

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



**Bakalářská práce**

**Elektromobilita a její očekávaný vývoj v České republice**

**Jan Průša**

© 2022/23 ČZU v Praze

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Provozně ekonomická fakulta

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Jan Průša

Ekonomika a management

Název práce

**Elektromobilita a její očekávaný vývoj v České republice**

Název anglicky

**Electromobility and its expected development in Czech Republic**

---

**Cíle práce**

Hlavním cílem práce bude na základě analýzy vývoje elektromobility stanovit odhad počtu elektromobilů v České republice.

**Metodika**

K hodnocení a vytvoření prognózy vývoje elektromobility budou vybrány metody analýzy časových řad.

**Doporučený rozsah práce**

40-50 stran

**Klíčová slova**

Elektromobilita, elektrická energie, analýza, časové řady, obnovitelné zdroje, plug in hybrid.

---

**Doporučené zdroje informací**

- DENTON, Tom. 2016. Electric and hybrid vehicles. Abingdon, Oxon: Routledge. ISBN 978-113-8842-373
- HROMÁDKO, Jan. Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.
- SVATOŠOVÁ, Libuše a Bohumil KÁBA. Statistické metody II. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2008. ISBN 978-80-213-1736-9.
- ŠTEMBERK, Jan, Ivan JAKUBEC a Bohuslav ŠALANDA. Automobilismus a česká společnost. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2020. ISBN 9788024647579.
- WESTBROOK, Michael. 2005. The Electric Car – Development and future of battery, hybrid and fuel cells cars. 2. vyd. Cambridge: University Press. ISBN 0-85296-013-1.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Andrea Jindrová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra statistiky

---

Elektronicky schváleno dne 22. 6. 2022

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 27. 10. 2022

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 01. 03. 2023

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Elektromobilita a její očekávaný vývoj v České republice" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.3.2023

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Andree Jindrové, Ph.D., která mi byla nápomocna během celé doby psaní této bakalářské práce. Dále bych ocenil její zapálení k tématu, její cenné rady a čas, který mi věnovala během celé doby psaní této bakalářské práce.

# Elektromobilita a její očekávaný vývoj v České republice

## Abstrakt

Hlavní téma bakalářské práce se zabývá vývojem nově registrovaných elektromobilů v České republice od roku 2012 do roku 2022. S tím související i rozvoj potřebné infrastruktury v podobě počtu nabíjecích bodů a stanic, obecně známé jako nabíjecí místa.

Teoretická část mapuje historii vývoje elektromobility jak ve světě, tak v České republice nebo na jejím území. Vymezuje pojmy, jednotlivé kategorie a podkategorie elektromobilů, na které se člení. Popisuje druhy jednotlivých elektromotorů používaných v elektromobilech. Dále popisuje princip hybridních vozidel. Nastiňuje se problematika baterií a energetických akumulátorů. Dále porovnává výhody či nevýhody elektromobilů vůči automobilům se spalovacími motory. Vysvětluje metody nabíjení a stručně popisuje pojmy jako nabíjecí body a nabíjecí stanice. V poslední části teoretické práce se popisuje pozitivní vliv elektromobilů na životní prostředí. Metodika popisuje postup při statistické analýze časových řad, díky které se určí odhad nově registrovaných elektromobilů pro rok 2023. Elektromobily jsou rozčleněny do tří hlavních druhů elektromobilů. Druhy elektromobilů BEV (Elektromobily na baterie), PHEV (Plug-In hybridní elektromobily) a FCEV (Elektromobily s palivovými články). Druh elektromobilů BEV (Elektromobily na baterie) byl rozdělen dále na 3 skupiny. Skupina 1 se skládá z podkategorií vozidel L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, LA, LB, LC a LE. Skupina 2 se skládá z podkategorií vozidel M1, M2 a M3. Skupina 3 se skládá z podkategorií vozidel N1, N2, N3 a Ostatní. Vlastní práce zprvu mapuje průběh vývoje nově registrovaných elektromobilů od roku 2012 do roku 2022 a následně určuje odhad počtu nově registrovaných elektromobilů pro rok 2023. Dále mapuje průběh vývoje jednotlivých druhů elektromobilů (BEV, PHEV a FCEV) a rozdělených skupin 1-3. Zkoumá se i vývoj nově registrovaných hybridních vozidel. Dále se zkoumá vývoj počtu kategorií nabíjecích míst dle druhu nabíjení (AC, DC a Kombinované) a následuje rovněž odhad počtu nabíjecích míst pro rok 2023.

Ke zpracování časových řad byla použita data z Centra dopravního výzkumu dle NAP ČM (Národního akčního plánu čisté mobility). Ke zpracování statistických dat byl použit program Microsoft Excel a program IBM SPSS Statistics.

**Klíčová slova:** Elektrická energie, elektromobil, baterie, životní prostředí, hybridní vozidlo, emise.

# **Electromobility and its expected development in the Czech Republic**

## **Abstract**

The main topic of the bachelor thesis deals with the development of newly registered electric vehicles in the Czech Republic from 2012 to 2022. Related to this is the development of the necessary infrastructure in the form of the number of charging points and stations, commonly known as charging points.

The theoretical part maps the history of the development of electromobility both in the world and in the Czech Republic or its territory. It defines the concepts, categories and subcategories of electric vehicles into which they are divided. It describes the types of individual electric motors used in electric vehicles. It also describes the principle of hybrid vehicles. Outlines the issue of batteries and energy storage batteries. It also compares the advantages or disadvantages of electric vehicles with those of cars with internal combustion engines. It explains charging methods and briefly describes concepts such as charging points and charging stations. The last part of the theoretical work describes the positive environmental impact of electric cars. The methodology describes the procedure for a statistical time series analysis to determine an estimate of newly registered EVs for the year 2023. EVs are divided into three main types of EVs. The types of EVs are BEVs (Battery Electric Vehicles), PHEVs (Plug-In Hybrid Electric Vehicles) and FCEVs (Fuel Cell Electric Vehicles). The BEV (Battery Electric Vehicle) type has been further divided into 3 groups. Group 1 consists of the vehicle sub-categories L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, LA, LB, LC and LE. Group 2 consists of vehicle subcategories M1, M2 and M3. Group 3 consists of vehicle subcategories N1, N2, N3 and Other.

The actual work first maps the evolution of newly registered EVs from 2012 to 2022 and then determines an estimate of the number of newly registered EVs for 2023. It then maps the evolution of the different types of EVs (BEV, PHEV and FCEV) and the split groups 1-3. The evolution of newly registered hybrid vehicles is also examined. The evolution of the number of charging point categories by charging type (AC, DC and Combined) is also examined, followed by an estimate of the number of charging points for 2023.

Data from the Transportation Research Center according to the CNAP (National Action Plan for Clean Mobility) was used to process the time series. Microsoft Excel and IBM SPSS Statistics were used to process the statistical data.

**Keywords:** Electric energy, electric car, batteries, environment, hybrid vehicle, emissions.



# 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 práce.....                                    | 12        |
| 2.2.1 Časová řada.....                                     | 12        |
| 2.2.2 Analýza časových řad .....                           | 12        |
| 2.2.3 Charakteristika časových řad .....                   | 13        |
| 2.2.4 Elementární charakteristiky časových řad .....       | 13        |
| 2.2.5 Modely časových řad .....                            | 14        |
| 2.2.6 Vyrovnání časových řad .....                         | 15        |
| 2.2.7 Klasické modely trendu .....                         | 15        |
| 2.2.8 Volba vhodného modelu trendu.....                    | 15        |
| 2.2.9 Bodový a intervalový odhad .....                     | 16        |
| 2.2.10 Hodnocení kvality odhadu .....                      | 16        |
| <b>3 Teoretická část.....</b>                              | <b>17</b> |
| 3.1 Historie elektromobilu .....                           | 17        |
| 3.2 Historie vývoje elektromobility v České republice..... | 19        |
| 3.3 Elektromobil.....                                      | 20        |
| 3.3.1 Elektromobily na baterie (BEV) .....                 | 20        |
| 3.3.2 Plug-In hybridní elektromobily (PHEV) .....          | 22        |
| 3.3.3 Elektromobily s palivovými články (FCEV) .....       | 22        |
| 3.4 Elektromotor .....                                     | 22        |
| 3.4.1 Stejnoseměrný elektromotor se sériovým buzením.....  | 23        |
| 3.4.2 Stejnoseměrný motor s cizím buzením.....             | 23        |
| 3.4.3 Stejnoseměrný motor s derivačním buzením.....        | 24        |
| 3.4.4 Stejnoseměrný motor se smíšeným buzením.....         | 24        |
| 3.4.5 Asynchronní motor .....                              | 24        |
| 3.4.6 Transversální motor .....                            | 24        |
| 3.4.7 Řízený reluktanční motor.....                        | 24        |
| 3.4.8 Magnetický elektromotor.....                         | 25        |
| 3.5 Baterie a energetické zásobníky .....                  | 25        |
| 3.5.1 Olověné baterie .....                                | 25        |
| 3.5.2 Alkalické baterie .....                              | 25        |
| 3.5.3 Li-ion baterie.....                                  | 26        |
| 3.6 Hybridní vozidla.....                                  | 26        |
| 3.6.1 Sériové uspořádání.....                              | 26        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.6.2    | Paralelní uspořádání.....                                | 27        |
| 3.6.3    | Smíšené uspořádání .....                                 | 27        |
| 3.7      | Elektromobilita v České republice (současnost) .....     | 27        |
| 3.8      | Typy nabíjení elektromobilů .....                        | 28        |
| 3.8.1    | Nabíjení stejnosměrným proudem (DC).....                 | 28        |
| 3.8.2    | Nabíjení střídavým proudem (AC) .....                    | 28        |
| 3.9      | Výhody elektromobilů .....                               | 29        |
| 3.10     | Nevýhody elektromobilů.....                              | 29        |
| 3.11     | Vliv elektromobilů na životní prostředí .....            | 29        |
| <b>4</b> | <b>Vlastní práce .....</b>                               | <b>31</b> |
| 4.1      | Vývoj nově registrovaných elektromobilů.....             | 31        |
| 4.1.1    | Vývoj nově registrovaných BEV .....                      | 32        |
| 4.1.2    | Vývoj nově registrovaných PHEV .....                     | 40        |
| 4.2      | Vývoj nově registrovaných hybridních vozidel .....       | 42        |
| 4.3      | Vývoj všech nabíjecích míst .....                        | 43        |
| 4.3.1    | Vývoj nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) .....    | 45        |
| 4.3.2    | Vývoj nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC)..... | 46        |
| 4.3.3    | Vývoj kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC).....        | 48        |
| <b>5</b> | <b>Závěr.....</b>  | <b>50</b> |
| <b>6</b> | <b>Seznam použitých zdrojů .....</b>                     | <b>52</b> |
| 6.1      | Odborná literatura .....                                 | 52        |
| 6.2      | Elektronické zdroje .....                                | 53        |
| <b>7</b> | <b>Seznam obrázků, tabulek, grafů a rovnic .....</b>     | <b>54</b> |
| 7.1      | Seznam obrázků .....                                     | 54        |
| 7.2      | Seznam tabulek .....                                     | 54        |
| 7.3      | Seznam grafů.....  | 54        |
| 7.4      | Seznam rovnic .....                                      | 55        |
| <b>8</b> | <b>Přílohy .....</b>                                     | <b>56</b> |

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá vymezením vývoje statistických údajů o elektromobilitě od roku 2012 do roku 2022 v České republice. Dále se zabývá predikcí vývoje nově registrovaných elektromobilů v následujícím roce 2023. Spolu s predikcí nově registrovaných elektromobilů zahrnuje také predikci nově registrovaných jednotlivých druhů a skupin elektromobilů, hybridních vozidel a nezbytnou infrastrukturou v podobě počtu nabíjecích míst.

V minulých letech byly k dopravě a přepravě osob využívány vozidla čistě se spalovacími motory. Spalovací motory jsou poháněny fosilními palivy (ropa, zemní plyn), která při spalování přináší riziko zhoršení životního prostředí. Toto zhoršení se týká převážně vylučovaných škodlivých emisí oxidu uhličitého. Od konce minulého století se lidstvo dostávalo stále pod větší politický tlak globálního oteplování a jiných globálních ekologických problémů. A tak se naskytla otázka, zdali jedna z příčin tohoto problému nelze vyřešit nebo alespoň zmírnit přechodem na alternativní způsoby dopravy-elektromobility. Elektrická energie se nyní v České republice vyrábí převážně z uhlí, zemního plynu a uranu. Na druhou stranu lze elektřinu vyrobit i daleko ekologičtější cestou, a to v podobě větrných elektráren, vodních elektráren a solárními panely, které mají před sebou velikou budoucnost. Pomocí takto vyrobené energie se mohou nabíjet elektromobily, které mají nulové emise oxidu uhličitého. Doprava by tolik neznečišťovala ovzduší. Jedinou překážkou v rozvíjení elektromobility pak může být pořizovací cena elektromobilů. Je tedy důležité cenu elektromobilů tlačít dolů v podobě státních podpor a učinit ho tak dostupným pro širší veřejnost, než je tomu doteď. Nebo alespoň elektromobilitu podporovat ve velkých městech či hromadné dopravě.

## 2 Cíl práce a metodika

Tato část nastíní hlavní cíl a dílčí cíle práce, dále popíše metodiku používanou v oblasti Vlastní práce.

### 2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je na základě statistické analýzy zhodnotit vývoj elektromobility v České republice v letech 2012–2022 a následně provést predikci vybraných ukazatelů. Mezi dílčí cíle patří odhad počtu nově registrovaných skupin elektromobilů, nově registrovaných hybridních vozidel a jednotlivých kategorií počtu nabíjecích míst pro elektromobily.

### 2.2 Metodika práce

Pro odhad počtu elektromobilů, jednotlivých druhů a skupin elektromobilů, hybridních automobilů a kategorií dobíjecích stanic se bude používat analýza časových řad a následně bude vytvořena prognóza pro rok 2023. Zdrojem dat budou seříděná data z Centra dopravního výzkumu dle NAP ČM (Národního akčního plánu čisté mobility), od roku 2012 až do roku 2022 v České republice. Ke zpracování dat bude použit program Microsoft Excel a IBM SPSS Statistics.

#### 2.2.1 Časová řada

Časová řada je množina pozorování statistických ukazatelů v čase. Používá se zejména pro veličiny, na které má vliv mnoho odlišných faktorů. Jednotlivé hodnoty se označují jako  $y_t$ , kde  $t$  je časový index, který nabývá hodnot od 1 do  $n$ , tj.  $t = 1, 2, \dots, n$  (Svatošová a Kába, 2008, s. 38).

#### 2.2.2 Analýza časových řad

Analýza časových řad je aplikace statistických modelů na časové řadě. Cílem je sestavit vhodný předpis modelu funkce (trend funkce). Jak se následně model bude vyvíjet a optimalizovat jeho chování. Hlavní cíle analýzy časových řad:

- Odhalení příčin dosavadního vývoje.
- Následná prognóza (Arlt a Arltová, 2009, s.11).

### 2.2.3 Charakteristika časových řad

Časové řady můžeme rozdělit do základních skupin dle různých statistických charakteristik.

Dle charakteru ukazatele dělíme časové řady na:

- Intervalové (kolik věcí se stalo za určité časové období).
- Okamžikové (hodnoty k určitému datu).

A dle periodicity se časové řady dělí na:

- Krátkodobé (interval je kratší než jeden rok).
- Dlouhodobé (interval delší než jeden rok) (Svatošová a Kába, 2008, s. 38).

### 2.2.4 Elementární charakteristiky časových řad

Pro zkoumání rychlosti změn hodnot sledovaného ukazatele v závislosti na čase se používají absolutní a relativní charakteristiky.

Absolutní charakteristiky porovnávají jednotlivé hodnoty v časové řadě, kdy se používá první diference neboli absolutní přírůstek. Jednotlivé hodnoty časové řady  $y_t, t = 1, 2, \dots, n$ , lze definovat první absolutní diferencí jako rozdíly sousedních hodnot. Tyto diference představují absolutní přírůstek nebo úbytek v čase.

$$dy_t = y_t - y_{t-1} \quad t = 2, 3, \dots, n \quad (2.1)$$

kde první diference  $dy_t$  představuje rozdíly sousedních pozorování řady neboli porovnávání hodnoty aktuální  $y_t$  s hodnotou minulého období  $y_{t-1}$ . (Svatošová a Kába, 2008, s. 38-39).

Relativní charakteristiky jsou vyjádřené v relativních jednotkách. Jako příklad si můžeme představit koeficient růstu:

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad t = 2, 3, \dots, n \quad (2.2)$$

kde koeficient růstu  $k_t$  udává podíl aktuální  $y_t$  a předešlé hodnoty  $y_{t-1}$ . Je-li vyjádřen v procentech hovoříme o tzv. tempu růstu  $\bar{k}$ :

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{\frac{y_2}{y_1}, \frac{y_3}{y_2}, \dots, \frac{y_n}{y_{n-1}}} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (2.3)$$

Průměrný koeficient růstu má své uplatnění pouze tehdy, má-li časová řada monotónní vývoj (Svatošová a Kába, 2008, s. 38-39).

### 2.2.5 Modely časových řad

Časová řada obsahuje tři složky:

- Trend (dlouhodobá celková a hlavní tendence vývoje).
- Periodické kolísání (periodické výkyvy ukazatelů časové řady okolo trendu).
- Náhodné kolísání (působení vedlejších/náhodných faktorů).

Trend ( $T_t$ ) zohledňuje dlouhodobý vývoj časové řady. Existence trendu je právě tehdy, pokud je v datech časové řady trvalý rostoucí nebo klesající směr (Arlt a Arltová, 2009, s.11).

Periodické kolísání ( $P_t$ ) můžeme dělit podle délky jedné periody na:

- Cyklické kolísání (perioda opakujících se výkyvů přesahuje období delší než jeden rok).
- Sezónní kolísání (roční perioda).
- Krátkodobé kolísání (perioda opakujících se výkyvů je menší než jeden rok).

Náhodné kolísání ( $\varepsilon_t$ ) se projevuje drobnými, nepravidelnými nebo ojedinělými výkyvy časové řady. Tyto výkyvy není možné nikterak předvídat. Proces utváření hodnoty ukazatele v čase vytváříme pomocí následujícího modelu:

$$y_t = T_t + P_t + \varepsilon_t \quad (2.4)$$

kde  $T_t$  je trendová složka

$P_t$  je periodická složka

$\varepsilon_t$  je náhodná složka (Svatošová a Kába, 2008, s. 41-42).

### 2.2.6 Vyrovnání časových řad

Pro stanovení vývoje funkce, stanovení trendu nám pomůže určit metody tzv. vyrovnávání časových řad. To se nejčastěji provádí pomocí dvou nejpoužívanějších postupů, mezi které patří mechanické vyrovnávání časové řady a analytické vyrovnávání časové řady.

Analytické vyrovnávání časové řady spočívá ve vystižení trendu pomocí určité funkce (Svatošová a Kába, 2008, s. 42-44).

### 2.2.7 Klasické modely trendu

K určení vývoje časové řady nám může posloužit předpis těchto základních funkcí:

- Kvadratická

$$T_t = a + bt + ct^2 \quad (2.5)$$

kde  $T_t$  udává závislou proměnnou,  $t$  je časová proměnná,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  jsou parametry trendové funkce (Svatošová a Kába, 2008, s. 44).

- Exponenciální

$$T_t = ae^{bt} \quad (2.6)$$

kde  $T_t$  udává závislou proměnnou,  $t$  je časová proměnná,  $e$  je Eulerovo číslo (Kalvoda, 2021),  $a$ ,  $b$  jsou parametry trendové funkce (Svatošová a Kába, 2008, s. 44).

### 2.2.8 Volba vhodného modelu trendu

Odhad strukturálních parametrů funkce je důležitou součástí pro stanovení modelu statistické řady. Musí panovat určité shody mezi naší pozorovanou časovou řadou a funkčním předpisem. Standartním ukazatelem, který slouží k popisu stupně shody modelu, je index determinace  $I^2$ :

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (2.7)$$

kde  $\bar{y}$  je aritmetický průměr empirických hodnot časové řady  $y_1, \dots, y_n$ .

Index determinace nabývá hodnot od 0 do 1, čím je bližší jedné, tím lépe popisuje zkoumaný jev, naopak čím je blíže 0, tím méně má toho společného.

### 2.2.9 Bodový a intervalový odhad

Odhad rozdělujeme na bodový a intervalový. Bodový odhad představuje budoucí hodnotu časové řady, která je vždy zatížená určitou chybou. Proto se dělá předpověď intervalová, ve které je střední hodnota tohoto intervalu právě odhad bodový. Intervalový odhad se nevyjadřuje číslem, ale celým intervalem, ve kterém daná charakteristika leží s určitou pravděpodobností (většinou se udává hodnota 0,95 či 0,99). Pakliže je hodnota 0,95 hovoříme o 95 % intervalu spolehlivosti. Pakliže je hodnota 0,99 hovoříme o 99 % intervalu spolehlivosti.

$$P(u_{i+k} - \delta \leq u_{i+k} \leq u_{i+k} + \delta) = 1 - \alpha \quad (2.8)$$

kde  $i$  je pořadové číslo časové proměnné o  $n$  členech a  $k$  znázorňuje počet kroků dopředu a  $\alpha$  je hladina spolehlivosti (Svatošová a Kába, 2008, s. 48).

### 2.2.10 Hodnocení kvality odhadu

Každý odhad je spojený s nějakou chybou či tolerancí. Čím větší je horizont odhadu, tím nižší se předpokládá přesnost předpovědi (prognózy). Určuje se tzv. „Pseudoprognóza“, kdy se časová řada zkrátí na několik statistických bodů a následně se určí trend a předpověď pro následující období. Získáme tedy prognózu a porovnáním se skutečností pak můžeme zjistit, jak je prognóza vhodná:

$$\text{Relativní chyba prognózy} = \frac{|y'_i - y_i|}{y_i} 100\% \quad (2.9)$$

kde  $y'_i$  vyjadřuje nově vypočtenou prognózu a  $y_i$  značí skutečnou hodnotu (Dobrovolný, 2006, s. 17).



### 3 Teoretická část

V teoretické části se analyzuje historie vzniku elektromobilu, vývoj elektromobility napříč historií jak ve světě, tak v České republice nebo na jejím území. Základní principy elektromobilu a co slovo elektromobil jako takové v sobě skrývá. Na jaké druhy se elektromobily člení. Popisuje základní principy fungování jednotlivých druhů elektromotorů, čím je elektromobil poháněn a jaké druhy baterií, akumulátorů energie či palivových článků se dnes na elektromobilech používají. Jak se elektromobil nabíjí. Dále se teoretická část zabývá aktuálním vývojem elektromobility v České republice a důvody rozvoje elektromobility. Zejména pak ekologický dopad elektromobilů na životní prostředí. Ke konci se porovnávají výhody a nevýhody elektromobilu vůči vozidlům se spalovacím motorem a ekologický vliv elektromobilů na životní prostředí.

#### 3.1 Historie elektromobilu

Základní stavební kameny elektromobility byly položeny až na samotném konci 19. století. Je těžké přesně určit, kdy byl sestrojen první elektromobil. V 19. století vznikalo mnoho patentů na motory poháněné elektrinou. První případ, kdy elektromotor byl použit pro pohon vozidla, byl v roce 1835, kdy nizozemský profesor Sibrandus Stratingh a jeho asistent Christopher Becker sestavili malý prototyp elektromobilu (Hromádko, 2012, s. 47).

Další historický milník přišel tehdy, kdy se povedlo vozidlu poháněné elektrickou energií prokazatelně překonat rychlost 100 km/h. Sestavil jej Belgičan Camill Jenatzy v roce 1899. Elektromobil „Torpédo KID“, jak byl elektromobil nazýván, dokonce o tři roky později dosáhl rychlosti 170 km/h, což byla rychlost, které málokdy dosahoval automobil se spalovacím motorem. Díky pokročilému vývoji spalovacích motorů byl ale jeho další pokus o následný rozvoj elektromobility pozastaven (Fuhs, 2009, s. 2).

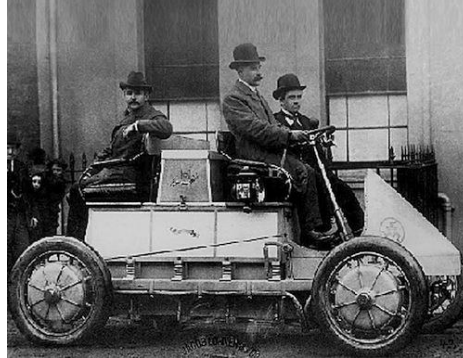
Obrázek 1 Elektromobil „Torpédo KID“ Belgičana Camilla Jenatzyho z roku 1899



Zdroj: Hromádko (2012)

Nadále se rozvoji elektromobilů v 90. letech 19. století věnoval také Francouz H. Krieger, jehož elektrické drožky brázdily ulice Paříže. Roku 1896 se elektromobilům začal intenzivně věnovat také známý konstruktér a architekt automobilového průmyslu Ferdinand Porsche. Ten byl u zrodu prvního hybridního pohonu, který měl odstranit nedostatky v podobě krátkého dojezdu vozidel čistě na elektrický pohon. Hybridní systém „Mixte“ představoval kombinaci benzínového motoru a dynama, které zásobovalo proudem elektromotory (Vlk, 2004, s. 119).

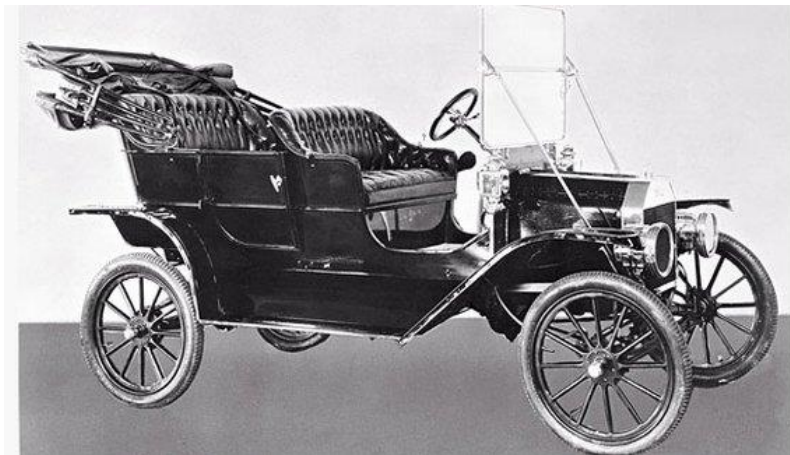
Obrázek 2 Hybridní systém „Mixte“ konstruktéra Ferdinanda Porsche



Zdroj: Vlk (2004)

V USA jezdilo na přelomu 19. století více elektromobilů, než vozů se spalovacím motorem (Hromádko, 2012, s. 47). Své oblíby dosáhly díky své jednoduchosti ovládání-zejména pak nebylo nutné při startování vozidla točit kličkou. Roku 1900 bylo dokonce vyrobeno o třetinu více elektromobilů než automobilů se spalovacím motorem (Hromádko, 2012, s. 47). Zásadní zvrat přinesl velký Fordův nápor na zavedení sériové výroby modelu „T“ se spalovacím motorem, který ovládl tamní trh s automobily pro svou vizuální krásu, jednoduchost ale i spolehlivost. Tím byl elektromobil na dlouhou dobu vytlačen nejen z amerického trhu, ale i trhu světového (Kameš, 2015, s. 226).

Obrázek 3 Model automobilu Ford T



Zdroj: Kameš (2015)

Renesanci zájmu o vozidla poháněné elektřinou přinesla až ropná krize roku 1965. Další renesanci přináší doba dnešní a její snaha o vývoj a distribuci vozidel s minimální nebo téměř nulovou produkcí emisí oxidu uhličitého. Dalším faktorem, který přispívá k pozitivnímu vývoji elektromobility je závislost spalovacích motorů na ropě a její vzrůstající ceně (Hromádko, 2012, s. 47).

### 3.2 Historie vývoje elektromobility v České republice

Vývoj elektromobility v České republice sahá až do konce 19. století. U prvních krůčků elektromobility na českém území byl známý český vynálezce a inovátor František Křižík, který je především známý vynálezem obloukové lampy se samočinnou regulací. Ten se roku 1895 pokusil o svůj první prototyp elektromobilu. Poháněn byl stejnosměrným elektromotorem. Svůj druhý prototyp obohatil elektromotorem umístěným v každém ze dvou zadních kol. Třetí vůz, jím postavený, měl hybridní pohon pro prodloužení dojezdové dráhy (Kraus, 2004, s. 36-38).

Během první světové války Škodovy závody v Plzni vyrobily několik nákladních elektromobilů pro plzeňské pivovary (Vegr, 2009, s. 44). Po druhé světové válce byly nuceni naše státní orgány zejména kvůli rostoucím cenám ropy a nepříznivým vývojem životního prostředí zejména v centrech velkých měst pověřit některé organizace vývojem elektromobilů. VÚES (Výzkumný ústav elektrických strojů) v Brně spolu s brněnským Vysokým učením technickým zkonstruoval dva prototypy osobního a dva prototypy dodávkového vozidla (Vegr, 2009, s. 44). Pražský Ústav pro výzkum motorových vozidel o tyto prototypy ale neprojevil nějak velký zájem a soustředil se raději na problematiku automobilů se spalovacím motorem. Díky této vzniklé situaci se po celém území začali objevovat jednotlivci či malé skupiny amatérských kutilů, kteří převzali štafetu vývoje elektromobilů (Vegr, 2009 s. 44-45). Po Sametové revoluci v 90. letech ÚVMV Praha vyhotovil prototypy elektromobilů na bázi škoda Favorit. Tento prototyp se nazýval škoda Eltra (Vegr, 2009, s. 45).

Obrázek 4 Prototyp elektromobilu škoda Eltra



Zdroj: Vegr (2009)

### 3.3 Elektromobil

Samotné slovo elektromobil je složenina slov elektro a (auto)mobil. V literatuře se také můžeme setkat se zkratkou EV, což je zkratka z anglického slovíčka Electric Vehicle. V principu se jedná o automobil poháněný elektromotorem. Elektromobily se dělí na jednotlivé druhy:

- Elektromobily na baterie (BEV).
- Plug-In hybridní elektromobily (PHEV).
- Elektromobily s palivovými články (FCEV) (Denton, 2016, s.1-2).

#### 3.3.1 Elektromobily na baterie (BEV)

Tento druh elektromobilů je poháněn pomocí elektromotoru, který je napájen pouze z baterie. Zkratka BEV je odvozená z anglického slovíčka Battery Electric Vehicle (Denton, 2016, s. 1-2).

Tento typ vozidel se dále dělí na 18 podkategorií:

- Podkategorii L1 tvoří vozidla se dvěma koly, šlapátky a objemem válců nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup>-mopedy.
- Podkategorii L2 tvoří vozidla se třemi koly a objemem válců nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup>.
- Podkategorii L3 tvoří vozidla se dvěma koly a pevnými stupačkami-skútry a motocykly.
- Podkategorii L4 tvoří vozidla se třemi koly umístěnými nesouměrně k podélné střední rovině vozidla a objemem válců nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup>.
- Podkategorii L5 tvoří vozidla se třemi koly umístěnými souměrně k podélné střední rovině vozidla a objemem válců přesahujícím 50 cm<sup>3</sup>.
- Podkategorii L6 tvoří lehké čtyřkolky s vlastní hmotností do 350 kg, objemem motoru nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup>, maximální rychlostí nepřesahující 4 km/h a maximálním čistým výkonem menší nebo rovný 2 kW.
- Podkategorii L7 tvoří čtyřkolky s pohotovostní hmotností menší nebo rovnou 400 kg, čistým výkonem menším nebo rovným 15 kW, objemem motoru nad 50 m<sup>3</sup>.
- Podkategorii LA tvoří moped, skútr, mokik, motocykl sportovní a motokolo (jejichž nejvyšší konstrukční rychlost není větší než 45 km/h, je-li poháněn spalovacím motorem, nesmí být jeho zdvihový nebo jemu rovnocenný objem větší než 50 cm<sup>3</sup>).

- Podkategorii LB tvoří moped-tříkolka nebo lehká čtyřkolka (tříkolové nebo čtyřkolové vozidlo splňující podmínky ustanovení přílohy Zákona 56/2001 Sb.).
- Podkategorii LC tvoří motocykl, skútr a motocykl sportovní (pro dopravu jedné nebo dvou osob sedících za sebou se dvěma koly a pevnými stupačkami).
- Podkategorii LE tvoří tříkolka, čtyřkolka (tříkolové nebo čtyřkolové vozidlo splňující podmínky ustanovení přílohy Zákona 56/2001 Sb.).
- Podkategorii M1 tvoří vozidla, která mají nejvýše 8 míst k přepravě osob, kromě místa řidiče nebo víceúčelová vozidla.
- Podkategorii M2 tvoří vozidla, která mají více než 8 míst k přepravě osob, kromě místa řidiče a jejichž největší přípustná hmotnost nepřesahuje 5000 kg.
- Podkategorii M3 tvoří vozidla, která mají více než 8 míst k přepravě osob, kromě místa řidiče a jejichž největší přípustná hmotnost přesahuje 5000 kg.
- Podkategorii N1 tvoří vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg.
- Podkategorii N2 tvoří vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, avšak nepřevyšuje 12 000 kg.
- Podkategorii N3 tvoří vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg.
- Podkategorii Ostatní tvoří přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg; přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 750 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg; přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 10 000 kg; přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 10 000 kg; motocykl s postranním vozíkem (vozidlo se třemi koly uspořádanými nesouměrně vzhledem k střední podélné rovině, maximální konstrukční rychlostí přesahuje 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu, objem válců přesahuje 50 cm<sup>3</sup>); tříkolka, čtyřkolka (tříkolové nebo čtyřkolové vozidlo splňující podmínky ustanovení přílohy Zákona 56/2001 Sb.); motokolo (jízdní kolo opatřené trvale připojeným hnacím motorem, jehož nejvyšší konstrukční rychlost nepřekročí 25 km/h); pracovní stroj s vlastním zdrojem pohonu konstrukčně svým vybavením určený pouze pro vykonávání určitých pracovních činností. Není zpravidla určený pro přepravní činnost; pracovní stroj přípojný bez vlastního zdroje pohonu

konstrukčně svým vybavením určený pouze pro vykonávání určitých pracovních činností. Připojuje se k tažnému mot. vozidlu, přizpůsobenému k jeho připojení. Není zpravidla určený pro přepravní činnost; přívěs traktorový-kategorie 1,2,3,4; návěs traktorový-kategorie 1,2,3,4; přípojná vozidla traktoru; traktory s maximální konstrukční rychlostí nepřevyšující 40 km/h, s nejméně jednou nápravou a s minimálním rozchodem větším než 1150 mm, s nenaloženou hmotností v provozním stavu větší než 600 kg a se světlou výškou nad vozovkou menší než 1000 mm; traktory se světlou výškou nad vozovkou menší než 600 mm. Pokud je výška těžiště traktoru (měřeno vůči vozovce) dělená střední hodnotou minimálního rozchodu všech náprav větší než 0,9, je maximální konstrukční rychlost omezena na 30 km/h; traktory s maximální konstrukční rychlostí nepřevyšující 40 km/h, a s nenaloženou hmotností menší než 600 kg; ostatní traktory s maximální konstrukční rychlostí nepřevyšující 40 km/h; ostatní silniční vozidla (Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, 1993).

### **3.3.2 Plug-In hybridní elektromobily (PHEV)**

Tento druh elektromobilů je opatřen spalovacím motorem a elektromotorem, ale také akumulátorem a baterií. Po vyčerpání dojezdu z baterie se vozidlo vrátí k výhodám plně hybridního pohonu, aniž by se snížil dojezd. Zkratka PHEV pochází z anglického slovíčka Plug-In Hybrid Electric Vehicle (Denton, 2016, s. 1-2).

### **3.3.3 Elektromobily s palivovými články (FCEV)**

Elektromobil je stejně jako první případ vybaven pouze elektromotorem. Liší se ale ukládáním elektrické energie. Ta není totiž ukládána do baterie, ale do palivových článků. Zkratka FCEV je odvozená z anglického slovíčka Fuel Cell Electric Vehicle (Denton, 2016, s. 1-2).

## **3.4 Elektromotor**

Elektromotor je hlavní hnací ústrojí elektromobilu. Podobně jako u vozidla se spalovacím motorem se skládá z motoru, převodovky, hnacích hřídelů a diferenciálu s rozvodovkou. Nejběžněji se používá přední nebo zadní pohon kol s centrálním elektromotorem. Mezi alternativy patří hnací systémy se dvěma či více elektromotory nebo malými elektromotory

umístěných v každém z kol odděleně. Elektromotory se rozdělují na motory stejnosměrné a střídavé.

Mezi druhy stejnosměrných elektromotorů patří:

- Stejnosměrný elektromotor se sériovým buzením.
- Stejnosměrný elektromotor s cizím buzením.
- Stejnosměrný elektromotor s derivačním buzením.
- Stejnosměrný elektromotor se smíšeným buzením.

Mezi druhy střídavých elektromotorů patří:

- Asynchronní elektromotor.
- Transversální elektromotor.
- Řízený reluktanční elektromotor.
- Magnetický elektromotor (Vlk, 2004, s. 122).

#### **3.4.1 Stejnosměrný elektromotor se sériovým buzením**

U tohoto typu elektromotoru je budící vinutí zapojeno sériově s kotvou, což zapříčiňuje, že proud je zároveň proudem budícím. U tohoto typu motoru je tak velmi jednoduchá regulace rychlosti. Tento typ motoru nesmí nikdy pracovat bez zatěžovacího momentu na hnací hřídeli, neboť při vysokých otáčkách hrozí poškození elektromotoru. Vzhledem k tomu, že je schopen rozhýbat velkou setrvační hmotu, je vhodný i pro užití na elektromobilech (Vlk, 2004, s. 125).

#### **3.4.2 Stejnosměrný motor s cizím buzením**

Princip elektromotoru tkví v magnetickém toku, který je vybuzen budícím vinutím ve statoru. Proud do vinutí otáčejícího se rotoru je veden přes kartáče a komutátor, který zajišťuje periodickou změnu proudu do cívky kotvy. Kotva následně rotuje ve vnějším magnetickém poli a vytváří točivý pohyb. Točivý moment přitom působí stále ve směru rotace. Kotva u těchto typů může být zapojena jak sériově, tak paralelně. Sériové zapojení má dobrý počáteční točivý moment, avšak točivý moment klesá při stoupajících otáčkách. Při paralelním zapojení klesá točivý moment. Mezi největší výhody tohoto typu elektromotoru patří zvláště výhodné tahové charakteristiky, jednoduchá regulace otáček v širokém rozsahu a kontinuální přechod z rychlé jízdy rovnou na brždění. Díky tomu jsou tyto elektromotory již dlouho používány u vozidel, které mohou být napájeny přímo z baterie. Mezi další výhody patří jednoduché řízení a výrobní cena těchto motorů. Nevýhody tohoto typu elektromotoru jsou vysoká poruchovost, zejména

u komutátoru a kartáče. Maximální obvodová rychlost je omezena rotační frekvencí a účinnost a hustota výkonu je menší než u střídavých motorů (Hromádko, 2012, s. 48).

### **3.4.3 Stejnoseměrný motor s derivačním buzením**

Obvod kotvy i budicího vinutí je připojen přímo ke zdroji elektrické energie paralelně přes samostatné regulační prvky. Snadná a rychlá možnost regulace, ovšem v menších otáčkách než stejnoseměrný motor s cizím buzením (Vlk, 2004, s. 125).

### **3.4.4 Stejnoseměrný motor se smíšeným buzením**

Jedno budicí vinutí je zapojeno v sérii a druhé paralelně ke kotvě. Sériové vinutí je zapojeno pomocí magnetu souhlasně s derivačním vinutím, které v době zvýšeného zatížení motoru způsobuje snížení otáček. Tento typ tvoří přechod mezi sériovým a derivačním elektromotorem. Má nižší výkon a energetickou účinnost (Vlk, 2004, s. 125-126).

### **3.4.5 Asynchronní motor**

Stejnoseměrné motory v elektromobilech jsou stále více a více nahrazovány střídavými neboli asynchronními motory. Mezi hlavní důvody patří bezesporu fakt, že u třífázových asynchronních motorů odpadá vinutí kotvy a kolektoru. Také je u těchto motorů magnetický tok do statoru přiváděn budicím vinutím. Pro regulaci tahové síly a otáček motoru je nutno docílit proměnné frekvence i napětí. Oproti stejnoseměrným motorům jsou motory asynchronní při stejném výkonu podstatně lehčí a prostorově menší. Dále jsou jednodušší konstrukce, což skrývá mnoho výhod, jako je například výstavba a zhotovení samotného motoru. Jsou bezúdržbové a silně přetížitelné (Hromádko, 2012, s. 49-50).

### **3.4.6 Transversální motor**

U tohoto typu motoru je proud přiváděn rovnou do rotoru, kde magnetický tok statoru není kolmý k ose rotoru, ale je paralelní. Kruhová frekvence s obíhajícím magnetickým polem je totožná. Mezi výhody tohoto typu motoru patří technická pokročilost, nízká nutnost údržby, vysoká účinnost a možnost vysokých otáček motoru. Mezi nevýhody patří nákladné řízení a vysoká pořizovací cena (Vlk, 2004, s. 126).

### **3.4.7 Řízený reluktanční motor**

Pojem reluktance poukazuje na magnetický odpor, ke kterému dochází při chodu motoru uvnitř rotoru. Princip reluktančních motorů se odvíjí od reluktančních krokových motorů. V rotoru není budicí vinutí. Rotor je vyráběn z měkkého železa a má pólové nástavce ve tvaru



ozubeného kola. Lze velmi dobře regulovat točivý moment a otáčky. Reluktanční motor se zprvu rozbíhá asynchronně a po zaběhnutí běží synchronně. Mezi výhody reluktančních motorů patří vysoký točivý moment při nízkých otáčkách, malé náklady na údržbu, malý ohřev a vysoká přetížitelnost. K nevýhodám patří zejména hluk způsobený během chodu motoru (Hromádko, 2012, s. 50).

### **3.4.8 Magnetický elektromotor**

Srdcem tohoto typu je permanentní magnet s vynikajícími elektrickými parametry při malé hmotnosti a zástavbových prostorech. Svou výhodu skrývá v konstrukci vnějšího rotoru. Tento rotor je složen z vylisovaných plechů, v kterých se nachází oddělené magnety se střídavou polaritou (Vlk, 2004, s.126-127).

## **3.5 Baterie a energetické zásobníky**

Baterie jsou, co se týká proniknutí na trh elektromobilů nejdůležitějším komponentem, neboť jsou zásobníkem elektrické energie. Na velikosti baterie roste i padá dojezdová vzdálenost elektromobilu. Na velikosti baterií je proto kladen velký důraz. Mezi hlavní typy baterií, které se používají u elektromobilů, patří:

- Olověné baterie.
- Alkalické baterie.
- Niklové baterie.
- Li-ion baterie (Denton, 2016, s. 78-79).

### **3.5.1 Olověné baterie**

Základní konstrukce olověné baterie se skládá ze šesti článků zapojených do série. Každý článek je umístěn v samostatné komoře v polypropylenovém nebo podobném pouzdře. Aktivní materiál je uložen v mřížkách nebo koších, které tvoří kladně nabitou a záporně nabitou část. Tyto baterie se postupně nahrazují modernějšími typy s větší energetickou kapacitou (Denton, 2016, s. 79-80).

### **3.5.2 Alkalické baterie**

Alkalické baterie se osvědčily jako velmi účinné. Součástí baterií je katoda z hydroxidu niklu, anoda ze slitin absorbujících vodík a elektrolyt z hydroxidu draselného (Denton, 2016, s. 80).

### 3.5.3 Li-ion baterie

Lithium-iontová technologie baterií se stává čím dál více oblíbenější metodou, ale stále má velký potenciál pro zlepšení. Probíhá mnoho výzkumů v oblasti optimalizace článků s cílem vytvořit baterii s vyšší energetickou hodnotou a větším dojezdem elektromobilu. Lithium-iontová technologie je v současnosti považována za nejrozšířenější způsob. Baterie funguje následujícím způsobem. Záporný pól (anoda) a kladný pól (katoda) jsou součástí jednotlivých článků lithium-iontové baterie spolu s elektrolytem a separátorem. Anoda má strukturu grafitu a katoda je z vrstveného oxidu kovu. Mezi těmito vrstvami se ukládají elektricky nabitě ionty. Při nabíjení baterie se lithiové ionty pohybují od anody ke katodě (Denton, 2016, s. 81-82).

## 3.6 Hybridní vozidla

Hybridním vozidlem se považuje automobil, pro jehož pohon se využívá hned několik zdrojů energie. Může se jednat například o kombinaci spalovacího motoru, elektromotoru a akumulátoru. Palivového článku, elektromotoru a akumulátoru. Spalovacího motoru a setrvačnicku. Nejčastějším případem bývá kombinace spalovacího motoru, elektromotoru a akumulátoru. Hybridní vozidla v sobě skrývají kombinaci výhod elektromobilů a automobilů se spalovacím motorem. U hybridních vozidel lze hnací ústrojí uspořádat do tří hlavních skupin. Skupiny sériové, paralelní a sério-paralelní neboli smíšené uspořádání. Dále můžeme hybridy dělit na:

- Full hybridy.
- Power assist hybridy.
- Mild hybridy.
- Micro hybridy (Vlk, 2004, s. 142-144).

### 3.6.1 Sériové uspořádání

U sériového uspořádání je hlavní hnací silou elektromotor. Jako zdroj energie slouží spalovací motor, jenž pohání generátor a vzniklým elektrickým proudem pohání elektromotor, případně dobíjí baterii. Poháněcí komponenty jsou uspořádány za sebou. Spalovací motor nikdy nepůjde na volnoběh, což je velmi úsporné řešení. Nutno je také zmínit, že velikost baterie není tak velká jako u klasických elektromobilů. Když baterie nemohou pokrýt spotřebu energie elektromotoru, nastartuje se spalovací motor, který jej plnohodnotně nahradí a zároveň dobije baterie (Denton, 2016, s. 67).

### **3.6.2 Paralelní uspořádání**

Tato metoda má v současnosti větší uplatnění než sériové uspořádání. Vůz je opatřen kombinací spalovacího motoru a elektromotoru, které jsou spojeny s koly mechanickou převodovkou. Generátor zastává funkci jak startéru, tak alternátoru. Při využívání jednoho motoru pracuje i druhý motor, který rotuje s ním (běží na volnoběh), aniž by vytvářel nějaký výkon. U paralelního způsobu zapojení má prioritní funkci motor spalovací, který běží po většinu času jízdy. Elektromotor se startuje a běží jen při akceleraci. Paralelní způsob zapojení má menší emise než způsob sériového zapojení. To je jedna z příčin většího využívání (Hromádka, 2012, s. 67-68).

### **3.6.3 Smíšené uspořádání**

Jedná se o kombinaci sériového a paralelního uspořádání. Je to nejúčinnější ze všech tří systémů. Vyniká svou spotřebou paliva a vylučováním škodlivých emisí. Jednotlivé zdroje energie jsou rozděleny hybridní převodovkou. Běh vozidla zajišťuje buď spalovací motor nebo elektromotor, případně kombinací obou motorů naráz. Při pomalé jízdě funguje pouze elektromotor, při rozjezdu a vyšší rychlosti optimalizuje řídicí jednotka spalovací motor a elektromotor dohromady. Za jízdy se přebytek výkonu ukládá do baterie (Kameš, 2015, s. 201).

## **3.7 Elektromobilita v České republice (současnost)**

V posledních několika letech lze situaci ohledně vývoje počtu elektromobilů v České republice popsat jako období dynamického rozvoje. Od výstavby a rozvoje dobíjecí infrastruktury, přes rostoucí nabídku a dostupnost jednotlivých vozidel, tak i úpravou nebo spíše přípravou legislativy. Jednotlivé automobilky chystají přípravu zcela nových modelů. Nebo intenzivně pracují na rozvoji stávajících modelů na elektrický pohon ať již čistě elektrických, tak hybridních. V současné době je v České republice větší zájem o čistě elektrické vozy než o plug-in hybridy. Největší potenciál růstu na českém trhu mají modely elektromobilů Škoda Enyaq iV, který má více než 70 000 objednávek a Tesla model Y (Marušinec, 2021).

Z hlediska vývoje a rozvoje elektromobility lze předpokládat v nejbližším časovém horizontu následující klíčové faktory:

- Cenová dostupnost vozidel bude akceptována širším okruhem potenciálních zájemců o pořízení, zejména pak střední třídy, pro kterou bylo pořízení elektromobilu zatím cenově spíše nedostupné.

- Zlepšující se kvalitativní parametry vozidel (dojezd, komfort, ...).
- Zlepšená infrastruktura z pohledu vlastníka neomezující plánované využití vozidla k dennímu používání.
- Předpokládaný pokles celkových nákladů vozidla.
- Rostoucí cena nafty a benzínu (Marušinec, 2021).

### **3.8 Typy nabíjení elektromobilů**

Nezbytnou podmínkou pro elektromobily je bezesporu nabíjecí soustava. Většina elektromobilů se pravděpodobně bude nabíjet doma, ale společná infrastruktura se také rychle rozvíjí. Mnoho podniků nyní také poskytuje dobíjecí stanice pro zaměstnance na místě jejich pracoviště nebo i jednotlivé hotely či rekreační střediska nabízí možnost nabíjecích stanic. Mezi jednotlivé typy nabíjení patří nabíjení stejnosměrným proudem (DC) a nabíjení střídavým proudem (AC) (Denton, 2016, s. 109-110).

#### **3.8.1 Nabíjení stejnosměrným proudem (DC)**

Při nabíjení stejnosměrným proudem se rozlišuje mezi nabíjením stejnosměrným proudem s nízkou intenzitou a nabíjením stejnosměrným proudem s vysokou intenzitou. Nabíjecí zařízení je součástí nabíjecí stanice. Nabíjecí stanice na stejnosměrný proud jsou ve srovnání s nabíjecími stanicemi na střídavý proud výrazně nákladnější. Nezbytným předpokladem pro nabíjení stejnosměrným proudem je vhodná síť nabíjecích stanic, které vzhledem k vysokému výkonu vyžadují vysoké investice do infrastruktury. Rychlé nabíjení vysokým proudem vyžaduje vhodně dimenzované průřezy vedení, které znesnadňují připojení vozidel k nabíjecí stanici. Standardizace přípojky pro nabíjení stejnosměrným proudem nebyla dosud uzavřena a dostupnost na trhu je stále nejistá. V praxi mají vozidla s přípojkou pro nabíjení stejnosměrným proudem další přípojku pro standardní nabíjení, aby bylo možné vozidlo nabíjet i doma (Denton, 2016, s. 110-111).

#### **3.8.2 Nabíjení střídavým proudem (AC)**

Nabíjení střídavým proudem se nyní stalo standardní a používanější metodou nabíjení. Je možné jak v soukromém sektoru, tak na nabíjecích stanicích ve veřejném sektoru, a to s nízkými náklady. Tento způsob nabíjení má také dlouhodobou budoucnost. Standardní nabíjení probíhá prostřednictvím střídavého proudu. U této metody je možno nabíjet ve třech režimech. V prvním a druhém režimu je nabíjení možné v domácích zásuvkách. Na domácí zásuvce může nabíjení trvat až několik hodin kvůli omezenému výkonu zásuvky v závislosti na kapacitě

akumulátoru, úrovni nabití baterie a nabíjecím proudem. Ve třetím režimu nabíjení lze vozidlo nabíjet na nabíjecí stanici, kde je možný příkon s výrazně zkrácenou dobou nabíjení. Zejména v soukromém sektoru je využitelný výkon omezen pojistkovým jističem přípojky v budově. Nabíjecí výkony jsou u domácích nabíjecích stanic obvykle na hranici vysokého výkonu. Nabíjecí zařízení je trvale instalováno ve vozidle. Jeho výkon je přizpůsoben baterii vozidla (Denton, 2016, s. 109-110).

### **3.9 Výhody elektromobilů**

Mezi hlavní výhody elektromobilů vůči automobilům se spalovacím motorem patří:

- Využívání čisté a obnovitelné energie.
- Vysoká akcelerace, možnost velmi rychlého zrychlení vozidla.
- Vysoká přetížitelnost elektromotorů (elektromotory se dokáží dostat do vysokých otáček, bez většího negativního postihu).
- Nízká až nulová hlučnost provozu elektromobilu.
- Jednoduchost ovládání a komptabilita (Denton, 2016, s. 104-108).

### **3.10 Nevýhody elektromobilů**

Mezi hlavní nevýhody elektromobilů vůči automobilům se spalovacím motorem patří:

- Dojezdová vzdálenost, která bývá často zmiňována jako „Achillova pata“ elektromobilů.
- Vysoká pořizovací cena.
- Nedostatečná infrastruktura nabíjecích míst.
- Rychlost nabíjení baterie (Denton, 2016, s. 104-108).

### **3.11 Vliv elektromobilů na životní prostředí**

Elektromobily se berou za ekologické díky tomu, že elektromotory produkují minimální nebo téměř nulové lokální emise. Avšak elektrická vozidla nejsou tak ekologická, za které se napříč společností mají. Pro celkovou analýzu jejich ekologického dopadu na životní prostředí musíme detailně prozkoumat celou životní cestu elektromobilu. Od výroby elektromobilu až po likvidaci a recyklaci jednotlivých komponentů, zejména pak baterií, které jsou ještě v dnešní době stále složité na svoji likvidaci či recyklaci. Například v důsledku neekologického procesu výroby samotného vozidla, baterií a elektrické energie vznikají poměrně vysoké emise (Denton, 2016, s. 1-2). Například u výroby elektrické energie, kterou jsou elektromobily napájeny, se

pak preferuje o její výrobu pomocí obnovitelných zdrojů, což má téměř nulové negativní účinky na životní prostředí.

V životním prostředí bylo nalezeno několik škodlivých chemických látek. Tyto látky mohou mít i karcinogenní a mutagenní účinky. Jsou tak proto nebezpečné pro všechny živé organismy, zejména pak pro nás-lidskou rasu. Velká část z nich má původ právě v dopravě, která funguje převážně na principu benzinových či naftových spalovacích motorů. Česká republika se zavázala v rámci členství v Evropské unii o přijetí závazků, které mají za úkol tato množství snižovat. Situace se tomu navzdory ale nezlepšuje, a to hlavně ve velkých městech a jejich okolí, kde je velice zhoršené ovzduší, narušená přirozená fauna a flóra.

Z tohoto pohledu se jeví jako nezbytné tuto situaci analyzovat a pokusit se eliminovat škodliviny způsobované dopravou. Doprava má v naší společnosti svou nezastupitelnou roli, hlavně co se týče jejího rozvoje, nelze ji tedy vynechat či nějak omezovat. Převážně jak v oblasti osobní dopravy, tak té nákladní, ale prudce rostou, proto je třeba najít náhradní řešení a podpořit vývoj nízko emisních přepravních prostředků. Nejčastěji se hovoří o znečištění ovzduší, ale nezanedbatelné jsou další složky životního prostředí – podzemní a povrchové půdy, přirozená fauna a flóra, biota a také náhodné znečišťování ropnými haváriemi. Dále potom zátěž spojená s výrobou a následnou likvidací vozidel a produktů, které provázejí činnost spalovacích motorů a také podpůrných skupin spalovacích motorů. Pomalý přechod na globální elektromobilitu je tak pro zachování naší planety obyvatelnou v současných příznivých podmínkách téměř nevyhnutelný (Adamec, 2008, s. 57-60).

## 4 Vlastní práce

Elektromobily se člení na tři hlavní druhy. Druhy BEV (Elektromobily na baterie), PHEV (Plug-In hybridní elektromobily) a FCEV (Elektromobily s palivovými články). Druh elektromobilů BEV (Elektromobily na baterie) se dále dělí na mnoho podkategorií. Z důvodu zjednodušení výpočtů byly tyto kategorie sloučeny do 3 skupin (Skupina 1, Skupina 2 a Skupina 3). Skupina 1 je tvořena podkategoriemi vozidel L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, LA, LB, LC a LE. Skupina 2 je tvořena podkategoriemi vozidel M1, M2 a M3. Skupina 3 je tvořena podkategoriemi vozidel N1, N2, N3 a Ostatní.

### 4.1 Vývoj nově registrovaných elektromobilů

Nejzastoupenějším druhem nově registrovaných elektromobilů v České republice jsou BEV (Elektromobily na baterie) s celkovým počtem 19 323 nově registrovaných vozidel v ČR od roku 2012 do roku 2022. Následují PHEV (Plug-In hybridní elektromobily) s celkovým počtem 7 364 nově registrovaných vozidel v ČR od roku 2012 do roku 2022. Z důvodu malého objemu statistických dat u FCEV (Elektromobilů s palivovými články), pouhých 12 kusů nově registrovaných vozidel, bylo rozhodnuto z důvodu malého objemu statistických dat tento druh z analýzy časových řad zcela vyřadit.

Tabulka 1 Celkový počet nově registrovaných elektromobilů v ČR (2012–2022)

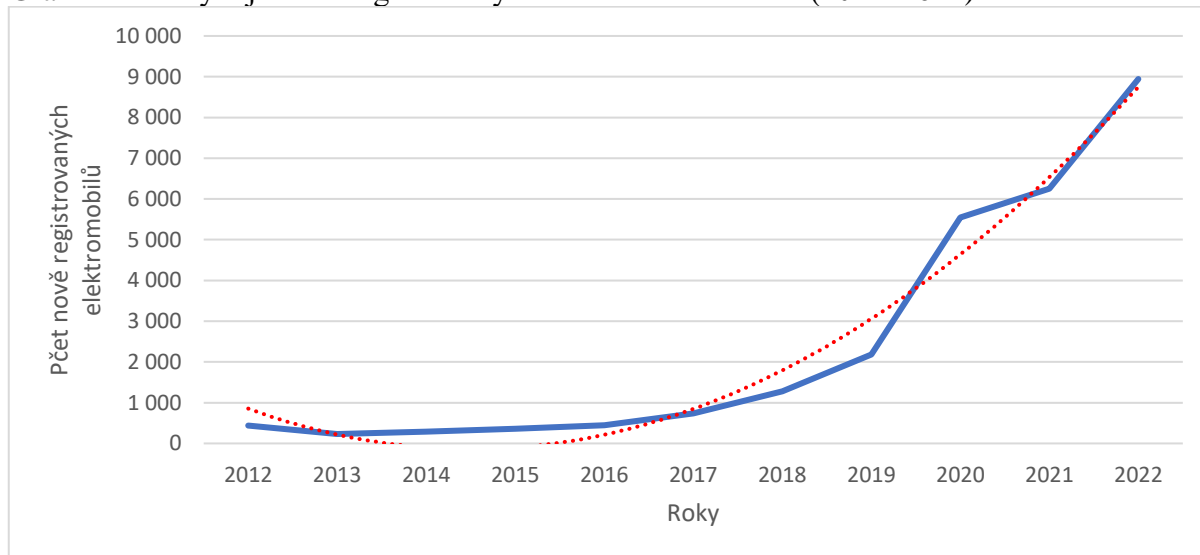
| Rok                   | Počet nově registrovaných elektromobilů | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|---|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 442                                     | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 231                                     | -211                      | 0,5226           | -47,7376        |
| 2014                  | 287                                     | 56                        | 1,2424           | 24,2424         |
| 2015                  | 358                                     | 71                        | 1,2474           | 24,7387         |
| 2016                  | 445                                     | 87                        | 1,2430           | 24,3017         |
| 2017                  | 736                                     | 291                       | 1,6539           | 65,3933         |
| 2018                  | 1282                                    | 546                       | 1,7418           | 74,1848         |
| 2019                  | 2180                                    | 898                       | 1,7005           | 70,0468         |
| 2020                  | 5546                                    | 3366                      | 2,5440           | 154,4037        |
| 2021                  | 6249                                    | 703                       | 1,1268           | 12,6758         |
| 2022                  | 8943                                    | 2694                      | 1,4311           | 43,1109         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -                                       | -                         | 1,3508           | -               |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Průměrně počet nově registrovaných elektromobilů rostl o 35,08 %. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nově registrovaných elektromobilů dlouhodobě roste, až na mírnou odchylku roku 2013, kdy počet nově registrovaných elektromobilů klesl oproti roku 2012 o 211 vozidel. Tento

důvod může být způsoben nepříliš velkým očekáváním a všeobecnou vírou v elektromobilitu napříč českou společností. Naopak roku 2020 stoupl počet nově registrovaných elektromobilů o 3 366 vozidel, šlo o největší nárůst, který byl zpomalen nastupující pandemií COVID-19.

Graf 1 Trend vývoje nově registrovaných elektromobilů v ČR (2012–2022)



Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje nově registrovaných elektromobilů pomocí kvadratické funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu kvadratické funkce dosahoval hodnoty 0,9722. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nově registrovaných elektromobilů od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 1802,6 - 1108,4t + 158,15t^2$$

Bodový odhad počtu nově registrovaných elektromobilů pro rok 2023 vychází 11 275 vozidel. Intervalový odhad počtu nově registrovaných elektromobilů pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(9\,334 \leq 11\,275 \leq 13\,217) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nově registrovaných elektromobilů pro rok 2022 vychází 2,1978 %.

#### 4.1.1 Vývoj nově registrovaných BEV

Nejzastoupenější kategorií nově registrovaných elektromobilů v České republice od roku 2012 do roku 2022 jsou BEV (Elektromobily na baterie), s celkovým počtem 19 323 nově registrovaných vozidel (v ČR od roku 2012 do roku 2022). Tato kategorie se dále dělí na



18 podkategorií (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, LA, LB, LC, LE, M1, M2, M3, N1, N2, N3 a Ostatní). Jednotlivý počet nově registrovaných elektromobilů všech podkategorií BEV v ČR od roku 2012 do roku 2022 je znázorněn v příloze v tabulce č. 12.

Nejzastoupenější podkategorií BEV je podkategorie M1 (vozidla, která mají nejvýše 8 míst k přepravě osob, kromě místa řidiče nebo víceúčelová vozidla) s celkovým počtem 10 941 nově registrovaných vozidel od roku 2012 do roku 2022. Jde o osobní vozidla jako je například Škoda Enyaq či modely elektromobilů Tesla. Následuje podkategorie L1 (vozidla se dvěma koly, šlapátky a objemem válců nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup>-mopedy) s celkovým počtem 3 826 nově registrovaných vozidel od roku 2012 do roku 2022. Naopak u některých podkategorií byl celkový počet nově registrovaných vozidel od roku 2012 do roku 2022 roven 0, a to u podkategorií M2 (vozidla, která mají více než 8 míst k přepravě osob, kromě místa řidiče a jejichž největší přípustná hmotnost nepřesahuje 5000 kg) a podkategorie N2 (vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, avšak nepřevyšuje 12 000 kg).

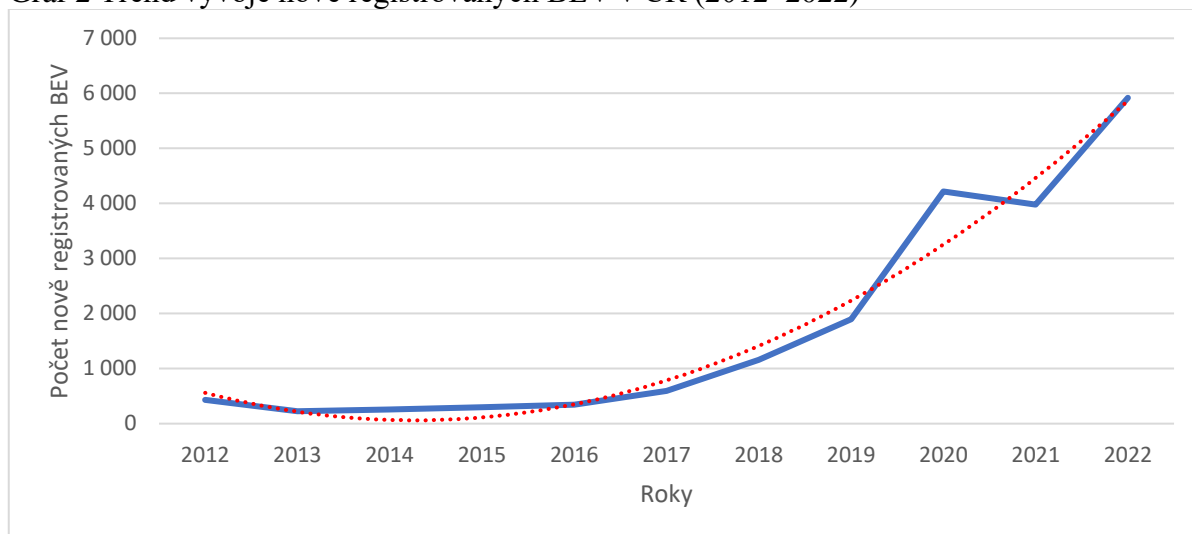
Tabulka 2 Celkový počet nově registrovaných BEV v ČR (2012–2022)

| Rok                   | Počet nově registrovaných BEV | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 431                           | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 225                           | -206                      | 0,5220           | -47,7958        |
| 2014                  | 255                           | 30                        | 1,1333           | 13,3333         |
| 2015                  | 298                           | 43                        | 1,1686           | 16,8627         |
| 2016                  | 347                           | 49                        | 1,1644           | 16,4430         |
| 2017                  | 596                           | 249                       | 1,7176           | 71,7579         |
| 2018                  | 1156                          | 560                       | 1,9396           | 93,9597         |
| 2019                  | 1898                          | 742                       | 1,6419           | 64,1869         |
| 2020                  | 4217                          | 2319                      | 2,2218           | 122,1812        |
| 2021                  | 3981                          | -236                      | 0,9440           | -5,5964         |
| 2022                  | 5919                          | 1938                      | 1,4868           | 48,6812         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -                             | -                         | 1,2995           | -               |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Průměrně počet nově registrovaných BEV rostl o 29,95 %. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nově registrovaných BEV dlouhodobě roste, až na mírnou odchylku v letech 2013 a 2021, kdy počet vozidel oproti předešlému roku poklesl v roce 2013 o 206 vozidel. V roce 2021 počet nově registrovaných vozidel poklesl o 236 vozidel oproti minulému roku z důvodu propuknutí pandemie viru COVID-19, která zapříčinila zpomalení výroby a následné distribuce elektromobilů. Způsobila i tíživou ekonomickou situaci napříč celou společností. Lidé proto raději vkládali své finance do jiných prostředků než do svého nového vozu (elektromobilu).

Graf 2 Trend vývoje nově registrovaných BEV v ČR (2012–2022)



Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje kvadratické funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu kvadratické funkce dosahoval hodnoty 0,9638. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nově registrovaných BEV od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 1099,2 - 635,21t + 97,146t^2$$

Bodový odhad počtu nově registrovaných BEV pro rok 2023 vychází 7 466 vozidel. Intervalový odhad počtu nově registrovaných BEV pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(5\ 998 \leq 7\ 466 \leq 8\ 933) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nově registrovaných BEV pro rok 2022 vychází 0,8869 %.

Dále pro lepší počítání byl tento druh elektromobilu (BEV) rozdělen na 3 hlavní skupiny, pro lepší a přesnější počítání:

- Skupina 1 (podkategorie L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, LA, LB, LC a LE)

Skupina 1 zahrnuje všechny „lehčí“ elektromobily, konkrétně všechny podkategorie L. Od elektrických dvoukolových vozidel (mopedů, skútrů a motorek) až po elektrické tříkolky a elektrické čtyřkolky. Jednotlivý počet nově registrovaných elektromobilů různých

podkategorií skupiny 1 (BEV) v ČR od roku 2012 do roku 2022 je znázorněn v příloze v tabulce č. 13.

Nejzastoupenější podkategorií skupiny 1 je podkategorie L1 (vozidla se dvěma koly, šlapátky a objemem válců nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup>-mopedy) s celkovým počtem 3 826 nově registrovaných vozidel od roku 2012 do roku 2022. Následuje podkategorie L3 (vozidla se dvěma koly a pevnými stupačkami-skútry a motocykly) celkovým počtem 1 111 nově registrovaných vozidel od roku 2012 do roku 2022. Naopak nejnižší počet nově registrovaných vozidel byl u podkategorie L4 (vozidla se třemi koly umístěnými nesouměrně k podélné střední rovině vozidla a objemem válců nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup>).

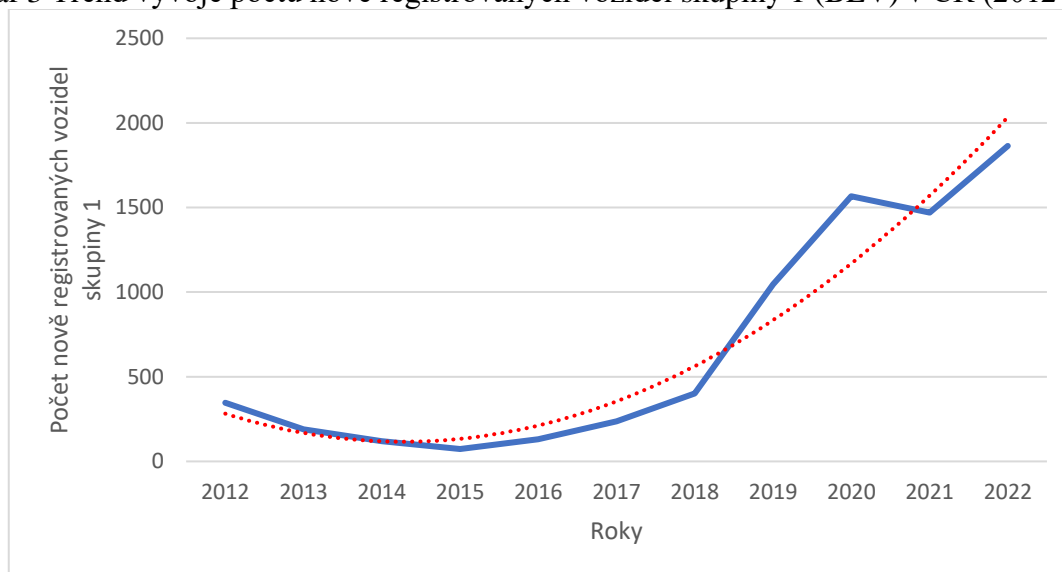
Tabulka 3 Celkový počet nově registrovaných vozidel skupiny 1 v ČR 2012–2022 (BEV)

| Rok                   | Počet nově registrovaných vozidel skupiny 1 (BEV) | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|---|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 346   | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 189   | -157                      | 0,5462           | -45,3757        |
| 2014                  | 119   | -70                       | 0,6296           | -37,0370        |
| 2015                  | 73  | -46                       | 0,6134           | -38,6555        |
| 2016                  | 130   | 57                        | 1,7808           | 78,0822         |
| 2017                  | 236   | 106                       | 1,8154           | 81,5385         |
| 2018                  | 401   | 165                       | 1,6992           | 69,9153         |
| 2019                  | 1046  | 645                       | 2,6085           | 160,8479        |
| 2020                  | 1567  | 521                       | 1,4981           | 49,8088         |
| 2021                  | 1470  | -97                       | 0,9381           | -6,1902         |
| 2022                  | 1864  | 394                       | 1,2680           | 26,8027         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -   | -                         | 1,1834           | -               |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Průměrně počet nově registrovaných vozidel skupiny 1 rostl o 18,34 %. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nově registrovaných vozidel skupiny 1 dlouhodobě roste, až na mírnou odchylku v letech 2013, 2014, 2015 a 2021, kdy počet nově registrovaných vozidel klesl v roce 2013 o 157 vozidel oproti minulému roku 2012. V roce 2014 počet nově registrovaných vozidel klesl o 70 vozidel oproti minulému roku 2013. V těchto letech bylo zjevné malého zájmu o elektromobily, jelikož napříč českou společností nepanovala taková víra a důvěra v elektromobilitu. V roce 2015 počet vozidel klesl o 46 vozidel oproti předešlému roku 2014. V roce 2021 počet nově registrovaných vozidel klesl o 97 vozidel oproti předešlému roku 2020 z důvodu propuknutí pandemie viru COVID-19, což zapříčinilo zpomalení výroby a následné distribuce elektromobilů.

Graf 3 Trend vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 1 (BEV) v ČR (2012–2022)



Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje kvadratické funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu kvadratické funkce dosahoval hodnoty 0,9349. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 1 od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 460,39 - 210,3t + 32,127t^2$$

Bodový odhad počtu nově registrovaných vozidel skupiny 1 pro rok 2023 vychází 2 563 vozidel. Intervalový odhad počtu nově registrovaných vozidel skupiny 1 pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(1\ 904 \leq 2\ 563 \leq 3\ 223) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nově registrovaných vozidel skupiny 1 pro rok 2022 vychází 9,1468 %.

- Skupina 2 (M1, M2 a M3)

Nejzastoupenější podkategorií vytvořené skupiny 2 je podkategorie M1 (vozidla, která mají nejvýše 8 míst k přepravě osob, kromě místa řidiče nebo víceúčelová vozidla) s celkovým počtem 10 941 vozidel. Jedná se o osobní vozidla například typu Škoda Enyaq a různých modelů Tesla. Naopak u podkategorie M2 (vozidla, která mají více než 8 míst k přepravě osob,

kromě místa řidiče a jejichž největší přípustná hmotnost nepřesahuje 5000 kg), byl celkový počet nově registrovaných vozidel od roku 2012 do roku 2022 roven 0.

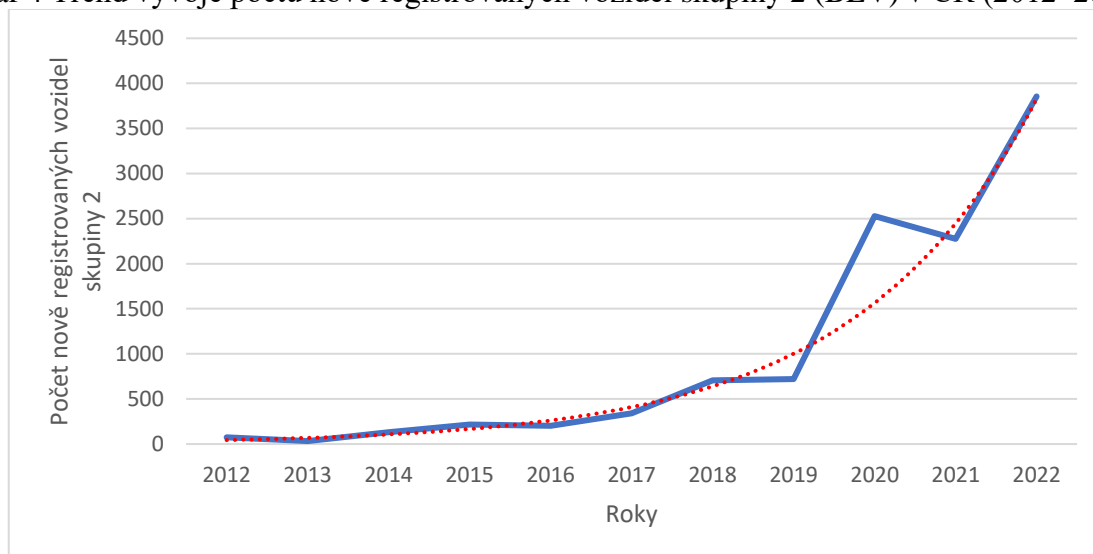
Tabulka 4 Celkový počet nově registrovaných vozidel skupiny 2 v ČR 2012–2022 (BEV)

| Rok                   | Počet nově registrovaných vozidel skupiny 2 (BEV) | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|---|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 75  | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 33  | -42                       | 0,4400           | -56,0000        |
| 2014                  | 131   | 98                        | 3,9697           | 296,9697        |
| 2015                  | 218   | 87                        | 1,6641           | 66,4122         |
| 2016                  | 202   | -16                       | 0,9266           | -7,3394         |
| 2017                  | 339   | 137                       | 1,6782           | 67,8218         |
| 2018                  | 705   | 366                       | 2,0796           | 107,9646        |
| 2019                  | 719   | 14                        | 1,0199           | 1,9858          |
| 2020                  | 2527  | 1808                      | 3,5146           | 251,4604        |
| 2021                  | 2277  | -250                      | 0,9011           | -9,8932         |
| 2022                  | 3855  | 1578                      | 1,6930           | 69,3017         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -   | -                         | 1,4828           | -               |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Průměrně počet nově registrovaných vozidel skupiny 2 rostl o 48,28 %. Nejvyšší přírůstek nově registrovaných vozidel skupiny 2 byla roku 2020 kdy byl počet nově registrovaných vozidel skupiny 2, který činil 1 808 vozidel. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nově registrovaných vozidel skupiny 2 dlouhodobě roste, až na mírnou odchylku v letech 2013, 2016 a 2021, kdy počet nově registrovaných vozidel klesl roku 2013 o 42 vozidel oproti minulému roku 2012. Tato situace byla vyvolána nepříliš velkým očekáváním rozvoje elektromobility napříč českou společností. V roce 2016 počet vozidel klesl o 16 vozidel oproti předešlému roku 2015. V roce 2021 počet vozidel klesl o 250 vozidel oproti předešlému roku 2020 z důvodu propuknutí pandemie viru COVID-19, která zapříčinila zpomalení výroby a následné distribuce elektromobilů.

Graf 4 Trend vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 2 (BEV) v ČR (2012–2022)



Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje exponenciální funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu exponenciální funkce dosahoval hodnoty 0,9386. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 2 od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 28,057e^{0,4468t}$$

Bodový odhad počtu nově registrovaných vozidel skupiny 2 pro rok 2023 vychází 5 979 vozidel. Intervalový odhad počtu nově registrovaných vozidel skupiny 2 pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(2\ 075 \leq 5\ 979 \leq 17\ 230) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nově registrovaných vozidel skupiny 2 pro rok 2022 vychází 0,7862 %.

- Skupina 3 (N1, N2, N3 a Ostatní)

Nejzastoupenější podkategorií vytvořené skupiny 3 je podkategorie N1 (vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg) s celkovým počtem 761 vozidel. Naopak u podkategorie N2 (vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg), byl celkový počet nově registrovaných vozidel od roku 2012 do roku 2022 roven 0.

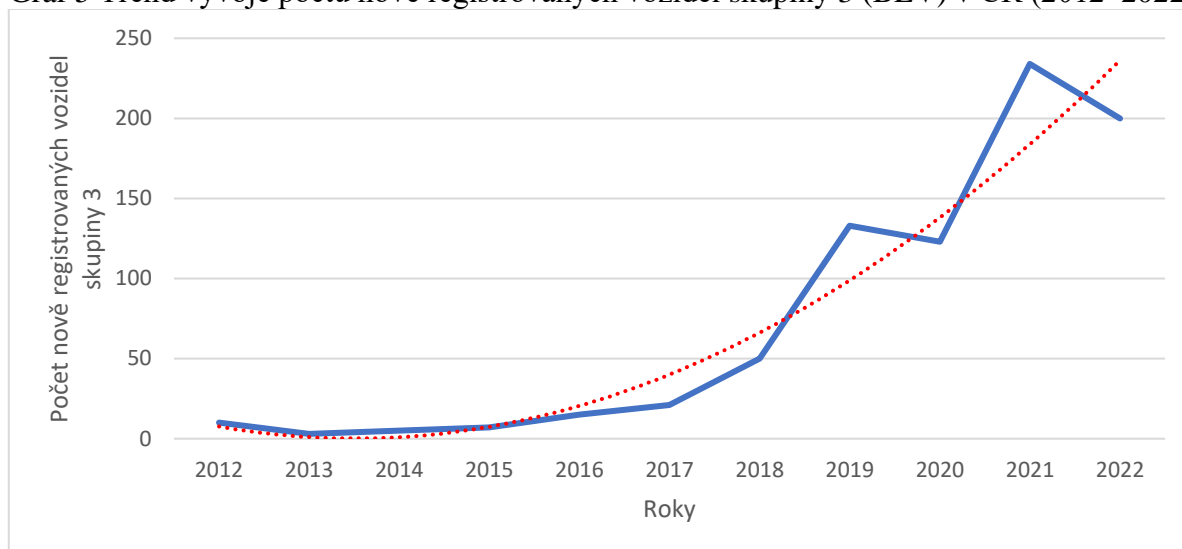
Tabulka 5 Celkový počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 v ČR 2012–2022 (BEV)

| Rok                 | Počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 (BEV) | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|---------------------|---|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                | 10  | -                         | -                | -               |
| 2013                | 3   | -7                        | 0,3000           | -70,0000        |
| 2014                | 5   | 2                         | 1,6667           | 66,6667         |
| 2015                | 7   | 2                         | 1,4000           | 40,0000         |
| 2016                | 15  | 8                         | 2,1429           | 114,2857        |
| 2017                | 21  | 6                         | 1,4000           | 40,0000         |
| 2018                | 50  | 29                        | 2,3810           | 138,0952        |
| 2019                | 133   | 83                        | 2,6600           | 166,0000        |
| 2020                | 123   | -10                       | 0,9248           | -7,5188         |
| 2021                | 234   | 111                       | 1,9024           | 90,2439         |
| 2022                | 200   | -34                       | 0,8547           | -14,5299        |
| $\bar{k}$ 2012-2022 | -   | -                         | 1,3493           | -               |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Průměrně počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 rostl o 34,93 %. Nejvyšší přírůstek vozidel byl roku 2021 kdy byl počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 nových 111 vozidel. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 dlouhodobě roste, až na mírnou odchylku v letech 2013, 2020 a 2022, kdy počet nově registrovaných elektromobilů klesl v roce 2013 o 7 vozidel oproti předešlému roku 2012. Tato situace byla vyvolána nepříliš velkým očekáváním rozvoje elektromobility napříč českou společností. V roce 2020 klesl počet nově registrovaných vozidel o 10 vozidel oproti předešlému roku 2019 z důvodu propuknutí pandemie viru COVID-19, která zapříčinila zpomalení výroby a následné distribuce elektromobilů. V roce 2022 počet nově registrovaných vozidel klesl o 34 vozidel, kdy se ale předpokládá, že roku 2023 počet nově registrovaných elektromobilů znovu nastoupí na rostoucí trend.

Graf 5 Trend vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 3 (BEV) v ČR (2012–2022)



Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje kvadratické funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu kvadratické funkce dosahoval hodnoty 0,9188. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 3 od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 20,758 - 16,423t + 3,2739t^2$$

Bodový odhad počtu nově registrovaných vozidel skupiny 3 pro rok 2023 vychází 295 vozidel. Intervalový odhad počtu nově registrovaných vozidel skupiny 3 pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(202 \leq 295 \leq 388) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nově registrovaných vozidel skupiny 3 pro rok 2022 vychází 18,1224 %.

#### 4.1.2 Vývoj nově registrovaných PHEV

Plug-In hybridní elektromobily jsou druhým nejzastoupenějším druhem elektromobilů s celkovým počtem 7 364 nově registrovaných vozidel. Jejich oblibu reflektují carsharingové společnosti jako například Anytime, které využívají PHEV vozidla Toyota Prius, Toyota Corolla či Toyota C-HR.



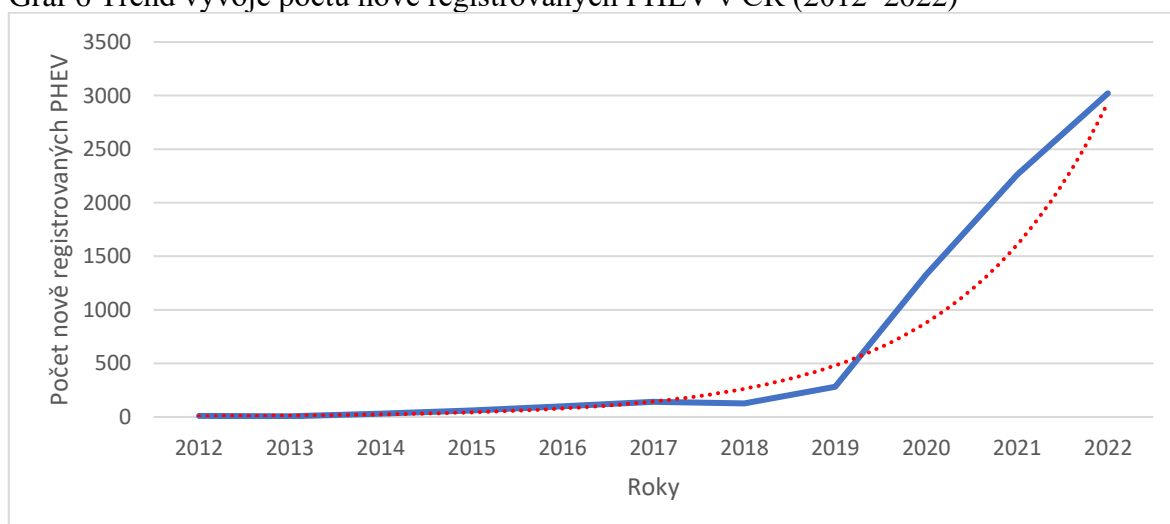
Tabulka 6 Celkový počet nově registrovaných vozidel PHEV v ČR 2012–2022

| Rok                   | Počet nově registrovaných PHEV | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 11                             | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 6                              | -5                        | 0,5455           | -45,4545        |
| 2014                  | 32                             | 26                        | 5,3333           | 433,3333        |
| 2015                  | 60                             | 28                        | 1,8750           | 87,5000         |
| 2016                  | 98                             | 38                        | 1,6333           | 63,3333         |
| 2017                  | 140                            | 42                        | 1,4286           | 42,8571         |
| 2018                  | 126                            | -14                       | 0,9000           | -10,0000        |
| 2019                  | 282                            | 156                       | 2,2381           | 123,8095        |
| 2020                  | 1328                           | 1046                      | 4,7092           | 370,9220        |
| 2021                  | 2260                           | 932                       | 1,7018           | 70,1807         |
| 2022                  | 3021                           | 761                       | 1,3367           | 33,6726         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -                              | -                         | 1,7534           | -               |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Průměrně počet nově registrovaných PHEV rostl o 75,34 %. Nejvyšší přírůstek vozidel byl zaznamenán roku 2020 kdy byl počet nově registrovaných PHEV 1046 vozidel oproti minulému roku. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nově registrovaných vozidel PHEV dlouhodobě roste, až na mírnou odchylku v letech 2013 a 2018, kdy počet nově registrovaných vozidel roku 2013 klesl o 5 vozidel oproti předešlému roku 2012. Tato situace byla vyvolána nepříliš velkým očekáváním rozvoje elektromobility napříč českou společností. V roce 2018 byl počet nově registrovaných vozidel klesl o 14 vozidel oproti předešlému roku 2017.

Graf 6 Trend vývoje počtu nově registrovaných PHEV v ČR (2012–2022)



Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje exponenciální funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu exponenciální funkce

dosahoval hodnoty 0,9557. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nově registrovaných PHEV od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 3,8703e^{0,603t}$$

Bodový odhad počtu nově registrovaných PHEV pro rok 2023 vychází 5 372 vozidel. Intervalový odhad počtu nově registrovaných PHEV pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(1\ 440 \leq 5\ 372 \leq 20\ 036) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nově registrovaných PHEV pro rok 2022 vychází 2,7015 %.

## 4.2 Vývoj nově registrovaných hybridních vozidel

Hybridní vozidla nespádají dle odborné literatury pod kategorii elektromobilů (pouze PHEV-Plug-In hybridní vozidla). Přesto byl udělán odhad i pro tento typ vozidel, neboť jejich oblíbenost napříč veřejností stoupá a jsou částečně poháněny elektromotorem.

Tabulka 7 Celkový počet nově registrovaných hybridních vozidel v ČR 2012–2022

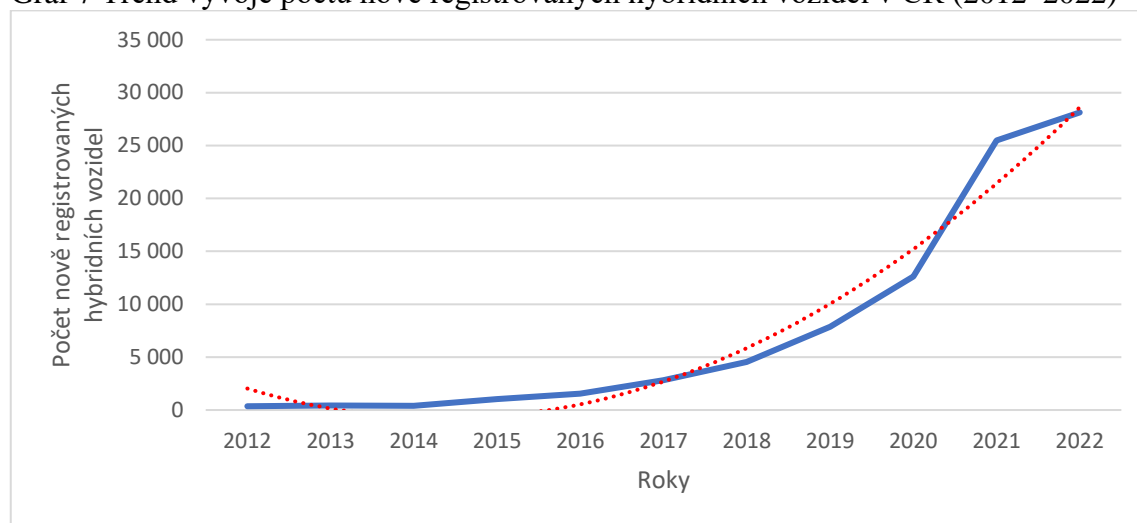
| Rok                   | Počet nově registrovaných hybridních vozidel | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|--|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 356  | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 438  | 82                        | 1,2303           | 23,0337         |
| 2014                  | 386  | -52                       | 0,8813           | -11,8721        |
| 2015                  | 1024   | 638                       | 2,6528           | 165,2850        |
| 2016                  | 1541   | 517                       | 1,5049           | 50,4883         |
| 2017                  | 2826   | 1285                      | 1,8339           | 83,3874         |
| 2018                  | 4544   | 1718                      | 1,6079           | 60,7926         |
| 2019                  | 7873   | 3329                      | 1,7326           | 73,2614         |
| 2020                  | 12614  | 4741                      | 1,6022           | 60,2185         |
| 2021                  | 25469  | 12855                     | 2,0191           | 101,9106        |
| 2022                  | 28127  | 2658                      | 1,1044           | 10,4362         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -  | -                         | 1,5480           | -               |

Zdroj: Registrace nových osobních vozidel v EU, vlastní zpracování

Průměrně počet nově registrovaných hybridních vozidel rostl o 54,80 %. Nejvyšší přírůstek vozidel byl roku 2020, kdy byl počet nově registrovaných hybridních vozidel 12 855 nově registrovaných vozidel. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nově registrovaných hybridních

vozidel roste, až na mírnou odchylku v letech 2014, kdy počet nově registrovaných vozidel klesl o 52 vozidel oproti předešlému roku 2013.

Graf 7 Trend vývoje počtu nově registrovaných hybridních vozidel v ČR (2012–2022)



Zdroj: Registrace nových osobních vozidel v EU, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje kvadratické funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu kvadratické funkce dosahoval hodnoty 0,9635. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nově registrovaných hybridních vozidel od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 4927,8 - 3402t + 504,99t^2$$

Bodový odhad počtu nově registrovaných hybridních vozidel pro rok 2023 vychází 36 822 vozidel. Intervalový odhad počtu nově registrovaných hybridních vozidel pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(29\ 389 \leq 36\ 822 \leq 44\ 255) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nově registrovaných hybridních vozidel pro rok 2022 vychází 1,7150 %.

### 4.3 Vývoj všech nabíjecích míst

Před rokem 2012 již v české republice bylo 90 nabíjecích míst, které se dělí na nabíjecí body a nabíjecí stanice. Nabíjecích bodů bylo 58, nabíjecích stanic bylo 32.

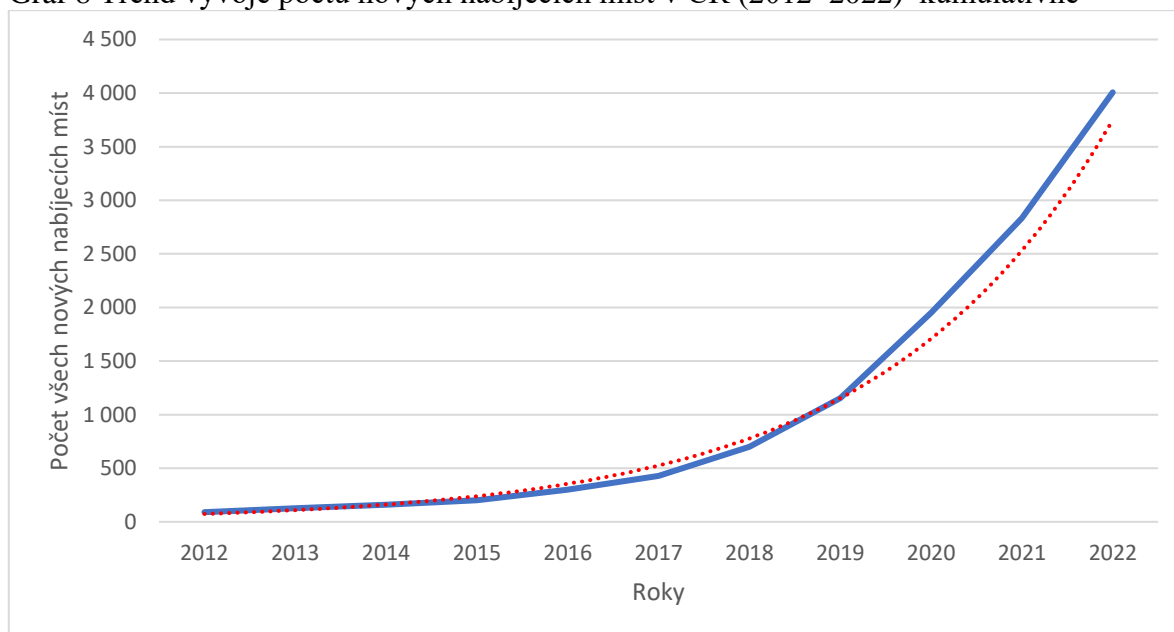
Tabulka 8 Celkový počet veřejných nabíjecích míst (kumulativně) v ČR 2012–2022

| Rok                   | Počet veřejných nabíjecích míst | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 90                              | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 127                             | 37                        | 1,4111           | 41,1111         |
| 2014                  | 160                             | 33                        | 1,2598           | 25,9843         |
| 2015                  | 201                             | 41                        | 1,2563           | 25,6250         |
| 2016                  | 299                             | 98                        | 1,4876           | 48,7562         |
| 2017                  | 427                             | 128                       | 1,4281           | 42,8094         |
| 2018                  | 701                             | 274                       | 1,6417           | 64,1686         |
| 2019                  | 1153                            | 452                       | 1,6448           | 64,4793         |
| 2020                  | 1952                            | 799                       | 1,6930           | 69,2975         |
| 2021                  | 2833                            | 881                       | 1,4513           | 45,1332         |
| 2022                  | 4007                            | 1174                      | 1,4144           | 41,4402         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -                               | -                         | 1,4617           | -               |

Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Průměrně počet nabíjecích míst rostl o 46,17 %. Nejvyšší přírůstek nabíjecích míst byl roku 2022 kdy byl počet nových nabíjecích míst 1 174. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nových nabíjecích míst dlouhodobě roste.

Graf 8 Trend vývoje počtu nových nabíjecích míst v ČR (2012–2022)–kumulativně



Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje exponenciální funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu exponenciální funkce

dosahoval hodnoty 0,9962. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nových nabíjecích míst od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 49,646e^{0,3932t}$$

Bodový odhad počtu všech nabíjecích míst pro rok 2023 vychází 5 558 nových nabíjecích míst. Intervalový odhad počtu všech nabíjecích míst pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(3\ 676 \leq 5\ 558 \leq 8\ 406) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy všech nabíjecích míst pro rok 2022 vychází 6,3798 %.

#### 4.3.1 Vývoj nabíjecích míst se střídavým proudem (AC)

Před rokem 2012 již v české republice bylo 69 nabíjecích míst se střídavým proudem (AC), které se dělí na nabíjecí body a nabíjecí stanice. Nabíjecích bodů bylo 44, nabíjecích stanic bylo 25.

Tabulka 9 Celkový počet nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) v ČR 2012–2022–kumulativně

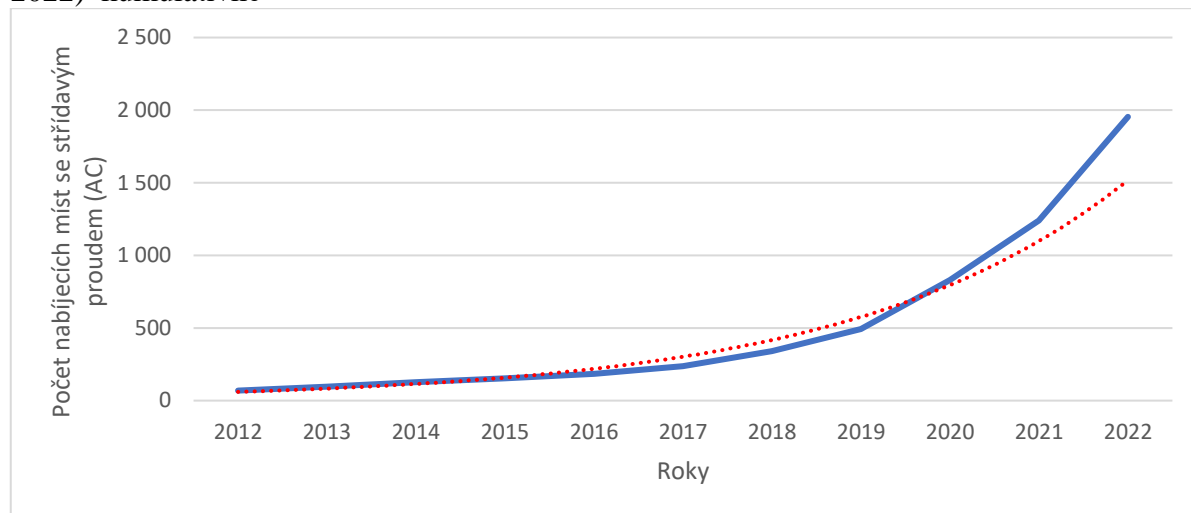
| Rok                   | Počet veřejných nabíjecích míst AC (kumulativně) | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|--|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 69   | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 97   | 28                        | 1,4058           | 40,5797         |
| 2014                  | 127  | 30                        | 1,3093           | 30,9278         |
| 2015                  | 153  | 26                        | 1,2047           | 20,4724         |
| 2016                  | 184  | 31                        | 1,2026           | 20,2614         |
| 2017                  | 237  | 53                        | 1,2880           | 28,8043         |
| 2018                  | 341  | 104                       | 1,4388           | 43,8819         |
| 2019                  | 492  | 151                       | 1,4428           | 44,2815         |
| 2020                  | 831  | 339                       | 1,6890           | 68,9024         |
| 2021                  | 1240   | 409                       | 1,4922           | 49,2178         |
| 2022                  | 1954   | 714                       | 1,5758           | 57,5806         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -  | -                         | 1,3970           | -               |

Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Průměrně počet nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) rostl o 39,70 %. Nejvyšší přírůstek byl roku 2022 kdy byl počet nových nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) 714 oproti

minulému roku 2021. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nových nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) dlouhodobě roste.

Graf 9 Trend vývoje počtu nových nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) v ČR (2012–2022)–kumulativně



Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje exponenciální funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu exponenciální funkce dosahoval hodnoty 0,9775. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nových nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 43,581e^{0,3227t}$$

Bodový odhad počtu nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) pro rok 2023 vychází 2 095 nových nabíjecích míst. Intervalový odhad počtu nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(1\ 292 \leq 2\ 095 \leq 3\ 396) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) pro rok 2022 vychází 22,3655 %.

#### 4.3.2 Vývoj nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC)

První nabíjecí místa se stejnosměrným proudem v České republice se začínala budovat až v roce 2015. Kdy byly vystaveny 2 nabíjecí body a 1 nabíjecí stanice.

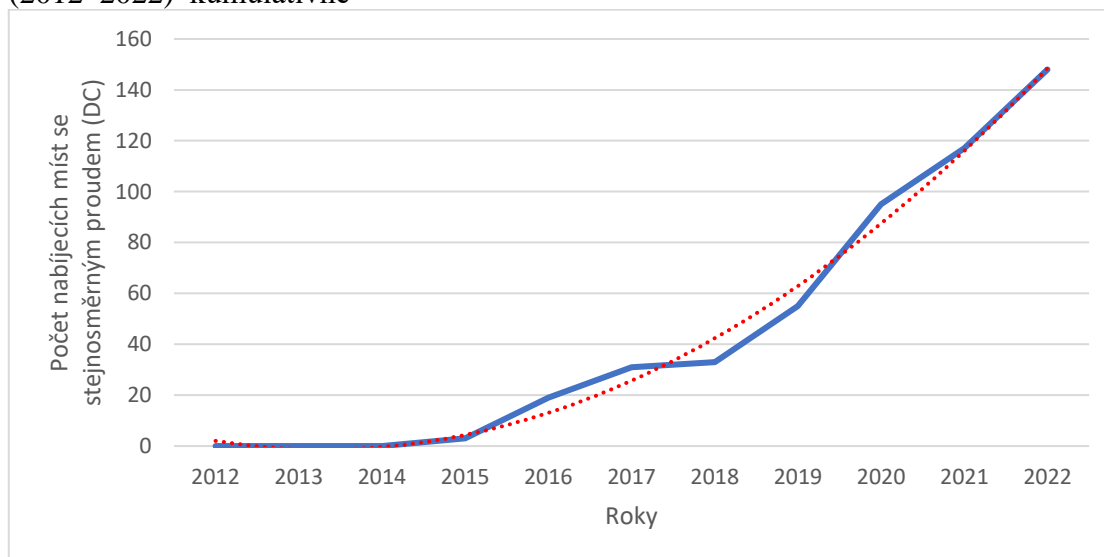
Tabulka 10 Celkový počet nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) v ČR 2012–2022–kumulativně

| Rok                   | Počet veřejných nabíjecích míst AC (kumulativně) | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|--|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 0  | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 0  | 0                         | 0                | 0               |
| 2014                  | 0  | 0                         | 0                | 0               |
| 2015                  | 3  | 3                         | 0                | 0               |
| 2016                  | 19   | 16                        | 6,3333           | 533,3333        |
| 2017                  | 31   | 12                        | 1,6316           | 63,1579         |
| 2018                  | 33   | 2                         | 1,0645           | 6,4516          |
| 2019                  | 55   | 22                        | 1,6667           | 66,6667         |
| 2020                  | 95   | 40                        | 1,7273           | 72,7273         |
| 2021                  | 117  | 22                        | 1,2316           | 23,1579         |
| 2022                  | 148  | 31                        | 1,2650           | 26,4957         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -  | -                         | 1,7453           | -               |

Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Průměrně počet nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) rostl o 74,53 %. Nejvyšší přírůstek byl roku 2020 kdy byl počet nových nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) 40 nových nabíjecích míst. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nových nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) roste.

Graf 10 Trend vývoje počtu nových nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) v ČR (2012–2022)–kumulativně



Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje kvadratické funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu kvadratické funkce dosahoval hodnoty 0,9898. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nových nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 9,2182 - 9,1448t + 1,9825t^2$$

Bodový odhad počtu nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) pro rok 2023 vychází 185 nových nabíjecích míst. Intervalový odhad počtu nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(165 \leq 185 \leq 205) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) pro rok 2022 vychází 0,3449 %.

### 4.3.3 Vývoj kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC)

Před rokem 2012 bylo v České republice již 14 nabíjecích bodů a 7 nabíjecích stanic, celkem tedy 21 kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC).

Tabulka 11 Celkový počet kombinovaných dobíjecích míst (AC, DC) V ČR 2012–2022–kumulativně

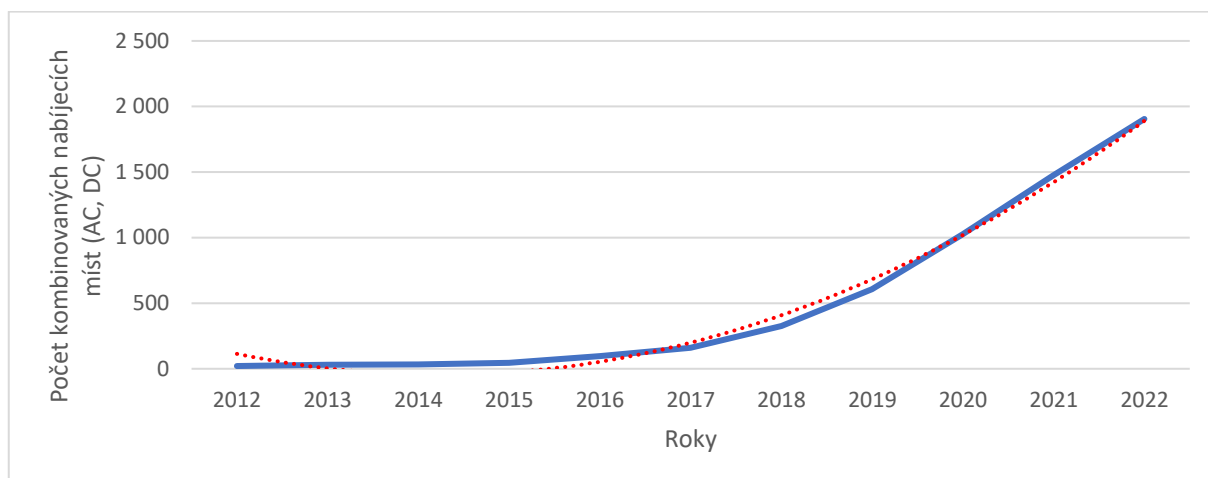
| Rok                   | Počet veřejných kombinovaných nabíjecích míst AC, DC (kumulativně) | První absolutní diference | Koeficient růstu | Tempo růstu v % |
|-----------------------|--|---------------------------|------------------|-----------------|
| 2012                  | 21   | -                         | -                | -               |
| 2013                  | 30   | 9                         | 1,4286           | 42,8571         |
| 2014                  | 33   | 3                         | 1,1000           | 10,0000         |
| 2015                  | 45   | 12                        | 1,3636           | 36,3636         |
| 2016                  | 96   | 51                        | 2,1333           | 113,3333        |
| 2017                  | 159  | 63                        | 1,6563           | 65,6250         |
| 2018                  | 327  | 168                       | 2,0566           | 105,6604        |
| 2019                  | 606  | 279                       | 1,8532           | 85,3211         |
| 2020                  | 1026   | 420                       | 1,6931           | 69,3069         |
| 2021                  | 1476   | 450                       | 1,4386           | 43,8596         |
| 2022                  | 1905   | 429                       | 1,2907           | 29,0650         |
| $\bar{k}_{2012-2022}$ | -  | -                         | 1,5695           | -               |

Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Průměrně počet kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC) rostl o 56,95 %. Nejvyšší přírůstek byl roku 2021 kdy byl počet nových kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC) bylo 450 nových nabíjecích míst. Z tabulky dále lze usoudit, že počet nových kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC) roste.



Graf 11 Trend vývoje počtu nových kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC) v ČR (2012–2022) –kumulativně



Zdroj: Veřejné dobíjecí stanice v ČR, vlastní zpracování

Prognóza bude provedena na základě trendu dlouhodobého vývoje kvadratické funkce na základě indexu determinace ( $I^2$ ). Index determinace ( $I^2$ ) u trendu kvadratické funkce dosahoval hodnoty 0,9910. Předpis trendové funkce pro analýzu vývoje počtu nových kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC) od roku 2012 do roku 2022 má následující tvar:

$$T_t = 290,04 - 207,91t + 32,126t^2$$

Bodový odhad počtu kombinovaných nabíjecích míst pro rok 2023 vychází 2 421 nových nabíjecích míst. Intervalový odhad počtu kombinovaných nabíjecích míst pro rok 2023 na hladině spolehlivosti  $\alpha = 0,05$  vychází:

$$(2\ 180 \leq 2\ 421 \leq 2\ 663) = 1 - \alpha$$

Relativní chyba prognózy kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC) pro rok 2022 vychází 0,7742 %.

## 5 Závěr

V předložené bakalářské práci byla na základě statistické analýzy časových řad prozkoumána dynamika vývoje elektromobility, jednotlivých druhů a skupin elektromobilů, hybridních vozidel a infrastruktury v podobě nabíjecích míst v České republice v letech od roku 2012 do roku 2022. Zdrojem statistických dat byla data z Centra dopravního výzkumu dle NAP ČM (Národního akčního plánu čisté mobility).

Následně byla provedena prognóza vývoje elektromobilů, druhů elektromobilů, skupin elektromobilů, hybridních vozidel a nabíjecích míst pro následující rok 2023. Jako první byl zkoumán vývoj nově registrovaných elektromobilů. Průměrně počet nově registrovaných elektromobilů rostl o 35,08 %. Prognóza nově registrovaných elektromobilů byla stanovena na počet 11 275 vozidel. Elektromobily se dělí na tři druhy elektromobilů BEV (Elektromobily na baterie), PHEV (Plug-In hybridní elektromobily) a FCEV (Elektromobily s palivovými články). Druh elektromobilů FCEV (Elektromobily s palivovými články) byl z důvodu malého objemu statistických dat z analýzy vývoje vyřazen. Podle průměrného růstu nejdynamičtěji rostl druh elektromobilů PHEV (Plug-In hybridních elektromobilů) s 75,34 % růstu.

Nejzastoupenějším druhem nově registrovaných elektromobilů byl BEV (Elektromobily na baterie) s počtem 19 323 nově registrovaných vozidel v ČR od roku 2012 do roku 2022. Druh elektromobilů BEV byl rozdělen na tři skupiny (Skupina 1, Skupina 2 a Skupina 3). Podle průměrného růstu nejdynamičtěji rostla skupina 2 (podkategorie vozidel M1, M2 a M3). Skupina 2 je i nejzastoupenější skupinou druhu elektromobilů BEV (Elektromobily na baterie) s celkovým počtem 11 081 nově registrovaných vozidel v ČR od roku 2012 do roku 2022. Jedná se totiž o skupinu, které jsou součástí i osobní elektromobily, které můžeme vídat na českých ulicích stále častěji. Jedná se například o modely elektromobilů značky Škoda (Enyaq), modely značky Tesla apod. Dále byla provedena prognóza vývoje hybridních vozidel.

Tento typ vozidel nespadá dle odborné literatury pod elektromobily, přesto byla zhotovena analýza i pro tento typ vozidel kvůli zakomponování elektromotoru do hnací soustavy. Průměrně počet nově registrovaných hybridních vozidel rostl o 54,80 %. V poslední řadě byla provedena prognóza nabíjecích míst, které byly rozděleny podle typu nabíjení (AC, DC a kombinované). Podle průměrného růstu nejdynamičtěji rostl typ nabíjení se stejnosměrným

proudem (DC), s 74,53 % růstu. Nejzastoupenějším typem je oproti tomu typ nabíjení se střídavým proudem (AC) v počtu 1 954 nabíjecích jednotek v ČR od roku 2012 do roku 2022.

V budoucnu se předpokládá pokračující rozvoj elektromobility.

## 6 Seznam použitých zdrojů

### 6.1 Odborná literatura

ADAMEC, Vladimír. Doprava, zdraví a životní prostředí. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-802-4721-569.

ARLT, Josef a Markéta ARLTOVÁ. 2007. Ekonomické časové řady: [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1319-9.

DENTON, Tom. Electric and Hybrid vehicles. New York, NY: Routledge, 2016. ISBN 978-1-138-84237-3.

FUHS, Allen E. 2009. Hybrid vehicles and the future of personal transportation. Florida: Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4200-7534-2.

HROMÁDKO, Jan. Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.

KAMEŠ, Josef. 2015. Hybridní a elektrické pohony automobilů. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze. Technická fakulta, 2015. ISBN 2013-11-14-1.

KRAUS, Ivo. Dějiny technických věd a vynálezů v českých zemích. Praha: Academia, 2004. ISBN 80-200-1196-x.

SVATOŠOVÁ, Libuše a Bohumil KÁBA. Statistické metody II. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2008. ISBN 978-80-213-1736-9.

VEGR, Jaromír. 2009. Elektromobily – historie a současnost. Čtvrtletník Pro-Energy. č. 3/2008, str. 44-50. ISSN 1802-4599.

VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1602-5.

## 6.2 Elektronické zdroje

DOBROVOLNÝ, Petr, 2006. Statistické metody a zpracování dat. Statistické metody a zpracování dat [online]. Praha: muni.cz [cit. 2023-03-04]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1431/podzim2006/Z0069/um/Statistika\\_8\\_casove\\_rady.pdf](https://is.muni.cz/el/1431/podzim2006/Z0069/um/Statistika_8_casove_rady.pdf)

KALVODA, Tomáš a Daniel VAŠATA, 2021. Základy matematické analýzy. Základy matematické analýzy [online]. Praha: KAM FIT ČVUT [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: [https://kam.fit.cvut.cz/deploy/bi-zma/mirror/textbook/sec\\_euler.html](https://kam.fit.cvut.cz/deploy/bi-zma/mirror/textbook/sec_euler.html)

MARUŠINEC, Jaromír, 2021. Elektromobilita 2021. Elektro [online]. Praha: asepcz [cit. 2023-03-04]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/elektromobilita-2021--18001>

Registrace nových osobních vozidel v EU, 1993. Cistadoprava [online]. Brno: XXX [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/registrace-novych-osobnich-vozidel-v-eu/>

Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, 1993. Cistadoprava [online]. Brno: XXX, 2022 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/registrace-vsech-cistych-vozidel-v-cr-dle-nap-cm/>

Veřejné dobíjecí stanice v ČR, 1993. Stanice Česká republika [online]. Brno: XXX [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/stanice-ceska-republika/>

## **7 Seznam obrázků, tabulek, grafů a rovnic**

### **7.1 Seznam obrázků**

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 1 Elektromobil „Torpedo KID“ Belgičana Camilla Jenatzyho z roku 1899..... | 17 |
| Obrázek 2 Hybridní systém „Mixte“ konstruktéra Ferdinanda Porsche.....            | 18 |
| Obrázek 3 Model automobilu Ford T .....   | 18 |
| Obrázek 4 Prototyp elektromobilu škoda Eltra.....                                 | 19 |

### **7.2 Seznam tabulek**

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1 Celkový počet nově registrovaných elektromobilů v ČR (2012–2022) .....                            | 31 |
| Tabulka 2 Celkový počet nově registrovaných BEV v ČR (2012–2022).....                                       | 33 |
| Tabulka 3 Celkový počet nově registrovaných vozidel skupiny 1 v ČR 2012–2022 (BEV) ...                      | 35 |
| Tabulka 4 Celkový počet nově registrovaných vozidel skupiny 2 v ČR 2012–2022 (BEV) ...                      | 37 |
| Tabulka 5 Celkový počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 v ČR 2012–2022 (BEV) ...                      | 39 |
| Tabulka 6 Celkový počet nově registrovaných vozidel PHEV v ČR 2012–2022 .....                               | 41 |
| Tabulka 7 Celkový počet nově registrovaných hybridních vozidel v ČR 2012–2022 .....                         | 42 |
| Tabulka 8 Celkový počet veřejných nabíjecích míst (kumulativně) v ČR 2012–2022 .....                        | 44 |
| Tabulka 9 Celkový počet nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) v ČR 2012–2022–<br>kumulativně .....      | 45 |
| Tabulka 10 Celkový počet nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) v ČR 2012–2022–<br>kumulativně ..... | 47 |
| Tabulka 11 Celkový počet kombinovaných dobíjecích míst (AC, DC) V ČR 2012–2022–<br>kumulativně .....        | 48 |
| Tabulka 12 Počet nově registrovaných vozidel (BEV) 2012–2022 (jednotlivé podkategorie)                      | 56 |
| Tabulka 13 Počet nově registrovaných vozidel skupiny 1 (BEV) 2012–2022 (jednotlivé<br>podkategorie) .....   | 56 |
| Tabulka 14 Počet nově registrovaných vozidel skupiny 2 (BEV) 2012–2022 (jednotlivé<br>podkategorie) .....   | 57 |
| Tabulka 15 Počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 (BEV) 2012–2022 (jednotlivé<br>podkategorie) .....   | 57 |

### **7.3 Seznam grafů**

|   |    |
|---|----|
| Graf 1 Trend vývoje nově registrovaných elektromobilů v ČR (2012–2022)..... | 32 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| Graf 2 Trend vývoje nově registrovaných BEV v ČR (2012–2022) .....  | 34 |
| Graf 3 Trend vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 1 (BEV) v ČR (2012–2022) .....                      | 36 |
| Graf 4 Trend vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 2 (BEV) v ČR (2012–2022) .....                      | 38 |
| Graf 5 Trend vývoje počtu nově registrovaných vozidel skupiny 3 (BEV) v ČR (2012–2022) .....                      | 40 |
| Graf 6 Trend vývoje počtu nově registrovaných PHEV v ČR (2012–2022).....  | 41 |
| Graf 7 Trend vývoje počtu nově registrovaných hybridních vozidel v ČR (2012–2022) .....                           | 43 |
| Graf 8 Trend vývoje počtu nových nabíjecích míst v ČR (2012–2022)–kumulativně.....                                | 44 |
| Graf 9 Trend vývoje počtu nových nabíjecích míst se střídavým proudem (AC) v ČR (2012–2022)–kumulativně .....     | 46 |
| Graf 10 Trend vývoje počtu nových nabíjecích míst se stejnosměrným proudem (DC) v ČR (2012–2022)–kumulativně..... | 47 |
| Graf 11 Trend vývoje počtu nových kombinovaných nabíjecích míst (AC, DC) v ČR (2012–2022) –kumulativně .....      | 49 |

## 7.4 Seznam rovnic

|            |    |
|------------|----|
| (2.1)..... | 13 |
| (2.2)..... | 13 |
| (2.3)..... | 14 |
| (2.4)..... | 14 |
| (2.5)..... | 15 |
| (2.6)..... | 15 |
| (2.7)..... | 15 |
| (2.8)..... | 16 |
| (2.9)..... | 16 |

## 8 Přílohy

Tabulka 12 Počet nově registrovaných vozidel (BEV) 2012–2022 (jednotlivé podkategorie)

| Kategorie / Rok | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Celkem |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| L1              | 25   | 8    | 9    | 9    | 22   | 20   | 151  | 575  | 940  | 944  | 1123 | 3826   |
| L2              | 0    | 0    | 0    | 0    | 17   | 127  | 112  | 112  | 74   | 166  | 251  | 859    |
| L3              | 1    | 5    | 2    | 14   | 55   | 36   | 46   | 199  | 352  | 129  | 272  | 1111   |
| L4              | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2      |
| L5              | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 1    | 4      |
| L6              | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 10   | 6    | 99   | 133  | 156  | 124  | 530    |
| L7              | 0    | 0    | 0    | 7    | 6    | 24   | 73   | 54   | 66   | 70   | 88   | 388    |
| LA              | 317  | 163  | 96   | 33   | 15   | 12   | 7    | 5    | 1    | 4    | 5    | 658    |
| LB              | 0    | 2    | 0    | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 4      |
| LC              | 2    | 6    | 7    | 7    | 11   | 7    | 2    | 0    | 0    | 1    | 0    | 43     |
| LE              | 1    | 5    | 5    | 1    | 0    | 0    | 1    | 2    | 1    | 0    | 0    | 16     |
| M1              | 74   | 32   | 129  | 215  | 198  | 318  | 656  | 708  | 2521 | 2275 | 3815 | 10941  |
| M2              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0      |
| M3              | 1    | 1    | 2    | 3    | 4    | 21   | 49   | 11   | 6    | 2    | 40   | 140    |
| N1              | 8    | 0    | 4    | 7    | 13   | 21   | 49   | 129  | 115  | 224  | 191  | 761    |
| N2              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0      |
| N3              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 5    | 5    | 10     |
| Ostatní         | 2    | 3    | 1    | 0    | 2    | 0    | 1    | 4    | 8    | 5    | 4    | 30     |
| Celkem          | 431  | 225  | 255  | 298  | 347  | 596  | 1156 | 1898 | 4217 | 3981 | 5919 | 19323  |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Tabulka 13 Počet nově registrovaných vozidel skupiny 1 (BEV) 2012–2022 (jednotlivé podkategorie)

| Rok / Kategorie | L1   | L2  | L3   | L4 | L5 | L6  | L7  | LA  | LB | LC | LE | Celkem |
|-----------------|------|-----|------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|--------|
| 2012            | 25   | 0   | 1    | 0  | 0  | 0   | 0   | 317 | 0  | 2  | 1  | 346    |
| 2013            | 8    | 0   | 5    | 0  | 0  | 0   | 0   | 163 | 2  | 6  | 5  | 189    |
| 2014            | 9    | 0   | 2    | 0  | 0  | 0   | 0   | 96  | 0  | 7  | 5  | 119    |
| 2015            | 9    | 0   | 14   | 1  | 1  | 0   | 7   | 33  | 0  | 7  | 1  | 73     |
| 2016            | 22   | 17  | 55   | 0  | 0  | 2   | 6   | 15  | 2  | 11 | 0  | 130    |
| 2017            | 20   | 127 | 36   | 0  | 0  | 10  | 24  | 12  | 0  | 7  | 0  | 236    |
| 2018            | 151  | 112 | 46   | 1  | 2  | 6   | 73  | 7   | 0  | 2  | 1  | 401    |
| 2019            | 575  | 112 | 199  | 0  | 0  | 99  | 54  | 5   | 0  | 0  | 2  | 1046   |
| 2020            | 940  | 74  | 352  | 0  | 0  | 133 | 66  | 1   | 0  | 0  | 1  | 1567   |
| 2021            | 944  | 166 | 129  | 0  | 0  | 156 | 70  | 4   | 0  | 1  | 0  | 1470   |
| 2022            | 1123 | 251 | 272  | 0  | 1  | 124 | 88  | 5   | 0  | 0  | 0  | 1864   |
| Celkem          | 3826 | 859 | 1111 | 2  | 4  | 530 | 388 | 658 | 4  | 43 | 16 | 7441   |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování



Tabulka 14 Počet nově registrovaných vozidel skupiny 2 (BEV) 2012–2022 (jednotlivé podkategorie)

| Rok / Kategorie | M1    | M2 | M3  | Celkem |
|-----------------|-------|----|-----|--------|
| 2012            | 74    | 0  | 1   | 75     |
| 2013            | 32    | 0  | 1   | 33     |
| 2014            | 129   | 0  | 2   | 131    |
| 2015            | 215   | 0  | 3   | 218    |
| 2016            | 198   | 0  | 4   | 202    |
| 2017            | 318   | 0  | 21  | 339    |
| 2018            | 656   | 0  | 49  | 705    |
| 2019            | 708   | 0  | 11  | 719    |
| 2020            | 2521  | 0  | 6   | 2527   |
| 2021            | 2275  | 0  | 2   | 2277   |
| 2022            | 3815  | 0  | 40  | 3855   |
| Celkem          | 10941 | 0  | 140 | 11081  |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování

Tabulka 15 Počet nově registrovaných vozidel skupiny 3 (BEV) 2012–2022 (jednotlivé podkategorie)

| Rok / Kategorie | N1  | N2 | N3 | Ostatní | Celkem |
|-----------------|-----|----|----|---------|--------|
| 2012            | 8   | 0  | 0  | 2       | 10     |
| 2013            | 0   | 0  | 0  | 3       | 3      |
| 2014            | 4   | 0  | 0  | 1       | 5      |
| 2015            | 7   | 0  | 0  | 0       | 7      |
| 2016            | 13  | 0  | 0  | 2       | 15     |
| 2017            | 21  | 0  | 0  | 0       | 21     |
| 2018            | 49  | 0  | 0  | 1       | 50     |
| 2019            | 129 | 0  | 0  | 4       | 133    |
| 2020            | 115 | 0  | 0  | 8       | 123    |
| 2021            | 224 | 0  | 5  | 5       | 234    |
| 2022            | 191 | 0  | 5  | 4       | 200    |
| Celkem          | 761 | 0  | 10 | 30      | 801    |

Zdroj: Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, vlastní zpracování