

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra informačního inženýrství**



**Diplomová práce**

**Analýza prostorových dat a rozvoj regionu**

**Bc. Jaroslav Kubát**

© 2020 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jaroslav Kubát

Systémové inženýrství a informatika  
Informatika

Název práce

**Analýza prostorových dat a rozvoj regionu**

Název anglicky

**Spatial data analysis and regional development**

---

### Cíle práce

Cílem práce je navrhnout a vytvořit webovou aplikaci, která bude mapovat dobíjecí stanice pro elektromobily v ČR. V aplikaci bude možné zobrazit dobíjecí stanice jednotlivých provozovatelů, jejich výkon, kapacitu parkovacích míst a typ konektoru. Webová aplikace bude dále umět najít nejbližší dobíjecí stanice v okolí a naplánovat trasu.

### Metodika

Studium odborných pramenů, internetových publikací, sběr dat a zpracování dat. Vyhodnotit data pro jednotlivé regiony a jejich možnou budoucí spolupráci v rozvoji elektromobility. Pomocí komparativní metody porovnat jednotlivé elektromobily, a to zejména cenu, dojezd a spotřebu. Na základě těchto informací, vytvořit interaktivní webovou aplikaci pro uživatele elektromobilů a vytvoření vhodných filtrů.

## Doporučený rozsah práce

50 – 60

## Klíčová slova

GIS, mapy, ArcGIS, elektromobilita, kartografie

---

## Doporučené zdroje informací

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA INFORMAČNÍHO INŽENÝRSTVÍ, – KLIMEŠOVÁ, D. *Geografické informační systémy a zpracování obrazů*. Praha: Credit, 2006. ISBN 80-213-0834-6.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. STAVEBNÍ FAKULTA, – KOLÁŘ, J. *Geografické informační systémy 10*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02687-6.

DAVIS, D E. *Vytváříme mapy v GIS : prozkoumejte své okolí i celý svět v geografickém informačním systému*. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-389-7.

KLIMEŠOVÁ, D. – KONOPÁSEK, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA. *Datový model pro web GIS s integrací času : disertační práce*. Disertační práce. Praha: 2017.

ŽÍDEK, V. *Analýza v GIS a zpracování dat DPZ pro pokročilé : návody ke cvičením v prostředí geoinformačního systému IDRISI pro Windows*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, 2001. ISBN 80-7157-506-2.

---

## Předběžný termín obhajoby

2018/19 ZS – PEF (únor 2019)

## Vedoucí práce

doc. RNDr. Dana Klimešová, CSc.

## Garantující pracoviště

Katedra informačního inženýrství

Elektronicky schváleno dne 3. 4. 2020

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 4. 2020

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza prostorových dat a rozvoj regionu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 6.4.2020

---

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé práce paní doc. RNDr. Daně Klimešové, CSc., za trpělivost, cenné rady a odborné vedení, které mi poskytla během zpracování diplomové práce.

# **Analýza prostorových dat a rozvoj regionu**

## **Abstrakt**

Práce se zaměřuje na aktuální problematiku majitelů elektromobilů, kteří během své cesty hledají možnosti, kde nabíjet své elektromobily. I když dnešní elektromobily umožňují absolvovat delší vzdálenosti, tak majitelé elektromobilů neustále trápí otázka, kde nabíjet své elektromobily. Dále je zajímavá cena nabíjení, rychlost nabíjení a koncovka nabíjecího adaptéru. Majitelé elektromobilů proto mohou využít webovou aplikaci, která dokáže zobrazit síť dobíjecích stanic a najít nejbližší dobíjecí stanice v okolí. Záleží poté pouze na uživateli, jestli využijí možnosti filtru, který usnadní samotný výběr dobíjecí stanice. I když elektromobilita není natolik rozšířená, je potřeba rozvíjet síť dobíjecích stanic. Jednotlivé regiony mohou spolupracovat a tím docílit k lepšímu pokrytí dobíjecích stanic, a to napříč celou Českou republikou.

**Klíčová slova:** GIS, mapy, ArcGIS, elektromobilita, analýza prostorových dat, ArcMap, ESRI, dobíjecí stanice

# **Spatial Data Analysis and Regional Development**

## **Abstract**

The thesis focuses on the current issue of electric car owners, who during their trip looking for opportunities to charge their electric cars. Although today's electric cars allow you to travel longer distances, electric car owners are always worried about where to charge their electric cars. They are also interested in the cost of charging, charging speed and charging adapter end. Therefore, electric vehicle owners can use a web-based application that can display a network of charging stations and find nearby charging stations. It is up to the users to use the filter option to make the charging station selection easier. Although electromobility is not so widespread, it is necessary to develop a network of charging stations. Individual regions can work together to achieve better coverage of charging stations across the Czech Republic.

**Keywords:** GIS, maps, ArcGIS, electromobility, spatial data analysis, ArcMap, ESRI, charging stations

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>12</b>
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika .....	12
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>13</b>
3.1 Základy GIS .....	13
3.1.1 Strukturální komponenty GIS.....	15
3.1.2 Funkční komponenty GIS.....	15
3.1.3 Koncepční přístupy GIS.....	16
3.2 Model prostorových dat .....	16
3.2.1 Vektorový model .....	19
3.2.2 Rastrový model.....	21
3.3 Data v GIS.....	23
3.3.1 Hierarchický datový model.....	24
3.3.2 Síťový model .....	24
3.3.3 Relační model .....	24
3.3.4 Objektově orientovaný model.....	25
3.3.5 Objektově-relační model.....	25
3.4 Návrh geografické databáze .....	25
3.4.1 Prostorová data pro geografickou databázi.....	26
3.4.2 Atributová data pro geografickou databázi.....	30
3.4.3 Chybovost dat .....	31
<b>4 Vlastní práce .....</b>	<b>33</b>
4.1 Dobíjecí stanice .....	33
4.1.1 Typy dobíjecích stanic .....	34
4.1.2 Provozovatelé dobíjecích stanic.....	36
4.2 Výrobci elektromobilů .....	41
4.2.1 Dostupné osobní elektromobily v ČR.....	46
4.3 Vlastnosti elektromobilů .....	48
4.3.1 Výhody elektromobilů .....	48
4.3.2 Nevýhody elektromobilů .....	49
4.3.3 Registrace nových elektromobilů v ČR.....	49
4.4 Vytvoření mapového výstupu .....	51
4.5 Analýza mapového výstupu .....	59
4.5.1 Pokrytí ČR dobíjecími stanicemi.....	59



4.5.2	Analýza Hot Spot.....	64
4.5.3	Analýza okolí výskytu dobíjecích stanic v ČR.....	65
4.6	Vytvoření webové aplikace.....	66
4.6.1	ArcGIS Online .....	67
4.6.2	Web AppBuilder for ArcGIS.....	72
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuze .....</b>	<b>78</b>
5.1	Analýza dobíjecích stanic .....	78
5.2	Webová aplikace .....	78
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>79</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>80</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zásah GIS do jiných vědních oborů [9].....	14
Obrázek 2 - Špagetový model [17] .....	20
Obrázek 3 - Topologický model [17] .....	21
Obrázek 4 - Vektor a rastr [9].....	22
Obrázek 5 - Nejpoužívanější typy konektorů pro nabíjení elektromobilů [20].....	36
Obrázek 6 - Počet rychlodobíjecích stanic v ČR k lednu 2020 [autor] .....	39
Obrázek 7 - Počet registrací nových elektromobilů za období 2009–2/2020 [autor].....	50
Obrázek 8 - Počet registrací nových elektromobilů za období 1-2/2019 a 1-2/2020 [autor] .....	50
Obrázek 9 - Jednotlivé nástroje pro převod dat v ArcMap [autor] .....	52
Obrázek 10 - Data ve formátu .csv [autor] .....	54
Obrázek 11 - Data ve formátu .csv převedena do sloupců [autor] .....	55
Obrázek 12 - Podkladová data ve formátu .csv [autor] .....	55
Obrázek 13 - Mapový výstup dobíjecí stanic v ArcMap [autor] .....	58
Obrázek 14 - Atributová tabulka pro dobíjecí stanice Tesla [autor].....	58
Obrázek 15 - Analýza dobíjecích stanic PRE pomocí Multiple Ring Buffer [autor] .....	60
Obrázek 16 - Analýza dobíjecích stanic ČEZ pomocí Multiple Ring Buffer [autor].....	61
Obrázek 17 - Analýza dobíjecích stanic E.ON pomocí Multiple Ring Buffer [autor] .....	62
Obrázek 18 - Analýza dobíjecích stanic Tesla pomocí Multiple Ring Buffer [autor].....	63
Obrázek 19 - Analýza rychlých dobíjecích stanic pomocí Multiple Ring Buffer [autor] ...	64
Obrázek 20 - Analýza rychlých dobíjecích stanic pomocí Point Density [autor] .....	65
Obrázek 21 - Analýza rychlých dobíjecích stanic pomocí Near [autor].....	66
Obrázek 22 - Mapový výstup v ArcGIS Online [autor] .....	68
Obrázek 23 - Vyskakovací okno s informacemi o dobíjecí stanici [autor] .....	69
Obrázek 24 - Filtr pro zobrazení dobíjecích stanic [autor].....	69
Obrázek 25 - Mapový výstup v ArcGIS Online pro mobilní zařízení [autor].....	70
Obrázek 26 - Vyskakovací okno s informacemi o dobíjecí stanici pro mobilní zařízení [autor].....	71
Obrázek 27 - Filtr pro zobrazení dobíjecích stanic pro mobilní zařízení [autor] .....	71
Obrázek 28 - Návrh pro webovou aplikaci [autor] .....	72
Obrázek 29 - Prostředí WebAppBuilder [autor].....	73
Obrázek 30 - Pracovní prostor ve Web AppBuilder [autor].....	74

Obrázek 31 - Vytvořená webová aplikace [autor] .....	75
Obrázek 32 - Navigace ve webové aplikaci [autor].....	76
Obrázek 33 - Vytvořená webová aplikace pro mobilní zařízení [autor].....	77

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Rozlišení u různých typů skenování [18] .....	30
Tabulka 2 - Ceny jednotlivých firem [autor] .....	39
Tabulka 3 - Podrobnější ceník nabíjení PRE [22] .....	40
Tabulka 4 - Podrobnější ceník nabíjení ČEZ [20] .....	40
Tabulka 5 - Podrobnější ceník nabíjení E.ON [21] .....	40
Tabulka 6 - Dostupné elektromobily v ČR k lednu 2020 [autor] .....	47

# 1 Úvod

V posledních deseti letech se můžeme stále častěji setkávat s elektromobily na silnicích, které mají za cíl snížit závislost lidstva na ropě. Zároveň elektromobily svojí jízdou neprodukují emise oxidu uhličitého oproti benzínovým či naftovým automobilům. Mnoho výrobců automobilů se pokouší vytvářet elektromobily, ale pokaždé tyto elektromobily trápila jedna vlastnost a to dojezd. Dojezd nebyl ani třetinový oproti ostatním automobilům. Všechno se ale změnilo elektromobilem od výrobce elektromobilů Tesla, která dokázala přiblížit dojezd elektromobilů k normálním automobilům. Tím nastartovala boj na trhu s elektromobily a ostatní výrobci automobilů začali investovat nemalé částky do vývoje nových elektromobilů a někteří výrobci automobilů začali mezi sebou spolupracovat. Skoro každý výrobce automobilů se snaží mít ve svém portfoliu alespoň jeden elektromobil.

Nastala ovšem otázka, kde tyto elektromobily nabíjet. Mnoho majitelů elektromobilů kromě koupi elektromobilu zároveň zainvestovalo nemalou částku do domácí dobíjecí stanice, která jim zaručuje, že automobil bude kdykoliv připraven na cestu. Ovšem plná baterie neznamena bezstarostnou cestu a pro některé elektromobily s menší kapacitou baterie znamená delší vzdálenost minimálně jednu povinnou zastávku u dobíjecí stanice.

V ČR máme několik poskytovatelů dobíjecích stanic, kteří postupem času opustili od symbolického měsíčního poplatku za neomezené nabíjení elektromobilů. A každý rok dochází ke změnám cen. V posledních pěti letech se tyto poskytovatelé zároveň usilovně snaží o větší pokrytí ČR s dobíjecími stanicemi. I přes to nenabízí každý poskytovatel celorepublikové pokrytí a najdou se i slabá místa. Jednotlivé analýzy mohou usnadnit budování budoucích dobíjecích stanic a zároveň pomoci majiteli elektromobilu s výběrem poskytovatele dobíjecích stanic.

Majitel elektromobilu by proto rád využil webovou aplikaci, která mu bude usnadňovat rozhodování při výběru dobíjecí stanice. A to zejména, kdo je poskytovatel dobíjecí stanice, rychlost dobíjení, adresu, dostupné konektory a počet parkovacích míst.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce je navrhnout a vytvořit webovou aplikaci, která umožňuje zobrazit síť dobíjecích stanic vybraných provozovatelů na území ČR. V aplikaci je možné zobrazit dobíjecí stanice jednotlivých provozovatelů, které si uživatel může za pomoci jednoduchého filtru vybrat. U jednotlivých dobíjecích stanic lze zobrazit základní informace, které mají ulehčit rozhodování při výběru dobíjecí stanice. Tyto informace obsahují název poskytovatele, adresu, souřadnice, typy konektorů, počet parkovacích míst a rychlost dobíjecí stanice. Po výběru konkrétní dobíjecí stanice, která vyhovuje uživateli, může uživatel využít navigace přímo ve webové aplikaci.

### **2.2 Metodika**

Studium odborných pramenů, internetových publikací, sběr dat a zpracování dat. Vyhodnocení dat pro jednotlivé regiony a jejich možnou budoucí spolupráci v rozvoji elektromobility. Pomocí komparativních metod jsou porovnány jednotlivé elektromobily, a to zejména cenu, dojezd a spotřebu. Na základě těchto informací, je vytvořen mapový výstup, který slouží jako podkladová data pro interaktivní webovou aplikaci pro majitele elektromobilů. Mapový výstup je analyzován jednotlivými funkcemi v programu ArcMap.

### 3 Teoretická východiska

První pokusy o automatizované mapování území za využití výpočetní techniky začali v 50. letech. V roce 1963 byl zaveden pojem GIS, a to kanadským občanem R.F.Tomlinsenem. Označil tak nové technologie, které pracují s daty a podávají informace o terénu za pomoci výpočetní techniky. Konec 60. let až 1975 docházelo k průkopnickým pracím, a to na univerzitách, kdy se kladl důraz na digitální kartografii. Mezi rokem 1973 až konec 80. let došlo k sjednocení pokusů, a to vedlo k prvnímu geografickému informačnímu systému, který slouží pro katastrální účely a mapování území. Konec 80. let vedl ke komercializaci problému. Software pro GIS byl běžně dostupný a došlo k založení systému s pokročilými grafickými možnostmi. Počátek 90. let vedl ke standardizaci, desktopová verze GIS, otevřené systémy a internet. V současné době se jedná o vývoj objektově orientovaných systémů, došlo k masivnímu propojení databází, vzdálené přístupy přes internet a intranet a k rozvoji mobilního GIS. [16]

#### 3.1 Základy GIS

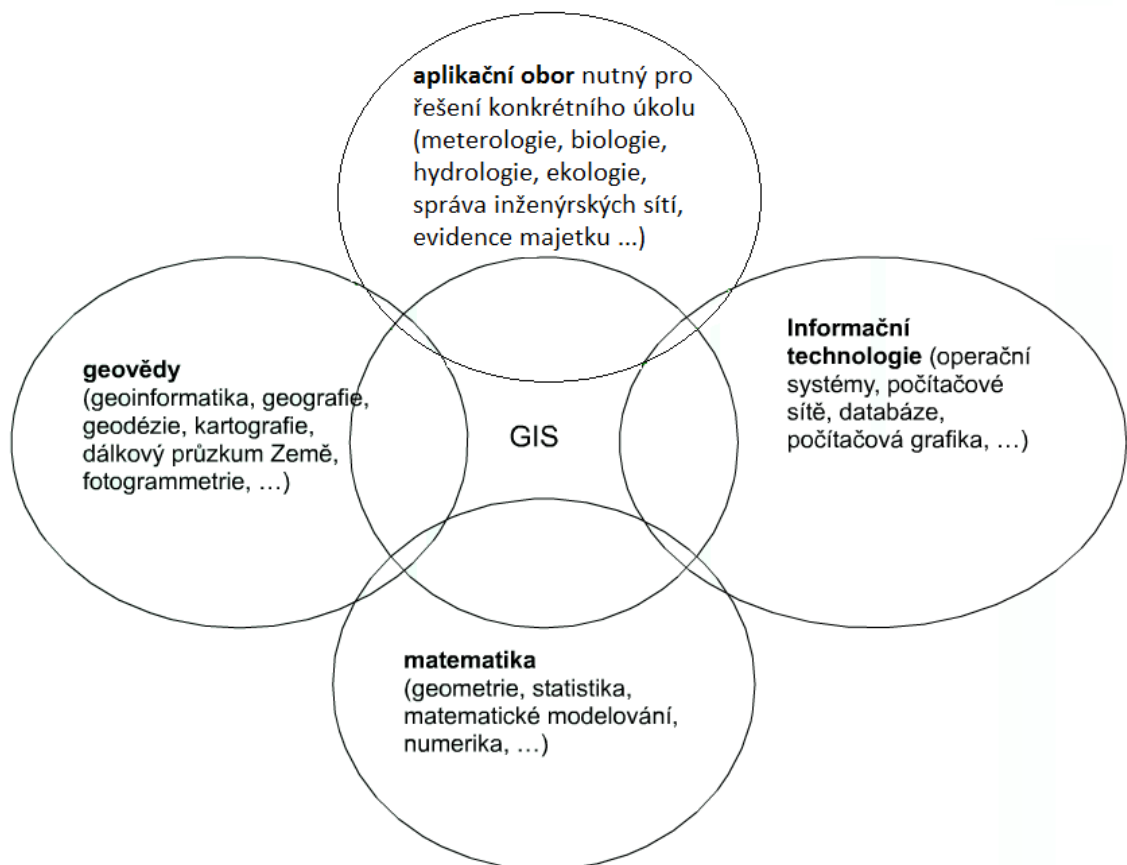
GIS neboli geografický informační systém obsahuje sdružené operace, které nám pomáhají sebraná data převést do vhodné podoby, kterou je možné uskladnit a později použít pro určitá rozhodnutí. Jedná se tedy o informační systém, který je obohacený o prostorovou složku dat. Jedná se o výkonný nástroj geografických věd a metody těchto věd implementuje do počítačového prostředí. GIS tedy vznikl propojením počítačové kartografie, databázových systémů, počítačového návrhářství, systémů dálkového průzkumu Země a následně tato prostorová a popisná data analyzovat.

Pro samotné analýzy potřebujeme data. V informačních systémech se můžeme setkat s několika různými daty.

- Atributová data – jedná se o data, která nejsou prostorově určena
- Prostorová data – tato data už obsahují prostorové určení a prostorové vztahy objektu

Geografická data jsou propojená atributová a prostorová data. A geografický objekt je prostorově určený objekt reálného světa, mající i prostorové vztahy mezi ostatními objekty. Můžeme tedy říct, že geografická datová sada je skupina objektů, které mají společnou charakteristiku například silnici či budovu. [16]

Pro příklad využití můžeme zmínit mapové služby pro Atlas, nalezení nejvhodnější lokace pro otevření nového obchodu či restaurace, a to na základě demografických dat, jakými jsou počet obyvatel, jejich věk, finanční příjem, vzdělání. Popřípadě síťová analýza pro rozvoz zboží. Další využití jako ochranu před pohromami pomocí modelování povodní, směřování záchranných prostředků, aktuální situace při pohromě. Pro distribuční společnost při vedení kabelů, plynovodů a analýzu směřování sítí. Své využití nabízí i pro životní prostředí, kde lze studovat chování ekosystému, sledovat znečišťování ovzduší. A v neposlední řadě také jako nástroj pro státní správu a městské úřady, a to nejenom jako evidenční nástroj, ale také nástroj pro sledování hustoty dopravy, volba vhodného koridoru pro budování budoucí komunikace, sčítání lidu. Nesmíme také opomenout využití jako nástroj pro školy, na výuku pro geografické vědy. [1] [16]



Obrázek 1 - Zásah GIS do jiných vědních oborů [9]

### 3.1.1 Strukturální komponenty GIS

GIS se dělí na strukturální komponenty, které vychází ze samotné definice GIS. Mezi komponenty patří hardware, pod kterým se skrývají počítače, počítačová síť, vstupní a výstupní zařízení, a to zejména GPS přístroje, družice dálkového průzkumu Země, digitizéry, scannery, tiskárny. Pro práci s geografickými daty je potřeba software, který je často postaven modulárně. Základem je jádro, které pracuje pomocí funkcí s geografickými daty a samotné programové moduly, které slouží jako nástavba pro specializované práce se zpracováním fotogrammetrických snímků a obrazových záznamů dálkového průzkumu Země. Dále pro různé statické a prostorové analýzy, 3D zobrazování, tvorba kartografických vstupů. Nejnákladnější a časově náročná část je získávání a obnova dat. Potřeba jsou také kvalifikovaní pracovníci, jakými jsou programátoři, specialisté GIS pro analýzy, ale také koncoví uživatelé, manažeři, správci sítí. Je tedy zapotřebí lidí. V neposlední řadě je důležitý komponent metody neboli využití stávajícího informačního systému a integrace GIS. Tato část je velice komplikovaná a nákladná. [15]

### 3.1.2 Funkční komponenty GIS

Při definování funkčních komponent GIS, můžeme opět vycházet ze samotné definice GIS. Jedná se o činnosti, které lze provádět v GIS, popřípadě činnosti, se kterými se můžeme setkat při zpracování projektu GIS. Nejdříve je nutné získat vstupní data. Tyto data poté zpracováváme a ukládáme. S těmito daty provádíme různé analýzy pomocí metod, které se nachází v jádru. Výstupem může být grafická mapa, negrafické zprávy, souhrnné tabulky, různá statistická vyhodnocení. A posledním důležitým funkčním kompetentem je způsob, jakým uživatel může provádět interakci, a to za pomoci desktopové verze či webové verze GIS.

Není nutné, aby tyto činnosti prováděl pouze jeden člověk nebo jedna organizace. Většinou se na realizaci GIS podílí několik firem či lidí. [16]

V programu ArcMap můžeme využít několik funkcí, které slouží pro správu a analýzu dat. Mezi nejzákladnější funkce patří: [16]

- Buffer – umožňuje definovat zónu kolem objektu
- Merge – sjednotí data stejného datového typu do jedné vrstvy
- Clip – ořízne podkladové vrstvy podle vzoru

- Intersect – získání průniku více vrstev
- Union – námi vybrané vrstvy se zahrnou do výstupu
- Dissolve – sjednocení jednotlivých prvků na základě stejného atributu
- Erase – odečte jednu vrstvu od druhé

### **Vybrané nástroje prostorové analýzy [7]**

- Collect Events – větší shluky jsou převedeny do menšího množství bodů
- Integrate – slouží pro sjednocení prvků, které se nachází v určité vzdálenosti mezi sebou
- Hot Spot Analysis – na základě hodnot vážných prvků dojde k identifikaci významných a nevýznamných míst
- Inverse Distance Weighted – přiřazené hodnoty neznámým bodům jsou vypočítány s vážným průměrem z hodnot známých bodů
- Incremental Spatial Autocorrelation – automatické vyhodnocení vzájemných souvislostí pro vzdálenost mezi body

### **3.1.3 Konceptní přístupy GIS**

Mezi základní konceptní přístupu ke GIS patří kartografická koncepce, databázová koncepce a analytická koncepce. Pro nasazení GIS se používají většinou všechny konceptní přístupy. Kartografická koncepce klade důraz na tvorbu digitálních či analogových map. Máme tedy základní mapy a nad nimi se provádí různé analýzy. Databázová koncepce uchovává a zpracovává data. A analytická koncepce se zaměřuje na prostředky pro analýzu, a to zejména pro hydrologii, meteorologii či geologii. [15]

## **3.2 Model prostorových dat**

Geografická data mohou obsahovat informace:

- prostorové
- popisné neboli atributové
- časové

Prostorové informace obsahují pozici objektu, jeho tvar a vztah k ostatním objektům. Popisné informace obsahují další vlastnosti objektu, a to například datum vzniku,



tloušťku drátů, typ plynového potrubí, teplotu či typ asfaltu. Časové informace poté uvádějí například datum poslední opravy asfaltu či potrubí.

V analogové podobě jsou objekty reprezentovány pomocí mapových objektů a jejich tvar, umístění. Jedná se o jejich geometrii. [1]

Jednotlivé objekty jsou reprezentovány pomocí prvků:

- bod – který nemá žádný rozměr a není tedy měřitelný
- linie – reprezentuje objekty, jakými jsou řeky, silnice, potrubí. Jedná se o tak úzký objekt, že v měřítku mapy není vhodné jej reprezentovat, aniž by neměli definovanou šířku vrstevnice
- plocha – reprezentuje objekty, které jsou uzavřeny hranicí a obsahují homogenní oblast. Můžeme zmínit lesy, vodní plochy, zastavěné plochy

Pomocí prostorových vztahů můžeme reprezentovat vztah mezi jednotlivými objekty na mapě. Díky tomu můžeme velice snadno identifikovat silnice, které vedou do daného města, nejkratší cestu do nemocnice od místa nehody nebo hranice měst a vesnic.

Popisná informace je na mapách reprezentována pomocí kartografických vyjadřovacích prostředků. Mezi takové prostředky patří barvy, tvary a typy symbolů, čáry, nápisy. Jedná se o různé grafické prvky, které jsou na mapách znázorněny. Například dálnice je vyjádřena tlustou žlutou čarou. U silnice 1. třídy je grafické označení tlustou červenou čarou, která se postupně ztenčuje v závislosti na třídě komunikace.

V digitální podobě je reprezentace reálného světa pomocí počítače a jsou reprezentovány pomocí vektorového nebo rastrového modelu.

K těmto reprezentacím se může přistupovat dvěma způsoby: [15]

- vrstevový přístup
- objektový přístup

U vrstevového přístupu jsou jednotlivá data uložena do vrstev. Tento způsob vychází z používaného způsobu v kartografii během vytváření map. Jednotlivý obsah na mapě je dělen do vrstev podle barev. Výhody tohoto přístupu jsou vytvoření tematických hierarchií, rychlé hledání podle atributu a úpravy, získávání a úpravy k údajům, které jsou řešeny

specificky pro každou vrstvu. Nevýhoda takového přístupu je problematická komunikace mezi objekty, která je ale nutná.

Druhý způsob přístupu je založen na objektově orientovaném programování a v posledních letech si získává na oblibě. Každý objekt, který se nachází na mapě obsahuje geometrii, topologii, atributy, a i chování neboli metody. Objekty je možné sdružovat do tříd objektů a objekt je pak instance takovéto třídy. Je také možné vytvářet hierarchické vztahy mezi objekty, a to rodiče a potomek. Jednotlivé atributy a metody lze dědit. Výhody tohoto přístupu jsou hierarchický individuální přístup k objektům od shora dolů. Definování tříd je velmi pružné díky dědičnosti, snadné vyhledávání individuálního objektu. Jednotlivé objekty ví, že dálnice musí být propojena nájездem ze silnice a objekt jako celek nese všechny informace. Mezi nevýhody patří malé využití takového přístupu, většinou se pracuje s vrstevným přístupem. Je také velice náročný na hardware kvůli jeho komplexitě. Poměrně složité zavádět objektový GIS oproti vrstevnému.

Základním modelem pro prostorová data je dvourozměrné analogové provedení v podobě mapy. Bez ohledu na typ mapy, mapa obsahuje dva typy informací. Jedná se o druhovou charakteristiku objektu a kde se objekt nachází. Digitální model prostorových dat musí v digitální formě zabezpečit alespoň stejnou úroveň informace jako mapa formou analogovou. Při vykreslení digitálních prostorových dat se jedná o digitální mapu, jedná se o grafické vyjádření. Geografický informační systém neboli GIS nevytváří digitální mapy, ale vytváří analogové mapy, a to z digitálních dat.

Při převodu prostorových dat do digitální podoby a následně je uložit do GIS můžeme využít dvou metod. Tyto dvě metody se liší způsobem kódování geometrických parametrů objektu. U vektorového modelu je výchozí geometrický parametr bod. Jedná se o úsečku, která spojuje dva sousední body. Ve vektorovém modelu se nachází body, čáry a polygony. Jedná se o téměř spojitý interval souřadnicových hodnot, protože jsou jejich pozice dána konečnými čísly s velmi malými rozdíly. U rastrového modelu je základní kódovací jednotka buňka v gridu. Jedná se o pravidelný polygon. V takovém to modelu je jednotka pixel. Tento pixel má pořadové číslo sloupce a řádek sítě, ve kterém se daný pixel nachází. [13] [14]

### 3.2.1 Vektorový model

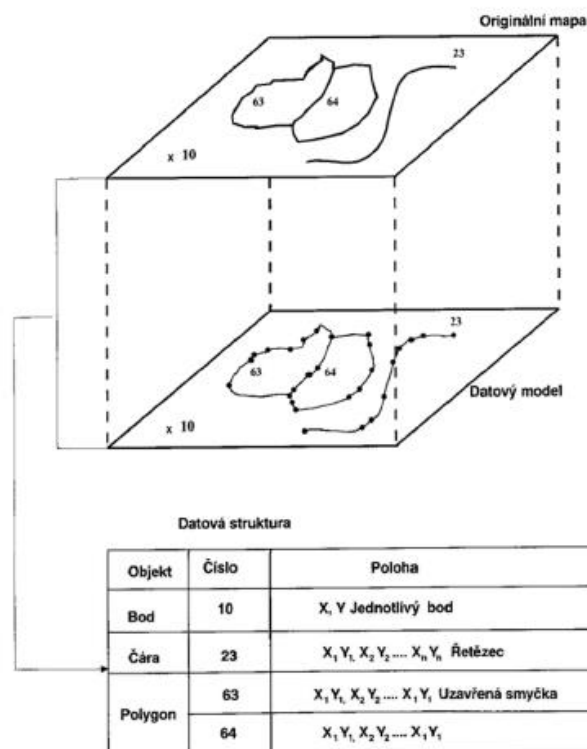
Vektor je přímá čára, která má danou velikost a směr. Vektor můžeme také nazývat úsečka, která propojuje dva body s danými souřadnicemi v digitální databázi. Ve vektorovém modelu jsou body, čáry a polygony popsány sestavou bodů, které spojuje úsečka. Bod je úsečka, která má nulovou délku. Čára nebo polygon mohou v některých případech obsahovat i tisíce bodů.

Při kódování polohy bodu dochází k udání dvojice nebo trojice souřadnic zadanému souřadnému systému. Zakódování jednotlivých popisných parametrů se obvykle provádí za pomoci kódovací tabulky. První grafické databáze neřešili informace o samotném objektu, ale řešili pouze umístění a vykreslení objektu. Pro identifikaci, která slouží pro označení, ke kterému geometrickému parametru vztahu nebo popisnému parametru patří, se používá obvykle číselné nebo i alfanumerické znaky. Jako příklad identifikačního označení můžeme použít parametry, jakými jsou číslo domu či adresa domu. Vektorová data můžeme uložit dvěma způsoby. [1] [17]

### Špagetový model

Jedná se o nejjednodušší vektorový model a zároveň nejvíce používaný při digitalizaci map, jejichž data se pořídila formou fotogrammetrické registrace nebo ruční digitalizací. Každý objekt, který se nachází na mapě je zaznamenán v souboru, který obsahuje řetězec souřadnic x, y. Jedná se o seřazený řetězec.

Model se může použít pouze na jednoduché počítačové kartografické produkce. Neposkytuje žádné informace o vztazích mezi objekty a jeho soubor řetězců souřadnic nemá logickou strukturu. Jednotlivé prohledávání se dějí sekvenčně a trvají dlouho. Proto je pro většinu prostorových analýz tento model nevhodný, protože je nutné veškeré prostorové vztahy spočítat před samotnou analýzou. [1] [17]



Obrázek 2 - Špagetový model [17]

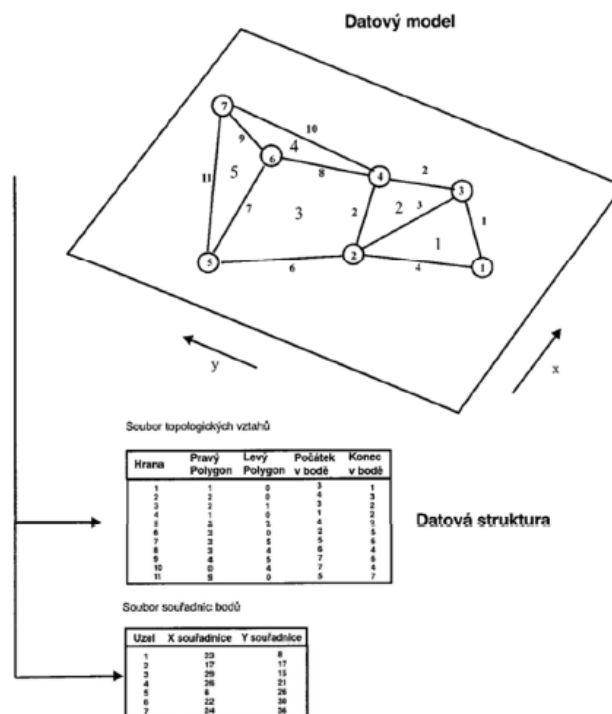
### Topologický model

Topologie je obor matematiky, která se zabývá vlastnostmi mezi geometrickými objekty. Topologický model umožňuje uchovávat prostorové vztahy mezi objekty. Každá linie, která se nachází modelu začíná a končí v uzlu. Dvě linie se mohou protínat v jednom uzlu. Jednotlivé části linie jsou uloženy s odkazem na uzly a ty jsou následně uloženy jako soubor souřadnic  $x, y$ . Dále je ve struktuře ještě uložen identifikátor, který označuje pravý a levý polygon vzhledem k linii. Díky těmto informacím jsou zachovány základní prostorové vztahy použitelné pro prostorovou analýzu.

Uzlem v modelu může být samostatný bod, koncový bod spoje, určený bod na spoji nebo bod, ve kterém se stýkají dva spoje.

Spoj je úsek mezi dvěma uzly a jednotlivé spoje na sebe navazují pouze v uzlech. Jednotlivé vazby mohou být zaznamenány v topologických tabulkách. Jakými jsou polygonová tabulka, uzlová tabulka, tabulka spojů.

Ve čtvrté tabulce se nachází souřadnice bodů pro polohová data objektů, v nichž se nachází atributy a v jednom poli se nachází identifikátor objektu. [16]



Obrázek 3 - Topologický model [17]

### 3.2.2 Rastrový model

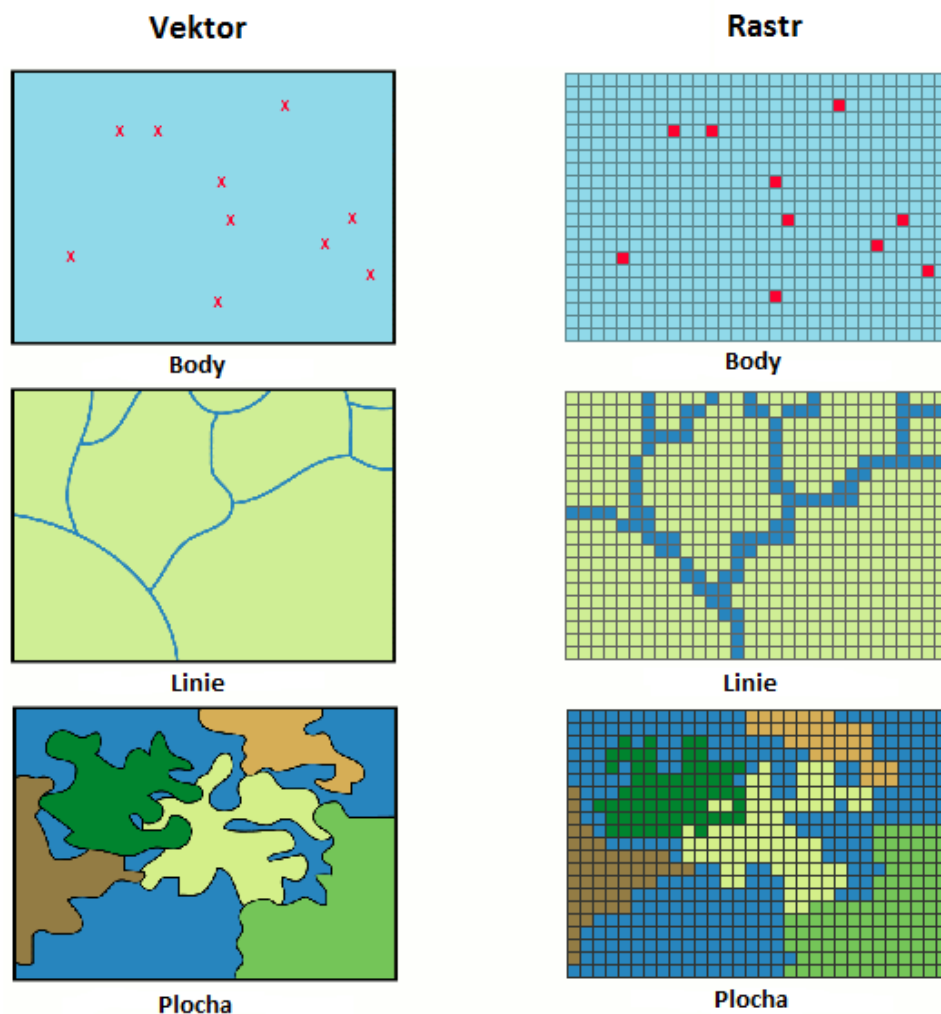
Základním stavebním prvkem je u rastrové struktury buňka. Buňky jsou organizovány do mozaiky a jednotlivé buňky obsahují hodnoty, které zastupují zkoumanou lokalitu. Buňky mohou mít typ tvaru čtvercový, trojúhelníkový nebo hexagonální. Nejčastěji se ale používá čtvercová mřížka. Důvodem, proč se nejčastěji používá čtvercový typ je jeho kompatibilita s datovými strukturami programovacích jazyků, kompatibilita s mnoha zařízeními vstup a výstup různých monitorů, scannerů a plotry. Dále kompatibilita s kartézským souřadnicovým systémem.

Trojúhelníková mozaika má unikátní vlastnost, že jednotlivé buňky nemají stejnou orientaci. Tato vlastnost se využívá při reprezentování digitálního modelu terénu, kdy každý vrchol má souřadnici x, y a je k ní přiřazena výška, kterou představuje hodnota z. Jednotlivé trojúhelníky obsahují údaje o svém sklonu a směr sklonu. Nevýhodou je složitost algoritmu.

Hexagonální mozaika má výhodu, že středy všech sousedních buněk jsou stejně od sebe vzdáleny. Tato vlastnost je výhodná pro některé analytické funkce, a to zejména pro paprskové vyhledávání. Toto vyhledávání se využívá při prohledávání stavového prostoru,

kdy prohledávání pokračuje z nejbližšího uzlu a je doplněné o zkracování nejméně slibných větví. Hexagonální tvary buňky se používají velmi zřídka.

Rastrový model můžeme dále rozdělit podle způsobu dělení prostoru na pravidelné a nepravidelné. V pravidelném prostoru mají všechny buňky stejnou velikost a tvar. U nepravidelného prostoru se tvar i velikost jednotlivých buněk liší. Nepravidelné rastrové modely jsou ovšem složitější na práci a tvorbu než rastry pravidelné. [1] [15] [16]



Obrázek 4 - Vektor a rastr [9]

Vektorové a rastrové modely nelze výhradně použít pro reprezentaci všech sledovacích jevů, a proto byly vytvořeny modely, které obsahují určité vlastnosti z obou modelů. Koncept duálních dat je základní a jednoduché, kdy dojde k uložení dat ve vektorovém, a i v rastrovém datovém modelu. Jednotlivé analytické operace, pak jdou

provádět bez dlouhých konverzí mezi vektorem a rastrem. Problémem takového modelu je vysoký výskyt redundance dat. Tato nevýhoda nebyla doposud vyřešena, a proto se komerční sféra přiklání k udržování dvou oddělených datových modelů s rizikem uložení jedné informace dvakrát. [15]

### 3.3 Data v GIS

Pro ukládání popisných dat v GIS se používá separátní datový model. Ten vychází z modelů uchovávání dat v digitální podobě. Pokud budeme hovořit o databázi, tak mluvíme o kolekci sdílených dat, která jsou logicky uspořádána. Databáze je navržena tak, aby splňovala požadavky uživatele.

Systém řízení správy dat zkráceně SŘBD je softwarový systém, který umožňuje vytvářet, definovat a udržovat databázi. Poskytuje také řízení přístupu k databázi. Můžeme se také setkat s pojmy jako DDL a DML. Data Definition Language zkráceně DDL je jazyk, který definuje datovou strukturu a způsobu přístupu k ní. Data Manipulation Language neboli DML je jazyk pro manipulaci s datovými strukturami. Součástí DDL a DML je také SQL neboli Structured Query Language. Tento jazyk je dotazovací pro práci s daty, které jsou uloženy v databázi.

Každá databáze má třídu, které říkáme tabulka. Tato tabulka obsahuje entity, které reprezentují řádky v tabulce. Nad těmito daty provádíme transakce. Jedná se o posloupnost operací nad objekty báze dat. Tato operace realizuje ucelenou operaci z pohledu uživatele. Pokud během provedení transakce dojde na problém, je celá transakce vrácena zpět a dojde ke zrušení celé transakce. Pokud budeme hovořit o geografických datech ve spojení s transakcemi, můžeme narazit na takzvané dlouhé transakce. Jedná se o strojově dlouhou transakci, která je závislá na aktivní účasti člověka. Editace existujících tvarů hranic města může trvat minuty a i hodiny. Vždy se musí jednat o ucelenou operaci a uživatel vidí pouze počáteční stav a koncový stav. Všechny mezi kroky se ukládají mimo databázi a nejsou vidět, kromě člověka, který edituje. Mezi entitami existuje spojení, které lze vyjádřit jako 1:1, kdy člověk může mít pouze jedno bydliště. U vztahu 1 : N je člověk, který vlastní dvě a více nemovitostí. A vztah m: n, kdy je pozemek vlastněn více lidmi a tito lidé vlastní více pozemků.

K atributovým datům můžeme přistupovat přímým způsobem nebo nepřímým. U přímého přístupu k datům dochází ke zpracování souboru. Zpracování souboru může

probíhat jako uložení do textového souboru, který má určitou strukturu. Každá entita bude mít vlastní textový soubor. Nevýhodou takového přístupu může být ztráta integrity neboli dvě entity, které popisují jeden dům různými způsoby. Další nevýhodou je nemožnost používat vztah mezi tabulkami, nelze podporovat transakce a každá aplikace, která používá tabulku musí znát vnitřní strukturu uložení. Přístup pomocí SŘBD odstraňuje nevýhody přímého přístupu k datům. Dokáže zaručit integritu a dokáže udržovat vztahy mezi entitami. [5] [8] [15]

### **3.3.1 Hierarchický datový model**

Organizace dat v hierarchickém modelu je ve stromové struktuře. Jeden rodič může mít několik dětí. V tomto modelu jsou možné vztahy 1 : 1 a 1 : N. Výhodou tohoto modelu je rychlé vyhledávání. Nevýhodou modelu je využití pouze pro aplikace se stabilní strukturou. Stabilní struktura je taková struktura, kde se vztahy mezi daty mění málo. V GIS se takový model nevyužívá. [5]

### **3.3.2 Síťový model**

Jedná se o model, který je podobný hierarchickému modelu. Mohou existovat vazby i M : N. Nevýhodou je po čase velká složitost jednotlivých vazeb. Vazby jsou komplikované. Se složitostí vzniká i problém s přehledem nad samotnou databází a pro udržení integrity je nutný velký výkon. Model síťový se stejně jako hierarchický model nevyužívá. [5]

### **3.3.3 Relační model**

Jedná se o model, který organizuje data do tabulek. Každá tabulka má svůj unikátní klíč neboli primární klíč. Jedná se o jednoznačný identifikátor položky, naší entity. Primární klíče nám umožňují spojovat více tabulek a vytvářet relace 1 : 1, 1 : N, M : N. Aby nedocházelo k redundanci dat, používají se pravidla pro normalizaci. Výhodou modelu je velká flexibilita struktury, protože jí lze měnit za běhu pouhým přidáním nebo odebráním tabulky. Možnost snadného výběru několika tabulek najednou, a to pomocí relačního vztahu. SŘBD jsou rozšířené a podporované. Uživatel přistupuje k datům pomocí jazyka SQL, který je standard pro relační databáze. Další výhodou je široká podpora programů, jakými jsou Microsoft Excel nebo statistický software. Kvůli velkému rozšíření, standardizace a výkonu se jedná o nejrozšířenější model v GIS. [5]



### **3.3.4 Objektově orientovaný model**

Vychází z objektově orientovaného programování, kde jsou jednotlivá data spravována jako objekty, což více odpovídá reálnému světu. Každý objekt má popsány vlastnosti, to jsou atributy a metody neboli způsob chování. V objektově orientovaném modelu není potřeba definovat primární klíč, protože každý objekt má svůj vlastní identifikátor ve zkratce OID, který má, co celou dobu existence a stále můžeme měnit jeho chování a přidávat atributy. Model je tedy flexibilní a umožňuje provádět změny za běhu. Snadná podpora časových řad, kdy silnice ví, kdy byla postavena. Takový model má ovšem i nevýhody, a to zejména v oblasti standardů a zkušenosti. Další nevýhodou je peněžní náročnost pro složitější řešení, kdy s vyšší složitostí stoupá i potřeba vyšších financí. Oproti relačním databázím má pomalý výkon. [15]

### **3.3.5 Objektově-relační model**

Spojením výhod relačního modelu a objektového modelu a částečnému odstranění jejich nevýhod došlo k vytvoření objektově-relačního modelu. Tento model je rozšíření, a můžeme se s ním setkat u velkých databází například Oracle. Umožňuje vytvářet objekty a podporuje i klasická data. Jeho integrace do stávající relační databáze je snadná. [15]

## **3.4 Návrh geografické databáze**

Návrh databáze je časově náročný úkol, ale jedná se o velice důležitou část. I když se nejedná o koncovou aplikaci, tak správně navržená databáze nám umožní zvýšit flexibilitu pořizování dat a analýz. Dále dochází k minimalizaci redundanci dat, budoucí úpravy systému nám nebudou činit problémy a možnost využívat jeden návrh pro více koncových aplikací.

Před každým návrhem databáze je nutné si položit několik otázek a zároveň do návrhu databáze je nutné zapojit i samotné uživatele. Musíme si položit otázku, co vlastně uživatel požaduje nebo očekává. S jakými daty bude pracovat, jaké funkce by měla databáze obsahovat. To všechno zabere nějaký čas, takže je potřeba definovat rozmezí implementace. Poté se řeší, jaké entity bude databáze obsahovat, jaké vztahy budou mezi entitami, jaké data bude obsahovat. Zároveň je nutné splňovat normální formy. Všechny objekty musí být nějakým způsobem reprezentovány v GIS. Zde nastává otázka, zdali

atributovým nebo prostorovým datovým typem. Jestli se bude jednat o body, linie, polygony, rastry nebo texty. Jestli se budou používat objekty pro jednotlivé analýzy, zde mluvíme o topologii. Po tomto návrhu je nutné se zaměřit na konkrétní GIS software. Každý GIS software poskytuje jiné možnosti a je tedy nutné provést komparační metody a vybrat ten nejvhodnější GIS software. Může se jednat o maximální počet bodů či línových segmentů. Jakým způsobem můžeme existující objekty měnit. Dále se můžeme setkat s problémem, jakým způsobem můžeme ukládat data. Můžeme ukládat do databáze nebo jenom do souboru. Poslední částí je organizace dat do geografických celků. Můžeme data organizovat podle zájmových oblastí, mapových listů nebo vrstev. Samotné pořízení a údržba dat si vezme až 80 % rozpočtu, a proto je důležité vhodně navrhnout databázi. [5] [13]

### **3.4.1 Prostorová data pro geografickou databázi**

Dalším velice náročným úkolem je naplňování databáze daty. Jedná se o zdlouhavý proces při zpracovávání GIS projektu. Data mohou pocházet z různých zdrojů, a to například geodetických měření, fotogrammetrické snímky, obrazové záznamy z dálkového průzkumu Země či náčrty v souřadnicovém systému. Pro získávání dat je nutné vybrat správné zařízení, které bude data získávat, a i vhodný způsob získávání. Je také nutné myslet na přesnost měřících zařízení a jejich cenu. Data se dělí na dva zdroje, a to primární a sekundární. Mezi primární zdroje patří. [5] [13]

#### **Vstup z geodetických měření**

Jedná se o klasické zpracování obsahu terénních zápisníků a údajů pozemních geodetických měření. Data se zadávají manuálně přes klávesnici a převedou se poté do vektorové podoby. Některé moderní přístroje umožňují zaznamenávat údaje o měření do digitální podoby okamžitě a poté se přenesou do prostorové databáze. Tento způsob měření se převážně využívá pro katastrální mapy, technické mapy či plány a produkuje vektorová data. [5] [13]

#### **GPS měření**

Tento způsob nabízí velice rychlý a levný sběr dat. Umožňuje měření po celý den, a i v noci. Další výhodou je snadná konverze do GIS systémů a v poslední době umožňují

přesnost až na centimetry. Přesnost měření je závislá na kvalitě přístroje. Nevýhodou je signál v blízkosti vysokých budov a stromů, protože blokují signál. Samotná konfigurace je velice náročná, a proto je zapotřebí kvalifikovaný pracovník. Stejně jako u geodetického měření se i zde produkují vektorová data. [1] [5]

### **Vstup z fotogrammetrických údajů**

Fotogrammetrie je věda, která se zabývá rekonstrukcí tvarů, velikostí a polohy předmětů, které jsou zobrazeny na fotogrammetrických snímcích. Jednotlivá měření probíhají přímo na předmětu, a ne na objektu samotném. Fotogrammetrické snímky můžeme rozdělit na letecké a pozemní. Dále se dělí na digitální nebo analogové, a také na jedno snímkové či dvou snímkové. Výsledkem jsou poté rastrová data. [1] [5]

### **Vstup z dálkového průzkumu Země**

Vychází z principu, že jednotlivé objekty mohou být identifikovány z velké vzdálenosti, protože vytvářejí nebo odrážejí elektromagnetickou energii. Data jsou poskytována z družic nebo leteckých nosičů. Podle odrazu vlnové délky jsou následně identifikovány jednotlivé objekty. Pomocí dat z dálkového průzkumu Země můžeme sledovat ozonovou vrstvu, olejové skvrny, ale také stav lesů, které jsou napadeny škůdci.

Ke snímání používají systémy dva způsoby:

- Pasivní
- Aktivní

Pasivní způsob zaznamenává odražené nebo vyzařující elektromagnetické vlny. Aktivní používá svůj vlastní zdroj elektromagnetického vlnění, a to umožňuje takový způsob využívat i v noci. Další výhodou aktivních senzorů je schopnost, monitorovat delší vlnové délky než pásovin způsob.

Z kosmického nosiče při dálkovém průzkumu Země oproti leteckým snímkům můžeme pořídit na jeden záznam obrazu komplexní rozsah území, které může činit několik tisíc kilometrů čtverečních. Mezi další výhody patří pravidelný sběr údajů, rychlé zpracování údajů a snadné sledování změny krajiny v čase.

Nevýhodou je složitost a náročnost na software, hardware a potřeba vyškoleného zaměstnance. Nevhodné pro mapy s měřítkem 1 : 25 000 a menší, protože jsou prodávána pro velké oblasti.

Dalším zdrojem pro data je sekundární zdroj. Jedná se o data, která jsou již jednou zpracována z primárního zdroje a mohou obsahovat chyby, které jsou už od prvního zpracování dat. Nemohou být přesnější, než data získaná z primárního zdroje dat. [1] [5]

### **Manuálně přes klávesnici**

Jedná se o zdlouhavý způsob, který je pracný z důvodu ručního zadávání souřadnic. [15]

### **Manuální digitalizace**

U manuální digitalizace se používá tablet-digitizér. Toto zařízení snímá souřadnice s různě velkou pracovní plochou a nabízí různé rozlišovací schopnosti a přesnosti. Nesmíme také opomenout na kalkulaci, kvůli měřítku samotného podkladu. Samotný princip manuální digitalizace spočívá ve snímání podkladu, který se upevní na pracovní plochu. Následně jsou pomocí zaměřovacího kříže snímány polohy zaměřovacích bodů. Z klávesnice nebo pomocí kurzoru se zadává identifikátor jednotlivých objektů.

Při manuální digitalizaci můžeme využít dvě metody.

- Bodová
- Proudová

U bodové neboli u point se kliká na každý vrchol, který je zapotřebí zaznamenat. Jedná se o nejčastější způsob použití.

Proudová metoda neboli stream je způsob, kdy je automaticky pomocí počítače zaznamenávána sekvence bodů v časovém nebo vzdálenostním intervalu. Interval je zadáván samotným uživatelem.

Výhody manuální digitalizace jsou malé finanční nároky, následně také flexibilita a přizpůsobení na různé zdroje dat. Práce s technikou je velice jednoduchá a dokáže se jí uživatel rychle naučit. I přes svoji jednoduchost se jedná o velice kvalitní výstupy. Samotné přístroje poskytují přesná a spolehlivá data. V neposlední řadě je snadné upravovat digitalizovaná data.

I když jsou digitizéry přesné, jejich přesnost je limitována stabilitou vstupního média. Jako další nevýhodu můžeme zmínit délku samotné digitalizace, kdy se jedná o zdlouhavou a nudnou práci. To může vést k chybám samotného uživatele. [15]

### **Skenování a vektorizace**

Jedná se o velice rozšířený způsob převodu dat z analogové podoby do digitální potažmo rastrové podoby skenování. Práce se provádí pomocí skenerů. Tyto zařízení slouží k optickému snímání dokumentů.

Při skenování můžeme využít tři různé typy skenerů:

- Bubnové
- Stolní
- Posuvné

Mezi nepřesnější skenery patří bubnové. Jedná se ale zároveň i o nejdražší. Skenování provádí rychle se otáčející buben, na kterém je připevněn dokument. Zároveň je paralelně pohybující senzor pro skenování. I když se jedná o velice přesný způsob snímání, tak je oproti dalším způsobům velice zdlouhavé. Pro GIS se jedná o velice přesný způsob, ale i nákladný, takže se moc nevyužívá.

Zcela běžná metoda, která má ale malou snímatelnou plochu je desková. Dokument se položí na skleněnou desku, za kterou se pohybuje světelný zdroj a senzor. I když se jedná o poměrně přesnou metodu, tak kvůli maximální velikosti snímaného dokumentu je tato metoda pro GIS nevhodná.

Posuvné velkoformátové skenery jsou nejpoužívanější metodou pro GIS. Dokument se posouvá přes snímací kameru. Pohybuje se pouze s dokumentem a přesnost závisí na konstantní rychlosti posouvání samotného dokumentu. Nabízí nižší přesnost snímání než výše zmiňované metody. [14][15]

Při hodnocení skenerů jsou nejdůležitějšími ukazateli pro hodnocení:

- Rozlišení, počet bodů na palec – DPI
- Přesnost, jak kvalitně je vyroben snímací senzor
- Barevnost nebo šedo tónovost

V GIS se můžeme setkat jak s barevnými, tak i šedo tónovými. Dále je nutné, při uvádění rozlišení nezapomenout na typ rozlišení a na přesnost. Můžeme se setkat s rozlišeným interpolovaným neboli softwarovým rozlišením, které je větší než hardwarové neboli optické. U interpolace dochází k interpolování sousedních pixelů a poté vznikne nový pixel. Dojde k navýšení rozlišení. U barevných nebo černobílých fotografií se můžeme setkat s dobrým výsledkem při použití této metody, ale pro mapy nebo výkresy je tato metoda nevhodná. [13] [15]

Rozlišení (DPI)	Typ skenovaných dat
800-1000	Linie se šířkou menší než 0,01 mm
500-600	Liniové objekty (řeky, silnice)
400-500	Liniové objekty (druh půdy, vegetace)
300-400	Mapy na papírovém podkladu
200-300	Černobílá fotografie
180-200	Barevné fotografie

Tabulka 1 - Rozlišení u různých typů skenování [18]

### 3.4.2 Atributová data pro geografickou databázi

#### Manuální

Jedná se o nejčastější způsob zadávání atributových dat. Atributová data se zadávají ručně pomocí klávesnice. Tento způsob nevyžaduje vysoký výpočetní výkon a postačí jednoduchý hardware. U tohoto způsobu zadávání dat může nastat problém s doménovou integritou, která je ale většinou kontrolována během zadávání. Atributová data se poté pomocí unikátního identifikátoru navazují na prostorovou část. Během ručního zadávání může vzniknout problém se správností zadávaných údajů. Pro kontrolu se používají dvě metody kontroly:

- Single Key Data Entry – operátor A zadává atributová data a operátor B kontroluje zadaná data. Jedná se o metodu, která se používá u projektů, které jsou limitovány časově a finančně. Tato metoda je vhodná pouze pro malé projekty.
- Double Key Data Entry – operátor A a zároveň operátor B zadávají stejná atributová data. Po ukončení zadávání den se v počítači jednotlivá data mezi sebou porovnávají. Pokud se najdou rozdílná data, tyto data se znovu porovnávají a opraví se

chyba. Metoda je vhodná pro větší projekty, u kterých je klíčové správnost zadaných údajů. [13] [14]

### **Skenování**

Naskenované dokumenty, které obsahují potřebné atributy jsou poté rozpoznávány pomocí softwaru na rozpoznání textu. Jedná se o poměrně rychlou metodu, ale metoda jde použít ve většině případů pouze na text, který je tištěný nebo napsaný na psacím stroji. Po převodu textu je následně nutné kontrola naskenovaného obrazu s originálem. Kontrola zde probíhá stejně jako u manuálního způsobu zadávání dat. [13] [14]

### **Převod z externích digitálních zdrojů**

Dochází k načítání atributových údajů z digitálních zdrojů. I když se může zdát, že tento způsob je jednoduchý a rychlý, můžeme narazit na některé odlišnosti. [15]

Musíme si dát pozor zejména na:

- Formát souboru – možnost import, popřípadě využít konverzní program
- Přenosové médium – Flash Disk, externí hardisk, optický datový nosič
- Obsah dat – zkontrolovat, zda data obsahují požadovaná data
- Měřítko a přesnost – požadované měřítko a přesnost
- Časový interval – jaký časový interval je v datech obsažen
- Souřadnicový systém – o jaký se jedná typ souřadnicového systému
- Kompatibilita – převod z CAD do GIS, popřípadě GIS do GIS

#### **3.4.3 Chybovost dat**

Během zadávání dat do systému, není možné zabezpečit, aby zadávaná data byla 100 % správná.

Proto se během zadávání můžeme setkat s některými chybami popsané níže:

- Nekompletnost dat – data neobsahují body, linie, polygony
- Chybné umístění prostorových dat – malá přesnost při digitalizaci, špatná kvalita
- Zkreslení prostorových dat – nepřesnost vstupních analogových dat, deformace podkladových dat
- Špatné vazby mezi prostorovými a atributovými daty
- Nekompletní a chybné atributy – pořizování atributů z více zdrojů

Samotné odhalení chyby je velice složitá operace. Data můžeme zkontrolovat vizuálně nebo vytvořením topologie a následně využít topologické čištění dat. GIS umožňuje procházet místa, kde se mohla vyskytnout chyba a uživatelé umožní tuto chybu opravit. [15]

### **Metadata**

Jedná se o informace, které popisují obsah dat a kde se nacházejí. Jedná se o důležité informace z hlediska zpracování několika druhů dat či velkými objemy dat. Metadata slouží k lepší organizaci a přehledu dat. [5] [15]

Metadata obsahují tyto informace:

- Jaký je obsah dat
- Rozlišení
- Formát dat
- Datum pořízení dat
- Kontakt na pořizovatele a správce



## 4 Vlastní práce

Před samotnou koupí elektromobilu by si budoucí majitel měl nejprve zjistit dostupnost dobíjecích stanic, popřípadě možnost instalace dobíjecí stanice v místě bydliště, popřípadě v místě pracoviště. V dnešní době už není žádné překvapení, že majitelé elektromobilů mají doma možnost rychlého dobíjení z dobíjecí stanice, kterou si pořídili v kooperaci v poskytovatelem elektrické energie a samotné automobilky. Dobíjecí stanice umístěna doma, může značně urychlit dobíjení elektromobilu a zároveň změna tarifu u svého poskytovatele elektrické energie značně zlevnit cenu za 1 kWh.

Samotná změna smlouvy neboli převod na nižší tarif, který slouží speciálně pro majitele elektromobilu není nikterak dlouhá či finančně náročná. Nejdelší a zároveň nejdražší položka je samotná dobíjecí stanice a její instalace. Instalace musí být provedena profesionálem. Wallbox neboli domácí dobíjecí stanice slouží pro dobíjení elektromobilu doma nebo v práci, eventuálně na jiném místě. Cena Wallboxu začíná na 10 000 Kč s DPH. Wallbox je napojený do elektrické sítě, kde čerpá energii od dodavatele elektrické energie nebo z baterií, které jsou napojeny na alternativní zdroje energie.

Vybudování veřejné dobíjecí stanice je náročné jak časově, tak i finančně. Je potřeba před samotnou realizací určit vhodné místo pro vybudování a zajistit si potřebná stavební povolení. Dále je zapotřebí i uzemní povolení, které zajišťuje každý stavební úřad sám. Nejčastěji se dobíjecí stanice vyskytují u obchodních centrech, hotelů, restaurací či jiných provozoven s volnočasovými aktivitami.

### 4.1 Dobíjecí stanice

V ČR se nachází několik provozovatelů dobíjecích stanic, kteří nabízejí možnost si dobít elektromobil. Velmi často se jedná o dobíjecí stanice, které patří poskytovatelům elektrické energie. Můžeme ale také narazit na dobíjecí stanice, které patří různým prodejním řetězcům. Nesmíme také opomenout provozovatele ubytovacích zařízení, kteří velmi často nabízejí dobíjení elektromobilu zdarma v rámci služeb pro zákazníky. Další poskytovatelé mohou být firmy, které nabízejí dobítí zdarma pro své zaměstnance.

#### **4.1.1 Typy dobíjecích stanic**

I když se v ČR nachází přes 700 dobíjecích stanic, pouze přibližně 400 dobíjecích stanic jsou veřejné. Ostatní dobíjecí stanice jsou soukromé a mohou je využívat pouze v případě návštěvy ubytovacího zařízení, stravovacího zařízení nebo volnočasového zařízení. Některé dobíjecí stanice je dále možné využívat pouze po předchozí domluvě s majitelem. Další dobíjecí stanice patří pouze firmám a poskytují možnost dobíjení pouze svým zaměstnancům. I když se počet dobíjecích stanic může zdát dostatečný, tak poskytovatelé dobíjecích stanic neustále rozšiřují síť dobíjecích stanic a zároveň se snaží navyšovat počet rychlých dobíjecích stanic. Na dobíjecích stanicích ve většině případů můžeme narazit na označení AC a DC. Toto označení může usnadnit volbu při dobíjení.

- AC – označuje střídavý proud
- DC – označuje stejnosměrný proud

#### **Standardní dobíjecí stanice**

Jedná se o nejčastější se vyskytující dobíjecí stanici v ČR. Nejsou náročné na stávající infrastrukturu, a tudíž není zapotřebí velké investice. Můžeme říct, že jí lze umístit prakticky kdekoliv. Tento typ dobíjecích stanic většinou nemají kabel, pomocí kterého lze nabíjet elektromobil. To ale není překážka, protože většina automobilek dodává ke svým elektromobilům zpravidla jeden a v některých případech i dva kabely. Standardní dobíjecí stanice se nacházejí převážně tam, kde se očekává, že majitel elektromobilu stráví více času a netlačí ho čas. Může se jednat o obchodní centra, restaurace, hotely, popřípadě kdekoliv, kde se obecně tráví více času. Další výhodou je šetrnější dobíjení baterie v elektromobilu, kdy dochází k menšímu zahřívání než u rychlonabíjecí stanice a tím pádem je delší životnost baterie. Zároveň ne každý elektromobil dokáže využít potenciál rychlonabíjecí stanice nebo i standardní stanice. U mnohých elektromobilů se nachází palubní nabíječka pouze 3,6 kW u starších elektromobilů nebo 7 kW u novějších. Samotná Tesla nabízí u svých elektromobilů 17 kW. Konektor u standardní dobíjecí stanice je Type 2 neboli Mennekes. Dobíjecí výkon stanice se pohybuje od 7 kW až po 22 kW. U elektromobilu, který má kapacitu baterie 40 kW trvá nabíjení z 0 % do 100 % přibližně 5 hodin.

## **Rychlobíjící stanice**






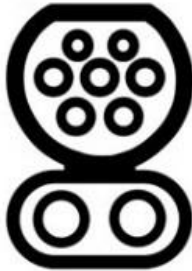
Rychlobíjící stanice umožňuje nabíjet elektromobily stejnosměrným proudem. Tím se zkracuje doba nabíjení a dobíjecí stanice může obsloužit více majitelů elektromobilů. Výkon stanice je přibližně 50 kW. Dobíjení elektromobilu, který má kapacitu baterie 40 kWh by nabíjení z 0 % do 100 % trvalo přibližně 1 hodinu. Kvůli vysokému proudu oproti standardním dobíjecím stanicím se zde nachází neodnímatelný kabel. Konektor tohoto kabelu je CHAdeMO nebo CCS Combo. Dále můžeme u rychlobíjící stanice najít možnost zapojení do zástrčky s výkonem 22 kW. Pro tuto možnost je zapotřebí vlastnit příslušný kabel. Firmy se postupně zaměřují na výstavbu rychlobíjících stanic, aby docílili většího komfortu při nabíjení elektromobilů. I když je výstavba takové stanice náročnější kvůli robustnější infrastruktuře rozvodů elektrické sítě a finančně se jedná o nákladnou položku, firmy mohou díky tomu získat nové zákazníky, kteří dávají přednost právě rychlobíjení oproti standardnímu nabíjení.

## **Ultrarychlá dobíjecí stanice**

První ultrarychlá dobíjecí stanice se vybuďovala v ČR v srpnu roku 2019 a to firmou E.ON. Lze jí najít u Humpolce vedle dálnice. Ultrarychlá dobíjecí stanice disponuje výkonem 175 Kw. Plný potenciál této nabíječky dokáže využít pouze Tesla nebo Audi e-tron. Nabití z 10 % na 80 % u těchto dvou elektromobilů trvá přibližně 25 minut. V ČR můžeme najít 4 ultrarychlé dobíjecí stanice. Jednu v Berouně, kterou spravuje firma Ionity, dále již zmiňovanou u Humpolce, kterou spravuje E.ON a dvě v Praze pod firmou PRE a ČEZ. Cena jedné takové ultrarychlé dobíjecí stanice přesahuje cenu tří milionů korun. Dále je nutné najít vhodnou lokalitu a zajistit potřebnou infrastrukturu. Zájem o tyto ultrarychlé dobíjecí stanice není příliš velký, a to zejména kvůli nemožnosti využít potenciální výkon dobíjecí stanice.

## **Konektory**

Nejčastějším typem konektoru v ČR je Typ 2 (Mennekes). Následně CHAdeMO, obyčejná zásuvka a CCS.

Střídavý proud AC	Stejnoseměrný proud DC	Kombinovaný (CSS)
Typ 1 Yazaki (Japonsko/USA) 	CHAdeMO (Japonsko/USA) 	Typ 1 CSS (Japonsko/USA) 
Typ 2 Mennekes (Evropa) 	Tesla Supercharger (Japonsko/USA) 	Typ 2 CSS (Evropa) 

Obrázek 5 - Nejpoužívanější typy konektorů pro nabíjení elektromobilů [20]

#### 4.1.2 Provozovatelé dobíjecích stanic

Mezi největší poskytovatele dobíjecích stanic patří ČEZ, E.ON, PRE a Tesla. Na území ČR můžeme dále využít Ionity, soukromé provozovatele, jakými mohou být firmy, poskytovatelé ubytovacích, stravovacích a relaxačních zařízení.

#### ČEZ

Firma patří mezi největší výrobce elektrické energie v ČR. Díky této pozici mohla nabídnout možnost nabíjení pro elektromobily. Nejdříve je ovšem nutná registrace a zaplacení poplatku. Poté zákazník obdrží čip, který umožní nabíjet na dobíjecích stanicích, které spravuje tato firma. V roce 2012 poplatek činil 100 Kč za měsíc a v roce 2013 poplatek činil 150 Kč. Dnes poplatek činí 545 Kč (450 Kč bez DPH) za měsíc. Poplatek zahrnuje neomezené čerpání elektrické energie z dobíjecích stanic. Dá se tedy očekávat, že v budoucnu se měsíční poplatek bude nadále zvyšovat. Nevýhodou je také povinnost vlastnit čip, který umožňuje nabíjet elektromobil. Tento provozovatel ovšem

nabízí opravdu bohatou síť dobíjecích stanic a v dalších letech plánuje další výstavby. V ČR má ČEZ přes 130 rychlých dobíjecích stanic a 60 pomalých.

## **PRE**

Pražská energetika nabízí po ČR kolem 70 stanice a z toho pouze 5 stanic slouží pro rychlé nabíjení. I přesto patří PRE mezi hlavní poskytovatele dobíjecích stanic. Firma také uvádí, že elektřina, která se využívá při nabíjení elektromobilů z dobíjecích stanic PREpoint pochází z obnovitelných zdrojů elektrické energie. Pro využití dobíjecích stanic od poskytovatele PRE je nutné uzavřít s firmou smlouvu a na základě této smlouvy majitel elektromobilu obdrží čip. Čip slouží k zahájení nabíjení elektromobilu. PRE už nenabízí tarif, kdy uživatel čipu platil měsíčně fixní částku a mohl neomezeně nabíjet. Jedinou fixní částkou zůstává kvartální poplatek, který činí 37 Kč s DPH a následně každá 1 kWh za 3 Kč s DPH. Jelikož se firma potýkala s problémy, kdy majitelé elektromobilů blokovali dobíjecí stanici celý den, musela firma přijít s řešením, kdy po 2 hodinách je každá minuta nad tento vymezený časový rozsah zpoplatněna 0,30 Kč s DPH. Tím donutí majitelé elektromobilů, aby vůz přeparkovali a neblokovali ostatním dobíjecí stanici.

## **E.ON**

Jedná se o firmu, která zastává v Evropě jednu z prvních příček poskytování služeb. Díky svému postavení může budovat své dobíjecí stanice po celé Evropě. V ČR má 40 dobíjecích stanic. V letošním roce 2020 firma plánuje rozšířit počet dobíjecích stanic o 29. Největší počet dobíjecích stanic se nachází u Humpolce, kde se může najednou nabít až 6 elektromobilů. Jedná se poměrně o dost využívané dobíjecí stanice z důvodu sdílení dalších 6 dobíjecích stanic pod značkou Tesla.

Ceny za dobíjení se určují dle toho, zda je uživatel registrován nebo ne. Dále záleží, jestli uživatel využívá rychlonabíjení nebo standardní. I přes to se dají v ČR najít dobíjecí stanice, kde uživatel nemusí platit. Týká se to převážně obchodních center, kde se nachází obchod Globus.

## **Tesla**

V ČR se nachází pouze 4 dobíjecí stanice, které spravuje samotná Tesla. Najdeme zde ovšem také Destination Charger neboli dobíjení v cíli. Jedná se o dobíjecí stanice,

kteře jsou instalovány u hotelů, nákupních center, různých rezortů a restaurací. Jedná se tedy o službu, kterou nabízí výše zmiňované podniky. Nevýhoda takového řešení může být dostupnost nabíjecích míst. Většinou Destination Chargers mohou obsloužit 1-2 elektromobily. Naproti tomu Supercharger může v ČR obsloužit 6-8 elektromobilů. Největší Supercharger na světě se nachází v USA ve státě Kalifornie ve městě Kettleman City. V jednu chvíli se zde může nabíjet až 40 elektromobilů.

Největší výhodou, vlastnictví Tesly je právě nabíjení zdarma. Tato možnost, ale pro nové zákazníky už neplatí a s koupí nového vozu zákazník dostane zdarma kredity, které odpovídají zhruba ujeté vzdálenosti 1600 km. Tyto kredity zákazník obdrží každý rok po celou dobu vlastnictví elektromobilu. Toto rozhodnutí ovšem zpomalilo prodeje elektromobilů, a proto automobilka občas nabízí možnost získat nabíjení zdarma pro nové majitele elektromobilu nebo kredity zdarma, pokud uživatel doporučí elektromobil ke koupi a následně je koupě automobilu dokončena.

### **Ostatní**

Výše zmíněný provozovatelé ovšem nejsou zdaleka všichni poskytovatelé dobíjecích stanic v ČR. Najdeme jich daleko více, a to zejména velká obchodní centra či prodejní řetězce. Výhodou provozování takovéto stanice je spíše pro marketingovou kampaň, kdy se o otevření či vybudování takovéto stanice píše. Většinou dojde k otevření maximálně do 4 míst pro nabíjení elektromobilu. Pokud vezmeme v potaz parkoviště, kde je možné zaparkovat stovky automobilů, je takové číslo zanedbatelné. Další problém se mohou jevit samotní majitelé automobilů, které parkují na vyhrazených parkovacích místech pro elektromobilu. Je to zejména kvůli tomu, že tyto místa se nachází blízko vstupním dveřím. Výhodou může být ten fakt, že většinou tato dobíjecí stanice nejsou zpoplatněná. Nevýhodou je ale pouze pomalá dobíjecí stanice.

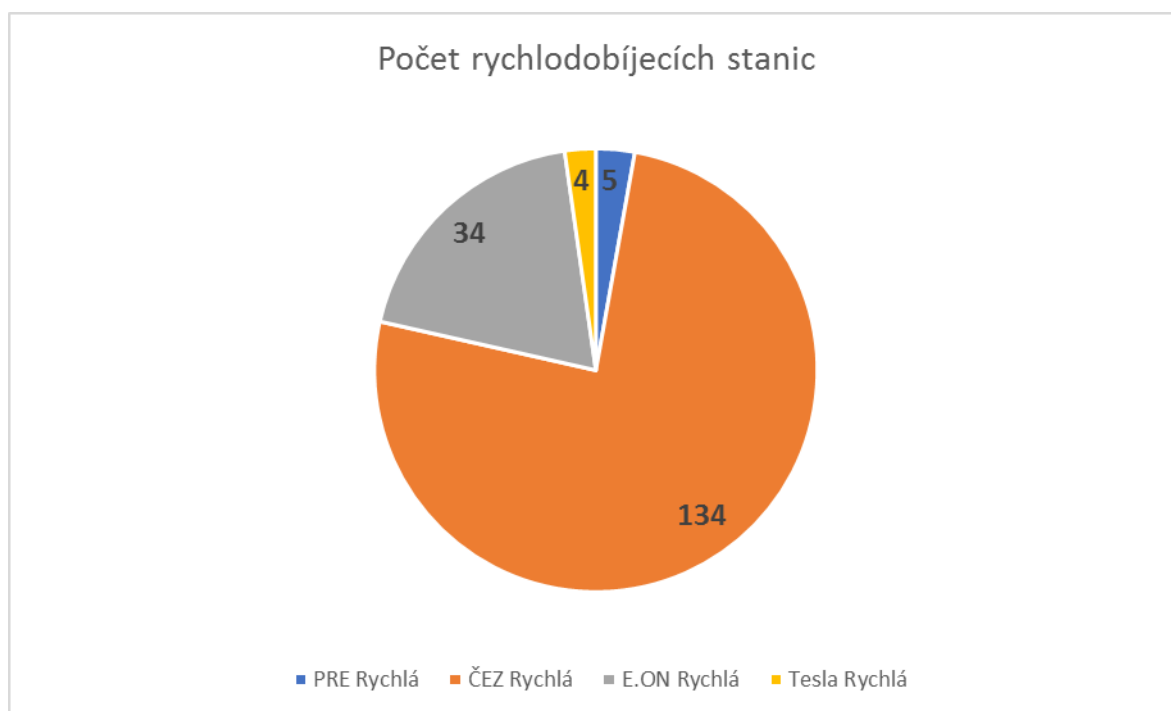
V USA se dále majitelé elektromobilů potýkají problémy s bezohlednými majiteli automobilů, většinou se jedná o velký pickupy, kteří záměrně blokují parkovací místa pro elektromobily. Další nevýhodou je poměrně velké množství nabíjecích konektorů, kde majitelé elektromobilů musí většinou koupit různé redukce. Ovšem při používání neoriginální redukce, může dojít k poškození nabíjecí stanice. Doba pro opravu takové stanice může trvat i týden a nemožnost využití.

## Ceny u jednotlivých poskytovatelů

Firma	Rychlost	Počet	Konektor	Cena Kč s DPH/ 1 kWh
PRE	Standardní	61	Typ 2 (Mennekes)	3,03
	Rychlá	5	Typ 2 (Mennekes), CHAdeMO, CCS	3,03
ČEZ	Standardní	57	Typ 2 (Mennekes)	dle tarifu
	Rychlá	134	Typ 2 (Mennekes), CHAdeMO, CCS	dle tarifu
E.ON	Standardní	10	Typ 2 (Mennekes)	0-9 / dle lokality
	Rychlý	34	Typ 2 (Mennekes), CHAdeMO, CCS	0-13 / dle lokality
Tesla	Standardní	76	Typ 2 (Mennekes)	dle majitele
	Rychlý	4	Supercharger, Mennekes	6,3 / zdarma

Tabulka 2 - Ceny jednotlivých firem [autor]

Nejvyšší podíl rychlodobíjecích stanic má firma ČEZ, která vlastní 75,71 % rychlých dobíjecích stanic v ČR. Následuje E.ON s 19,21 %. Poté následuje PRE s 2,82 % a Tesla s 2,26 %.



Obrázek 6 - Počet rychlodobíjecích stanic v ČR k lednu 2020 [autor]

**PRE** – kromě ceny za odebraný kWh dále zákazník platí kvartálně cenu 36,30 Kč za vlastnictví karty. Dále si zákazník připlatí, pokud na místě pro dobíjení elektromobilů překročí vymezený čas 120 minut. Po překročení této doby si firma účtuje poplatek 0,24 Kč za každou minutu. Na některých stanicích se možná využít jednorázové nabíjení kde se cena odvíjí od typu konektoru.

<b>Typ dobíjení</b>	<b>Kč / 30 min s DPH</b>	<b>Kč / 1 hod s DPH</b>	<b>Kč / 2 hod s DPH</b>	<b>Kč / 3 hod s DPH</b>
Mennekes	x	60	120	180
CHAdeMO	100	200	400	x
CSS	100	200	400	x

**Tabulka 3 - Podrobnější ceník nabíjení PRE [22]**

**ČEZ** – od března 2020 začal platit nový ceník, kde si zákazník může vybrat ze široké nabídky tarifů. Dále může využít jednorázového nabíjení, které je zpoplatněno dle rychlosti dobíjecí stanice.

<b>Typ tarifu</b>	<b>Měsíční platba Kč s DPH</b>	<b>Cena Kč s DPH / 1 kWh</b>	<b>Předplacená spotřeba kWh</b>
TAXI	1 750	3,5	500
Obchodní cestující	550	4,5	122
Víkendový řidič	200	5,5	36
„Pay as you go“	0	7,5	0

**Tabulka 4 - Podrobnější ceník nabíjení ČEZ [20]**

Pro zákazníky, kteří nemají smlouvu s firmou ČEZ mohou využít ceník jednorázového nabíjení. Na standardních stanicích cena činí 1,8 Kč s DPH za 1 kWh a u rychlodobíjecích stanic je cena 9 Kč s DPH za 1 kWh. Dále je zde poplatek 2 Kč za minutu, pokud je elektromobil nabitý a blokuje dobíjecí stanici.

## **E.ON**

Firma umožňuje zákazníkům nabíjet elektromobily bez měsíčního paušálu a registrace je zdarma. Zákazník tedy platí pouze za odebranou elektřinu z dobíjecí stanice. Bohužel ceny za odebrané kWh se liší dle lokalit. U některých obchodních centrech lze nabíjet elektromobil zdarma, a to převážně u těch, kde se nachází řetězec Globus.

<b>Typ dobíjení</b>	<b>Cena pro registrovaného zákazníka Kč s DPH/1 kWh</b>	<b>Cena pro neregistrovaného zákazníka Kč s DPH/1 kWh</b>
Standardní	0–9 (dle lokality)	0–9 (dle lokality)
Rychlý	0–11 (dle lokality)	0–13 (dle lokality)

**Tabulka 5 - Podrobnější ceník nabíjení E.ON [21]**



Nejčastěji registrovaný zákazník narazí na zpoplatnění 3 Kč za 1 kWh při využití standardní a 6 Kč za 1 kWh při využití rychlé dobíjecí stanice. U neregistrovaného zákazníka to je 9 Kč za 1 kWh při využití standardní a 11 Kč za 1 kWh při využití rychlé dobíjecí stanice.

## **Tesla**

U Tesla Destination Charger závisí platba na majiteli dobíjecí stanice. Většinou se tyto stanice nacházejí u stravovacích, relaxačních a ubytovacích zařízení a pro zákazníky daného typu zařízení je nabíjení elektromobilu zdarma. U Tesla Supercharger závisí na elektromobilu, jestli spadá pod nabíjení zdarma či nikoliv. Pokud si majitel zakoupí Tesla Model S nebo Tesla Model X přes oficiální prodejnu v Praze, tak obdrží bezplatné neomezené nabíjení u stanic Supercharger. Majitelé Tesla Model 3 musí za toto nabíjení zaplatit. Cena za 1 kWh je 6,3 Kč s DPH.

## **4.2 Výrobci elektromobilů**

Během posledních let elektromobilový průmysl zažívá doslova raketový růst. Může za to především Tesla se svým nejznámějším modelem Tesla Model S. To ale neznamená, že Tesla byla první elektromobil na světě. Historie elektromobility sahá až do roku 1881. Nejednalo se přímo o elektromobil, ale o tříkolový bicykl, který vynalezl Gustave Pierre Trouvé. Nebo také známý vynálezce Thomas Edison, který také postavil elektromobil. Důvodem, proč se nepodařilo už dříve prosadit elektromobily byla vysoká pořizovací cena, která byla dvojnásobná. Dále byl problém specifikace elektromobilů. Dojezd, který činil pouze 50 km a maximální rychlost, která byla 24 km/h. A nesmíme také zapomenout na dobu dobíjení. Když došlo na porovnání s automobilem, který měl benzínový motor, tak elektromobil měl pouze nevýhody.

Hlavním důvodem, proč se většina výrobců automobilů snaží zaměřovat na vývoj a výrobu elektromobilů je zejména snížení závislosti na ropě. Nelze přesně určit, na kolik desítek let nebo dokonce stovky let nám ropa vydrží, protože těžbařské firmy o takové informacích mlčí. I když se nachází pořád a pořád nová naleziště, tak jednoho dne dojde k vyčerpání ropy, a proto je nutná hledat alternativní zdroje. Ropa se ovšem nepoužívá pouze jako pohon pro automobily, ale také se z ní vyrábí plasty, hnojiva, pesticidy či dokonce některé léky. Je proto nutné, najít alternativní zdroj pro pohon automobilu. Pokud

bychom hovořili o elektřině, tak na její výrobu můžeme využít obnovitelné zdroje např. sluneční energii, vodní energii, větrnou energii, geotermální energii či biopaliva.

## **Tesla**

Mezi nejznámější výrobce elektromobilů patří Tesla. Dalo by se říci, že je Tesla synonymem pro elektromobil. I když se jedná o poměrně novou značku, bez zkušeností s výrobou automobilů nebo elektromobilů, tak Tesla dokázala se svým elektromobilem dobýt svět, a to zejména Spojené státy americké. Může za to především ten fakt, že Tesla dokázala nabídnout schopný elektromobil, který měl dostatečný dojezd a jeho cena se dala porovnat s prémiovými automobily německých značek. Další lákadlo bylo dobíjení zdarma na dobíjecích stanicích, které vybudovala právě Tesla.

První elektromobil od automobilky Tesla, který byl sériově vyráběn byl Tesla Roadster. Jednalo se o sportovní vůz, který měl dojezd až 400 km dle starého měření EPA. Mezi obdobími 2008 až 2012 firma dodala zákazníkům přes 2250 vozů. V listopadu 2017 automobilka představila druhou generaci Tesla Roadster, který bude nabízet 200 kWh baterii a nabídne dojezd až 1000 km.

Tesla Model S je druhým elektromobilem automobilky Tesla. První verze elektromobilu nabízela 40 kWh baterii, která dle EPA nabízela dojezd až 224 km. Později se automobilka rozhodla navýšit kapacitu baterii až na 100 kWh, která nabízí dojezd dle WLTP až 610 km. Automobilka se dále rozhodla nabízet model pouze s pohonem všech čtyř kol, aby usnadnila samotnou výrobu elektromobilu.

Později Tesla nabídla i rodinný elektromobil Tesla Model X a cenově dostupnější variantu Tesla Model 3. Tesla Model X je prozatím největším elektromobilem od automobilky, co se týče počtu sedadel. I když Tesla Model X nemá typické poznávací znamení, co se týče SUV, tak samotná automobilka uvádí, že se jedná o nejrychlejší zrychlující SUV na světě. Dojezd elektromobilu činí dle WLTP až 507 km a díky tomu se jedná o SUV, které má nejdelší možnou dojezdovou vzdálenost na trhu.

Nejmenší elektromobil od Tesly je Tesla Model 3, který je jako jediný s možností výběru hnací soupravy kol. Zákazník si může vybrat pohon zadních kol nebo pohon všech kol jako u výše zmíněných modelů. Nejdelší vzdálenost nabídne verze s pohonem čtyř kol, který dle WLTP činí 560 km.

Tesla v roce 2019 představila také elektrický pick up, který nese název Cybertruck. Jeho vzhled je futuristický a počet rezervací překročil 250 000. Pro rezervaci je nutné složit vratnou zálohu, která činí pouze 100 \$. Je tedy dosti pravděpodobné, že reálný počet objednávek se bude blížit s datem prodeje elektromobilu snižovat. První vozy by měli opustit výrobní linku ke konci roku 2021.

## **Toyota**

Nejznámějším modelem této značky, pokud budeme brát pouze automobily, které mají nízkou spotřebu je Toyota Prius. I když se nejedná čistě o elektromobil, tak si dokázal ve světě vybudovat jméno, a to díky hybridnímu pohonu, který dokázal snížit kombinovanou spotřebu rodinného vozu na 3,9 l/100 km. První sériová verze vozu se objevila v roce 1997. Vůz disponoval benzínovým motorem, elektromotorem a baterií. Mechanika spočívala ve vypínání benzínového motoru a využíváním elektromotoru, který využíval energii z baterií. Baterie se nabíjeli během jízdy například při jízdě z kopce nebo při brždění. Pokud automobil jezdil po městě a jeho řidič nepotřeboval rychle akcelarovat, tak se využíval pouze elektromotor. Následně při nedostatku energie v bateriích došlo ke sepnutí benzínového motoru a baterie se začali dobíjet. I když se v té době nejednalo o čistý elektromobil, je nutné takový automobil neopomenout, a to z důvodu jeho ekologičtější variantě automobilu. Ke konci roku 2019 Toyota nenabízí elektromobil. Ve svém portfoliu má z hlediska ekologického pouze hybridní verze automobilů.

## **Volkswagen**

První produkční verze elektromobilu od automobilky Volkswagen bylo malé městské vozidlo E-UP, které vycházelo přímo z modelu UP. Dojezd první generace elektromobilu se pohyboval kolem 160 km. Jelikož se jednalo o městské vozidlo, tak zmiňovaný dojezd byl zcela dostačující. Druhá generace elektromobilu, která byla představena v polovině roku 2019 nabídne dojezd až 260 km. Může za to především větší baterie, která činí 32 kWh. Předěšlá verze elektromobilu nabídla pouze 18 kWh baterii.

Dalším elektromobilem od automobilky Volkswagen je E-Golf, který vychází z legendárního automobilu Golf, který v roce 2019 oslavil 45 let své existence. První generace elektrického Golfu nabídla dojezd 190 km dle evropského měření. Baterie v první

generaci elektromobilu měla kapacitu 24,4 kWh. Druhá generace nabídne 35,4 kWh baterii a dojezd elektromobilu až 231 km dle WLTP.

Do budoucnosti se s třetí generací elektrického Golfu nepočítá. Model bude nahrazen novým modelem Volkswagen ID.3. S provedením 58 kWh baterii elektromobil nabídne dle WLTP dojezd až 420 km a u verze s nejvyšší možnou kapacitou 77 kWh dojezd dle WLTP až 550 km. Nejnižší kapacita baterie 45 kWh nabízí dojezd až 330 km. Jedná se tedy o značný pokrok, kterého Volkswagen docílil.

Automobilka kromě elektromobilů, také nabízí plug-in hybridní modely. Golf GTE a Passate GTE. Tyto modely disponují elektromotorem a benzínovým motorem.

## **Nissan**

Nissan Leaf je první elektromobil, který dosáhl celosvětové popularity a v lednu roku 2020 se celosvětově prodalo přes 450 000 ks toho elektromobilu od Nissanu. Jedná se tedy o první elektromobil, který překročil tuto hranici. První generace Nissan Leaf se začala prodávat od roku 2010 a získala mnoho ocenění jakými jsou Evropské auto roku, Světové auto roku, Japonské auto roku. Druhá generace Nissan Leaf nabízí 40 kWh což znamená dojezd dle WLTP až 270 Km a Nissan Leaf e+, který nabídne 62 kWh baterii neboli dojezd až 385 Km.

Nissan jako jeden z mála výrobců automobilů nabízí také elektrickou dodávku Nissan e-NV200 EVALIA, která slouží k přepravě až sedmi osob. Kapacita baterie je 40 kWh a díky tomu je dojezd elektromobilu 200 km až 301 Km.

Automobilka plánuje do roku 2020 představit 8 nových elektromobilů, které by pomohli získat větší podíl na trhu s elektromobily.

Jako jeden z mála výrobců elektromobilů automobilka využívá použité baterie svých starých vozů jako zdroj pro osvětlení pouličních lamp. Lampa má výšku 4,2 metrů a na vrcholu lampy se nachází solární panel, který ukládá elektrickou energii do staré baterie od elektromobilu. Samotná baterie se nachází v těle lampy a není připojena na síť elektrické energie. Lampy jsou tedy nezávislé a dokáží svítit při zemětřeseních či jiných katastrofických událostí. Podobné využití starých baterií přináší ve spolupráci BMW a Renault. Baterie jsou spojovány do bloků, které potom slouží jako záložní zdroj energie pro města či továrny.

## **BMW**

Německá automobilka začala v roce 2013 vyrábět svůj elektromobil BMW i3. Jedná se o elektromobil, který se prodával jako čistě elektrický automobil nebo jako elektromobil s benzínovým motorem, který vyráběl pro elektromobil energii, která se ukládala do baterie pod vozem. Díky této kombinaci automobil dokázal ujet vzdálenost až 240 km dle EPA. Později docházeli ke zvětšení baterií a následně odebrání benzínového motoru, aby se jednalo o čistý elektromobil. BMW i3 disponuje baterií o kapacitě 42 kWh a dojezd dle WLTP až 250 km. Dále je tu sportovnější verze BMW i3s, která má stejnou kapacitu baterie a dojezd dle WLTP je 285 km.

## **Hyundai**

Hyundai Ioniq je prvním elektromobilem značky Hyundai, který se představil v roce 2016 jako elektromobil. Dále se nabízí jako hybridní verze nebo plug-in hybrid. První verze elektromobilu měla kapacitu baterie 28 kWh a nabízela dojezd dle EPA až 200 km. Hyundai Ioniq disponuje kapacitou baterie 38,3 kWh a dojezdem dle WLTP až 311 km.

Automobilka také nabízí elektrické SUV, a to Hyundai Kona. Elektromobil vzniknul ve spojení sil automobilky Hyundai a Kia. Elektromobil Hyundai Kona má kapacitu baterie 64 kWh a dojezd až 449 km dle WLTP. Levnější verze Hyundai Kona disponuje baterií o kapacitě 39,2 kWh a dojezd dle WLTP až 289 km.

## **Kia**

Jihokorejská automobilka se snaží také získat svůj podíl na trhu s elektromobily a první elektromobil byl Kia e-Soul. První generace se vyráběla od roku 2014. První generace nabízela kapacitu baterií 30,5 kWh a dojezd dle EPA až 150 km. Později došlo k vylepšení kapacity baterií a nabízela dojezd až 182 km dle EPA. Pro rok 2020 se chystá druhá generace tohoto automobilu, který nabídne dojezd až 452 km dle WLTP, a to díky baterií o kapacitě 64 kWh.

Dalším elektrifikovaným vozem značky Kia je e-Niro. Je to zcela nové vozidlo, které vzniklo na základě spolupráce Hyundai a Kia. Od roku 2018 se elektromobil prodává po celém světě a nabízí se se dvěma verzemi kapacity baterií. Nejkratší vzdálenost ujetí až 289 km dle WLTP nabídne kapacita baterie 39,2 kWh. Nejdelší dojezd nabídne baterie o kapacitě 64 kWh a to až 455 km dle WLTP. Vůz se může dobíjet pomocí stejnosměrného

proudu o výkonu 100 kWh. TO umožní uživateli elektromobilu nabít svůj elektromobil z 20 % na 80 % za 42 minut.

### **Ostatní**

Ostatní automobilky se snaží uzmout svůj podíl už na tak dosti přeplněném trhu s osobními automobily a kategorie elektromobil je pro většinu automobilek zcela nová. Proto se různé automobilky snaží spolupracovat a vyvíjet vhodné metody pro co nejefektivnější způsob výroby elektromobilu. Výše jsou pouze zmíněné elektromobily, které si na Evropském trhu vybudovali pověst. Pokud bychom se ale zaměřili především na Čínský trh, zjistili bychom, že z výše zmíněných elektromobilech se nachází pouze Tesla. Ostatní prodejní příčky zastávají především domácí značky SAIC, BAIC, GAC, BYD, GEELY.

V USA je nejprodávanější domácí značka Tesla a Nissan Leaf. Při pohledu na nejprodávanější elektromobily v USA nenarazíme na exotické značky. Většina elektromobilů, která se prodává v USA můžeme zakoupit i v České republice. Ovšem mezi nejprodávanějšími elektromobily v USA můžeme narazit na elektromobil Chevrolet Bolt. I tento vůz lze zakoupit v České republice pod názvem Opel Ampera-E.

#### **4.2.1 Dostupné osobní elektromobily v ČR**

V tabulce níže můžeme najít základní informace, které by měli zajímat potenciální kupce elektromobilu. Jedná se pouze o osobní elektromobily a nenajdeme zde elektrické dodávky. Najdeme zde název elektromobilu, kapacitu baterie, dojezd, konektor, cenu. V posledním sloupci se nachází poměr kupní cena s DPH / dojezd dle WLTP v km. Tento sloupec slouží pouze jako rychlá informace, kolik peněz stojí 1 km dojezdu.

<b>Elektromobil</b>	<b>Kapacita (kWh)</b>	<b>Dojezd km (WLTP)</b>	<b>Konektor</b>	<b>Cena s DPH</b>	<b>Poměr cena/dojezd</b>
Audi e-tron	95	433	Mennekes, CSS	2 122 900	4902,77
BMW i3	42,2	250	Mennekes, CSS	1 043 900	4175,60

BMW i3s	42,2	285	Mennekes, CSS	1 144 000	4014,04
Hyundai Ioniq Electric	38,3	311	Mennekes, CSS	899 990	2893,86
Hyundai Kona Electric	64	449	Mennekes, CSS	1 104 990	2461,00
Kia e-Soul	64	452	Mennekes, CSS	1 199 980	2654,82
Kia e-Niro	64	455	Mennekes, CSS	1 249 980	2747,21
Mercedes- Benz EQC	80	417	Mennekes, CSS	1 972 300	4729,74
Nissan Leaf	40	270	Mennekes, CHAdEMO	937 000	3470,37
Nissan Leaf e+	62	385	Mennekes, CHAdEMO	1 162 000	3018,18
Škoda Citigo e iV	36,8	252	Mennekes, CHAdEMO	479 900	1904,37
Tesla Model S	100	610	Supercharger, Mennekes	2 271 200	3723,28
Tesla Model 3	74	560	Supercharger, Mennekes, CSS	1 426 200	2546,79
Tesla Model X	100	507	Supercharger, Mennekes	2 458 200	4848,52
Volkswagen e-Golf	35,8	231	Mennekes, CSS	882 900	3822,08

**Tabulka 6 - Dostupné elektromobily v ČR k lednu 2020 [autor]**

Nejlépe je na tom Škoda Citigo e iV, u které stojí 1 km dojezdu 1904 Kč. Druhý v pořadí je Hyundai Kona Electric s 2461 Kč za 1 km dojezdu. Na třetím místě je Tesla Model 3, která i přes pořizovací cenu 1 426 200 Kč nabízí dojezd až 560 Km. Díky tomu 1 km dojezdu stojí 2547 Kč.

Tabulka by mohla být dále doplněna o další důležité informace, které by mohl budoucí majitel elektromobilu vyžadovat. Ať už to je počet míst ve vozidle, třída vozidla, záruka na vozidlo a samotnou baterii. Někteří majitelé si pořizují elektromobil kvůli jeho akceleraci, která je oproti benzínovému motoru či naftovému motoru okamžitá. Dále se jedná o komfort, který nabízí elektromobily, a to díky tomu, že disponují pouze jednostupňovou převodovkou. Nedochozí tedy k řazení a majitel nepocituje šubání vozu.

### **4.3 Vlastnosti elektromobilů**

Hlavním důvodem, proč se výrobci automobilů začali zaměřovat na elektromobily a investovat do nových technologií pro elektromobily je především snížit závislost lidstva na ropě. Jedná se o neobnovitelný zdroj a nikdo neví ani samotné těžbařské společnosti, kolik ložisek ropy lze ještě najít. Dalším důvodem je snížení CO<sub>2</sub>. I když se automobilky snaží vyvíjet ekologičtější motory s menší spotřebou a nižší tvorbou CO<sub>2</sub>, tak toto snažení je nedostatečné. Nesmíme také opomenout, že automobily nejsou jediným zdrojem vzniku CO<sub>2</sub>. Kromě automobilů produkuje CO<sub>2</sub> také továrny, lodní doprava, letecká doprava, kamionová doprava, ale také sopka. Nesmíme také opomenout fakt, že nejvíce CO<sub>2</sub> produkuje Čína, USA, Indie a Rusko.

#### **4.3.1 Výhody elektromobilů**

Hlavní výhoda vlastnictví elektromobilu je určitá nezávislost na ropě a při využívání elektrické energie z obnovitelných zdrojů, také k menšímu vyprodukování CO<sub>2</sub>. Elektromobil během své jízdy nevyprodukuje CO<sub>2</sub>, ale při výrobě baterií pro elektromobil se vyprodukuje až o 75 % více CO<sub>2</sub> než u automobilu s benzínovým motorem.

Mezi další výhody můžeme také zařadit možnost parkování v Praze na modrých a fialových zónách za poplatek, který činí za rok 100 Kč. O registraci mohou požádat i lidé, kteří mají bydliště mimo území Prahy.

Ve světě je také možnost využít dotaci, kterou poskytuje daný stát. V České republice se ale dotace týkají pouze firem nebo právnických osob. V roce 2020 se pravidla pro získání takovéto dotace zpřísní. Maximální cena elektromobilu nesmí překročit cenu 1 200 000 Kč bez DPH. O dotaci nemohou požádat firmy, které se zabývají komerční turistikou. Dále nebude možné pořídit elektromobil na leasing či ojetý elektromobil. Pokud by firma využila tuto dotaci na pořízení elektromobilu Škoda Citigo iV, které stojí



420 000 Kč s DPH by firma mohla získat dotaci kolem 120 000 Kč a tím by za elektromobil zaplatila pouze 230 000 Kč s DPH. Tato cena se přibližuje Škodě Citigo s benzínovým motorem. Stát si pro dotace vyčlenil 50 milionů korun.

#### **4.3.2 Nevýhody elektromobilů**

Při porovnání ceny elektromobilu s automobilem, který disponuje benzínovým nebo dieselovým motorem je pořizovací cena u elektromobilu dvakrát až třikrát větší než u automobilu se spalovacím či zážehovým motorem. Může za to především baterie, která činí jednu třetinu ceny elektromobilu u vozidla Chevrolet Bolt EV neboli v Evropě spíše známé pod jménem Opel Ampera-E. Cena baterie může ale také přesáhnout polovinu ceny elektromobilu jako je tomu například u elektromobilu Audi e-tron.

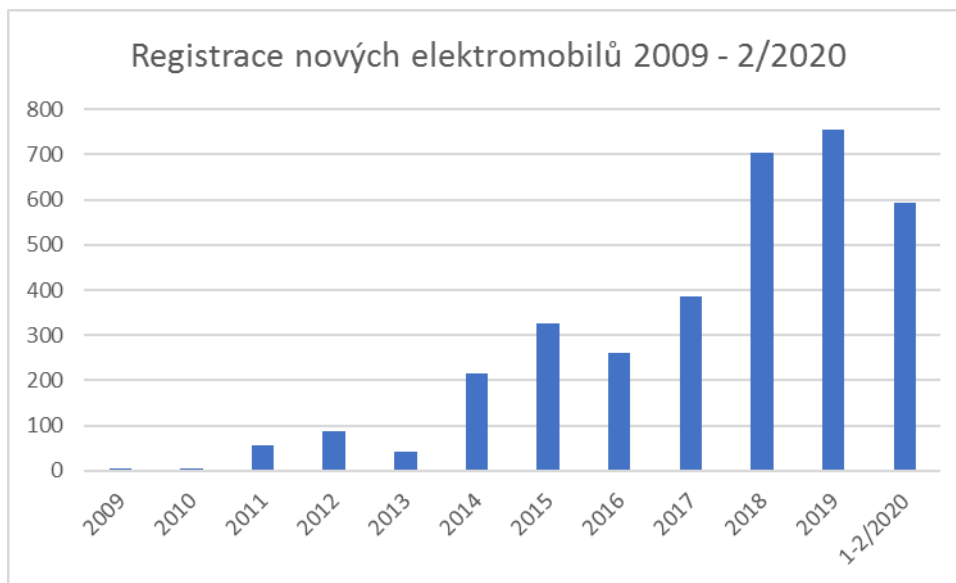
Mezi další nevýhody patří malý počet dobíjecích stanic. V České republice se nachází přes 700 dobíjecích stanic a počet čerpacích stanic je přes 4 000. V Evropské unii počet dobíjecích stanic překonal počet čerpacích stanic. Počet dobíjecích stanic je dostatek, ale doba nabíjení je delší. Při dobíjení elektromobilu z veřejné dobíjecí stanice člověk stráví 30 až 60 min. Pokud je vozidlo nabíjeno během nakupování, či během jiné činnosti, nejedná se pro majitele elektromobilu časovou ztrátu. Může ovšem nastat situace, kdy majitel elektromobilu cestuje na delší vzdálenost, která je větší než 250 km a pokud není elektromobil nabit na 100 % je nutné spojit cestu s nabíjením. Výjimkou může být vlastnictví elektromobilu s delším dojezdem nebo stylu řízení majitele elektromobilu.

#### **4.3.3 Registrace nových elektromobilů v ČR**

V ČR se nachází přes 3000 elektromobilů. Největší přírůstek nově registrovaných elektromobilů nastal v roce 2011, kdy oproti roku 2010 došlo k nárůstu o 833,33 %. Může za to především ten fakt, že v roce 2010 bylo nově zaregistrováno pouze 6 elektromobilů a následně v roce 2011 bylo registrováno nově 56 elektromobilů. Další nárůst byl zaznamenán v roce 2014, kdy došlo oproti roku 2013 k nárůstu o 404,56 %. V roce 2013 bylo nově zaregistrováno 43 a v roce 2014 následně 217 elektromobilů. V roce 2018 došlo k dalšímu výraznějšímu nárůstu k registraci nových elektromobilů a to o 81,56 % oproti roku 2017.

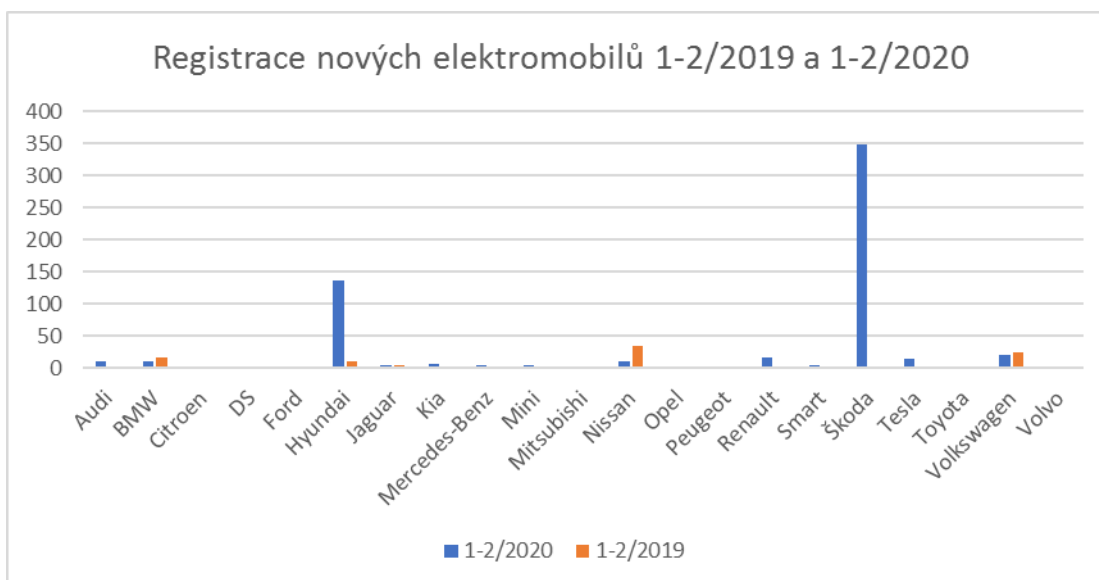
Další výraznější nárůst se očekává v roce 2020. Může za to především vysoký nárůst prodeje elektromobilu Škoda Citigo e iV. Za první dva měsíce v roce 2020 došlo

k registraci 348 elektromobilů Škoda Citigo e iV. Může za to především státní dotace, kterou mohou využívat firmy.



Obrázek 7 - Počet registrací nových elektromobilů za období 2009–2/2020 [autor]

Při porovnání období leden až únor 2019 bylo zaregistrováno nově 97 elektromobilů a leden až únor 2020 bylo zaregistrováno nově 594 elektromobilů. Došlo k nárůstu o 512,37 %.

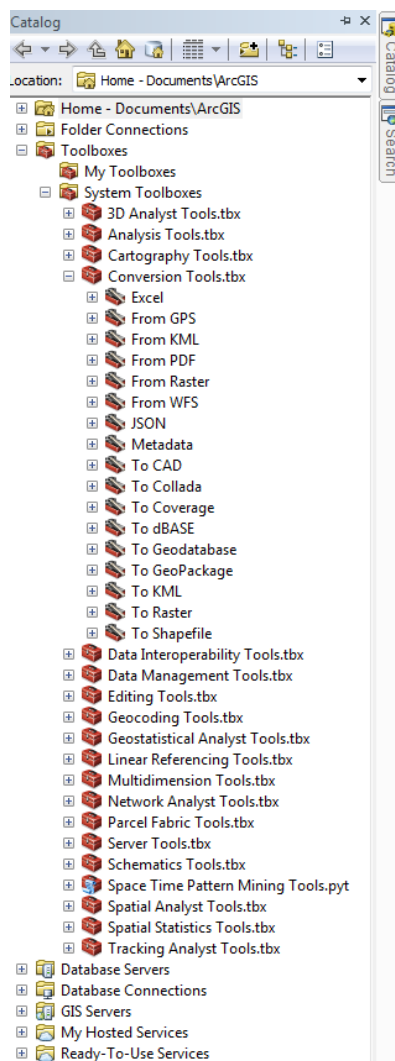


Obrázek 8 - Počet registrací nových elektromobilů za období 1-2/2019 a 1-2/2020 [autor]

#### 4.4 Vytvoření mapového výstupu

Pro vytvoření mapových výstupů s místy pro dobíjení elektromobilů byl použit program ArcMap 10.6.1. Jedná se o licenci, kterou nabízí Česká zemědělská univerzita všem studentům zdarma. Pro mapové podklady byl zvolen OpenStreetMap. Jedná se o mapové podklady, které jsou zdarma. Pokud by uživatel požadoval využít jiných mapových podkladů, jakými jsou Ulice, Navigace nebo Snímky. Mapy jsou přímo od tvůrců Esri, kteří se zabývají vývojem softwaru pro práci s geografickými systémy. Jedná se o důvěryhodné mapy, které jsou pravidelně aktualizovány.

Pro dobíjecí stanice jsou použity data jednotlivých firem, které budují dobíjecí stanice. Informace jsou veřejně dostupné na oficiálních stránkách a v tiskových zprávách. Kvůli časté výstavbě dobíjecích stanic jsou jednotlivé zdroje aktualizovány postupně a aktuálně jako podklad slouží data z ledna 2020. I když se pracuje se zastaralými daty, jedná se o ověřená data, ve kterých by se neměly vyskytovat chyby. Další důvod, proč při vytváření mapových podkladů je potřeba se spoléhat pouze na tyto zdroje je fakt, že převážná většina firem neposkytuje data veřejně na svých stránkách. Pouze u společnosti PRE lze dohledat mapové podklady, které jsou ve formátu .kmz neboli Keyhole Markup Language. Jedná se o rozšířenou verzi textového souboru .kml. Tento formát slouží primárně k publikaci a distribuci geografických dat. Program ArcMap může pomocí nástroje pracovat s formátem .kml a dokáže vytvořit vrstvy.



**Obrázek 9 - Jednotlivé nástroje pro převod dat v ArcMap [autor]**

Dalším způsobem získání podkladových dat je využít existující webové aplikace, které v některých případech poskytují data ve formě JSON. V ČR můžeme pracovat s mapou [evmapa.cz](http://evmapa.cz). Jedná se o poměrně rozsáhlou databázi dobíjecích stanic na území ČR a také můžeme najít pár dobíjecích stanic mimo ČR. Mapa zobrazuje přes 700 dobíjecích stanic. Některé dobíjecí stanice jsou v osobním vlastnictví různých majitelů a aby majitelé elektromobilů mohli využít tyto stanice, je nutné telefonicky kontaktovat majitele dobíjecích stanic. Každá dobíjecí stanice má popis, který usnadní výběr stanice. K jednotlivým dobíjecím stanicím je možné i psát komentáře. I když se jedná o podrobnou mapu, můžeme zde nalézt i mnoho chybných nebo neexistujících stanic. Neexistuje zde žádný ověřovací proces, který by zkontroloval požadavek na přidání stanice uživatelem.

Stanice mohou přidávat i nepřihlášení uživatelé, a proto může dojít k přidání neexistující stanice nebo špatné poloze samotné stanice.

Pokud by majitelé elektromobilů chtěli cestovat po Evropě, mohou využít webovou stránku [openchargemap.org](http://openchargemap.org). Jedná se prakticky o podobnou stránku, jakou je [evmapa.cz](http://evmapa.cz). Jedná se o rozsáhlou databázi dobíjecích stanic, jejichž počet ve v desítkách tisíc. I zde je u každé dobíjecí stanice informace, která umožní snadnější rozhodování při výběru a komentáře. Bohužel i zde můžeme najít duplicitní dobíjecí stanice, neexistující nebo špatné informace o majiteli dobíjecí stanice. I zde je možné přidávat dobíjecí stanice bez přihlášení a není zde žádný ověřovací proces. Dále při porovnání [openchargemap.org](http://openchargemap.org) a [evmapa.cz](http://evmapa.cz) můžeme vidět, že se liší počet dobíjecích stanic v ČR. Pokud by někdo chtěl pracovat s daty z některých webových stránek, je nutné si tato data ověřit. Pokud by se jednalo o konkrétní stát, ověření by nebylo tolik náročné, jako u kontroly kontinentu či celého světa.

I když při práci s takovými to daty je nutné nějaký způsobem data verifikovat, jejich získání je jednoduché. Další způsob získání požadovaných dat je ve formátu JSON. JSON umožňuje zapisovat data, a to nezávisle na počítačové platformě. Jedná se tedy o způsob zápisu, který slouží k přenosu dat. Data mohou být organizována jako pole nebo agregovaná v objektech. Může se jednat o odkaz nebo o soubor s koncovkou `.json`. Z webové stránky [openchargemap.com](http://openchargemap.com) lze stáhnout databázi dobíjecích stanic ve formátu `.kml` nebo `.json`.

Pro `.json` slouží tento odkaz:

<https://api.openchargemap.io/v3/poi/?output=json&countrycode=CZ&maxresults=50>

Odkaz vrátí data o dobíjecích stanicích ve formátu `.json`. Formát, v jakém se nám vrátí data si můžeme určit sami. Postačí pouze změnit `output=json` (data jsou vrácena v `.json`) na `output=kml` (data jsou vrácena v `.kml`).

Dále si můžeme určit počet dobíjecích stanic, které se nám vrátí ve formě dat. Data jsou seřazena, a proto se nám vrátí prvních 50 dobíjecích stanic. Pokud bychom chtěli tento počet navýšit, postačí pouze změna (`maxresults=50`) na požadovaný počet stanice a to například 1000 (`maxresults=1000`). Jelikož se v ČR republice tolik dobíjecích stanic nenachází, vrátí se nám pouze cca přes 700 stanic.

Tento způsob dokáže zajistit požadovaná data, která jsou pro zmapování dobíjecích stanic zapotřebí. Tento soubor s koncovkou .json nebo .kml popřípadě .kmz lze pomocí nástrojů pro převod přímo v ArcMap převést do jednotlivých vrstev. Je ovšem zapotřebí neopomenout čištění takovýchto dat. I když se jedná o rychlý způsob získání dat o dobíjecích stanicích na území ČR, nesmíme opomenout, že v těchto datech se mohou vyskytovat chybná data. Ať se jedná o nepřesnou lokaci, špatně uvedený provozovatel dobíjecí stanice či jiný konektor. Abychom mohli snadně tato data zkontrolovat, můžeme je nejdříve zobrazit na mapě v ArcMap a zkontrolovat, jestli všechny body, které reprezentují dobíjecí stanice nachází na území ČR. Vhodnější způsob je převod souboru .json nebo .kml do .csv. Následně můžeme data prohlížet v programu Microsoft Excel a provádět kontrolu dat. Tímto způsobem dokážeme odstranit pouze chyby, které jsou jednoznačné. Může se jednat o chybějící souřadnice  $x$  a  $y$ , chybějící informace typu konektoru, chybějící název poskytovatele dobíjecí stanice. Po odstranění chybných dat je poté zapotřebí ověřit stávající stanice s věrohodnými zdroji. Za takové zdroje můžeme považovat jednotlivé firmy, které poskytují dobíjecí stanice, a to nejčastěji ve formě tiskových zpráv, ilustračních map a v pár případech je možné stáhnout mapové podklady, které lze importovat přímo do ArcMap.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	X,Y,Name,description,altitudeMode,BOD_2_NABIJECKA,BOD_4_RYCHLOST>EditDate,C_ZIV_STAV,OBEC,C_PODPORA_EU,ZEMSIRKA_WG:												
2	14.402456,50.070765,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.070765,{8974346A-4ECA-494B-8BA1-FBD03AC8A3A8},Sn												
3	14.542113,50.072509,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.072509,{ED6D0E9D-E8B1-4368-B4A0-4C8D315F8894},L t												
4	14.5143,50.135,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.135000,{EC1E21D3-1364-48CA-B418-6BC8B7AD8319},Letlany,f												
5	14.582673093,50.1081640940001,,clampToGround,1,Null,2/6/2019 12:49:33 PM,3,Praha,3,50.108164094203524,{EC109E16-8AFC-43C9-871												
6	14.4909881620001,50.032068286,,clampToGround,1,Null,2/6/2019 12:57:48 PM,3,Praha,3,50.032066,{9560EBCD-0339-46B5-B5A4-5E798C8												
7	14.433303,50.081113,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.081113,{219255EA-083E-4ABE-A8D5-8416558E1BFF},Vin												
8	14.584368281,50.108144705,,clampToGround,1,Null,2/6/2019 12:50:01 PM,3,Praha,3,50.10814470535814,{9637FEDD-B675-4653-8F88-A1A												
9	14.4901561460001,50.0302805040001,,clampToGround,3,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.03028050415841,{3776034A-3D07-4443-												
10	14.481077,50.069687,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.069687,{06DEBDBD-8E4B-41F6-949B-92FBF7F35469},VrĚ												
11	14.317349,50.049368,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.049368,{0CD15490-9E34-4678-B33A-AABEA7781FE4},Sto												
12	14.286342177,50.052188938,,clampToGround,3,Null,2/6/2019 2:10:31 PM,3,Praha,3,50.05218893789557,{0FFB1222-563F-4848-BEC3-A6A7												
13	14.5827092810001,50.1080860270001,,clampToGround,1,Null,2/6/2019 12:48:50 PM,3,Praha,3,50.108086027219414,{C13801B8-1F07-46B4												
14	14.658757376,49.998861973,,clampToGround,3,Null,2/6/2019 1:35:33 PM,3,ĽĀ-Āřany,3,49.998861973176886,{B43CCC80-AFAA-495C-8ACB												
15	14.4074102430001,50.051601346,,clampToGround,1,Null,2/6/2019 12:22:16 PM,3,Praha,3,50.05160134613592,{7CCFCE50-2D36-4CEB-8E72												
16	14.4162724130001,50.0986615050001,,clampToGround,3,Null,2/6/2019 1:44:12 PM,3,Praha,3,50.098661505016786,{71851F89-F395-4468-8												
17	14.481644,50.070134,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.070134,{D38E8915-5483-47C6-ABD2-666776DE390E},VrĚ												
18	14.5828703810001,50.1081052970001,,clampToGround,1,Null,2/6/2019 12:48:26 PM,3,Praha,3,50.10810529709366,{70CCFBFC-B39B-4D5B-												
19	14.441705933,50.0784163660001,,clampToGround,3,Null,2/6/2019 2:11:03 PM,3,Praha,3,50.0784389,{CB0D2CCB-ABB0-4317-AECD-0A5A8-												
20	14.490989,50.032066,,clampToGround,3,Null,2/6/2019 12:55:58 PM,3,Praha,3,50.032066,{8D56AA78-B2C6-4D73-A1F4-A9AA2F3987A8},Ch												
21	14.480809,50.069013,,clampToGround,3,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.069013,{F8E1EB5F-29C2-433A-829C-0A3C930A34CC},VrĚ												
22	14.5861954170001,50.107351276,,clampToGround,1,Null,2/6/2019 12:50:52 PM,3,Praha,3,50.10735127621663,{90CFEA6E-69F9-4DEB-B166												
23	14.5087,50.03,,clampToGround,1,Null,1/30/2019 7:52:11 AM,3,Praha,3,50.030000,{D8AC4318-A523-47F5-BA62-E52EB7288E7E},Chodov,PF												

Obrázek 10 - Data ve formátu .csv [autor]

Tato data jsou ve formátu .csv. Jedná se o formát, který slouží pro tabulková data. Data se nachází v řádcích, které mohou být odděleny znakem mezery, čárky nebo středníku. Data se nacházejí v první buňce každého řádku a pro editaci takovýchto dat je nutné převod dat do jednotlivých sloupců.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	X	Y	Name	descriptio	altitude	M	BOD_2_N	BOD_4_R	EditDate	C_ZIV_ST/	OBEC	C_PODPO	ZEMSIKRA	GlobalID
2	14.402456	50.070765			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.070765	{8974346A	
3	14.542113	50.072509			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.072509	{ED6D0E9E	
4	14.5143	50.135			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.135000	{EC1E21D3	
5	14.582673	50.1081640940001			clampToG	1	Null	#####	3	Praha	3	50.108164	{EC109E16	
6	14.490988	50.032068286			clampToG	1	Null	#####	3	Praha	3	50.032066	{9560EBCC	
7	14.433303	50.081113			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.081113	{219255EA	
8	14.584368	50.108144705			clampToG	1	Null	#####	3	Praha	3	50.108144	{9637FEDC	
9	14.490156	50.0302805040001			clampToG	3	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.030280	{3776034A	
10	14.481077	50.069687			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.069687	{06DEBDB	
11	14.317349	50.049368			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.049368	{0CD1549C	
12	14.286342	50.052188938			clampToG	3	Null	#####	3	Praha	3	50.052188	{OFFB1222	
13	14.582709	50.1080860270001			clampToG	1	Null	#####	3	Praha	3	50.108086	{C13801B8	
14	14.658757	49.998861973			clampToG	3	Null	#####	3	ĽĀ-Āřany	3	49.998861	{B43CCC8C	
15	14.407410	50.051601346			clampToG	1	Null	#####	3	Praha	3	50.051601	{7CCFCE5C	
16	14.416272	50.0986615050001			clampToG	3	Null	#####	3	Praha	3	50.098661	{71851F89	
17	14.481644	50.070134			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.070134	{D38E8915	
18	14.582870	50.1081052970001			clampToG	1	Null	#####	3	Praha	3	50.108105	{70CCFBC1	
19	14.441705	50.0784163660001			clampToG	3	Null	#####	3	Praha	3	50.078438	{CB0D2CC	
20	14.490989	50.032066			clampToG	3	Null	#####	3	Praha	3	50.032066	{8D56AA7	
21	14.480809	50.069013			clampToG	3	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.069013	{F8E1EB5F	
22	14.586195	50.107351276			clampToG	1	Null	#####	3	Praha	3	50.107351	{90CFEA6E	
23	14.5087	50.03			clampToG	1	Null	1/30/2019	3	Praha	3	50.030000	{D8AC431	

Obrázek 11 - Data ve formátu .csv převedena do sloupců [autor]

Uspořádaná data do jednotlivých sloupců. Takové to uspořádání dat nám umožňuje snadnější čtení a editaci dat. Následně můžeme data zredukovat na pouze nutné sloupce, které vyžadujeme.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	id	name	adress	y	x	conector	parking spa	power
2	1	ČEZ	náměstí Míru 174, Zlín	49.2264575	17.668156899999985	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
3	2	ČEZ	Soudní, 757 01 Valašské Meziříčí 1	49.4708	17.9708	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
4	3	ČEZ	D1 - 96. km směr Praha, Herálec.102	49.5155978	15.4162228	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
5	4	ČEZ	Sedlčanská, Sedlec-Prčice	49.5752753	14.529917800000021	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
6	5	ČEZ	Radčická 2, Plzeň	49.7496381	13.369561200000021	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
7	6	ČEZ	Míru 22, Cerhenice	50.0710342	15.0717717	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
8	7	ČEZ	České mládeže 456, Liberec	50.741356	15.048283	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
9	8	ČEZ	Horní Počaply,	50.4158711	14.4184547	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
10	9	ČEZ	parkoviště JE Dukovany, Dukovany	49.08966	16.143350000000055	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
11	10	ČEZ	Dukovany	49.0889897	16.1444158	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
12	11	ČEZ	Roosveltova 711/3, Brno	49.198715	16.60982	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
13	12	ČEZ	Roosveltova 711/3, Brno	49.1987289	16.609895	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
14	13	ČEZ	Na Golfu 1772/2, Kuřim	49.2777207	16.5272844	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
15	14	ČEZ	Na Golfu 1772/2, Kuřim	49.2776419	16.5272953	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
16	15	ČEZ	Náměstí Jana Pernera 217, Pardubice	50.0323286	15.7577439	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
17	16	ČEZ	Křížkova 233, Hradec Králové	50.208145	15.8272178	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
18	17	ČEZ	Horská 579, Trutnov	50.5696902	15.897936399999935	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
19	18	ČEZ	Náměstí TGM - podzemní garáže, Vrchlabí	50.6280667	15.6093611	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW
20	19	ČEZ	Náměstí TGM - podzemní garáže, Vrchlabí	50.6280667	15.6093611	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
21	20	ČEZ	Štefánikova 1029, Dvůr Králové	50.4333	15.7956	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
22	21	ČEZ	Štefánikova 1029, Dvůr Králové	50.43335	15.79565	Typ 2 (Mennekes)		2 22 kW
23	22	ČEZ	Bilinská 3490/6, Ústí nad Labem	50.65866559999999	14.041087199999993	Typ 2 (Mennekes)		2 11 kW

Obrázek 12 - Podkladová data ve formátu .csv [autor]

Jedná se o finální data, se kterými budeme nadále pracovat v programu ArcMap. Jednotlivé sloupce reprezentují různá data.

- id – jedná se o identifikátor jednotlivých dobíjecích stanic
- name – provozovatel dobíjecí stanice
- adress – adresa dobíjecí stanice
- x – jedná se o souřadnici, která reprezentuje zeměpisnou délku
- y – jedná se o souřadnici, která reprezentuje zeměpisnou šířku
- connector – jaký typ konektoru disponuje dobíjecí stanice
- parking space – počet parkovacích míst pro nabíjení elektromobilů
- power – maximální výkon dobíjecí stanice

I když se počet sloupců rovná osmi, jedná se o nejdůležitější data, která jsou potřeba. Data by šla dále rozšířit o odkaz na jednotlivé poskytovatele dobíjecích stanic, kontakt pro ohlášení poruchy či při problému s nabíjením. Dále by zde mohla být informace o podrobnější lokaci dobíjecí stanice. I když se většina dobíjecích stanic nachází na viditelném místě, některé se nachází v podzemních či krytých parkovištích. Můžeme také narazit na nedostatečné informace pro specifické uživatele, a to například kvůli absenci právě využívané dobíjecí stanice. Tuto funkci podporují prozatím pouze dobíjecí stanice značky Tesla. Ta umožňuje zobrazit dobíjecí stanice a následně informaci a počtu volných stanic, které se nacházejí na místě. Tím nenastane situace, kdy majitel elektromobilu Tesla pojedje k dobíjecí stanici a následně si svůj elektromobil nemůže nabít, protože všechny stojany jsou obsazeny jinými elektromobily. Dále by šlo rozšířit informace o dostupnosti různých služeb v okolí dobíjecí stanice. Může se o možnost využít kavárnu, restauraci, obchod či dostupnost veřejných toalet. Tyto informace převážně využívají majitelé elektromobilů, při delších cestách či majitelé elektromobilů s nižším dojezdem či vybitou baterií. Tyto služby mohou majitelům elektromobilů zkrátit čekání při nabíjení elektromobilu. V neposlední řadě by zde mohla být informace o ceně nabíjení například 1 kW za x Kč. Jelikož u mnoho dobíjecích stanic je zapotřebí čipu či karty, která obsahuje čip, tak tato informace by se využila pouze u pár dobíjecích stanic. Mezi další se rozšiřující možnosti je odemknutí dobíjecí stanice za pomoci mobilního telefonu a u některých dobíjecích stanic může dojít za pomoci telefonu i k samotné platbě, pokud majitel elektromobilu nemá s konkrétní firmou, co provozuje dobíjecí stanici smlouvu.

Mnoho majitelů elektromobilů jezdí pravidelné trasy a okolí těchto tras mají zmapované. Sami ví nejlépe, kde je jaká dobíjecí stanice a kdo jí provozuje. Tyto lidé



nejspíše využijí mapu dobíjecích stanic pouze při cestě pro ně neznámé eventuelně při rozšíření jejich znalostí o dostupnosti nových dobíjecích stanic v okolí pravidelných tras.

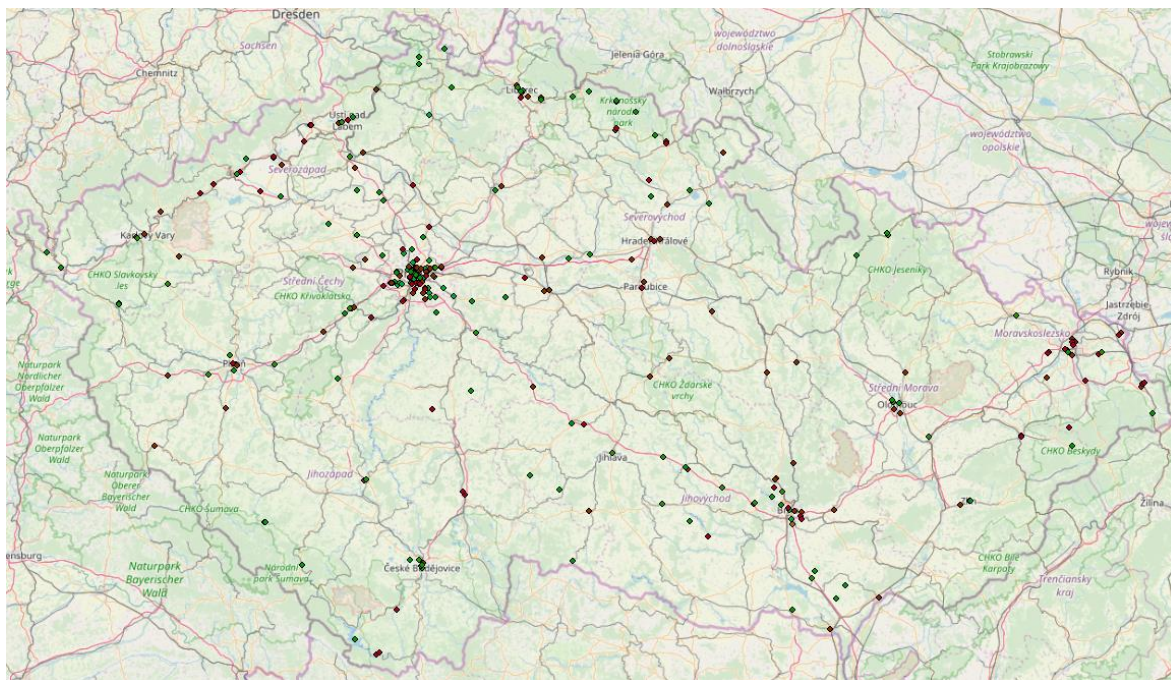
Pro vytvoření mapového výstupu použijeme data ve formátu .csv. Tato data jsou očištěná od přebytečných informací, chyb a obsahují pouze pro nás potřebné informace. Data se zakládají na dostupných informacích jednotlivých provozovatelů dobíjecích stanic a to zejména:

- tiskové zprávy jednotlivých provozovatelů dobíjecích stanic
- mapových podkladů jednotlivých provozovatelů dobíjecích stanic
- mapové podklady evmapa.cz
- mapové podklady openchargemap.org

Při ověřování dat se data z tiskových zpráv brala jako správná data, ve kterých by se neměli vyskytovat chyby. Bohužel tato skutečnost nelze ověřit a je možné, že i v tiskových zprávách se mohou vyskytovat chyby. Dále mapové podklady jednotlivých provozovatelů dobíjecích stanic jsme brali jako podřadné tiskovým zprávám. Vycházíme z předpokladu, že tiskové zprávy slouží jako podkladová data pro jednotlivé mapy provozovatelů dobíjecích stanic. Data, která obsahují evmapa.cz a openchargemap.org se berou jako nejvíce podřadná data. Je zde vysoký výskyt chyb či jiných nepravdivých informací.

V ArcMap se zvolila jako podkladová mapa OpenStreetMap. Další možností je využít jako podkladovou mapu Street. Soubor, který je ve formátu .csv obsahuje zeměpisnou délku a zeměpisnou šířku. Jedná se o souřadnice jednotlivých dobíjecích stanic. Při přidávání dat bylo nutné nastavit správný geodetický referenční systém. V našem případě pracujeme s WGS 1984 (World Geodetic System). Jedná se o světově uznávaný geodetický standard.

Námi vytvořená mapa má tuto podobu. S touto mapou budeme nadále pracovat.



Obrázek 13 - Mapový výstup dobíjecí stanic v ArcMap [autor]

Table

Tesla Destination Charger.csv Events

id	name	address	y	x	connector	power	Shape *	parking space
1	Tesla Destination Charger	64/10 Libocka Prague	50,088872	14,325798	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
2	Tesla Destination Charger	Slatina 91 Frantiskovy Lazne	50,109416	12,360282	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
3	Tesla Destination Charger	Bezdecin 136	50,397157	14,901055	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
4	Tesla Destination Charger	Kbelnice 23	50,069805	14,461984	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
5	Tesla Destination Charger	Husova 8/331	48,808348	16,635639	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
6	Tesla Destination Charger	Podlesi 139	49,689742	13,981832	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
7	Tesla Destination Charger	Horni Naves 15	49,981165	14,762465	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
8	Tesla Destination Charger	Kozeluzsk 945/31	49,59769	17,258521	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
9	Tesla Destination Charger	Hlavni 813	49,937756	14,553195	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
10	Tesla Destination Charger	Palackeho 2302/28	50,731823	15,169715	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
11	Tesla Destination Charger	Pivovarska 405	50,776917	14,642514	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
12	Tesla Destination Charger	U Kovarny 24	50,175839	14,40994	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
13	Tesla Destination Charger	Dubec 1	50,371982	15,810346	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
14	Tesla Destination Charger	Nitranska 1	50,758842	15,051705	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
15	Tesla Destination Charger	Horni Namesti 552	48,997482	15,352849	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
16	Tesla Destination Charger	Pec Pod Snezkou 221	50,68653	15,719129	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
17	Tesla Destination Charger	Molitorov 37	49,99697	14,958765	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
18	Tesla Destination Charger	Maloskalicka 68	50,395629	16,036209	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
19	Tesla Destination Charger	Kubova Hut 26	48,983143	13,771995	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
20	Tesla Destination Charger	Ratmerice 1	49,644403	14,758502	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
21	Tesla Destination Charger	Prihon 943	48,90231	16,946975	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
22	Tesla Destination Charger	Dolni Lomna 96	49,561064	18,739657	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
23	Tesla Destination Charger	Prazska 10	50,157151	15,453618	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
24	Tesla Destination Charger	Racineves 189	50,389698	14,225148	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
25	Tesla Destination Charger	Komenskeho 70	50,346617	16,150842	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
26	Tesla Destination Charger	Bitoveves 12	50,374557	13,645392	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
27	Tesla Destination Charger	Skuherskeho 4	48,980857	14,472795	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
28	Tesla Destination Charger	Doubice 172	50,889017	14,457453	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
29	Tesla Destination Charger	Namesti 3	49,144213	13,555013	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
30	Tesla Destination Charger	Lesetin 11651	49,228538	17,673764	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
31	Tesla Destination Charger	Krelavska 91	49,607805	17,216171	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
32	Tesla Destination Charger	Hornomestska	49,355686	16,011453	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
33	Tesla Destination Charger	Tyrsova 319/28	50,227714	17,195742	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
34	Tesla Destination Charger	Hrazni 327/4a	49,243578	16,51584	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
35	Tesla Destination Charger	Ouvalova 390/5	50,227905	14,089723	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
36	Tesla Destination Charger	Priessnitzova 458/8	50,238201	17,187623	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
37	Tesla Destination Charger	Johanka 28	49,322541	15,102703	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
38	Tesla Destination Charger	Valec 1	49,147592	16,036102	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
39	Tesla Destination Charger	Cerveny Hradek 1	50,51255	13,445033	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
40	Tesla Destination Charger	Pod Dahnici 357	49,934271	14,02196	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
41	Tesla Destination Charger	Branna 60	50,152461	17,010492	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
42	Tesla Destination Charger	Mlade Buky 445	50,800481	15,834201	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2
43	Tesla Destination Charger	Hazlov-Ovcin 489	50,166001	12,27728	Typ 2 (Mennekes)	22 kW	Point	2

(0 out of 75 Selected)

Tesla Destination Charger.csv Events

Obrázek 14 - Atributová tabulka pro dobíjecí stanice Tesla [autor]

Tabulka atributů, která reprezentuje dobíjecí stanice firmy Tesla. Taková to tabulka reprezentuje data pro ostatní poskytovatele dobíjecích stanic.

## 4.5 Analýza mapového výstupu

Při analýzách byla použita jako podkladová mapa ArcČR 500. Jedná se o digitální vektorovou databázi, který je vytvořená v podrobném měřítku 1 : 500 00. Pro analýzu námi vytvořené sítě dobíjecích stanic byly použity základní nástroje v programu ArcMap. Jedná se o:

- Buffer – který ohraničuje vzdálenosti od dobíjecí sanice. Tyto hranice byly zvoleny na základě nejkratšího dojezdu elektromobilu. Dále se pracuje se skutečností, že majitel elektromobilu nabíjí elektromobil do 80 % - 90 % aby zamezil vysokému poklesu kapacity baterie.
  - 25 km – zelená barva
  - 50 km – žlutá barva
  - 100 km – červená barva
- Point Denisty – pomocí funkce získáme hustotu pokrytí ČR dobíjecími stanicemi.
- Near – funkce pro slouží pro analýzy vzdálenosti mezi prvky z různých třídách prvků. V našem případě se jedná o vzdálenosti mezi silnicí a dobíjecími stanicemi.

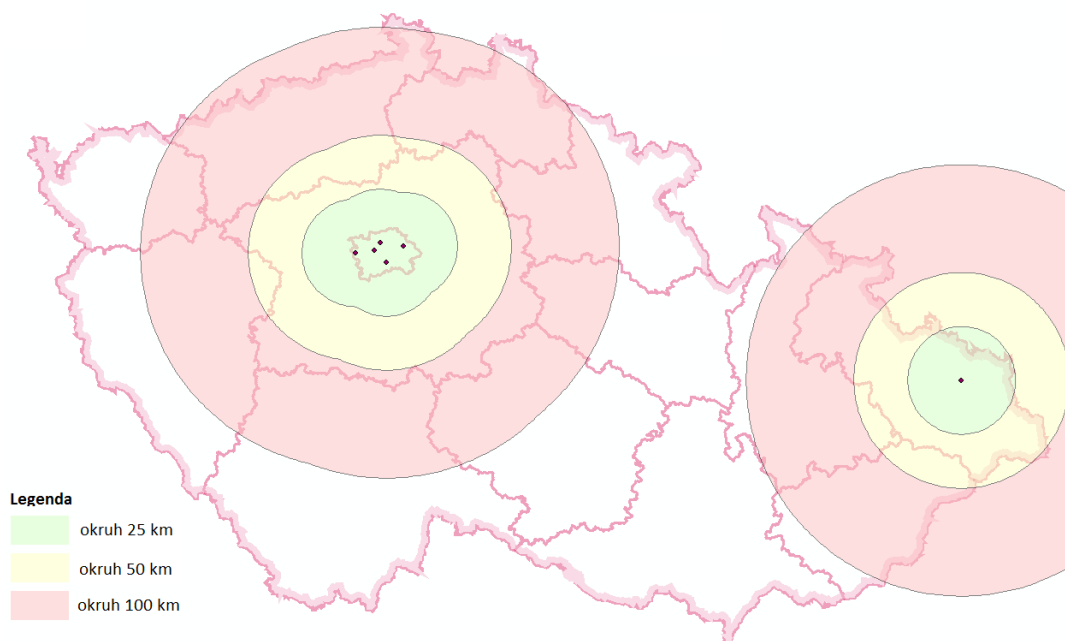
### 4.5.1 Pokrytí ČR dobíjecími stanicemi

V ČR se nachází přes 400 dobíjecích stanic, ale pouze ve 177 případech se jedná o rychlodobíjecí stanice, které jsou veřejně přístupné. Tyto dobíjecí stanice budou základem pro analýzu pokrytí ČR a jednotlivých krajů.

#### **PRE**

Společnost nabízí pouze 6 rychlonabíjecích stanic. Vyskytují se pouze ve dvou krajích, a to převážně v Praze a jedna následně v Ostravě. Pro majitele elektromobilů, kteří se pohybují se svým elektromobilem převážně v Praze by mohli zvážit vlastnictví čipu od firmy PRE. Pokud ovšem cestují pravidelně mimo Prahu, je doporučeno zvolit jiného poskytovatele dobíjecích stanic.

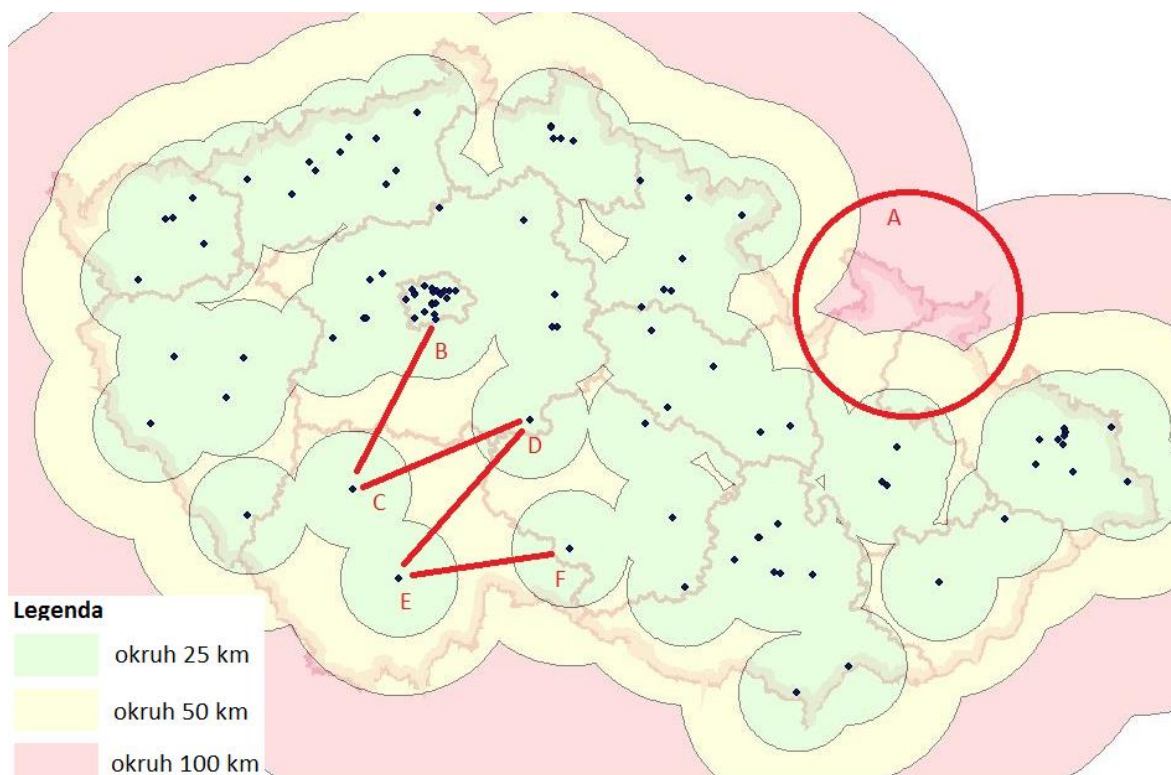
Pro firmu PRE to znamená, že by měla intenzivněji pracovat na postupném budování jednotlivých rychlodobíjecích stanic, protože s tímto počtem a pokrytím, nemůže konkurovat na trhu.



Obrázek 15 - Analýza dobíjecích stanic PRE pomocí Multiple Ring Buffer [autor]

## ČEZ

Jedná se o poskytovatele, který nabízí nejvíce rychlodobíjecích stanic v ČR. Počet rychlodobíjecích stanic je 134 a každý měsíc se otevírají další. Každý majitel elektromobilu by proto měl mít podepsanou smlouvu s tímto poskytovatelem.



**Obrázek 16 - Analýza dobíjecích stanic ČEZ pomocí Multiple Ring Buffer [autor]**

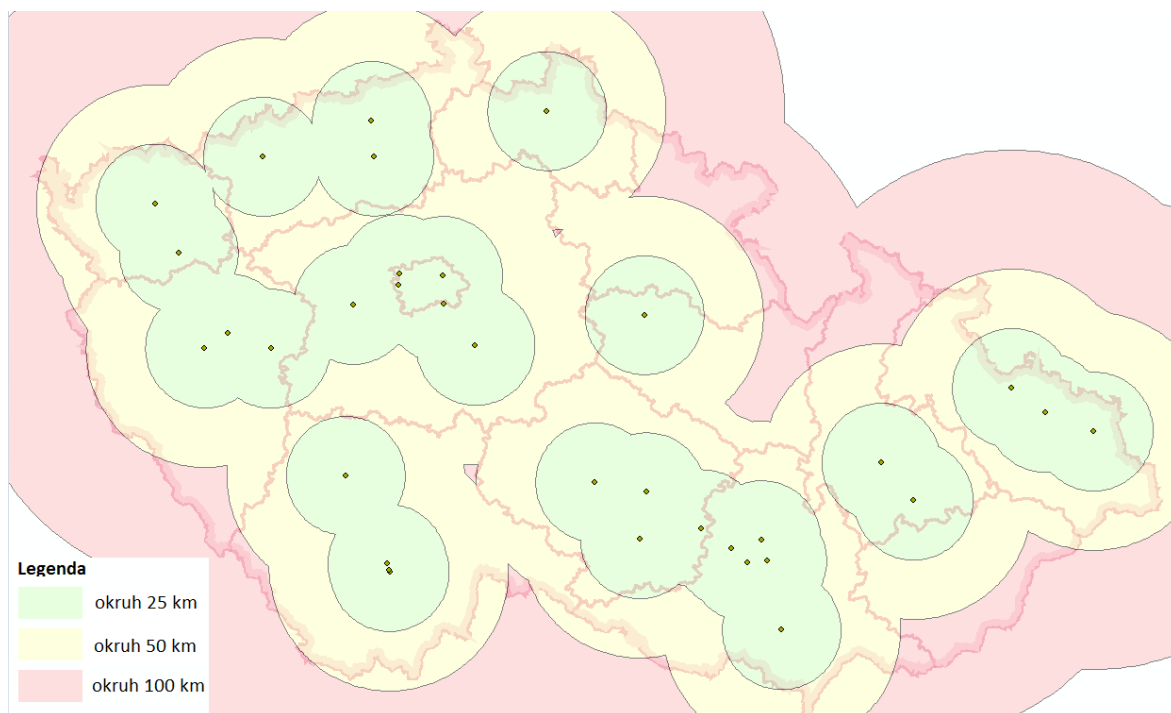
I přes nejvyšší počet dobíjecích stanic firmy ČEZ, lze najít místa, která jsou méně pokrytá a mohlo by v okolí takovýchto míst dojít v vybudování dalších rychlodobíjecích stanic.

- A – jedná se o část Olomouckého kraje a Moravskoslezského kraje. V této lokalitě leží také Mikulovice, Bílý Potok, Zlaté Hory, které slouží jako hraniční přechody s Polskem.
- B–C – vzdálenost těchto dvou bodů je 80 km.
- C–D – vzdálenost těchto dvou bodů je 81 km.
- D–E – vzdálenost těchto dvou bodů je 88 km.
- E–F – vzdálenost těchto dvou bodů je 74 km.

Jednotlivé body B až F nemají mezi sebou větší vzdálenost než 88 km, pro některé elektromobily se ovšem jedná o vzdálenost, kterou by překonávali s obtížemi. Majitel elektromobilu by musel uskutečnit jednu zastávku, kterou by strávil nabíjením.

## E.ON

Firma pokrývá ČR 36 rychlodobíjecími stanicemi. Nenachází se ve Královéhradeckém kraji, Pardubickém kraji a Zlínském kraji. Jedná se o potenciální místa, ve kterých by mohla firma vybudovat své rychlodobíjecí stanice.

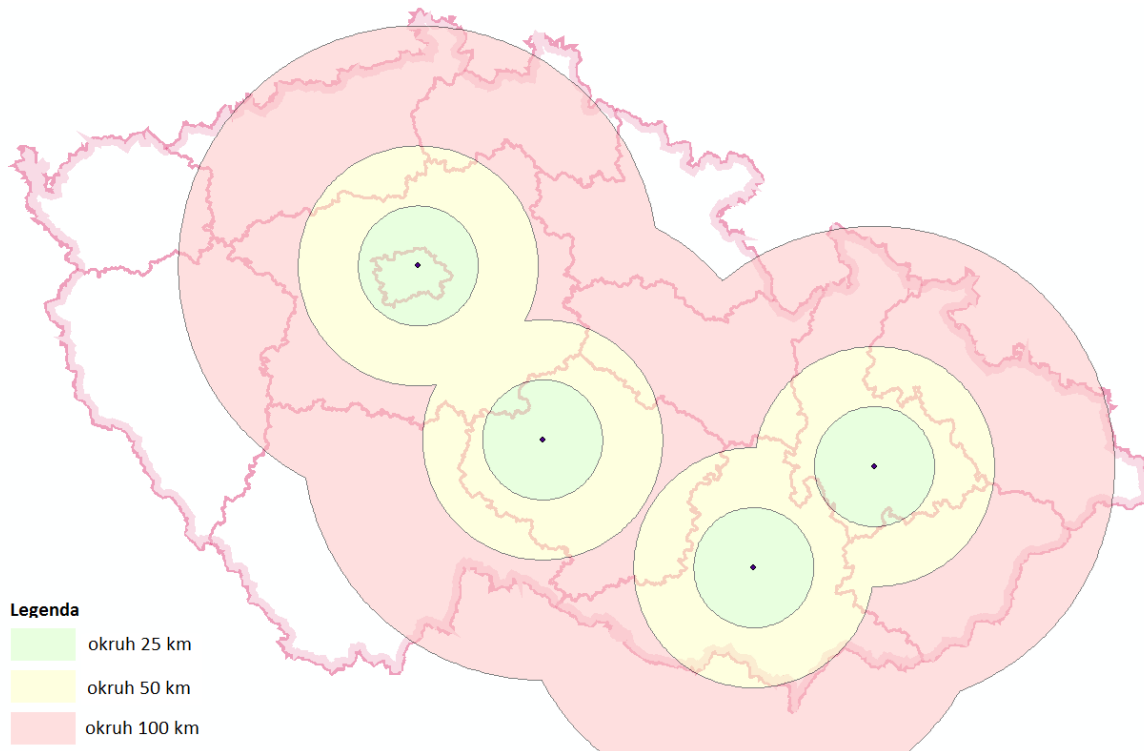


Obrázek 17 - Analýza dobíjecích stanic E.ON pomocí Multiple Ring Buffer [autor]

Můžeme vidět, že část Královéhradeckého, Zlínského a Moravskoslezského kraje, není pokryta dobíjecími stanicemi značky E.ON. V těchto místech by mohlo dojít v budoucnu k vybudování dobíjecích stanic.

## Tesla

Tesla v ČR nabízí pouze 4 dobíjecí stanice Supercharger. Kromě toho mohou majitelé Tesly využít i Destination Charger. Tyto stanice se nejčastěji nachází v okolí restaurací, hotelů či jiných relaxačních zařízení a většinou jejich využití je pouze pro hosty. Z tohoto důvodu nejsou zaneseny do mapy pokrytí.

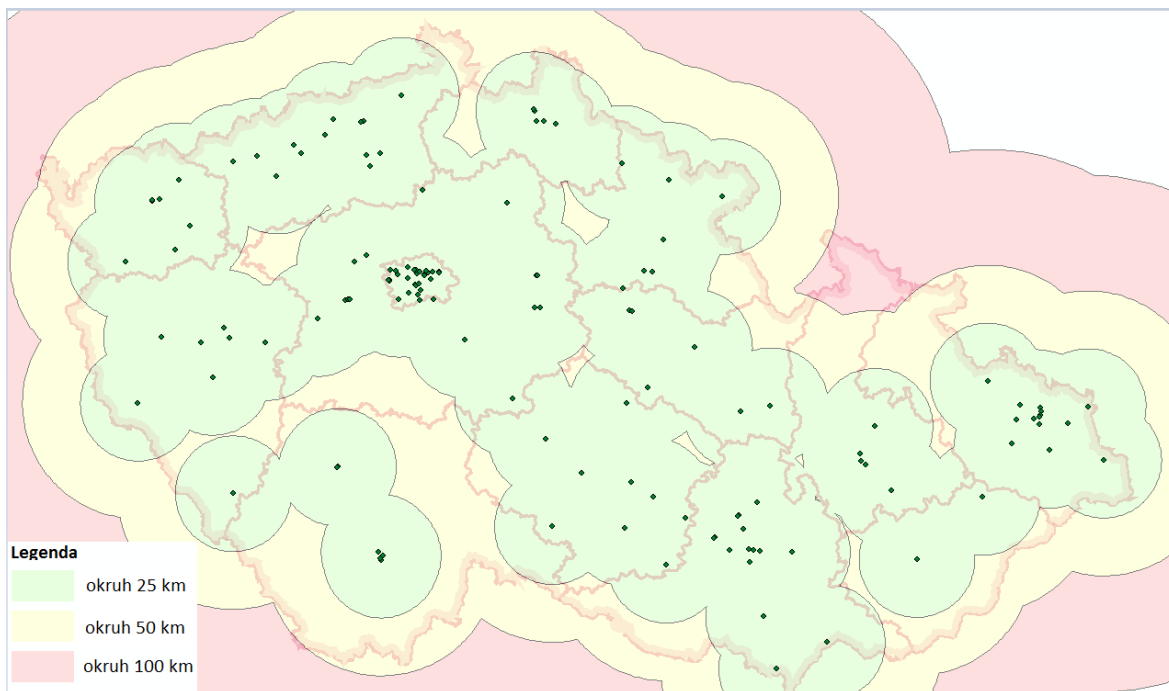


**Obrázek 18 - Analýza dobíjecích stanic Tesla pomocí Multiple Ring Buffer [autor]**

Dobíjecí stanice se nachází v okolí velkých měst a zároveň na páteřní komunikaci, kterou je D1.

### **Pokrytí ČR**

V idální situaci by mohl majitel elektromobilu vlastnit čip či čipovou kartu od výše zmíněných poskytovatelů dobíjecích stanic. Před dvěma roky by se jednalo o méně finančně náročnou položku z důvodu nízkých měsíčních poplatků. V roce 2020 se jedná o nepředstavitelnou věc, aby majitel elektromobilu měl smlouvy u všech poskytovatelů dobíjecích stanic.



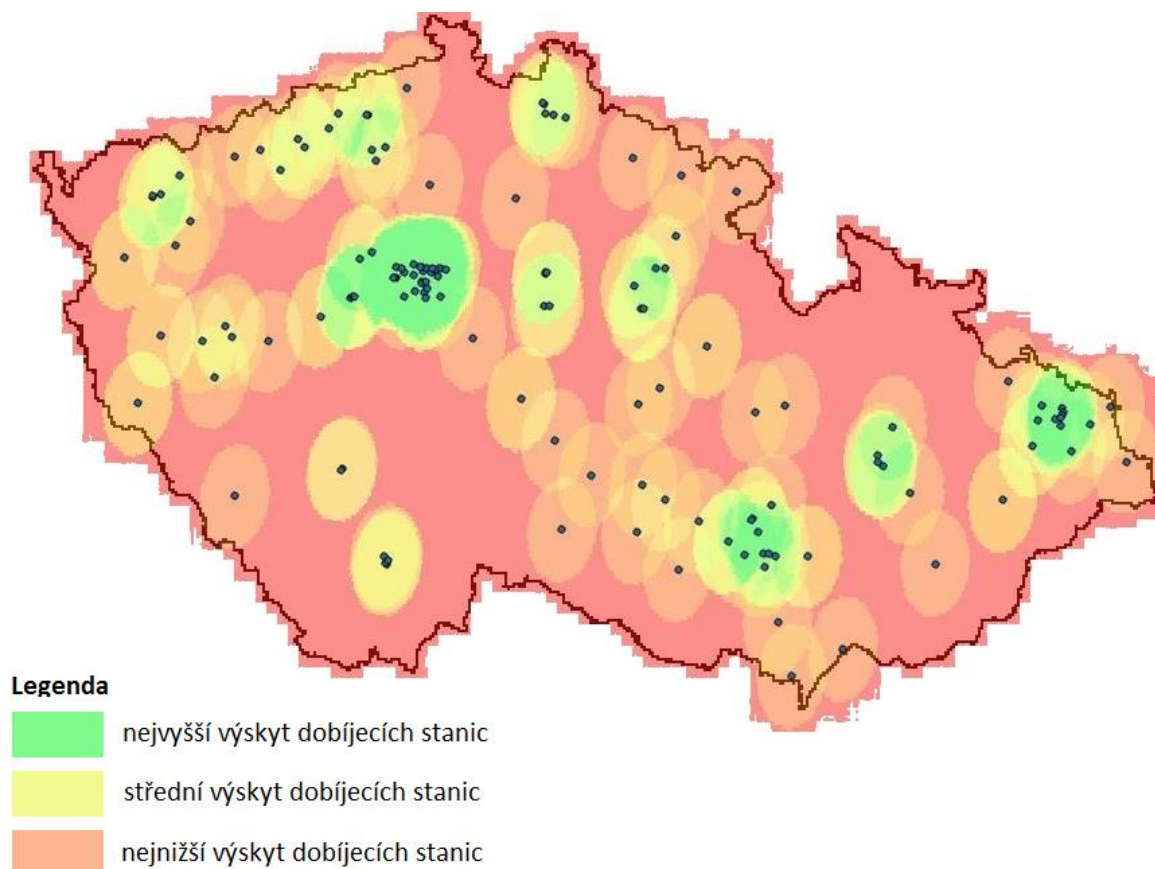
**Obrázek 19 - Analýza rychlých dobíjecích stanic pomocí Multiple Ring Buffer [autor]**

Vlastnictví čipů od výše uvedených firem ovšem nezaručí bezstarostné dobíjení po celé ČR. I přes poměrně velké pokrytí se najdou v ČR místa, která jsou méně pokrytá a je nutné cestu dopředu naplánovat. Pro majitelé elektromobilů s nižším dojezdem se pořád jedná o poměrně náročnou cestu, kdy je zapotřebí naplánovat cestu a vyvarovat se vyšších rychlostí a to konkrétně na dálnicích.

#### **4.5.2 Analýza Hot Spot**

Nejprve je zapotřebí všechny poskytovatel rychlodobíjecích stanic sjednotit do jedné vrstvy. K tomu využijeme nástroj *Merge*, který je dostupný v ArcMAP. Následně s těmito daty budeme pracovat. Pomocí funkce pro analýzu prostorových dat *Point Density*. Metoda pro nastavení symboly byla zvolena *Směrodatná Odchylka*. U dat s normální distribucí jsou šířky tříd definovány pomocí směrodatných odchylek ze středových hodnot datového pole a vytvářejí rovnoměrnou šířku tříd a rozdílnou frekvenci pozorování na třídu.



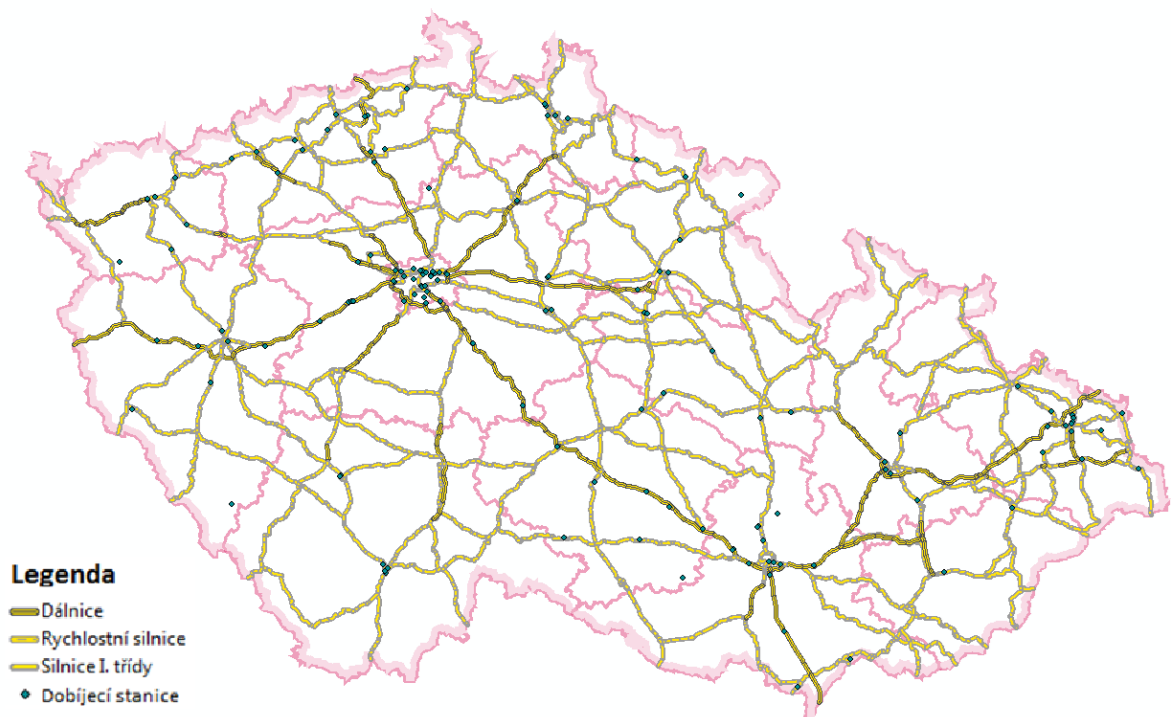


**Obrázek 20 - Analýza rychlých dobíjecích stanic pomocí Point Density [autor]**

Nejvíce dobíjecích stanic se vyskytuje v hlavním městě. Dále můžeme pozorovat vyšší výskyt u Ostravy, v okolí Brna, Olomouc, Hradec Králové. Poměrně husté pokrytí nabízí i Karlovarský, Ústecký a částečně i Liberecký kraj. Nejmenší výskyt lze pozorovat v Jihomoravském kraji a na jihu Středočeského kraje.

#### 4.5.3 Analýza okolí výskytu dobíjecích stanic v ČR

Pomocí mapových podkladů ArcČR 500 se zobrazili hranice republiky a krajské hranice, dále dálnice a silnice I. třídy, II. třídy. Pomocí funkce *Near* došlo k analýze okolí silnic v okruhu 1 km.



**Obrázek 21 - Analýza rychlých dobíjecích stanic pomocí Near [autor]**

Nejčastěji se dobíjecí stanice vyskytují na páteřních uzlech ČR. Jedná se především o dálnice, rychlostní silnice a silnice I. třídy. V menší míře můžeme dobíjecí stanice najít v okolí silnic II. třídy a následně silnice III. třídy

#### **4.6 Vytvoření webové aplikace**

K vytvoření webové aplikace můžeme přistupovat několika způsoby. Pro prohlížení dat můžeme využít ArcGIS Online nebo pomocí ArcGIS nástroje přímo v ArcMap vytvořit webovou aplikaci za pomoci nástroje Web AppBuilder for ArcGIS. Další způsob je pomocí HTML kódu. Pro všechny tyto způsoby vytvoření webové aplikace je zapotřebí dat, která obsahují informace o dobíjecích stanicích a jsou v jednotlivých vrstvách. Při vytváření webové aplikace je cílem zobrazení sítě dobíjecích stanic. Každá dobíjecí stanice musí obsahovat požadované informace, a to výkon dobíjecí stanice, počet parkovacích míst, typ konektoru. Tyto informace by se měly zobrazit pouze tehdy, když dojde k výběru konkrétní stanice. Tím zachováme přehlednost mapy a jakousi čistost mapy, kdy nás nebudou obtěžovat informace od okolních dobíjecích stanic.

Pro snadnější vyhledání vhodné stanice je zapotřebí určitý filtr. Tento filtr zobrazí pouze stanice od určitých firem. Ne každá majitel elektromobilu má smlouvu s každou firmou, která poskytuje dobíjecí stanice, a proto je zde možnost zobrazit pouze filmy, od které vlastní čip či čipovou kartu. Je také důležité umožnit majitelům elektromobilů filtrovat dobíjecí stanice dle jejich výkonu a to rychlost, jakou se elektromobil nabije. Tím se částečně zkrátí doba čekání, která je nutná pro nabití elektromobilů.

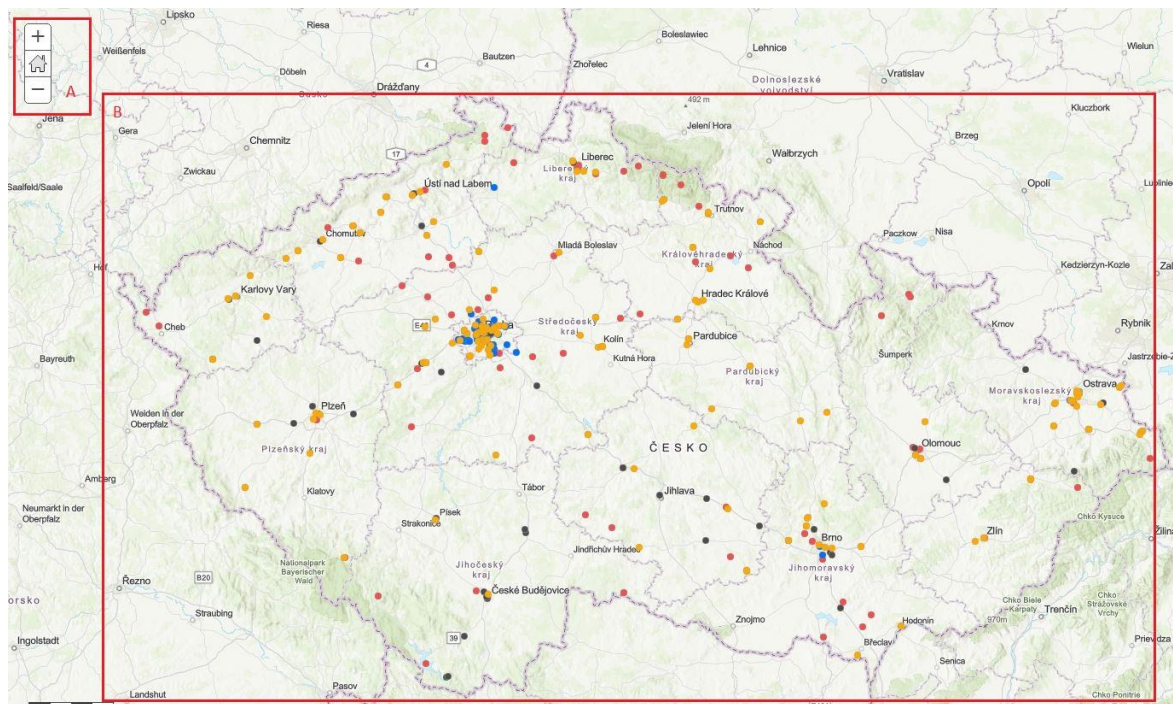
#### 4.6.1 ArcGIS Online

Jedná se o nástroj, který spravuje přímo firma Esri, která stojí za vznikem ArcGIS. Jedná se o poměrně rychlý způsob zobrazení dat ve webovém rozhraní. Data lze zobrazit na desktopovém počítači nebo mobilním zařízení jakými jsou mobilní telefony nebo tablety. Pro zobrazení dat je nutné připravit zdroj našich dat. Tyto data mohou být ve formátu:

- CSV nebo TXT – tento formát využijeme pro zobrazení našich dat
- Shapefile – zde je zapotřebí, aby byly v jednom ZIP souboru
- GPX – jedná se o formát GPS Exchange, který vychází z XML
- GeoJSON – jednoduchý formát založen na JavaScript Object Notation

Pro zobrazení dobíjecích stanic nejdříve naimportujeme jednotlivé .csv soubory, které obsahují potřebné informace. Následně provedeme vizuální kontrolu, jestli se všechny dobíjecí stanice nachází na území ČR. Pro odlišení jednotlivých dobíjecích stanic použijeme odlišené barevné označení.

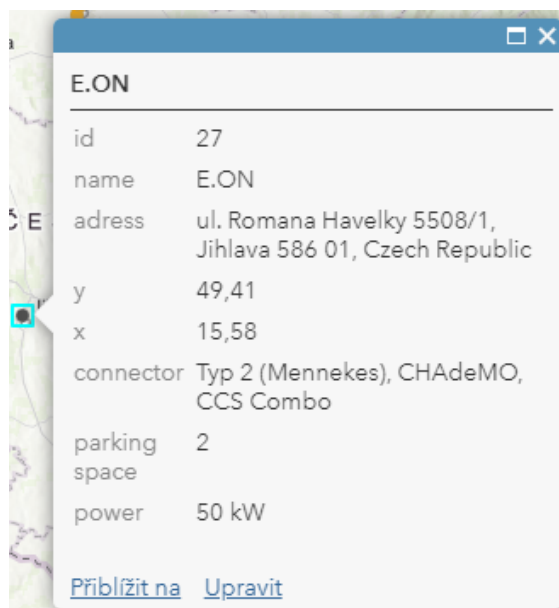
## Desktopová verze



Obrázek 22 - Mapový výstup v ArcGIS Online [autor]

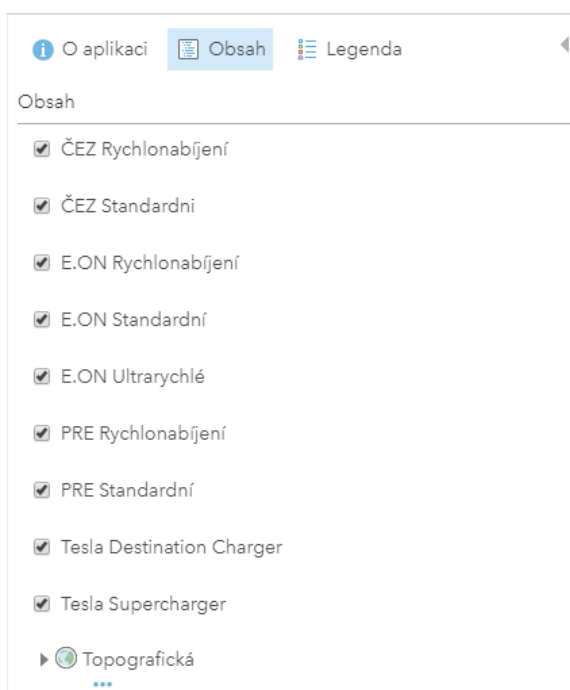
- A – nástroj pro oddálení a přiblížení mapy, eventuálně lze využít kolečko myši. Dále ikona *Domeček* umožňuje zobrazit polohu uživatele a zobrazí se nejbližší dobíjecí stanice v okolí.
- B – zobrazení dobíjecích stanic jednotlivých provozovatelů
  - ČEZ – oranžový bod
  - PRE – modrý bod
  - E.ON – černý bod
  - TESLA – červený bod

Každý bod obsahuje informace, které mohou uživateli ulehčit rozhodování při výběru dobíjecí stanice. Jedná se o vyskakovací okno, které je konfigurovatelné a umožňuje zobrazit pouze potřebné informace.



**Obrázek 23 - Vyskakovací okno s informacemi o dobíjecí stanici [autor]**

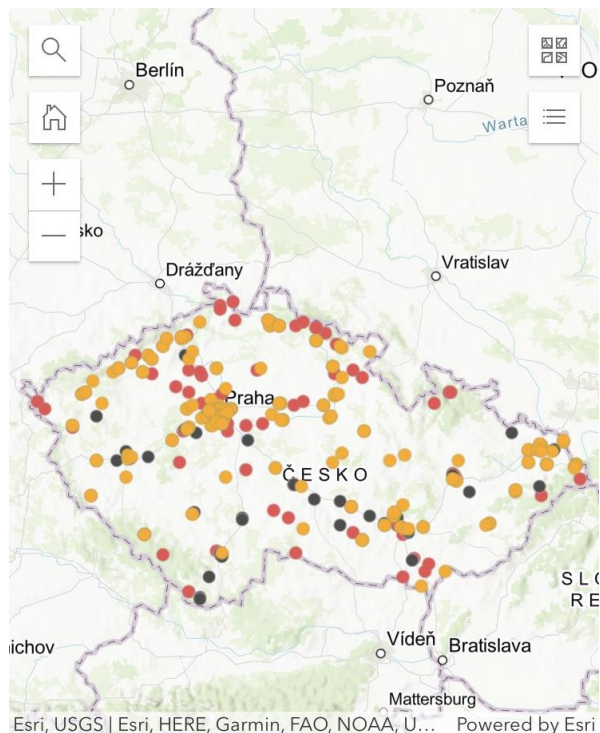
Uživatel může pomocí filtrů zobrazit pouze preferované dobíjecí stanice. Může se rozhodnout na základě, jestli vlastní čip, čipovou kartu nebo mobilní aplikaci od konkrétního poskytovatele dobíjecích stanic. Dále může vybírat na základě výkonu dobíjecí stanice, který určuje, jak rychle se elektromobil může nabít.



**Obrázek 24 - Filtr pro zobrazení dobíjecích stanic [autor]**

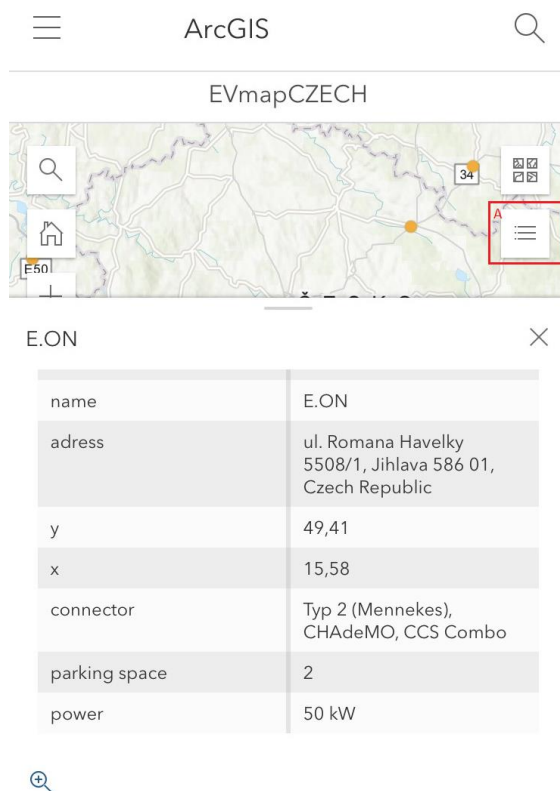
## Mobilní verze

Verze pro mobilní zařízení disponuje podobnými funkcemi jako dekstopová verze. Uživatel vidí dobíjecí stanice a pomocí ikony *Domeček* může zobrazit jeho aktuální lokaci a uvidí dobíjecí stanice v jeho okolí.



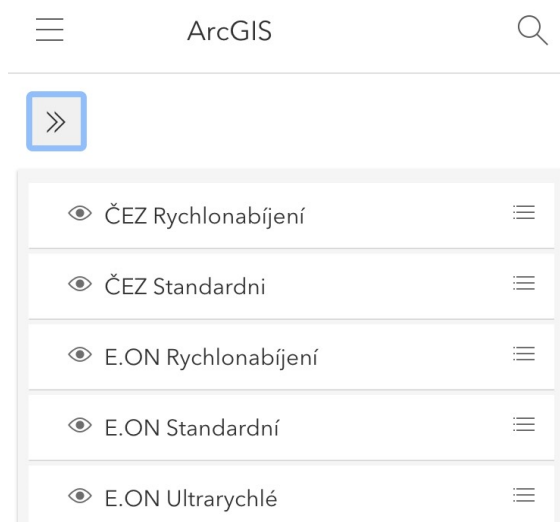
**Obrázek 25 - Mapový výstup v ArcGIS Online pro mobilní zařízení [autor]**

Pro více informací může uživatel kliknout na jednotlivé stanice a zobrazí se mu podrobnější informace o konkrétní stanici. Tyto informace mají uživateli ulehčit výběr při výběru vhodné dobíjecí stanice.



**Obrázek 26 - Vyskakovací okno s informacemi o dobíjecí stanici pro mobilní zařízení [autor]**

Pomocí ikony A (hamburgrové menu) si uživatel zobrazí filtr, kde může zobrazit pouze požadované poskytovatele dobíjecích stanice. Pro zobrazení všech poskytovatelů je uživatel nucen skrolovat.



**Obrázek 27 - Filtr pro zobrazení dobíjecích stanic pro mobilní zařízení [autor]**

Pomocí ArcGIS Online lze snadno zobrazit dobíjecí stanice, ale vzhled webové aplikace nelze nikterak upravovat. Tento způsob slouží pouze pro zobrazení jednotlivých vrstev a informací o jednotlivých dobíjecích stanicích jako vyskakovací okno na mapě.

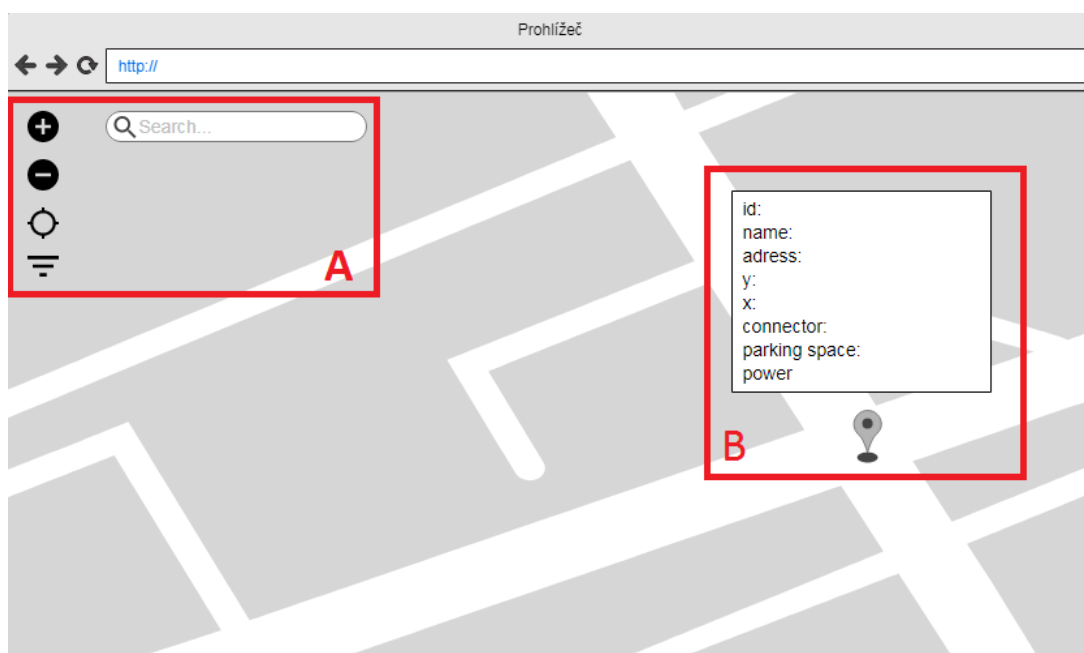
#### 4.6.2 Web AppBuilder for ArcGIS

Jedná se o online nástroj, který umožňuje držitelům licence upravit vzhled mapy. Má v sobě zabudované nástroje pro vytváření 2D a 3D webových aplikací. Veškeré nastavování probíhá v prohlížeči a není nikterak náročné pro začínající uživatele. Jedná se o stejný nástroj, jakým je ArcGIS Online, který zobrazuje jednotlivé vrstvy. Pouze je doplněn o možnost upravení vzhledu webové aplikace.

Školní licence pro ArcMap nedisponuje touto funkcí a pro zpracování a prezentaci výsledné aplikace byla použita dvacet jedna denní licence zdarma. Tato licence obsahuje ArcMap Pro a další funkce, které jsou určeny pro analýzu mapových podkladů.

#### Wireframe

Používá se pro náhled nového webu či aplikace. Pomocí wireframu je definován návrh funkce a obsah. Jedná se o projektovou dokumentaci. Wireframe pouze definuje rozmístění funkčních prvků a nereprezentuje grafický návrh. Je tvořen za pomoci čar a textů.



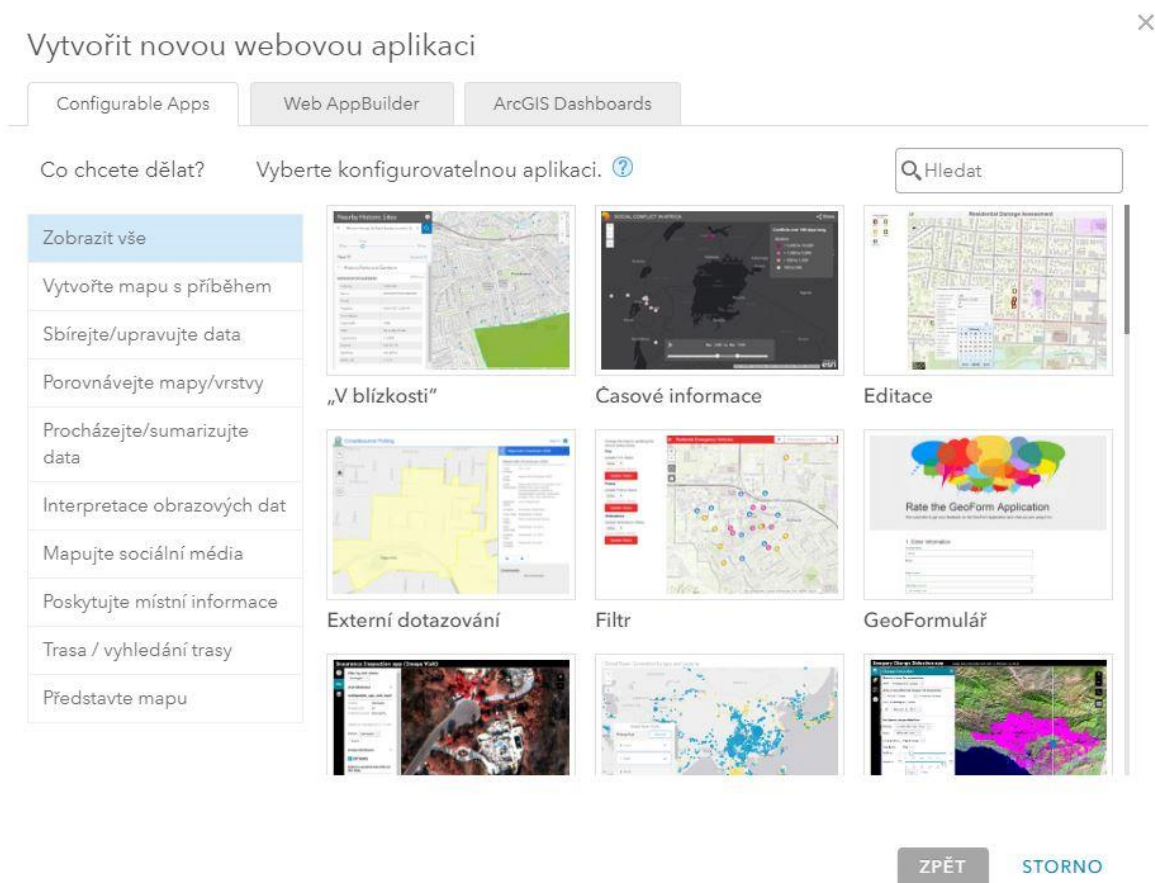
Obrázek 28 - Návrh pro webovou aplikaci [autor]



- A – prostor pro funkční prvky webové aplikace (přibližování a oddalování mapy, aktuální poloha uživatele, možnost filtru)
- B – dobíjecí stanice, kde se po kliknutí objeví vyskakovací okno s informacemi o dobíjecí stanici

## Webová aplikace

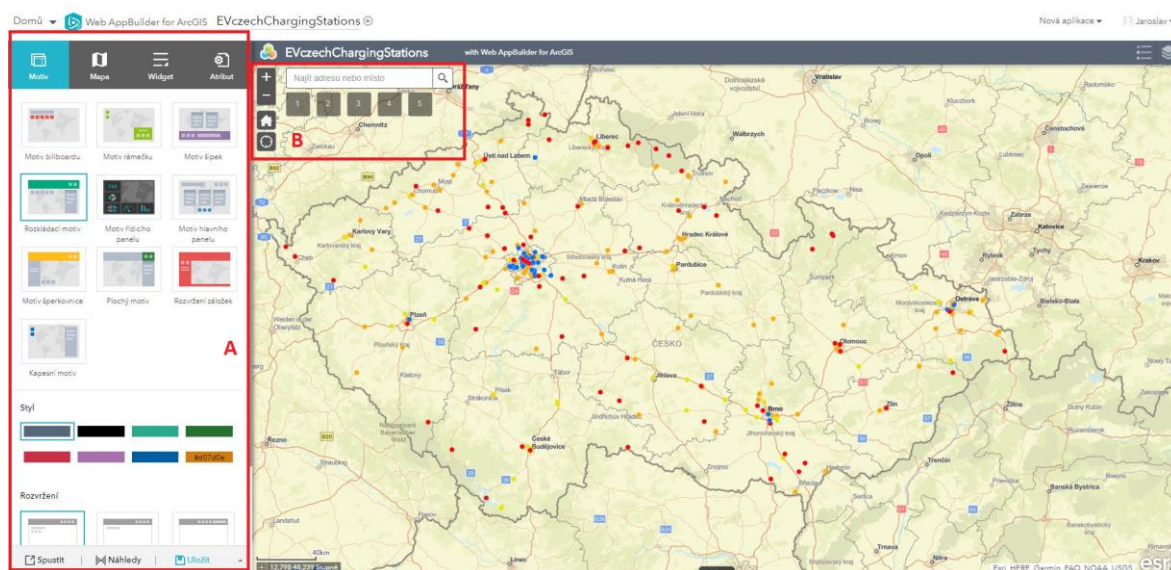
Samotná webová aplikace je vytvořena v ArcGIS Online, kde se nejdříve naimportují jednotlivé vrstvy. V našem případě se jedná o data jednotlivých poskytovatelů dobíjecích stanic. Po naimportování potřebných vrstev lze přepnout do online nástroje, pomocí kterého můžeme upravovat vzhled samotné webové aplikace. Je zde na výběr z předem vytvořených aplikací, které lze následně upravit. V našem případě jsme využili záložku *Web AppBuilder*, pomocí kterého vytvoříme webovou aplikaci.



Obrázek 29 - Prostředí WebAppBuilder [autor]

Při vytváření webové aplikace budeme vycházet z wireframe. Z návrhu je patrné, že se snažíme umístit funkční prvky do levého horního rohu. Díky tomuto umístění má

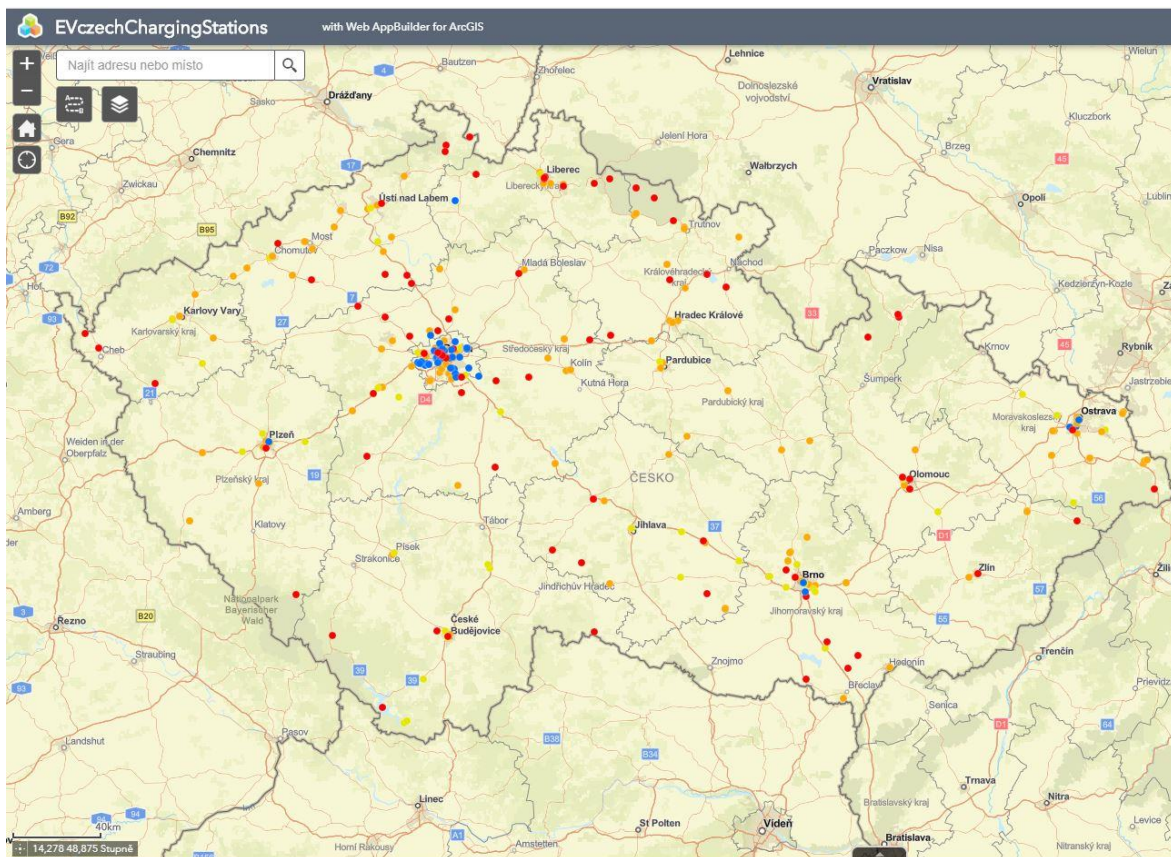
uživatel veškeré funkční prvky pohromadě a nemusí je dále hledat. Tím se uživateli usnadní práce s webovou aplikací.



**Obrázek 30 - Pracovní prostor ve Web AppBuilder [autor]**

- A – nástroj pro úpravu webové aplikace, pomocí kterého lze nastavit rozmístění funkčních prvků, barev, různých widgetů.
- B – vybrané rozložení funkčních nástrojů, které lze upravit a doplnit o další nástroje. V našem případě je doplněn do možnost navigace a filtru pro jednotlivé poskytovatele dobíjecích stanic.

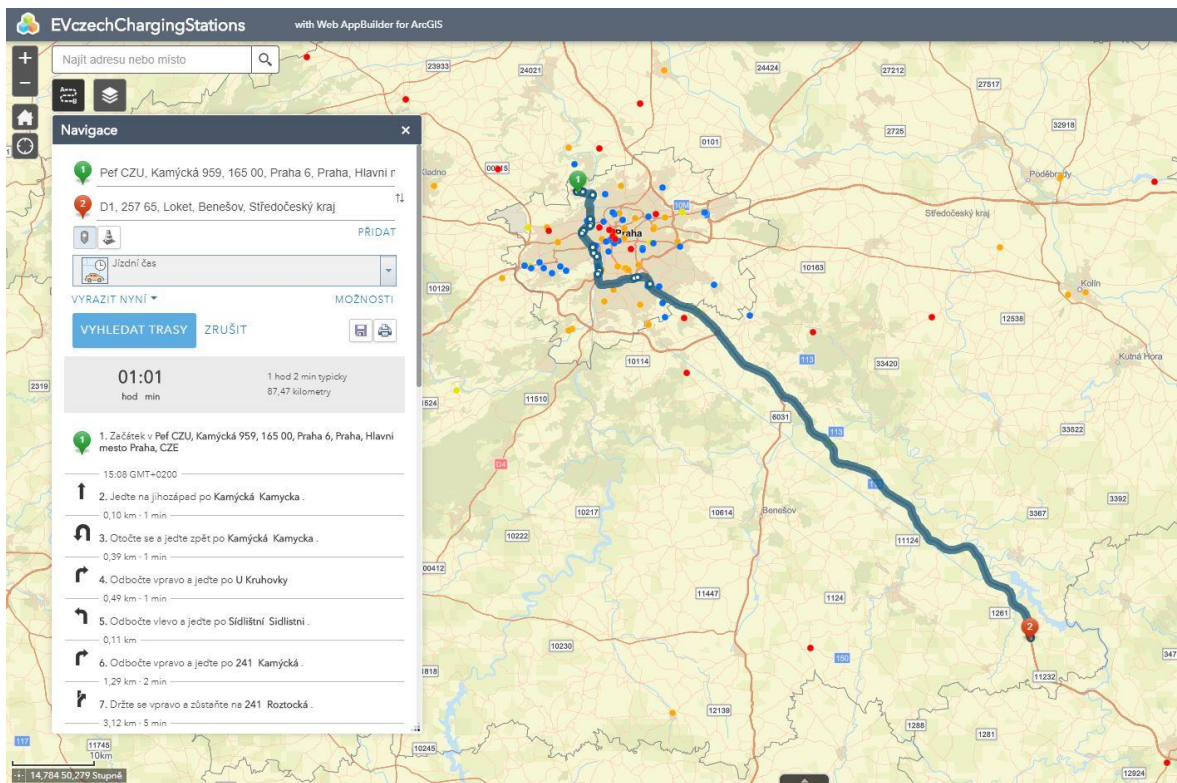
Vytvořená webová aplikace pro desktop, pomocí které mohou uživatelé zobrazit dobíjecí stanice a jednotlivé informace o nich.



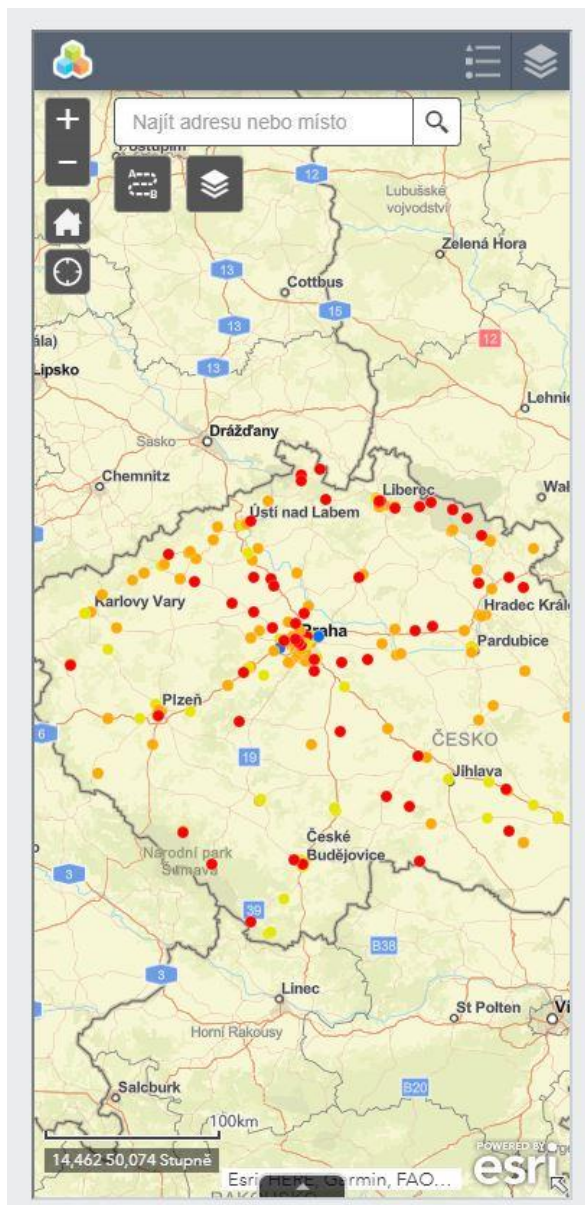
Obrázek 31 - Vytvořená webová aplikace [autor]

Dobíjecí stanice jednotlivých poskytovatelů jsou v různých vrstvách, aby uživatel mohl jednotlivé vrstvy zobrazovat či skrýt pomocí filtru. Pomocí této funkce se stane mapa přehlednější pro samotného uživatele, protože se nebudou zobrazovat dobíjecí stanice, s kterými nemá uživatel podepsanou smlouvu.

Po výběru vhodné dobíjecí stanice může uživatel využít navigaci, která vypočítá přibližný čas dojezdu a vzdálenost, od jeho současné polohy.



Obrázek 32 - Navigace ve webové aplikaci [autor]



**Obrázek 33 - Vytvořená webová aplikace pro mobilní zařízení [autor]**

Mobilní verze webové aplikace disponuje stejnými funkcemi, jako verze pro desktopová zařízení. Webovou aplikaci může uživatel zobrazit v mobilním telefonu či tabletu a tím mít prakticky v jakékoliv situaci dostupnou mapu dobíjecích stanic.

## 5 Výsledky a diskuze

První dva měsíce roku 2020 naznačují, že se dočkáme rekordního počtu registrací nových elektromobilů v ČR. A to především díky výrobci automobilů Škoda, který představila malý elektromobil. Jedná se o cenově dostupnější elektromobil, než byly ostatní elektromobily. Díky tomu můžeme očekávat v budoucnu soupeření jednotlivých výrobců automobilů, kteří budou tlačit ceny svých elektromobilů k cenám benzínovým či naftovým automobilům. Tyto elektromobily bude ovšem nutné někde nabít a k tomu se budou hojně využívat veřejné dobíjecí stanice. A tyto stanice budou muset být uspořádány v přehledné aplikaci.

### 5.1 Analýza dobíjecích stanic

Nelze předpokládat, že by každý majitel elektromobilu nabíjel svůj elektromobil doma nebo v práci a nevyužil by veřejné dobíjecí stanice. I když je v ČR přes 400 veřejných dobíjecích stanic, jednotliví poskytovatelé musejí zapracovat na pokrytí ČR. Pokud by se majitel elektromobilu rozhodoval, jakého poskytovatele zvolit, na základě výsledků analýz by mu byla doporučena firma ČEZ. A to kvůli největšímu pokrytí veřejnými dobíjecími stanicemi. Nelze ale spoléhat pouze na jednoho poskytovatele a je doporučeno, aby majitel elektromobilu vlastnil aspoň dva čipy od dvou různých poskytovatelů dobíjecích stanic. Druhým poskytovatelem by byl E.ON, který sice nenabízí stejné pokrytí jako ČEZ, ale nachází se v blízkosti většiny stanic a může být využit jako náhradní způsob nabíjení. Dále v některých oblastech E.ON nabízí nižší cenu za 1 kWh oproti ČEZ, a v určitých lokalitách lze u firmy E.ON nabíjet zdarma.

### 5.2 Webová aplikace

Majitel elektromobilu se může dostat do situace, kdy bude potřebovat dobít baterii ve svém elektromobilu. Nelze očekávat, že pojedje dále po své trase a narazí na dobíjecí stanici, jako tomu je u čerpacích stanic. Obzvláště, jestli se nachází mimo město. Tento uživatel může využít webovou aplikaci, která lokalizuje jeho polohu a v jeho okolí mu zobrazí dobíjecí stanice. Uživatel může ve webové aplikaci filtrovat jednotlivé poskytovatele a vybrat si pouze ty, u kterých má smlouvu. Dále zde najde základní informace, které mu můžou usnadnit výběr. Může také přímo ve webové aplikaci nastavit navigaci, která ho nasměruje k jeho vybrané dobíjecí stanici.

## 6 Závěr

Podkladová data pro webovou aplikaci byla shromážděna a následně zpracována do požadované podoby. Jako zdroj dat slouží tiskové zprávy jednotlivých firem. Jednotlivé vrstvy reprezentují dobíjecí stanice různých poskytovatelů. Vytvořený mapový výstup slouží jako podkladová data pro jednotlivé analýzy a následně pro webovou aplikaci. Pomocí vybraných analýz bylo zjištěno pokrytí ČR jednotlivými dobíjecími stanicemi různých firem. Analýzy se prováděly pouze u dobíjecích stanic, které slouží pro rychlé nabíjení, a to především proto, aby uživatel strávil co možná nejkratší dobu nabíjením. Firma ČEZ nabízí nejlepší možné pokrytí dobíjecími stanicemi, a proto by každý majitel elektromobilu měl vlastnit čip od této firmy a popřípadě ho doplnit o další čip firmy E.ON, která nabízí druhé nejlepší pokrytí dobíjecími stanicemi a v některých případech i levnější cenu za nabíjení. Pomocí analýzy intenzity jednotlivých jevů bylo zjištěno, že se nejvíce dobíjecích stanic nachází v okolí velkých měst a na pátečních silnicích a dálnicích. Jednotlivé analýzy mohou sloužit jako podklad pro budoucí výstavby dobíjecích stanic, aby došlo k lepšímu pokrytí.

Webová aplikace umožňuje uživateli zobrazit síť dobíjecích stanic, které se nachází v ČR. Pomocí filtru lze zobrazit pouze ty společnosti, u kterých má uživatel smlouvu a vlastní jejich čip, kterým se identifikuje při nabíjení elektromobilu. Každá dobíjecí stanice má základní informace, které mohou usnadnit rozhodování při výběru. Nejdůležitější informací pro uživatele je rychlost, kterou je dobíjecí stanice schopna nabíjet elektromobil a typ konektoru. Po výběru vhodné dobíjecí stanice je možné naplánovat trasu přímo ve webové aplikaci. Webová aplikace je dostupná pro desktopová zařízení a mobilní zařízení.

## 7 Seznam použitých zdrojů

1. KLIMEŠOVÁ, Dana. Geografické informační systémy a zpracování obrazů. Vyd. Praha: Credit, 2001. ISBN 978-80-213-0834-3.
2. DAVIS, David E. GIS: jak si vytvářet vlastní mapy. Praha: Computer Press, 2000. Všechny cesty k informacím. ISBN 80-722-6389-7.
3. KOLÁŘ, Jan. Geografické informační systémy 10. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-010-2687-6.
4. ŽIDEK, Vladimír. Analýza v GIS a zpracování dat DPZ pro pokročilé: návody ke cvičením v prostředí geoinformačního systému IDRISI pro Windows. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. ISBN 80-715-7506-2.
5. KONOPÁSEK, Jakub. Datový model pro webGIS s integrací časů. 2017. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra informačního inženýrství. Vedoucí práce Dana Klimešová.
6. What is GIS? | Geographic Information System Mapping Technology. Esri: GIS Mapping Software, Spatial Data Analytics & Location Intelligence [online]. [cit. 2019-11-23]. Dostupné z: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>
7. NOVÁK, David. Analýza prostorových dat. 2019. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra informačního inženýrství. Vedoucí práce Dana Klimešová.
8. Geografické informační systémy (GIS) - ARCDATA PRAHA [online]. [cit. 2019-12-18]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/sluzby-a-podpora-zakazniku/podpora/tipy-a-triky>
9. BENDA, Michal. VYUŽITÍ METODY GIS V REALITNÍM INŽENÝRSTVÍ. Brno, 2012. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství.
10. SMUTNÝ, Jaroslav. Geografické informační systémy. Brno: CERM, 1998. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0977-0.
11. TOLLINGEROVÁ, Dana. GIS. Geografické informační systémy. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. Phare. ISBN 80-707-8377-X.
12. KLIMEŠOVÁ, Dana. GIS technology courses. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2006. ISBN 80-213-1473-7.
13. Geografická data [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=60269](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=60269)
14. GIS server na FŽP UJEP [online]. 2009 [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <http://gis.fzp.ujep.cz/?q=predna-ky-1gis1>



15. Úvod do geografických informačních systémů [online]. [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu01s04cz/default.htm>
16. VENDER, Jaroslav. Podpora rozhodování s využitím geografických informačních systémů. 2018. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra informačního inženýrství. Vedoucí práce Dana Klimešová.
17. DERFL, Christian. Mapování zájmového území. 2018. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra informačního inženýrství. Vedoucí práce Dana Klimešová.
18. Vhodná optická rozlišení pro jednotlivé typy dat při digitalizaci pomocí skenerů [online]. [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu05s04cz/default.htm>
19. Vše, co potřebujete vědět o nabíjení elektromobilů [online]. 2018 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/vse-o-nabijeni-elektromobilu>
20. ČEZ tarify [online]. 2019 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/cez-nasadi-moderni-zakaznický-system-pro-elektromobilitu-a-upravi-tarify-pro-sit-verejného-dobijeni-68776>
21. Ceník služby E.ON Drive [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/drive#>
22. PRE Chci dobíjet pravidelně [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.premobilita.cz/cs/dobijeni-elektromobilu/dobijeni-na-prepoint/chci-dobijet-na-prepoint/chci-dobijet-pravidelne/>
23. Volkswagen: Modely [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely>
24. Nissan: Elektromobily [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.nissan.cz/rada/elektromobily.html>
25. Web AppBuilder for ArcGIS: Get started [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://developers.arcgis.com/web-appbuilder/guide/getstarted.htm>
26. BMW: Modelová řada i [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.bmw.cz/cs/topics/details/katalogy-ceniky-ke-stazeni.html>
27. Audi: e-tron [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.audi.cz/e-tron-rozcestnik/e-tron/filozofie>

28. ArcData Praha: ArcČR® 500 [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z:  
<https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>
29. Skoda: CITIGO<sup>e</sup> iV [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/modely/nove-citigo/nove-citigoe-iv>
30. Tesla: Modely [online]. 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z:  
[https://www.tesla.com/cs\\_cz/models](https://www.tesla.com/cs_cz/models)