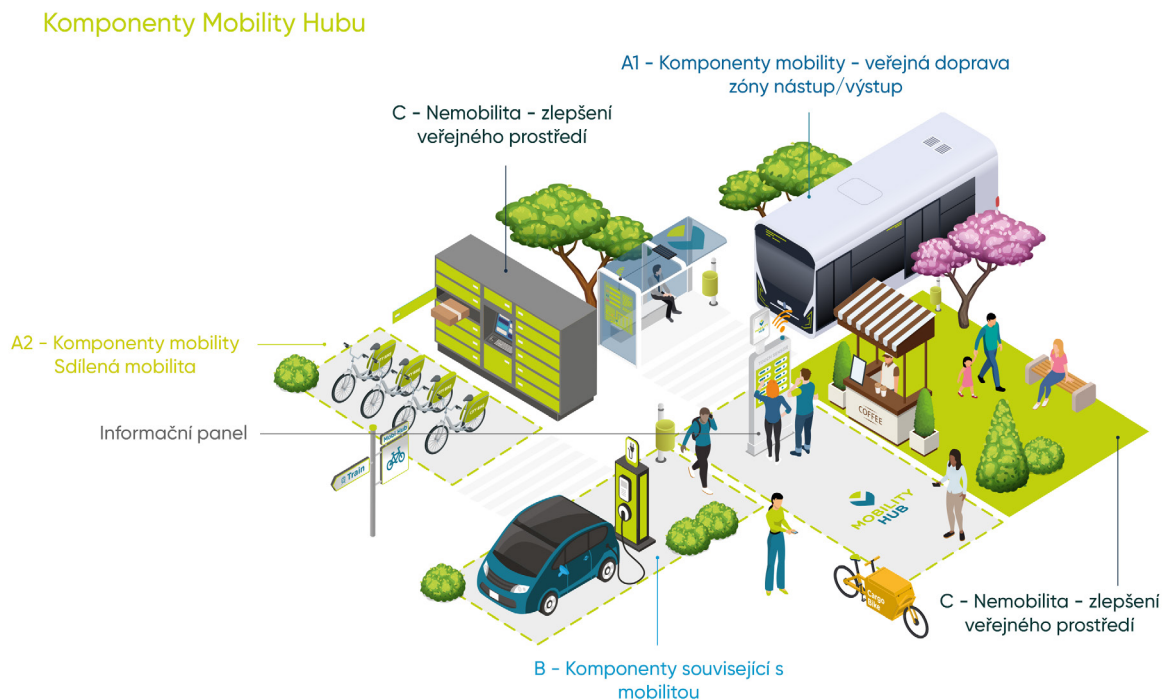
Integrovaná služba multimodální mobility, která kombinuje výhody různých možností mobility, má tedy potenciál omezit výlety autem a tím snížit související negativní dopady automobilové dopravy. Multimodální uzly mobility, nazývané „Mobility Huby“, jsou multimodální dopravní uzly, které usnadňují intermodální přestupy poskytováním různých možností mobility v těsné blízkosti. Veřejná doprava zde hraje ústřední roli obvykle v souvislosti s další službou sdílené mobility s možností Bike and Ride (B+R) nebo Park and Ride (P+R). Hlavní myšlenkou je usnadnit intermodální přestupy, zvýšit udržitelné využívání způsobu dopravy, zkrátit celkovou dobu jízdy a zlepšit kvalitu služeb. Uzly jsou často zaměřeny na koordinaci režimů nemotorových druhů dopravy, osobních automobilů, městskou hromadnou dopravu až k železnici. Dopravní uzly jsou navrženy pro různé funkční měřítka. Pro dosažení nebo udržení dobré úrovně využívání veřejné dopravy je nezbytné učinit přestupní intermodální uzly přitažlivými místy.

Celková doba jízdy navíc přímo ovlivňuje výběr cesty. Dobrá konektivita zastávek a stanic veřejné dopravy je proto rozhodující pro celkovou účinnost dopravní sítě. Moderní dopravní uzel neslouží pouze v rámci místních i nadregionálních úrovní jako místo koncentrace přestupu z jednoho druhu dopravy na druhý, ale stále více se stává místem pro činnosti, které slouží společenským, kulturním, anebo zájmovým účelům (Heddebaut a kol., 2017).

Přístup k intermodální mobilitě představuje zásadní aspekt pro zajištění inkluзивity v moderních dopravních systémech.



Obr. 21: Komponenty mobility hubů



Zdroj: (CoMoUK, 2019), upraveno autorem

Dopravní uzly jsou obecně, ale ne nezbytně, umístěny na významných místech hlavních koridorů veřejné dopravy, protože představují kritický prvek při podpoře úlohy veřejné dopravy ve městě. Mobility mají tři klíčové vlastnosti: společné umístění veřejných a sdílených režimů mobility, přepracování prostoru pro soukromé automobily a zlepšení okolního veřejného prostoru. Místa Mobility Hubu charakterizuje systém nastavení veřejného přehledu o kapacitě nabídky prostředků a dopravních informací v reálném čase.

Mobility Huby lze shrnout do následujících benefitů:

Tab. 3: Benefity Mobility Hubů

### **Chytřejší udržitelnější plánování dopravy**

Nové nástroje mobility regenerují prostor pro udržitelné a spravedlivé režimy snižující dominanci soukromého automobilu a související problémy s přetížením, emisemi uhlíku, kvalitou ovzduší a sociálním vyloučením. Vytvoření hierarchické sítě takových center vytváří atraktivní, integrovaný a životaschopný alternativní životní styl.

### **Podpora multimodality**

---

Podpory poskytují snadné plánování multimodální cesty s možností plynulých přechodů a voleb druhů dopravy. Povzbuzují obyvatele k multimodálnímu myšlení a jsou doplňkem k plné aplikaci a integraci digitálních služeb (Mobility jako služby).

### **Doplnění služeb k síti veřejné dopravy**

---

V příměstských oblastech, v oblastech sídlišť apod. mohou efektivně zajistit udržitelné řešení „první nebo poslední míle“. Mohou poskytovat flexibilní celodenní udržitelné služby s přístupnou alternativou k vlastnictví soukromého automobilu.

### **Podpora dostupnosti**

---

Mobility Huby poskytují prostor pro přizpůsobený pro začlenění inkluzivních druhů dopravy jako součást celkového způsobu dopravního řešení. Profil Mobility Hubu zvyšuje viditelnost udržitelných a sdílených způsobů cestování, což poskytuje nový status přitažlivosti veřejné dopravě.

### **Proměna veřejného prostoru**

---

Koncepce Mobility Hubů umožňují změnu reorganizace veřejného prostoru ve prospěch chodců, cyklistů a případně atraktivitu lokálních podniků. Zbytečné prostory dříve používané pro parkování soukromých osobních automobilů mohou přeměnit veřejný prostor a případně i na zelenou plochu.

### **Správa vznikajících služeb**

---

Pomáhají řešit otázku ohledně správy volně umístěných služeb sdílené mobility po městě a poskytují přirozené místo pro nabíjecí infrastrukturu pro elektrokoloběžky, elektrokola a elektromobily.

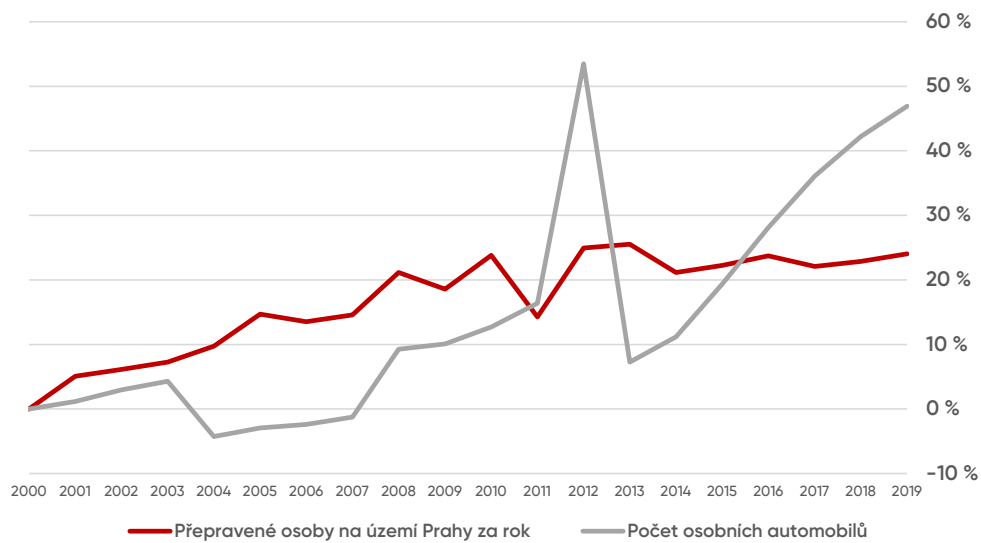
Zdroj: Autor práce

# 11 Návrh řešení udržitelné mobility Prahy

## 11.1. Současný stav dopravy v Praze

Praha je hlavní město České republiky. Rozkládá se na ploše 496 km<sup>2</sup> a má více než 1,3 mil. obyvatel v průběhu pracovní dne je v Praze přítomno i více než 1.75 mil. obyvatel (praha.eu, 2019) Je největším městem České republiky a tak je i centrem a křižovatkou velké části celorepublikové dopravy. Z tohoto důvodu má zcela výsadní postavení z ekonomického hlediska. Je hospodářským centrem i střediskem státu. Taktéž je největším trhem práce v České republice. Charakteristickým rysem současného vývoje je z jedné strany vysoká lokalizační aktivita trhu práce a z druhé strany je schopnost města uspokojit tento zvýšený zájem. To je způsobeno značnou profesní mobilitou vnitřních zdrojů, tak i dosud rychle rostoucími zdroji mimopražských i zahraničních pracovníků. Praha tímto působí i na zbylou část České republiky a především na Středočeský kraj. Středočeský kraj je k Praze integrován intenzivní dojížděnkou za prací. Výrazně snižuje výši jeho nezaměstnanosti. Pracovní místa v Praze jsou velkou příležitostí pro obyvatele jak bližšího, tak i širšího okolí a v podstatě i pro obyvatele z celé ČR. Pro Prahu má toto dojíždění mimořádný význam. Díky němu se zde historicky vytvořila široká škála dopravních vazeb. Jak poloha, tak i pozice Prahy však umožňuje také dojížděnkou obyvatel z celé republiky a to nejen za zaměstnáním ale i za vzděláním, do škol různého typu, za kulturou, za nákupy, za zdravotní péčí. Praha se stává z těchto důvodů cílem mnoha cest. Je centrálním bodem všech dálničních tras. Je důležitou křižovatkou jak silniční tak i železniční a letecké dopravy (ČSÚ, 2019). Ze všech těchto důvodů je v Praze vysoká intenzita automobilové dopravy a to i z důvodu absence objízdnych silničních tras okolo města. Z tohoto důvodu vzniká tzv. Pražský okruh, vedený po obvodu města, který má za cíl odvést tranzitní dopravu mimo obydlená území Prahy. Pro uvolnění a zrychlení dopravy v Praze vzniká vnitřní okruh určený k objíždění centra Prahy. Počet registrovaných osobních automobilů v Praze je nejvyšší mezi kraji (861 na 1000 obyvatel) a stále roste. Dobře fungující je ale městská hromadná doprava. Během roku 2019 se vozidly MHD přepravilo 1,4 miliard osob. Nejvíce osob přepraví metro (34 %), tramvaji (29%) a autobusy (33%) (TSK, 2019).

**Ob. 22:** Vývoj změny meziročních počtů přepravených osob a počtů automobilů v Praze



Zdroj: Vlastní zpracování, data TSK HMP, (2000 - 2019)

Pro Prahu a okolí je důležitý systém Pražské integrované dopravy (PID) který zahrnuje metro, tramvaje, železnici, městské a příměstské autobusové linky, lanovou dráhu na Petřín ale i několik přívozů a síť parkovišť P+R. V současné době je provozován do vzdálenosti až 35 km od hranic Prahy, čímž obsluhuje i významnou část Středočeského kraje. Integrace hlavně spočívá v zavedení jednotného tarifu, jednotného číslování linek, v projektování linkového vedení, návaznosti prokladů mezi spoji různých linek a druhů dopravy.

Trend přepravených osob veřejnou dopravou stagnuje. Veřejná doprava zdá se narazila na své technické limity. Vzhledem k tomu že za poslední období ve dopravě nenastala žádná razantní změna např. výstavbou další linky metra, nebo železnice, není zde široký prostor pro zlepšování. Vysoký nárůst počtu vlastněných automobilů značí neustávající trend oblíbenosti osobních automobilů. Tento trend také zapříčiňuje nedostatek cenově výhodných nabídek v Praze. Vysoké nájemné nebo vysoké ceny bytů způsobují nechtěnou koncentraci obyvatel v zázemí měst. To způsobuje ve většině případů nutnost využití osobního automobilu. Nastalý trend bude i v budoucnu pokračovat.

Vzhledem k narůstajícímu počtu automobilů je doprava v Pražském prostředí častokrát neúměrně přetížená. Veřejná doprava tímto způsobem ztrácí dech. Většina obyvatel ze zázemí nucena využívat osobní automobily. V oblasti města pro obyvatel není potřeba tyto prostředky větším nutnost používat. Z toho důvodu je možné rozšířit systém veřejné dopravy o nové prvky a typy dopravních prostředků. V současném období síly vliv investic vlád a měst případě krajů

do udržitelné mobility vedenou elektromobilitou. Elektromobilita vniká do městského prostředí dvěma způsoby. Jedním z nich je dotace elektromobilů s výstavbou nabíjecích stanic. Druhým způsobem je rychlý příliv mikromobility prostřednictvím elektrokoloběžek. V některých částech města tento trend dosáhl až masivních rozměrů. Příkladem může být centrum města kde elektrokoloběžky využívají i turisté jako součást turistického zážitku. Oba dva způsoby inovace dopravy ukázali nepřipravenost Prahy. Jednak z důvodu struktury Prahy zvláště k tomu historicky neuzpůsobeného centra města nebo infrastrukturním zázemím. Chybějící infrastruktura chybí zvláště ve vymezení ploch pro provoz prostředků mikromobility, v druhém případě elektronabíjecích stanic.

Z těchto a podobných výzev nebo problémů dopravy, jsou z důvodů v této diplomové práci představeny udržitelné varianty a způsoby aplikací dopravy. Potenciál usměrnit neřízený vpád mikromobility a elektromobility a sdílených přístupů dopravy představují Mobility Huby.

## **11.2. Mobility Huby a jejich prvky**

Mobility Hub je místo s nabídkou různých druhů veřejné dopravy doplněné o sdílené dopravní prostředky a informační komponenty se zprávami o dopravní situaci. Mobility Huby jsou navrženy s optimálním způsobem prostorového uspořádání tak, aby usnadňovaly snadný přístup k různým druhům dopravy a umožňovaly mezi nimi snadný přestup, včetně režimů využívajících sdílených prostředků a poskytovaly další služby související s dopravou i přes digitální služby. Mobility Huby po celé oblasti města mohou poskytovat jednoznačnou a rozeznatelnou síť definovaných soustředěných oblastí poskytující dopravní služby, které spojují lidi prostřednictvím udržitelného cestování.

Centra mobility vytvářejí prostor navržený speciálně pro umístění veřejných a sdílených režimů mobility a zlepšují veřejnou sféru pro místní obyvatele a podniky ale i pro dojíždějící cestující. K podpoře úspěšného přechodu zřízení určeného prostoru pro veřejnou dopravu s prostory pro režimy sdílené mobility. K tomu jsou zapotřebí inovativní nástroje, které umožňují lepšího využití veřejného prostoru.

V kontextu plánování dopravy představují území různou míru atraktivity, hustoty, dostupnosti apod. Každý Mobility Hub zapadá do území v jiném kontextu. V tabulce níže je zpracovaný přehled možností jednotlivých Hubů pokrýt jednotlivé komponenty prostředků mobility i prostředků nemobility.

Tab. 4: Mobility Huby - prvky a komponenty

Kontext	A1 - Komponenty mobility: veřejná doprava	A2 - Komponenty mobility: sdílená doprava	A2 - Komponenty související s mobilitou	C - Nemobilita - zlepšení veřejného prostředí
1 Velké Mobility Huby / Regionální uzly	<ul style="list-style-type: none"> <li>Národní, regionální a příměstská železnice</li> <li>Metro</li> <li>Regionální autobusy</li> <li>Tramvaje</li> <li>Městské autobusy</li> <li>Poptávková doprava</li> <li>Taxi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sdílená auta - elektrické a tradiční</li> <li>Sdílená kola - elektrické a tradiční</li> <li>Sdílená mikromobilita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velké parkovací prostory pro kola</li> <li>Digitální informační panel dopravní info, jízdenky, ukazatelé cest, pěší vzdálenosti, lokální služby</li> <li>Elektro nabíjecí stanice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Krytá oblast pro čekání</li> <li>Upravený veřejný prostor, bezpečnější křižovatky, silnice a chodníky</li> <li>Parklety a místní umění</li> </ul>
2 Velké Mobility Huby / Městské multimodální uzly	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regionální železnice a příměstská železnice</li> <li>Metro</li> <li>Tramvaje</li> <li>Městské autobusy</li> <li>Poptávková doprava</li> <li>Taxi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sdílená auta - elektrické a tradiční</li> <li>Sdílená kola - elektrické a tradiční</li> <li>Sdílená e-kola pro logistiku s přívěsy</li> <li>Sdílená mikromobilita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bezpečné parkovací místa pro kola</li> <li>Digitální informační panel dopravní info, jízdenky, ukazatelé cest, pěší vzdálenosti, lokální služby</li> <li>Logistické Huby city logistiky</li> <li>Elektro nabíjecí stanice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Krytá oblast pro čekání</li> <li>Bezpečnější křižovatky, chodníky</li> <li>Samoobslužné schránky na doručování zboží</li> <li>Wi-Fi / nabíjení mobilů</li> <li>Hrací hřiště</li> </ul>
3 Střední Mobility Huby / Business parky a obchodní oblasti	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metro</li> <li>Tramvaje</li> <li>Městské autobusy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sdílená auta - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená kola - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená e-kola pro logistiku s přívěsy</li> <li>Sdílená mikromobilita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bezpečné parkovací místa pro kola</li> <li>Digitální informační panel dopravní info, jízdenky, ukazatelé cest, pěší vzdálenosti Elektro nabíjecí stanice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Krytá oblast pro čekání</li> <li>Upravené veřejné prostředí</li> <li>Umění, zahrádky, hrací hřiště</li> <li>Samoobslužné schránky</li> </ul>
4 Malé Mobility Huby / předměstí	<ul style="list-style-type: none"> <li>Příměstské autobusy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sdílená auta - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená kola - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená mikromobilita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sdílená auta - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená kola - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená mikromobilita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zklidněná doprava / bezpečné ulice</li> <li>Parklety</li> <li>Veřejné venkovní posilovny</li> </ul>
5 Mobility Huby v městské čtvrti	<ul style="list-style-type: none"> <li>MHD dle oblasti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sdílená kola - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená mikromobilita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bezpečné parkovací místa pro kola</li> <li>Opravní pro kola</li> <li>Elektro nabíjecí stanice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Krytá oblast pro čekání</li> <li>Samoobslužné schránky</li> </ul>
6 Turistický Mobility Hub	<ul style="list-style-type: none"> <li>MHD dle oblasti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sdílená kola - elektrická a tradiční</li> <li>Sdílená mikromobilita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bezpečné parkovací místa pro kola</li> <li>Digitální informační panel dopravní info, jízdenky, ukazatelé cest, pěší vzdálenosti, lokální služby</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Upravené veřejné prostředí</li> <li>Samoobslužné schránky</li> </ul>

Zdroj: Vlastní zpracování dle Agoria (2018) a CoMoUK (2019)

Největší centra mobility pokrývají oblasti hlavních a významných dopravních stanic (Hlavní nádraží, Smíchovské nádraží apod.). Tyto oblasti jsou schopné pokrýt i nové technické prvky pro dopravu. V kontextu to jsou velké regionální a městské multimodální Huby. Samotné stanice jsou hlavními představiteli intermodality a multimodality. V současné době tyto typy regionálních stanic nepokrývají možnosti většího množství uskladňování kol, elektrokol a jiných prostředků mobility. Obdobně je tomu v možnostech prostoru nabíjecích stanic.

V této práci je analyzována menší úroveň významu lokalit intermodality. Jedná se o střední Huby v oblastech Business parků a obchodních oblastí, malé mobility Huby v prostředí předměstí, městských čtvrtí nebo oblastech se zvýšeným turistickým zájmem.

### 11.3. Návrh lokalit Mobility Hubů

K analýze lokalit intermodálních multimodálních uzlů bylo využito prostředí geografického informačního systému ArcGIS. Analytickou metodou zjištění lokalit bylo použito multikriteriální analýzy MCDA (multiple-criteria decision analysis - MCDA) s využitím párového porovnání kritérií dle Saaty, a Tran (2006). Párové porovnávání bylo využito na hodnocení významnosti jednotlivých vah kritérií (tab. 5).

Tab. 5: Kategorie hodnocení

	Kategorie	Typ	Zdroj
A1	Doprava	Dopravní infrastruktura	Ropid
A2	Sociodemografie	Sociodemografie	IPR
A3			
A4	Doprava	Dopravní infrastruktura	TSK
A5			IPR
A6	Veřejná vybavenost	Střední školy	IPR OSM
A7		Základní a mateřské školy	IPR OSM
A8		Obchodní centra	IPR OSM
A9		Městský sport a stadiony	IPR
A10	Doprava	Cyklostezky a cyklistické trasy	IPR OSM
A11		Pěší trasy (šířka trasy >6m)	IPR OSM
A12	Veřejná vybavenost	Lokální obchody	IPR
A13		Lokální sport	IPR
A14		Parky	IPR

Zdroj: autor práce

Pro pozdější výpočet vícekriteriální analýzy bylo nutné stanovit hodnoty jednotlivých vah. Byla zvolena metoda párového srovnání Saaty, známým taky jako analyticky hierarchického procesu AHP (Analytic Hierarchy Process - AHP). Metoda byla vybrána pro svojí relativní nenáročnost a vhodnost k metodě vícekriteriální analýzy. Vážená kombinace je výsledkem porovnávání jednotlivých kritérií. Porovnávání probíhalo na devítibodové škále významnosti jednotlivých prvků na škále lichých čísel od 1 až do 9. Saatyho škála určuje stupně hodnocení na základě významnosti. Stupeň 1 stejně významný, 3 mírně významnější, 5 silně významnější, 7 velmi silně významnější a nakonec 9 extrémně významnější. Srovnání vždy probíhalo ve vzájemném porovnáním dvou kategorií. K analýze lokalit bylo vybráno celkem 14 kategorií (viz. tabulka 5). Po vyhodnocení významnosti kritérií byly hodnoty uspořádány do výsledné Saatyho matice (tab. 6) kde je možné vypočítat jednotlivé normované váhy skrze geometrický průměr matice. Výsledná matice musí splňovat podmínky konzistence  $CR < 0,1$  ta byla splněna.

Výsledné normalizované hodnoty byly poté použity ve výpočtu vážených sum *Weighted Overlay* v prostředí ArcGIS.

**Tab. 6:** Párové hodnocení jednotlivých kategorií

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	Geom. průměr	Norm. váha
<b>A1</b>	1,00	5,00	5,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	9,00	9,00	9,00	6,13	<b>0,26</b>
<b>A2</b>	0,20	1,00	3,00	7,00	7,00	7,00	9,00	5,00	7,00	5,00	5,00	7,00	9,00	9,00	4,37	<b>0,19</b>
<b>A3</b>	0,20	0,33	1,00	5,00	5,00	5,00	7,00	5,00	5,00	3,00	3,00	7,00	9,00	9,00	3,09	<b>0,13</b>
<b>A4</b>	0,14	0,14	0,20	1,00	5,00	5,00	7,00	5,00	7,00	5,00	5,00	7,00	9,00	9,00	2,48	<b>0,11</b>
<b>A5</b>	0,14	0,14	0,20	0,20	1,00	5,00	7,00	1,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	1,38	<b>0,06</b>
<b>A6</b>	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	1,00	5,00	0,33	0,33	3,00	3,00	1,00	5,00	5,00	0,75	<b>0,03</b>
<b>A7</b>	0,14	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	1,00	0,20	3,00	3,00	3,00	0,33	3,00	5,00	0,55	<b>0,02</b>
<b>A8</b>	0,14	0,20	0,20	0,20	1,00	0,33	5,00	1,00	5,00	5,00	7,00	7,00	9,00	9,00	1,45	<b>0,06</b>
<b>A9</b>	0,14	0,14	0,20	0,14	3,00	3,00	0,33	0,20	1,00	3,00	5,00	7,00	7,00	7,00	1,04	<b>0,04</b>
<b>A10</b>	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	0,33	0,33	0,20	0,33	1,00	5,00	1,00	5,00	5,00	0,58	<b>0,03</b>
<b>A11</b>	0,14	0,20	0,33	0,20	0,33	0,33	0,33	0,14	0,20	0,20	1,00	0,20	0,33	1,00	0,29	<b>0,01</b>
<b>A12</b>	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	1,00	3,00	0,14	0,14	1,00	5,00	1,00	3,00	3,00	0,54	<b>0,02</b>
<b>A13</b>	0,11	0,11	0,11	0,11	0,20	0,20	0,33	0,11	0,14	0,20	3,00	0,33	1,00	1,00	0,26	<b>0,01</b>
<b>A14</b>	0,11	0,11	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20	0,11	0,14	0,20	1,00	0,33	1,00	1,00	0,23	<b>0,01</b>

Zdroj: autor práce

CI 0,07

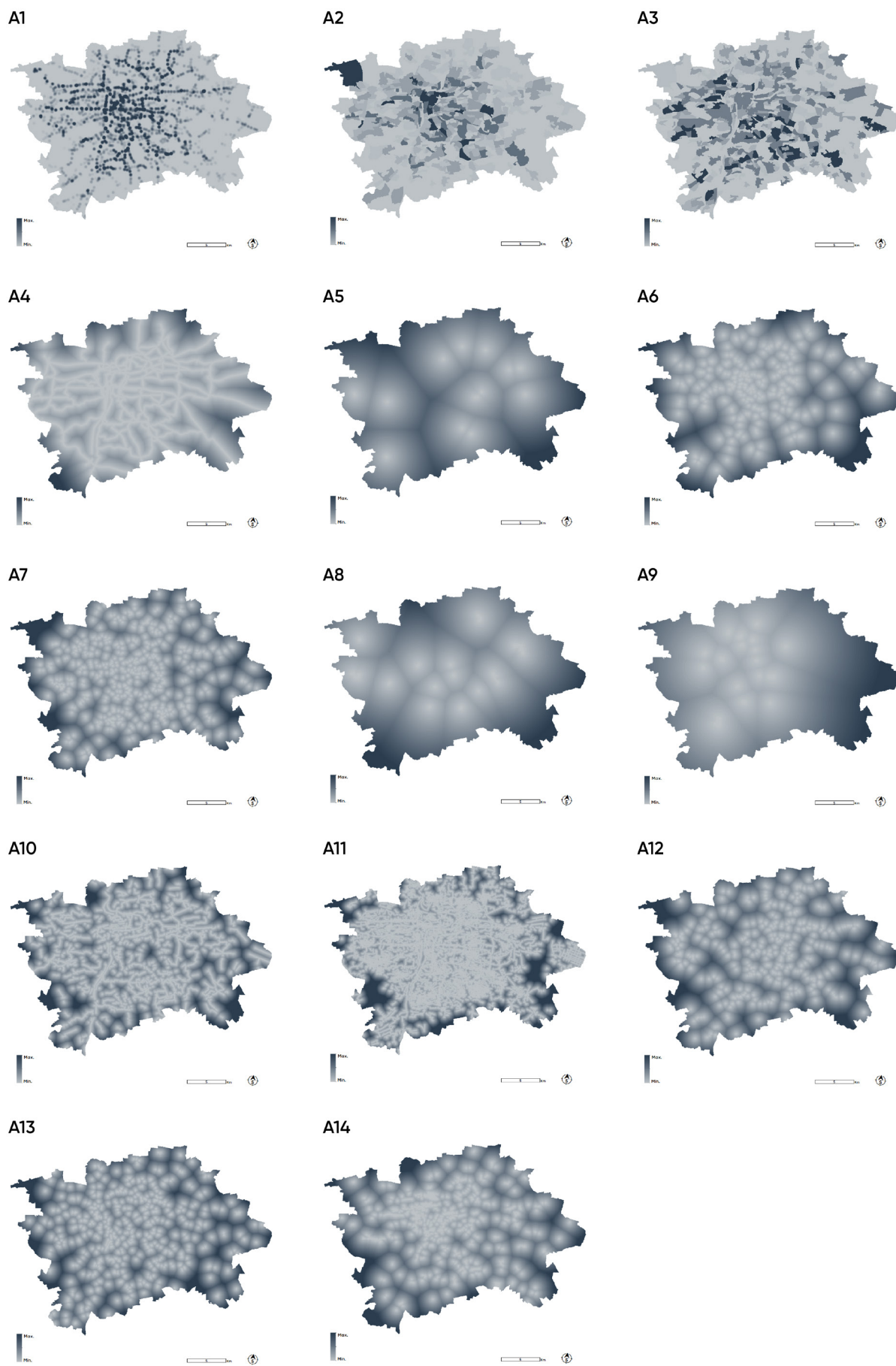
RI 1,58

CR 0,05

Jednotlivé hodnoty kategorií obsahují své vlastní určení významnosti. Ty byly zvolené na základě klasifikace vlastností na základě docházkové vzdálenosti, absolutních hodnot apod.



Obr. 23: Submodely pro multikriteriální analýzu



Zdroj: autor práce

K výpočtu multikriteriální analýzy bylo nutné vytvořit submodely. Jednotlivé submodely jsou založeny na různých faktorech ovlivňující vhodné lokality Mobility Hubů. Určující data byla získána prostřednictvím otevřených datových sad převážně z Institutu plánování a rozvoje hl. m. Prahy (IPR) nebo dat z OpenStreetMap.

Jednotlivé modely byly použity na základě vhodnosti pro návrh lokalit. Jednalo se o faktory oblasti s vysokým počtem dopravních spojení, vysokou hustotou pracujících obyvatel nebo rezidentů a vhodné docházkové vzdálenosti k bodům zájmům. Nejčastěji se jednalo o docházkové vzdálenosti k veřejné občanské vzdálenosti vyššího zájmu. Dále pak body komerčních subjektů s vysokou návštěvností. Velmi důležitou součástí bylo napojení na dopravní infrastrukturu která je schopná pojmout dopravní zátěž. Zde je nutné zmínit, že zde byly zařazeny i prvky pro cyklistickou a pěší dopravu. U cyklistické dopravy byl brán potaz na vyčleněnou infrastrukturu přímo pro cyklisty. V tomto smyslu byly začleněny také pěší cesty chodníků s větším profilem než je 6m. Větší šířka chodníku byla začleněna do výpočtu z důvodu možného provozu elektrokoloběžek. Dostatečná šířka chodníku umožňuje případné pozdější úpravy k upravení provozu.

Téma práce je Smart City a udržitelná mobilita. Z toho důvodu byla použita data Dynamiky obyvatelstva. V plánování moderními způsoby je nejdůležitější mít aktuální a přesná data. To nesplňuje většina z dostupných možných datových sad. Dynamika obyvatelstva představuje nejpřesnější data o současné podobě stavu Prahy. Tyto data se přibližují představám konceptu Smart City. Data byla získána pomocí analýzy pohybu z anonymizovaných dat pohybu mobilních telefonů. To představuje největší výhodu při zkoumání mobility oproti klasickému sbírání dat například při sčítání lidí, domů a bytů s desetiletým intervalem (SLDB) nebo při dopravním sčítání.

Největší předností je využití dat typu Smart City, které jsou aktualizované nejlépe v reálném čase. V této práci bylo možné využít maximálně nebo dat statistických nebo dat aktualizovaných alespoň denně. Denní data byla poskytnuta k aktuální dopravní situaci veřejných dopravních prostředků MHD. Jednalo se o jízdní řády PID (metra, tramvaje, autobusů, lanovky, přívozů a vlaků) ve formátu GTFS. Z těchto dat byla vypočtena hustota dopravy na jednotlivých zastávkách nebo stanicích (NumTrips) s využitím skriptu BetterBusBuffers. Jednotlivé absolutní hodnoty pak byly interpolovány s využitím jádrového odhadu *Kernel Density* pro hustotu dopravy. Vrstva byla nadále reklasifikována podle škály významnosti (viz. tab 7). Dalšími daty vstupujícími do výpočtu byly absolutní hodnoty pracujících a rezidentů z dat.

Dynamiky obyvatelstva zveřejněné kanceláří IPR. Hodnoty těchto dat byly taktéž reklasifikovány (dle tab.7). Všechny ostatní submodely byly vypočteny na základě docházkové vzdálenosti pomocí funkce *Euclidean Distance*. Docházkové vzdálenosti byly škálovány dle standardů veřejné dostupnosti veřejných infrastruktur (MMR, 2020). Všechny tyto submodely byly následně reklasifikovány podle klasifikace dat (viz tab. 7).

Všechny rastrové modely byly celkově reklasifikovány dle normalizovaných hodnot určující jednotlivé klasifikace. Příkladem může být vysoká hodnota váhy pro vysokou hustotu dopravy, vysokou hodnotu pracujících, blízkou dostupnost parkoviště P+R nebo určité třídy typu silnice.

Použití škál u jednotlivých kategorií bylo použito obdobného postupu jako u vyjadřování významnosti celých kategorií tedy škály od 1 do 9. Zde je nutno zmínit, že i přes požadovaný výpočet normalizovaných hodnot nelze plně vyloučit subjektivní vliv autora práce.

**Tab. 7:** Normalizované váhy jednotlivých kategorií

	Kategorie	Typ	Data	Zdroj	Jednotka	Analýza	Kritérium	Norm. váha	Celková norm. váha
A1	Doprava	Dopravní infrastruktura	GTFS	Ropid	Celkový počet spojů/den	GTFS - Jádrový odhad hustot	900-1316	0,24	26,48
							700-900	0,22	
							500-700	0,19	
							300-500	0,16	
							200-300	0,11	
							100-200	0,05	
							0-100	0,03	
A2	Socio demografie	Socio demografie	Lokalizační data pracujících	IPR	Základní sídelní jednotka	Absolutní počet pracujících ve všední den	50000	0,20	18,87
							20000	0,18	
							10000	0,16	
							5000	0,13	
							2000	0,11	
							1000	0,09	
							500	0,07	
							200	0,04	
							100	0,02	
A3	Socio demografie	Socio demografie	Lokalizační data rezidentů	IPR	Základní sídelní jednotka	Absolutní počet pracujících ve všední den	5000	0,21	13,37
							2000	0,19	
							1000	0,16	
							500	0,14	
							200	0,12	
							50	0,09	
							20	0,07	
1	0,02								

	Kategorie	Typ	Data	Zdroj	Jednotka	Analýza	Kritérium	Norm. váha	Celková norm. váha	
<b>A4</b>	Doprava	Dopravní infrastruktura	Třída silnic MK 0-1	TSK	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	100	0,33	10,73	
							200	0,26		
							350	0,19		
							700	0,11		
							1000	0,07		
							nad 1000	0,04		
<b>A5</b>	Doprava	Dopravní infrastruktura	P+R	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	500	0,41	5,97	
							1000	0,32		
							1500	0,23		
							nad 1500	0,05		
<b>A6</b>	Veřejná vybavenost	Střední školy	OSS	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	500	0,45	3,26	
			Amenity/ School				OSM	1000		0,35
								1500		0,15
								nad 1500		0,05
<b>A7</b>	Veřejná vybavenost	Základní a mateřské školy	OSZ	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	400	0,30	2,37	
			Amenity/ School				OSM	600		0,27
								1000		0,23
								1500		0,17
								nad 1500		0,03
<b>A8</b>	Veřejná vybavenost	Obchodní centra	SOK	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	500	0,43	6,27	
			Building/ Retail				OSM	1000		0,33
								2000		0,19
								nad 2000		0,05
<b>A9</b>	Veřejná vybavenost	Městský sport a stadiony	RSM	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	500	0,43	4,48	
								1000		0,33
								2000		0,19
								nad 2000		0,05
<b>A10</b>	Doprava	Cyklostezky a cyklistické trasy	Cyklogenerel	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	100	0,33	2,53	
			Highway/ Cycleway				OSM	200		0,26
								350		0,19
								700		0,11
								1000		0,07
								nad 1000		0,04
<b>A11</b>	Doprava	Pěší trasy (šířka trasy >6m)	Chodníky	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	50	0,33	1,24	
			Highway/ Pedestrian				OSM	100		0,26
								200		0,19
								350		0,11
								700		0,07
								nad 700		0,04
<b>A12</b>	Veřejná vybavenost	Lokální obchody	SOL	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	500	0,45	2,31	
								1000		0,35
								1500		0,15
								nad 1500		0,05
<b>A13</b>	Veřejná vybavenost	Lokální sport	RAS, RSL	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	500	0,45	1,12	
								1000		0,35
								1500		0,15
								nad 1500		0,05

Kategorie	Typ	Data	Zdroj	Jednotka	Analýza	Kritérium	Norm. váha	Celková norm. váha
A14	Veřejná vybavenost	RPP Leisure/Park	IPR	Vzdálenost	Euklidovská vzdálenost	500	0,45	1,00
						1000	0,35	
						1500	0,15	
						nad 1500	0,05	

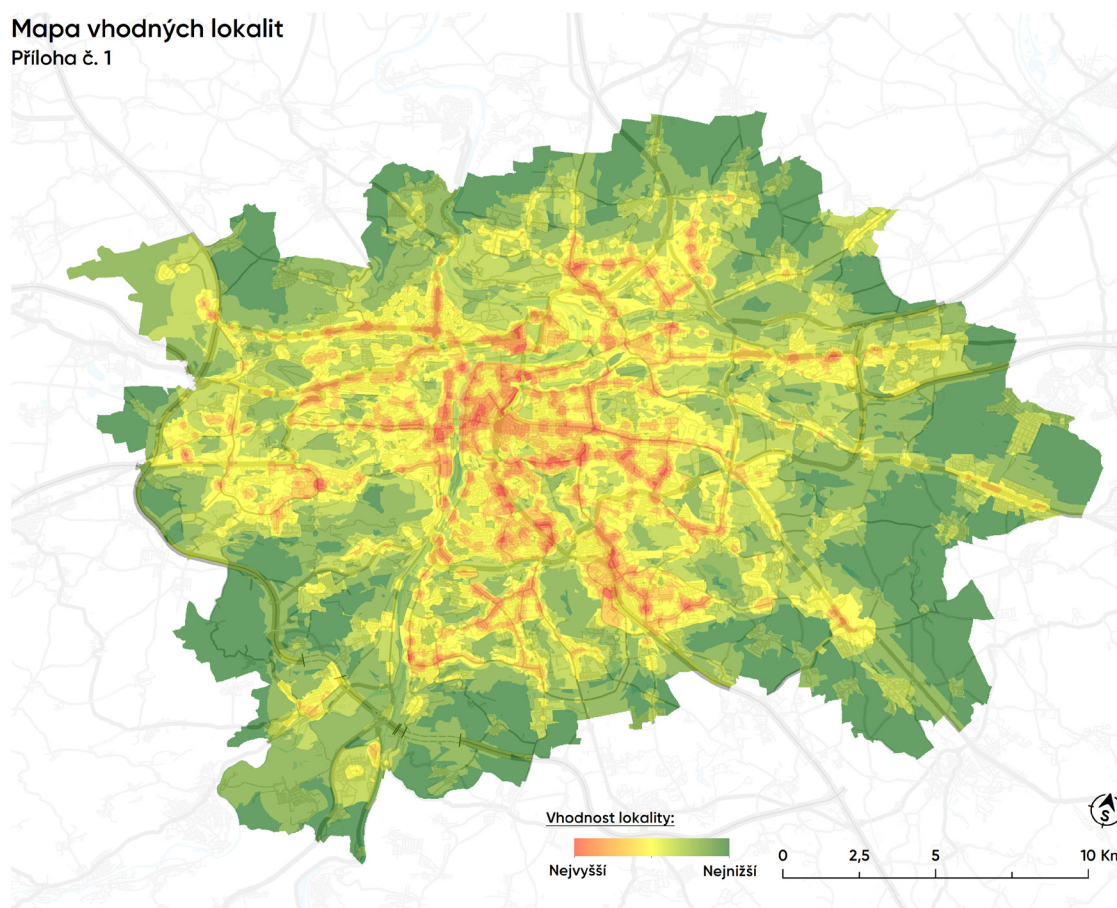
Zdroj: Autor práce

Výpočet návrhu lokalit intermodální a multimodálních lokalit proběhl s využitím normalizovaných vah nástrojem *Weighted Overlay* v programu ArcGIS. Všechny submodely pro výpočet byly v rastrovém modelu z již zmíněnou stanovenou mírou normalizovaných vah.

Výsledek odpovídá očekávanému předpokladu pro vymezení lokalit pro Mobility Hubů. Rozhodující je hustota dopravní obslužnosti a vysoká hustota pracujících obyvatel a rezidentů.

**Obr. 24:** Vhodné lokality intermodálních Mobility Hubů

Mapa vhodných lokalit  
Příloha č. 1



Zdroj: autor práce

Poznámka: také jako Příloha č. 1

## 12 Souhrnná doporučení v oblasti plánování udržitelné mobility Prahy

V současné době neexistuje mnoho příkladů využití Smart City v Praze. Většina představených projektů dobré praxe ze zahraničí zatím nenašlo uplatnění v prostředí Prahy. Mnoho projektů Smart City nebo udržitelné dopravy je stále ve fázi pilotních projektů nebo studií. Popisované vize a koncepce často stojí na určité abstrakci možných řešení. Přesná a konkrétní vize potřebných dat k úspěšné realizaci smart mobility nebo udržitelné mobility není dostatečně zodpovězena.

V této kapitole jsou zmíněny struktury a úrovně sledování dat a informací. Mnoho z těchto konkrétních dat ještě není možné úspěšně monitorovat a analyzovat. K tomu bude potřeba mnohem robustnější technická infrastruktura. Mnoho z těchto navrhovaných doporučení musí čekat na vyspělejší snímací zařízení, kapacitnější datovou infrastrukturu (např. 5G sítě), pokročilejší nástroje pro analýzu a vizualizaci dat. Většinu dat města ještě nebudou dlouho dobu schopna vůbec obdržet. V dnešní době a v budoucnu tomu nebude asi jinak. Obrovské množství dat shromažďují soukromé firmy. Soukromé firmy jsou dnes vlajkovými loděmi v procesu inovací. Všechny dnes moderní pilotní programy konceptu Smart City nebo udržitelné mobility vznikají na základě inovativních vizí. Města tak ztrácejí přehled a moc nad plánováním města. Jediná možná cesta možnosti kontroly je spolupráce se soukromým sektorem.

V doporučovaných příkladech je strukturován sektor plánování Smart City a udržitelné mobility na tři části (Obr. 25).

Prvním je nezbytná část **sběru** informací. Sběr informací se týká velkého množství oblasti dopravy mobility. Největším trendem budoucího plánování bude tendence sledování dat a informací v reálném čase. Bude se jednat o dva typy sběru informací. Jedním z nich bude aktivní sledování nezapojených účastníků dopravního systému bez možnosti účastníka tuto možnost odvrátit. Zpravidla se bude jednat o snímání stavu dopravního provozu různými sledovacími zařízeními (např. různé senzory, čidla, detektory, spínače apod.). Druhou variantou bude dobrovolné zapojení do dopravního systému, na základě participace nebo crowdsourcingu, tedy čerpání informací přímo od širšího okruhu uživatelů (platformy Waze, HERE apod.), případně budoucí konektivity připojených vozidel s infrastrukturou (V2I).

Druhou oblastí plánování udržitelné mobility je samotná **správa** informací. Zde bude záležet na schopnosti reakce na dopravní skutečnosti. Primárním tématem bude řízení intezity provozu. Zároveň bude potřeba zajišťovat samotný přístup k těmto opatřením a nutnost potřeby

dostat informace k samotným uživatelům. Klíčovou částí je samotná připravenost uživatelů. Zde bude záležet na dobré dostupnosti a intuitivnosti aplikačních prostředí pro obyvatele.

Poslední částí je **analýza** a vyhodnocení užívaných prostředků. Kompletní analýza prováděných opatření v dopravě. Výsledná evaluace a zpětná vazba dopravních opatření je zásadní pro vylepšování technik sledování a plánování v inteligentních dopravních systémech.

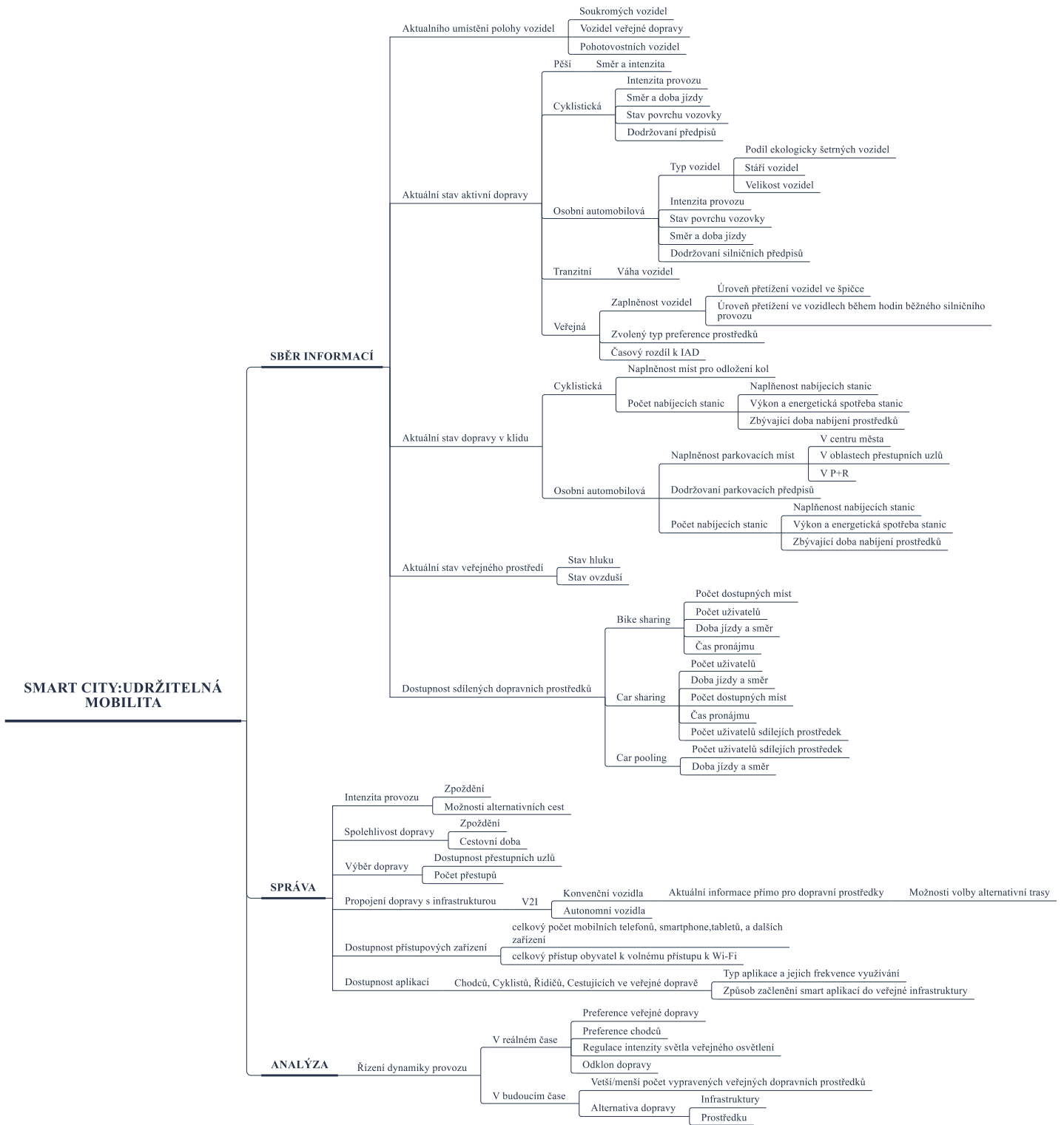
Návrhem v této kapitole je řada konkrétních dat potřebných pro úspěšné plánování inteligentních dopravních systémů v územním a dopravním plánování.

Největší část se týká sledování aktivní dopravy ve městě. Aktivní sledování bude zaměřeno na aktuální polohy vozidel v dopravní infrastruktuře v reálném čase. Velké téma budoucího nastavení sledování dat je sledovaná prostorová mobilita obyvatelů. Získané údaje o pohybech lidí ve veřejném prostoru nebo lidí v prostředí silniční dopravy budou zásadní informací pro možné plánování kapacit dopravních infrastruktur. Výhodou bude možnost plánování rychlé změny na alternativních tras ve městě. Neméně důležitou oblastí dopravy je doprava v klidu. Zde je potřeba efektivně spravovat kapacity parkovacích míst. Informovanost o naplněnosti míst je důležitá nejen v oblasti automobilové dopravy.

Dalšími navrhovanými možnostmi doplnění dat k plánování dopravy jsou v oblasti správy. Zde jsou možnosti správy spolehlivosti dopravy, propojitelnosti dopravní infrastruktury s vozidly a uživateli. Spravování možných voleb aktivní úpravy dopravy.

Konkrétní návrhy v oblasti plánování mobility jsou analýzy dopravy. Zde jsou dvě možnosti plánování, v reálném čase a v budoucím čase. Reálná analýza provozu se bude odvíjet od intenzity provozu. Bude zasahovat do řízení dynamiky provozu a bude rozhodovat o preferenci veřejné dopravy, preferenci chodců případně regulaci intenzity světla veřejného osvětlení. V budoucím čase je myšlena prediktivní úprava dynamiky provozu. Regulace většího nebo menšího počtu vypravených vozidel bude záležet na správné prediktivní analýze.

**Obr. 25:** Souhrnná doporučení ke sledování dat a možného plánování dopravy



Zdroj: Autor práce



## 13 Diskuse

Udržitelné dopravní budoucnosti je možné dosáhnout, ale je velmi obtížné ji z hlediska implementace docílit. Zvláště pak s využitím konceptu Smart City. Veškeré představené projekty mají jednu společnou věc. Tou je snaha snížení lidského vlivu na změny klimatu. Obě dvě témata Smart City i udržitelná mobilita se ve své podstatě shodnou, že nové výzvy je nutné podstupovat pod digitální rozvojem.

Veškeré nové přístupy se neobejdou bez internetového prostředí. Smart City je samo o sobě založeno na datech. Většina dnešních dat dnes přichází z prostředí internetu.

V udržitelné mobilitě tomu není jinak. Všechny představované produkty v sobě obsahují prvky internetové komunikace. Jedná se o inteligentní systémy pro pěší, cyklisty, řidiče automobilových aut ale i pro cestující ve veřejné dopravě. Spolu s internetem přicházejí i nové sociální přístupy sdílení dopravních prostředků.

Změna sociálních přístupů je jedním z největších potenciálů změnit život ve městech k lepšímu a pohodlnějšímu. Systémy nových sociálních přístupů sdílené mobility jsou na úplném začátku svého vývoje. Prostředky které jsou nabízeny v prostředích měst zatím nenabízejí potřebnou míru začleňování do měst.

Většina konceptů sdílené mobility se pořád opakuje s tématem automobilů. Sdílení automobilů může mít určitý vliv na snížení počtu vozidel ve městech. Ale pořád se nemění koncept dopravní mobility. Zde se pořád jedná o ten stejný typ dopravního prostředku. Budoucnosti osobní dopravy dle mnoha prohlášení institucí a státních vlád mají být elektromobily. Elektřina jako nechtěný spasitel nízkouhlíkové politiky představuje často jediný prostředek k dosažení uhlíkové neutrality. Mnohdy se zapomíná že, elektromobily mají své zdroje energie z neekologických zdrojů neobnovitelné energie. Stejně je tomu i v případě výroby akumulátorů pro elektromobily. Podpora a popularita vize elektromobility je neustále na vzestupu. Podobně jako předchozí případ sdílené mobility je sama technologie elektromobilů na úplném začátku. Stále ještě nedošlo k vyřešení dostatečné kapacity baterií pro výraznější přednost elektromobilů. Ještě nebyly zjištěny všechny dopravní a sociální dopady elektromobilů. Zatím se v českém prostředí pohybuje kolem 700 vozidel. Dopravní dopady zatím nebyly vyřešeny v souvislosti s dostupností sítí nabíjecích stanic. Dále nebyly vyřešeny samy kapacity nabíjecích stanic a to jako počet míst na jedné stanici tak jednoznačně doba nabíjení elektromobilu. S současné době je rychlejším výkonem dobíjecích stanic 50 kW. To poskytuje v nejlepším případě minimálně 40 minutovou čekací dobu u nabíjecí stanice. Při větším nárůstu počtu vozidel

není možné zvládnout obsloužit cestující. Nehledě na nedostatečně připravené technické infrastrukturu. Velkým příslibem budoucího rozvoje je autonomie vozidel. Zde se opět ukazuje silný marketing automobilových společností. Podobně jako je tomu u elektromobilů lidé podceňují kolik vědy je třeba ještě kolem autonomních vozidel udělat než auta budou schopna předvídat druhy neobvyklých nebo nebezpečných situací, které se mohou na silnicích objevovat. Neoptimističtější předpovědi jsou spekulativní a často přehnané a hlavně vytvářené lidmi s finančními zájmy v oboru. Problémem autonomie je obava z možných negativních projevů na města, lidi atd. Autonomní vozidla sama o sobě mohou zvýšit objemy dopravy. S tím bude zase znova spojeno mnoho negativních vlivů na životní prostředí. Kromě toho se sníží vliv na investice veřejné dopravy.

Myšlenkou udržitelné dopravy není nárůst objemu dopravy. Myšlenkou udržitelné dopravy je minimalizovat dopad na životní prostředí.

V tom mají největší smysl systémy intermodality a multimodality veřejné dopravy. Největší smysl v plánování koncentrace snadno dostupných služeb veřejné dopravy. V této práci je zmíněna koncepce Mobility Hubu. Tedy center pro smysluplnou koncentraci všech sdílených prostředků dopravy. Největší potenciál Mobility Hubů je v jejich koncentraci služeb mikromobility. Nelze zatím srovnávat jednotlivé přístupy různých měst, protože prvky Smart City nebo udržitelné mobility se teprve vyvíjejí.

Názorem autora je, že největší potenciál změny městské dopravy k udržitelnějšímu rozměru je skrze elektrokola. Z ztotožňují se se studií (Creds, 2020) která zmiňuje, že by přechodem z automobilů na elektrokola byla výrazně snížena uhlíková stopa a to až o padesát procent. Pokud se město Praha snaží vyčlenit automobily z centra je nejvhodnějším způsobem je nahradit elektrokoly. Než k tomu ale dojde je nutné poskytnout alternativu. Jinak změna k udržitelnějšímu rozvoji nebude možná.

Spíš než změnou dopravních návyků se do realizace dostanou prvky Smart City. Většina z nich je představena v této práci. Většina se zabývá zlepšením stávajícího trendu dopravy. Ukazuje se že koncept inteligentní mobility je dynamičtější než koncept udržitelné mobility. Postupem času se ukáže jestli zavedené moderní ideje znamenaly změnu nebo pokrok.

## 14 Závěr

Cílem práce bylo teoretické shrnutí principů udržitelné dopravní mobility ve městech s prvky Smart City a zhodnocení jejich využití. Praktickou částí byl návrh lokalit intermodálních uzlů Prahy jako příkladu integrace dopravních systémů. K teoretickému shrnutí bylo využito přehledu zahraničních projektů udržitelné mobility a projektů Smart City. V předložené práci jsou popsány jednotlivé druhy osobní i veřejné udržitelné dopravy. V práci je řešena problematika intermodality a jejího způsobu uplatňování. Zároveň jsou popsány prvky Smart City a její vlivy na udržitelnou dopravní mobilitu.

Předložená práce se zabývala tematikou intermodální dopravy. Intermodální mobilitu a dopravu představuje v teoretické i praktické části práce. V praktické části je vytvořen návrh nových lokalit intermodálních uzlů dopravy v Praze. Intermodální uzly jsou představeny jako projekt Mobility Hubu.

Návrh nových lokalit byl analyzován na základě multikriteriální analýzy MCDA na základě volně dostupných prostorových dat. Metoda návrhu lokalit zahrnovala párové porovnávání kritérií metodou analyticky hierarchického postupu AHP pro stanovení vah kritérií. Výsledky je možné aplikovat pro přesnější analýzy nebo územní studie jednotlivých lokalit.

Závěrečná část práce obsahuje doporučení v oblasti sledování dat potřebných pro efektivnější plánování v územním i dopravním systému.

## Přehled literatury a použitých zdrojů

- ADAMEC, V., 2008.** Doprava, zdraví a životní prostředí. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2156-9.
- AGORIA. 2018.** Multimodal and connected mobility solutions for the cities of today and tomorrow. [online] [cit. 17.11.2019], dostupné z <[https://acdn.be/\\_projects/smartcities/brochures/Whitepaper\\_Mobility\\_EN.pdf](https://acdn.be/_projects/smartcities/brochures/Whitepaper_Mobility_EN.pdf)>.
- ANGELIDOU, Margarita. 2015.** Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*. 2015, vol. 47, s. 95-106. ISSN 0264-2751.
- BERGMAN, Z. BERGMAN M., 2019.** A Case Study of the Sustainable Mobility Problem–Solution Paradox: Motility and Access of Metrorail Commuters in the Western Cape. *Sustainability*. 2019, vol. 11, no. 10, s. 2842. ISSN 2071-1050.
- BETTENCOURT L., 2014.** The Uses of Big Data in Cities. *Big Data*. 2. 12-22. 10.1089/big.2013.0042.
- BIBRI S. E. 2019.** On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: an interdisciplinary and transdisciplinary literature review. *Journal of Big Data*. 2019, vol. 6, no. 1, s. 1-64. ISSN 2196-1115.
- BIBRI, S. E., 2020.** Compact urbanism and the synergic potential of its integration with data-driven smart urbanism : An extensive interdisciplinary literature review. *Land use Policy*. 2020, vol. 97, s. 104703. ISSN 0264-8377.
- BRUNDTLAND, G.H., 1987.** Report of the World Commission on Environment and Development – Our Common Future, UN, 1987, [online] [cit. 12.6.2020], dostupné z<<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>.
- BUENO a kol., 2015.** Sustainability Assessment of Transport Infrastructure Projects: A Review of Existing Tools and Methods. *Transport Reviews*. 2015, vol. 35, no. 5, s. 622-649. ISSN 0144-1647.
- CHAPMAN, D. a LARSSON A., 2019.** Toward an Integrated Model for Soft-Mobility. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019, vol. 16, no. 19, s. 3669. ISSN 1660-4601;1661-7827.
- CHEN a kol., 2017.** Achieving energy savings by intelligent transportation systems investments in the context of smart cities. *Transportation Research Part D*. 2017, vol. 54, s. 381-396. ISSN 1361-9209.
- CREDS, 2020.** e-bike carbon savings – how much and where? [online] [cit. 9.6.2020], dostupné z <<https://www.creds.ac.uk/wp-content/pdfs/CREDS-e-bikes-briefing-May2020.pdf>>.
- CoMoUK. 2019.** Mobility Hubs Guidance. [online] [cit. 4.3.2020], dostupné z <<https://como.org.uk/wp-content/uploads/2019/10/Mobility-Hub-Guide-241019-final.pdf>>.
- CONSILVIO, A. a kol., 2019.** On exploring the potentialities of autonomous vehicles in urban spatial planning [online]. *IEEE*, 2019. 1-7 s.
- ČSÚ. 2019.** Statistická ročenka Hl. m. Prahy 2019, statistický bulletin Hl. M. Prahy 2019. [online][cit. 21.6.2020], dostupné z < <https://www.czso.cz/documents/10180/91605915/330120.pdf/101cd92f350e-4971-9c04-8ff8fa299f1f?version=1.15>>.

- DEAKIN, M., 2014.** From intelligent to smart cities In: Smart cities: governing, modelling and analysing the transition. Abingdon: Routledge, 2014. ISBN 978-0-415-65819-5.
- DIA, H. 2017.** Low Carbon Mobility for Future Cities: Principles and applications, The Institution Of Engineering & Technology (Iet), Stevenage.
- DOCHERTY I. a kol., 2018.** The governance of smart mobility. Transportation Research Part A. 2018, vol. 115, s. 114-125. ISSN 0965-8564.
- DRDLA P., 2018.** Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu. Vydání: 2. upravené. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2018. ISBN 978-80-7560-189-6.
- DTPW, 2019.** Studies show smart signals are yielding travel time savings for Miami-Dade County drivers. [online] [cit. 3.6.2020], dostupné z <<https://www.miamidade.gov/releases/05-07-2019-dtpw-smart-signals-update.asp>>.
- FLÜGGE B., 2017.** Smart Mobility Usage Scenarios II. In: Smart Mobility ? Connecting Everyone: Trends, Concepts and Best Practices 2017. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017. ISBN 978-3-658-15622-0.
- GEHL, J., 2012.** Města pro lidi. České vyd. Brno: Partnerství, 2012. ISBN 978-80-260-2080-6.
- GEMEENTE UTRECHT, 2018.** Conceptontwikkeling Mobiliteitsconcept Merwede. [online] [cit. 5.6.2020], dostupné z <<https://omgevingsvisie.utrecht.nl/fileadmin/uploads/documenten/zz-omgevingsvisie/gebiedsbeleid/merwedekanaalzone/2018-04-bijlage-1-Conceptontwikkeling-Mobiliteitsconcept-voor-Merwede.pdf>>.
- HANKS, D., 2018.** Waiting for a red light in Miami? These cameras may have set it up that way. [online] [cit. 23.10.2019], dostupné z <<https://www.miamiherald.com/news/local/community/miami-dade/article215180285.html/>>.
- HARB a kol., 2018.** Projecting travelers into a world of self-driving vehicles: estimating travel behavior implications via a naturalistic experiment. Transportation. 2018, vol. 45, no. 6, s. 1671-1685. ISSN 0049-4488.
- HEDDEBAUT O. a kol., 2018.** City-hubs for smarter cities. The case of Lille “EuraFlandres” interchange. European Transport Research Review. 2018;2017;, vol. 10, no. 1, s. 1-14. ISSN 1867-0717.
- KAMPF, R., 2008.** Vliv sociálních aspektů dopravního systému. [Brno], 2008. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-7399-321-4.
- KOMNINOS N., 2014.** What makes cities intelligent? In: Smart cities: governing, modelling and analysing the transition. Abingdon: Routledge, 2014. ISBN 978-0-415-65819-5.
- KORVER a kol., 2012.** CIVITAS Guide for the urban transport professional. [online] [cit. 3.6.2020], dostupné z <[https://civitas.eu/sites/default/files/civitas\\_guide\\_for\\_the\\_urban\\_transport\\_professional.pdf](https://civitas.eu/sites/default/files/civitas_guide_for_the_urban_transport_professional.pdf)>.
- KRISHNAMURTHY, NGO. 2020.** The effects of smart-parking on transit and traffic: Evidence from SFpark. Journal of Environmental Economics and Management. 2020, vol. 99, s. 102273. ISSN 0095-0696.
- LADOT, 2016.** Los Angeles Signal Synchronization. [online] [cit. 13.4.2020], dostupné z <[https://ladot.lacity.org/sites/default/files/documents/ladot-atsac-signals-\\_fact-sheet-2-14-2016.pdf](https://ladot.lacity.org/sites/default/files/documents/ladot-atsac-signals-_fact-sheet-2-14-2016.pdf)>.
- LIN a kol., 2017.** A Survey of Smart Parking Solutions. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2017, vol. 18, no. 12, s. 3229-3253. ISSN 1524-9050.

- LITMAN T., 2019.** Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute [online] [cit. 18.11.2019], dostupné z <<https://www.vtppi.org/avip.pdf>>.
- LYONS, G., 2018.** Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable. Transportation Research Part A. 2018, vol. 115, s. 4-14. ISSN 0965-8564.
- MAIER K., 2012.** Udržitelný rozvoj: udržitelné společnosti, udržitelné hospodářství a udržitelné změny životního prostředí. In: Udržitelný rozvoj území. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4198-7.
- MATOUŠKOVÁ I. a kol. 2015,** ECall - inteligentný dopravný systém: (aspekty právne, technické, informačné a psychologické). Bratislava: Magnet Press, Slovakia, 2015. ISBN 978-80-89169-31-3.
- MIRAMONTES a kol., 2017.** Impacts of a multimodal mobility service on travel behavior and preferences: user insights from Munich's first Mobility Station. Transportation. 2017, vol. 44, no. 6, s. 1325. ISSN 0049-4488.
- MMR., 2020.** Standardy dostupnosti veřejné infrastruktury, [online] [cit. 10.6.2020], dostupné z <<https://mmr.cz/getmedia/172ef4fb-11fb-4647-bc0d-278110a20369/TB050MMR01-Standardy-dostupnosti-verejne-infrastruktury-aktualizace-2020-03.pdf.aspx?ext=.pdf>>.
- MŽP., 2019.** Ekologicky šetrná vozidla. [online] [cit. 3.6.2020], dostupné z <[https://www.mzp.cz/cz/ekologicky\\_setrna\\_vozidla](https://www.mzp.cz/cz/ekologicky_setrna_vozidla)>.
- NOURINEJAD a kol., 2018.** Designing parking facilities for autonomous vehicles. Transportation Research Part B. 2018, vol. 109, s. 110-127. ISSN 0191-2615.
- OMGEVINGSVISIE.UTRECHT.NL, 2018.** Deelgebied Merwedekanaalzone. [online] [cit. 23.10.2019], dostupné z <<https://omgevingsvisie.utrecht.nl/gebiedsbeleid/gebiedsbeleid-wijk-zuidwest/deelgebied-merwedekanaalzone/>>.
- PERNICA P., 2017.** Předmluva In: Osobní doprava, V Praze: C.H. Beck, 2017. ISBN 978-80-7400-681-4.
- PICKFORD, A. a CHUNG E., 2019.** The shape of MaaS: The potential for MaaS Lite. IATSS Research. 2019, vol. 43, no. 4, s. 219-225. ISSN 0386-1112.
- PRAHA.EU, 2019.** Praha potřebuje byty pro 1,5 milionu obyvatel. Odpovědí je kvalitní rozvoj nevyužívaných ploch.[online] [cit. 16.5.2020], dostupné z <[https://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/magistrat/tiskovy\\_servis/tiskove\\_zpravy/praha\\_potrebuje\\_byty\\_pro\\_1\\_5\\_milionu.html](https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/praha_potrebuje_byty_pro_1_5_milionu.html)>.
- PŘIBYL, P. 2005.** Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03122-5.
- PUCHER, J. BUEHLER R., 2017.** Cycling towards a more sustainable transport future. Transport Reviews. 2017, vol. 37, no. 6, s. 689-694. ISSN 0144-1647.
- REMEK, B., 2012.** Automobil a spalovací motor: historický vývoj, Praha: Grada.
- RIGGS, W., 2019.** Disruptive transport: driverless cars, transport innovation and the sustainable city of tomorrow, London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- RYDNINGEN U., 2019.** OSLO 2019: A CAR-FREE CITY CENTRE. WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2017, vol. 226, s. 3. ISSN 1746-448X.

- SAATY, T. L. a T. TRAN L. T. 2016.** On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling*. 2007, vol. 46, no. 7, s. 962-975. ISSN 0895-7177.
- SANSEVERINO R., 2017.** Experiencing the Smart City Concept: The Challenge of Intelligent District. In: *Smart cities atlas: Western and Eastern intelligent communities*. Cham, Switzerland: Springer, 2017. Springer tracts in civil engineering. ISBN 978-3-319-47360-4.
- SANTOS, G., 2018.** Sustainability and Shared Mobility Models. *Sustainability*. 2018, vol. 10, no. 9, s. 3194. ISSN 2071-1050.
- ŠARIĆ, MIHALJEVIĆ., 2017.** SMART PARKING SYSTEM IN THE CITY OF DUBROVNIK. [online] [cit. 19.2.2020], dostupné z <[http://www.rithink.hr/brochure/pdf/vol6\\_2017/1509301359\\_4\\_\\_Andrej\\_\\_\\_ari\\_\\_\\_\\_Branko\\_Mihaljevi\\_\\_\\_\\_SMART\\_PARKING\\_SYSTEM\\_IN\\_THE\\_CITY\\_OF\\_DUBROVNIK.pdf](http://www.rithink.hr/brochure/pdf/vol6_2017/1509301359_4__Andrej___ari____Branko_Mihaljevi____SMART_PARKING_SYSTEM_IN_THE_CITY_OF_DUBROVNIK.pdf)>.
- SEDLÁK, 2019.** Záchrana pro sledovače mobilů, nebo Velký bratr? Čína začala zavádět chytré přechody pro chodce. [online] [cit. 7.6.2020], dostupné z <<https://www.lupa.cz/clanky/zachrana-pro-sledovace-mobilu-nebo-velky-bratr-cina-zacala-zavadet-chytre-prechody-pro-chodce/>>.
- SCHMEIDLER, K., 2010.** Mobilita, transport a dostupnost ve městě. Brno: Novpress, 2010. ISBN 978-80-87342-12-1.
- SLAVÍK, J., 2017.** Smart city v praxi: jak pomocí moderních technologií vytvářet město příjemné k životu a přátelské k podnikání. Praha: Profi Press, 2017. ISBN 978-80-86726-80-9.
- SMFTA, 2014.** SFpark Putting Theory Into Practice. [online] [cit. 12.6.2020], dostupné z <[http://sfpark.org/wp-content/uploads/2014/06/SFpark\\_Pilot\\_Summary.pdf](http://sfpark.org/wp-content/uploads/2014/06/SFpark_Pilot_Summary.pdf)>.
- STOJANOVSKI, T. 2019.** Urban Form and Mobility Choices: Informing about Sustainable Travel Alternatives, Carbon Emissions and Energy Use from Transportation in Swedish Neighbourhoods. *Sustainability*. 2019, vol. 11, no. 2, s. 548. ISSN 2071-1050.
- THE LOCAL, 2015.** Copenhagen to roll out new smart traffic systém. [online] [cit. 13.2.2020], dostupné z <<https://www.thelocal.dk/20150202/copenhagen-to-roll-out-new-smart-traffic-systems>>.
- TOMANEK R., 2017.** Sustainable Mobility in Smart Metropolis In: *Happy City - How to Plan and Create the Best Livable Area for the People*. 1st 2017. Cham: Springer, 2017. ISBN 978-3-319-49899-7.
- TSK, 2019.** Ročenka Dopravy Praha 2019.[online] [cit. 11.12.2019], dostupné z <<http://www.tsk-praha.cz/static/udi-rocenka-2019-cz.pdf>>.
- UN-HABITAT. (2013).** Planning and Design for Sustainable Urban Mobility. London: Routledge, [online] [cit. 10.5.2020], dostupné z <<https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Planning%20and%20Design%20for%20Sustainable%20Urban%20Mobility.pdf>>.
- UTRECHT.NL, 2019.** Bicycle parking Stationsplein. [online] [cit. 20.10.2019], dostupné z <<https://www.utrecht.nl/city-of-utrecht/mobility/cycling/bicycle-parking/bicycle-parking-stationsplein/>>.
- WIKIPEDIA, 2019.** List of car-free places. [online] [cit. 10.12.2019], dostupné z <[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_car-free\\_places](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_car-free_places)>.
- ZELENÝ, L., 2017.** Osobní doprava. V Praze: C.H. Beck, 2017. ISBN 978-80-7400-681-4.

## **Legislativní zdroje**

**Zákon č. 17/1992 Sb.**, o životním prostředí, v platném znění.

**Zákon č. 361/2000 Sb.**, o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), v platném znění.



# **Přílohy**

Příloha č. 1 - Mapa vhodných lokalit

Příloha č. 2 - Oblast A1

Příloha č. 3 - Oblast A2

Příloha č. 4 - Oblast A3

Příloha č. 5 - Oblast A4