



## Diplomová práce

# Big Data a Smart City: Smart Mobilita v České Republice

*Studijní program:*

N0688A140016 Systémové inženýrství a informatika

*Autor práce:*

**Bc. Anastasiia Spirina**

*Vedoucí práce:*

Ing. Athanasios Podaras, Ph.D.  
Katedra informatiky

Liberec 2023



## Zadání diplomové práce

# Big Data a Smart City: Smart Mobilita v České Republice

*Jméno a příjmení:*

**Bc. Anastasiia Spirina**

*Osobní číslo:*

E21000400

*Studijní program:*

N0688A140016 Systémové inženýrství a informatika

*Zadávací katedra:*

Katedra informatiky

*Akademický rok:*

2022/2023

### Zásady pro vypracování:

1. Vymezení pojmu Smart City
2. Způsoby aplikace Big Data pro Smart City
3. Big Data a Smart Mobilita
4. Analýza a presentace stavu Smart Mobility v České Republice
5. Závěr a doporučení

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy: 60 normostran  
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická  
Jazyk práce: Čeština

### **Seznam odborné literatury:**

- SHERMAN, Rick, 2014. *Business Intelligence Guidebook: From Data Integration to Analytics*. USA: Elsevier. ISBN 978-0-12-411461-6.
- RAHLF, Thomas, 2017. *Data visualisation with R-100 examples*. Cham: Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-49751-8.
- MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor a Kenneth CUKIER, 2014. *Big Data: Revoluce, která změní způsob, jak žijeme, pracujeme a myslíme*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-4119-9.
- PROQUEST, 2022. *ProQuest Article Database* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2022-10-10]. Available from: <http://knihovna.tul.cz>.

Konzultant: Ing. Marek Kozák, Vedoucí střediska Aspe Esticon, IBR Consulting s.r.o.

Vedoucí práce: Ing. Athanasios Podaras, Ph.D.  
Katedra informatiky

Datum zadání práce: 1. listopadu 2022  
Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2024

L.S.

doc. Ing. Aleš Kocourek, Ph.D.  
děkan

Ing. Petr Weinlich, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2022

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

# **Big Data a Smart City: Smart Mobilita v České Republice**

## **Anotace**

Tato diplomová práce se zabývá rolí big data v konceptu smart city se zaměřením na sféru mobility v České republice. V úvodní části jsou uvedeny základní pojmy spojené s tématy smart city, big data či smart mobilita, potřebnými k pochopení celé práce. Následně jsou v práci prezentovány způsoby, jak používat big data k řešení problémů chytrého města a je také vysvětlen význam big data v oboru inteligentní mobility. Praktická část diplomové práce je věnována komplexnímu zkoumání dnešního stavu mobility v České republice a analýze využití big data v dané oblasti. Pro účinnost této práce byl proveden sběr primárních dat a bylo realizováno dotazníkové šetření pomocí nástroje Google Forms. Výsledkem je závěrečná část práce, obsahující posouzení úspěšnosti prosazení chytré mobility v České republice. V této kapitole byly navrženy možné změny pro vylepšení současného stavu sektoru dopravy s ohledem na využití chytrých technologií ve městech a na potřeby jejich obyvatel.

## **Klíčová slova**

big data, chytré město, inteligentní mobilita, chytré technologie, internet věcí

# **Big Data and Smart City: Smart Mobility in the Czech Republic**

## **Annotation**

This diploma thesis deals with the role of big data in the smart city concept with a focus on the mobility sphere in the Czech Republic. The introductory part provides basic terms related to smart city, big data, and smart mobility, which are essential in order to understand the whole thesis. Subsequently, the paper represents ways of using big data for the purpose of solving smart city problems and explains the significance of big data in the field of smart mobility. The practical part of the diploma thesis is devoted to a comprehensive examination of the current state of mobility in the Czech Republic and the analysis of the use of big data in this area. To ensure the effectiveness of this work, primary data collection was carried out, and a survey was conducted using the Google Forms tool. The result is the final part of the work containing an assessment of the success of implementing smart mobility in the Czech Republic. In this chapter, possible changes were proposed to improve the current state of the transportation sector with regard to the use of smart technologies in cities and the needs of their inhabitants.

## **Key Words**

big data, smart city, smart mobility, smart technologies, internet of things

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Athanasiosu Podarasovi, Ph.D. za odborné rady a vstřícnost. Také jsem vděčná své rodině a příteli za obrovskou podporu a děkuji Ing. Bohumile Nové za pomoc při náročné gramatické a stylistické revizi práce.

# Obsah

<b>Seznam ilustrací (obrázků) .....</b>	<b>13</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>14</b>
<b>Úvod.....</b>	<b>15</b>
<b>1 Vymezení pojmu Smart City.....</b>	<b>17</b>
1.1 Historie vzniku konceptu .....	19
1.2 Historie vzniku konceptu .....	20
1.2.1 Smart People.....	21
1.2.2 Smart Economy.....	22
1.2.3 Smart Mobility .....	22
1.2.4 Smart Environment.....	23
1.2.5 Smart Living .....	24
1.2.6 Smart Government .....	25
1.3 Příklady využití konceptu.....	25
1.4 Smart city a Česká republika.....	28
<b>2 Způsoby aplikace Big Data pro Smart City .....</b>	<b>34</b>
2.1 Výmezení pojmu big data .....	35
2.2 Charakteristiky big data.....	36
2.2.1 3V.....	36
2.2.2 5V.....	37
2.2.3 7V .....	38
2.3 Nástroje a způsoby aplikace big data ve smart city.....	38
2.3.1 Internet věcí (IoT) .....	40
2.3.2 Big data analytika .....	43
<b>3 Big Data a Smart Mobilita .....</b>	<b>49</b>
3.1 Prediktivní údržba dopravní infrastruktury.....	49
3.2 Optimalizace dopravních systémů .....	50
3.2.1 Logistika .....	50
3.2.2 Zlepšení bezpečnosti silničního provozu a dopravy.....	51
3.2.3 Zlepšení udržitelnosti.....	52
<b>4 Analýza a prezentace stavu Smart Mobility v České republice .....</b>	<b>54</b>
4.1 Aktuálnost práce.....	54
4.2 Struktura osídlení obyvatelstva a jeho charakteristiky .....	56



4.3 Vyhodnocení výsledků.....	58
<b>5 Závěr a doporučení.....</b>	<b>85</b>
<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>87</b>

## Seznam ilustrací (obrázků)

Obrázek 1: Kolo chytrých měst. ....	21
Obrázek 2: Typy carsharingu. Vlastní zpracování. ....	29
Obrázek 3: Osídlení v České republice. ....	56
Obrázek 4: Přehled odpovědí, otázka č. 1. ....	60
Obrázek 5: Přehled odpovědí, otázka č. 2. ....	61
Obrázek 6: Přehled odpovědí, otázka č. 2. ....	62
Obrázek 7: Přehled odpovědí, otázka č. 3. ....	63
Obrázek 8: Přehled odpovědí, otázka č. 3. ....	64
Obrázek 10: Přehled odpovědí, otázka č. 4. ....	65
Obrázek 11: Přehled odpovědí, otázka č. 4. ....	66
Obrázek 12: Přehled odpovědí, otázka č. 5. ....	67
Obrázek 13: Přehled odpovědí, otázka č. 6. ....	68
Obrázek 14: Přehled odpovědí, otázka č. 7. ....	69
Obrázek 15: Přehled odpovědí, otázka č. 8. ....	70
Obrázek 16: Přehled odpovědí, otázka č. 9. ....	71
Obrázek 17: Přehled odpovědí, otázka č. 10. ....	71
Obrázek 18: Přehled odpovědí, otázka č. 11. ....	72
Obrázek 19: Přehled odpovědí, otázka č. 12. ....	73
Obrázek 20: Přehled odpovědí, otázka č. 14. ....	79
Obrázek 21: Přehled odpovědí, otázka č. 15. ....	80
Obrázek 22: Přehled odpovědí, otázka č. 15. ....	81
Obrázek 23: Přehled odpovědí, otázka č. 16. ....	82
Obrázek 24: Přehled odpovědí, otázka č. 16. ....	83
Obrázek 25: Přehled odpovědí, otázka č. 16. ....	84

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Způsoby a nástroje aplikace big data.....	39
Tabulka 2: Rozdíl počtu obyvatel v období od 31. 12. 2010 do 31. 12. 2020 v různých krajích ČR. ....	57
Tabulka 3: Průměrný věk obyvatel podle velikosti měst v ČR.....	58
Tabulka 4: Přehled odpovědí, otázka č. 1.....	61
Tabulka 5: Přehled odpovědí, otázka č. 13. ....	74

# Úvod

Big data jsou zásadní hnací silou moderního inteligentního města. Jejich analytika celosvětově pomáhá rozvíjet největší města, řídit jejich dopravu, bezpečnost, ekologický systém a zabraňovat potenciálním katastrofám.

Význam této práce spočívá ve využívání neustále se zvyšujícího objemu dat a zesílení zájmu o koncept chytré město v České republice v období digitální transformace. Podle dokumentu Jakuba Slavíka a Pavly Slavíkové se i v České republice snaží tento koncept prosadit nejen ve velkých městech, ale má za cíl zavést prvky chytrého města i do menších měst s počtem obyvatel do 100 tisíc (Slavík a Slavíková 2020).

V konceptu chytrého města je téma big data zcela aktuální především v oboru dopravy. Chytré technologie a práce s big data pomáhají při každodenní optimalizaci dopravních toků a k vytváření spolehlivých databází, používaných k bezpečnému ukládání městských dat a k další práci se získanými daty zejména pro analýzu stavu a vytíženosti silnic a predikci jejich doby životnosti.

V rámci práce bude provedena analýza mobility v České republice prostřednictvím dotazníkového šetření, realizovaného pomocí consultingové společnosti IBR Consulting, s.r.o..

Cílem této diplomové práce je vědecké zkoumání teoretických základů realizace konceptu Chytré město zejména oboru inteligentní mobility, formulace doporučení pro realizaci zkvalitnění současného stavu oboru pomocí big data a eliminaci případných slabin v České republice.

Práci předcházelo detailní prostudování materiálů o digitalizaci a aplikaci chytrých technologií ve veřejné sféře města. Při psaní práce byla primárně použita sekundární data, a to analýzy, shrnutí oficiálních dokumentů a vědecké články. Následně byly implikovány postupy analogie a srovnání a proběhl sběr primárních dat pomocí dotazníkového šetření. Závěr a doporučení jsou tvořeny metodou syntézy.

Diplomová práce je rozdělena do pěti hlavních částí. První kapitola vymezuje pojem smart city, popisuje způsoby aplikace daného konceptu v různých oborech a uvádí

její konkrétní příklady. Zároveň popisuje současný stav implementace konceptu chytré město v České republice.

Druhá část se zabývá rolí big data v chytrém městě a zjišťuje, jak využívat big data k řešení městských problémů.

Kapitola třetí je věnována oboru smart mobilita. Mimo jiné je v ní popsána nesporná důležitost big data v tomto oboru a dále jsou zodpovězeny otázky jako např. "Jaká data lze sbírat a proč?".

Čtvrtá kapitola je věnována analýze současného stavu a prezentaci inteligentní mobility v České republice. Kromě toho je v této části představena struktura dotazníkového šetření a interpretace výsledků rešerše.

Poslední kapitola se zabývá analýzou výsledků, vyplývajících z provedeného dotazníkového šetření. Na základě vlastních znalostí, sekundárních a primárních dat získaných od odborníků v relevantním segmentu, byla zpracována doporučení, která by mohla být implementována v českých podmínkách v oboru inteligentní dopravy.

# 1 Vymezení pojmu Smart City

Vznik konceptu smart city je následkem konstantního rozvoje urbanizace a rostoucí hustoty obyvatelstva ve městech. Podle článku mezinárodní organizace spojených národů (OSN) bude do roku 2050 68 % světové populace žít ve městských oblastech. Důsledkem tohoto nárůstu počtu obyvatel jsou města nucena k aktivnímu přístupu k řešení z toho vyplývajících problémů (UNITED NATIONS 2018).

Města čelí nutnosti navýšit své zdroje jakými jsou např. energie, doprava, budovy atd., jelikož dochází ke zvýšení jejich spotřeby. V kombinaci s potřebou zvětšit své zdroje musí města disponovat kvalitní a rozvinutou infrastrukturou, vysokou úrovní bezpečnosti a pozitivním přístupem k ekologii. Spojení dosažení cílů při zvyšování počtu využitelných zdrojů a zlepšování sociálního blahobytu obyvatelstva je možné pomocí nových technologií. Využití moderních technologií v "chytrém" rozvoji města odpovídá koncepci smart city.

Jediná oficiální definice pojmu smart city neexistuje, proto bude v této práci uvedeno více vymezení konceptu z různých pohledů a zdrojů.

Brookhavenská Národní laboratoř, sídlící v New Yorku, tedy ve městě, jež je podle Global Smart City Index (GSCI) jedním ze světově významných chytrých měst (IMD 2023), publikovala článek, v němž je uvedena následující definice konceptu Smart city: *"The vision of "Smart Cities" is the urban center of the future made safe, secure, environmentally green, and efficient because all structures - whether for power, water or transportation - are designed, constructed, and maintained, making use of advanced integrated materials, sensors, electronics, and networks which are interfaced with computerized systems and comprised of databases, tracking, and decision-making algorithms"* (Bowerman B et al. 2000).

Koncept smart city počítá s tím, aby se městské centrum budoucnosti stalo bezpečným, chráněným, ekologickým a efektivním, protože všechny struktury, ať už pro dodávky elektřiny, vody nebo doprava, jsou projektovány, stavěny a udržovány pomocí pokročilých integrovaných materiálů, senzorů, elektroniky a sítí, které jsou propojeny s počítačovými systémy složenými z databází a ze sledovacích

a rozhodovacích algoritmů<sup>1</sup>. Z definice vyplývá, že důraz konceptu je kladen hlavně na zlepšení sociálních hodnot pomocí urban intelligence a metod na základě získávaných dat.

V české literatuře lze najít počeštěný název pojmu “smart city”. V různých zdrojích se koncept nejčastěji pojmenovává jako chytré nebo inteligentní město.

Podle článku městského стратега Boyda Cohena, publikovaného v říjnu 2015, existují tři generace chytrých měst: Smart City 1.0, Smart City 2.0 a Smart City 3.0 (Cohen 2015). Tímto způsobem lze formálně rozdělit vývoj chytrých měst do třech fází.

**Smart City 1.0** lze považovat za první etapu rozvoje chytrých měst. Jsou to technologicky orientovaná města, která jsou často od základů postavena pomocí investic různých IT společností, poskytujících chytrá řešení a služby. V tomto modelu neexistuje žádná jednotná strategie rozvoje města a chybí společná vize stakeholderů, mezi které lze řadit úřady, podniky a obyvatelstvo. Technologie jsou klíčovou složkou měst, ale obvykle nejsou v takovém konceptu uvažovány potřeby obyvatel.

**Smart City 2.0** je další fáze rozvoje města, která je primárně zaměřena na zájmy obyvatel. Největší pozornost je věnována městské správě, se zaměřením na technologická řešení jako na instrumenty ke zlepšení kvality života. Města disponují vyspělou digitální infrastrukturou: cloudovými úložišti, komunikačními sítěmi, internet věcí atd. Podle Boyda Cohena patří většina předních inteligentních měst právě ke konceptu Smart City 2.0 (Cohen 2015).

Hlavním a charakteristickým rysem **Smart City 3.0** je zapojení obyvatelstva do transformace města. Tento model lze považovat za nejnávštějnější. Města dodržují komplexní strategický rozvoj všech systémů městské infrastruktury na základě analytiky velkých dat. Spolupráce všech stakeholderů (úřady, podniky a obyvatelstvo) je jeho nezbytnou podmínkou. Model lze také považovat za nejsložitěji dosažitelný. Města, která se snaží dosáhnout této fáze, potřebují mít dostatek moderních technologií, služeb a vysoký základní kapitál. Je důležité poskytnout obyvatelům potřebné informace pro obhájení městských změn a vyvolání

---

<sup>1</sup> vlastní překlad

zájmu o nové technologie. Zároveň je potřeba umožnit obyvatelům získání nutných znalostí a zkušeností pro další interakci s moderními technologiemi. Smart City 3.0 často vyžaduje i změny legislativního charakteru.

## 1.1 Historie vzniku konceptu

Vzhledem k tomu, že ani v současnosti neexistuje jediná uznávaná definice "smart city", je možné považovat tento koncept za relativně mladý fenomén. Koncept "inteligentního města" nebyl použit jednotlivcem, ale byl spíše vyvinut a formován v průběhu času kombinací interakcí mezi vládními úředníky, urbanisty, inženýry, technologickými odborníky a občany.

Pojem "chytré město" byl poprvé představen v 90. letech 20. století Evropskou unií jako součást politik rozvoje všech evropských měst. V průběhu let se tento koncept vyvinul a byl celosvětově přijat městy, která implementovala širokou řadu iniciativ inteligentních měst zaměřených na zlepšení efektivity, udržitelnosti a obyvatelnosti měst.

V posledních letech podpořil rozvoj inteligentních měst růst internetu věcí (IoT), velkých dat a umělé inteligence, neboť tyto technologie umožnily shromažďovat, analyzovat a pracovat s obrovským množstvím dat v reálném čase. A je pravděpodobné, že se tento koncept bude v nadcházejících letech i nadále vyvíjet a formovat novými technologiemi a nápady.

Je složité určit první "chytré město", protože koncept se postupem času vyvíjel a byl implementován v různých formách v různých městech po celém světě. Některá města jsou však často uváděna jako první průkopníci ve vývoji iniciativ inteligentních měst. Příkladem může být město Songdo v Jižní Koreji, které je často považováno za jedno z prvních měst, postavených od nuly jako chytré město. Songdo bylo vystavěno na 1 500 hektarech půdy rekultivované z moře a bylo navrženo s ohledem na udržitelnost a integraci technologií do všech aspektů městského života. Město je vybaveno nejmodernějším dopravním systémem, pokročilými, energeticky účinnými budovami a centrálním velitelským střediskem, které monitoruje a spravuje různé městské systémy v reálném čase (Yoo 2017).



I když může být obtížné určit první "chytré město", je jasné, že mnoho měst po celém světě se stále více obrací k technologiím a datům, aby řešily složité výzvy urbanizace a vytvářely obyvatelnější, udržitelnější a inkluzivnější komunity.

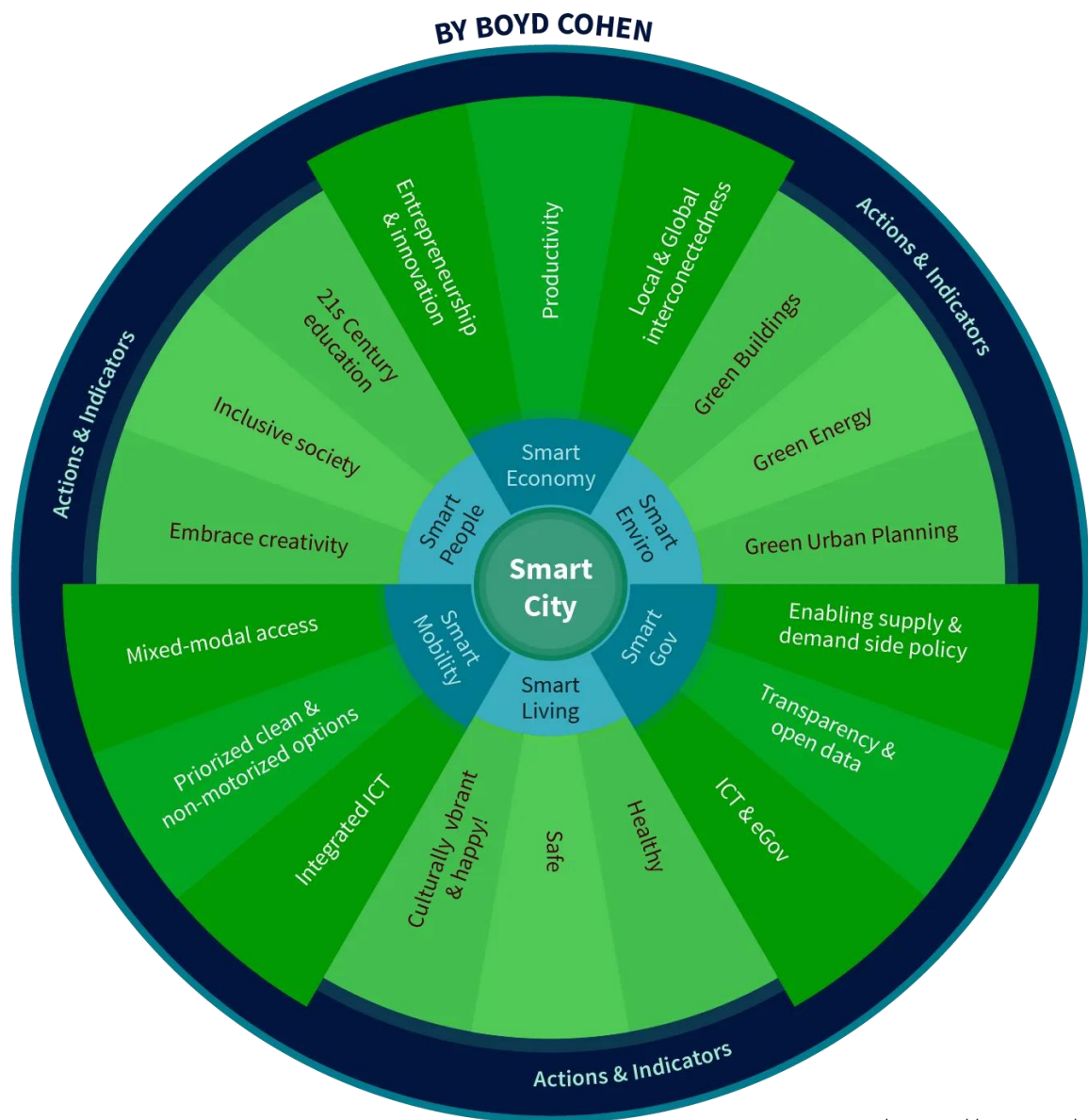
## 1.2 Historie vzniku konceptu

Smart city koncept může být uplatněn v různých sférách města. Podle článku autorů Giffingera a Haindlmaiera, publikovaného v projektu, vedeném regionálním vědeckým centrem na vídeňské Technické univerzitě, existuje šest klíčových komponent, které odlišují obyčejné město od chytrého. *"A Smart City is a city well performing in six characteristics, built on the 'smart' combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens."* (Europeansmartcities 2008). "Chytré město je město dobře fungující v šesti charakteristikách, postavené na "chytré" kombinaci dotací a aktivit seberozhodujících, nezávislých a vědomých obyvatel."<sup>2</sup>

Podle Giffingera a Haindlmaiera (2010) patří mezi klíčové oblasti zájmu smart city ekonomika, lidé, řízení, mobilita, životní prostředí a bydlení. Na základě práce Giffingera a Haindlmaiera navrhl v roce 2014 městský a klimatický stratég Cohen takzvané "kolo chytrých měst" (Cohen 2014), které odráží vzájemnou provázanost a rovnocenný význam rozvoje následujících šesti oborů: Smart Environment, Smart Living, Smart Economy, Smart Mobility, Smart Government a Smart People. Obrázek č. 1 zároveň reprezentuje i nejvýznamnější indikátory každého ze šesti bloků. V roce 2018 byl vzhled grafu trochu upraven a jeho současná verze je uvedena níže.

---

<sup>2</sup> vlastní překlad



Obrázek 1: Kolo chytrých měst.

Zdroj: Cohen 2018

Význam každého oboru je stručně popsán v dalších kapitolách, které začínají nejdůležitějším komponentem. Toto pořadí je stanoveno podle rešerší “Smart Economy in Smart Cities”, které publikovali T.M.Vinod Kumar a Bharat Dahiy (2017).

### 1.2.1 Smart People

Existuje několik interpretací komponenty **chytrí lidé**. Především jde o aspekty spojené s každodenním životem, jako jsou vzdělávání, účast na veřejném životě, touha se učit

novým věcem a akceptovat nové technologie. Z tohoto důvodu předpokládá komponent chytrí lidé existenci inteligentní formy vzdělávání a příležitostí na trhu práce.

Inteligentní vzdělávání spočívá v kvalitním vzdělávacím systému, vyvinuté infrastructure e-learningu a celoživotním učení. Podle článku, který publikoval Edin Lilla Mészáros z Univerzity v Oradeu, lze považovat vysoké skóre v Indexu lidského rozvoje (HDI n.d.) pro hodnocení země za jedno z nejdůležitějších kritérií při hodnocení úrovně její inteligentnosti (Mészáros n.d. s. 208).

Komponent chytrí lidé si také klade za cíl transformovat způsob interakce obyvatel, pokud je pomocí vytváření digitálních služeb umožněna komunikace s veřejným a soukromým sektorem a tímto způsobem dochází k efektivnímu poskytování informací a služeb založených na nových technologiích. Je důležité konstatovat, že chytrí lidé jsou považováni za kritickou součást ekosystému inteligentních měst a jejich příspěvky jsou zásadní pro dosažení cílů inteligentního města. Bez přijetí moderních technologií nemůže koncept smart city existovat.

### **1.2.2 Smart Economy**

**Chytrá ekonomika** je zaměřena na posílení městské ekonomické sféry. Patří sem vytvoření příznivého prostředí pro přilákání investorů, rozvoj místního podnikání, podpora startupových projektů a vytváření nových pracovních míst. Cílem je dosažení udržitelného růstu prostřednictvím lidského kapitálu v kombinaci s moderními technologiemi. V již zmíněné publikaci "Smart Economy in Smart Cities" autorů Kumary a Dahiya se uvádí, že v dnešní době jsou města uznávána jako motory hospodářského růstu. (Kumar a Dahiya 2017 s. 18)

### **1.2.3 Smart Mobility**

Cílem komponentu **chytrá mobilita** je zvýšení lidské mobility pomocí vytváření bezpečných a udržitelných způsobů dopravy dostupné pro všechny kategorie obyvatel města. V roce 2020 publikovala Evropská komise "Sustainable and Smart Mobility Strategy" strategii udržitelné a chytré mobility, kde se zdůrazňuje důležitost

rozvoje inteligentní mobility jak pro lidi, tak i pro životní prostředí. Strategie obsahuje milníky a akční plán, který zahrnuje 82 iniciativy, které by měly být provedeny v letech 2021 - 2024 (EUROPEAN COMMISSION 2020).

Podle plánu "European Green Deal" se všech 27 členských států EU zavázalo proměnit Evropu do roku 2050 v první klimaticky neutrální kontinent. Pro dosažení tohoto cíle se zavázaly snížit do roku 2030 emise nejméně o 55 % ve srovnání s úrovní vypouštěných emisí z roku 1990 (EUROPEAN COMMISSION 2021). Pomocí cenově dostupné dopravy a vyvinutím moderních technologií, jako jsou např. umělá inteligence, big data, automatizace či blockchain, je dosažení zmíněných cílů reálné.

V posledních letech se obor chytrá mobilita zaměřuje na vyvinutí carsharingu - služby sdílení vozidel, šíření a zvýšení kvality sítě veřejné dopravy, inteligentní navigace a digitalizace placení jízdného.

Koncept mobilita jako služba (Mobility-as-a-Service, MaaS) představuje digitální platformu, která spojuje všechny druhy dopravy od sdílení aut či kol po využívání hromadné dopravy a vytváří co nejoptimálnější a nejefektivnější trasu. Popularita konceptu MaaS ve světě roste. Může vyřešit několik problémů najednou, ke kterým patří především snížení dopravní zátěže, zlepšení ekologie a díky obrovskému objemu nashromážděných dat pomoci vytvořit co nejpohodlnější městskou infrastrukturu.

#### **1.2.4 Smart Environment**

**Chytré životní prostředí** se snaží zlepšit kvalitu života občanů vytvořením čistšího, zelenějšího a zdravějšího životního prostředí. Cílem je vytvořit město, které reaguje na potřeby svých občanů a je vybaveno pro zvládnutí výzev urbanizace.

Velká koncentrace lidí, budov a vozidel ve městech může mít za následek vysokou úroveň znečištění ovzduší, zejména ve formě pracovních částic a skleníkových plynů. V roce 2020 uvedl Rozvojový program OSN (UNDP), že města produkují 70 % světových emisí skleníkových plynů (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME 2020). Znečištění ovzduší je hlavním problémem v mnoha městských oblastech po celém světě a má vážné dopady na veřejné zdraví a životní prostředí.

Podle nejnovějšího výzkumu, který provedli vědci z Univerzity George Washingtona, je 86 % lidí žijících v městských oblastech po celém světě (přibližně 2,5 miliardy lidí) vystaveno zhruba sedmkrát vyšším úrovním znečištění ovzduší, než uvádí pokyny Světové zdravotnické organizace (Brauer et al. 2022). Inteligentní města mohou využívat různé technologie ke sledování a zmírňování znečištění ovzduší. Výzkum představený v International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering (IJATCSE) popisuje způsob, jak pomocí moderních technologií, konkrétně pomocí Internetu věcí (IoT) a strojového učení, sledovat znečištění atmosféry, vzduchu a zvuku (Wassan et al. 2021). Senzory pro měření kvality ovzduší v reálném čase, zmíněné v tomto článku, mohou být instalovány po celém městě a přijatá data mohou být použita nejen k informování nebo upozornění obyvatel na potenciální zdravotní rizika, ale i jako podklad k dalším vládním rozhodnutím.

Co se týče dalších možností uplatnění komponenty smart životní prostředí v rámci konceptu smart city, může být podpořeno využívání alternativních způsobů dopravy, ke kterým patří především cyklistika a veřejná doprava, což může dále snížit znečištění ovzduší a ovlivnit i jiné životní faktory.

### 1.2.5 Smart Living

Podle článku Business Innovation Observatory: Smart Living, European Union (2014) autorů Laurenta Probst et al. "Smart Living as a trend involves improved standards in several aspects of day-to-day life, ranging from domiciles, workplaces and the way people are transported within cities.". **Chytré bydlení** je trendem zahrnujícím pokrok, který dává lidem příležitost prosperovat z nových způsobů života.<sup>3</sup>

Uvedený report se zaměřuje na udržitelné a inovativní způsoby stavby, ke kterým patří výroba nových materiálů a moderní stavební nástroje, jakými jsou např. informační model budovy (BIM) a možnost vizualizace procesů. V textu byly zmíněny i následující tendence v oblasti nových trendů bydlení: mobilní domy, energetická účinnost (snížení spotřeby energie, nákladů a emisí CO<sub>2</sub>), retrofitting (modernizace, která zahrnuje přidání nové technologie nebo jejich vlastností do

---

<sup>3</sup> vlastní překlad

starších systémů), montované domy, flexibilní půdorysy a konvergence informačních technologií s infrastrukturou.

Komponent chytré bydlení má za úkol zlepšit kvalitu života nejen v oboru stavebnictví, ale i obecně přispět k integraci a propojení všech generací a skupin městských obyvatel inkluzivním přístupem, a to vytvářením sociálních platforem, zvýšením kvality zdravotnického systému a zajištěním bezpečnosti.

### **1.2.6 Smart Government**

**Chytré řízení** je sice posledním komponentem v seznamu, ale nikoli nepodstatným. Chytré řízení má změnit k lepšímu další klíčový aspekt městského života – proces interakce obyvatel, podniků, dalších organizací občanské společnosti a vlády. Smart řízení má umožnit obyvatelům a podnikatelům přístup k městským službám prostřednictvím jediného rozhraní se srozumitelnými principy práce pro získání občanských nebo obchodních služeb. Každá oblast městského hospodářství by neměla být suverénní a neměla by být řízena relativně nezávisle na ostatních, to znamená mít své standardy, pravidla a postupy. Takovýmto způsobem by to měla být realizace modelu "město jako služba" ("city as a service"), která obyvatelům poskytne co nejrychlejší a nejvhodnější způsob interakce s městskou infrastrukturou.

V posledních letech měla epidemie Covid-19 výrazný pozitivní dopad na sféru smart řízení. Příkladem může být vládní nařízení o integraci vzdálené práce v určitých relevantních činnostech či vývoj a implementace aplikací pro usnadnění cestování a potvrzování nepřítomnosti onemocnění Covid-19.

Výše popsané součásti lze považovat za hlavní složky inteligentního města, nicméně konkrétní komponenty se mohou lišit v závislosti na cílech a potřebách města.

## **1.3 Příklady využití konceptu**

Pojďme se podívat na nejvýznamnější příklady realizace konceptu smart city. Podle Boyda Cohena jsou koncepty rozděleny do tří generací: Smart City 1.0, Smart City 2.0 a Smart City 3.0.

K fázi Smart City 1.0 patří výše zmíněné korejské město Songdo (viz kapitola 1.1). Jak bylo v této kapitole uvedeno, je toto město řízeno nejmodernějšími technologiemi a ICT společnosti pokračují v rozvoji a financování města. Za IT řešení města je zodpovědná firma Cisco, jedna z celosvětově nejvýznamnějších firem, specializujících se na high-tech technologie (Cisco 2011).

Firma umístila po celém městě různé druhy senzorů, což dovoluje odborníkům sledovat stav budov, silnic či energetickou náročnost města v danou chvíli. Plná podpora internet věcí umožňuje sběr a následující výměnu všech dat mezi chytrými zařízeními. Moderní technologie a automatizace procesů se dotýkají každé sféry života obyvatel Songda. Pouliční kamery sledují počet chodců a ve snaze snížit energetické náklady ztlumí osvětlení v prázdných ulicích a rozzáří jej tam, kde je více lidí. Ke globální informační síti se postupně připojují i všechny stavby, díky čemuž je možné ve vzdáleném režimu spravovat domácnost (Karma 2021). Město má progresivní systém sběru a likvidace odpadu spočívající v absenci kamionů, svážejících odpadky na silnicích a košů umístěných kolem bytových domů. Místo toho jsou odpady nasávány z bytů přes podzemní potrubí do centrální recyklační stanice odpadu (Williamson 2013). Songdo je považováno za "zelené" město a je postaveno kolem centrálního zeleného prostoru - Central Parku, který zabírá 10 % plochy města. Již z názvu je patrné, že jeho projekt byl inspirován Centrálním parkem v New Yorku (Wikipedia n.d.).

Je to jen několik příkladů implementace moderních technologií ve městě a snahy vytvořit udržitelný prostor. I přes nesporné výhody a inovace města, lidé často považují Songdo za osamělé místo, kde je těžké potkat se s jinými lidmi (Poon 2018). Podle Seungha Yoo a jeho práce "Songdo: the hype and decline of world's first smart city", město ovlivňuje rostoucí diskriminaci obyvatel Koreje. Dochází ke vzniku nerovností mezi národy, chudými a bohatými a k přístupu ke vzdělávání, což může poukazovat na to, že projekt Smart City je přístupný pouze sociálním elitám (Yoo 2017, s. 146 ~ 160). Je však důležité zdůraznit, že tyto prvky, přítomné ve městě Songdo, jsou zásadně v rozporu s konceptem inteligentního města, kdy má být největší důraz kladen na sociální blahobyt všech lidí bez výjimek.

Následující generací chytrých měst je Smart City 2.0 a v dnešní době sem spadají skoro všechna města, která se snaží uplatnit koncept smart city. Významným

příkladem Smart City 2.0 je Rio de Janeiro. Rozhodnutí o zavedení chytrých technologií ve městě padlo poté, co v roce 2010 došlo ke katastrofálním záplavám a sesuvům půdy. Tak vzniklo operační centrum Rio de Janeiro (COR), které má podle dat z publikace společnosti Cisco za úkol shromažďovat informace z veřejného a soukromého sektoru, za účelem zlepšení bezpečnosti města a rychlé reakce na incidenty různé úrovně od problémů s městskou hromadnou dopravou až po mimořádné události a katastrofy. K poskytování nouzových pokynů využívají sociální média a zpravodajské kanceláře, umístěné po celém městě. Poskytují také informace o stavu dopravního toku, upozornění na nehody vozidel a také aktualizované čekací doby dojíždějících do města (Cisco 2014). Operační centrum sbírá data pomocí kamerového systému (CCTV) neboli tzv. průmyslových kamer (Schreiner 2016). Kamerový systém umožnil monitorování města v době uspořádání Mistrovství světa ve fotbale v roce 2014 a Olympijských her 2016. Obyvatelé Ria však nejsou s daným systémem zcela spokojeni a mají obavy ohledně svého soukromí a považují ho za vládní způsob kontroly obyvatel (Digital Society 2020).

Je poměrně těžké určit, zda je město už ve fázi Smart city 3.0. Neexistuje jednotný rys, určující přechod města do této generace. Podstatné je ale to, že město má mít dlouhodobou strategii rozvoje a předem dané vize do budoucna a také navázanou komunikaci s obyvateli, což je odborníky považováno za hlavní součásti smart města. Podle urbanisty Boyda Cohena, odpovídá těmto kritériím rakouské město Vídeň, které je považováno za město budoucnosti s rovnými příležitostmi pro všechny obyvatele (Cohen 2015).

Vídeň má přijatou rozvojovou strategii Smart City Wien Framework Strategy do roku 2050. Strategie byla zahájena v roce 2014 a zahrnuje takové sféry jako jsou energetika, mobilita, stavebnictví a nakládání s odpady. Struktura projektu je založena na šesti základních principech, ke kterým patří účast, inovace, udržitelnost, účinnost, bezpečnost a kvalita života. Strategie také zdůrazňuje význam spolupráce mezi veřejnými a soukromými sektory a potřebu transparentnosti dat (Vienna City Administration 2014).

Jeden z konkrétních příkladů úspěšné implementace konceptu smart city a jeho vývoj do fáze smart city 3.0 je vídeňský projekt s názvem Citizen's Solar Power Plants, který vznikl ve spolupráci s místní energetickou společností Wien Energy, jenž umožňuje



občanům města spoluinvestovat do nových solárních projektů a poskytuje podporu těm obyvatelům, kteří instalují solární panely do svých domovů nebo jiných budov (Wien Energie GmbH n.d.). Takovým způsobem dochází ke zvýšení sociální angažovanosti obyvatel do procesu plánování rozvoje města a samotný projekt přispívá k tomu, že by se Vídeň měla stát ekologickým městem s nulovými emisemi uhlíku.

## 1.4 Smart city a Česká republika

Tato kapitola ukazuje současný stav rozvoje konceptu chytré město v České republice. Rozbor uvedené části je důležitý vzhledem k dalšímu zpracování diplomové práce a následující analýze konkrétní sféry inteligentního města – smart mobilita a jejího stavu v České republice.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.2, existuje šest základních komponent konceptu smart city. Při zkoumání vztahu každého komponentu konceptu k České republice je možné najít konkrétní příklady implementace konceptu smart city do českého života.

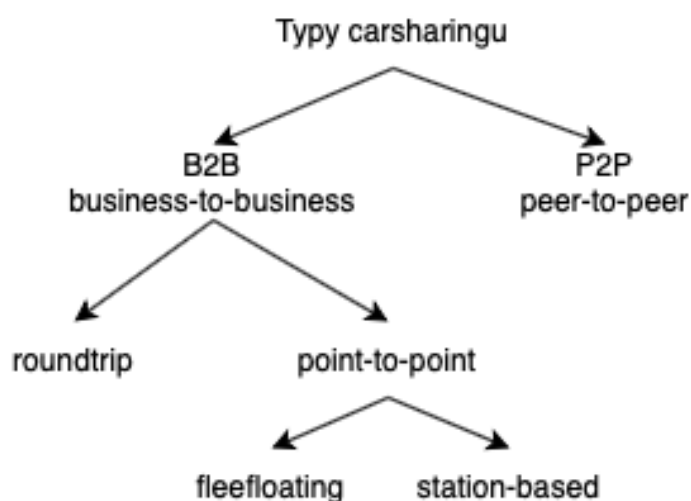
Významným rysem základního pilíře chytrého města - **chytrí lidé** je v České republice celkové zvýšení počtu lidí s vysokoškolským vzděláním. Podle statistik Českého statistického úřadu (ČSÚ) mělo v roce 2011 v České republice vysokoškolské vzdělání 20,3 % populace ve věku 25 a více let. Podle posledních dat se v roce 2021 podíl lidí s vysokoškolským vzděláním zvýšil na 32,4 %, což představuje nárůst o 12,1 % (ČSÚ 2023).

Aktivně se realizují takové programy a iniciativy, které podporují vzdělávání a angažovanost společnosti. Například organizace Czechitas se primárně zaměřuje na vzdělávání v oblasti technologií a informatiky pro ženy a dívky. Czechitas poskytuje kurzy, workshopy a mentorování a podporuje tak vzdělávání a rozvoj technických dovedností žen a dětí.

Co se týče komponentu **chytrá ekonomika**, podporuje vláda České republiky inovace a podnikání prostřednictvím takových programů, jakým je např. program CzechInvest, který poskytuje financování a podporu pro inovativní start-upy a malé a střední podniky.

Rozvoj oboru **chytrá mobilita** je v České republice významný. Podle české vlády a dokumentu „Analýzy aktuální úrovně zapojení ČR do konceptu SMART city a SMART region v souvislosti s novými trendy, včetně návrhů opatření“ je chytrá mobilita jedním z dominantních oborů pro implementaci konceptu smart city v Česku (Vláda ČR n.d.).

V průběhu posledních let se na místním trhu objevil carsharing a firmy umožňující snadné zapůjčení ekologických dopravních prostředků - kol, elektrokol a koloběžek, což nasvědčuje o implementaci takového způsobu cestování jako je MaaS, který pomáhá snižovat počet vozidel ve městě. Podle článku Boyda Cohena a Jana Kietzmanna existují dva typy carsharingu, kterými jsou typ business-to-customer (B2C) a peer-to-peer (P2P), které lze rozdělit na další podtypy. Tento systém rozdělení reprezentuje obrázek č. 2 níže.



Obrázek 2: Typy carsharingu. Vlastní zpracování.

Zdroj: Cohen a Kietzmann 2014.

V současné době jsou na českém trhu k dispozici následující typy carsharingu:

- Free-floating carsharing umožňuje uživatelům půjčit si auto z libovolného místa a vrátit ho na jiné místo, které se nachází v síti carsharingové společnosti. Uživatelé si mohou rezervovat auto pomocí aplikace a otevřít ho pomocí mobilního telefonu.
- Station-based carsharing vyžaduje, aby si řidiči vyzvedli auto na určené stanici a vrátili ho na stejném místě.

- Roundtrip carsharing znamená, že si uživatelé mohou půjčit auto na určitém místě, na dobu určitou a vrátit vozidlo na stejné místo. Ale ve srovnání se station-based typem carsharingu, je tento typ vhodný pro dlouhodobější výlety a cesty mimo město.
- Peer-to-peer carsharing je forma pronájmu vlastního vozu ostatním lidem.

Velký důraz je také kladen na rozvoj chytrého parkování a placení této služby. Na českém trhu už existuje několik mobilních aplikací umožňujících nákup parkovacího lístku pomocí platební karty, což ale nevyklučuje možnost zaplatit i pomocí parkovacího automatu. Některé aplikace dovolují několikahodinové stání i v zónách vyhrazených pouze pro rezidenty.

Pro snížení počtu osobních automobilů v řadě měst po celé ČR jsou na mnoha místech umístěna záchytná parkoviště, což přispívá ke snížení dopravní zátěže, k prevenci rychlého opotřebení infrastruktury a příznivému ovlivnění ekologie. Zpravidla se takový typ parkoviště nachází v okrajových částech měst, odkud je možné využít jízdu hromadnou dopravou. Existují tři následující typy záchytných parkovišť, každý typ lze najít i na území České republiky (ROPID n.d.):

- P+R (Park+Ride) znamená “zaparkuj a jeď dál veřejnou hromadnou dopravou”. Obvykle jsou P+R umístěna v blízkosti stanic metra, železničního či autobusového nádraží. Jedná se o nejpočetnější typ záchytných parkovišť v ČR.
- B+R (Bike+Ride) neboli “přijed’ na kole a jeď dál veřejnou hromadnou dopravou”. Jsou to parkoviště určena pro cyklisty s možností spojení cesty s MHD. Často je B+R součástí P+R.
- K+R (Kiss+Ride) se dá přeložit jako „polib a jeď“. Na rozdíl od předchozích dvou typů tento typ parkoviště není určen pro dlouhodobé stání automobilů. K+R slouží pro vystoupení nebo nástup cestujících z osobního automobilu s dalším pokračováním cesty za pomoci MHD. K+R jsou převážně umístěna na železničních nádražích a na některých stanicích metra.

V současné době probíhá v Praze práce na projektu, umožňujícím pokročilou videoanalýzu dopravního provozu. Pomocí dopravních kamer bude probíhat sběr dat pro následnou videoanalýzu a získávání širších dopravních informací. Daná technologie umožní sběr dat v reálném čase 24 hodin denně 7 dní v týdnu a vymezení

chyby lidského faktoru pro zajištění objektivního a kvalitního obrazu pražské dopravy. Mezi cíle a přínosy projektu patří kvalitnější rozhodování a to při úpravách dopravní infrastruktury, územním plánování, modelování dopravy, zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu, krizovém řízení, snižování emisní zátěže z dopravy (Smart Prague 2023).

Mezi české iniciativy týkající se **chytrého životního prostředí** lze zařadit například zavedení chytrého systému sběru odpadů a chytré popelnice. Odborníci z brněnské Mendelovy univerzity vyvíjí chytré popelnice, které jsou přizpůsobené specifickým potřebám měst. Kontejnery lze sledovat pomocí GPS a systém umí upozornit na to, že popelnice je už plná (MENDELU 2022).

Společnost Google umožňuje v Česku využít funkci tzv. ekologických tras. Trasa je založená na umělé inteligenci a dovoluje zvolit nejrychlejší a nejúspornější cestu, což přispěje k šetření pohonných hmot a snížení uhlíkové stopy (Ekoosvěta 2022).

Jedním z příkladů uplatnění komponentu **chytré bydlení** v České republice je nová čtvrť Chytré Líchy. Hlavní stránka stavebního projektu popisuje záměr následujícím způsobem: “Unikání výstavba Chytré Líchy je prvním projektem moderní, ekologické a trvale udržitelné čtvrti v České republice”. Čtvrť zahrnuje chytré domy a byty, které umožňují správu energie, vody a dalších zdrojů. Chytrá infrastruktura dovoluje efektivní správu odpadů a řešení problémů s parkováním. Projekt Chytré Líchy je zaměřený na udržitelný rozvoj, a proto se plánuje využít moderních ekologických technologií, jako jsou solární panely, zelené střechy nebo systémy pro recyklaci dešťové vody. Cílem projektu Chytré Líchy je vytvořit moderní, udržitelnou a inovativní čtvrť, která bude sloužit jako příklad chytrého bydlení a rozvoje smart city konceptu v České republice (Chytré Líchy 2023).

V kalípoře 1.2.6, popisující **chytré řízení**, je uvedeno, že kvůli epidemii Covid-19 došlo k rozvoji daného komponentu v rámci konceptu chytrého města. V České republice může být příkladem smart governance mobilní aplikace “Tečka.”, která umožnila jednodušší kontrolu očkování obyvatel proti onemocnění Covid-19 a bezproblémové cestování, nevyžadující dokládání bezinfekčnosti a provedení očkování papírovou formou, a která, dle vyjádření českého ministerstva zdravotnictví, rozšíří své funkce, což podpoří elektronizaci zdravotnictví (Ministerstvo zdravotnictví ČR 2023).

Z výše uvedeného vyplývá, že smart city koncept je celek komponent více propojených mezi sebou a z tohoto důvodu je samotné vyvinutí konceptu a jeho následná implementace, údržba a inovace komplexním procesem vyžadujícím spolupráci více odborníků. Vzhledem k touze České republiky o uplatnění konceptu, byl vytvořen Czech Smart City Cluster (CSCC). Cíl spolku je organizace kooperace firem různého typu pro umožnění účinného rozvoje konceptu smart city v českých městech a ke zvýšení kvality života obyvatel.

V České republice již existuje několik projektů, které se zaměřují na vybudování inteligentních měst. Město Praha zahájilo realizaci projektu SmartPrague, který se skládá z několika programů věnovaných klíčovým oborům, jako jsou chytrý dopravní systém, efektivnější využívání energie a zdrojů, zlepšení veřejných služeb, rozvoj turistiky, bezpečnost a otevřená data (Smart Prague 2023). Daný projekt využívá datovou platformu Golemio, která slouží k integraci různorodých dat z různých zdrojů (senzory, mobilní aplikace nebo databáze města). Platforma umožňuje analyzovat data a využívat je k městskému řízení (Smart Prague Index 2021).

Dalším městem, které se také aktivně podílí na implementaci konceptu smart city je Brno. V roce 2020 město spolu s odborníky a obyvateli připravilo rozvojovou strategii "STRATEGY BRNO 2050" (2020), která definuje představu města až do roku 2050 a konkrétní priority do roku 2030. Dokument vyzdvihuje následující sféry města:

- Kvalitní a dostupné bydlení pro všechny obyvatele města;
- Zdravé a bezpečné prostředí;
- Efektivní a udržitelná doprava;
- Zvyšování kvality života obyvatel města pomocí moderních technologií;
- Podpora hospodářského růstu a inovací;
- Zlepšování služeb a účinnosti městského hospodaření.

V mezinárodních žebříčkách chytrých měst je ale v posledních letech zaznamenán negativní trend. Různé žebříčky ukazují pokles českých měst ve svých statistikách. Například světově uznávaný index Smart City Index umístil Prahu v roce 2021 na 78. místo z celkového počtu 118 měst. Předcházející rok se Praha umístila na 44. pozici ze 109 zúčastněných měst a v roce 2019 metropole obsadila ze 102 měst dokonce

místo 19. (IMD 2023). Lze předpokládat, že výrazný pokles je vyvolán nedostupností bydlení a nedostatečné informovanosti o dopravě ve městě.

Navzdory propadům ve statistikách se samotný koncept smart city stává v České republice čím dál, tím více populární. Již nyní existuje mnoho aktivit, které směřují k vytvoření konceptu inteligentní město. I když prozatím nelze ČR považovat za chytrý stát, každé město v Česku realizuje své smart city projekty na různých úrovních a v různých sférách, v závislosti na potřebách a možnostech jednotlivých měst a obcí.

## 2 Způsoby aplikace Big Data pro Smart City

Technologický aspekt konceptu smart city se odráží v definici IBM. Společnost se stala jedním z předních popularizátorů chytrých měst. Lídr globálního IT trhu představuje inteligentní město jako "instrumented, interconnected, intellectual", což v překladu znamená vybavené, sjednocené a intelektuální (Palmisano 2010). "Vybavené" znamená schopnost sbírat a zpracovávat různá data o městském životě a infrastruktuře v reálném čase prostřednictvím moderních technologií. "Sjednocené" označuje možnost integrovat data na digitální platformy a takovým způsobem je sdílet s různými městskými službami. "Intelektuální" předpokládá zpracování získaných informací prostřednictvím služeb pokročilé analýzy, simulace, optimalizace a vizualizace s cílem učinit nejlepší rozhodnutí.

Přestože neexistuje žádná jednotná definice konceptu, každá definice odkazuje na to, že chytré město je řízeno daty a správa dat umožňuje vedení města zvyšovat kvalitu života obyvatel. Data pokrývají všemožné oblasti života občanů. Zdrojem dat jsou videokamery, snímače, senzory, informační systémy, personální zařízení a další.

Z předchozích kapitol vyplývá, že moderní technologie slouží zejména těm prvkům města kde jsou hlavní složkou sami lidé a ne množství moderních technologií. Tuto myšlenku odráží například definice konceptu smart city dle Evropské komise (n.d.): *"A smart city is a place where traditional networks and services are made more efficient with the use of digital solutions for the benefit of its inhabitants and business."* Chytré město je místem, kde se tradiční sítě a služby stávají efektivnějšími díky využití digitálních řešení ve prospěch svých obyvatel a podnikatelských subjektů.<sup>4</sup>

Vzhledem k nepopiratelné vazbě big data a smart city je potřeba vymezit pojem big data pro lepší porozumění tématu a odhalení role velkých dat v konceptu chytrého města. Proto, před tím než bude rozebrán způsob aplikace velkých dat pro koncept chytrého města, bude v kapitolách 2.1 a 2.2 předložen detailnější přehled toho, co

---

<sup>4</sup> vlastní překlad

jsou velká data včetně jejich charakteristik. Zkoumání způsobů aplikace big data pro smart city bude pokračovat i v kapitole 2.3.

## 2.1 Výmezení pojmu big data

Pojem big data navrhl Clifford Lynch, redaktor časopisu Nature, v roce 2008. Autor zaznamenal solidní nárůst objemu informací ve světě a jako velká data Lynch popsal všechna pole heterogenních dat nad 150 GB za den. Stále však neexistuje žádná formální a jediná světová definice pojmu big data, proto bude využito více zdrojů pro jeho vymezení. V české literatuře se big data překládají jako "velká data", což podle názvu vede k faktu, že tyto datové sety jsou až tak obrovské, že jejich velikost nebo typ není možné uložit do tradičních relačních databází.

Podle vyhlášené consultingové společnosti Gartner je definice velkých dat následující: *"Big data is high-volume, high-velocity and/or high-variety information assets that demand cost-effective, innovative forms of information processing that enable enhanced insight, decision making, and process automation."* (Gartner n.d.). Big data jsou velkoobjemová, vysokorychlostní a/nebo vysoce rozmanitá informační aktiva, která vyžadují nákladově efektivní a inovativní formy zpracování informací, které umožňují lepší přehled, rozhodování a automatizaci procesů.<sup>5</sup>

Ke vzniku velkých dat došlo díky pokroku a objevení nových technologií, takovým způsobem se zdroje dat staly komplexnějšími, než byly předtím. S odkazem na vedoucí IT společnost IBM je možné uvést následující nové zdroje dat:

- umělá inteligence (AI),
- internet věcí (IoT),
- mobilní zařízení,
- sociální sítě,
- senzory,
- video/audio,
- webové sítě,
- transakční aplikace,

---

<sup>5</sup> vlastní překlad



- log soubory.

Navíc ne všechny uvedené služby a aplikace generují data jednoho typu a hodně z nich je tvořeno v reálném čase a ve velkém objemu (IBM n.d.). Velká data slouží k použití pro statistiku, analýzu, prognózy a rozhodování.

Pro ukládání velkých dat se používají NoSQL (Not only SQL) databáze, které umožňují ukládání velkého množství nestrukturovaných dat. NoSQL je nerelační návrh databáze, který nevyžaduje tabulky, a proto jsou, na rozdíl od klasických relačních datových modelů, vhodné pro práci s big data.

S ohledem na výše uvedené informace, je možné vytvořit následující definici: Big data je pojem používaný k označení exponenciálně rostoucího množství dat. Pojem velká data neznamena pouze obrovský objem dat různorodého typu a z různých zdrojů, ale ukazuje také na rychlost dat, což předpokládá takové datové soubory, které se neustále kumulují a jsou zpracovávány v reálném čase.

## 2.2 Charakteristiky big data

Analytik Doug Laney, ze společnosti Meta Group (v současné době Gartner), nabídl v roce 2001 základní charakteristiky velkých dat, které jsou označovány pojmem 3V (Laney 2001). Tyto charakteristiky jsou používány i v dnešní definici pojmu big data firmy Gartner, která je uvedena výše.

### 2.2.1 3V

Zkratka 3V vychází z počátečních písmen anglických slov: Volume (objem), Velocity (rychlost) a Variety (různorodost).

- **Volume**

**Objem** dat znamená velikost datových sad, které je potřeba zpracovat, to jest množství místa, které zabírají. Nejčastěji se měří terabajty, petabajty a dokonce i exabajty. Není stanoveno, od jakého objemu se data stávají "velkými".

Existují případy, kdy data zabírají méně terabajtů, ale kvůli heterogenní struktuře vyžaduje jejich zpracování sílu clusteru pěti serverů.

- **Velocity**

**Rychlost** označuje tempo akumulace a zpracování dat. Velká data jsou pravidelně aktualizována, takže jsou k jejich zpracování v reálném čase zapotřebí inteligentní technologie.

- **Variety**

**Různorodost** znamená, že datové soubory nejsou homogenní, jedná se o různé typy dat. Data mohou být částečně strukturovaná, nestrukturovaná nebo strukturovaná. Například datový tok na sociálních sítích není strukturován, mohou to být textové příspěvky, fotografie nebo videa.

### 2.2.2 5V

V mnoha odborných článcích patří ke klíčovým vlastnostem big data tzv. 5V. Pojem 5V tvoří již zmíněné vlastnosti 3V, a navíc se objevují Veracity (pravdivost) a Value (hodnota).

- **Veracity**

Vzhledem k rostoucímu množství dat a jejich rozmanitosti je sběr pravdivých dat složitějším procesem. Data však nemusí být stoprocentně "čistá" pro kvalitní analýzu. V závislosti na oboru sběru dat a jejich další aplikaci mohou mít data různou úroveň důležitosti. Data by se měla co nejvíce přiblížit požadované úrovni důvěryhodnosti.

- **Value**

**Hodnota** je velmi důležitým aspektem velkých dat, protože hodnota informací je klíčovým parametrem pro posouzení efektivity investic vložených do jejich zpracování. Realizace IT infrastruktury pro ukládání a zpracování velkých dat je poměrně nákladná. Následně je vyžadována návratnost investic a možnost těžit informace ze získaných dat.

### 2.2.3 7V

V dnešní době využívají analytici pro co nejefektivnější využití velkých dat sedm nezbytných aspektů, tzv. 7V. Takové vlastnosti jako jsou Variability (variabilita) a Visualization (vizualizace) slouží k lepšímu porozumění, jak pracovat s velkým objemem dat. 7V se skládá z 5V uvedených výše v textu a ze dvou zmíněných nových komponent.

- **Variability**

Pojem **variabilita** znamená, že význam stejných dat se může lišit v závislosti na kontextu. Například stejná slova použita na libovolné sociální síti mohou mít různé významy a odrážet různé nálady. Měnicí se význam ovlivňuje homogenizaci dat, proto je pro kvalitní analýzu potřeba, aby byly algoritmy schopny porozumět kontextu a umět dešifrovat přesný význam slova.

- **Visualization**

**Vizualizace** je nezbytná součást analýzy, a to zejména pokud jde o zpracování velkého objemu komplexních dat. Vizualizace v rámci big data samozřejmě neznamená vytváření běžných grafů. Pro vizualizaci velkých dat se používají různé diagramy: od lineárních grafů po korelační matice. Výběr konkrétního způsobu vizualizace dat závisí na počtu analyzovaných proměnných, časových obdobích a dalších faktorech.

## 2.3 Nástroje a způsoby aplikace big data ve smart city

Díky neustálému pokroku se snižují náklady na vývoj, implementaci a údržbu moderních technologií, materiálů, procesů a konceptů. Tímto způsobem dochází ke zlepšení již vyvinutých technologií a je umožněno jejich uplatnění ve více městských sférách a v každodenním životě lidstva. Zároveň se implementace konceptu smart city stává dostupnější i pro menší města.

Využití Big Data je jedním z klíčových prvků při budování konceptu smart city, umožňující efektivnější řízení města a zlepšení kvality života obyvatel. Existuje mnoho

technologií fungujících na základě velkých dat a přispívajících k rozvoji konceptu smart city. V každé již zmíněné sféře konceptu chytré město (chytrí lidé, chytrá ekonomika, chytrá mobilita, chytré životní prostředí, chytré řízení) se dají uplatnit moderní technologie. Tabulka č. 1 stručně ukazuje různé nástroje aplikace big data v chytrém městě. využíváné za účelem řízení, optimalizace a zvyšování kvality života obyvatel.

Tabulka 1: Způsoby a nástroje aplikace big data

Komponent smart city	Způsoby aplikace big data v chytrém městě	Nástroje
Chytrí lidé	Analýza sociálních sítí, Personalizované služby, Mobilní aplikace pro obyvatele.	Umělá inteligence (artificial intelligence, AI) Strojové učení (machine learning, ML), Data mining, Analytika velkých dat, Zpracování dat v reálném čase, Internet věcí (IoT): chytré mobily, chytrá domácnost...
Chytrá ekonomika	Analýza tržních trendů, Průzkumy trhu, Automatizované finanční transakce.	Prediktivní analýza, Blockchain, Chytrý kontrakt (smart contract), Zpracování dat v reálném čase.
Chytrá mobilita	Sledování dopravního toku, Optimalizace trasy, Rozpoznání a predikce provozu, Sledování mobility obyvatel, Predikce údržby silnic a dálnic.	Inteligentní dopravní systém (ITS), Analytika velkých dat, Zpracování dat v reálném čase, Internet věcí (IoT): GPS, inteligentní senzory, chytré mobily, chytré kamery, cloudové technologie, pochybová čidla...
Chytré životní prostředí	Monitoring kvality ovzduší, vody a půdy, Inovativní způsoby stavby (BIM), Predikce údržby infrastruktury, Kvalitní městské plánování.	Internet věcí (IoT): chytré senzory, chytrá domácnost..., Inteligentní síť (smart grid), Analytika velkých dat, Zpracování dat v reálném čase.
Chytré řízení	Analýza dat z bezpečnostních kamer a senzorů, Digitální občanské a obchodní služby, Správa veřejné infrastruktury.	Strojové učení (machine learning, ML) Analytika velkých dat, Zpracování dat v reálném čase, Internet věcí (IoT): chytré mobily, chytré kamery...

Zdroj: Vlastní

Většina uvedených technologií nepatří pouze k jednomu komponentu smart city. Různé technologie mohou být uplatněny ve více sférách. Zároveň existuje i více způsobů uplatnění velkých dat v konceptu smart city. Způsoby uplatnění big data

a výběr technologií jsou závislé na konkrétních potřebách určitého města a také na finančních a lidských možnostech daného města.

Ze všech uvedených nástrojů a způsobů jejich použití v chytrém městě stojí za zdůraznění a následné podrobnější zkoumání technologií internet věcí (IoT) a big data analytika. IoT má značné uplatnění v oboru inteligentní mobilita a analytika velkých dat je neoddělitelnou součástí konceptu smart city. Pojem internet věcí (IoT) označuje rozsáhlé množství zařízení. Tato propojená zařízení sbírají velké množství dat, která jsou následně podkladem pro rozhodování, predikci a vyhodnocení všemožných jevů týkajících se sféry mobilita. Pro získání informací a dosažení kvalitnějších úsudků ze získaných dat se používá analytika velkých dat.

### **2.3.1 Internet věcí (IoT)**

Internet věcí (IoT - Internet of things) je široký pojem předpokládající rychle rostoucí koncept datové sítě mezi zařízeními. Popularita internet věcí stoupá. Jeho význam v běžném životě narůstá. IoT zařízení fungují zcela samostatně, i když je člověk může konfigurovat, regulovat nebo poskytovat přístup k datům. Pro plné pochopení dané technologie bude v následující části kapitoly uvedeno několik definic tohoto pojmu.

Dle definice společnosti SAP (n.d.), vyrábějící software pro organizace, jsou internet věcí "připojené objekty a zařízení (tzv. „věci“), které jsou vybaveny senzory, softwarem a dalšími technologiemi, které jim umožňují přenášet a přijímat data – do a z jiných věcí a systémů."

Výzkumná a poradenská společnost, specializující se na trhy IT, Gartner uvádí, že technologie internet věcí umožňují zdokonalení současných obchodních modelů a otevírají zcela nové obchodní příležitosti. Internet věcí definuje jako síť fyzických objektů, které se skládají ze zakotvené technologie pro komunikaci nebo interakci s jejich vnitřními stavy nebo vnějším prostředím (Gartner n.d.).

IoT zařízení jsou často používány k monitorování různých aspektů městského života, například monitorování kvality ovzduší, teploty, hladiny hluku, provozu na silnicích, pohybu lidí, sledování stavu a údržby infrastruktury a další. V chytrém městě může být IoT uplatněn v libovolných sférách. IoT vytváří obrovské množství dat, která lze

analyzovat a využít k optimalizaci funkcí města. Proto je důležité, při implementaci IoT do města, vzít v úvahu i bezpečnostní faktor. Podle vedoucí softwarové společnosti Microsoft existuje riziko útoku a zneužití dat. Dokonce i zcela neškodné zařízení se může stát nebezpečným, pokud je napadeno po internetu. Po získání kontroly mohou útočníci ukrást data, ukončit služby nebo spáchat jakoukoli jinou kybernetickou trestnou činnost. Útoky hackerů na infrastrukturu internetu věcí vedou ke škodám. Jedná se nejen o hackování dat a nespolehlivou práci, ale také o fyzické poškození zařízení nebo, v horším případě, o zranění lidí, kteří na něm pracují nebo jsou na něm závislí (Microsoft n.d.).

Autoři Jordi Salazar a Santiago Silvestre proto zmiňují i bezpečnostní faktor ve svém vymezení IoT: "internet věcí je nově vznikající globální síťová architektura založená na internetu, která usnadňuje výměnu zboží a služeb v rámci globálních dodavatelských sítí a má vliv na bezpečnost a soukromí všech zúčastněných stran." (Salazar a Silvestre 2017).

Zavedení termínu "internet věcí" je často připisováno britskému inženýru Kevinu Ashtonovi. V roce 1999 se Ashton zabýval optimalizací dodavatelských řetězců ve společnosti Procter&Gamble a použil termín "internet věcí" jako název prezentace nového projektu souvisejícího s aplikací senzorů (Gabbai 2015). Samotný internet věcí se však objevil dlouho před zavedením tohoto termínu.

Jako milníky v rozvoji internet věcí lze vydělit následující události:

- Podle výzkumu společnosti Cisco se samotný IoT „zrodil“ v období mezi lety 2008 a 2009, když došlo k převýšení počtu internet věcí množství obyvatel planety Země (Evans 2011).
- V roce 2010 díky uvedení dostupných smartphonů a nárůstu jejich popularity došlo k explozivnímu růstu chytrých telefonů a tabletů, což způsobilo nárůst počtu zařízení připojených k internetu na 12,5 miliardy, zatímco světová lidská populace vzrostla na 6,8 miliard, čímž se počet připojených zařízení na osobu poprvé v historii zvýšil na více než 1 (přesněji na 1,84) (Evans 2011).
- Předpovídá se, že počet zařízení koncepce internet věcí vzroste do roku 2025 až na 30,9 miliardy jednotek (Vailshery 2022).

Vedoucí poskytovatel informací a poradenských služeb v IT oboru – společnost IDC předpokládá, že do roku 2025 dosáhne generování dat 80 zettabytů – což se rovná 80 bilionům gigabajtů (IDC 2021). Z těchto dat je patrná důležitost velkých dat ve fungování dnešního světa.

Pro fungování internet věcí jsou, kromě velkých dat, důležité také takové komponenty, ke kterým patří analýzy, připojení, zařízení a zkušenosti. Tento princip se vyznačuje jako ABCDE: Analytics (analytika), Big Data (velká data), Connection (připojení), Devices (zařízení), Experience (zkušenosti) (Nikonenko 2021).

- A. Analytika je základní komponent v koncepcí internet věcí, který má za účel zkoumat a vizualizovat data pro optimalizaci obchodních procesů;
- B. Velká data umožňují automatizovat existující procesy a vytvářet nové;
- C. Připojení označuje kanály, kterými zařízení přijímají a přenášejí informace. Zpravidla jsou velká data uložena na cloudu;
- D. Zařízení připojená k systému musí mít správnou frekvenci zpráv pro korektní fungování;
- E. Zkušenosti — práce s již existujícími zkušenostmi v řešení problémů zákazníků a porozumění jejich potřebám.

Z výše uvedených formulací a historie vzniku IoT lze konstatovat, že internet věcí je už dlouho součástí našeho běžného života a je novým trendem ve světě IT, což také potvrzuje níže uvedená statistika.

Podle zprávy “DIGITAL & TRENDS Internet of Things (IoT)” společnosti Statista (2022), která je předním poskytovatelem tržních a spotřebitelských dat, se předpokládá, že tržby na trhu IoT v roce 2023 dosáhnou 1,177 miliard amerických dolarů. Světové tržby v oboru technologií a služeb spojených s chytrým městem mají v roce 2023 činit 173 miliard amerických dolarů, což je skoro o 60 miliard amerických dolarů více než v roce 2020 a do roku 2025 dosáhnou hodnoty 220 miliard amerických dolarů.

V současnosti existuje více než 43 miliard zařízení připojených k internetu (Marr 2022) a nepochybně bude počet IoT zařízení růst i dále. Jako příklady vztahující se ke konceptu smart city lze vydělit následující konkrétní IoT zařízení:

- Senzory,
- Radiofrekvenční identifikace (Radio Frequency Identification, RFID),
- Kamerové systémy,
- Chytré mobilní telefony,
- Pohybová čidla,
- Ovladače.

Je důležité upozornit, že IoT zařízení je v podstatě libovolné zařízení, které pomocí WiFi, Bluetooth nebo jiných typů komunikace ukládá data zpravidla do cloudové platformy, umožňující vzájemnou komunikaci či spolupráci s jinými zařízeními a nebo člověkem. Cloudové technologie jsou vhodné pro IoT, protože jsou flexibilní, škálovatelné a za relativně nízké náklady.

Za účelem komunikace používá IoT typ interakce M2M. Komunikace typu M2M (machine to machine) neboli zařízení-zařízení hraje mimořádnou roli ve vývoji IoT. M2M je interakce dvou zařízení spojených kabelem nebo bezdrátově. Taková interakce je vhodná v případě potřeby automatizovat proces nebo shromažďovat a analyzovat velká data.

Z této kapitoly vyplývá, že je role internet věcí v chytrém městě velmi významná. Data získaná pomocí IoT zařízení umožňují provádět efektivní městské řešení a zvyšovat kvalitu života obyvatel, například, zlepšením dopravního systému, snížením spotřeby energie, zvýšením veřejné bezpečnosti či zlepšením zdravotní péče.

### **2.3.2 Big data analytika**

Množství dat ve světě roste exponenciálně od 80. let 20. století. Podle Statisty bylo v roce 2022 množství všech nashromážděných lidstvem dat přibližně 97 zettabajtů a do roku 2025 se předpokládá, že se toto číslo zvýší na 180 zettabajtů (Petroc 2022). Jeden zettabajt je roven miliardě terabajt. Objev nových technologií, jejich dostupnost



a globalizace internetu vedly k tomu, že během posledních pěti let lidstvo vyrobilo více informací než v celé předchozí historii.

Analytika velkých dat je nezbytný nástroj v konceptu smart city. Aplikace analytiky velkých dat pro zpracování informací generovaných vzájemnou interakcí předmětů s vnějším prostředím a člověkem, to jest IoT, může zásadně ovlivnit všechny existující veřejné, sociální, ekonomické a obchodní procesy. Takovým způsobem jsou IoT a big data dvě neoddelitelné koncepce pro správné fungování, u kterých je důležitá následná kvalitní analýza. Jak již bylo zmíněno, IoT je jedna z podstatných technologií, ovlivňujících obor chytrá mobilita.

Big data analytika označuje proces shromažďování, správy, zpracování, analýzy a vizualizace neustále se vyvíjejících dat z hlediska objemu, rychlosti, hodnoty, rozmanitosti a pravdivosti (Marjani et al. 2017). Cílem analýzy velkých dat je získat užitečné poznatky z obrovského množství dat, které umožňují kvalitnější rozhodování, identifikaci příležitostí, snížení rizik a optimalizaci procesů. V rámci oboru inteligentní mobilita umožňuje analytika velkých dat lepší plánování města a porozumění cestujícím.

Podle společnosti Tableau, která poskytuje platformu pro vizuální analýzu, proces analýzy velkých dat zahrnuje následující kroky: sběr dat, zpracování dat, čištění dat a analýza dat (Tableau n.d.). Ve spojitosti s inteligentní mobilitou lze tyto kroky interpretovat následujícím způsobem:

### **1. Sběr dat**

Množství dat, generovaných různými zdroji, jako jsou osobní automobily, senzory, veřejná doprava, GPS či městské mobilní aplikace, poskytuje cenné poznatky, které lze analyzovat za účelem optimalizace mobility. Jaká data sbírat a analyzovat v iniciativách inteligentní mobility záleží na účelech a cílech konkrétního případu a projektu. Nicméně následující seznam ukazuje běžně sbíraná data týkající se analýzy mobility:

- *Data o dopravě:* dopravní tok, přetížení, doba jízdy, počet vozidel, jízdní řády, umístění nabíjecích stanic. Tato data jsou klíčová pro optimalizaci dopravních systémů, předpovídání přetížení a zlepšování strategií řízení dopravy.

- *Geoprostorová data*: data o poloze, rychlosti a pohybu vozidel a cestujících. Daná data lze použít k analýze chování při cestování, identifikaci vzorců provozu, optimalizaci tras a poskytování navigačních a směrovacích informací v reálném čase.
- *Uživatelská data*: chování, preference a interakce cestujících se službami mobility. Mobilní aplikace, sociální média a další zdroje poskytují uživatelské preference, historii výletů, zpětnou vazbu a recenze. Uživatelská data slouží k personalizaci služeb, nabídce doporučení a zlepšení celkové uživatelské zkušenosti.
- *Data o vozidle*: veškerá data, která produkují vozidla. Jedná se o data o výkonu, spotřebě paliva, záznamy o údržbě. Tato data lze použít pro prediktivní údržbu, optimalizaci výkonu vozidla a zlepšení správy vozového parku.
- *Data o životním prostředí*: kvalita ovzduší, údaje o počasí a emisích. Data pomáhají v optimalizaci dopravních tras, snížení emisí a zlepšení udržitelnosti v iniciativách inteligentní mobility.
- *Data o platbách a transakcích*: data ze systémů sdílení jízd nebo prodeje jízdenek. Tato data lze použít pro správu výnosů, optimalizaci cen a finanční analýzu.
- *Data o bezpečnosti a zabezpečení*: incidenty, nehody. Data slouží pro analýzu bezpečnosti, detekci incidentů a plánování reakce na mimořádné události.
- *Informace o předpisech a shodě*: dopravní předpisy, zásady a normy. Dané informace jsou důležité pro zajištění souladu s regulačními požadavky a pokyny v iniciativách inteligentní mobility.
- *Sociální a demografická data*: věk cestujících, pohlaví, příjem, povolání. Tato data slouží k pochopení chování při cestování, vzorců poptávky a identifikaci přepravních potřeb různých segmentů populace.

## 2. Zpracování dat

Po té, když jsou data data shromážděná, je důležité je správně uspořádat, aby bylo možné získat přesné výsledky analytických dotazů. Jedna z metod zpracování dat je batch processing (dávkové zpracování), které spočívá ve zpracování dat v "balíčcích", to jest po dávkách. Množství dat, která mají podobný význam nebo formát, se umístí do určité dávky, a poté se nad ní vytvoří nějaká akce, často v době mimo špičku. Podle společnosti Microsoft je tato metoda typická pro práci s velkými daty v klidu (Microsoft n.d.). Druhá metoda zpracování dat je stream processing, umožňující

zpracování dat v reálném čase. Tato metoda je vhodná pro data ze sociálních sítí a GPS, zjištění uživatelského chování na webu atd.

Každá metoda má své výhody i nevýhody, například implementace streamingové metody je dražší a složitější varianta. Je možná i vzájemná kombinace těchto dvou procesů zpracování dat pro dosažení požadovaných výsledků.

### 3. Čištění dat

Čištění dat (data cleaning, data cleansing nebo scrubbing) je důležitá etapa analýzy, ale u velkých dat je to zcela zásadní proces. Vzhledem k tomu, že jsou data sbírána z různých zdrojů, se podle Al Nuaimi et al. (2015) zvýší pravděpodobnost problémů s konzistencí, heterogenitou a nesrovnalostmi. Úkolem čištění dat je zbavit se většiny chyb pomocí speciálních nástrojů a algoritmů, aby byla budoucí analýza přesnější.

V praxi se používají dva základní způsoby, jak provést čištění dat:

1. Automatizované čištění dat pomocí nástrojů systému řízení bází dat (SŘBD), anglicky database management system (DBMS), pro Big Data: Hive, Azure, SQL Server Data Tools atd.
2. Vymazání dat vlastními silami, když analytici big data sami hledají hotové nebo programují své vlastní skripty, například v jazyce R nebo Python (Microsoft n.d.).

### 4. Analýza dat

Po sběru, zpracování a čištění dat lze zahájit samotnou analýzu dat, která plní takové úkoly, jako jsou odhalení představ, vzorců a aukcí. V oboru chytré mobility se provádí různé formy analýzy, mezi něž patří:

- *Statistická analýza* spočívá v počítání dat podle určitých kritérií s výstupem konkrétního výsledku zpracování dat v procentech. Statistiky nejlépe fungují právě na velkých datech, protože čím větší vzorek, tím spolehlivější je výsledek.
- *Strojové učení* lze použít k vytvoření automatizovaných systémů schopných samostatně rozhodovat na základě velkých dat.
- *Prostorová analýza* je podle definice docenta Jiřího Horáka (2015) "souborem technik pro analýzu a modelování lokalizovaných objektů, kde výsledky analýz

*závisí na prostorovém uspořádání těchto objektů a jejich vlastnostech.*” Příklady využití dané analýzy ve sféře mobility zahrnují měření vzdáleností a tvarů, plánování tras a sledování dopravy, nastavení vztahů mezi objekty a událostmi.

- *Predikční modelování* pomáhá odpovědět na otázku: "Co když?". Na databázi velkých dat staví co nejpřesnější model situace a poté v ní mění určité parametry. Model na to reaguje a ukazuje, k čemu to povede. Predikční modelování lze uplatnit například při zjištění bezpečnosti dopravních úseků a míry rizika (Valentová a kol. 2013).
- *Prediktivní analýza* využívá Big Data k předpovídání budoucích událostí a situací. Tato technologie může být použita například k předpovídání nehod na silnicích, což může vést k optimalizaci městské dopravy a zlepšení bezpečnosti na silnicích

V této kapitole již bylo zmíněno několik nejběžnějších druhů analýz, které lze uplatnit při práci s big data. Existují i další metody a analýzy, které lze uplatnit při zkoumání na základě velkých dat a použít ve sféře mobilita. Výběr určité analýzy záleží na konkrétních pokládaných otázkách a cílech průzkumu.

Podle Hectora Cuesty "Analýza dat v praxi" (2013) je vizualizace dat také podstatnou součástí procesu datové analýzy, která umožňuje provést tzv. průzkumnou analýzu, která plní následující úkoly:

- Objevení chyb v datech;
- Ověřování předpokladů;
- Objevení skrytých vzorů, trendů, tendencí;
- Předběžný výběr vhodných modelů;
- Rozpoznání vztahů mezi proměnnými.

Podle autorů knihy "Big Data a NoSQL databáze" Ireny Holubové a kol. (2015) je vizualizace velkých dat poměrně náročný proces spojený s takovými problémy jako jsou problém strukturálního modelování dat a problém redukce šumu, to jest čištění dat, které má také vliv na vizualizaci. Navíc kvůli velikosti dat není možné zobrazit data z celého datasetu, a proto je potřeba vybrat pouze část dat a nebo určité hodnoty. Práce s omezenou částí dat může vést k nejasnosti trendů, nemožnosti predikce nebo ke ztrátě charakteristických vlastností dat.

Pro zobrazení velkých dat lze využít obloukový graf (arc diagram) nebo jeho variantu tzv. radiální graf (radial chart). V současné době jsou na trhu k dispozici nástroje schopné pracovat s big data a vytvářet nejen dané typy grafů, ale i mnoho dalších. K takovým nástrojům patří například Splunk Hunk (Watts 2023) a IBM Watson Analytics (IBM n.d.).

Big Data analýza umožňuje městským plánovačům porozumět chování obyvatel a získat informace o tom, jak lze zlepšit fungování města. Analýza je podstatnou etapou práce s daty, avšak často zůstává podceněna.

## 3 Big Data a Smart Mobilita

Tato kapitola se primárně zaměřuje na sféru chytrá mobilita, odhaluje významnost velkých dat a způsoby aplikace moderních technologií v tomto oboru. Potenciálem Big data technologií je v chytré mobilitě možnost změnit způsob, jakým se lidé pohybují a jakou metodou spravují dopravní sítě a infrastrukturu.

V dnešním světě je evidentní neustálé zvyšování dopravní zátěže. Je potřeba vymýšlet nové trasy a sledovat bezpečnost na silnicích určování nebezpečných úseků. Zvýšené zatížení má nepochybně vliv i na stav samotných silnic. Pro efektivní regulaci oboru dopravy je potřeba zavadět ICT.

Z kapitoly č. 2.3 vyplývá, že koncepce internet věcí zahrnuje velké množství zařízení a zároveň má daná koncepce velký potenciál v oboru inteligentní mobilita, proto tato kapitola především ukazuje na to, jaké konkrétní koncepce technologií internet věcí mohou být uplatněny v oboru chytrá mobilita a následně předvádí způsoby uplatnění daných moderních technologií. Příkladem výhod využití big data v oblasti inteligentní mobility mohou být:

- Videozáznamy události v dopravní zácpě a na silnicích;
- Správa městských dopravních toků;
- Chytré parkování;
- Prevence nehod na silnicích;
- Sledování dopravy a zaznamenávání přestupků;
- Zajištění komunikace a bezpečnosti při přepravě ropy, plynu, benzínu;
- Ovládání semaforů a křižovatek;
- IT systémy pro veřejnou dopravu a mnoho dalších.

### 3.1 Prediktivní údržba dopravní infrastruktury

Prediktivní údržba dopravní infrastruktury je založena na využívání velkých dat a jejich následné analýze, cílem je identifikovat potenciální poruchy nebo poruchové stavy dopravní infrastruktury před jejich skutečným výskytem. Podle zprávy z International transport forum na téma Data-driven Transport Infrastructure Maintenance je

i v dnešní době většina kontrol stavu silnic stále prováděna manuálně, což způsobuje mnoho souvisejících problémů, ke kterým patří především chyby lidského faktoru a různé interpretace norem. Níže uvedené postupy a popsané technologie by mohly značně ovlivnit způsoby prodloužení doby životností silnic a dálnic a ulehčit kontrolu jejich stavu.

Sběr dat o stavu dopravní infrastruktury, sensorových datech o provozu, vlhkosti, teplotě, opotřebením či vibracích z různých zdrojů, kterými jsou senzory na dálnicích, silnicích či vozidlech nebo data z mobilních zařízení, umožňuje následnou analýzu shromážděných dat pomocí pokročilých analytických metod. K těm patří především strojové učení, umělá inteligence nebo prediktivní modelování, což pomáhá identifikovat trendy a anomálie. Po analýze lze využít diagnostiku a predikci, které umožňují identifikovat potenciální poruchy infrastruktury a predikovat jejich budoucí vývoj. To dovoluje provádět údržbu nebo opravy ještě předtím, než se porucha stane závažnou a způsobí výrazné narušení provozu. Moderní technologie také dovolují optimalizovat údržbu a provádět opravy infrastruktury v provozem nejméně zatížené časy, což snižuje dobu výpadku a náklady na údržbu. Monitorování v reálném čase pomocí senzorů, kamer a dalších monitorovacích zařízení umožňuje rychlou detekci a reakci na potenciální poruchy nebo poruchové stavy (THE INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM 2021).

Celkově pomáhá využití big data v prediktivní údržbě dopravní infrastruktury v plánování údržby a snížení nákladů na opravy. Také přispívá ke snížení počtu dopravních nehod a příznivě ovlivňuje řízení a plánování dopravního provozu.

## **3.2 Optimalizace dopravních systémů**

### **3.2.1 Logistika**

Díky internetu věcí je dodávka jakéhokoliv zboží z dílny nebo ze skladů do obchodů a nebo ke koncovému spotřebiteli mnohem předvídatelnější, což je důležité pro jakékoliv podnikání. Logistické společnosti mohou vystopovat, kde se vozidlo nachází nebo v jaký čas bude zboží dodáno. Kromě nákladních vozidel se dá systém také

uplatnit v kurýrních službách. Senzory monitorující stav a polohu vozidla a umožňují šetření nákladů logistických společností.

Podle článku časopisu Forbes, zaměřeného na podnikání, investice a moderní technologie, mění internet věcí způsob fungování logistické sféry. Takové technologie jako jsou RFID tagy, eSIMy a GPS senzory umožňují jednoduché sledování polohy a monitorování stavu zásilek v reálném čase. IoT pomáhá dodržovat určitou teplotu či vlhkost v kontejneru, pokud je to důležité pro přepravu. Data sbíraná z IoT zařízení přispívají k rozvoji prediktivní údržby, což pomáhá identifikovat zákonitosti, automaticky předvídat poruchy a naplánovat údržbu. Technologie internetu věcí lze také použít k automatizaci správy zásob, umožňující kontrolu úrovně zásob. Kromě toho dovoluje IoT také správu vozového parku, pomocí sledování polohy vozů, jejich rychlosti jízdy a dalších faktorů (Samsukha 2023).

Veškeré zmíněné možnosti uplatnění IoT v logistice pozitivně ovlivňují snížení provozních nákladů a pomáhají při redukci a prevenci nebezpečných situací na silnicích.

### **3.2.2 Zlepšení bezpečnosti silničního provozu a dopravy**

Bezpečnost silničního provozu je jedním z hlavních aspektů oboru mobility. Sběr dat o dopravních nehodách, chování řidičů a provozu na silnicích a dálnicích pomocí kamerových systému, senzorů, pohybových čidel a dalších technologií umožňuje identifikaci rizikových míst a určování nebezpečného chování účastníků silničního provozu, které mohou vést k nehodám. Na základě těchto dat mohou být navržena opatření pro zlepšení bezpečnosti silničního provozu a dopravy a změny v dopravní infrastruktuře.

Existují tři základní segmenty technologií, ovlivňujících zlepšení bezpečnosti dopravy. První segment je model strojového učení, umožňující analyzovat chování řidičů. Druhý - internet věcí, kam spadají zejména senzorové technologie. Za třetí segment autoři považují vývoj uživatelsky přívětivého rozhraní pro dopravní aplikace (Bhattacharya et al. 2022).



Autoři českého vědeckého článku “Bezpečnost silničního provozu [Road traffic safety]” zdůrazňují důležitost i tzv. aktivní bezpečnosti vozidla. Jedná se o souhrn konstrukčních a provozních vlastností vozidla, jehož cílem je zabránit dopravním nehodám a vyloučit předpoklady jejich výskytu spojené s konstrukčními vlastnostmi vozidla. Mnohdy lze najít i název inteligentního bezpečnostního systému vozidel. Chytré systémy berou v úvahu řidiče, prostředí a jiná vozidla. Spadají sem například pomocné systémy pro parkování, systémy kontroly alkoholu, systémy sledující chodce, navigační systémy a další (Ambros a Frič 2010).

### **3.2.3 Zlepšení udržitelnosti**

Zlepšení udržitelnosti je možné díky implementaci inteligentního dopravního systému (Intelligent transportation system, ITS), který pomocí moderních technologií a velkých dat zvyšuje bezpečnost, udržitelnost a efektivnost dopravy. IoT pomáhá při rozšíření sítě městské hromadné dopravy (MHD) a jejímu kvalitnímu plánování a přizpůsobením frekvence např. zjištěním dopravní špičky, kdy může být doba čekání na dopravní prostředek výrazně zkrácena a cestující si mohou své cesty naplánovat takovým způsobem, aby byly co nejrychlejší a nejvíc ekologické. Prevence dopravních zácp může být prováděna za pomoci inteligentních semaforů, které reagují na aktuální nároky vozidel, chodců nebo cyklistů.

V problému udržitelné mobility je také kladen velký důraz na ekologické dopravní prostředky. Využití velkých dat a IoT je možné při zobrazování cyklostezek v GPS mobilních aplikacích, jejich monitorování v reálném čase a použití při plánování cest. Velká data dovolují porozumět chování cyklistů a následně podpořit efektivní politiky pro podporu příslušných řešení a strategií. Výroba sensorových technologií je v dnešní době stále levnější a jejich funkčnost spolehlivější zejména v oblasti monitorování kvality ovzduší. Cena sensorů začíná na 100 amerických dolarech (International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering 2021).

Big data hrají značnou roli v oboru smart mobility. Velká data pomáhají identifikovat nenápadné vazby, určit poptávku a počet tras, najít nedokonalosti a slabiny v již

existujících městských systémech, vytvořit kvalitní podklad pro rozhodování o potřebě změn a vypracování nových strategií.

## **4 Analýza a prezentace stavu Smart Mobility v České republice**

Praktická část této diplomové práce je zaměřena na analýzu současného stavu oboru chytrá mobilita a na prezentaci způsobů a nástrojů práce s big data v daném oboru v České republice. Pro dosažení cíle diplomové práce, zmíněného v úvodní části, byly stanoveny následující úkoly:

V teoretické části práce:

1. Prozkoumat pojmy, strukturální komponenty, vývojové fáze konceptu smart city a rozebrat způsoby realizace konceptu na příkladech uvedených zemí na základě oficiálních dokumentů a publikací.
2. Proanalyzovat možnosti uplatnění big data a moderních technologií v konceptu smart city.
3. Odhalit a více proanalyzovat konkrétních funkcí big data v oboru inteligentní mobilita.

V praktické části práce:

1. Posoudit osobitosti technologické a socioekonomické situace měst v České republice, které poskytují příležitosti k realizaci inteligentní mobility na základě sekundárních dat, zkušeností z jiných měst světa a primárních dat, poskytnutých odborníky pomocí dotazníkového šetření.
2. Poskytnout doporučení pro realizaci konceptu inteligentní mobility v České republice.

### **4.1 Aktuálnost práce**

Obor smart mobilita je jeden ze základních pilířů konceptu smart city, kde big data hrají klíčovou roli pro následující rozhodování a plánování měst. Důležitost problematiky podtrhuje i nepředvídatelný nárůst počtu vozidel, čímž se neustále zvyšuje zatížení silniční infrastruktury. Podle článku z roku 2018 umístěného na stránkách stavební společnosti Valbek, mělo být, podle dopravní prognózy, zatížení

Pražského okruhu v úseku Strakonická – Lochkov pro rok 2040 následující (Jebavý 2018):

- 14.980 osobních vozidel za 24 hodin.
- 1.420 těžkých vozidel za 24 hodin.
- 16.400 celkový počet všech vozidel za 24 hodin.

Již v roce 2016 však byly výsledky intenzity při celostátním sčítání dopravy následující:

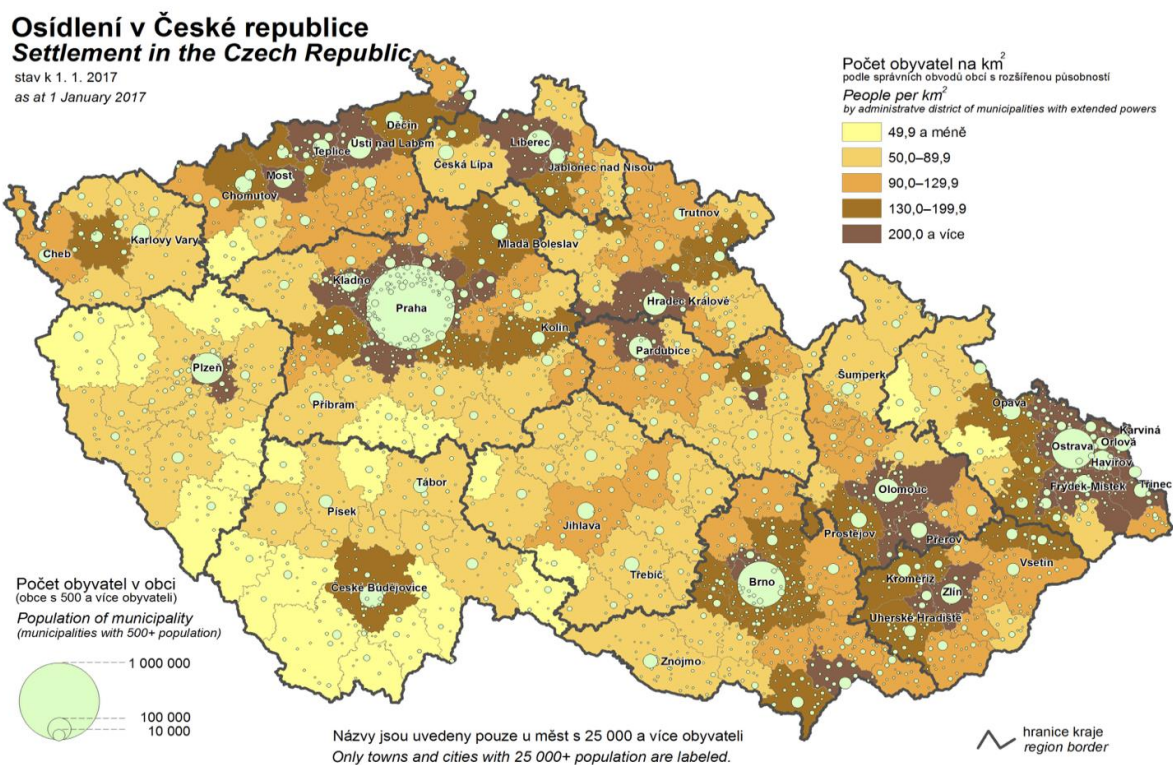
- 40.321 osobních vozidel za 24 hodin.
- 10.740 těžkých vozidel za 24 hodin.
- 51.061 celkový počet všech vozidel za 24 hodin.

Z výše uvedených dat je patrné, že byla předpověď dopravní intenzity v roce 2040 podhodnocena. Předpokládaný výpočet dopravní intenzity pro rok 2040 byl již v roce 2016 překonán skoro 3 krát pro osobní automobily a 7 krát pro těžká vozidla. Tento vývoj dopravní intenzity může mít negativní dopad na životní prostředí a lidské zdraví a může vést ke zvýšení dopravních zácp a nehod. Včasné použití, v této diplomové práci, zmíněných moderních technologií a nástrojů analýzy by pomohlo rychle reagovat na události spojené s dopravním provozem a správně i přesně předvídat vývoj zkoumaných události.

Problém s růstem počtu vozidel na silnicích je způsoben růstem populace, urbanizací, industrializací a růstem ekonomiky, což vede k většímu počtu lidí, kteří potřebují cestovat. Kromě toho jsou automobily stále považovány za příjemný a efektivní způsob dopravy, což zvyšuje jejich poptávku. Chytrá mobilita má za cíl vylepšit dopravní systémy pomocí moderních technologií a inovací a přispět k zavádění efektivnější, udržitelnější a bezpečnější dopravy ve městech. Implementace konceptu smart city a rozvoj oboru chytrá mobilita lze považovat za požadovaný záměr v České republice v současně době.

## 4.2 Struktura osídlení obyvatelstva a jeho charakteristiky

Pro daný výzkum je důležité zjistit velikost měst, prozkoumat trend nárůstu nebo případného poklesu počtu obyvatel a určit jejich charakteristiky. Nejaktuálnější data reprezentující osídlení v České republice byla vydána Českým statistickým úřadem ke dni 1. 1. 2017. Podle obrázku níže lze konstatovat, že Česká republika patří k nejlidnatějším zemím světa. Hustota zalidnění v Česku je 135,7 obyvatel na km<sup>2</sup>. Většina občanů žije v hlavním městě v Praze a v centrální části země.



Obrázek 3: Osídlení v České republice.

Zdroj: Český statistický úřad

Stát se vyznačuje vysokou životní úrovní kvůli vyspělé ekonomice a poměrně vysoké hodnotě hrubého domácího produktu, což přispívá k celkovému nárůstu počtu obyvatel. Tabulka níže představuje rozdíl počtu obyvatel v období od 31. 12. 2010 do 31. 12. 2020 v různých krajích ČR. Pozorování změn v období deseti let ukazuje i celkovou tendenci k nárůstu či poklesu v konkrétních oblastech.

*Tabulka 2: Rozdíl počtu obyvatel v období od 31. 12. 2010 do 31. 12. 2020 v různých krajích ČR.*

Kraj	Počet obyvatel (k 31. 12. 2010)	Počet obyvatel (k 31. 12. 2020)	Celkový nárůst/pokles
Praha	1 235 109	1 329 902	94 793
Středočeský	1 207 368	1 383 262	175 894
Jihočeský	638 782	638 431	-351
Plzeňský	565 579	578 319	12 740
Karlovarský	305 575	294 270	-11 305
Ústecký	823 744	817 852	-5 892
Liberecký	441 562	442 995	1 433
Královéhradecký	552 042	553 598	1 556
Pardubický	508 880	517 657	8 777
Vysočina	508 952	509 369	417
Jihomoravský	1 162 118	1 181 610	19 492
Olomoucký	633 925	631 527	-2 398
Moravskoslezský	1 221 087	1 207 456	-13 631
Zlínský	590 688	580 553	-10 135
Celá ČR	10 436 311	10 721 992	285 681

Zdroj: Český statistický úřad

Města v České republice lze podle počtu obyvatel rozdělit následujícím způsobem:

- Velká města, nad 100 000 obyvatel;
- Střední města, 20 000 - 99 999 obyvatel;
- Menší města, 5 000 - 19 999 obyvatel;
- Městečka, 2 000 - 4 999 obyvatel;
- Vesnice, do 1 999 obyvatel.

Vzhledem k tomu, že při rešerši nebyla nalezena žádná městečka a vesnice v České republice, která by implementovala koncept smart city, nebudou dále zahrnuta do praktické části diplomové práce a ani nebudou následně zpracována při analýze dat a interpretace výsledků.

Pomocí různých zdrojů lze najít informaci o snaze o uplatnění konceptu smart city ve velkých (např. Praha), středních (např. Karlovy Vary) a menších městech (např. Vrchlabí) v ČR. V České republice je podle Českého statistického úřadu 5 velkých měst, 30 středních měst a 377 malých měst. Tabulka níže ukazuje velikosti měst v České republice podle počtu obyvatel a zahrnuje také průměrný věk obyvatel pro každou kategorii měst. Data jsou z Českého statistického úřadu, k 1. 1. 2021:

*Tabulka 3: Průměrný věk obyvatel podle velikosti měst v ČR.*

Velikost města	Počet obyvatel	Průměrný věk
Velká města	nad 100 000	40,2
Střední města	20 000 - 99 999	41,1
Menší města	5 000 - 19 000	43,4

Zdroj: Český statistický úřad

### **4.3 Vyhodnocení výsledků**

Praktická část diplomové práce je prováděna pomocí metodiky dotazníkového šetření, které spadá pod kvantitativní metodu výzkumu a umožňuje realizaci poměrně rychlého sběru primárních dat u velkého počtu respondentů.

Tato kapitola obsahuje zpracované výsledky dotazníkového šetření, realizovaného prostřednictvím on-line nástroje Google Forms, umožňujícího zobrazení výsledků pomocí grafů a tabulek. Cílem výzkumu bylo zjistit míru informovanosti pracovníků v oblasti dopravy o konceptu smart city – inteligentní doprava, a identifikování technologií používaných v současné době v praxi v tomto konceptu v České republice.

Dotazník obsahuje celkem 16 otevřených a uzavřených otázek, rozdělaných do 5 sekcí. V závislosti na svých znalostech, reprezentovaných odpověďmi, byl respondent odkazován na relevantní sekce dotazníku. Interpretace výsledků a odborný komentář je v další části této kapitoly.

Vytvořený dotazník byl primárně zaměřen na lidi, pracující v dopravní sféře. Proto byl odkaz s žádostí o vyplnění dotazníku zaslán elektronickou poštou zaměstnancům různých středisek konzultační firmy IBR Consulting s.r.o., pohybující se ve sféře stavebnictví. Zároveň byl umístěn na vývěsní desky následujících webových stránek:

- Cenové databáze dopravních staveb (CDDS). Provozuje společnost IBR Consulting s.r.o. pro Státní fond dopravní infrastruktury (SFDI).
- Interní Manažerský Informační Portál (MIP), jeden z hlavních kanálů komunikace ve společnosti IBR Consulting s.r.o. napříč různými středisky firmy pro prezentaci dat s analýzou informací. Pro účelnost dotazníkového šetření byla vybrána následující střediska, na které byl dotazník směřován:
  - Technická asistence, (Praha, Liberec)
  - Dopravní stavby, (Ústí nad Labem, Plzeň, Praha, Liberec)
  - Dopravní inženýrství, (Liberec)

To však nevylučuje možnost, že se daný dotazník dostal i k lidem, kteří nejsou spojení s oborem dopravy, ale pracují v příslušných organizacích.

Pomocí stránky CDDS byl dotazník zobrazen **416** lidem, což tvoří počet aktivních uživatelů interní webové stránky v současné době. Zúčastněná střediska společnosti IBR Consulting s r. o. tvoří **60** pracovníků. Z toho vychází, že vyplnění dotazníkového šetření bylo nabídnuto celkem **476** lidem.

Navzdory vysokému číslu potenciálních respondentů a opakované urgenci, bylo v plném rozsahu vyplněno pouze 30 dotazníků. Tento počet je díky úzké tématické profilaci a odborné cílové skupině reprezentativním vzorkem, nicméně samo o sobě má jistou negativní vypovídající hodnotu o hloubce znalostí odborné veřejnosti oboru chytrá mobilita v České republice.

Všechny otázky z dotazníku jsou předloženy níže.

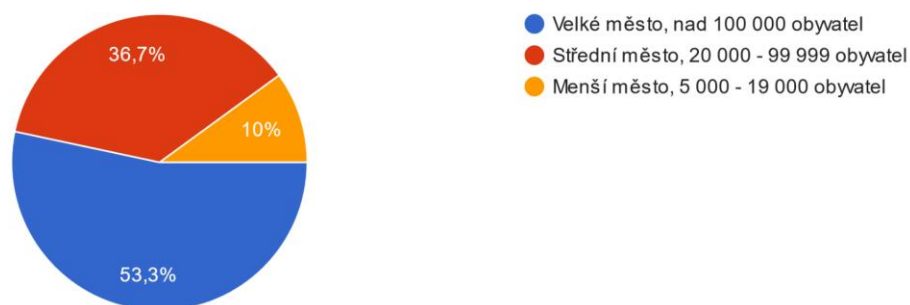


První sekce dotazníku zahrnovala 3 otázky. Sloužila jako zdroj všeobecných dat, týkajících se velikosti města a povědomí o existenci konceptu chytré město. Otázky byly povinné pro všechny respondenty.

### 1. Uvedte velikost města, ve kterém žijete.

Uvedte velikost města, ve kterém žijete.

30 odpovědí



Obrázek 4: Přehled odpovědí, otázka č. 1.

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro zjištění, v jak velkých městech trvale žijí zúčastnění respondenti, a kde interagují s prvky chytrého města, byla vytvořena první otázka se 3 možnostmi odpovědi.

Z koláčového grafu vyplývá, že největší podíl zúčastněných respondentů žije ve velkých městech. Celkově se jedná o 16 respondentů, tedy 53,3 %. Respondenti ze středních měst představují 36,7 %, což je druhá nejčastější odpověď, která reprezentuje 11 lidí. Varianta "Menší město" obdržela pouze 3 odpovědi, což činí 10,0 %. Pro lepší přehlednost odpovědí o jednotlivých skupinách je přiložena tabulka níže:

Tabulka 4: Přehled odpovědí, otázka č. 1.

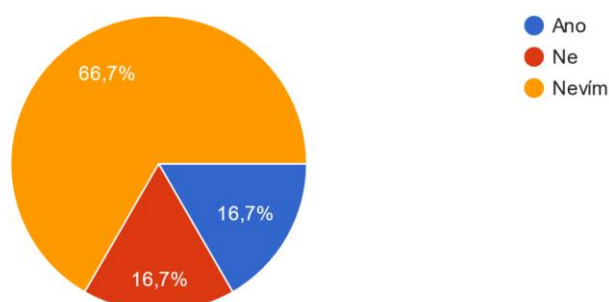
Velikost města	Počet obyvatel	Počet respondentů	Podíl odpovědí v %
Velká města	nad 100 000	16	53,3
Střední města	20 000 - 99 999	11	36,7
Menší města	5 000 - 19 000	3	10,0
		$\Sigma$ 30	$\Sigma$ 100,0

Zdroj: Vlastní

## 2. Je ve strategii Vašeho města implementace konceptu smart city?

Je ve strategii Vašeho města implementace konceptu smart city?

30 odpovědí



Obrázek 5: Přehled odpovědí, otázka č. 2.

Zdroj: Vlastní

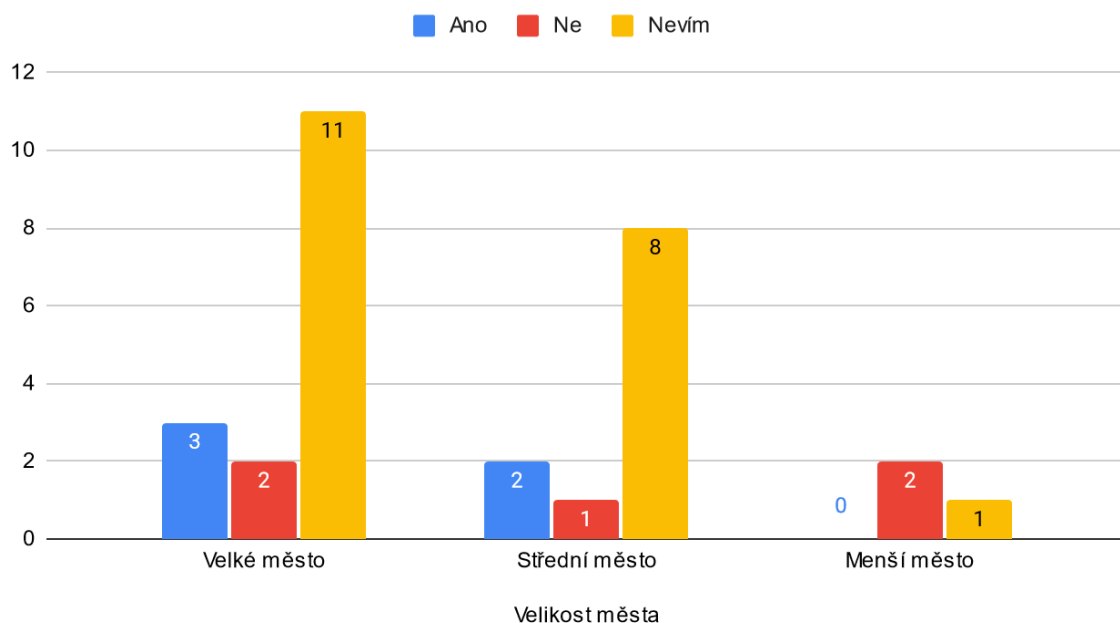
Druhá otázka byla zaměřena na odhalení informovanosti respondentů o strategických plánech jejich měst. Jelikož dotazník cílil na lidi pracující ve sféře dopravy a dopravního stavebnictví a na komponenty konceptu smart city, jako jsou chytré životní prostředí, chytrá mobilita a chytří lidé, které mohou být jejich součástí, lze z výsledků této otázky posoudit jaká je úroveň zájmu specialistů rozšiřovat své odborné znalosti. Zároveň výsledky této otázky ukazují i na reálný dopad práce městských správ v oblasti informovanosti obyvatel ohledně otázek spojených s rozvojem městské strategie.

Z grafu č. 5 je patrné, že převážná část respondentů neví o tom, jestli je implementace konceptu smart city součástí městských strategií. Varianta "Nevím" tvoří 66,7 % a to

20 odpovědí. Varianty "Ano" a "Ne" získaly stejný počet odpovědí - 5, respektive 16,7 % z celkového počtu odpovědí.

Pro lepší vizualizaci poměru jednotlivých odpovědí na tuto otázku byl vytvořen nový graf pomocí nástroje MS Excel. Sloupcový graf č. 6 níže ukazuje odpovědi "Ano", "Ne", "Nevím" a jejich počet a rozdělení podle velikosti měst.

### Je ve strategii Vašeho města implementace konceptu smart city?



Obrázek 6: Přehled odpovědí, otázka č. 2.

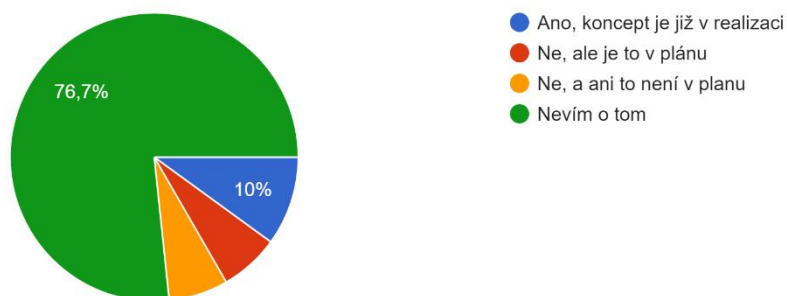
Zdroj: Vlastní

Z grafu č. 6 lze vyčíst, že celkem 16 odpovědí patří velkým městům, z toho kladnou odpověď na otázku, jestli má město strategii implementace konceptu smart city zaškrtnli 3 respondenti. Odpověď "Ne" získala 2 hlasy. Zároveň graf ukazuje, že 25,0 % respondentů z velkých měst má detailnější informace o této strategii, což potvrdily odpověďmi "Ano" nebo "Ne". Ostatních 11 respondentů z této kategorie měst nikoliv. 2 respondenti ze středních měst odpověděli "Ano" a 1 hlas byl pro odpověď "Ne", což tvoří 37,5 % přesných odpovědí v kategorii střední města. Jelikož koncept smart city převážně uplatňují ve velkých městech, lze předpokládat, že to je důvod proč kategorie menší města nezískala ani jednu kladnou odpověď.

### 3. Probíhá ve Vašem městě v současné době implementace konceptu smart city?

Probíhá ve Vašem městě v současné době implementace konceptu smart city?

30 odpovědí

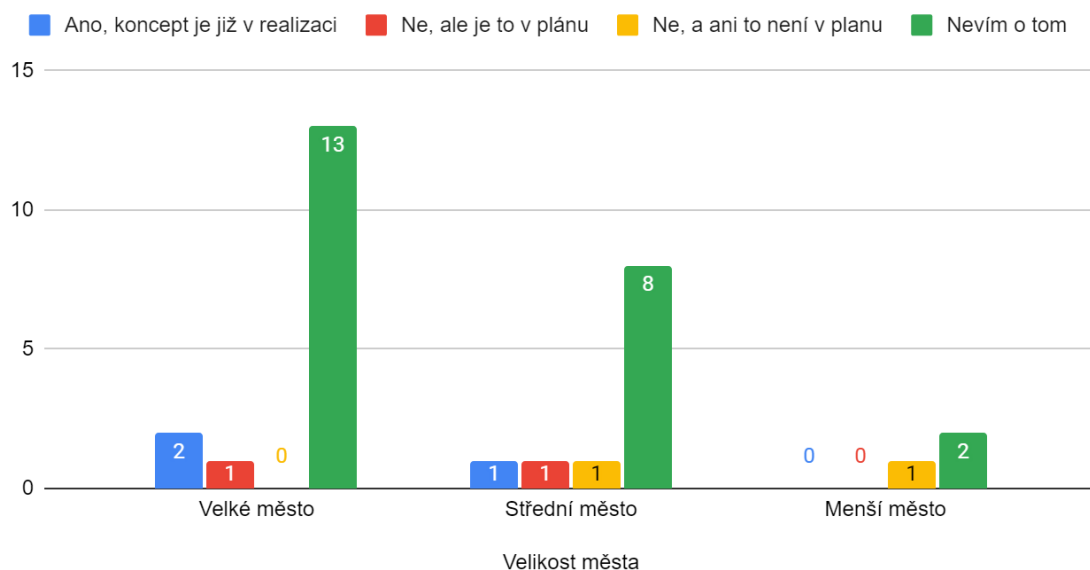


Obrázek 7: Přehled odpovědí, otázka č. 3.

Zdroj: Vlastní

Třetí otázka byla zaměřena na zjištění současného stavu implementace konceptu inteligentní město. Z grafu č. 6 je patrné, že 76,7 % respondentů, což je 23 lidí z 30, nemá žádné informace o jakýchkoliv implementačních aktivitách konceptu smart city v jejich městech. Varianta "Ano, koncept je již v realizaci" byla vybrána třikrát, což se rovná 10,0 % respondentů. Varianty "Ne, ale je to v plánu" a "Ne, a ani to není v plánu" získaly po 2 hlasech a každá varianta zvlášť tvoří 6,7 %.

## Probíhá ve Vašem městě v současné době implementace konceptu smart city?



Obrázek 8: Přehled odpovědí, otázka č. 3.  
Zdroj: Vlastní

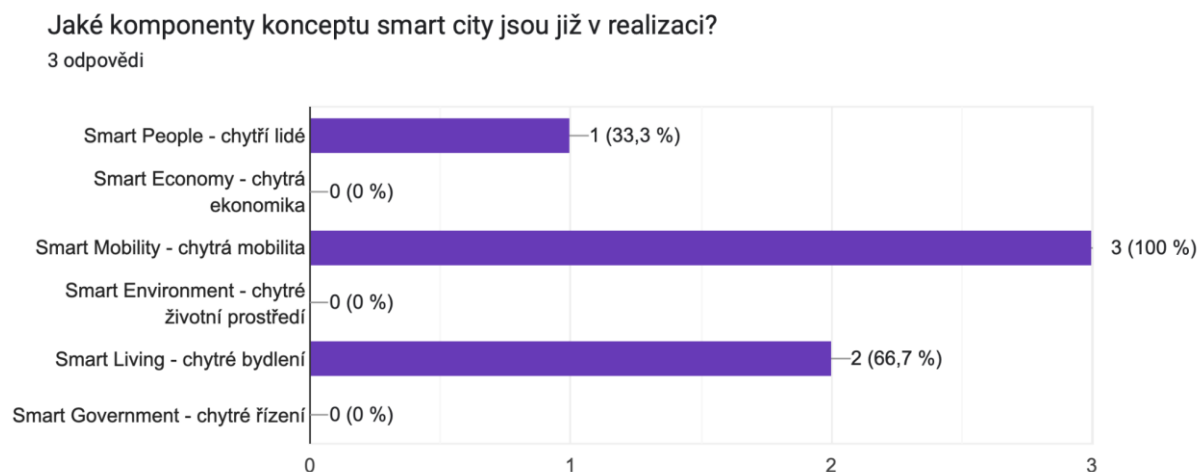
Graf č. 8 ukazuje možné varianty odpovědí rozdělených do tří kategorií dle velikosti měst. Je vidět, že koncept smart city je již v implementaci ve velkých a ve středních městech. 1 odpověď o absenci projektu zaměřeného na implementaci konceptu chytré město obdržela města z kategorie "Střední" a "Menší".

Aby respondenti nebyli nuceni trávit čas nad vyplňováním pro ně irelevantních sekcí dotazníku a zároveň nebyla zkreslována data, byl dotazník rozdělen na několik nezávislých sekcí. V závislosti na vybrané odpovědi byli respondenti přesměrováváni do dalších příslušných sekcí. Pokud respondent na otázku č. 3 "Probíhá ve Vašem městě v současné době práce nad implementací konceptu smart city?" vybral odpověď "Ano, koncept je již v realizaci", dostal se do druhé sekce s názvem **Komponenty konceptu smart city**, kam spadají otázky č. 4 a 5.

Oddíl Komponenty konceptu smart city byl určen pouze pro lidi, kteří mají povědomí o probíhající implementaci konceptu smart city v jejich městě. Sekce byla vytvořena za účelem zjištění konkrétních komponent, na kterých se aktuálně pracuje při realizaci konceptu inteligentní město v České republice a na jaké konkrétní komponenty je kladen největší důraz.

Po sekci Komponenty konceptu smart city byli tito respondenti přesměrováni na oddíl **Inteligentní mobilita**, kam patří otázky č. 8, 9, 10, 11 a 12.

#### 4. Jaké komponenty konceptu smart city jsou již v realizaci?



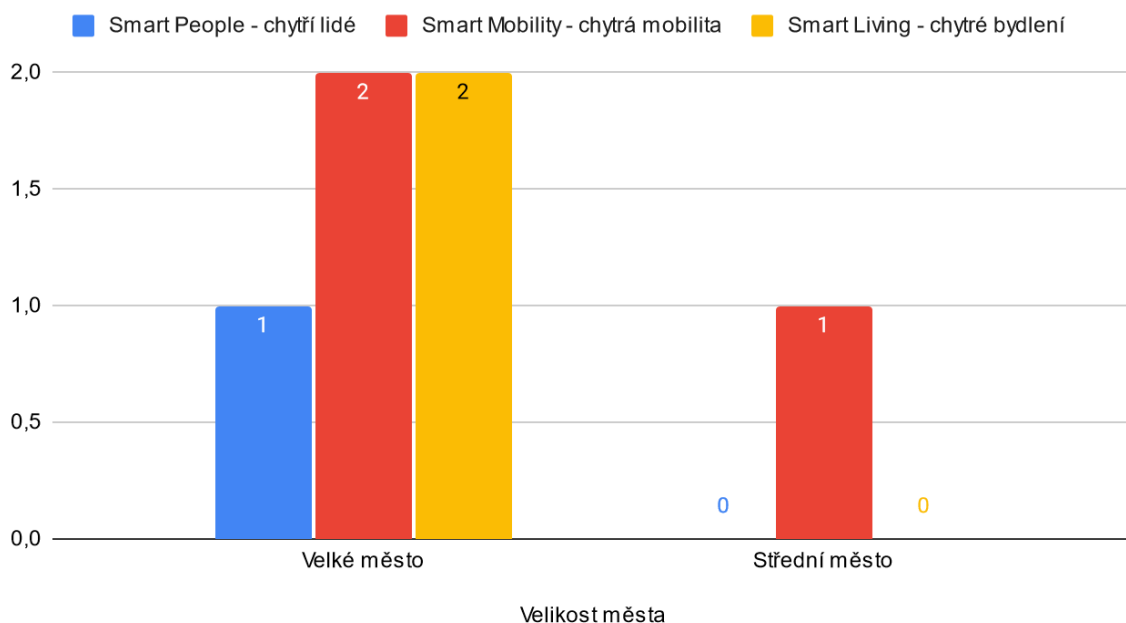
Obrázek 9: Přehled odpovědí, otázka č. 4.

Zdroj: Vlastní

Graf č. 9 názorně prezentuje, jaké komponenty konceptu smart city jsou již v realizaci v České republice podle reakcí od respondentů. Je zřejmé, že komponent chytrá mobilita je nejrozšířenější. Respondenti také označili komponenty chytrí lidé a chytré bydlení. Jak již bylo zmíněno v teoretické části této diplomové práci v kapitole č. 1.2, popisující veškeré obory konceptu smart city, prvek chytrí lidé je nejpodstatnější při práci nad rozvojem konceptu chytré město.

Pro tvorbu grafu znázorňujícího třídění vybraných komponent dle velikosti měst byla použita pouze taková města, která obdržela odpověď. To znamená, že kategorie "Menší města" byla z grafu vyloučena.

## Jaké komponenty konceptu smart city jsou již v realizaci?



Obrázek 10: Přehled odpovědí, otázka č. 4.

Zdroj: Vlastní

Podle třídění vybraných oborů na kategorie "Velké město" a "Střední město" lze určit, že komponent chytrí lidé byl zmíněn respondentem pocházejícím z velkého města. Lidé jsou základním pilířem pro úspěšnou realizaci konceptu smart city, bez kterého nebude chytré město fungovat. Proto by se města měla více zaměřit na své obyvatele, vědět o jejich preferencích, poskytovat dostupné vzdělání a stanovovat cíle podle potřeb občanů. Pro tento účel musí města navázat spolupráci s obyvateli a zapojit je do procesů městského života pomocí různých iniciativ a zvýšit kulturu společenského dialogu v otázkách místního významu. Například pomocí monitorování sociálních sítí a městských aplikací a následné analýzy získaných velkých dat, lze definovat potřeby obyvatel. Graf č. 10 ukazuje, že na základě množství odpovědí na otázku, zda je v České republice realizován komponent chytrí lidé, není v plném rozsahu realizována spolupráce městské správy a obyvatel města. Této problematice by měla být věnována větší pozornost, aniž by tato otázka byla opomíjena.

Lze také konstatovat, že v současné době je ve velkých městech kladen důraz primárně na takové komponenty inteligentního města jako jsou chytrá mobilita a chytré bydlení. Zaměření na tyto obory ve velkých městech prokazuje existenci problémů, spojených s dostupností bydlení a nepříznivou dopravní situací ve městě,

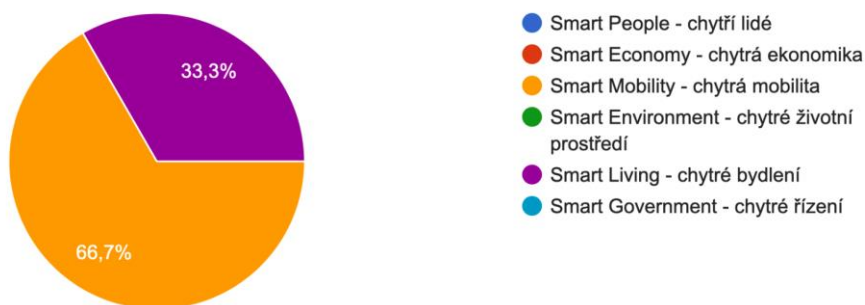
kteřé byly zmíněny v kapitole 1.4 Smart City a Česká republika. Uplatnění konceptu smart city a nastávající cílení na tyto komponenty by mohlo přispět k relativně rychlému řešení těchto problémů a mít, z dlouhodobého hlediska, ziskový vliv na tyto oblasti. Pro správnou realizaci daných komponent je důležité se zaměřit na vzdělávání odborníků daných sfér za účelem následné kvalitní analýzy problémů a schopnosti implementace moderních technologií pro řešení zjištěných nedostatků. Pro kompetentní rozhodování je potřeba účast odborníků, kteří budou zohledňovat i veřejné mínění.

Respondenti ze středně velkých měst, uplatňujících koncept smart city, označili jenom realizaci komponenty inteligentní mobilita, což nasvědčuje významu optimalizace dopravní infrastruktury, rozvoje systému veřejné dopravy a snížení zatížení silnic a dálnic.

## 5. Na jaký komponent konceptu smart city je ve Vašem městě kladen největší důraz?

Na jaký komponent konceptu smart city je ve Vašem městě kladen největší důraz?

3 odpovědi



Obrázek 11: Přehled odpovědí, otázka č. 5.

Zdroj: Vlastní

Otázka č. 5 byla zaměřena na určení konkrétního komponentu konceptu smart city, kterému je věnována největší pozornost dle městské strategie. Podle grafu č. 10 získala komponenta chytré bydlení 33,3 % hlasů, což je 1 výběr. Na základě sledovatelnosti odpovědí pomocí nástroje MS Excel bylo zjištěno, že daná odpověď pochází z velkého města. Varianta chytrá mobilita získala 66,72 %, což jsou 2 hlasy -



1 z velkého města a 1 ze středního města. To prokazuje důležitost a aktuálnost sféry chytrá mobilita v České republice v dnešní době.

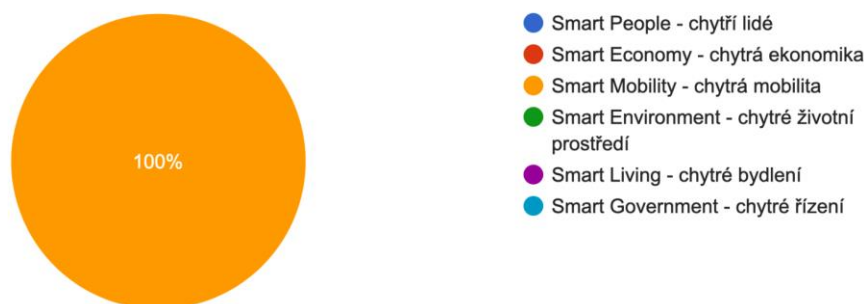
Pokud byla při odpovědi na otázku č. 3 *“Probíhá ve Vašem městě v současné době implementace konceptu smart city?”* vybrána varianta *“Ne, ale je to v plánu”*, respondent pokračoval do sekce **Plánování implementace konceptu smart city**.

Tento oddíl byl zaměřen na odhalení nejdůležitějšího komponentu konceptu smart city, na který bude primárně zaměřena práce a na objevení současných potenciálních problémů, spojených se zaváděním konceptu chytré město. Do sekce Plánování implementace konceptu smart city se dostali pouze 2 respondenti.

## 6. Na jaký komponent konceptu smart city bude ve Vašem městě kladen největší důraz?

Na jaký komponent konceptu smart city bude ve Vašem městě kladen největší důraz?

2 odpovědi



Obrázek 12: Přehled odpovědí, otázka č. 6.

Zdroj: Vlastní

Otázka č. 6 byla vypracována na základě toho, že v současné době v daném městě nedochází k implementaci konceptu smart city, ale městská strategie má cíle pro realizaci tohoto konceptu. Za účelem zjištění na jaký komponent konceptu chytré město bude kladen největší důraz bylo navrženo vybrat ze 6 možných základních variant, odrážející hlavní sféry. Z grafu č. 12 je jasné, že v městské správě má prioritu oblast městské mobility.

## 7. Existuje v současné fázi nějaký problém, který brání ve Vašem městě rozvoji konceptu smart city?

Existuje v současné fázi nějaký problém, který brání ve Vašem městě rozvoji konceptu smart city?

2 odpovědi

Větší povědomí u lidí, nejspíš i finance, vedení projektů.

Moc lidí, málo prostoru.

*Obrázek 13: Přehled odpovědí, otázka č. 7.*

Zdroj: Vlastní

Pro upřesnění zda-li existuje nějaký problém, bránící implementaci a rozvoji konceptu smart city v těchto městech, byla položena otevřená otázka. Respondent z velkého města uvedl problém spojený s nedostatkem lidského povědomí o konceptu chytré město. To ještě jednou zdůrazňuje důležitost navázání komunikace mezi městskou správou a obyvateli a implementace vzdělávacích programů pro občany. Také byl zmíněn finanční problém, vláda by měla zvážit možnost navýšení finančních prostředků na projekty konceptu smart city. Kromě toho i zmínka o vedení projektu odkazuje na význam odborníků v tomto konceptu.

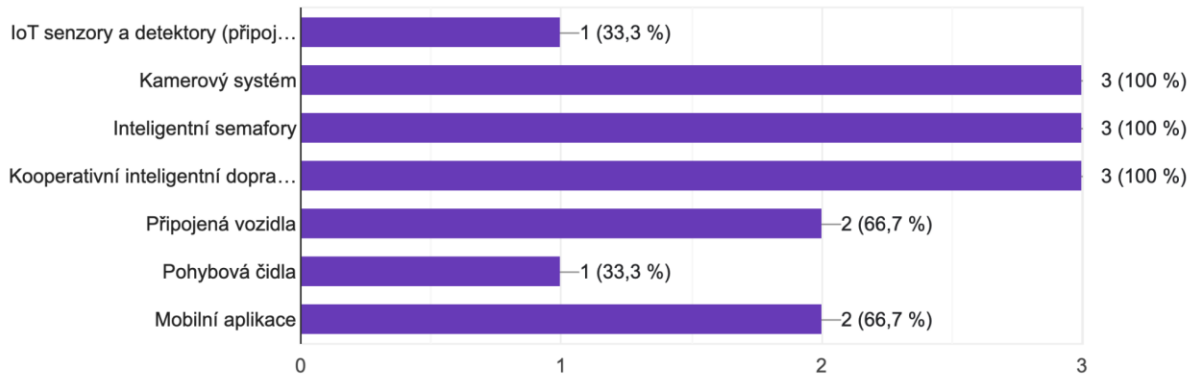
Druhý komentář se může týkat problematiky kompetentního plánování městské infrastruktury. S odkazem na kapitolu 1.2.4 vysvětlující účel komponentu chytré životní prostředí, cílem kterého je zvládnutí výzev urbanizace a vytvoření udržitelného prostředí pro obyvatele. V posledních letech změnil rychlý vědecký a technický pokrok náš způsob života, avšak na mnoha místech zůstává infrastruktura stále stejná. Cílem samotného konceptu smart city je komplexní zvýšení efektivity městské infrastruktury, především v kritických okamžicích.

Následná sekce **Inteligentní mobilita** byla vytvořena za účelem zjištění konkrétních nástrojů, se kterými v současné době pracují při realizaci komponentu chytrá mobilita v České republice. Jak již bylo zmíněno tato sekce zahrnuje otázky č. 8, 9, 10, 11 a 12 a byla zpřístupněná pouze pro respondenty, kteří na otázku č. 3 odpověděli "Ano, koncept je již v realizaci" "Probíhá ve Vašem městě v současné době práce nad implementací konceptu smart city?".

## 8. Pomocí jakých technologií sbíráte data v oboru inteligentní mobilita?

Pomocí jakých technologií sbíráte data v oboru inteligentní mobilita?

3 odpovědi



Obrázek 14: Přehled odpovědí, otázka č. 8.

Zdroj: Vlastní

První otázka v sekci inteligentní mobilita byla zaměřena na objevení technologií využívaných pro sběr dat v dané sféře v České republice. Odpovědi byly definovány předem a respondenti mohli vybrat všechny varianty najednou. V seznamu odpovědí byly nabídnuty nejběžnější technologie využívané v oboru inteligentní mobilita.

Ohledně využívaných technologií podle velikosti města lze říci, že respondenti z velkých měst označili každou možnou variantu alespoň jednou. Střední město nemělo ve vybraných technologiích následující varianty: IoT senzory a detektory (připojené k internetu), pohybová čidla a mobilní aplikace. K nejčastěji využívaným technologiím ve sféře chytrá mobilita lze zařadit kamerový systém, inteligentní semafony a kooperativní inteligentní dopravní systémy.

## 9. Uved'te, jaké konkrétní IoT zařízení využíváte pro sběr dat?

Uved'te, jaké konkrétní IoT zařízení využíváte pro sběr dat?

3 odpovědi

Senzory teploty a vlhkosti
Parkovací čidla atd.
...

Obrázek 15: Přehled odpovědí, otázka č. 9.

Zdroj: Vlastní

Vzhledem k tomu, že pojem internet věcí zahrnuje hodně různých zařízení, bylo cílem této otázky zjištění, jaké konkrétní zařízení IoT používají v oboru inteligentní mobilita v České republice.

Následné otázky č. 10 "Jak velký objem dat shromažďujete?" i č. 11 "Jak a pomocí jakých nástrojů následně probíhá zpracování získaných dat?" byly určeny pro odhalení způsobu práce se shromážděnými daty v oboru chytrá mobilita.

## 10. Jak velký objem dat shromažďujete?

Jak velký objem dat shromažďujete?

3 odpovědi

neshromažďujeme
Nereknu
...

Obrázek 16: Přehled odpovědí, otázka č. 10.

Zdroj: Vlastní

Ze všech třech získaných odpovědí lze analyzovat jen jednu odpověď, a to tu první. Odpověď "neshromažďujeme" znamená, že i přestože probíhá nějaký monitoring dopravního systému, data nejsou následně zpracována a analyzována. To vede k tomu, že město ztrácí potenciál objevit zcela nové informace ve sféře mobilita. Bez

analýzy dat není možné predikovat eventuální budoucí akci, nacházet skryté zákonitosti a provádět kvalitní městské rozhodování.

Základní metody a nástroje pro provozování big data byly zmíněny v této diplomové práci v kapitole 2. Také je třeba zdůraznit, že pro činnost s big data je nutné zapojit do práce odborníky. Nedostatek odborníků může být jedním z problémů, proč neprobíhá shromažďování velkých dat. Dalším podstatným problémem zpracování velkého množství dat jsou vysoké náklady spojené s provozem technologií, umožňujících sběr a analýzu dat. Sem patří náklady na nákup, údržbu, opravy zařízení a platy odborníkům. Řešení soukromí a ochrany osobních údajů také spadají do základních problémů při práci s daty.

Pro každý konkrétní případ je nutné zvolit nejvhodnější způsob zpracování dat, teprve pak budou výsledky uspokojivé jak z technologického, tak i z ekonomického hlediska.

### **11. Jak a pomocí jakých nástrojů následně probíhá zpracování získaných dat?**

Jak a pomocí jakých nástrojů následně probíhá zpracování získaných dat?

3 odpovědi

nevím

Nereknu

...

*Obrázek 17: Přehled odpovědí, otázka č. 11.*

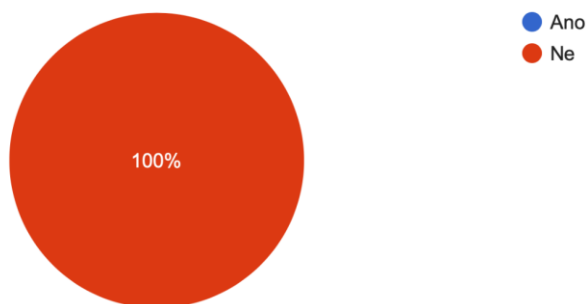
Zdroj: Vlastní

Vzhledem k tomu, že z otázky č. 10 je zřejmé, že shromažďování velkých dat neprobíhá, proto nebyl uveden žádný nástroj pomáhající následně data zpracovávat.

## 12. Je podle Vás městský rozpočet pro realizaci a údržbu rozvoje inteligentní mobility dostatečný?

Je podle Vás městský rozpočet pro realizaci a údržbu rozvoje inteligentní mobility dostatečný?

3 odpovědi



Obrázek 18: Přehled odpovědí, otázka č. 12.

Zdroj: Vlastní

Závěrečná otázka sekce Inteligentní mobilita se týkala přiměřenosti výše městského rozpočtu přiděleného na sféru chytrá mobilita. Graf č. 18 ukazuje, že všichni respondenti na otázku *“Je podle Vás městský rozpočet pro realizaci a údržbu rozvoje inteligentní mobility dostatečný?”* zvolili variantu odpovědi *“Ne”*. Jak již bylo zmíněno deficit městského rozpočtu pro rozvoj komponenty chytrá mobilita může ovlivňovat následnou neschopnost ukládání a zpracovávání dat.

Poslední sekce daného dotazníku je **Inteligentní mobilita v České republice - názory**. Do této sekce přispěli všichni respondenti navzdory jejich předchozím odpovědím.

Pokud byly na otázku č. 3 *“Probíhá ve Vašem městě v současné době práce nad implementací konceptu smart city?”* vybrány odpovědi *“Ne, a ani to není v plánu”* nebo *“Nevím o tom”*, respondenti přímo pokračovali na otázku č. 13 do sekce Inteligentní mobilita v České republice - názory.

Oddíl názory zahrnuje důležitou otevřenou otázku č. 13 *“Co Vám jako účastníkovi silničního provozu chybí (nebo nevyhovuje) v rámci oboru inteligentní mobilita v České republice?”*, na kterou odpověděli všichni respondenti.

**13. Co Vám jako účastníkovi silničního provozu chybí (nebo nevyhovuje) v rámci oboru inteligentní mobilita v České republice?**

Tato otázka byla sice povinná pro všechny respondenty, odpovědělo na ní jen 29 lidí. Jedna odpověď neobsahuje žádný záznam a proto nebyla započítána. Pro lepší zobrazení získaných odpovědí byla vytvořena tabulka č. 5 prezentující odpovědi respondentů podle velikosti jejich měst.

*Tabulka 5: Přehled odpovědí, otázka č. 13.*



Velikost města	Odpovědí
Velká města	"Asi nic"
	"Realtime data z jakékoliv ulice 24/7."
	"Nákup jízdenek kartou v každém spoji MHD"
	"Více inteligentních semaforů"
	"Vypínání kamer abych mohl jezdit z hospody."
	"Popravdě nevím, co si pod pojmem "inteligentní mobilita" mám představit. Např na mapy.cz vidím, kde je kolona nebo uzavřená silnice, což je fajn. Více takovýchto možností by se určitě hodilo, jako například informace o zpoždění autobusů."
	"Příliš mnoho osobních aut (nadměrně mnoho)"
	"Návaznost systémů individuální dopravy, MHD, sdílených služeb (kol atd.)"
	"Neinteligentní systém parkování, malý rozvoj systému sdílení aut"
	"Nevím"
	"Nevím, co je inteligentní mobilita"
	"Doprava v klidu (parkování), přestupy z auta na tramvaj a stezky pro cyklisty."
	"Pruh pro cyklisty v rámci komunikace"
	"Lepší infrastruktura pro cyklisty."
	"...."
"Nechybí - pouze přebývají osobní auta obsazená z 90 % jednou osobou."	
Střední města	"Nevím."
	"Zatím nic"
	"Nic mi nechybí"
	"Netuším"
	"Šílená doprava kolem Prahy - dojíždím každý den do práce 65 km z Ml. Boleslavi na druhou stranu Prahy a každá cesta mně trvá minimálně 1,5 hod. To jsou 3 hodiny času každý den. Nedořešený okruh kolem Prahy způsobuje neskutečné finanční a psychologické ztráty. Zaměřte se na hlavní dopravní uzly a vyřešte tranzitní síť přes ČR. D1 za chvíli bude také neadekvátní pro střed Evropy se svými 2 pruhy."
	"Mizivá dostupnost"
"Inteligentní systémy řízení dopravy."	

	<i>"Malá informovanost, nekoncepční zavádění"</i>
	<i>"Koncepce (pomýlenost pramenící z ideologického pojetí, zejména GD)"</i>
	<i>"Nevím o co přesně jde."</i>
	<i>"Kapacita silniční sítě"</i>
Mensší města	<i>"Nevím"</i>
	<i>"Nevím"</i>
	<i>"Více městské hromadné dopravy"</i>

Zdroj: Vlastní

Za zmínku stojí i to, že předtím než se u sekce Inteligentní mobilita v České republice – názory objevil popis, co je inteligentní mobilita, objevovaly se odpovědi typu "nevím, co je chytrá mobilita". Při tvorbě dotazníku nebyly definice smart city a smart mobilita popsány, vzhledem k tomu, že dotazník byl cílený a rozeslaná přihlášení k vyplnění dotazníku obdržela pouze specifická skupina lidí, kteří pracují ve sféře dopravy. I z tohoto důvodu potřebují lidé pracující v sektoru dopravy rozšířit své znalosti o aktuálních problémech a trendech v příslušné sféře.

Ze získaných odpovědí byly zpracována následující doporučení pro zlepšení současného stavu oboru chytrá mobilita v České republice:

Pro velká města:

- Rozvoj dopravní sítě městské hromadné dopravy a zvýšení frekvence spojů ve špičce za účelem snížení počtu osobních aut ve městě.
- Rozvoj služeb městské hromadné dopravy – integrace systému platby kartou přes speciální automat do každého vozidla/vagónu.
- Vývoj mobilních aplikací, umožňujících sledování zatíženosti silnic a dálnic, upozornění na jejich případné uzavření, atd.
- Rozvoj carsharingu.
- Důraz na udržitelnou alternativní dopravu: kola. Rozvoj cyklistické infrastruktury a informační práce s obyvateli, vysvětlující výhody alternativní dopravy. Případně uplatnění benefitů za používání např. kol.
- Rozvoj konceptu mobilita jako služba (MaaS), umožňující multimodální dopravu.
- Větší integrace záchytných parkovišť.

- Zavádění IoT zařízení pro kontrolu a správu dopravní sítě a zajištění bezpečnosti silničního provozu prostřednictvím širokého využití digitálních technologií. Například fáze světelné signalizace semaforů by měly být upraveny podle skutečné intenzity dopravy.

Pro střední města:

- Rozvoj dopravní infrastruktury. Jak již bylo zmíněno, v průběhu posledních let se počet aut na silnicích prudce zvýšil, jenže dopravní infrastruktura zůstala na stejné úrovni. Vznikající dopravní zácpy zvyšují čas dojezdu a negativně ovlivňují životní prostředí. V současné době je potřeba provést nutné renovace nebo zprojektovat nové alternativní cesty.
- Zavádění IoT zařízení pro kontrolu a správu dopravní sítě.
- Dostupnost vzdělávacích programů pro obyvatele, důraz na kvalitu komunikace mezi městskou správou a občany.
- Odborná školení ohledně zavádění konceptu smart city.

Pro menší města:

- Komplexní rozvoj systému městské hromadné dopravy s integrací všech jeho druhů.

#### 14. Jaký je, podle Vašeho názoru, největší problém při implementaci a rozvoji inteligentní mobility v České republice?

Jaký je podle Vašeho názoru největší problém při implementaci a rozvoji inteligentní mobility v České republice?

30 odpovědí



Obrázek 19: Přehled odpovědí, otázka č. 14.

Zdroj: Vlastní

Tato otázka byla věnována zkoumání nejpodstatnějšího problému při implementaci a rozvoji inteligentní mobility v České republice z hlediska lidí spojených se sektorem dopravy. Možné odpovědi jako jsou "Deficit městského rozpočtu" a "Nedostatek kvalifikovaných odborníků" byly definovány předem, protože tyto varianty patří k běžným problémům při zavádění konceptu smart city. Zároveň tato otázka obsahovala možnost přidání své vlastní odpovědi, čehož někteří respondenti využili a doplnili odpovědi o následující varianty:

- "neochota"
- "nedostatek kvalifikovaných manažerů ve státní a veřejné správě"
- "málokdo má představu, o co jde"
- "stále nevím o čem je řeč"
- "Limity dané reliéfem území (stezky pro cyklisty) + vzdálenost uličních čar ve stávající zástavbě nedokáže umožnit větší kapacitu dopravního prostoru + finanční podpora."
- "Inteligentní mobilita není prioritou měst. Prosazují automobilovou dopravu"

Z koláčového grafu č. 19 vyplývá, že 43,3 % respondentů, neboli 13 lidí, považuje nedostatek kvalifikovaných odborníků za hlavní důvod způsobující potíže při realizaci

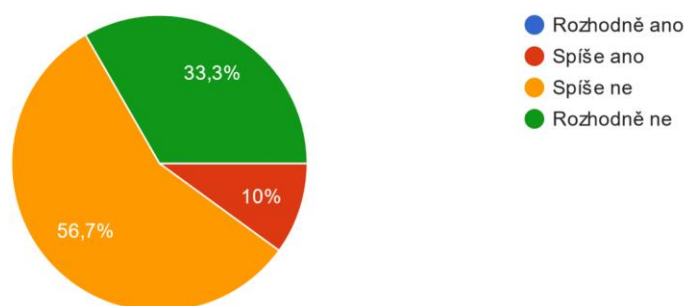
inteligentní mobility v České republice. Variantu “Deficit městského rozpočtu” uvedlo 11 respondentů, což činí 36,7 % všech získaných odpovědí. Vzhledem k tomu, že rozdíl mezi variantami “Deficit městského rozpočtu” a “Nedostatek kvalifikovaných odborníků” je pouhých 6,6 %, neboli 2 hlasy, lze tyto překážky považovat za problémy mající rovnocenný význam. Ostatní uvedené varianty mají 3,3 % podílu, jelikož každá varianta vyjadřuje jednu specifickou osobní odpověď.

Ze získaných nedefinovaných odpovědí vychází, že respondenti považují za podstatné problémy deficitu financí, konstrukce infrastruktury, nízké povědomí o chytré mobilitě u obyvatel a odborníků dopravní sféry.

Výsledky této otázky opět zdůrazňují důležitost komunikace mezi státem, městskou správou a obyvateli. Na státní úrovni je potřeba zvážit možnosti poskytování vzdělávacích programů pro rozvoj dovedností pracovníků dopravního oboru. Je možné uskutečnit zahraniční pracovní cesty do takových měst jako jsou Amsterdam a Barcelona, kde koncept smart city úspěšně funguje a inteligentní mobilitě je věnovaná velká státní pozornost.

### 15. Věnuje podle Vás stát dostatečnou pozornost rozvoji inteligentní mobility v České republice?

Věnuje podle Vás stát dostatečnou pozornost rozvoji inteligentní mobility v České republice?  
30 odpovědí



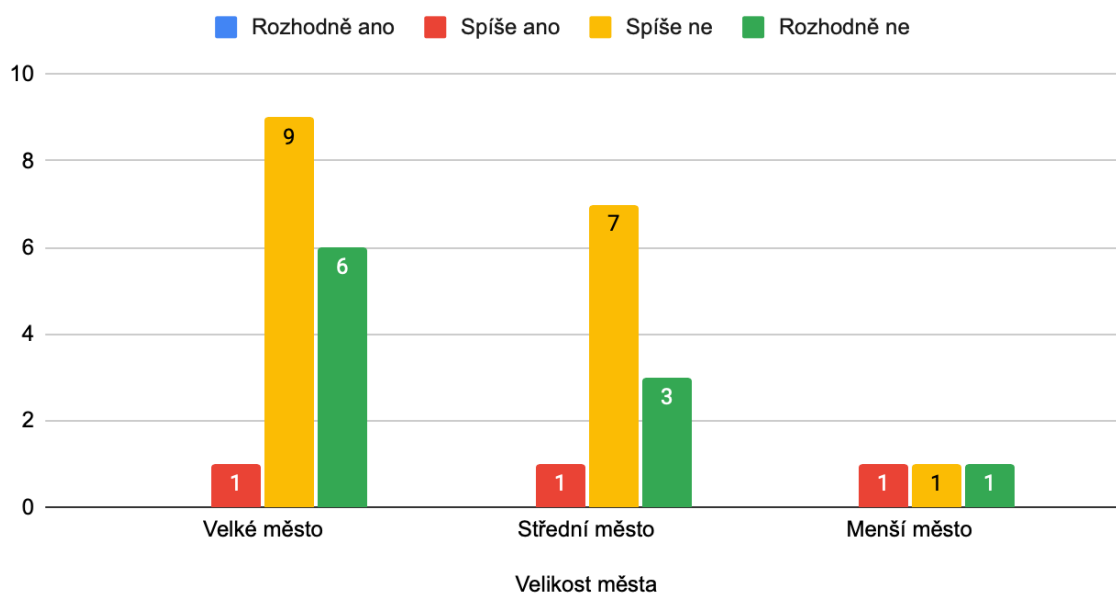
Obrázek 20: Přehled odpovědí, otázka č. 15.  
Zdroj: Vlastní

Graf č. 20 ukazuje, že většina respondentů považuje státní podporu rozvoje sféry chytrá mobilita za nedostatečnou. Variantu odpovědí “Spíše ne” na tuto otázku zvolilo 80

17 lidí neboli 56,7 % všech respondentů. 10 hlasů získala varianta “Rozhodně ne”, tuto odpověď zvolilo 33,3 % respondentů. Pozitivní možnost “Spíše ano” byla vybrána 10 % respondentů, což jsou 3 lidé. Varianta “Rozhodně ano”, vyjadřující plné uspokojení se státní podporou inteligentní mobility nebyla zvolena.

Zobrazené odpovědi na tuto otázku podle velikosti měst jsou na grafu č. 21 níže.

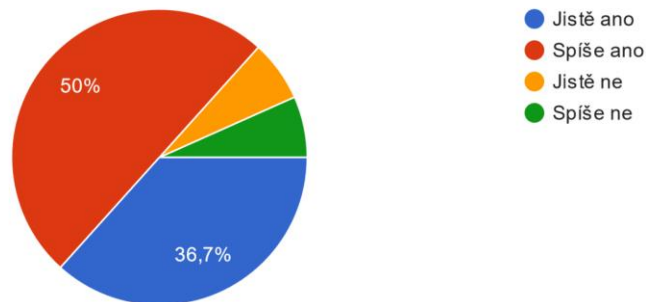
### Věnuje podle Vás stát dostatečnou pozornost rozvoji inteligentní mobility v České republice?



Obrázek 21: Přehled odpovědí, otázka č. 15.  
Zdroj: Vlastní

## 16. Je podle Vás ve světě velkých dat budoucnost?

Je podle Vás ve světě velkých dat budoucnost?  
30 odpovědí

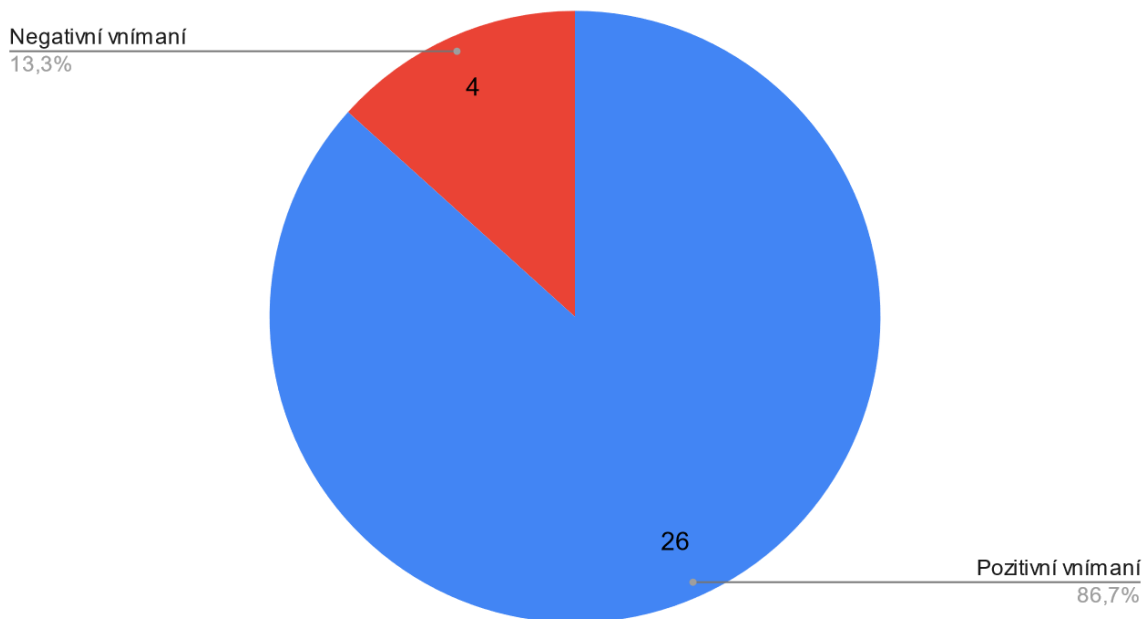


Obrázek 22: Přehled odpovědí, otázka č. 16.  
Zdroj: Vlastní

Poslední otázka dotazníkového šetření byla zaměřena na zjištění vztahu respondentů k velkým datům. Vztah lidí k velkým datům se nepochybně neustále vyvíjí a mění v závislosti na vývoji technologií a využití dat v různých oblastech. Z grafu č. 22 je vidět, že převážná většina respondentů považuje velká data za nástroj, který má obrovský potenciál. Variantu "Jistě ano" zvolilo 36,7 % respondentů, neboli 11 lidí. "Spíše ano" bylo vybráno 15 lidmi, což činí 50,0 % všech 30 odpovědí. Negativní vnímání potenciálu velkých dat má 13,3 % respondentů, kteří zvolili varianty "Jistě ne" a "Spíše ne". Celkový počet takových lidí je 4.

Pomocí těchto dat byl zkonstruován graf č. 23 prezentující celkové vnímání uplatnění velkých dat v různých sférách.

## Je podle Vás ve světě velkých dat budoucnost?



Obrázek 23: Přehled odpovědí, otázka č. 16.

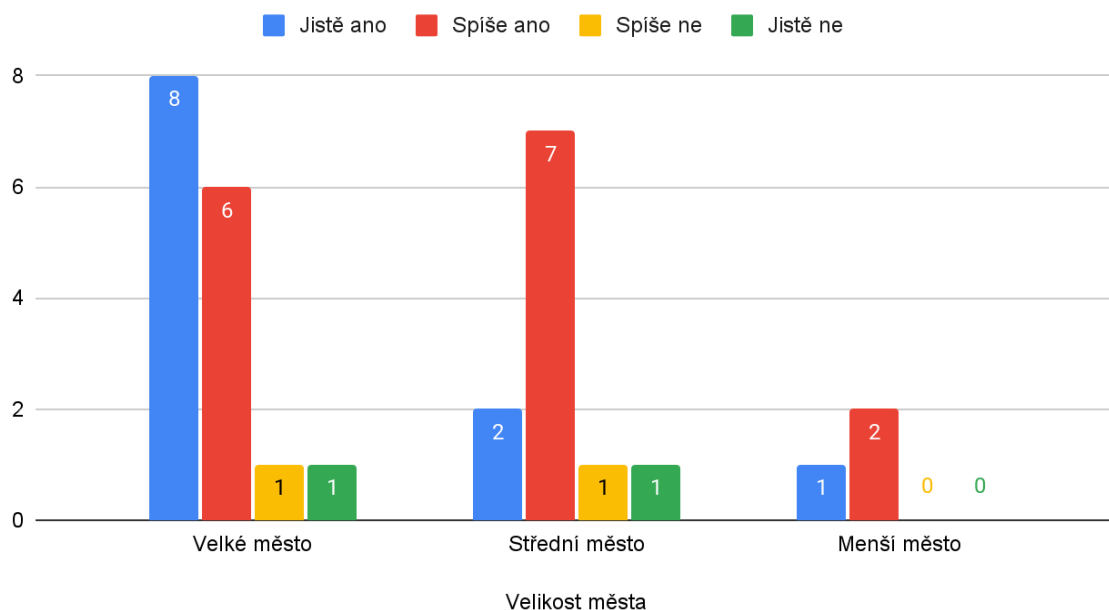
Zdroj: Vlastní

Většina respondentů vnímá velká data příznivě, 26 lidí tvořících 86,7 % hlasů z celkového počtu, zvolilo pozitivní odpověď. Zjištění vztahu lidí k velkým datům se může lišit v závislosti na mnoha faktorech, jako jsou věk, pohlaví, vzdělání, zkušenosti s technologiemi a tak dále. Pro další výzkum, účelem kterého může být hlubší zkoumání otázky vnímání velkých dat ve společnosti, lze prozkoumat i tyto zmíněné demografické a sociální faktory, které v dané práci nebyly zohledněny.

Přesto data, získaná v této práci, umožňují podívat se na otázku vnímání velkých dat ve společnosti podle velikosti města.



## Je podle Vás ve světě velkých dat budoucnost?



Obrázek 24: Přehled odpovědí, otázka č. 16.

Zdroj: Vlastní

Ve velkých městech mají big data zpravidla větší uplatnění a obyvatelé těchto měst se častěji setkávají s moderními technologiemi a chytrými službami na různých místech, což potvrzuje graf č. 24, kde odpověď "Jistě ano" na otázku "Je podle Vás ve světě velkých dat budoucnost?" výrazně převládá ve velkých městech.

Nesouhlas s potenciálem velkých dat pochází z velkých a středních měst. Existuje několik důvodů, proč respondenti z velkých a středních měst mohou mít námitky proti potenciálu velkých dat. Jedním z hlavních důvodů jsou obavy z porušování soukromí a zneužití dat. Ve středních a velkých městech je větší pravděpodobnost, že se lidé budou setkávat s různými zařízeními, službami a firmami, které mohou mít zájem o jejich osobní data. Z tohoto důvodu jsou obavy z nedostatku kontroly nad daty. Někteří lidé mohou mít negativní pohled na velká data také kvůli nedostatku porozumění technologiím a procesům, které jsou používány k jejich zpracování.

Ve městech se však moderní technologie a velká data stávají stále důležitějšími a jejich využití se zvyšuje jak ve veřejném, tak v soukromém sektoru.

## 5 Závěr a doporučení

Diplomová práce prezentuje základní informace o pojmech smart city, big data a IoT. Je v ní uvedeno několik definic popisujících každý koncept z jiného úhlu pohledu, což přispívá k celistvému a komplexnímu porozumění problematice velkých dat v chytrém městě. Práce se primárně zaměřuje na praktické způsoby využití a implementaci jednotlivých nástrojů ve sféře chytrá mobilita.

Praktická část diplomové práce obsahuje analýzu problematiky implementace a rozvoje inteligentní mobility v České republice. Analýza byla provedena pomocí dotazníkového šetření zaměřeného na odbornou cílovou skupinu pracovníků v dopravním sektoru v ČR. Malá návratnost dotazníku vypovídá o tom, že znalosti odborné veřejnosti ve sféře chytrá mobilita v České republice jsou omezené nebo, že o tuto problematiku není dostatečný zájem. Výsledky dotazníku nemohou poskytnout přesné informace o tom, jak odborníci v této oblasti shromažďují a analyzují data a na základě čeho se rozhoduje o změnách a nových strategiích. Absence možnosti rozhodovat na základě validních dat lze považovat za současnou slabinu při implementaci konceptu smart city a při rozvoji inteligentní mobility v ČR.

I přes nízký počet respondentů, potvrzují získaná data jistou míru zájmu o koncept smart city v České republice. Na základě sekundárních dat o zkušenostech s implementací a rozvojem inteligentní mobility v zahraničí a získaných primárních datech od respondentů pracujících v oboru dopravy v ČR lze usuzovat, že je především potřeba provádět rozsáhlejší informační kampaň a poskytovat aktuální informace o nejnovějších trendech, technologiích a politikách, souvisejících s inteligentní mobilitou na celostátní úrovni. Pro výchovu kompetentních odborníků lze zahájit příslušné programy - od vysokoškolského vzdělávání po krátkodobé kurzy a webináře.

Příklady chytrých měst uvedené v této práci prokazují, že neexistuje jednotná šablona pro vytvoření chytrého města. V každém případě je třeba určit cíle pro konkrétní město a najít si tu správnou cestu. V rámci českých měst je nejprve třeba určit cíle, prozkoumat požadavky obyvatel a zdroje. Proto je důležité provést důkladnou analýzu potřeb konkrétních měst, a na základě toho teprve navrhnout a implementovat řešení.

Diplomová práce prokazuje, že celosvětová urbanizace a rozvoj informačních a komunikačních technologií nevyhnutelně vedou k formování a uplatnění konceptu inteligentní město. V oboru chytrá mobilita se velká data stala cenným aktivem. Jejich relevantní využití může prospět všem účastníkům dopravního řetězce.

## Seznam použité literatury

- (ČSÚ), Český statistický úřad. Vzdělávání [online]. 2023 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/1-vzdelavani>
- A SOUTHERLAND, Veronica, Michael BRAUER, Arash MOHEGH, Melanie S HAMMER, Aaron VAN DONKELAAR, Randall V MARTIN, Joshua S APTE a Susan C ANENBERG. Global urban temporal trends in fine particulate matter (PM2.5) and attributable health burdens: estimates from global datasets [online]. January 05, 2022 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00350-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00350-8)
- AL NUAIMI, Eiman, Hind AL NEYADI, Nader MOHAMED a Jameela AL-JAROODI. Applications of big data to smart cities [online]. 2015 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5>
- AMBROS, Jiří, FRIČ, Jindřich, ed. Bezpečnost silničního provozu [Road traffic safety]. In: FRIČ, Jindřich. Silniční doprava (pp.63-89) Chapter: 3 [online]. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s. r. o. Brno, 2010 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/295401149\\_Bezpecnost\\_silnicniho\\_provozu\\_Road\\_traffic\\_safety](https://www.researchgate.net/publication/295401149_Bezpecnost_silnicniho_provozu_Road_traffic_safety)
- BHATTACHARYA, Srimantini, Harsh JHA a Radhikesh P. NANDA. Application of IoT and AI in Road Safety. [online]. 2022 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/358966023\\_Application\\_of\\_IoT\\_and\\_AI\\_in\\_Road\\_Safety](https://www.researchgate.net/publication/358966023_Application_of_IoT_and_AI_in_Road_Safety)
- BOWERMAN, B., J. BRAVERMAN, J. TAYLOR, R. E. HALL, H. TODOSOW a U. Von WIMMERSPERG. The vision of a smart city [online]. 2000 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/241977644\\_The\\_vision\\_of\\_a\\_smart\\_city](https://www.researchgate.net/publication/241977644_The_vision_of_a_smart_city)
- Český statistický úřad [online]. [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/domov>
- Chytré Líchy [online]. 2023 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.chytrelichy.cz>

Cisco and New Songdo International City Join Forces to Create One of the Most Technologically Advanced Smart Connected Communities [online]. 2011 [cit. 2023-04-11]. Dostupné z:

<https://newsroom.cisco.com/c/r/newsroom/en/us/a/y2011/m07/cisco-and-new-songdo-international-city-join-forces-to-create-one-of-the-most-technologically-advanced-smart-connected-communities.html>

CISCO. IoE-Based Rio Operations Center Improves Safety, Traffic Flow, Emergency Response Capabilities [online]. In: . 2014 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: [https://www.cisco.com/c/dam/m/en\\_us/ioe/public\\_sector/pdfs/jurisdictions/Rio\\_Jurisdiction\\_Profile\\_\\_051214REV.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/ioe/public_sector/pdfs/jurisdictions/Rio_Jurisdiction_Profile__051214REV.pdf)

Co je IoT a jak funguje?. Společnost SAP [online]. n.d. [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/products/artificial-intelligence/what-is-iot-internet-of-things.html>

Cohen, Boyd D. and Kietzmann, Jan, Ride on! Mobility Business Models for the Sharing Economy (November 5, 2014). Cohen, B., & Kietzmann, J. (2014). Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy. Organization & Environment, 27(3), 279-296., Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2519349> .

COHEN, Boyd. Blockchain Cities and the Smart Cities Wheel [online]. 2018 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://boydcohen.medium.com/blockchain-cities-and-the-smart-cities-wheel-9f65c2f32c36>

COHEN, BOYD. The 3 Generations Of Smart Cities. Fast Company [online]. 08-10-15 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: <https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities>

COHEN, BOYD. The Smartest Cities In The World 2015: Methodology. Fast Company [online]. 11-20-14 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://www.fastcompany.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology>

CUESTA, Hector a Jiří HUF. Analýza dat v praxi. Computer Press Brno, 2015. ISBN 978-80-251-4361-2.

Czech Smart City Cluster (CSCC) [online]. [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://czechsmartcitycluster.com>

CzechInvest [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.czechinvest.org/cz>

- Czechitas [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.czechitas.cz>
- DIGITAL SOCIETY. Smart cities: The impact of technology on where we live, work and play. Medium [online]. Jan 17, 2020 [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://medium.com/digital-society/topic-smart-cities-fec76128f325#af10>
- EUROPEAN COMMISSION. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future [online]. 9.12.2020 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789>
- EUROPEAN COMMISSION. Delivering the European Green Deal [online]. 2021 [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en)
- EUROPEAN COMMISSION. Smart cities. European Commission [online]. n.d. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: [https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities\\_en](https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en)
- Europeansmartcities [online]. 2008 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.smart-cities.eu/model.html>
- EVANS, Dave. The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)[online]. April 2011 [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/loT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/loT_IBSG_0411FINAL.pdf)
- GABBAI, Arik. Kevin Ashton Describes “the Internet of Things”. Smithsonian magazine [online]. January 2015 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/kevin-ashton-describes-the-internet-of-things-180953749/>
- Gartner Glossary. Gartner [online]. n.d. [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data>

GARTNER. Gartner Glossary. Gartner [online]. n.d. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/internet-of-things>

GARTNER. Internet of Things: Unlocking True Digital Business Potential. Gartner [online]. n.d. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/internet-of-things>

GIFFINGER, Rudolf a Gudrun HAINDLMAIER. Smart cities ranking: An effective instrument for the positioning of the cities[online]. 2010 [cit. 2023-02-02]. ISSN 1886-4805. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5821/ace.v4i12.2483>

GOOGLE a ČTK. Google ve svých mapách spustí funkci výběru trasy podle spotřeby paliva. Ekoosvěta: Informační portál pro Environmentální vzdělávání, výchovu a osvětu (EVVO) v Ústeckém kraji i za jeho hranicemi [online]. Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky AF MENDELU, 10. 9. 2022 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://ekoosveta.cz/2022/09/10/google-ve-svych-mapach-spusti-funkci-vyberu-trasy-podle-spotreby-paliva/>

HOLUBOVÁ, Irena, Jiří KOSEK, Karel MINAŘÍK a David NOVÁK. Big Data a NoSQL databáze. Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5466-6.

HORÁK, Jiří. PROSTOROVÉ ANALÝZY DAT [online]. VŠB-TU Ostrava, HGF, Institut geoinformatiky, 2015, (6.vydání) [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://homel.vsb.cz/~hor10/Vyuka/PAD/PAD\\_skripta2015.pdf](https://homel.vsb.cz/~hor10/Vyuka/PAD/PAD_skripta2015.pdf)

Human Development Index (HDI). HUMAN DEVELOPMENT REPORT [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>

IBM [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/analytics>

IBM. Big data analytics. IBM [online]. n.d. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/analytics/big-data-analytics>

IDC. Future of Industry Ecosystems: Shared Data and Insights. IDC [online]. JANUARY 6, 2021 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://blogs.idc.com/2021/01/06/future-of-industry-ecosystems-shared-data-and-insights/>

- IMD Smart City Index 2023 City Profiles. IMD [online]. 2023 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.imd.org/23/centers/wcc/smart-city-index/smart-city-profiles/#>
- Intelligent Air Pollution Monitoring System for Smart Cities Using IoT and Machine Learning. In: International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering [online]. 2021 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/306924920\\_Smart\\_Economy\\_in\\_Smart\\_Cities](https://www.researchgate.net/publication/306924920_Smart_Economy_in_Smart_Cities)
- International Institute for Management Development (IMD): Smart City Observatory [online]. n.d. [cit. 2023-02-01]. Dostupné z: <https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/>
- JEBAVÝ, Petr. Tipnete si, kolik aut denně projede po okruhu Strakonická? [online]. In: . 12.9.2018 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.valbekstory.cz/tipnete-si-kolik-aut-denne-projede-po-okruhu-strakonicka/>
- KARMA, Joseph. Songdo. About Smart Cities [online]. November 7, 2021 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.aboutsmartcities.com/songdo-smart-city/>
- KUMAR, T.M.Vinod a Bharat DAHIYA. Collaborative Governance for Smart and Sustainable Cities of the 21st Century. Case Study: The City of Oradea [online]. 2017 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1007/978-981-10-1610-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1610-3_1)
- KUMAR, T.M.Vinod a Bharat DAHIYA. Smart Economy in Smart Cities [online]. In: . 2017 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1007/978-981-10-1610-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1610-3_1)
- LANEY, Doug. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety. [online]. 6 February 2001 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://studylib.net/doc/8647594/3d-data-management--controlling-data-volume--velocity--an>
- MARJANI, MOHSEN, FARIZA NASARUDDIN, ABDULLAH GANI, AHMAD KARIM, IBRAHIM ABAKER TARGIO HASHEM, AISHA SIDDIQA a IBRAR YAQOOB. Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges. IEEE Access [online]. 2017, March 29, 2017 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2689040>



- MARR, Bernard. The Top 4 Internet Of Things Trends In 2023. Forbes [online]. Nov 7, 2022 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/11/07/the-top-4-internet-of-things-trends-in-2023/?sh=79ccad042aea>
- MENDELU. Vědci konstruují chytré popelnice na míru. Umí varovat před požárem i ohlásit, že už jsou plné. Mendelova univerzita v Brně [online]. Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky AF MENDELU, 13. 12. 2022 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://mendelu.cz/vedci-konstruuji-chytre-popelnice-na-miru-umi-varovat-pred-pozarem-i-ohlasit-ze-uz-jsou-plne/>
- MÉSZÁROS, Edina Lilla. Collaborative Governance for Smart and Sustainable Cities of the 21st Century. Case Study: The City of Oradea [online]. n.d. [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://caes.upol.cz/wp-content/uploads/2021/08/205-221-Meszaros.pdf>
- MICROSOFT. Batch processing. Microsoft [online]. n.d. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/data-guide/big-data/batch-processing>
- MICROSOFT. Přehled zabezpečení IoT. Microsoft Azure [online]. n.d. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://azure.microsoft.com/cs-cz/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-iot/security/>
- MICROSOFT. Prepare data for enhanced machine learning. Microsoft [online]. n.d. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/data-science-process/prepare-data?view=azureml-api-2>
- MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR. Validáční aplikace čTečka a Tečka [online]. 2023 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://covid.gov.cz/situace/ockovani/validacni-aplikace-ctecka-tecka>
- NIKONENKO, Sergey. What is IoT? Everything you need to know about IoT app development for startups. Purrweb [online]. June 16, 2021 [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.purrweb.com/blog/what-is-the-iot/>
- PALMISANO, Samuel J. Building a smarter planet, city by city. IBM [online]. 2010 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z:

[https://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter\\_cities/article/shanghai\\_key\\_note.html](https://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/article/shanghai_key_note.html)

PETROC, Taylor. Amount of data created, consumed, and stored 2010-2020, with forecasts to 2025. Statista [online]. Sep 8, 2022 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>

POON, Linda. Sleepy in Songdo, Korea's Smartest City. Bloomberg [online]. 2018 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-06-22/songdo-south-korea-s-smartest-city-is-lonely>

PROBST, Laurent, Erica MONFARDINI, Laurent FRIDERES a Daniela CEDOLA. Smart Living: Smart construction products and processes. European Commission: Case study 17. 2014.

PROJEKTY SMART PRAGUE. Smart Prague [online]. [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://smartprague.eu/projekty#mobilita-budoucnosti>

ROPID, Regionální organizátor Pražské integrované dopravy. P+R, B+R, K+R [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://pid.cz/prakticke-informace/pr-br-kr/>

SALAZAR, Jordi – SILVESTRE, Santiago. Internet věcí [online]. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2017 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <http://techpedia.fel.cvut.cz/home/blocks>

SAMSUKHA, Amit. The IoT-Powered Logistics Industry: Use Cases, Benefits And Challenges. Forbes [online]. 2023 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/02/21/the-iot-powered-logistics-industry-use-cases-benefits-and-challenges/?sh=46a77f736622>

SCHREINER, Clara. International Case Studies of Smart Cities: Rio de Janeiro, Brazil [online]. In: . Jun 2016 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://publications.iadb.org/en/international-case-studies-smart-cities-rio-de-janeiro-brazil>

Science in the petabyte era. Nature [online]. 4 September 2008, **455**(7209) [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.nature.com/nature/volumes/455/issues/7209>

SLAVÍK, Jakub a Pavla SLAVÍKOVÁ. Poučení a doporučení pro strategie smart city v ČR: Zhodnocení strategických dokumentů smart city a doporučení pro další rozvoj tohoto konceptu [online]. Srpen 2020, 35 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://mmr.cz/getattachment/d9b9f41f-b2ad-467f-9712-da63599563b1/Pouceni-a-doporuceni-pro-strategie-Smart-City-v-CR.pdf.aspx?lang=cs-CZ&ext=.pdf>

Smart Prague [online]. [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://smartprague.eu>

Smart Prague Index [online]. In: SMART PRAGUE. 2. vydání. Operátor ICT, 2022, 2021 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://smartprague.eu/files/2021/SPI\\_ROCENKA\\_2021\\_CZ.pdf](https://smartprague.eu/files/2021/SPI_ROCENKA_2021_CZ.pdf)

Songdo Central Park. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Songdo\\_Central\\_Park](https://en.wikipedia.org/wiki/Songdo_Central_Park)

STATISTA. DIGITAL & TRENDS: Internet of Things (IoT) [online]. In: . 2022 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.statista.com/study/27915/internet-of-things-iot-statista-dossier/>

STRATEGY #brno2050 [online]. In: . 2020 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://brno2050.cz/pdf/Brno2050\\_re-Vize%202050\\_final\\_RMB-ZMB\\_9-2020\\_AJ.pdf](https://brno2050.cz/pdf/Brno2050_re-Vize%202050_final_RMB-ZMB_9-2020_AJ.pdf)

TABLEAU. Big Data Analytics: What It Is, How It Works, Benefits, And Challenges. Tableau [online]. n.d. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.tableau.com/learn/articles/big-data-analytics>

THE INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM. Data-driven Transport Infrastructure Maintenance: Corporate Partnership Board Report [online]. 2021 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/data-driven-transport-infrastructure-maintenance.pdf>

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. Catalyzing Private Sector Investment in Climate Smart Cities [online]. 2020 [cit. 2023-02-07]. Dostupné z: <https://www.undp.org/publications/catalyzing-private-sector-investment-climate-smart-cities>

UNITED NATIONS. 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN [online]. In: . 16 May 2018 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z:

<https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

VAILSHERY, Lionel Sujay. IoT and non-IoT connections worldwide 2010-2025. Statista [online]. Sep 6, 2022 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/1101442/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

VALENTOVÁ, Veronika, Jiří AMBROS, Zbyněk JANOŠKA a Radim STRIEGLER. Predikční modelování a jeho výhody oproti stávající metodě identifikace nehodových lokalit [Prediction Modelling and its Advantages in Comparison with the Existing Method of Identification of Accident Localities]: Corporate Partnership Board Report [online]. 2013 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/295073435\\_Predikcni\\_modelovani\\_a\\_jeho\\_vyhody\\_oproti\\_stavajici\\_metode\\_identifikace\\_nehodovych\\_lokalit\\_Prediction\\_Modelling\\_and\\_its\\_Advantages\\_in\\_Comparison\\_with\\_the\\_Existing\\_Method\\_of\\_Identification\\_of\\_Accident](https://www.researchgate.net/publication/295073435_Predikcni_modelovani_a_jeho_vyhody_oproti_stavajici_metode_identifikace_nehodovych_lokalit_Prediction_Modelling_and_its_Advantages_in_Comparison_with_the_Existing_Method_of_Identification_of_Accident)

VIENNA CITY ADMINISTRATION, ed. Smart City Wien: Framework Strategy [online]. In: . 2nd edition. Vienna, 2016, July 2014 [cit. 2023-03-17]. ISBN 978-3-902576-91-0. Dostupné z: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008384b.pdf>

VLÁDA ČR. Shrnutí „Analýzy aktuální úrovně zapojení ČR do konceptu SMART city a SMART region v souvislosti s novými trendy, včetně návrhů opatření“ [online]. [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/aktualne/Shrnuti-Analyzy-aktualni-urovne-zapojeni-CR-do-konceptu-smart-city-a-smart-region-v.pdf>

WASSAN, Irshad Ali, Mir Sajjad Hussain TALPUR, Ammar OAD, et al. Intelligent Air Pollution Monitoring System for Smart Cities Using IoT and Machine Learning. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering [online]. 2021, 2021, (Volume 10, No.2) [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.30534/ijatcse/2021/1281022021>

WATTS, Stephen. Splunk Hunk (Analytics for Hadoop) [online]. January 11, 2023 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://www.splunk.com/en\\_us/blog/learn/splunk-hunk-analytics-for-hadoop.html](https://www.splunk.com/en_us/blog/learn/splunk-hunk-analytics-for-hadoop.html)

WIEN ENERGIE GMBH. CLEAN ENERGY FOR ALL [online]. n.d. [cit. 2023-04-22].  
Dostupné z: <https://smartcity.wien.gv.at/en/citizens-power-plants/>

WILLIAMSON, Lucy. Tomorrow's cities: Just how smart is Songdo?. BBC [online]. 2  
September 2013 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z:  
<https://www.bbc.com/news/technology-23757738>

YOO, Seungho. Songdo: the hype and decline of world's first smart city [online]. 2017  
[cit. 2023-05-01]. Dostupné z:  
[https://www.academia.edu/40910064/Songdo\\_the\\_hype\\_and\\_decline\\_of\\_world\\_s\\_first\\_smart\\_city](https://www.academia.edu/40910064/Songdo_the_hype_and_decline_of_world_s_first_smart_city)