



# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Ekonomické aspekty vývoje elektromobility

Economic Aspects of Electromobility Development

## **STUDIJNÍ PROGRAM**

Projektové řízení inovací

## **STUDIJNÍ OBOR**

-

## **VEDOUcí PRÁCE**

doc. RNDr. Bohumír Štědroň, CSc.

VANCLOVÁ

VERONIKA

**2020**

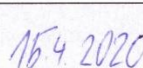
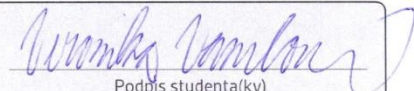
## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Vanclová	Jméno:	Veronika	Osobní číslo:	437918
Fakulta/ústav:	Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)				
Zadávající katedra/ústav:	Oddělení ekonomických studií				
Studijní program:	Projektové řízení inovací				
Studijní obor:	-				

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:	Ekonomické aspekty vývoje elektromobility		
Název diplomové práce anglicky:	Economic Aspects of Electromobility Development		
Pokyny pro vypracování:	<p>Cíl DP: Cílem diplomové práce je vysvětlit a přiblížit pojem elektromobilita, představit nové trendy vývoje a specifikovat prognózu dalšího vývoje trhu a společností působících v elektro automotive průmyslu.</p> <p>Přínos DP: Přínosem diplomové práce jsou finanční a ekonomické ukazatele vybraných společností, využitelná data prognózy a vývoje elektromobility s důsledky implementace těchto technologií.</p> <p>Osnova DP: (1) Úvod (2) Teoretická část: Specifikace, historie, vývoj a praktické využití elektromobility (3) Praktická část: Prognóza trhu elektromobility, ekonomická analýza a prognóza vybraných společností (4) Závěr: Zhodnocení metod a shrnutí výsledků práce</p>		
Seznam doporučené literatury:	<p>(1) ŠTĚDRŮŇ, Bohumír. Prognostické metody a jejich aplikace. C.H. Beck. 2012</p> <p>(2) ŠTĚDRŮŇ, B.; PALÍŠKOVÁ M. a kol. Prognostika. C.H. Beck, 2019</p> <p>(3) VEBER, J.; ŠVECOVÁ L. a kol. Digitalizace ekonomiky a společnosti. Management press. 2018</p> <p>(4) ADISON, J. New generation of Electric Vehicles. Scitus Academics. 2017</p>		
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:	doc. RNDr. Bohumír Štědroň, CSc., ČVUT v Praze, Masarykův ústav vyšších studií		
Jméno a pracoviště konzultanta(ky) diplomové práce:			
Datum zadání diplomové práce:	12.11.2019	Termín odevzdání diplomové práce:	30.4.2020
Platnost zadání diplomové práce:	30.9.2021		
			
Podpis vedoucí(ho) práce	Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	Podpis děkana(ky)	

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

VANCLOVÁ, Veronika. *Ekonomické aspekty vývoje elektromobility*. Praha: ČVUT 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ  
ČVUT V PRAZE**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citovala a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 14. 05. 2020

Podpis:

## **Poděkování**

Mé poděkování patří vedoucímu práce panu doc. RNDr. Bohumíru Štědroňovi, CSc. za ochotu, odborné vedení a cenné rady. Poděkovat bych chtěla také svým blízkým za podporu při vypracování této práce.

# Abstrakt

Diplomová práce se věnuje tématu elektromobility. V teoretické části je nejprve přiblížen pojem elektromobilita. Obsahem další kapitoly jsou pohony vozidel, kde je charakterizován každý typ pohonu elektromobilu. Pro kompletní obrázek jsou v kapitole zahrnuty i spalovací motory. Po specifikaci druhů vozidel a jejich pohonů je krátká kapitola věnovaná historickým milníkům elektromobility počínajícím v 19. století vynálezem elektromotoru. V práci je shrnut princip fungování baterie v elektromobilech, včetně odlišností mezi různými využívanými typy a následně je popsán postup jejich recyklace po skončení životního cyklu. Část kapitoly se věnuje dobíjení, ve které jsou popsány jednotlivé druhy konektorů a dobíjecích zařízení, se kterými se lze ve světě setkat. V poslední kapitole teoretické části jsou zváženy výhody a nevýhody současné elektromobility a zároveň jsou analyzovány potenciály, které by přispěly k dalšímu posunu v tomto odvětví. První kapitola praktické části obecně charakterizuje elektromobilitu ve světě v číslech. Popsány jsou počty elektromobilů, podíl dopravy na emisích a počty dobíjecích stanic. Zahrnut je i faktor komodit, které jsou využívány k produkci elektrických baterií, dále ceny elektřiny, ropy a pohonných hmot. Další částí práce je ekonomická analýza vybraných společností z automobilového průmyslu. Mezi společnostmi byly zahrnuty zavedené společnosti Volkswagen a Toyota, a nováčky zaměřující se na produkci elektromobilů, kam byla zahrnuta společnost Tesla, BYD a NIO. Analýza srovnává vybrané ekonomické veličiny a jejich vývoj v období v rozmezí let 2009-2019. Výsledky analýzy jsou mezi sebou následně porovnány v rámci srovnatelných společností. Z ekonomické analýzy společností a hodnot kontextu elektromobility vychází následná prognóza na sedm budoucích let. Na závěr je provedeno celkové zhodnocení výsledků praktické části práce a připojena krátká kapitola věnující se daňové problematice elektromobility v České republice.

## Klíčová slova

Elektromobilita, prognóza, průmysl, infrastruktura, ekonomická analýza, dobíjení, BEV, HEV

# **Abstract**

The diploma thesis deals with the topic of electromobility. In the theoretical part, the concept of electromobility is first approached. The content of the next chapter are vehicle drives, where each type of electric car drive is characterized. Internal combustion engines are also included in the chapter for a complete picture. After specifying the types of vehicles and their drives, a short chapter is devoted to historical milestones of electromobility beginning in the 19th century with the invention of the electric motor. The work summarizes the principle of operation of the battery in electric cars, including the differences between the different types used and then describes the process of their recycling at the end of the life cycle. Part of the chapter is devoted to charging, in which the individual types of connectors and charging devices that can be encountered in the world are described. In the last chapter of the theoretical part, the advantages and disadvantages of current electromobility are considered and at the same time the potentials that would contribute to further progress in this sector are analysed. The first chapter of the practical part generally characterizes electromobility in the world in numbers. The numbers of electric cars, the share of traffic in emissions and the numbers of charging stations are described. The factor of commodities that are used to produce electric batteries is also included, as well as the prices of electricity, oil and fuels. Another part of the work is an economic analysis of selected companies from the automotive industry. The companies included established companies Volkswagen and Toyota, and newcomers focused on the production of electric cars, which included Tesla, BYD and NIO. The analysis compares selected economic variables and their development in the period in the years 2009-2019. The results of the analysis are then compared with each other within comparable companies. The economic analysis of the companies and the values of the electromobility context is based on the subsequent forecast for the next seven years. Finally, an overall evaluation of the results of the practical part of the work is performed and a short chapter devoted to the tax issues of electromobility in the Czech Republic is attached.

## **Key words**

Electromobility, forecast, industry, infrastructure, economic analysis, charging, BEV, HEV



# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Elektromobilita</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Pohony vozidel</b> .....	<b>7</b>
2.1 Spalovací motory.....	7
2.1.1 Zážehový motor.....	7
2.1.2 Vznětový motor.....	8
2.2 Elektromotory.....	9
2.2.1 BEV.....	9
2.2.2 FCEV.....	10
2.2.3 PHEV.....	11
2.2.4 EREV.....	12
2.2.5 HEV.....	13
<b>3 Historie</b> .....	<b>14</b>
<b>4 Baterie</b> .....	<b>15</b>
4.1 Fungování baterie.....	15
4.1.1 Požadavky na baterii.....	15
4.1.2 Provoz baterie.....	16
4.1.3 Druhy baterií.....	16
4.1.4 Recyklace baterie.....	17
4.2 Dobíjení.....	19
4.2.1 Dobíjecí režimy.....	19
4.2.2 Typy konektorů.....	20
<b>5 Zhodnocení faktorů elektromobility</b> .....	<b>21</b>
5.1 Výhody.....	21
5.2 Nevýhody.....	24
5.3 Potenciály.....	27
<b>6 Kontext elektromobility</b> .....	<b>32</b>
6.1 Elektromobily.....	32
6.2 Životní prostředí.....	33
6.3 Dobíjecí stanice.....	34

6.4	Komodity .....	34
<b>7</b>	<b>Ekonomická analýza vybraných společností z odvětví elektromobility .....</b>	<b>37</b>
7.1	Světoví hráči na automobilovém trhu.....	37
7.2	Tesla.....	39
7.2.1	Portfolio elektromobilů .....	39
7.2.2	Vybrané finanční ukazatele společnosti.....	40
7.3	BYD.....	43
7.3.1	Portfolio elektromobilů .....	44
7.3.2	Vybrané finanční ukazatele společnosti.....	44
7.4	NIO.....	47
7.4.1	Portfolio elektromobilů .....	47
7.4.2	Vybrané finanční ukazatele společnosti.....	48
7.5	Volkswagen .....	51
7.5.1	Portfolio elektromobilů .....	51
7.5.2	Vybrané finanční ukazatele společnosti.....	52
7.6	Toyota .....	55
7.6.1	Portfolio elektromobilů .....	56
7.6.2	Vybrané finanční ukazatele společnosti.....	57
<b>8</b>	<b>Porovnání společností.....</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Prognóza vývoje .....</b>	<b>64</b>
9.1	Kontext elektromobility .....	64
9.1.1	Elektromobily .....	64
9.1.2	Dobíjecí stanice.....	67
9.1.3	Komodity.....	67
9.2	Vybrané společnosti.....	69
9.2.1	Tesla.....	69
9.2.2	BYD.....	69
9.2.3	NIO.....	70
9.2.4	Volkswagen.....	71
9.2.5	Toyota.....	71
<b>10</b>	<b>Celkové zhodnocení.....</b>	<b>73</b>
10.1	Vyhodnocení kontextu elektromobility.....	73

10.2	Vyhodnocení vybraných společností.....	74
10.3	Případová studie daňové problematiky elektromobility v ČR.....	77
10.3.1	Vozidlo v osobním majetku zaměstnance .....	77
10.3.2	Vozidlo v obchodním majetku zaměstnavatele.....	77
10.3.3	Daňové režimy pro wallboxy .....	77
10.3.4	Odepisování wallboxů.....	78
10.3.5	Režimy pro pracovní a soukromé účely využití vozidla.....	79
10.4	Dobíjení v České republice .....	80
<b>Závěr</b>	.....	<b>82</b>
<b>Seznam zdrojů</b>	.....	<b>84</b>
<b>Seznam obrázků</b>	.....	<b>91</b>
<b>Seznam grafů</b>	.....	<b>92</b>
<b>Seznam tabulek</b>	.....	<b>93</b>

# Úvod

Elektromobilita je v současné době velmi častým tématem diskusí v médiích, svazech průmyslu, zasedáních vlád a na shromážděních vedení výrobců automobilů a dalších společností navázaných na odvětví automotive. Důvodem je důraz západní společnosti k ekologičtějšímu řešení dopravy, které by představovalo menší zátěž na životní prostředí. Například dle údajů z roku 2018 se na emisích vyprodukovaných státy Evropské unie téměř ze 30 % podílí právě doprava, na čemž má největší podíl doprava silniční. Jelikož nynější technologie poskytují alternativu, která má podstatně nižší vliv na emisní zatížení, využívají jich zákonodárné orgány ke stanovování ekologických cílů. Mezi těmito orgány a automobilkami funguje určitá páka ovlivněná z jedné strany technologickým pokrokem a z druhé strany úměrným tlakem na snížení emisí z lidské činnosti. Cíle ke snížení emisí bývají stanovovány dlouhodobě, aby byl umožněn hladký a pozvolný přechod k mobilitě s nulovými emisemi, a zároveň byl poskytnut dostatek času pro provedení potřebných změn ve výrobě společností v odvětví automotive.

Automobilky čelí nejen omezením od správních orgánů, ale především se pohybují v silně konkurenčním prostředí trhu. S udržením konkurenceschopnosti se pojí neustálé inovace při zachování primární pozornosti na zákazníka, jehož potřeby musí být nejen uspokojeny, ale i předvídaný. Právě počínání několika společností je analyzováno v praktické části práce. Nově vyráběné automobily by měly vyhovovat potřebám moderního člověka, který je uvědomělý ve svém jednání a jeho dopadech na své okolí. Takové kritérium splňuje právě vozidlo na elektrický pohon.

K tomu, aby elektromobilita ve své podstatě dávala smysl je třeba zmínit, že elektrická energie by měla pocházet z obnovitelných zdrojů. V opačném případě se pouze přesouvá místo vzniku emisí z komunikací do elektráren.

Cílem této práce je seznámit čtenáře s pojmy týkajícími se elektromobility a představit principy fungování jednotlivých typů elektropohonů a baterie užívané v elektromobilech. Práce obsahuje ohlédnutí do historie a zhodnotí současné výhody, nevýhody a potenciály elektromobility. V praktické části bude představen kontext elektromobility, kde bude čtenář seznámen se současnou situací vývoje elektromobility ve světě. V tomto rámci je umožněno lepší pochopení celé problematiky ekonomické analýzy vybraných společností vyrábějících elektromobily. Na účetních výkazech zvolených firem se vývoj, výzkum a výroba elektromobilů odrážejí v různých poměrech. Co všechny společnosti spojuje, jsou ambiciózní strategické plány v elektromobilitě, kterých chtějí v několika málo následujících letech dosáhnout. Na základě provedené analýzy vybraných ekonomických ukazatelů budou společnosti navzájem porovnány. Pro rámcovou představu o budoucnosti celého odvětví bude provedena prognóza faktorů dotýkajících se elektromobility, ale také společností, na kterých byla provedena analýza. Prognóza i dosavadní vývoj bude zhodnocen v celkovém zhodnocení. Na závěr je pro zajímavost uvedena případová studie zaměřená na daňovou problematiku elektromobility v České republice. Pro komplexnější obrázek je doplněna kapitola o cenách dobíjení u českých veřejných provozovatelů dobíjecích stanic.

# **TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 Elektromobilita

Elektromobilitu lze v širším pojetí charakterizovat jako dosahování hybnosti vozidel elektrickým pohonem. Pod vozidly si lze představit osobní a nákladní automobily, soupravy metra, tramvají, trolejbusy, vlaky, autobusy, lodě, letadla a jednostopá vozidla jako jsou motocykly, skútry, kola atd. [1]

Elektromobilita je zejména v posledních dvou dekádách velmi diskutovaným tématem. Technologický vývoj v této oblasti pokročil na úroveň, kdy je výkon elektrovozidla a vozidla na konvenční pohon srovnatelný. Spolu s vysokým environmentálním uvědoměním společnosti roste i poptávka po čistší přepravě, která stimuluje automobilky k zaměření sil právě na výzkum, vývoj a výrobu elektrovozidel.

V rámci užšího a hlubšího zaměření diplomové práce se budu zabývat primárně silničními vozidly s elektrickým, vodíkovým či hybridním pohonem.

## 2 Pohony vozidel

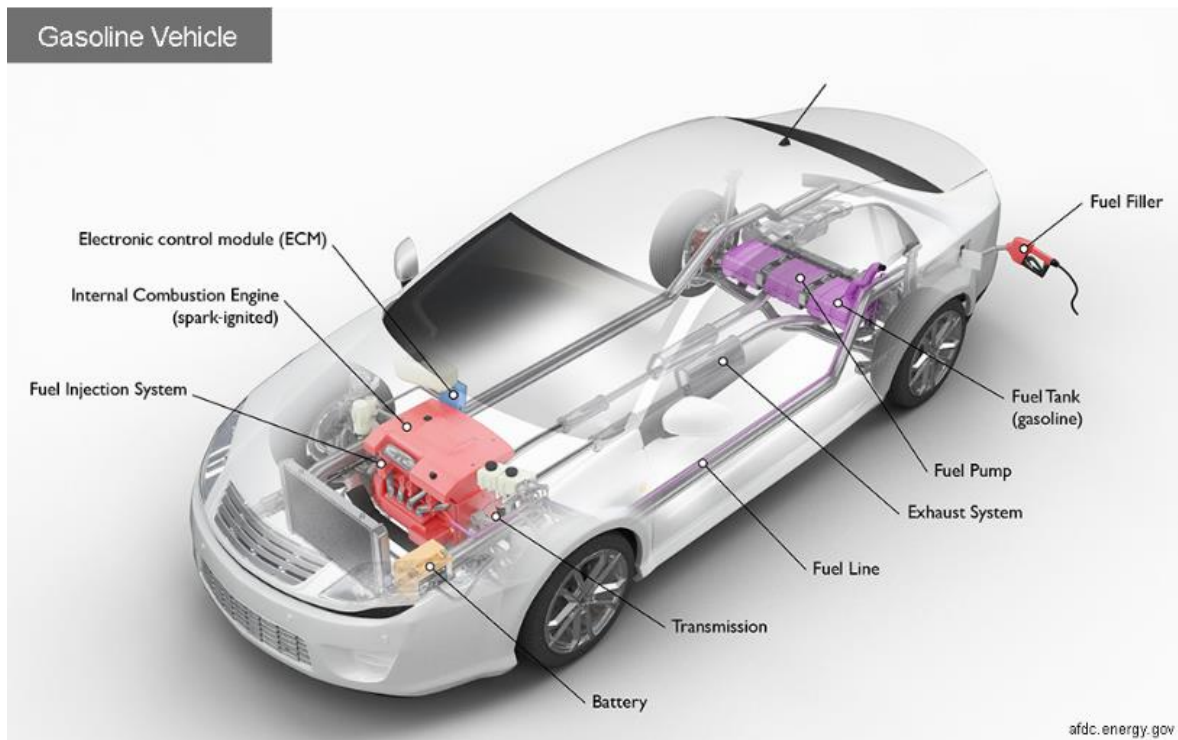
### 2.1 Spalovací motory

Pro fungování elektrovozidel, která nejsou závislá čistě na elektrické energii z baterií, jsou zabudovány spalovací motory. Jejich role na běhu vozidla je odvislá na konkrétním typu vozidla. Obecně je pohyb vozidla způsoben přeměnou chemické energie vázané v palivu na mechanickou otáčivým pohybem výstupní hřídele motoru.

Uvádím nejběžnější typy spalovacích motorů.

#### 2.1.1 Zážehový motor

Zážehový motor funguje na principu zážehu směsi paliva a vzduchu elektrickou jiskrou (zapalovací svíčkou). Nejběžnější zážehové motory fungují na čtyři doby – sání, komprese, expanze a výfuk. V první fázi se kliková hřídel posune pístem dolů, čímž se nasaje vzduch a palivo z ventilů. V další fázi se uzavře ventil a kliková hřídel posune píst nahoru, čímž dojde ke kompresi směsi vzduchu a paliva. Ve třetí fázi se v horní úvrati pohybu pístu zapálí zapalovací svíčkou směs a dojde k výbuchu. Výbuch způsobí expanzi směsi a stlačí píst dolů. V poslední fázi dojde ke zvedání pístu, otevření výfukového ventilu a výfuku plynů.



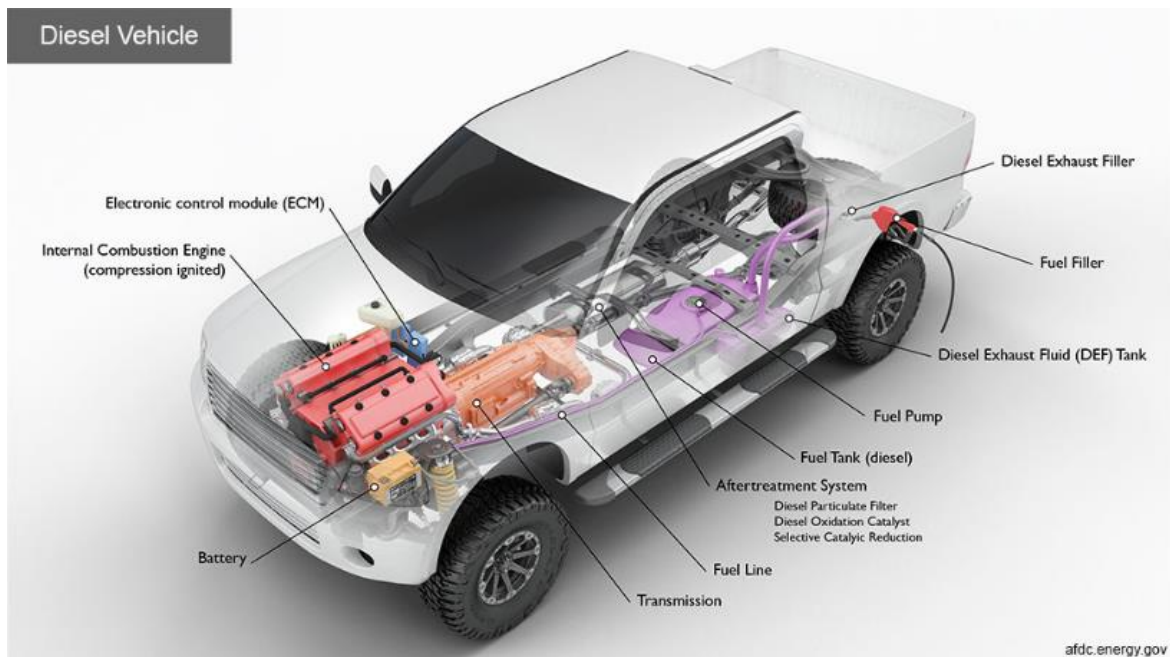
Obrázek 1: Průřez vozidla na benzínový pohon [71]

Palivem pro zážehový motor může být po modifikaci motoru z nejběžnějšího benzínu například LPG, propan-butan, alkohol a dřevoplyn.

V porovnání s vznětovým motorem je pozitivní stránkou pořízení vozidla se zážehovým motorem je nižší váha a cena motoru, nižší hlučnost a náklady na údržbu a vyšší komfort při řízení způsobený pružnější akcelerací motoru. Nevýhodou je vyšší spotřeba paliva, horší výkon motoru při nižších rychlostech, vyšší náchylnost k opotřebenému motoru způsobená vyšší choulostivostí na kvalitu paliva, a v případě, že je palivem benzín, tak i vyšší cena paliva.

## 2.1.2 Vznětový motor

Vznětový (diesellový) motor oproti zážehovému funguje na principu samovznícení vstříknutého paliva samotnou teplotou stlačeného vzduchu. U vznětového motoru rozlišujeme nejčastěji taktéž čtyři doby fungování.



Obrázek 2: Průřez vozidla na naftový pohon [72]

Přednostmi pořízení vozidla se vznětovým motorem je nižší spotřeba paliva, delší životnost, vyšší možná zátěž motoru (vhodný pro převoz těžkého nákladu) a nižší cena paliva. Nevýhodami je vyšší pořizovací cena, vyšší hlučnost, vyšší emise, vyšší citlivost na teplotu či vlhkost okolí. Z důvodu dosažení co nejnižšího opotřebení motoru je vhodná provoz za dostatečné teploty oleje, který se zahřeje na správnou teplotu až po cca 15 minutách jízdy. Vznětový motor je tedy vhodný pro používání na delší trasy, jinak dochází k vyššímu opotřebení.

## 2.2 Elektromotory

Na rozdíl od spalovacích motorů je škála vozidel s elektrickým motorem poměrně pestrá. Některé druhy elektropohonů jsou relativně rozšířené, jiné, zejména z hlediska náročnosti na výrobu a málo rozvinuté dobíjecí infrastruktury (a z toho plynoucích rostoucích nákladů automobilek a pořizovacích cen pro konečné zákazníky) se téměř nevyžívají.

Evropská asociace výrobců automobilů (ACEA) dělí elektroautomobily určené pro osobní přepravu do dvou kategorií podle toho, zda je nutné je dobíjet z elektrické sítě (ECVs, electrically-chargeable vehicles, tedy vozidla poháněná plně elektromotorem nebo plug-in hybridy), nebo mají podpůrný elektromotor vedle hlavního spalovacího motoru a dobíjet se nemusejí.

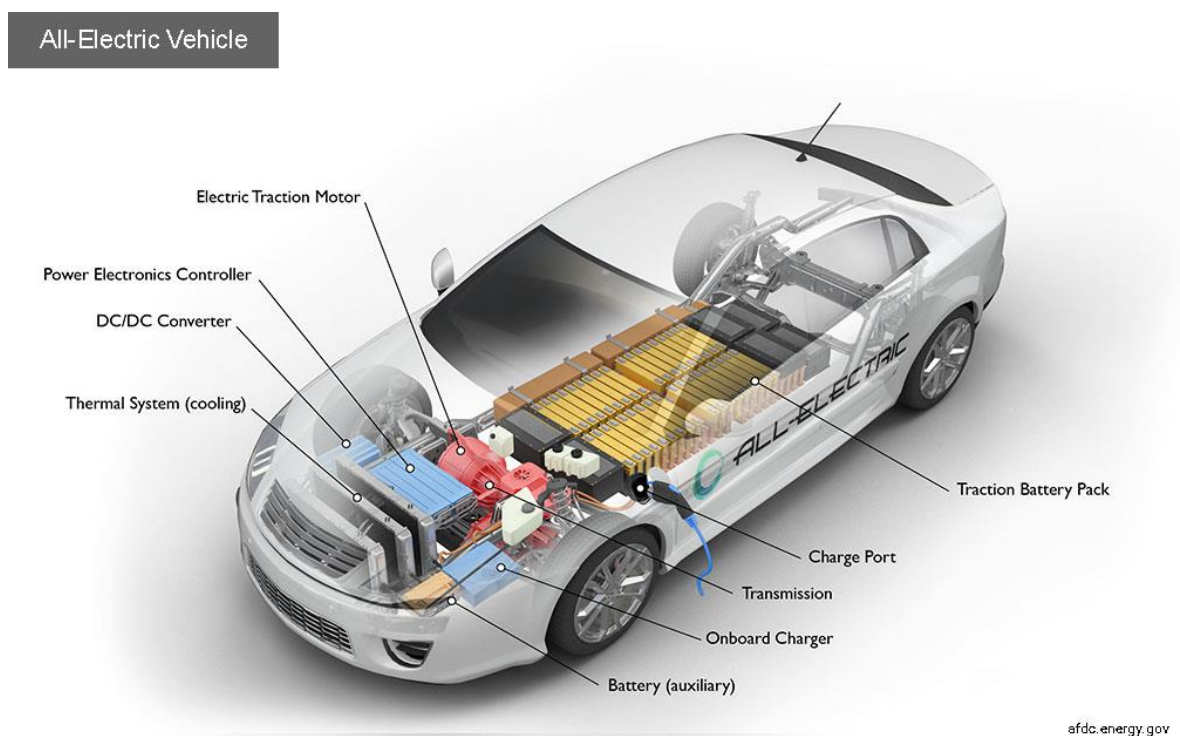
### 2.2.1 BEV

Elektrovozidla s baterií (BEVs, battery electric vehicles) jsou plně poháněna elektrickým motorem, který využívá energii uloženou na palubě vozidla. Baterie je nabíjena



připojením k elektrické síti. Zatímco spalovací motor funguje na základě termodynamických jevů při spalování paliva, elektromotor funguje na základě elektromagnetických jevů. Energie vzniká elektromagnetickou indukcí při průchodu elektrického proudu magnetickým polem. Jádrem elektromotorů tvoří stator a rotor a jejich vzájemná interakce. Elektromotor má navíc vlastnost se chovat jako generátor, tudíž při brzdění a zpomalování energii vracet zpět a dobíjet baterie. [2]

V porovnání s vozidlem se spalovacím motorem má BEV nižší provozní náklady, mnohem vyšší efektivitu motoru a nižší náklady na údržbu, zejména z důvodu menšího počtu pohyblivých částí. Čistě elektrický vůz disponuje nulovými lokálními emisemi, bezhlučným provozem a nezávislostí na fosilních palivech (v případě, že elektrická energie pochází z obnovitelných zdrojů). [3] Naproti tomu má BEV oproti konvenčním vozům vyšší pořizovací cenu a v dnešní době již zpochybnitelný nižší dojezdovou vzdálenost. Klíčovou částí, která bude určovat úspěšnost BEVs, je baterie. Výzvou automobilovému průmyslu je baterie, která je lehčí, kompaktnější, má delší životnost, je levnější, rychle se nabíjí a zadrží co nejvíce elektrické energie. Rozlišujeme baterie olověné, niklové, lithiové, a baterie na bázi dalších kovů. V BEVs se nejčastěji využívají baterie lithiové, které jsou vyobrazeny i na obrázku č. 3.



Obrázek 3: Průřez vozidla na elektrický pohon [73]

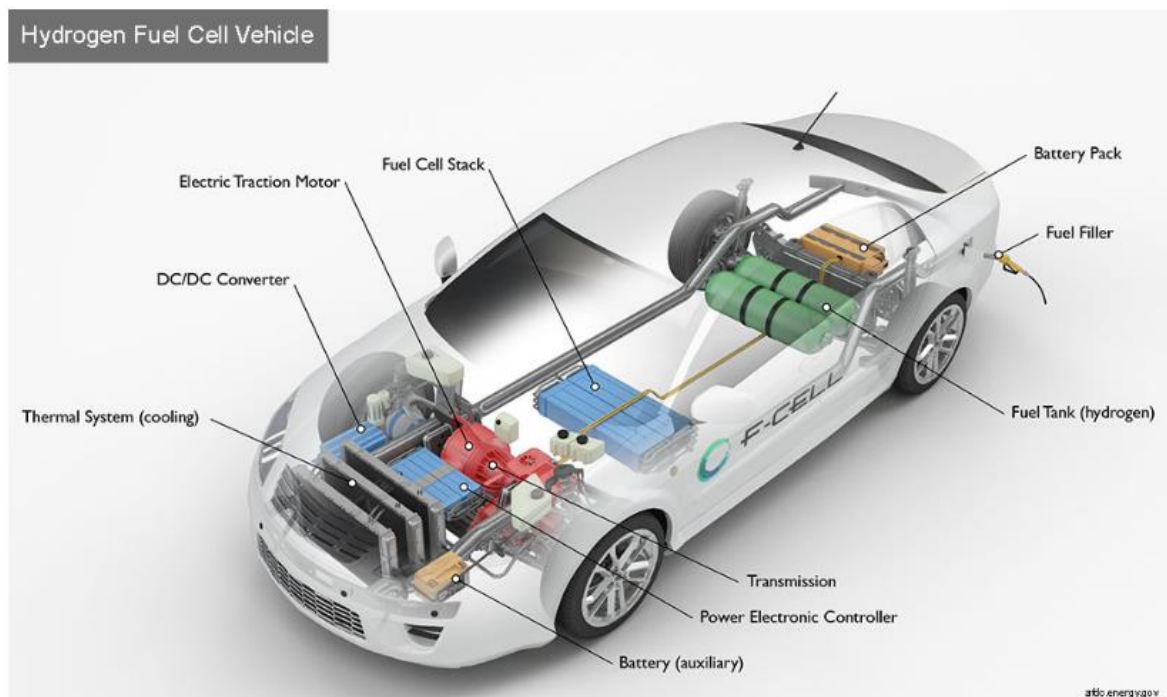
## 2.2.2 FCEV

Za elektrická vozidla se považují také vozidla s palivovými články (FCEVs, fuel cell electric vehicles). Od ostatních ECVs se zásadně liší tím, že primární zdroj energie je

získáván z palivového článku, nikoliv z baterie. Palivový článek je komponent, který produkuje elektřinu prostřednictvím elektrochemické reakce, nejčastěji vodíku, uloženého ve vozidle s kyslíkem ze vzduchu. Jedná se o čistě elektrická vozidla, která v sobě nemají zakomponovaný spalovací motor. Většina FCEVs v sobě má zakomponovanou baterii, ale slouží k dosažení maximálního zrychlení a pro uchovávání energie vzniklé bržděním vozidla (rekuperace brzděné energie).

System pohonu na palivový článek má nižší hmotnost, nižší objem a náklady než pohon z baterie s podobným výkonem a energií. Nejčistší skleníkové plyny ze všech elektropohonů. [4] Vodík je sice nejčistším palivem, ale jeho nízká hustota a výbušnost jej činí náročným na přepravu a skladování.

Pro větší rozšíření FCEVs je zapotřebí větší stimulace prodeje/pronájmů vozidel. V případě vzniku velké flotily těchto vozidel na menším území by byla dostatečnou motivací pro vybudování vodíkové elektrárny a čerpací stanice v dané oblasti. Naproti tomu pro stimulaci široké veřejnosti by musely čerpací stanice být rozptýleny a vhodně rozmístěny. [5; 6]

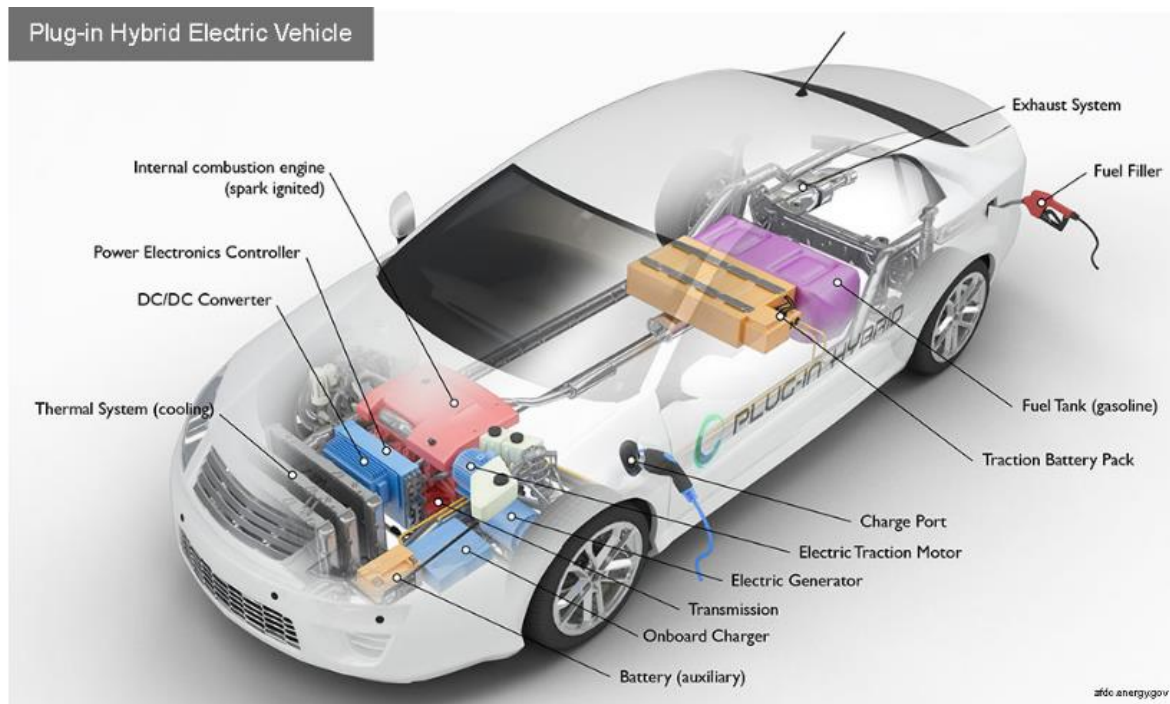


Obrázek 4: Průřez vozidla na vodíkový pohon [74]

### 2.2.3 PHEV

Plug-in hybridy (PHEVs, plug-in hybrids) mají zabudovaný spalovací motor (diesellový či benzínový) a elektrický motor poháněný energií z baterií. Hlavním motorem vozidla je motor elektrický, spalovací se využívá pouze když je ho zapotřebí.

Silnou stránkou hybridních vozidel je, že odpadá nutnost dobíjení z elektrické sítě. V případě plug-in hybridů to však za potřebí je. Výhodou PHEVs je nižší závislost na dobíjecí infrastruktuře a vzhledem k menší baterii (v porovnání s BEV) také kratší doba nabíjení umožňující nabití většího počtu vozidel u jednoho zdroje. [4] Naopak energie uložená v bateriích snižuje četnost tankování pohonných hmot. [3] Problematičnost tohoto typu vozidla spočívá v nákladnosti a váze baterie (uvažujeme-li nejběžněji se vyskytující typ lithium-ionové). Pro dosažení zaručeného výkonu vozidla musí být menší baterie častěji nabíjena, čímž se snižuje její životnost. [5]



Obrázek 5: Průřez plug-in hybridního vozidla [75]

## 2.2.4 EREV

Dalším, méně zastoupeným typem elektrovozidla, jsou vozidla s rozšířeným dojezdem (EREVs, extended-range electric vehicles). Pohonem je elektromotor, který má malou pomocnou jednotku (většinou spalovací motor, zde nazýván jako range-extender, prodlužovač dojezdu). Jak vyplývá z názvu, prodlužovač dojezdu zvyšuje dojezdovou vzdálenost vozidla.

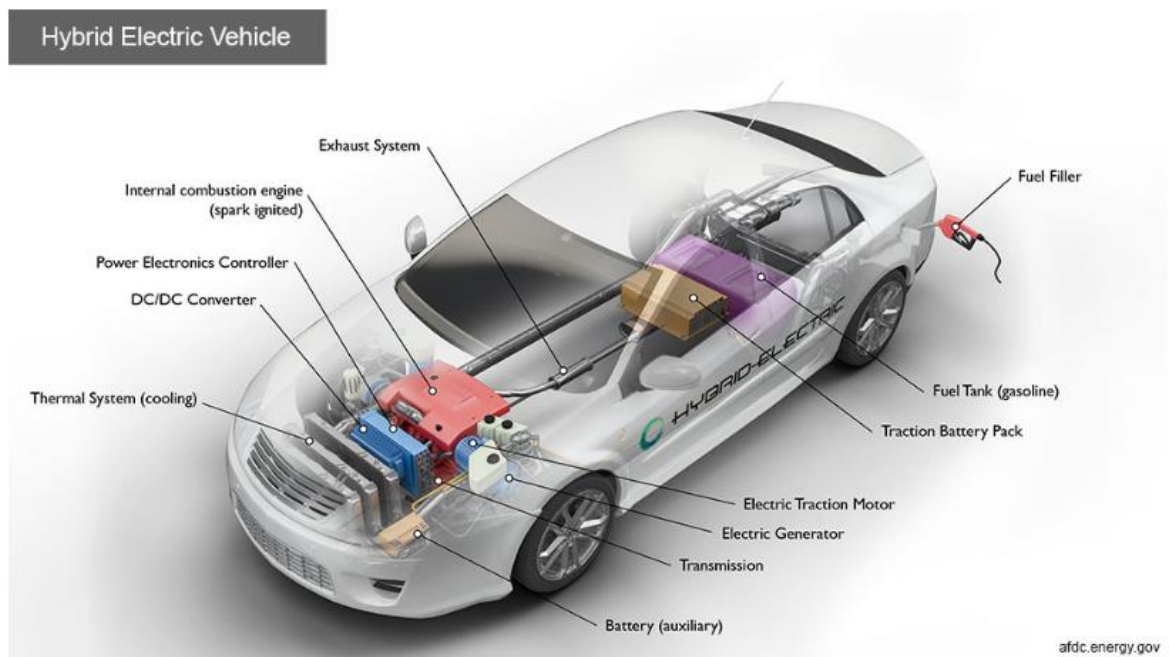
Spalovací motor v EREVs slouží pouze k dobíjení baterie, která ovšem může být nabíjena také rekuperací. Spalovací motor může také přímo dodávat energii elektrickému pohonnému systému, ale nepohání kola automobilu. EREVs tvoří emise pouze když je v běhu spalovací motor, tudíž je produkce CO<sub>2</sub> v porovnání s konvenčním vozidlem nižší.

EREVs vstoupily na trh v době, kdy byla dobíjecí síť pro elektrovozidla v počátcích. EREVs tedy využívají výhod elektrovozidla s konvenčním vozidlem. Na rozdíl od BEVs nesou mnohem nižší náklady související s velikostí baterie. [7]

## 2.2.5 HEV

Hybridní elektrická vozidla (HEVs, hybrid electric vehicles) jsou poháněna spalovacími motory (diesellovými či benzínovými) a zároveň disponují elektrickými motory, které slouží jako podpora spalovacímu motoru. Elektřina je tvořena rekuperací a během spalovacího motoru, tudíž není potřeba vozidla dobíjet z elektrické sítě. Podle úrovně hybridizace rozlišujeme mild a full hybridní vozidla.

Optimalizace provozních parametrů vozidla mají za následek vysokou efektivitu motorů a úsporu paliva. Hybridní vozidlo kombinuje výhody konvenčního vozidla (dojezd na dalekou vzdálenost) s výhodami elektrovozidla (odpadnutí nutnosti nabíjení, nízká hlučnost a emise). [3]



Obrázek 6: Průřez vozidlem na hybridní pohon [76]

## 3 Historie

Ačkoliv v současnosti je elektromobilita prezentována jako nová inovace, její kořeny sahají mnohem hlouběji do historie. Názory ohledně milníků vzniku a rozmachu elektromobility se liší podle jednotlivých autorů. Před nástupem globalizace se navíc elektromobilita rozvíjela na mnoha místech planety současně s využitím odlišných vynálezů, inovací a postupů.

Za takový milník můžeme považovat vynález elektromotoru v roce 1828 Aniosem Istvánem Jedlikem. V roce 1834 byl americkým vynálezcem Thomasem Davenportem vynalezen první elektromobil s baterií. Za vrchol elektromobility je považováno období konce 19. a začátku 20. století. V té době byla až třetina vozidel vyrobených v USA na elektrický pohon. Posléze se miska vah začala obracet, protože rostla poptávka po vozidlech, která mají vyšší výkon a urazí delší vzdálenost, v které elektromobily nemohly konvenčním vozidlům konkurovat.

Když v roce 1908 započal masovou výrobu Henry Ford, pro elektromobilitu to byla smrtící rána. Vozidla se stala dostupnějšími, stála až třikrát méně než elektromobil obdobných parametrů. Přechodu na fosilní paliva po roce 1920 přispělo také rozšíření čerpacích stanic a nízkých cen za pohonné hmoty. Posléze na další desítky let ovládly silnice vozidla s konvenčními spalovacími motory.

V druhé polovině 60. zaznamenáváme nárůst cen pohonných hmot a obrat v lidském uvažování; začíná se brát v úvahu kvalita ovzduší a jeho vliv na člověka. Vydávala se různá nařízení s cílem omezit emisní zatížení. Na popud v roce 1966 reagovala automobilka General Motors modelem elektromobilu Chevrolet Electrovair, který využíval slabé baterie ze stříbra a zinku. Electrovair se pro svůj nijak oslnivý výkon nikdy nestal masově vyráběným autem a zůstal pouze experimentem.

Pro nedostatek využitelných technologií zaznamenáváme další nástup elektromobility až v polovině 90. let, kdy General Motors uvedl na trh model EV1. EV1 je považován za první moderní elektromobil, který tvůrci kompletně konstruovali jako elektrovozidlo, nevycházelo se z žádného existujícího modelu. Částečnou motivací General Motors byl kalifornskou vládní organizací (CARB) nově schválený zákon o povinných regulacích emisí. Byl stanoven požadavek, aby hlavní americké automobilky vyvíjely vozidla s nulovými emisemi, pokud chtějí pokračovat v uvádění svých ostatních vozidel na trh.

V roce 1997 uvedla na trh své hybridní vozidlo japonská společnost Toyota. Model Prius se stal prvním komerčně masově vyráběným elektrovozidlem. Toyota Prius byla průlomová a úspěšná; v prvním roce se prodalo více než 18 000 vozidel.

V roce 2008 vstoupila na trh elektrovozidel společnost Tesla Motors, která představila nové špičkové technologie. Zejména díky baterii a pohonné jednotce disponovala do té doby nepoznanými parametry mezi elektrovozidly. Model Roadster byl prvním čistě elektrickým vozidlem komerčním masově vyráběným vozidlem s lithium-iontovou baterií. Na jedno nabití deklarovala dojezd až 320 kilometrů a dosahovala rychlosti až 200 kilometrů v hodině. Tesla Roadster se vyráběla v letech 2008-2012. Za čtyři roky produkce se prodalo 2 450 kusů vozů ve více než 30 zemích světa. [8]

# 4 Baterie

Baterie jsou zařízení na uchování elektrické energie, jejichž klíčovost pro elektrovozidlo se srovnává s vznětovými motory pro konvenční vozidla.

Fungují na principu přeměny elektrické energie na chemickou při dobíjení, a naopak přeměnu chemické energie na elektrickou při vybíjení, tedy jízdě. Rozlišujeme dva typy baterií: primární a sekundární. Primární baterie vydává energii okamžitě a nenávratně, takže když jsou počáteční reaktanty vyčerpány, nelze ji znovu dobít a je nutné ji zlikvidovat. Z charakteristiky vyplývá, že pro účely elektromobility v jejím pravém slova smyslu budeme uvažovat druhý typ, baterii sekundární, která slouží k opakovanému dobíjení.

## 4.1 Fungování baterie

### 4.1.1 Požadavky na baterii

Pro účely elektromobility je nutné, aby životnost baterie byla co nejdelší a kapacita co největší. Při opakovaných cyklech dobíjení a vybíjení se baterie opotřebovává a zkracuje se její kapacita, a jakmile se projeví pokles jejího výkonu, zrychluje se degenerativní proces a baterie se stává nevyužitelnou. Dle literatury z roku 2011 je životnost baterie něco přes 1 000 dobíjecích cyklů [3], nicméně nejnovější technologie společnosti Tesla deklaruje životnost až 6 000 cyklů. [9]

Baterie pro užití v elektrovozech by měla splňovat následující požadavky:

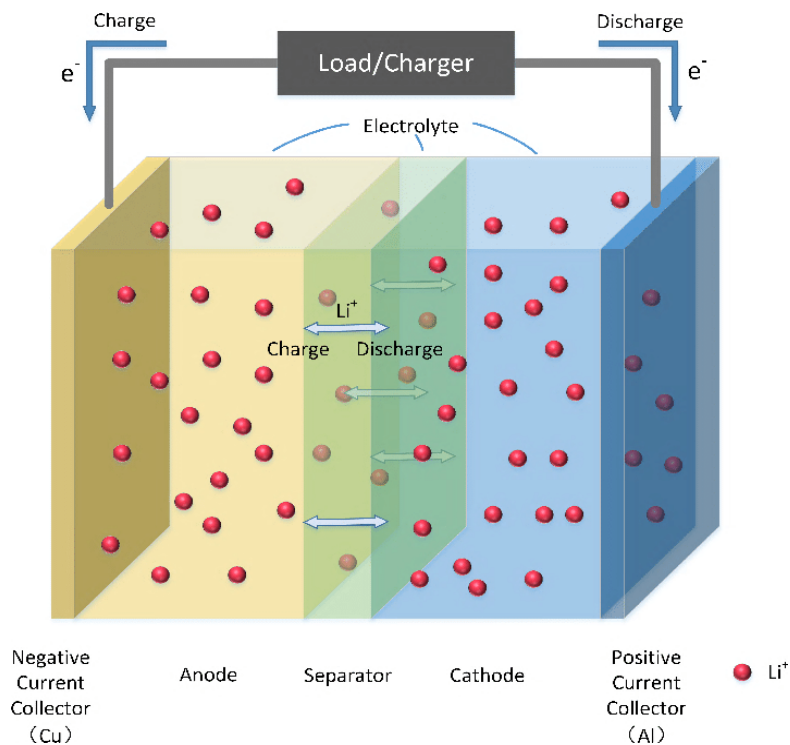
- Vysoká efektivita využití energie,
- Stabilní výstup napětí,
- Velká kapacita k poměru k velikosti a hmotnosti,
- Vysoký výkon na jednotku hmotnosti a objemu,
- Funkčnost za široké škály provozních teplot,
- Schopnost rychlého dobíjení,
- Schopnost vydržet dobití přes kapacitu a úplné vybití,
- Spolehlivost v provozu,
- Bezúdržbovost,
- Robustní a rezistentní vůči nevhodné manipulaci,
- Bezpečná pro provoz a v případě nehody,
- Vyrobená z levných materiálů dostupných bez negativních vlivů na životního prostředí,
- Efektivní likvidace materiálů po skončení životnosti baterie. [3]

## 4.1.2 Provoz baterie

Baterie je složená z několika článků v jedné jednotce. Článek funguje jako samostatná a úplná jednotka schopná zmiňovaných elektrochemických procesů. Počet článků je determinován od požadovaného napětí, kterým by baterie měla disponovat.

Každý článek se skládá ze tří částí – katody (negativní elektrody), anody (pozitivní elektrody) a elektrolytu. Kapacita baterie je tvořena počtem kladných destiček, které jsou spojeny příslušnými katodami.

Proces generování elektřiny z baterie se nazývá elektrolýza. Katody mají nadbytek elektronů, anoda naopak nedostatek elektronů. Katody a anody jsou spojeny vodičem, kterým se elektrony stěhují z katody do anody. Pohybem elektronů vzniká energie, která pohání elektromotor. S rostoucím množstvím přestěhovaných elektronů klesá množství produkované elektřiny, a jakmile je počet elektrod v anodě i katodě vyrovnaný, baterie proud přestane produkovat elektrický proud a musí se dobít. Elektrody se navzájem nedotýkají, ale jsou elektricky spojeny elektrolytem, který může mít pevné nebo kapalné skupenství. [3]



Obrázek 7: Schéma lithium-ionové baterie [77]

## 4.1.3 Druhy baterií

Rozlišujeme několik druhů baterií využitelných pro automobily; hojně se vyskytují olověné baterie s elektrolytem s kyselinou sírovou, nikl-metal hydridové a lithium-ionové (Li-on), považované za nejperspektivnější v oblasti elektromobility. Lithium je lehký kov, který může dosahovat velmi vysokého termodynamického napětí. Toto napětí umožňuje dosažení vysokého výkonu a zadrženého množství energie.

Dle dalších sloučených kovů rozlišujeme několik typů Li-on baterií, kde každý typ může disponovat rozličnými výhodami pro různá odvětví průmyslového využití. Pro elektrovozidla se využívá katod typu LMO ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) s obsahem manganu, typu NMC ( $\text{LiNiMnCoO}_2$ ) s obsahem manganu, niklu a kobaltu, typu NCA ( $\text{LiNiCoAlO}_2$ ) s obsahem niklu, kobaltu a hliníku a typu LTO ( $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ ) s obsahem titanu.

Nejběžněji se v bateriích elektromobilů setkáme s typem NMC, který disponuje relativně vyšší bezpečností a vysokou specifickou energií, na druhou stranu nikl a kobalt řadíme mezi vzácné a drahé prvky, které baterii prodražují. Typ NMC disponuje nejnižší hodnotou rychlosti vlastního ohřevu. Typ NCA má nejvyšší kapacitu, dále má také dlouhou životnost, specifickou energii, naopak z důvodu použitých kovů patří mezi dražší, a také disponuje nižší mezní bezpečností. Typu NCA využívá ve svých bateriích společnost Tesla. [10; 11]

#### 4.1.4 Recyklace baterie

Recyklace opotřebovaných baterií je složitý a nákladný proces, při němž se v současné době nedaří vytěžit maximum z použitých surovin. S rostoucím počtem elektrovozidel na silnicích bude v zájmu co nejnižší nutnosti těžit primární suroviny za potřebí recyklovat s co nejvyšší návratností obsažených kovů.

Lithium-iontová baterie obsahuje drahé kovy jako je kobalt, nikl a lithium. Za vysloužilou baterii se považuje ta, která poskytuje méně než 80 % své původní kapacity. Při poklesu pod 80 % výrobce neručí za její bezvadný provoz a doporučuje se její výměna za novou. [12] Po odejmutí baterie z vozu je v pro to uzpůsobeném závodě roztavena. Tavbou se oddělí nečistoty, ale také kobalt, nikl a měď. Lithium a hliník se po procesu promění ve strusku, čímž dojde k jejich znehodnocení. Strusku je možné znovu zpracovat, ale zpracování za účelem získání původních surovin je finančně a energeticky náročné, a má malou návratnost objemu surovin.

Recyklace baterie probíhá ve třech fázích. Nejprve se baterie sešrotuje a vytřídí se plastové a jiné nekovové části. Další fáze zahrnuje oddělení katody od hliníkové sběrné fólie chemickým rozpouštědlem. Posledním krokem je rozpuštění katodových materiálů pomocí vyluhovacích chemikálií (tzv. hydrometalurgie) nebo pomocí tepelných a elektrolytických reakcí (tzv. pyrometalurgie).

Pro zachování hodnoty a metalurgické čistoty cenných kovů by byla nejlepší automatizace v první fázi. Tato fáze představuje vystavuje pracovníka riziku chemickým nebo elektrickým zraněním, je tedy nutná automatizace bez lidské přítomnosti. Z důvodu energetické náročnosti a nutnosti odsávání toxických plynů je recyklace formou pyrometalurgickou vyšší zátěží pro životní prostředí než hydrometalurgickou formou. Posléze je často nutné materiály po obou metalurgických formách zpracování znovu rafinovat, aby bylo dosaženo požadované čistoty.

Alternativou k výše zmíněné recyklaci je přímá recyklace. Při přímé recyklaci je katodová sloučenina udržována neporušená a refunkcionalizována, čímž se získá materiál katody s podobnými, ne-li totožnými vlastnostmi jako původní sloučenina. Jednou z komponent s nejvyšší hodnotou baterie je syntetizovaná katodová sloučenina; přímá



recyklace se snaží oddělit neporušenou sloučeninu a znovu ji kombinovat s dalším lithiem (relithiace). Přímá recyklace nabízí příležitost vyhnout se energeticky náročné rafinaci a resyntéze katodové sloučeniny, což dále snižuje dopady výroby baterií na životní prostředí.

Již použitá baterie určená k likvidaci by po mohla dostat nový život repasováním a opětovným využitím. Mohla by být uložena opět v elektromobilu, nebo jako úložiště solární energie a vykrývat vrcholové momenty odběru elektřiny ze sítě. Jako zásobárna energie by mohla sloužit dalších 6-10 let. Pro automobilky by opětovné využití baterie mohlo být výhodné z důvodu vyšší dostupnosti elektrovozidel pro zákazníky, tedy potenciálně vyšších tržeb z jejich prodeje.

Pro plné porozumění nutnosti automatizace recyklace baterií je třeba zmínit, že více než 60 % světových zásob kobaltu se nachází na území Konga, kde jeho těžba spojuje s ozbrojenými konflikty, nelegální těžbou, porušováním lidských práv a postupy s negativním vlivem na životní prostředí. Nedostatečný sběr, logistika, sdílení dat, standardizace a investice do infrastruktury staví překážku k vytvoření udržitelného systému výroby a recyklace baterií, jejíž stále málo efektivní řešení oprávněně vrhá negativní světlo na elektromobilitu. [13]

## 4.2 Dobíjení

Jak napovídá předcházející charakteristika všech vozidel označovaných jako elektromobily, dobíjet je nutné vozidla typu BEV a PHEV.

V současnosti jediný v praxi využívaný systém dobíjení je prostřednictvím kabelu přes elektrickou síť. V závislosti na konkrétním modelu elektrovozidla, stylu jízdy, terénu, hmotnosti vozidla a nákladu, a povětrnostních a okolních podmínkách vozidlo ujede zhruba 5 km za 1 kWh elektrické energie.

Pro kabelové nabíjení je možné dobíjet stejnosměrným (DC) nebo střídavým proudem (AC). Střídavý proud se používá pro běžné a polorychlé dobíjení například v domácnostech nebo na většině veřejných dobíjecích stanicích. Jednosměrného proudu se užívá v rychlodobíjecích stanicích. Alternativou pro dobíjení z běžné zásuvky je pro dobíjení v malém měřítku (např. doma nebo v zaměstnání) možné využít tzv. wallboxů, tedy zařízení umožňující bezpečné a optimální nabíjení.

Přirozenou vlastností baterie je, že je dobíjena stejnosměrným proudem. Při přívodu střídavého proudu je tedy zapotřebí jej převést na stejnosměrný proud. V případě nabíjení střídavým proudem s běžným napětím je ve vozidlu instalován převodník. Pro rychlé nabíjení s vyšším napětím je zapotřebí většího a dražšího převodníku, který se z důvodu vyšší hmotnosti, rozměrů a bezpečnosti neinstaluje přímo do vozu, ale je součástí stojanu dobíjecí stanice. Do vozidla je tak dodáván přímo stejnosměrný proud a dobíjení díky absenci konverze probíhá rychleji.

V případě nabíjení střídavým proudem a konverzí v převodníku ve vozidle je možné nabíjet výkonem 1,9 – 22 kW. Stejnosměrným proudem se výkon pohybuje mezi 50–350 kW. Na palubě vozidla se převodník nachází vždy, aby bylo umožněno dobíjet proudem střídavým i stejnosměrným. Pro dobíjení oběma proudy mají vozidla 2 různé přívody, pouze vozidla značky Tesla mají jeden přívod pro oba způsoby. [14; 15]

### 4.2.1 Dobíjecí režimy

Elektromobil je možné dobíjet v několika režimech. Režimy se navzájem liší se dle maximálních výkonů, kterých může být dosaženo, a tím pádem rychlostí nabíjení vozidla. Režim nabíjení také určuje úroveň výkonu, pro které je určena nabíječka a její konektory, a ovládací a bezpečnostní prvky, které zaručují bezpečné a efektivní nabíjení.

Režim 1

Dobíjení z režimu 1 probíhá z běžných zásuvek, kde výkon dosahuje maximálně 10 kW a postrádá bezpečnostní nebo komunikační funkce.

Režim 2

Do režimu 2 zahrnujeme dobíjení z veřejných dobíjecích stanic i dobíjení z běžných zásuvek, ale využívá se speciálního kabelu s ovládacím boxem, který kontroluje dodávaný výkon a tím chrání uživatele i baterii vozidla. Výkon je v rozmezí 10 – 50 kW. Protože jsou režimy 1 a 2 pro běžné užití z domácích zásuvek, liší se dobíjecí konektorů podle jednotlivých zemí. To znamená, že při jízdě do států s odlišnými zásuvkami je pro uživatele vozu nutné mít vyhovující konektory.

### Režim 3

Na rozdíl od režimů 1 a 2, dobíjení v režimu 3 je možné pouze se stejnosměrným proudem. Používá se vybavení účelově využitelné k dobíjení elektromobilů, které zajišťuje bezpečnost pro uživatele a umožňuje komunikaci mezi dobíjecím zařízením a vozidlem. Z těchto důvodů se používají speciální kabely, zásuvky a konektory. [4; 14]

Režim	Proud	Výkon [kW]	km za hodinu dobíjení
1	stejnosměrný/střídavý	0 - 10	50
2	stejnosměrný/střídavý	50 - 350	50 - 250
3	stejnosměrný	> 50 - 350	250 - 1 750

Tabulka 1: Dobíjecí režimy (vlastní zpracování, zdroj [14])

### 4.2.2 Typy konektorů

Podle způsobu dobíjení stejnosměrným nebo střídavým proudem, země a dalších faktorů rozlišujeme několik typů konektorů.

Pro dobíjení střídavým proudem je v USA a Japonsku používán typ 1. V Evropě se nejčastěji využívá typ 2 (Mennekes), následovaný méně častým typem 3. V Číně se užívá konektor velmi podobný typu 2. Zatímco Tesla v USA a Japonsku používá svůj konektor, v Evropě má konektor stejný jako typ 2, který je využitelný i pro stejnosměrný proud. V ostatních zemích převládá využití konektoru 2.

Pro dobíjení stejnosměrným proudem se mimo Teslu v USA využívá konektor Combo 1, nebo CHAdeMO. V Evropě se můžeme setkat s konektorem Tesly, typem Combo 2, nebo CHAdeMO. Konektor CHAdeMO se využívá také v Japonsku. Čína má pro dobíjení stejnosměrným proudem svůj konektor GB/T. [16]



Obrázek 8: Typy konektorů [16]

## 5 Zhodnocení faktorů elektromobility

Rostoucí podíl elektromobilů v provozu s sebou nese mnohá pozitiva i omezení. I přes masivní rozvoj v odvětví v posledních letech stále existují některé nevýhody, které mohou potenciální uživatele od pořízení elektromobilu odradit. Jedním dechem je třeba dodat, že pro značnou část ekonomik zemí prvního světa se automobilový průmysl nemalou měrou podílí na výši HDP, tudíž je snahou elektromobilitu podporovat, v tomto případě odstraňovat nedostatky, které se staví do cesty. Ruku v ruce s ekonomickou stránkou věci stojí také stránka ekologická. Vyspělé ekonomiky tíhnou k šetrnému využívání zdrojů a odpoutání se od neobnovitelných zdrojů energie, v čemž vyhovuje právě elektromobilita.

V rámci jednotlivých subjektů lze na aspekty elektromobility lze často pohlížet jinými očima. Co může být výhodou pro jednu stranu, nemusí znamenat totéž pro druhou a naopak. Pro celkové zhodnocení pozitiv a negativ je tedy třeba pohlížet na věc z co nejvíce úhlů pohledu, ať jde o perspektivu uživatele a jeho okolí, výroby, údržby a servisu, energetiky, přírody, nebo státu.

### 5.1 Výhody

Nízké až nulové emise

Za hlavní pozitiva je považován bezemisní provoz a tím snížení ekologické zátěže v místě provozu. V případě, že elektrická energie pochází z obnovitelných zdrojů, odpadá též ekologická zátěž v místě výroby elektřiny a závislost na fosilních palivech. Využití obnovitelných zdrojů by mělo jít ruku v ruce s rozvojem elektromobility, aby dávala smysl a byla opravdu ekologická. Nízké či nulové emise s sebou nesou čistší vzduch a menší negativní dopad na lidské zdraví a životní prostředí celkově.

Efektivita elektromotoru

Výhodou elektromotoru je vysoká efektivnost ve srovnání s konvenčními motory. Oproti spalovacím motorům disponuje elektromotor až 5x vyšší efektivitou (90 % vs. 20 %). [17]

Náklady na provoz

Elektromobil je atraktivní výší nákladů na provoz. Díky nižšímu počtu pohyblivých částic v motoru je elektromobil levnější na údržbu. Odpadají například náklady za výfukové systémy, systémy vstřikování paliva, výměny oleje, olejového filtru, svíček nebo vlivem regenerativního brždění méně častá výměna brzd.

Možnosti dobíjení

Výhodou elektromobilů je skutečnost, že lze nabít z mnoha zdrojů: z domácí zásuvky, na rychlonabíjecí stanici nebo na veřejné dobíjecí stanici. Navíc při dobíjení v době nízkého tarifu (v noci) je cena za jednu kilowatthodinu i méně než 2 koruny, na 100

kilometrů jízdy vozidlo spotřebuje cca 15 kWh, takže tato vzdálenost vyjde na cca 30 korun. [18]

#### Státní podpora elektromobility

Motivací pro pořízení elektromobilu může být také podpora ze strany státu. V současné době Česká republika nepodporuje elektromobilitu v měřítku, které by pro pořízení vozidla s elektrickým pohonem představovalo relevantní váhu. Existuje zde pouze úleva silniční daně pro veškeré vozy na alternativní pohon (elektrická, hybridní, CNG, LPG a E85) a úleva registračního poplatku všem BEVs a FCEVs produkujícím méně než 50 g CO<sub>2</sub> na jeden kilometr. [19] Na žádost jsou vydávány speciální registrační značky začínající písmeny „EL“, které nesou další výhody, například parkování v Praze zdarma. [20] Alternativně je možné v rámci podpory elektromobility je možné využít dotačních programů z EU. Podnikatelský subjekt může využít aktuálně vydanou výzvu Ministerstva průmyslu a obchodu a EU „NÍZKOUHLÍKOVÉ TECHNOLOGIE – Elektromobilita“. Pro cílovou skupinu menších, středních nebo velkých podniků je možné požádat o dotaci na elektromobily typu BEV, EREV, nebo neveřejnou dobíjecí stanici. Výše dotace se podle velikosti podniku a kategorie vozidla pohybuje až do výše 20–40 % z ceny vozu. [21]

#### Bezpečnost

Elektromobily jsou bezpečnější než konvenční vozidla. Dle statistik z 60 000 nehod nasbíraných v letech 1993–2013 na území USA úřadem Fatality Analysis Reporting System je pravděpodobnost vznícení elektromobilu skoro dvakrát nižší v porovnání s konvenčním vozidlem. Vyšší bezpečnost je způsobena nižší hořlavostí Li-on baterií. Riziko nehody vznícením se zvyšuje s rostoucí teplotou elektrolytu v bateriových článcích. Přehřátí může nastat při dlouhé době zapojení poškozených regulátorů napětí do sítě, poškození alternátoru nebo při nesprávném použití nabíječky. [22] Další výhodou elektromobilu zvyšující jeho bezpečnost spočívá v rozložení baterií ve vozidle. Baterie mají značný podíl na váze vozidla a jsou uloženy v podlaze vozidel, čímž se snižuje těžiště a v případě nehody pravděpodobnost vozidla k překlacení na střechem. [23]

#### Síť dobíjecích stanic

Další výhodou v případě pořízení elektromobilu je poměrně široká síť dobíjecích stanic. V České republice je jich zhruba 400. Pro další podporu elektromobility chce Ministerstvo dopravy v následujících čtyřech letech vybudovat dalších 500 rychlodobíjecích stanic. Plánovaná výstavba bude zahrnovat nejvytíženější trasy a s ohledem na dobu nabíjení v řádech desítek minut místa jako kina, divadla, úřady, nákupní centra a zdravotnická zařízení. [24]

#### Užití recyklovaných a ekologických materiálů

Ke zvýšení ekologičnosti elektromobilů je trendem ve výrobě vyšší podíl využití ekologických a recyklovaných materiálů. Například Ford Focus Electric obsahuje recyklované materiály a polstrování z biologických materiálů. [25] Nissan Leaf obsahuje komponenty z recyklovaných PET lahví, igelitových tašek, starých autodílů a mrazniček. [26]

Dalším zajímavou inovací je využití přírodních materiálů v interiéru. Společnost Sono Motors, která v roce 2022 uvede na trh solárně dobíjené elektrovozidlo, deklaruje využití islandského mechu. Mech by měl zajistit příjemné klima, vlhkost a filtraci vzduchu. [27]



Obrázek 9: Detail přístrojové desky interiéru vozidla Sion [27]

#### Dojezdová vzdálenost

Atraktivní se také stává dojezdová vzdálenost na jedno nabití, která většinu řidičů od pořízení elektromobilu odrazovala. Například současné modely BEV dosahují dojezdu až 470 km, čímž v dojezdu překonají i vozidla na benzinový pohon. Efektivní kombinací benzínu a elektřiny v PHEVs disponují také atraktivní dojezdovou vzdáleností. [28] U FCEVs je poměr dojezdové vzdálenosti versus hmotnosti vozidla nejlepší. Vodík je totiž oproti bateriím velmi skladný a lehký; například na ujetí vzdálenosti 500 km je FCEV o 49 % lehčí než BEV. [4]

#### Pojištění odpovědnosti

Výhodou vlastnictví elektromobilu jsou také nižší částky za pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem motorového vozidla (tzv. povinné ručení). Jednou z proměnných vstupujících do výpočtu pojistky je objem a výkon motoru, který u elektromobilů chybí. Pojišťovny tak zpravidla nabízejí nejnižší sazbu pro motory do objemu 1 000 ccm.

Dálkové ovládání vozu

Předpokládá se, že živostnost a spolehlivost elektro vozidla bude vyšší než u konvenčního vozidla. Výhodou je též snadnější implementace s dálkovým ovládáním klimatizace či přehřátí vozu, případně preparkování vozidla na dálku. [29]

Bezhluchnost

Pro uživatele elektromobilu je komfortní také bezhluchnost vozidla, která se jevila jako devíza pro provoz v hustě osídlených oblastech. Provoz je tichý zejména v rychlostech do 30–50 km/h, při vyšších rychlostech se projevuje vyšší valivý hluk. [30] Bezhluchnost je ale ohrožující pro ostatní účastníky silničního provozu, jak uvedu v následující kapitole.

## 5.2 Nevýhody

Omezení bezhluchnosti

Jak již bylo zmíněno v kapitole výhody, vozidla zejména na čistě elektrický pohon disponují bezhluchností provozu. Bezhluchnost je na jednu stranu komfortní pro pasažéry vozu, na druhou stranu představuje nebezpečí pro ostatní účastníky silničního provozu. Zejména chodci nemusí blížíci se vozidlo registrovat včas a vstoupit vozidlu do cesty. Dle National Highway Traffic Safety Administration je pravděpodobnost srážky elektrovozidla s chodcem o 37 % vyšší než v porovnání s konvenčním vozidlem. [31] Legislativa Evropské unie tedy v roce 2014 nařídila automobilkám vyrábějícím elektrovozidla vybavit systémem Acoustic Vehicle Alerting System (AVAS). Od roku 2019 musí být ozvučena všechna nově vyráběná vozidla. [32]

Servisní model a bazarová vozidla

Změna servisního modelu je výhodná pro vlastníky elektrovozidel, nikoliv už tolik pro servisní střediska. Tyto systémy a provozní údržby jsou ovšem klíčové pro servisní střediska, která by při vyšším počtu elektrovozidel na silnicích přicházela zhruba o třetinu svých příjmů. Současný servisní model, kdy konvenční vozidlo má relativně nízkou pořizovací cenu a vysokou cenu garančních a servisních prohlídek a úkonů, by byl narušen. [33] Změnu zaznamená také trh s ojetými elektromobily. Elektrovozidlo z bazaru bude pro potenciálního kupujícího nejistou investicí, jelikož zjistit skutečnou kapacitu baterií je náročný proces spočívající v opakovaném úplném dobití a vybití ve specializovaném servisu. Navíc neexistuje spolehlivý způsob, jak stav vozidla zjistit svépomocí.

Citlivost na nízké a vysoké teploty

Nevýhodou elektrovozidel (zejména BEVs) je také citlivost na změny teplot lithium-iontových baterií. V nevhodném prostředí jsou náchylné ke ztrátě kapacity, čímž se zkracuje dojezd vozidla. Nejlépe fungují v teplotách mezi 16–28 °C, pod toto rozmezí se elektrolyt v baterii stává línějším a výkon motoru klesá. Moderní elektrovozidla v sobě mají zabudovaný systém pro termoregulaci baterií, které dle potřeby baterie zahřívají nebo ochlazují. Systém baterie chrání, jako nejdražší část vozu, a

z dlouhodobého hlediska prodlužuje jejich životnost. Pro své fungování bere část energie, která posléze bere energii k pohonu kol. Problém provozu v chladu představuje i dobíjení (obzvláště rychlodobíjení), které je opět z důvodu ochrany baterie omezeno a vůz se dobíjí pomaleji.

Obecně se v chladném prostředí dojezdová vzdálenost zkracuje až o 20 %. [34] Naopak při vyšších teplotách může dojít k přehřátí a zvýšení pravděpodobnosti výbuchu baterie.

### Dobíjení

K negativům u většiny EVs řadíme především závislost na elektrickém zdroji energie. Rozvoj elektromobility je odvislý od infrastruktury elektrického vedení, ze kterého je odebírána elektrická energie. Nelze opomenout také rozličné účtování za odebrané kWh nebo dobu strávenou na stanici (případně další poplatky s tím související), které má každá energetická společnost nastavenou odlišně. V konečném důsledku systémy nacenění působí chaoticky. Nesporným negativem je doba nabíjení vozidla, které oproti konvenčním vozidlům v případě dobíjení střídavým proudem dosahuje několika desítek minut nebo hodin. Nelze opomenout, že doba dobíjení se prodlužuje s velikostí baterie, kterou výrobci pro co nejdelší dojezd vyrábějí kapacitně velkou.

### Požizovací cena

Nevýhodou elektromobilů je v porovnání s konvenčními vozidly vyšší pořizovací cena. V elektromobilu je nejdražším komponentem baterie (nejčastěji lithium-iontová), která se vyrábí z relativně drahého a vzácného kovu – lithia. V poslední době na se na něj těžbařské společnosti zaměřily právě z důvodu očekávaného vzestupu elektromobility. Ten ale nebyl takový, jak se očekávalo, proto je na trhu převis nabídky a aktuální ceny lithia jsou o 35 % nižší, než byly na konci roku 2018. [35] Tyto hodnoty se ovšem příliš neodrážejí na cenách elektromobilů, které se cenami drží stále relativně vysoko. Pro srovnání je cena nového Volkswagen Golf s dieselovým motorem ve výši od 479 900,- Kč vč. DPH a cena modelu e-Golf začíná od 882 900,- Kč vč. DPH. [36]

### Daňové odvody pro stát

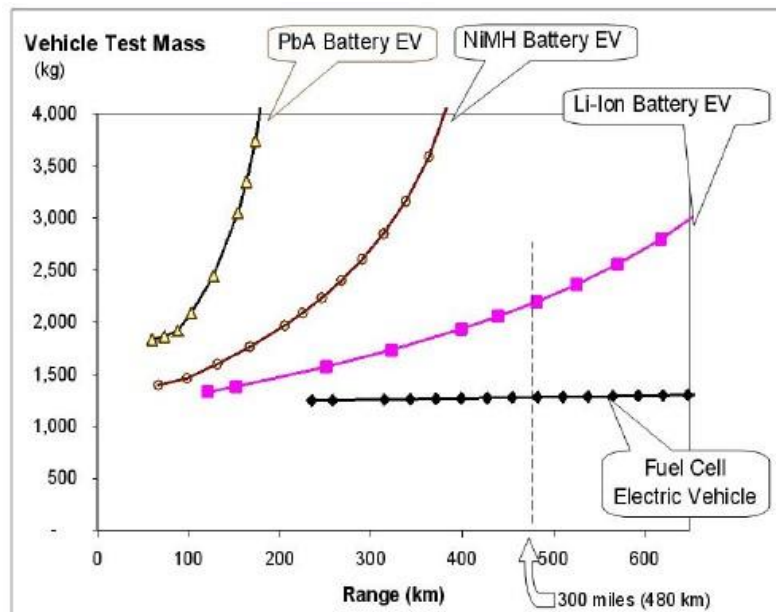
Národohospodářům dělají vrásky na čele případné ztráty příjmů z daní z pohonných hmot. Na pohonné hmoty se uplatňuje spotřební daň a daň z přidané hodnoty, které se dohromady na konečné ceně nafty i benzín podílejí z více než 50 %. Elektrická energie je oproti tomu zatížená daní z elektřiny a DPH, která se na konečné ceně elektřiny podílí zhruba 18 %. Státní kasa by tak přišla o stabilní a poměrně vysoký příjem.

### Hmotnost vozidel

Nevýhodou elektrovozidel je v porovnání s konvenčními vozidly vyšší hmotnost, která je způsobena hlavně hmotností baterie. S vyšší zátěží vozidla roste spotřeba energie. Hmotnost baterie stoupá s její kapacitou, proto se výrobci elektrovozidel zaměřují na výrobu spíše menších vozů s kapacitou baterií 20-22 kWh vhodných do městského provozu. Baterie malých třídvňových vozidel (6,1-12,3 kWh) se pohybuje okolo 100-



150 kg, baterie s vyšší kapacitou (60–100 kWh) váží v rozmezí 385-544 kg, celková hmotnost vozu může být mezi dvěma a třemi tunami. [37] Naopak hmotnost vozidel na vodíkový pohon je díky absenci baterie mnohem nižší.



Obrázek 10: Poměr hmotnosti ku dojezdu dle druhu elektrovozidla [78]

## 5.3 Potenciály

### Recyklace baterií

Současné recyklace baterií v elektromobilech jsou drahé, energeticky náročné a potenciálně nebezpečné. Vědci z univerzity v San Diegu přišli na způsob, jak baterie recyklovat jednoduše. Degradované lithiové katody se v tomto procesu relithiace dostávají do původního stavu při působení nízké teploty a tlaku jedné atmosféry eutektických roztoků roztavené soli. Po provedení obnovy je dosaženo původního složení a krystalické mřížky jako u nové baterie, tedy navrácení původní kapacity a výkonu. Způsob regenerace by mohl několikanásobně zvýšit životnost Li-on baterií. Vědci regeneraci testovali na Li-on bateriích typu NMC, ale chtěli by vyvinout recyklační postup, který by byl aplikovatelný na všechny druhy materiálů katod. [38]

### Způsoby dobíjení

Možným způsobem dobíjení EV je indukční nabíjení, které probíhá bez nutnosti připojení vozidla přes kabel. Kabel je nahrazen přítomností elektromagnetického pole, dobíjení by poté probíhalo například při jízdě po takto upravené vozovce nebo parkovacím místě. Způsob již byl testován při mnoha experimentech a mohl by se stát budoucností v nabíjení. Nevýhodou je, že v současné době žádné sériově vyráběné elektrovozidlo není na indukční dobíjení konstrukčně vybaveno. Indukční nabíjení je lákavé absencí kabelů a rušivých dobíjecích stojanů například v ulicích měst.

Dalším způsobem je výměna celé vybité baterie za nabitou. Jedná se možná o nejrychlejší způsob „dobíjení“, nicméně zaručeně nejdražší vlivem nutnosti vybudování infrastruktury výměnných stanic a konstrukčního řešení automatizované výměny baterií. Tento způsob je také značně náročný na unifikaci umístění baterie a karoserií vozidel. Každá výměnná stanice by musela disponovat různými druhy baterií pro jednotlivé typy vozidel v dostatečném množství.

Tento způsob dobíjení demonstrovala v roce 2013 Tesla na modelu S, která tímto způsobem chtěla substituovat využití Superchargerů. Výměna baterie trvala cca minutu a třicet sekund, ale přesto se inovace neuchytila. [39] Možné vysvětlení spočívá v tom, že majitelé vozů nechtějí baterii, která je nejdražší částí vozidla, vyměňovat za nějakou cizí a raději se pečlivě starají o tu svojí. V případě, že by se vyměňovala baterie jejich vozidla, která by po dobití byla opět k dispozici, na výměnu původnímu majiteli, vzniká zde problém s omezením trasy. Trasa by musela být volena podle toho, kde se majitelova baterie právě nachází, což by působilo omezení v jejím výběru. V současné době Tesla od tohoto způsobu dobití odvrátila a místo toho rozšiřuje síť svých Superchargerů.

Z těchto důvodů je výměna baterie za dobitou zatím spíše utopií než reálným řešením.

### Vozidla na solární pohon

Dalším způsobem, jak by bylo možné prodloužit dojezdovou vzdálenost EVs, je dobíjení prostřednictvím solárních panelů na střeše, nebo karoserii vozidla. Solární panely by umožnily částečně nebo úplně vyloučit závislost na dobíjení z elektrické sítě.

Ačkoliv v současné době žádné sériově vyráběné vozidlo výbavu solárními panely nemá, invence několika firem by mohly změnit současné pojetí elektromobility. Prvopočátky vozidel na solární energii byly spíše technickou libůstkou. Navrhovaly se a vyráběly prototypy závodních vozidel například pro účely účasti na soutěži World Solar Challenge konaných v Austrálii. [40] Na těchto prototypech se potvrdilo, že vozidlo na solární pohon je technicky možné zkonstruovat a zajistit jeho funkčnost a dojezd, aby se mohlo v budoucnosti stát běžnou realitou pro osobní nebo nákladní přepravu. V současné době představilo koncepci vozidel na solární energii několik společností. V roce 2019 představil nizozemský start-up Lightyear koncepci vozidla One, které se v případě dostatku slunečního svitu obejde bez dobíjení. Solární energií je možné získat až 12 kilometrů za hodinu vystavení slunečnímu svitu, pro jízdy na krátké vzdálenosti se uživatel může bez dobíjení obejít úplně. Pro to, aby vozidlo mělo co nejnižší spotřebu energie, je konstrukce co nejaerodynamičtější a nejlehčí. Obsahuje vysoký podíl lehkých materiálů jako je hliník a karbonová vlákna. V celkovém důsledku umožňuje vozidlu být úplně nezávislé na dobíjení z elektrické sítě, na rozdíl od většiny současných elektrických vozidel. Plánované uvedení na trh připadá na počátek roku 2021. [41]



Obrázek 11: Solární vozidlo Lightyear One [41]

Německá společnost Sono Motors založená v roce 2016 také představila svoje osobní vozidlo na solární pohon. EV nesoucí název Sion slibuje dobít prostřednictvím slunce pro ujetí až 34 kilometrů za den. Solární panely jsou zabudovány po celé ploše karoserie. V případě jízd na krátké vzdálenosti se uživatel také obejde bez připojení vozidla na dobítí baterie. Mimo jiné je na společnosti Sono Motors atraktivní, že se zavazuje k 100% využívání obnovitelných zdrojů při výrobě a k získávání surovin etickým způsobem (například ambivalentní těžba lithia). Sion vybude uveden na trh na začátku roku 2022. [27]

#### Dobíjecí stanice pro FCEV

Rozvinutí trhu s elektromobily na vodíkový pohon brání v České republice absence čerpacích stanic. Z tohoto důvodu automobilky FCEVs nabízejí na infrastrukturně vyspělejších trhy. Již v roce 2009 vznikla v Neratovicích pilotní neveřejná dobíjecí stanice na

vodík. Stanice fungovala do roku 2014 pro účely testování autobusu na vodíkový pohon TriHyBus značky Škoda. Na projektu se ověřilo, že vodíkový pohon je možnou alternativou a vstup dalších společností potvrdil, že do infrastruktury se vyplatí investovat. Iniciativa ČR i EU se promítla do Národního akčního plánu čisté mobility Ministerstva dopravy ČR z roku 2015, na základě kterého by mělo do roku 2025 v ČR vyrůst 12 čerpacích stanic na vodík. [42] Dle optimistické prognózy by otevření čerpacích stanic znamenalo 60–90 tisíc FCEVs na českých silnicích do roku 2030. [43]

#### Elektromobilita mimo osobní silniční přepravu

Rozmach elektromobility v silniční osobní dopravě je značný. Mimo tuto sféru se začínají objevovat projekty přechodu na elektrický pohon u lodí, vlaků nebo vozidel těžké třídy. Přechodu na elektrický či částečně elektrický pohon se kupříkladu zabývá německá společnost Aradex AG. Mezi jejich projekty vodní přepravy můžeme uvést plně elektrický trajekt ES Maria Wörth se solárními panely, nákladní loď ENOK s kombinací dieselového a elektrického pohonu, který přináší úsporu až 25 % oproti původnímu čistě dieselovému. V portfoliu firmy jsou také projekty elektrifikace motorů vozidel těžké třídy, jako je sklápěcí nákladní automobil, traktor nebo bagr. [44]

Co se týče silniční nákladní dopravy, velký podíl automobilek vyrábějících tahače zaměřilo svou pozornost na elektrické modely svých vozů. Volvo, Mercedes-Benz, Renault, Man už své elektrotahače uvedli na trh, letos ke konci roku by se měla přidat i Tesla s modelem Semi. Na trhu se začínají objevovat i modely start-upů vyvinutých v Evropě, uvedme Volta, Einride, Tevva, nebo StreetScooter. Start-upy a zavedené značky přinášejí další inovativní řešení, jako například kamerové sledování okolí vozidla a všech mrtvých úhlů nebo autonomní řízení s různým stupněm autonomie. [45]

#### Smart cities

Výhledově je v Evropě také cílem interoperabilita měst (států) a mobility prostřednictvím aplikace moderních metod k dosažení smart cities. Mobilita je klíčovým prvkem většiny měst, ale současná urbanistická infrastruktura způsobuje znečištění ovzduší a vysokou spotřebu energie. Těmto problémům mají zabránit iniciativy přechodu měst na chytrá, tzv. smart cities. Smart cities budou zprostředkovány na základě digitálních technologií a Smart Grid (inteligentní sítě), která pomocí moderních technologií řeší energetické, emisní a dopravní výzvy v rámci města. Smart Grid využívá ke komunikaci informační technologie, v rámci kterých dosahuje optimalizace elektrického systému (včetně obnovitelných zdrojů energie). V reálném čase vyhodnocuje údaje o nabídce a poptávce od spotřebitelů za účelem pomoci řídit maximální zatížení elektrické sítě. Pro navýšení optimalizace spotřeby elektřiny a zploštění křivky odběru ve špičce a mimo špičku, by mohla probíhat komunikace mezi vozidlem a sítí, tzv. vehicle-to-grid (V2G). Princip V2G spočívá v tom, že v denní dobu, kdy vozidlo není využíváno, dodává energii z baterie zpět do sítě, aby byla vykryta vysoká poptávka, naopak v noci (mimo špičku) je vozidlo dobíjeno. K tomu by byla nutná také hustá síť dobíjecích stanic, které by právě pro využití ve městech mohly být „neviditelné“, tedy s absencí esteticky

rušivých dobíjecích stojanů. Neviditelné řešení dobíjení se nabízí v podobě induktivních ploch.

Dalším principem aplikovatelným pro smart cities, je sdílení, a to jak dat, tak vozidel. V případě, že by větší podíl vozidel ve městě byl sdílený prostřednictvím elektronické platformy, by potenciálně ubylo dopravních prostředků a přibylo parkovacích míst. Parkovací místa by potom mohla mít podobu parkovacích dobíjecích stanic pohodlně dostupných z domácností a zaměstnání, kde by vozidla byla vždy připravena jízdě. V případě sdílení dat by mohla být uskutečněna například komunikace mezi vozidlem a dobíjecími stanicemi nebo parkovacími místy, kdy by pro řidiče odpadlo hledání volného místa, nebo by na základě hustoty provozu byla automaticky uzpůsobena trasa přepravy.

Iniciativa přechodu na smart cities zahrnuje také městskou hromadnou dopravu, která by výměnou prostředků hromadné dopravy za prostředky na alternativní pohon mohla přispět ke snížení emisní zátěže a v případě jejího vyššího využívání obyvateli města by mohla ulevit vytíženým trasám. [46; 47]

#### Baterie z nových materiálů

Vědecké ústavy a univerzity pracují na vývoji alternativy k současným bateriím, které stále mají své nedostatky. V pokročilé fázi výzkumu je lithium-sírová baterie z laboratoře australské univerzity Monash, která dle dosavadních testů pro použití v elektromobilech vydržela nabitá až 1 000 kilometrů. Nabízí také nižší výrobní náklady a dopad na životní prostředí. Odlišnou baterii na chemické bázi vyvíjí společnost IBM Research, ve které by namísto použití těžkých kovů jako kobaltu a lithia byla použita mořská voda. V Japonsku vyvíjí baterii na bázi velmi běžného prvku – sodíku. Výhodou je velmi nízká cena z důvodu absence drahých kovových materiálů a až sedmkrát vyšší výdrž oproti li-on baterii. Komercializace pro užití ve smartphonech a elektromobilech se předpokládá v rozmezí do 5-10 let. Harvardští vědci vyvíjí baterii na bázi uchování energie v organických molekulách rozpuštěných v pH neutrální vodě. Tekutá baterie by měla zadržet mimořádné množství energie. [48] Tyto výzkumné aktivity naznačují, že budoucnost elektromobility možná nebude spočívat v pouhém prodlužování dojezdové vzdálenosti se současnými li-on bateriemi, ale bude se užívat úplně odlišných technologií.

# **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 Kontext elektromobility

K lepšímu pochopení problematiky v uceleném rámci je obsahem této kapitoly analýza současného vývoje obecných faktorů elektromobility ve světě.

### 6.1 Elektromobily

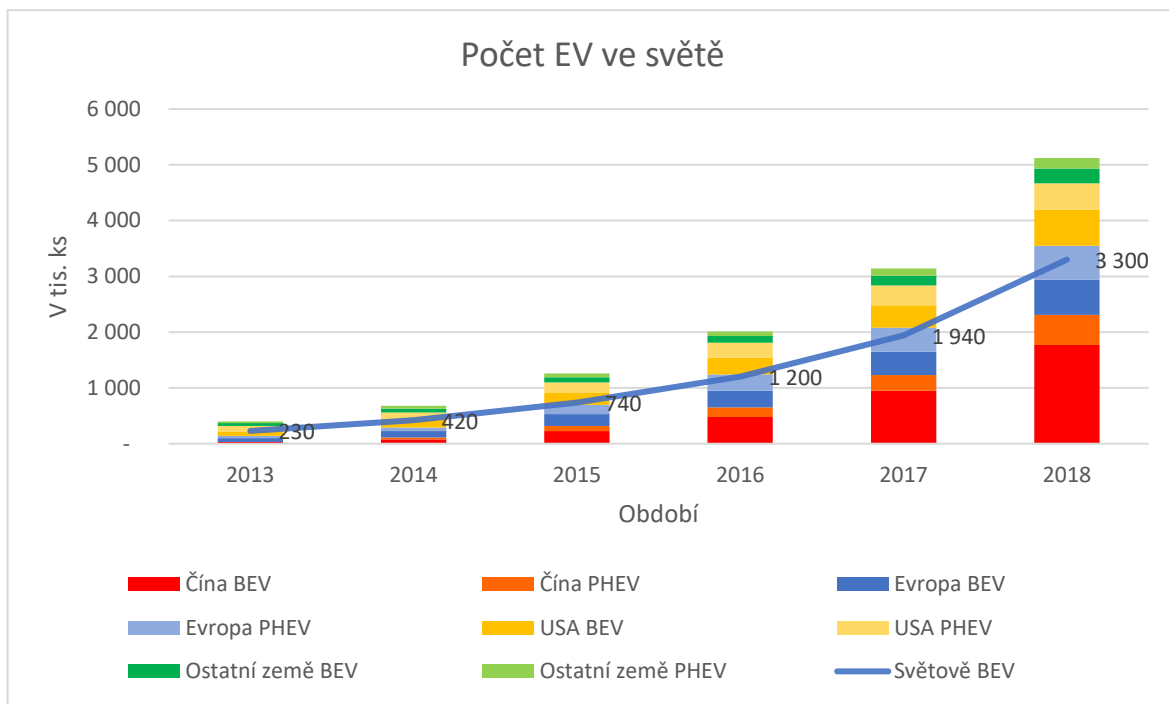
Počet prodaných elektrických vozidel celosvětově velmi rychle roste. Níže uvedené hodnoty zahrnují počty čistě elektrických vozidel a plug-in hybridů. Hybridní vozidla nebyla zdrojem zahrnuta.

Z grafu je patrné, že oproti roku 2013, kdy zaznamenáváme první zřetelný nárůst elektromobility, je v roce 2018 rozdíl téměř 13násobný. Hlavní podíl na současných hodnotách má Čína, která tvoří téměř poloviční podíl z celkové hodnoty počtu elektromobilů na světě. Čína v roce 2018 také představovala více než 80 % poptávky po elektrické energii pro elektromobily na světě. Na čínském trhu byla za celé sledované období značná převaha čistě elektrických vozidel (BEV), a to s množstvím 1 770 tis. kusů v porovnání s 540 tis. kusy vozidel typu PHEV v roce 2018. Meziroční nárůst mezi lety 2017 a 2018 byl 87,8 %.

Druhou nejpočetnější oblastí čítající v roce 2018 celkově 1 240 tis. kusů vozidel, je Evropa. V několika evropských zemích je elektromobilita silně podporována místními vládami, takže pořízení elektrického vozu je v konečném důsledku levnější, než vozidla se spalovacím motorem. Poměr BEV a PHEV byl za celé sledované období přibližně stejný. V roce 2018 bylo v Evropě registrovaných 630 tisíc vozidel typu BEV a 610 tisíc vozidel typu PHEV. Meziroční nárůst je průměrně 45 % a dále roste.

V USA jsou hodnoty obdobné, jako v Evropě. V USA zaznamenáváme vyšší podíl vozidel typu BEV, hlavně v roce 2018. Na počátku sledovaného období mělo USA nejvyšší podíl vozidel s elektrickým pohonem na celém světě, celých 45 %. Prvenství si Spojené státy držely až do roku 2016, posléze je překonala Čína. Meziroční nárůst počtu vozidel byl v průměru 45%.

Rostoucí trend je patrný i mimo uvedené země.



Graf 1: Počet elektromobilů ve světě (vlastní zpracování, zdroj [49])

I když počty elektrických vozidel na světových komunikacích rostou rychlým tempem, stále je zastoupení elektromobilů v dopravě poměrně nízké. Doprava stále stojí pevnými základy na spalovacích motorech. V Číně roku 2018 bylo zastoupení nových prodaných elektrovozidel 4 %, v Evropě průměrně 1,7 %, v USA 1,6 % a v ostatních zemích světa zhruba 0,7 %.

V Evropě jsou vzhledem k různým vládním podporám elektromobility procenta zastoupení elektrovozidel v dopravě mezi jednotlivými státy velmi rozdílná. Zdaleka nejvyšší podíl prodaných nových elektrovozidel připadá Norsku. Přes 47 % prodaných nových vozidel tvoří elektromobily, a Norsku tak připadá světové prvenství v největším počtu elektrovozidel ku počtu obyvatel. Druhou příčku v Evropě zastává Německo s 46 % následováno Spojeným královstvím. Česká republika je vzhledem k velmi nepatrné podpoře ze strany státu na opačném konci žebříčku s 0,5 %. [49]

## 6.2 Životní prostředí

Současný trend vzrůstu elektromobility je podmíněn mimo jiné akcentem na snižování produkce skleníkových plynů. Konkrétně doprava se na celosvětové produkci oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) podílí 24 %, přičemž celých 60 % je tvořeno osobními automobily. Z důvodu snížení dopadu lidské činnosti v oblasti přepravy mnohé vlády, mezinárodní organizace a unie vydávají omezující opatření pro redukci skleníkových plynů. Také stanovují cíle pro budoucí období na omezení produkce skleníkových plynů a podporují projekty snižující dopad dopravy na životní prostředí. [50]

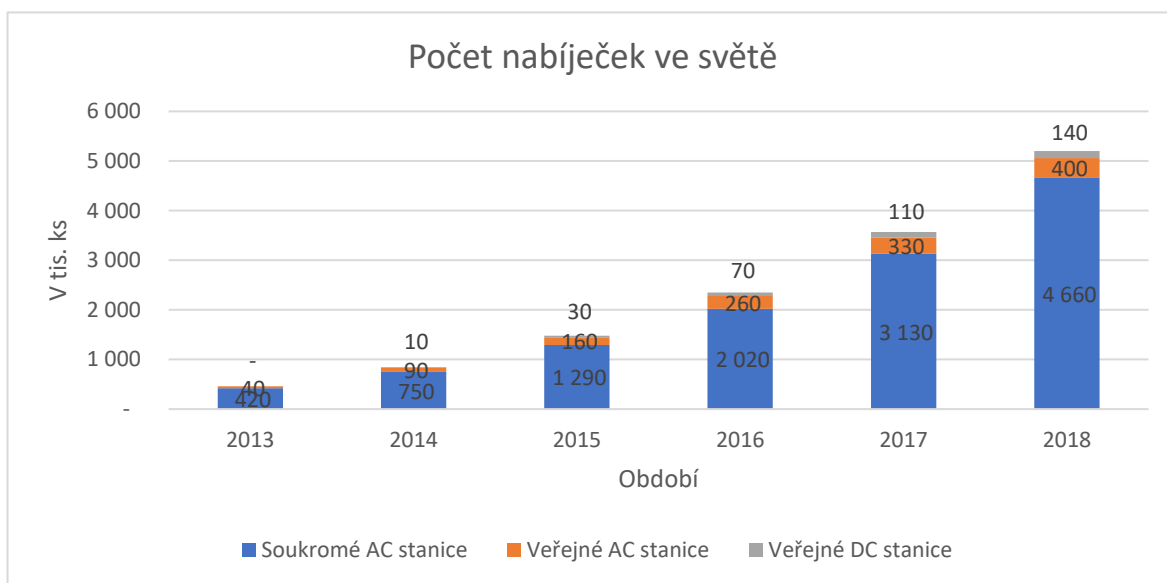


## 6.3 Dobíjecí stanice

Spolu s počtem prodaných elektrovozidel současně rostla i dobíjecí infrastruktura. Nejpatrnější je nárůst dobíjecích stanic pro soukromé užití (například doma prostřednictvím wallboxů), které za sledované období vzrostly o více než desetinásobně. Čísla dokazují, že na jedno elektrovozidlo připadá průměrně jedna nabíječka.

Celosvětový počet veřejných dobíječek v roce 2018 přesáhl 540 tis. kusů, což je o 24 % více než v předešlém roce. Tempo růstu nových veřejných nabíječek ve srovnání s předchozími roky klesá, v roce 2017 byl nárůst 30%, v roce 2016 80%. V roce 2018 měla největší podíl ze všech instalovaných nabíječek na světě Čína, které připadal zhruba poloviční podíl. V roce 2018 byl podíl nově vystavěných nabíječek ve světě 1 ku 3 s vyšším zastoupením pomalých (AC) dobíječek. Vyšší podíl veřejných rychlých nabíječek byl instalován v Číně, kde pomalé a rychlé dobíjecí stanice byly v poměru jedna ku jedné. Oproti tomu v Evropě a USA tvořily většinu pomalé nabíječky.

Čína také drží celosvětové prvenství v počtu veřejných rychlých dobíjecích stanic. Nachází se jich tam téměř 113 000, tato hodnota představuje 80 % celkového počtu rychlých nabíječek na světě. [49]



Graf 2: Počet nabíječek na světě (vlastní zpracování, zdroj [49])

## 6.4 Komodity

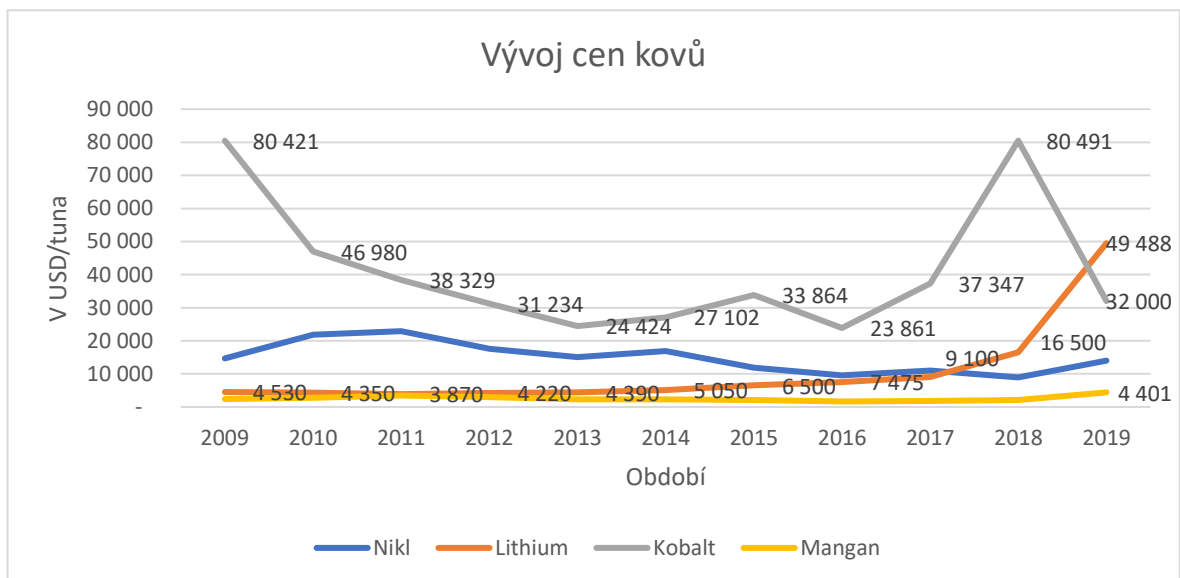
Vliv na rozvoj elektromobility mají také ceny surovin na komoditních burzách. Ceny surovin na burzách se poté odvíjí od spekulací a samotného trhu, čímž se ceny stávají velmi volatilními.

Ve většině případů má největší podíl na ceně celého elektrického vozidla baterie, na kterou se užívá různých více či méně drahých a vzácných kovů. Od použitého množství a ceny se odráží konečné výrobní náklady na vozidlo, potažmo cenu celého vozidla. V případě, že by ceny surovin dosáhly ekonomicky nevýhodných hodnot, mohlo by

pořízení vozidla odradit potenciální kupující a zpomalit celý průmysl s elektromobily. Na druhou stranu jsou vysoké ceny surovin používaných na baterie motivační pro výzkumné a vývojové aktivity firem a univerzit. Tyto výzkumné spolky by do budoucna potenciálně mohly objevit nové technologie, jak se využití těchto kovů v bateriích vozidel vyhnout úplně.

Z odhadů zdrojové studie vyplývá, že poptávka po kovech pro elektromobily za rok 2018 byla tvořena 15 kilotunami kobaltu, 11 kilotunami lithia, 11 kilotunami manganu a 34 kilotunami niklu.

Z grafu je patrné, že cena lithia v posledním roce sledovaného období skokově stoupla téměř o 33 tis. USD v porovnání s předchozím rokem. Na vzestupu je také cena niklu, meziročně vrostla o 57 %. Cena manganu zůstává relativně nízká po celé sledované období a cena kobaltu po prudkém nárůstu v roce 2018 na 80 491 USD za tunu klesla v následujícím roce 2,5krát. [51]



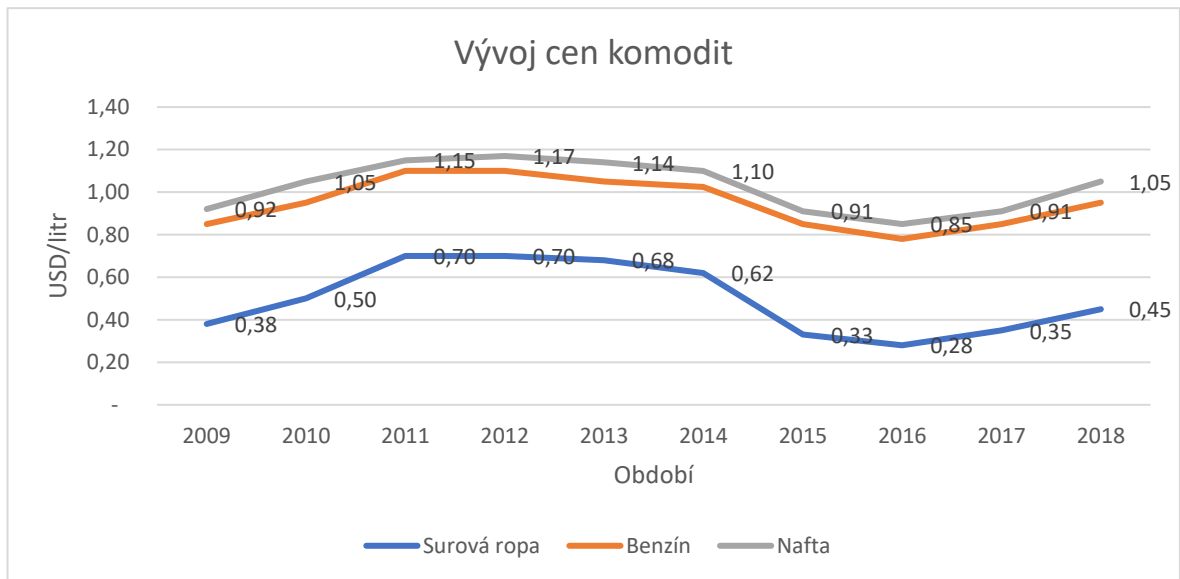
Graf 3: Vývoj cen kovů (vlastní zpracování, zdroj [51])

Vliv na ekonomickou náročnost výroby, pořízení a provozu elektromobilu má také cena energií. V roce 2018 byla globální průměrná cena za litr benzínu 0,97 USD. Ceny pohonných hmot se mezi jednotlivými zeměmi velmi liší. Například nejdraž natankují v Norsku průměrně za 1,91 USD/litr v porovnání s 0,3 USD/litr v Íránu. V Číně byl litr benzínu v průměru k dostání za 1,09 USD/litr a v USA za 0,81 USD/litr. V České republice byla průměrná cena benzínu v roce 2018 1,48 USD/litr, ve světovém srovnání se tak řadí mezi země s dražším benzínem.

Celosvětové ceny benzínu a nafty jsou v průměru výrazně vyšší než ceny surové ropy, protože zahrnují náklady na zpracování, dopravu a marketing, stejně jako daně z pohonných hmot.

Z grafu č. 4 je patrná silná korelace mezi cenou ropy a pohonných hmot. Nezvykle je vyobrazená cena benzínu, který ve většině světa bývá dražší než motorová nafta. Je to proto, že celosvětová průměrná cena benzínu je významnou měrou ovlivněna cenami

ve Spojených státech. Z grafu je patrné kolísání hodnot; v posledních letech se cena litru ropy pohybuje pod 0,5 USD, ceny pohonných hmot jsou 2krát až 3krát vyšší.



Graf 4: Vývoj cen komodit (vlastní zpracování, zdroj [52])

Velmi odlišné jsou i ceny elektřiny v jednotlivých zemích. Rozdíly jsou patrné hlavně v cenách elektřiny pro domácnosti, které mají širší rozpětí. Cena distribuce elektřiny pro průmysl má přibližně normální rozdělení. V roce 2017 byla elektřina nejdražší v Německu, domácnosti stála 350 USD za jednu MWh. O dalších 50 USD byla zpoplatněná elektřina pro průmysl. Téměř poloviční byly oproti tomu ceny v USA; průměrně 135 USD/MWh pro domácnosti i průmysl. V Číně bylo v témže roce MWh elektřiny za 80 USD pro domácnosti a 150 USD pro průmysl. V roce 2017 se ceny elektřiny v České republice pohybovaly kolem 121 USD za MWh. [52]

## **7 Ekonomická analýza vybraných společností z odvětví elektromobility**

Informace uvedené v kapitolách 7.1 a 7.2 vycházejí výhradně z oficiálních webových stránek jednotlivých společností a jejich výročních zpráv. Úžeji vybrané společnosti BYD a NIO byly vybrány na základě žebříčku článku vydavatele MyWallSt porovnávajícího konkurenci společnosti Tesla. Stránka MyWallSt monitoruje vývoj a podniky společností obchodovaných na burzách. Konkurenti společnosti Tesla byly vyhledáváni mezi automobilkami vyrábějícími pouze elektromobily, a zároveň se jednalo o společnosti, které mají velký burzovní potenciál do budoucnosti. [53]

### **7.1 Světoví hráči na automobilovém trhu**

#### Volkswagen

Skupina Volkswagen je v počtu vyrobených vozidel na prvním místě na světě. Společnost Volkswagen byla založena v roce 1937 v Německu a její portfolio tvoří osobní automobily, motorky, nákladní automobily, dodávky a autobusy. Po aféře Dieselgate společnosti Volkswagen je patrný odklon od konvenčních vozidel k elektromobilům. Největšími odbytišti je hlavně čínský a evropský trh, výrobní závody se nacházejí po celém světě. Volkswagen je koncernem, který zahrnuje společnosti Volkswagen, Škoda, Audi, Seat, Bentley, Porsche, Bugatti, Lamborghini, Ducati, Scania a Man.

#### Toyota

Japonská společnost Toyota byla založena v roce 1937 Kičiro Toyodou. Toyota se proslavila zavedením principů úspory nákladů a managementu kvality, které jsou dnes využívané nejen automobilkami po celém světě. Dle žebříčku z roku 2019 je světově druhou největší automobilkou v počtu vyrobených vozidel. Hlavní oblast působení Toyoty je na asijském, evropském a severoamerickém trhu. Do portfolia společnosti spadají osobní automobily, dodávky, nákladní auta, autobusy, roboty a motorky; některé modely jsou dostupné i v elektrické verzi.

#### Hyundai

Společnost Hyundai Motor Company byla založena v roce 1967 v Jižní Koreji. V současné době je skupina Hyundai konglomerátem, který slučuje několik dceřiných a přidružených, převážně průmyslových společností. Hyundai má v Koreji dominantní postavení a ve světě usiluje o vyšší tržní podíl zaměřováním sil inovacemi a budováním brandu. Automobilka Hyundai vyrábí hlavně osobní automobily, dodávky a v menší míře nákladní vozy a autobusy; v portfoliu nalezneme i elektromobily.

### General Motors

Společnost General Motors byla založena v roce 1908 v Michiganu (USA). Firma má největší tržní podíl na americkém a čínském trhu. Společnost General Motors má na US trhu výhradní postavení a dokážou konkurovat čínskému a korejským automobilkám. General Motors zahrnuje například vozidla značek Buick, Cadillac, Chevrolet a GMC.

### Ford

Společnost Ford byla založena v roce 1903 v Michiganu (USA). Zakladatel Henry Ford se podobně jako Kičiro Toyoda zapsal do knih managementu, připisuje se mu vynález montážní linky pro masovou výrobu vozidel. S cenově dostupným modelem T umožnil vlastnit automobil široké veřejnosti. Pod Ford spadá i automobilka Lincoln, která v USA vyrábí vozidla vyšší třídy, jinak Ford vyrábí hlavně osobní automobily, okrajově autobusy, v nabídce nalezneme i elektromobily. Ford má dominantní zastoupení hlavně na severoamerickém trhu, působí celosvětově.

### Nissan

Společnost Nissan byla založena v roce 1933 v Japonsku. Skupina Nissan zastřešuje značky Nissan, Infinity a Datsun, přičemž Nissan je součástí aliance spolu s francouzským Renault a japonským Mitsubishi. Portfolio se skládá z osobních automobilů, dodávek, nákladních vozů, autobusů a traktorů. Jejich plně elektrický model Nissan Leaf se stal jedním z nejprodávanějších elektrovozidel po celém světě. Vedení Nissanu dokonce uvedlo prohlášení, že od roku 2021 budou veškeré vozy značky Infinity pouze v hybridním nebo čistě elektrickém provedení.

### Honda

Společnost Honda byla založena v roce 1948 v Japonsku. Záběr firmy je široký; mimo automobily společnost vyrábí hlavně samostatné motory pro lodní motory a zahradní stroje, dále například elektro generátory nebo roboty. V současné době téměř polovina produkce pochází z USA. Mezi portfolio vozidel firmy řadíme osobní automobily, nákladní vozy a motorky.

### Fiat Chrysler Automobiles

Nadnárodní společnost FCA vznikla v roce 2014 v Nizozemí. Nejznámějšími dceřinými společnostmi jsou automobilky Fiat, Chrysler, Maserati, Dodge, Jeep a Alfa Romeo, které vyrábí hlavně osobní automobily a dodávky. Působí hlavně na trhu USA a Evropy.

### PSA

Francouzská skupina PSA integruje společnosti Citroën, Peugeot a Opel. Mimo USA a Austrálii působí po celém světě. Automobilky vyrábějí hlavně osobní vozidla a dodávky, některé modely jsou elektromobily.

## 7.2 Tesla

V souvislosti s elektromobilitou nelze nejmenovat pravděpodobně nejznámější společnost Tesla, Inc. v čele s Elonem Muskem. Společnost byla založena v roce 2003, a vyrábí vozidla na čistě elektrický pohon, systémy pro skladování elektrické energie pro domácí a komerční využití a solární panely.



Obchodní jméno:	Tesla, Inc.
Sídlo firmy:	Palo Alto, California, USA
Právní forma:	akciová společnost
Za rok 2019	
Počet zaměstnanců:	48 000
Počet prodaných vozů:	368 000 kusů

Společnost působí v automobilovém průmyslu a ve výrobě a skladování energie. Odvětví automotive zahrnuje návrh, vývoj, výrobu a prodej elektrických vozidel. Odvětví výroby a skladování energie zahrnuje návrh, výrobu, instalaci a prodej nebo pronájem produktů na skladování energie a solárních systémů. Pro soukromé osoby a komerční zákazníky nabízí prodej elektřiny vyrobené jejich solárními systémy. Společnost se pyšní množstvím patentů, ochranných a autorských známek a obchodních tajemství. V zájmu rozvoje elektromobility v celosvětovém měřítku se společnost zavázala k překvapivé patentové politice založené na jejich sdílení s dobrými úmysly. Největšími trhy jsou USA, Čína a Norsko.

### 7.2.1 Portfolio elektromobilů

Prvním elektromobilem byla Tesla Roadster, vůz sportovního charakteru, který se vyráběl mezi lety 2008 až 2012. Nyní společnost vyrábí a distribuuje tři plně elektrická vozidla, sedan Model S, sportovní užitkový vůz Model X (SUV) se sedmi místy k sezení a Model 3, sedan díky příznivější ceně určený pro masový trh. Model S nabízí dojezd až 610 kilometrů na jedno dobití (baterie 100 kWh), zrychlení z 0 na 100 za 2,5 sekundy a je dostupná za 79 990 USD. Uvedení na trh se očekává u modelu Y, vozidlo typu SUV. V prosinci 2019 společnost představila nový model Cybertruck, vozidlo typu pick-up. Cybertruck bude mít dojezd až 800 km na jedno nabití a bude dostupný za cenu od 39 990 USD. Model bude dostupný v roce 2021. Očekává se uvedení na trh tahače Tesla Semi.

BEV: Model X, Model S, Model 3

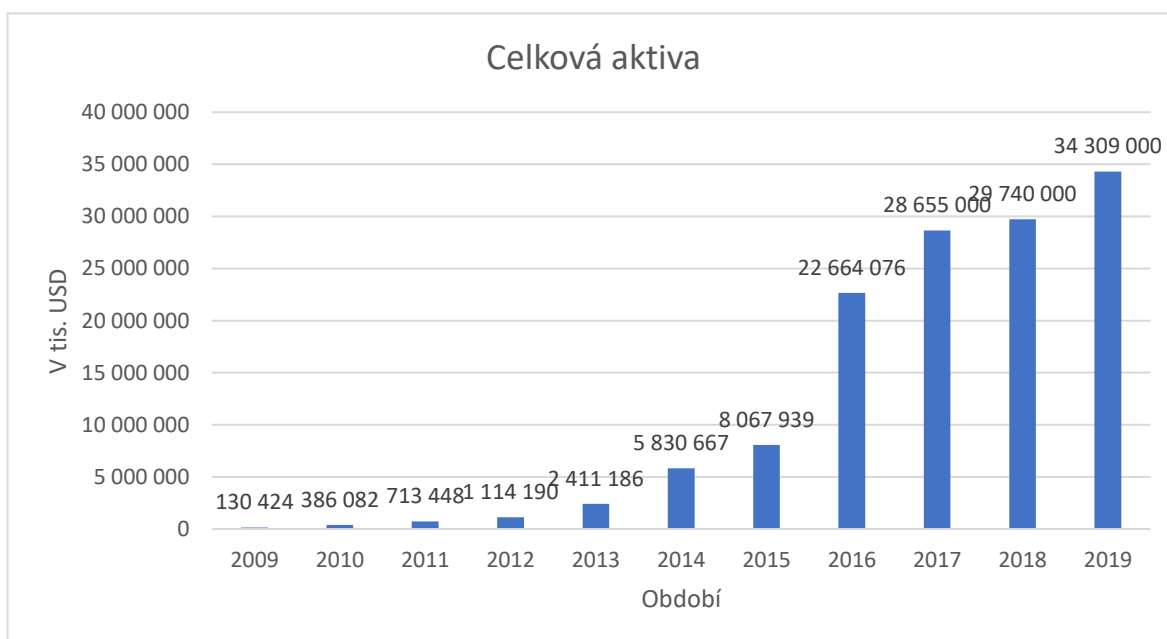


Obrázek 12: Portfolio společnosti Tesla [79]

## 7.2.2 Vybrané finanční ukazatele společnosti

Aktiva

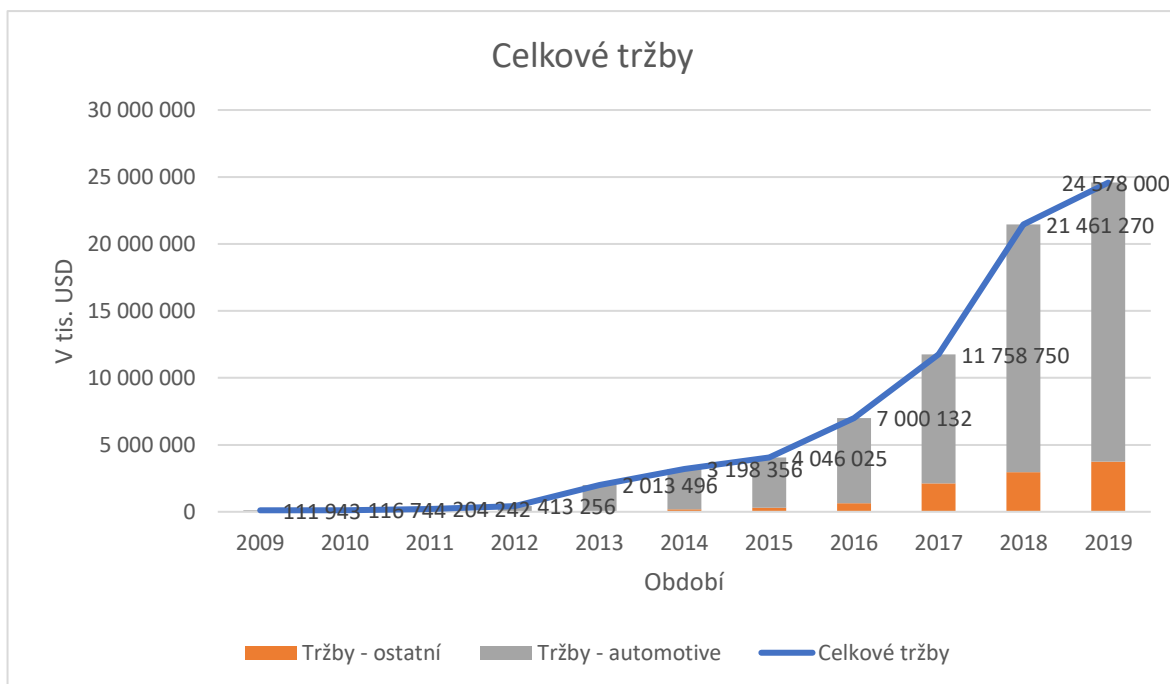
Celková aktiva společnosti rostla pozvolna s růstem společnosti. Mezi lety 2015 a 2016 zaznamenáváme skokový nárůst o 180 %, způsobený zejména přírůstkem dlouhodobého majetku (vyšší podíl hotových výrobků na skladě a výstavba nové továrny na výrobu baterií Gigafactory 1 v Nevadě, USA) a solárních systémů pronajímaných zákazníkům. Byla také provedena akvizice společnosti SolarCity, která vyrábí, prodává a instaluje solární panely pro rezidenční a komerční objekty v USA.



Graf 5: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [54])

## Tržby

Celkové tržby rostly po celou dobu sledovaného období a rostly úměrně s růstem prodeje vozidel. V roce 2015 byl uveden na trh Model X a o dva roky později se začal vyrábět Model 3, který způsobil skokový nárůst tržeb. Graf kopíruje uvedení obou vozů na trh. Růst ostatních tržeb vzrostl po akvizici společnosti SolarCity, kdy tržby vzrostly z poskytovaných služeb v solární energetice z cca 5 % z celkových tržeb na hodnotu 15 % v roce 2019. Akvizice znamenala přírůstek tržeb ve výši 84 milionů USD v roce uskutečnění, tj. 2016. Růst ostatních tržeb souvisí také s rozšiřováním sítě Superchargerů. Rok 2019 nerefletoval strmý růst z předchozího roku.

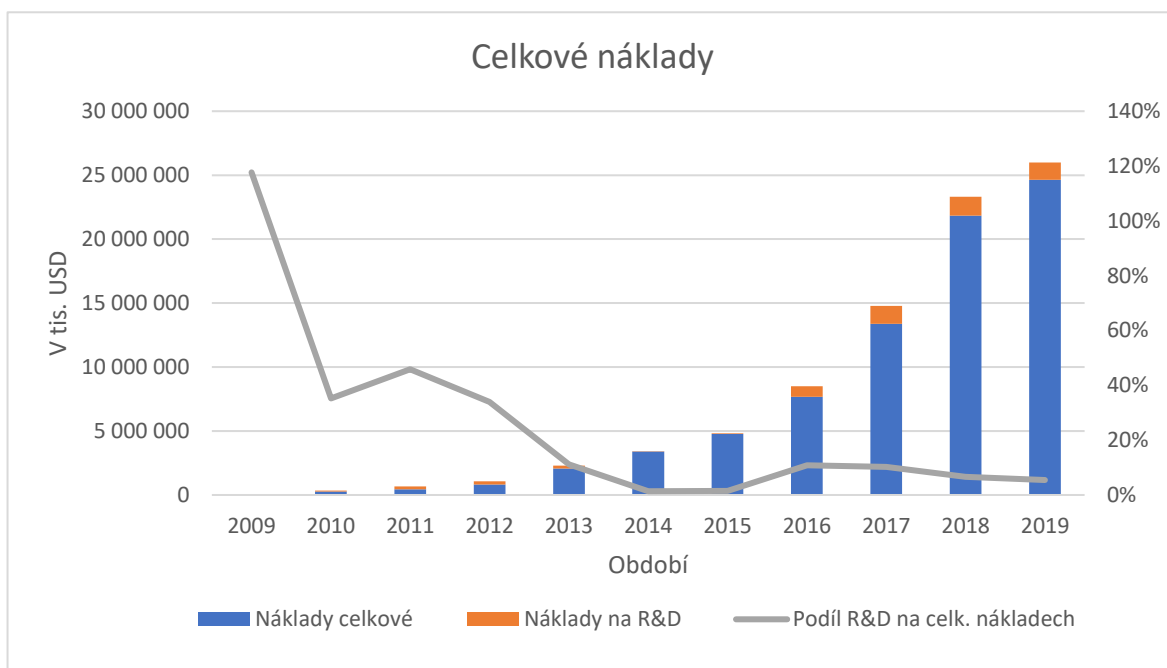


Graf 6: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [54])



## Náklady

Celkové náklady ve sledovaném období rostly a kopírovaly tak rozvoj celé společnosti. V počátcích je patrný velmi vysoký vliv nákladů na výzkum a vývoj na celkových nákladech, který odráží přirozený životní cyklus výrobku v jeho iniciační fázi. V následujících letech sledovaného období je patrný pozvolný pokles podílu výzkumu a vývoje na celkových nákladech; jeho vliv je však stále patrný a prokazuje silnou touhu společnosti po inovacích a dalším rozvoji. Náklady, podobně jako tržby, začaly silně růst po roce 2015, od kterého se v porovnání s rokem 2019 zvýšily pětinasobně. Za sledované období investovala firma do výzkumu a vývoje souhrnně téměř 6 miliard USD.



Graf 7: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [54])

## Hospodářské výsledky

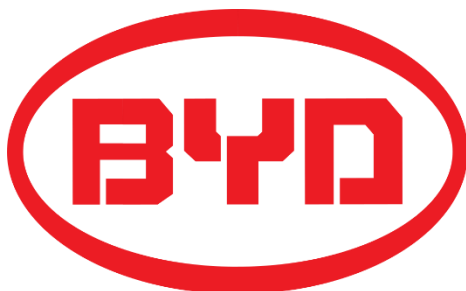
Firma za celé sledované období nedosáhla kladné hodnoty čistého zisku. Nejnižší ztrátu utrhla v roce 2013, kdy činila 74 milionů USD. Největší ztráta je patrná v roce 2017; do konce sledovaného období se její hodnota opět snižuje. [54]

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
EAT	-56	-154	-254	-396	-74	-295	-889	-773	-2 241	-1 063	-775
EBT	-56	-145	-254	-396	-71	-285	-876	-746	-2 209	-1 005	-665
EBIT	-52	-147	-251	-394	-61	-187	-717	-67	-1 632	-388	-69
EBITDA	-45	-136	-235	-365	42	45	-674	880	4	1 513	2 085

Tabulka 2: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [54])

## 7.3 BYD

Čínská společnost BYD (Build Your Dreams) se primárně angažuje ve výrobě a prodeji elektrovozidel a jejich součástí. V současné době se řadí mezi firmy s nejvyšším potenciálem v budoucnu konkurovat Tesle; na počty vyrobených elektrovozidel společnosti konkurují už nyní.



Obchodní jméno:	BYD Co Ltd
Sídlo firmy:	Šen-čen, Kuang-tung, Čína
Právní forma:	akciová společnost
Za rok 2019	
Počet zaměstnanců:	229 000
Počet prodaných vozů:	451 000 kusů

Společnost BYD byla založena v roce 1995 a aktuálně má dvě dceřiné společnosti. Společnost BYD Electronic se zabývá výrobou a prodejem elektronických součástek, komponentů, dobíjecích baterií (li-on a niki) elektrických zařízení pro každodenní užití. Společnost BYD Automobile založená roku 2003 vyrábí automobily, autobusy, kola, dobíjecí baterie, tahače a vozidla těžké třídy a vysokozdvizné vozíky. Většina vyráběných vozidel jsou elektrická nebo hybridní, benzínová vyrábí v malém měřítku. V portfoliu produktů se nachází také fotovoltaické výrobky. Z automotive společnosti plyne 49 % tržeb, 43 % z výroby, prodeje a montáže drobných zařízení a 8 % z fotovoltaických produktů a dobíjecích baterií.

Roku 2011 založila společnost společný podnik se skupinou Daimler AG za účelem výzkumu a vývoje na poli elektromobility. O osm let později společnost oznámila založení společného podniku s automobilkou Toyota za účelem návrhu a vývoje čistě elektrických vozidel. Obě společnosti o podniku vloží poloviční podíl kapitálu i spolu s inženýry a zaměstnanci z výzkumu a vývoje. [55]

Společnost se opakovaně umísťovala v žebříčku nejvíce prodaných plugin hybridních vozidel na světě. Americký magazín Bloomberg Businessweek ji v roce 2010 zařadil mezi 100 nejrychleji rostoucích technických společností a 8. nejinnovativnější společností na světě. Na společnosti BYD má od roku 2008 čtvrtinový podíl investiční společnost Berkshire Hathaway Energy amerického miliardáře Warrena Buffetta.

Společnost působí hlavně v Číně (84 %), Indii, menším podílem v Evropě a USA. [56]

### 7.3.1 Portfolio elektromobilů

Prvním elektromobilem společnosti byl hybridní model BYD F3DM uvedený na čínský trh v roce 2008. V roce 2010 započala výroba ve větším měřítku, ale pro nízké prodeje i na mezinárodních trzích byla výroba modelu F3DM v roce 2012 zastavena a nahrazena modelem Qin. Sedan BYD Qin na trhu uspěl a automobilka odstartovala další výrobu, například SUV modelu Tang a víceúčelovému e6. Plug-in hybridní model Qin nabízí dojezd 70 km (17 kWh baterie) a v době uvedení na trh byl dostupný za v přepočtu 26 600 USD. Čistě elektrický model e6 nabízí dojezd až 300 km za cenu 35 000 USD na americkém trhu. Po nárůstu dobíjecích stanic pro elektromobily na čínském trhu následovala produkce a prodej mnoha dalších modelů osobních, ale i užitkových vozidel, autobusů, dodávek a tahačů.

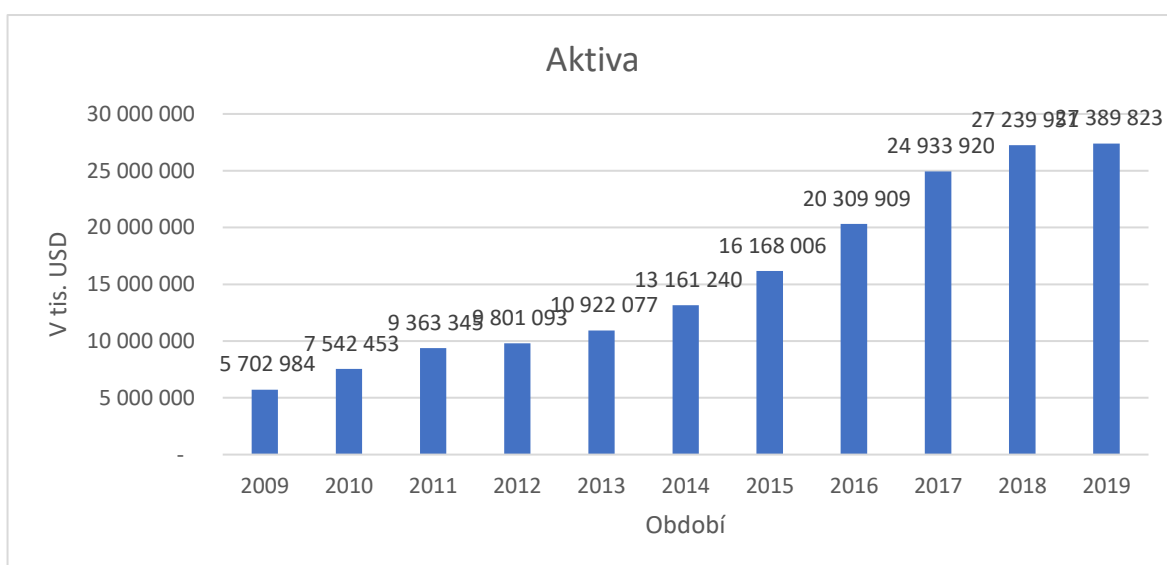
BEV: BYD e1, BYD e2, BYD e3, BYD e5, BYD e6, BYD Han, BYD Qin, BYD S2, BYD Song, BYD Song Max, BYD Tang, BYD Yuan, BYD K6, BYD 57, BYD K8, BYD K9, BYD K10, BYD K11, BYD C6, BYD C8, BYD C9, BYD C10, BYD T3, BYD Class 6, BYD T5, BYD T7, BYD T9

PHEV: BYD Han, BYD Qin, BYD Song, BYD Song Max, BYD Tang

### 7.3.2 Vybrané finanční ukazatele společnosti

Aktiva

Aktiva společnosti rostla po celé sledované období. Od roku 2009 se hodnota zvýšila téměř pětinašobně. V roce 2019 zaznamenáváme viditelný pokles meziročního nárůstu aktiv z důvodu zpomalení světové a čínské ekonomiky, která toho roku dosáhla nárůstu HDP pouze 6,1 %. Automobilový průmysl zaznamenal pokles z důvodu rostoucí tenze mezi ekonomikou Spojených států a Číny, dále změny v environmentálních standardech a poklesu dotací Čínské lidové republiky na elektrické automobily.

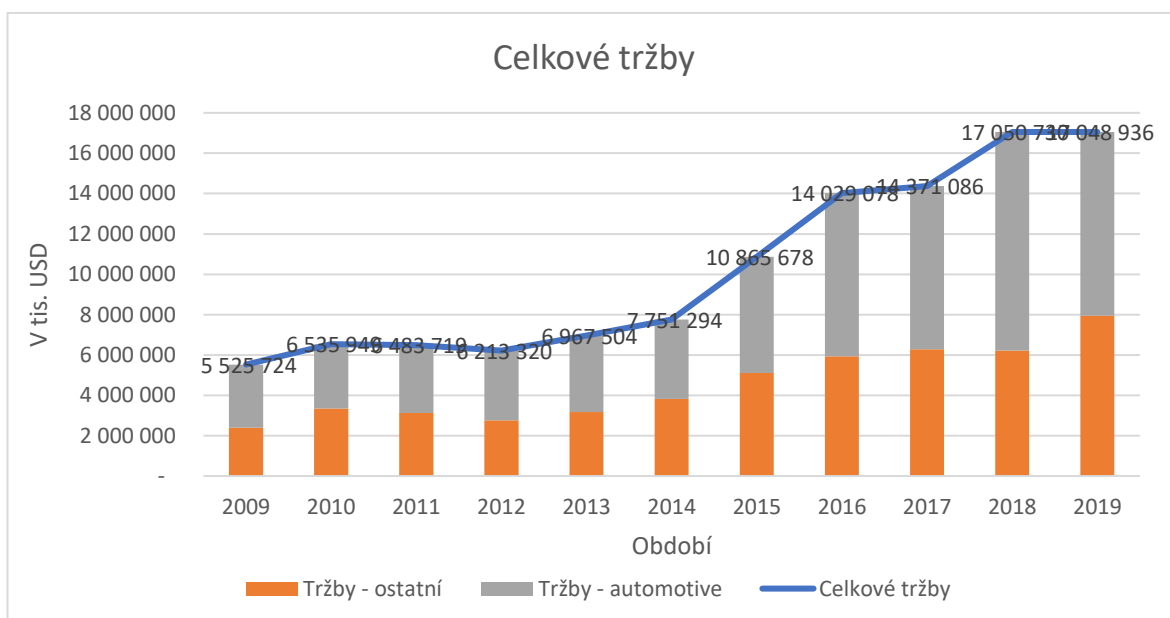


Graf 8: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [56])

## Tržby

Tržby za sledované období měly rostoucí trend; hodnota tržeb v roce 2019 reflektovala ekonomickou situaci na čínském a americkém trhu. Poklesy prodejů byly také zapříčiněny zavedením nových emisních norem pro vozidla v několika čínských regionech. Pokles celkového počtu prodaných vozidel na čínském trhu poklesl o 8 % a nevyhnul se ani automobilce BYD. Postih v automobilovém trhu se projevil nárůstem tržeb za výroby a služby mimo automobilový průmysl mezi lety 2018-2019 o 10 %. Podíl tržeb z automotive na celkových tržbách se od roku 2014 až do roku 2018 zvyšoval a bylo patrné větší zaměření pozornosti společnosti na automobilový průmysl.

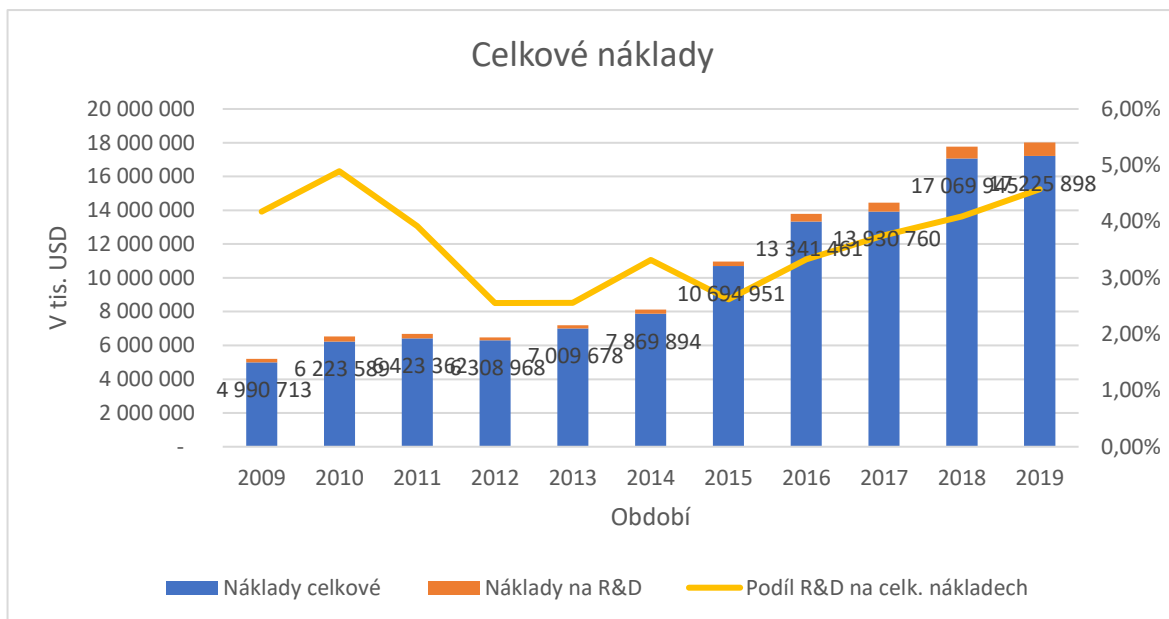
Největší meziroční nárůst zaznamenáváme mezi lety 2015 a 2016. V roce 2016 byl uveden 13. pětiletý plán čínské centrálně plánované ekonomiky, který společnost BYD ekonomicky podpořil jakožto společnost ve strategicky rozvíjejícím se odvětví. Na tržbách se odrazila také politika daňového zvýhodnění z nákupu a vysoká poptávka po vozidlech SUV. I v ostatních odvětvích, ve kterých společnost působí, byl zaznamenán příznivý vývoj.



Graf 9: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [56])

## Náklady

Přehled nákladů na působení společnosti BYD opět reflektuje vývoj čínské a světové ekonomiky, stejně jako politiky Číny. Od roku 2015 je patrný nárůst výdajů za výzkum a vývoj, který v letech 2012 až 2015 stagnoval na cca 3 %. Nyní je trend rostoucí a dosahuje téměř 5 % z celkových nákladů společnosti.



Graf 10: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [56])

### Hospodářské výsledky

Společnost za celé sledované období vykazovala zisk. Nejvyššího čistého zisku bylo dosaženo v roce 2016, kdy v odvětví působení společnosti panovaly příznivé podmínky a poptávka trhu byla vysoká. V roce 2019 zaznamenáváme útlum ekonomiky a aplikaci zpřísněných emisních nařízení pro automobil, které v důsledku způsobily téměř dvojnásobný pokles čistého zisku. [56]

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
EAT	571	409	223	30	109	104	439	767	688	498	297
EBT	631	440	242	41	116	122	531	920	787	614	340
EBIT	1 199	1 157	961	718	912	1 067	1 660	2 663	2 511	2 529	2 531
EBITDA	247	315	391	470	508	604	72	984	993	1 320	1 378

Tabulka 3: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [56])

## 7.4 NIO

Čínská společnost NIO je průkopníkem na čínském trhu s prémiovými elektrickými vozidly. Vyrábí čistě elektrická vozidla a díky k inovativním řešením a technickým vychytávkám je považována za jednu z nejperspektivnějších automobilek vyrábějících elektromobily.



Obchodní jméno:	NIO Inc.
Sídlo firmy:	Šanghaj, Čína
Právní forma:	akciová společnost
Za rok 2019	
Počet zaměstnanců:	9 800
Počet prodaných vozů:	20 500 kusů

Společnost NIO byla založena v roce 2014 a zabývá se výrobou a prodejem inteligentních konektivních elektrovozidel. Vozidla NIO jsou autonomní elektrická vozidla s integrovanými technologiemi nové generace a umělou inteligencí.

V roce 2016 dostala společnost od státu Kalifornie povolení k testování autonomních vozidel v ostrém provozu. O dva roky později mezi prvními dostala obdobnou licenci pro testování konektivity a autonomie svých vozidel v Číně. V roce 2018 otevřela v Šen-Čenu první stanici pro výměnu baterií za nabité pro vozidla modelu ES8. Aktuálně je vybudováno několik jednotek stanic. Společnost jako první uvedla využití nejmodernějšího systému pro autonomní řízení Mobileye's EyeQ4. Systém je implementován v modelu ES8, kde obsluhuje a vyhodnocuje vnější provoz i obsluhu vozu pomocí několika kamer, radarů a ultrazvukových senzorů.

Společnost NIO svým zákazníkům poskytuje i další podpůrné služby, jako je pojištění, servisní opravy a běžnou údržbu, poskytnutí náhradního vozu v případě dlouhých oprav a asistenční služby.

Společnost dodává vozidla výhradně na čínský trh, ale dle vývoje trhu uvažuje vstup na americký trh.

### 7.4.1 Portfolio elektromobilů

Společnost se zviditelnila hlavně na závodních okruzích se svým plně elektrickým sportovním supervozem EP9, kde dosáhl několika světových rekordů. Model EP9 se začal vyrábět v roce 2016 a byl prvním produktem společnosti NIO. V roce 2018

společnost zahájila produkci 7místného SUV modelu ES8 pro masový trh. Model ES8 urazí na jedno nabití až 580 km (84 kWh) za v přepočtu za cenu 67 800 USD. Následující rok započala produkce 5místného SUV modelu ES6. ES6 dosáhne stokilometrové rychlosti za 4,7 sekundy, disponuje dojezdem až 510 km a je dostupný za 52 000 USD. NIO má své zastoupení také v soutěži Formule E, kde soutěží vozy s elektrickým pohonem. Společnost plánuje každoroční vydání nového modelu.

BEV: EP9, ES8, ES6



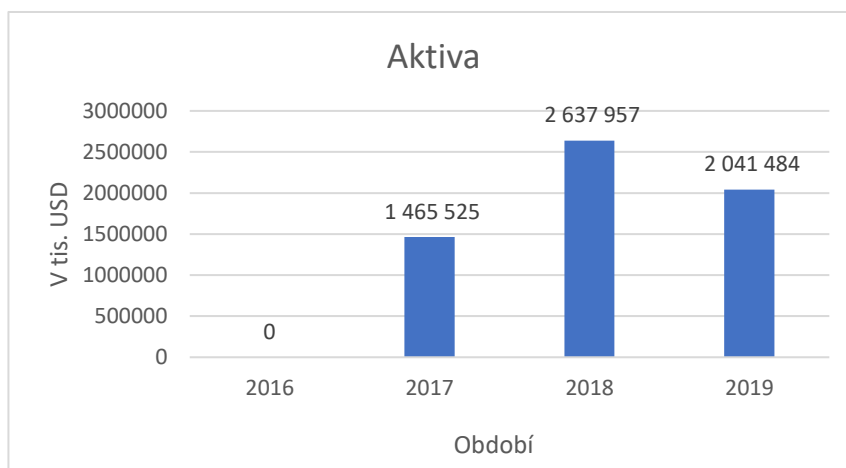
Obrázek 13: Portfolio společnosti; vozidla ES8 a ES6 [57]

## 7.4.2 Vybrané finanční ukazatele společnosti

Společnost NIO je relativně mladá, proto jsou dostupné finanční výkazy pouze za poslední čtyři roky. I tak je patrný výrazný růst společnosti.

Aktiva

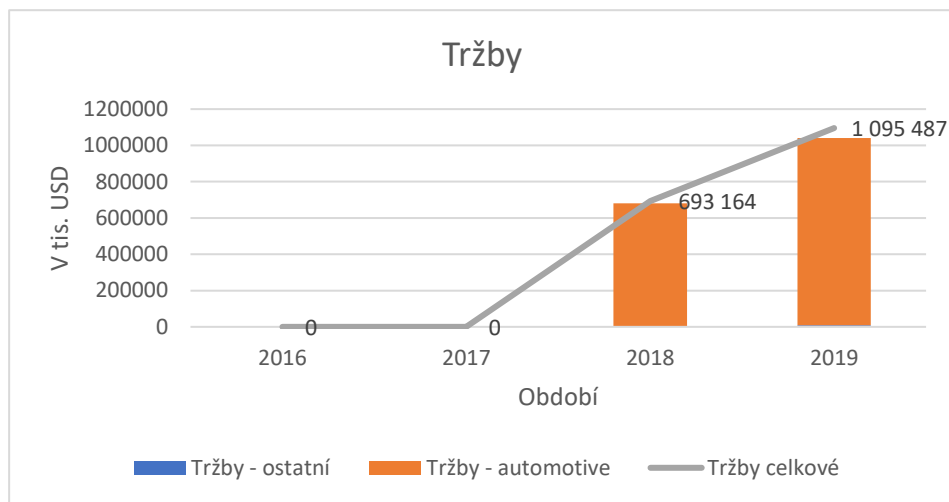
Aktiva po prvotním nárůstu v období 2017-2018 v následujícím roce klesla. Pokles o 23 % byl způsoben hlavně změnou ve struktuře oběžného majetku, a to primárně zůstatku na bankovním účtu a krátkodobým investicím.



Graf 11: Celková aktiva (vlastní zpracování, [57])

## Tržby

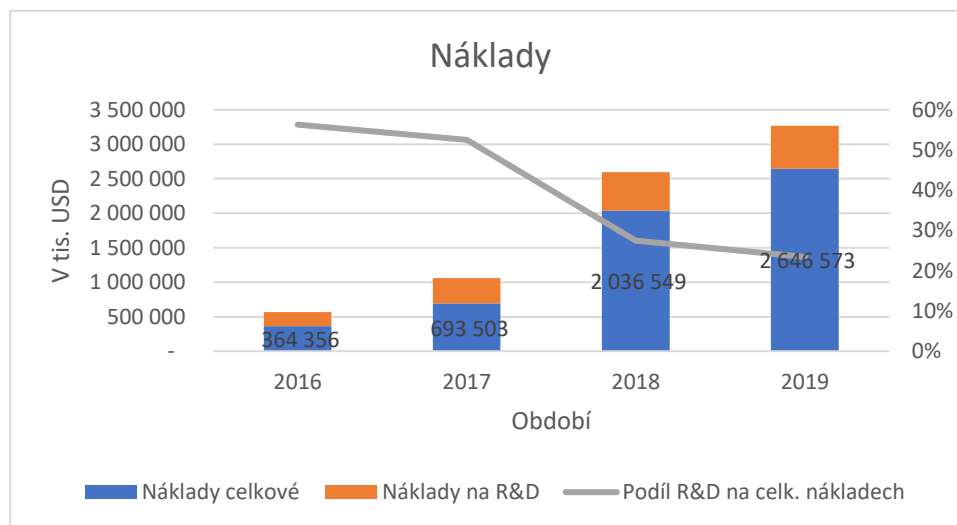
Společnost začala generovat tržby až po uvedení vozidla ES8 v roce 2018, kdy dosáhla tržeb ve výši 693 164 tis. USD. Tržby meziročně vzrostly o 58 %, také vlivem prodejů z nového modelu ES6 v roce 2019. Rapidně vzrostly také tržby za ostatní produkty, které firma poskytuje, hlavně dobíjecí stanice pro využití v domácnostech a doplňkový prodej v souvislosti s prodejem vozidel.



Graf 12: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [57])

## Náklady

Ve sledovaném období náklady rostly konstantním tempem. Výrazný je podíl nákladů na výzkum a vývoj, zejména v počátcích hospodaření firmy. Podíl na celkových nákladech činil necelých 60 % oproti 23 % v roce 2019. Náklady na výzkum a vývoj byly absolutně nejvyšší v roce 2019, kvůli modelu ES8 a připravovanému modelu EC6. Naopak úspor se ve stejném roce podařilo dosáhnout prostřednictvím omezení počtu zaměstnanců v oddělení výzkumu a vývoje a při výzkumu a vývoji modelu ES6, který už byl uveden na trh. Významnější vliv na celkové náklady měly marketingové a propagační náklady.



Graf 13: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [57])



## Hospodářské výsledky

Společnost za sledované období nedosáhla kladné hodnoty hospodářského výsledku. Ztráta společnosti se každým rokem prohlubuje; v porovnání roku 2016 a 2019 více než 4krát. V posledním roce sledovaného období firma dosáhla ztráty ve výši 1 581 mil. USD. [57]

<i>Rok</i>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<i>EAT</i>	-360	-703	-1 349	-1 581
<i>EBT</i>	-360	-702	-1 346	-1 580
<i>EBIT</i>	-364	-694	-1 343	-1 551
<i>EBITDA</i>	6	-24	-67	-1 551 <sup>1</sup>

Tabulka 4: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [57])

---

<sup>1</sup> Údaje za odpisy a amortizaci nebyly k účetnímu období 2019 zveřejněny.

## 7.5 Volkswagen

Koncern Volkswagen sdružuje několik automobilek, které vyrábí osobní automobily, dodávky, motorky, tahače a autobusy. Volkswagen působí celosvětově, největší tržby plynou z prodejů v Číně, Německu, USA a Velké Británii.



Obchodní jméno:	Volkswagen AG
Sídlo firmy:	Wolfsburg, Německo
Právní forma:	akciová společnost
Za rok 2019	
Počet zaměstnanců:	671 000
Počet prodaných vozů:	10 956 000 kusů
z toho elektrických:	100 000 kusů

Společnost působí v automobilovém průmyslu. Její činnost se dá rozdělit na čtyři segmenty: vývoj, výroba a prodej osobních vozidel, výroba a prodej užitkových vozidel, energetika a finanční služby Volkswagen Financial Services.

Po provalení podvodů s měřením emisí se koncern otevřeně silně přiklání k produkci elektromobilů. Koncern má ambiciózní záměr; do roku 2030 chce, aby z deseti vozů, které prodá, byly čtyři elektrické. Ze stávajícího necelého jednoho procenta podílu elektrovozidel na celkových prodejích se jedná o velký krok. Do roku 2028 plánuje na trh uvést 70 různých modelů elektrovozidel, například pod značkou Volkswagen má být uvedena celá série typů elektro vozů s názvem ID. Již bylo zveřejněno několik koncepčních modelů, návrhů a prototypů. S prvním elektromobilem skupiny Volkswagen Audi e-tron si koncern hodně sliboval a na jeho příkladu si bude brát ponaučení do budoucna pro další modely elektrovozidel.

Do stávajících vozidel se spalovacím motorem v následujících čtyřech letech koncern investuje 34 miliard USD tak, aby každý model měl své dvojče v elektrické verzi.

### 7.5.1 Portfolio elektromobilů

Do portfolia dceřiných společností koncern zařazuje elektromobily zhruba od roku 2014. Nejprve byla na trh uváděna vozidla hybridní (např. VW Golf), posléze byly zařazovány modely čistě elektrické (VW e-up!). Hybridní VW Golf deklaroval dojezd až 50 km a cena modelu začínala v přepočtu na 39 900 USD. Oproti hybridnímu VW Golf

dojede VW e-up! až o 100 km déle. Elektrické modely vycházely ze stávajících se spalovacími motory, nyní se bude koncern vyvíjet vozidla i bez existence spalovacího předchůdce.

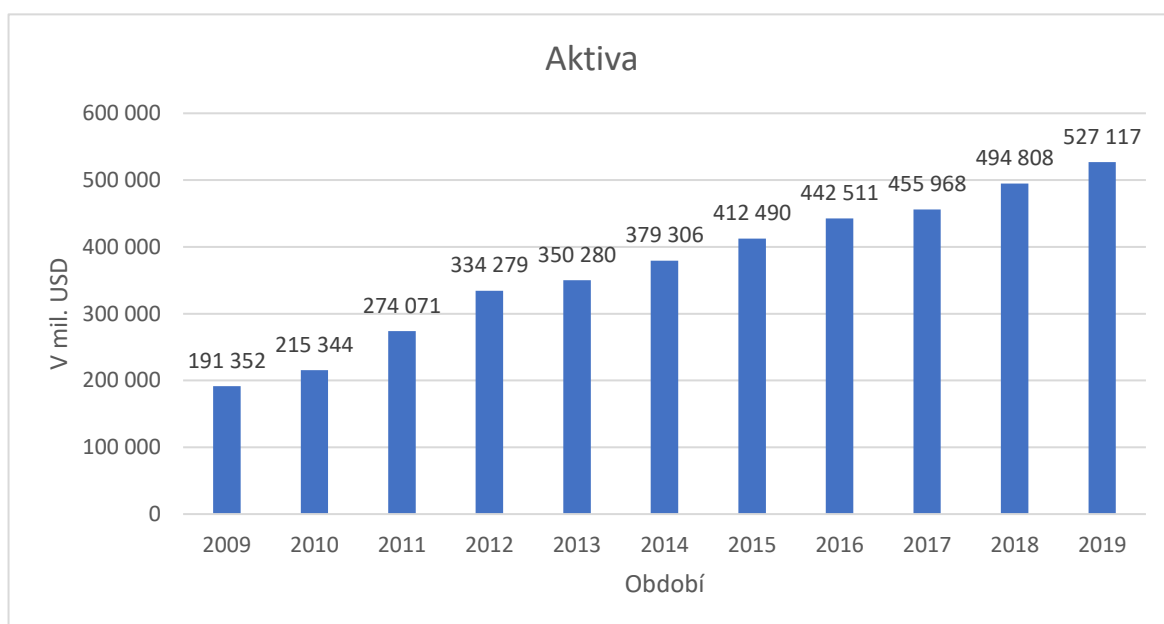
PHEV: VW Passat GTE, VW Golf, Škoda Superb iV, Seat Leon e-Hybrid, Audi TSFI e, Bentley Bentayaga Hybrid

BEV: VW e-Golf, VW e-up!, Škoda Citigo iV, Seat Mii, Audi e-tron, Porsche Taycan, MAN e-TGM, MAN Lion's City E, Scania Citywide BEV

## 7.5.2 Vybrané finanční ukazatele společnosti

### Aktiva

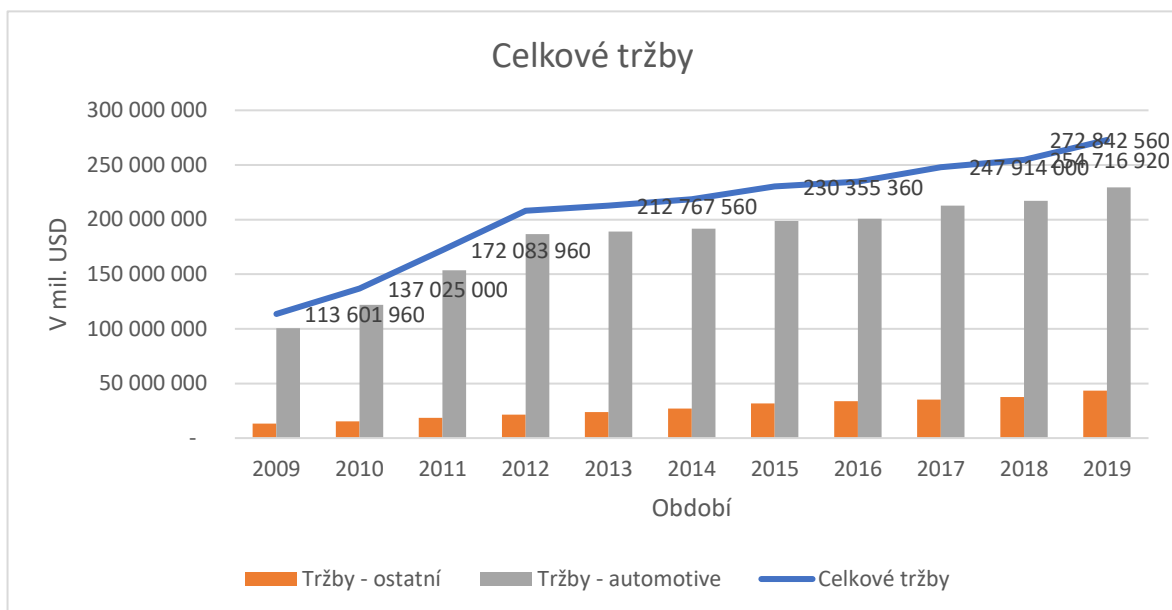
Aktiva společnosti za celé sledované období kontinuálně rostla. V porovnání s rokem 2009 se hodnota více než zdvojnásobila. Růst aktiv je způsoben pozvolným růstem divize automotive i divize finančních služeb. Z hodnot je zřejmé, že po vzezích rostla poptávka a zákazníci také využívali finančních služeb spojených s pořízením vozu.



Graf 14: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [58])

### Tržby

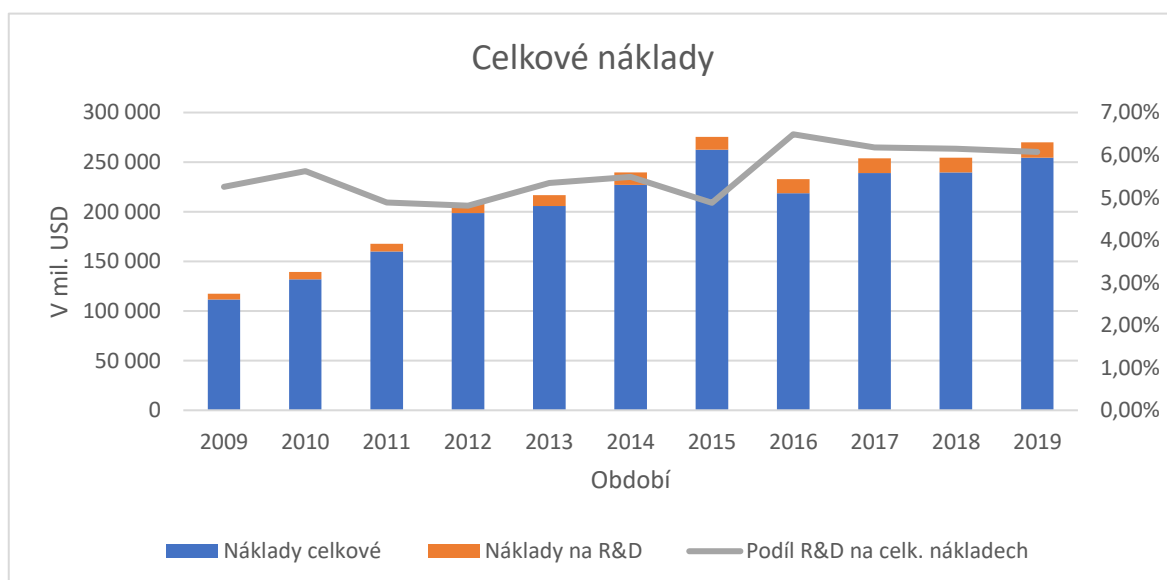
Tržby ve sledovaném období rovnoměrně rostly. Z hodnot vyplývá, že po aféře dieselgate v roce 2015 zaznamenán meziroční růst tržeb v automotive. Výše tržeb ale neopakovala trend z minulých období, meziroční nárůst činil 2 246 mil. USD, nejméně ve sledovaném období. V následujících letech se na tržbách opět odráží rostoucí důvěra zákazníků ve značku Volkswagen. Tržby za ostatní služby ve sledovaném období rostly a je patrný rostoucí trend vozidlo financovat prostřednictvím leasingové společnosti. Největší meziroční nárůst tržeb zaznamenáváme v letech 2018-2019, a to o 16 %. Za sledované období tržby vzrostly o 160 milionů USD oproti roku 2009.



Graf 15: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [58])

### Náklady

Náklady po celou dobu sledovaného období rostly s růstem společnosti. Opět zaznamenáváme výkyv v období 2015-2016, kdy náklady skokově vzrostly v důsledku dieselgate a s ním spojených pokut a výloh za odškodnění. V roce 2016 se o 1,62 % zvýšily náklady vynaložené na výzkum a vývoj, jako logický důsledek nápravy reputace společnosti a rozhodování o jejím dalším směřování. Za celé sledované období se náklady za výzkum a vývoj držely v mezích 5-7 % z celkových nákladů. V souvislosti s plánovaným cílem být silným hráčem na trhu elektromobility ale nárůst investic do této oblasti patrný zatím není.



Graf 16: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [58])

## Hospodářské výsledky

Koncern zaznamenal ztrátu pouze v roce 2015 v důsledku dieselgate. Od roku 2016 došlo opět k rychlému nárůstu zisku až na hodnotu 15 151 mil. USD v roce 2019. [58]

<i>Rok</i>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<i>EAT</i>	984	7 804	17 063	23 631	9 877	11 953	-1 470	5 809	12 380	13 125	15 151
<i>EBT</i>	1 362	9 714	20 440	27 526	13 422	15 978	-1 405	7 875	14 767	16 894	19 824
<i>EBIT</i>	2 003	7 712	12 173	12 418	12 605	13 713	-4 395	7 671	14 923	15 034	18 317
<i>EBITDA</i>	13 760	15 055	19 240	21 487	22 242	24 948	7 789	20 519	28 182	28 844	32 082

Tabulka 5: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [58])

## 7.6 Toyota

Automobilka s celosvětově druhou největší produkcí nezaostává ve výzkumu, vývoji a výrobě elektrických vozidel. V současné době sice nenabízí žádný čistě elektrický model, ale do budoucna má v elektromobilitě další ambiciózní plány.



Obchodní jméno:	Toyota Motor Corporation
Sídlo firmy:	Toyota, Japonsko
Právní forma:	akciová společnost
Za rok 2019	
Počet zaměstnanců:	371 000
Počet prodaných vozů:	8 985 000 kusů
z toho elektrických:	1 600 000 kusů

Společnost Toyota se mimo automobilový průmysl zabývá také finančními službami a dalšími druhy podnikání. V automobilovém sektoru navrhuje, vyrábí a prodává osobní automobily, nákladní vozidla a strojírenské komponenty. Náplní finančního sektoru je obchod s finančními prostředky a poskytování služeb financování vozidel. Do posledního sektoru působení společnosti spadají návrhy, stavby a prodeje domů a činnosti v informační komunikaci. Společnost se také zabývá kontrolou výrobních a prodejních činností dceřiných společností, stejně tak public relations a výzkumem v severoamerických a evropských pobočkách.

Toyota je světovým lídrem v prodeji hybridních vozidel a vozidel na vodíkový pohon. Od doby uvedení na trh modelu Toyota Prius prodali součtem 14 milionů elektrovozidel. Model Prius je nejprodávanějším hybridním automobilem na světě. Pod Toyotu spadá také výrobní divize značka Lexus, která se specializuje na luxusní automobily s hybridním pohonem.

V rámci výzvy Toyota Environmental Challenge z roku 2015 chce společnost do roku 2050 snížit emise o 90 % u všech nových vozů ve srovnání s emisemi v roce 2010. V roce 2017 společnost v rámci výzvy upřesnila, že do roku 2030 jsou cílem na prodeje elektrických vozidel o objemu alespoň 5,5 milionu kusů (4,5 mil. kusů HEV a PHEV a 1 mil. kusů BEV a FCEV). Od uvedení na trh hybridního modelu Prius společnost prodala přes 14 milionů elektrických vozidel po celém světě.

Toyota se chce významně podílet na snížení dopadu dopravy na životní prostředí, proto od roku 2015 poskytuje bezplatné využití patentů technologie FCEV i pro ostatní výrobce. K ostatnímu duševnímu vlastnictví společnost nabízí přístup za přiměřené

licenční poplatky po obdržení žádosti od třetí strany. V roce 2017 si společnost stanovila za cíl v plném rozsahu vstoupit na trh s plně elektrickými vozidly (BEV), v roce 2020 počínaje Čínou a následně po roce 2020 celosvětově uvést minimálně 10 BEV modelů. Největší tržby firma generuje v Japonsku a Severní Americe, v menší míře v pevninské Asii a Evropě.

### **7.6.1 Portfolio elektromobilů**

V roce 1997 byl uveden na trh hybridní model Toyota Prius, který ve své době neměl konkurenci. V devadesátých letech šlo o průlomový model na automobilovém trhu, který svým tržním úspěchem do jisté míry inspiroval ostatní automobilky k zaměření sil na elektrická vozidla. Zprvu byl model nabízen pouze na japonském trhu, ale po komerčním úspěchu společnost po roce 2000 začala vozidlo prodávat po celém světě. Ačkoli se jednalo pouze o hybrid, je považován za první moderní elektrický automobil. Po úspěchu Priusu Toyota začala vyrábět další vozidla s hybridním pohonem, například Camry a následně modely značky Lexus. Nejnovější generace Toyoty Prius deklaruje dojezd přes 1 000 km na jedno dobítí a nádrž, je dostupný za cenu 24 200 USD. Přelomový byl i rok 2014, kdy byl uveden model na vodíkový pohon Toyota Mirai. Podobně jako model Prius je i Mirai průkopníkem ve své třídě a v současné době nemá konkurenci. I když je celosvětově vozidel na vodíkový pohon málo, ostatní výrobci automobilů na vodíkový pohon nedosáhli takového povědomí a záběru na mnoha světových trzích. Model Mirai druhé generace z roku 2019 má deklarovaný dojezd až 500 kilometrů na jednu nádrž a je dostupný za cenu 58 500 USD.

PHEV: Toyota Prius Prime

HEV

- celosvětově: Toyota Corolla, Toyota Prius, Toyota RAV4 Hybrid, Toyota Camry Hybrid, Toyota Avalon Hybrid, Toyota Highlander Hybrid, Toyota Yaris Hybrid, Toyota Auris Hybrid, Toyota LEVIN Hybrid, Toyota Alphard Hybrid, Toyota Estima Hybrid, Toyota Sienta Hybrid, Toyota C-HR Hybrid, Lexus LS600h/LS600hL, Lexus GS300h/GS450h, Lexus ES300h, Lexus HS250h, Lexus IS300h, Lexus RC300h, Lexus CT200h, Lexus RX400h/RX450h, Lexus NX300h
- pouze Japonsko: Toyota Crown Hybrid, Toyota Crown Mild Hybrid, Toyota SAI, Toyota Corolla Axio Hybrid, Toyota Corolla Filder Hybrid, Toyota Vellfire Hybrid, Toyota Esquire Hybrid, Toyota Voxy Hybrid, Toyota Noah Hybrid, Toyota Harrier Hybrid, Toyota Dyna Hybrid, Toyota Toyoace Hybrid, Toyota Quick Delivery 200, Toyota Coaster Hybrid

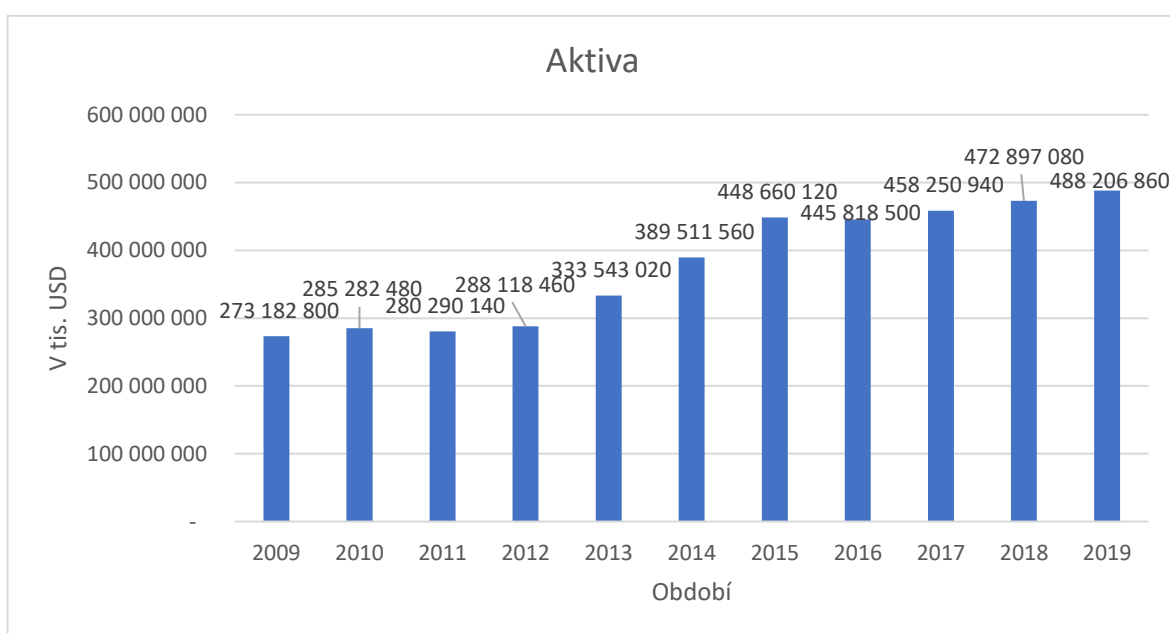
FCEV: Toyota Mirai

## 7.6.2 Vybrané finanční ukazatele společnosti

### Aktiva

Aktiva společnosti po světové ekonomické krizi v letech 2008–2009 měla zhruba stejnou hodnotu. V roce 2011 zaznamenala japonská ekonomika citelnou škodu vlivem zemětřesení, způsobující tsunami v prefektuře Fukušima. Tyto události se odrazily na stagnaci aktiv v období 2011-2012.

Aktiva společnosti rostla po celou dobu sledovaného období. Nejvyšší meziroční nárůst zaznamenáváme mezi lety 2013 a 2014, kdy hodnota aktiv vzrostla o necelých 17 %. Hlavní příčinou byl nárůst hodnoty obchodovatelných cenných papírů a dalších investičních cenných papírů. Po roce 2015 je patrné vyrovnání růstové tendence a aktiva meziročně rostou mírným tempem.

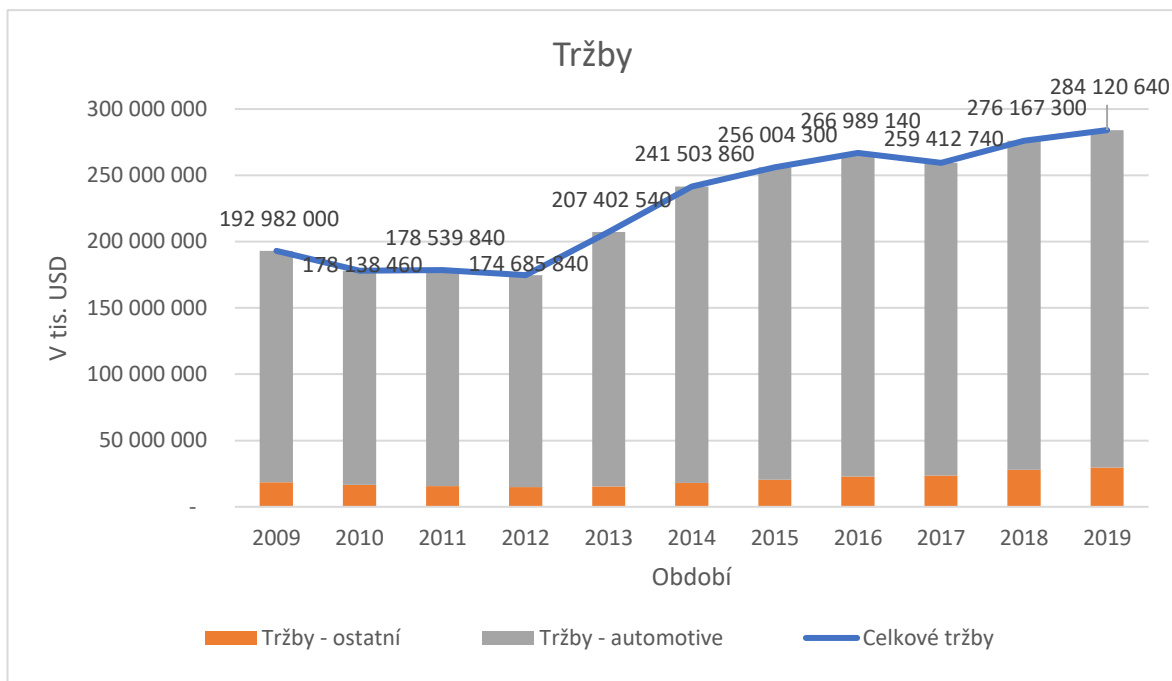


Graf 17: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [59])

### Tržby

Tržby měly po většinu sledovaného období rostoucí trend. Výrazný je opět meziroční nárůst v letech 2013–2015, který byl způsobený hlavně nárůstem tržeb z prodeje vozidel. Jak je z grafu patrné, vozidla tvoří drtivou většinu příjmů společnosti; domy a finanční služby mají menšinový podíl. V letech 2013-2015 celkové tržby meziročně rostly o 16 %, z čehož finanční služby vzrostly dokonce o více než 21 %. Meziroční nárůst tržeb byl patrný hlavně v Severní Americe a Evropě, kde vzrostl o 30 %. Nárůst byl způsoben hlavně příznivou situací na trhu a konjunkturou. V roce 2017 zaznamenáváme pokles tržeb o 2,8 % v porovnání s rokem 2016. Pokles byl způsobený hlavně vlivem měnných kurzů a růstem nákladů. V posledním roce sledovaného období je patrný opětovný nárůst oproti předchozímu roku na hodnotu 284 mld. USD.

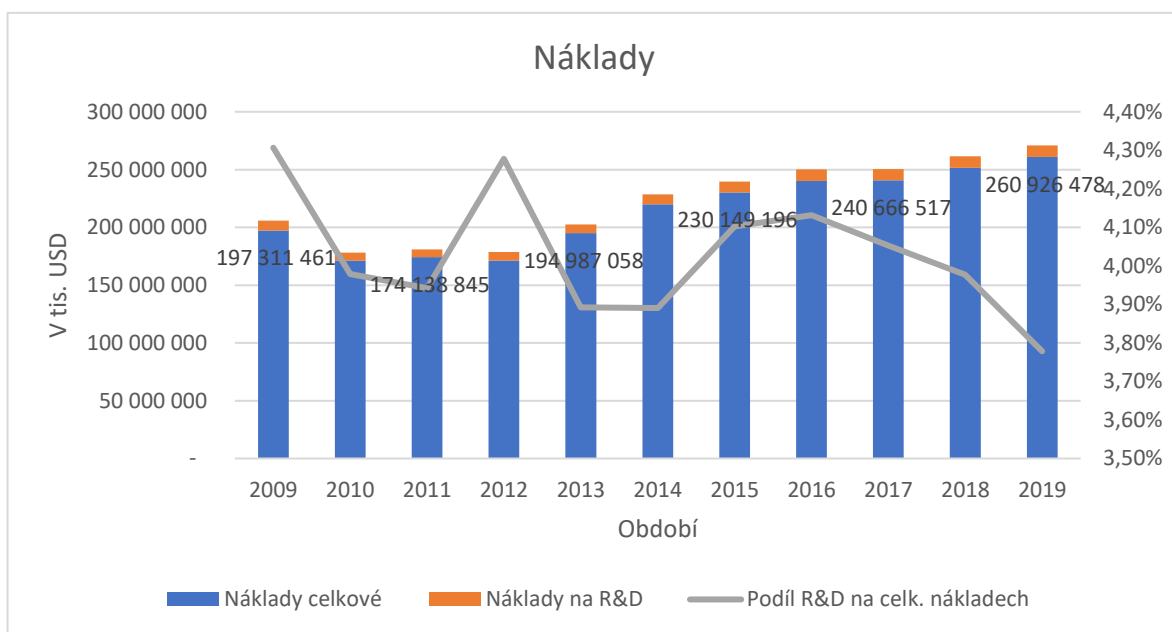




Graf 18: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [59])

### Náklady

Náklady společnosti měly do roku 2012 klesající tendenci z důvodu postižení japonské ekonomiky zemětřesením ve východní části země; po tomto období začaly opět růst zhruba o 5 % ročně. Procentní podíl nákladů na výzkum a vývoj byly po celé sledované období konstantní; pohybovaly se v průměru kolem 4 %. Od roku 2016 je patrný pokles podílu na rostoucích nákladech, nicméně v absolutních číslech bylo na výzkum a vývoj vydáno nejvíce v roce 2018, a to přes 10 mld. USD. Na hodnotu nákladů v roce 2019 měly slabší negativní vliv slabé zahraniční měny a nárůst cen surovin.



Graf 19: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [59])

## Hospodářské výsledky

Mimo rok 2009, kdy ve světě doznívala hospodářská krize, dosahovala společnost zisku. Nejvyššího čistého zisku bylo dosaženo v roce 2018, v následujícím roce se hodnoty z předešlého roku vlivem zpomalení růstu ekonomiky nepodařilo dosáhnout. Slabší roky 2010-2012 byly způsobeny zpomalením japonské ekonomiky v důsledku zemetřesení. V roce 2019 byl naopak silnější v zisku před zdaněním a úroky z důvodu marketingových aktivit a aplikací kroků ke snížení nákladů. Negativní vliv měl růst cen surovin a slabé zahraniční měny odrážející se na vývozu. [59]

<i>Rok</i>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<i>EAT</i>	-										
	4 098	1 968	3 836	2 665	9 044	17 137	20 429	21 738	17 212	23 443	17 698
<i>EBT</i>	-										
	5 264	2 739	5 294	4 068	13 194	22 945	27 192	28 043	20 622	24 632	21 483
<i>EBIT</i>	-										
	4 333	1 387	4 401	3 343	12 416	21 546	25 855	26 827	18 746	22 558	23 195
<i>EBITDA</i>	-										
	26 681	22 734	49 006	38 310	123 543	209 823	250 612	260 491	184 612	221 112	227 285

Tabulka 6: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [59])

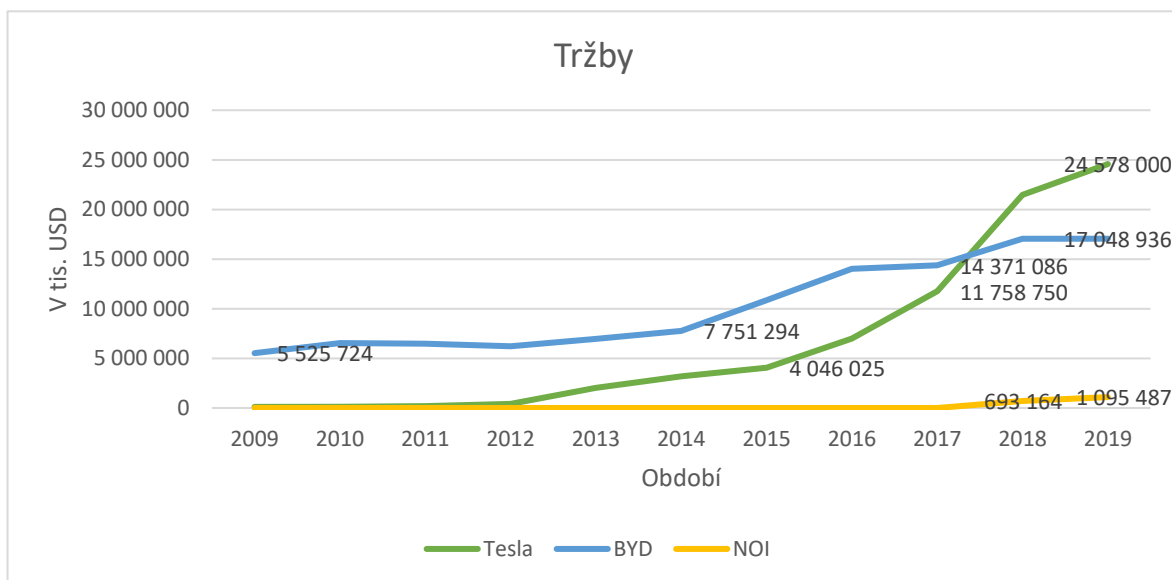
## 8 Porovnání společností

Vybraný vzorek automobilek je možné rozdělit na dvě skupiny; společnosti, které vyrábějí pouze elektromobily a negenerují tržby z prodejů vozidel se spalovacími pohony a společnosti, které na trhu působí delší dobu, tržby pocházejí primárně z prodejů vozidel se spalovacím pohonem a mají do budoucna perspektivu vložit značnou část prostředků do výzkumných, vývojových, výrobních a prodejních procesů do elektromobility.

Do první skupiny bude zahrnuta automobilka Tesla, BYD a NIO, do druhé skupiny Volkswagen a Toyota jakožto obrovské společnosti s celosvětovým působením.

### Tržby

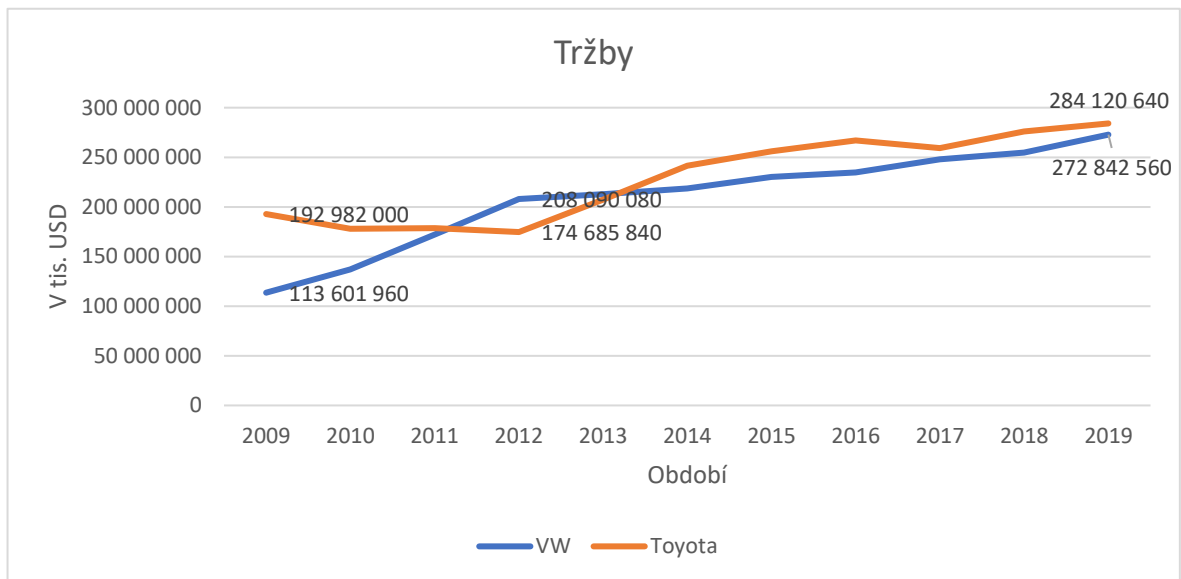
Z grafu je patrné, že společnostem Tesla a BYD se od roku 2014 dařilo tržby zvyšovat. Křivka tržeb společnosti BYD byla po celé sledované období pozvolně rostoucí, hlavně z důvodu silného zaměření na čínský trh a nižších zahraničních obchodů. V konečném důsledku křivka do jisté míry kopíruje ekonomický vývoj Číny. Křivka tržeb Tesly je oproti tomu strmější a po roce 2017 zaznamenáváme předstih BYD. V roce 2013 Tesla vstoupila na čínský trh, kde každým rokem rostly tržby z prodeje na tamějším trhu, později se na tržbách odrazilo uvedení modelu 3 a byla provedena akvizice společnosti SolarCity. Společnost NIO je relativně mladá a zatím na čínském trhu působí v roli tržního výklenkáře. Tržby generuje až od roku 2018, nicméně v porovnání s rokem 2019 tržby vzrostly téměř dvojnásobně. To dokazuje velkou poptávku na trhu a rozvinutou dobíjecí infrastrukturu.



Graf 20: Porovnání tržeb společností (vlastní zpracování)

Toyota a Volkswagen měly obdobný vývoj tržeb. Největší rozdíl je patrný v roce 2009, který činil téměř 80 mld. USD. Na automobilku Volkswagen citelněji dopadla světová hospodářská krize. Společnost Volkswagen dosáhla vyšších tržeb pouze v letech 2012 a 2013, kdy v Japonsku doznívala hospodářská stagnace po zemětřesení a tsunami.

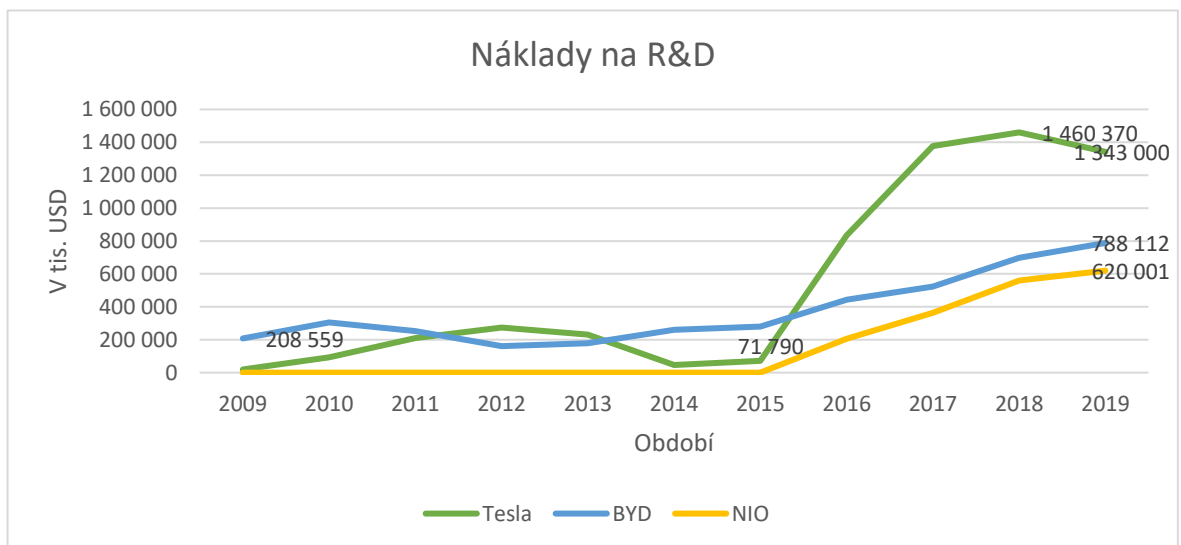
V roce 2014 až do konce sledovaného období utržila Toyota každoročně více než Volkswagen. V posledním roce sledovaného období byl rozdíl v tržbách nejmenší; činil 12 mld. USD. Tržby obou společností v posledních letech stabilně narůstají.



Graf 21: Porovnání tržeb společností (vlastní zpracování)

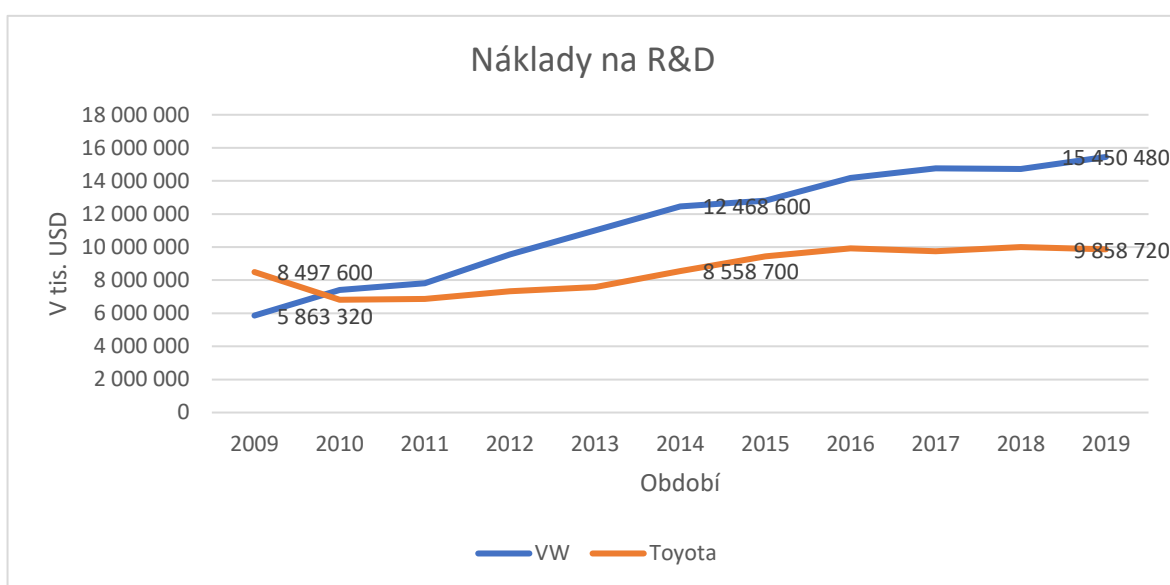
#### Náklady na výzkum a vývoj

Do roku 2015 investovaly společnosti Tesla a BYD každoročně zhruba 230 mil. USD. V roce 2015 výdaje Tesly na výzkum a vývoj skokově narostly téměř 12násobně. Následující rok Tesla investovala o dalších 544 mil. USD více. Společnost BYD po roce 2015 investovala každoročně zhruba o 15 % více než předchozí rok. Společnost NIO začala vykazovat náklady až v roce 2015, ale sumou investovaných prostředků se blížila mnohonásobně větší a zavedenější společnosti BYD. NIO investuje cca o 21 % méně než BYD. Tato čísla dokazují velmi vysoké ambice společnosti NIO stát se silným inovátorem v oblasti elektromobility.



Graf 22: Porovnání nákladů na R&D společností (vlastní zpracování)

Náklady na výzkum a vývoj společností Volkswagen a Toyota byly od roku 2010 rostoucí. U vývoje nákladů společnosti Volkswagen jsou patrné vyšší investice spojené s cílem získání silné pozice na trhu s elektromobily. V současné době společnost uvádí na trh první modely elektrických vozidel, které většinou vycházejí z předchůdců ve verzích se spalovacími motory. Za sledované období se náklady na výzkum a vývoj téměř ztrojnásobily. Náklady společnosti Toyota rostou mírnějším tempem. Cílem Toyoty je také silné působení v elektromobilitě, ale je nutné vzít v potaz silnou orientaci společnosti na toto odvětví již od 90. let. Od té doby vyrábí hybridní a později jinak elektrifikovaná vozidla, která v současné době tvoří velkou část jejího portfolia. Za sledované období se investice do výzkumu a vývoje téměř zdvojnásobily a v porovnání se společností Volkswagen jsou každým rokem nižší. V roce 2019 byla hodnota nákladů o 36 % nižší než u společnosti Volkswagen.



Graf 23: Porovnání nákladů na R&D společností (vlastní zpracování)

### Hospodářské výsledky

Přestože zisk společnosti BYD od roku 2016 klesá, je jediná, která za sledované období dosahovala zisku. Tesla zaznamenala v roce 2017 největší ztrátu ve výši 2 241 mil. USD. Společnost NIO svou ztrátu každoročně prohlubuje až na 1 581 mil. USD v roce 2019.

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Tesla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	56	154	254	396	74	295	889	773	2 241	1 063	775
BYD	571	409	223	30	109	104	439	767	688	498	297
NIO	-	-	-	-	-	-	-	360	703	1 349	1 581

Tabulka 7: Porovnání hospodářských výsledků společností (vlastní zpracování)

Společnosti Volkswagen a Toyota dosahovali ve sledovaném období velmi nerovných výsledků. Volkswagen zaznamenal ztrátu ve výši 1 470 mil. USD v důsledku dieselgate, následující rok opět dosahoval zisku a v roce 2017 navázal na výsledky před rokem 2015. Nejvyššího zisku dosáhla společnost v roce 2012, kdy naopak Toyota

zaznamenala nízké hodnoty zisku v důsledku dozvuků následků přírodní katastrofy na japonské ekonomice. V roce 2019 zaznamenáváme pokles čistého zisku u Toyoty, který meziročně klesl o 20 %. Čisté zisky obou společností v posledním roce sledovaného období jsou v obdobné výši s rozdílem 2 547 mil. USD.

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
VW	984	7 804	17 063	23 631	9 877	11 953	1 470	5 809	12 380	13 125	15 151
Toyota	-	1 968	3 836	2 665	9 044	17 137	20 429	21 738	17 212	23 443	17 698

Tabulka 8: Porovnání hospodářských výsledků společností (vlastní zpracování)

# 9 Prognóza vývoje

## 9.1 Kontext elektromobility

Prognóza je provedena na základě historických dat z různých zdrojů. Výchozí hodnoty pro prognózu jsou uvedeny v kapitole 6. Prognóza je provedena do roku 2026, to pro sedm budoucích let.

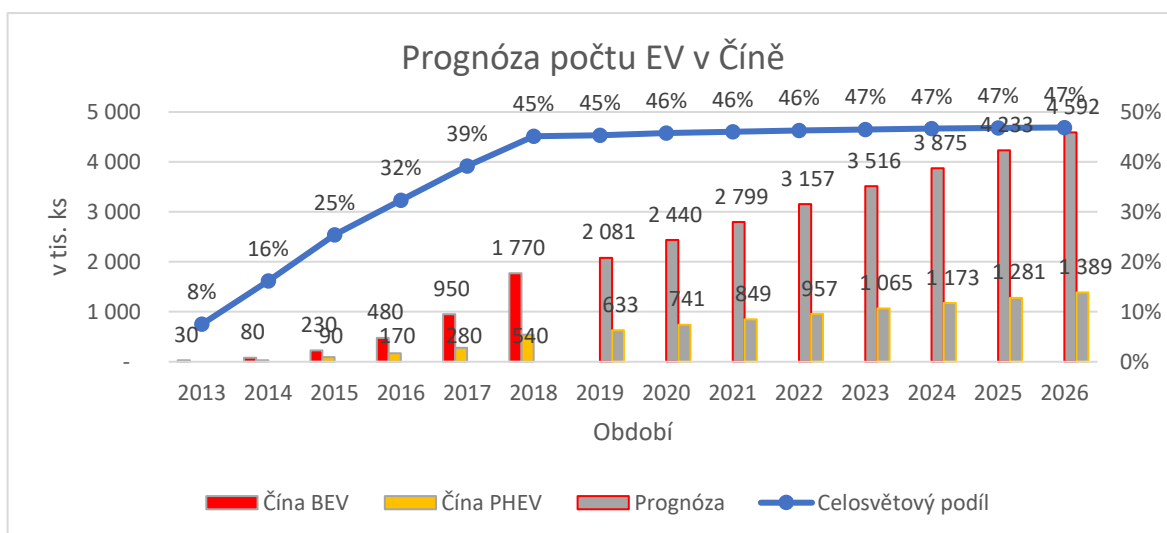
Prognóza je provedena na základě časové řady a využitím AAA algoritmu metody exponenciálního vyhlazování (ETS). Postup exponenciálního vyhlazování spočívá v přiřazování exponenciálně vyšších vah novějším datům z časové řady, které pak mají vyšší váhu na predikované hodnoty. Pro přehlednost do grafů nejsou zaneseny intervaly spolehlivosti.

### 9.1.1 Elektromobily

Předmětem prognózy této kapitoly jsou počty elektromobilů ve světě.

Čína

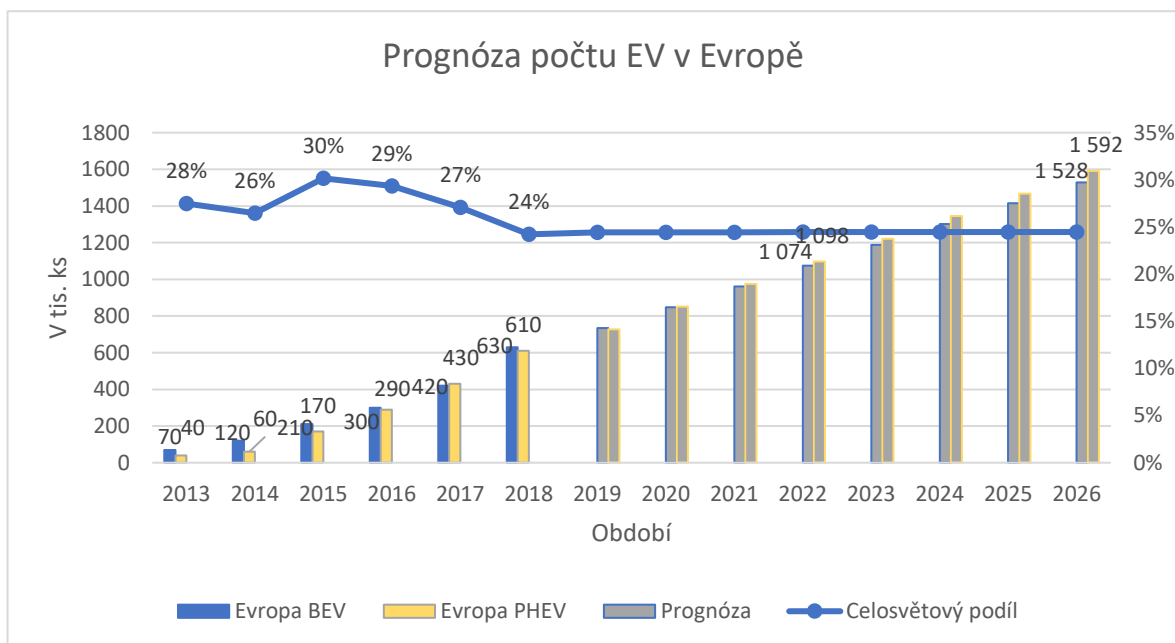
Dle prognózy bude počet elektromobilů v Číně dále narůstat průměrným tempem 15 % u čistě elektrických vozidel (BEV) a 11 % u vozidel typu plug-in hybrid (PHEV). V roce 2026 je predikován provoz 4 592 kusů BEV vozidel a oproti tomu zhruba třetinová hodnota vozidel PHEV. Predikovaný je silný vliv vozidel typu BEV. Křivka celosvětového podílu zahrnuje součet obou typů vozidel a srovnává ho s celkovým počtem elektrovozidel na světě. Je patrné, že podíl Číny bude v celosvětovém měřítku dosahovat více než 47 % a mírným tempem dále narůstat. Oproti roku 2018 stoupne celkový počet elektrovozidel v Číně 2,6krát.



Graf 24: Prognóza počtu EV v Číně (vlastní zpracování, zdroj [49])

## Evropa

V Evropě byl na komunikacích do roku 2018 podíl obou typů vozidel každým rokem proměnlivý. Pro predikované období je střídání preferencí typů patrné do roku 2021, od kterého převažují plug-in hybridní vozidla. Trend nárůstu počtu elektrovozidel je u obou typů meziročně přibližně 10 %. Očekává se velmi mírná rostoucí tendence podílu na celosvětovém počtu elektrovozidel, pohybující se lehce nad 24 %. Podíl Evropy na celkovém množství elektrovozidel bude hned po Číně nejvyšší a za celé sledované období je poměrně stabilní. Oproti roku 2018 bude počet vozidel BEV o 989 tis. kusů vyšší, u vozidel PHEV činí rozdíl 982 tis. kusů.

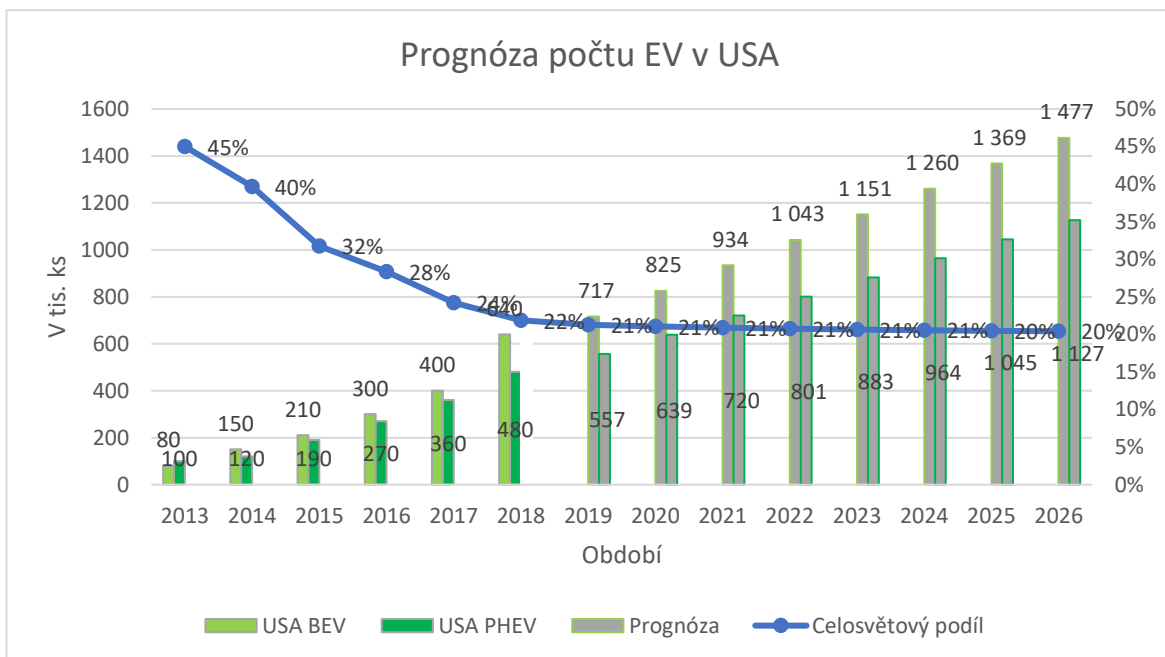


Graf 25: Prognóza počtu EV v Evropě (vlastní zpracování, zdroj [49])

## USA

Spojené státy přes počáteční 45% podíl na celosvětovém počtu elektromobilů podíl postupně klesal až na 22 % v roce 2018. Na predikované období se předpokládá další pokles podílu až na 20 % v posledním roce predikovaného období. Na rok 2026 je predikovaných 1 477 tis. kusů vozidel typu BEV, což představuje nárůst o 131 % v porovnání s rokem 2018. Vozidla typu PHEV budou zastoupena méně, počet v roce 2026 dosáhne 1 127 tis. kusů, tedy o 647 tis. kusů více. Počet plug-in hybridů ale roste vyšším tempem, rozdíl mezi lety 2018-2026 tvoří 135 %. Meziroční nárůst je průměrně 9 % u obou typů vozidel.

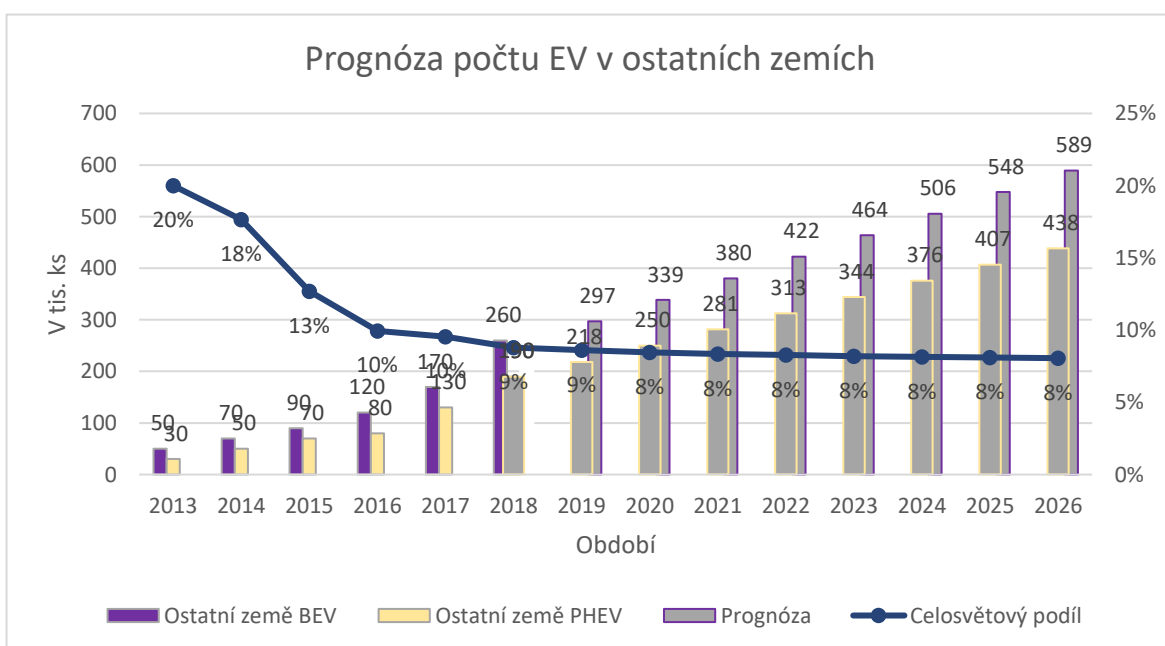




Graf 26: Prognóza počtu EV v USA (vlastní zpracování, zdroj [49])

#### Ostatní země

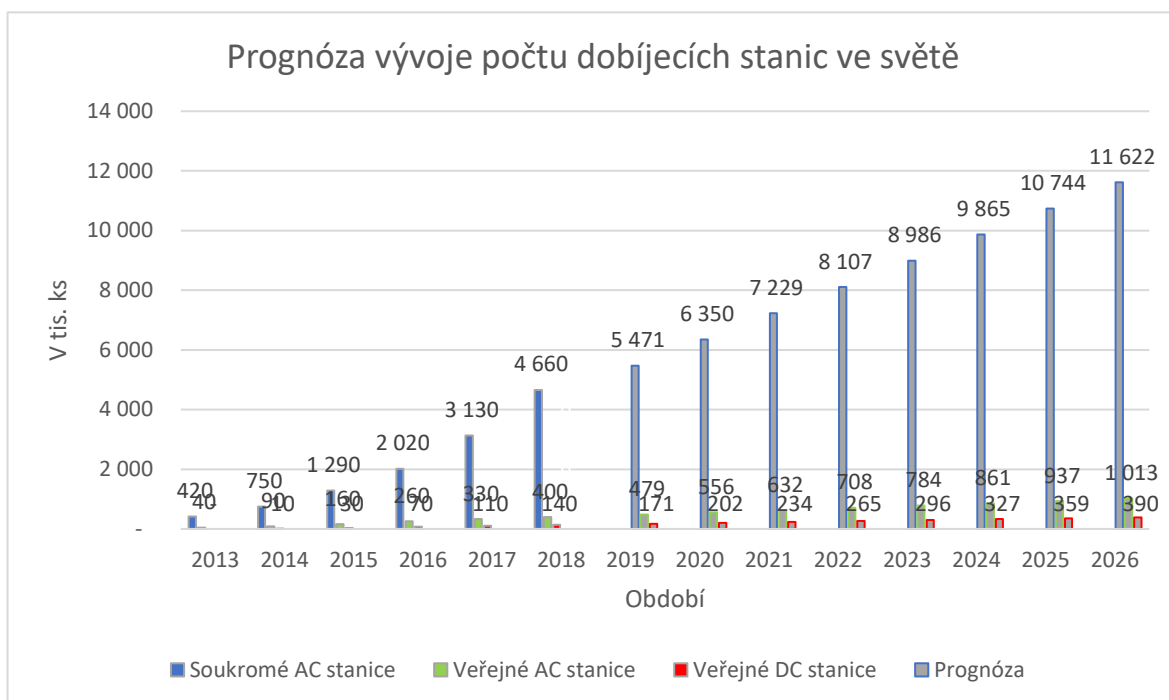
Mimo USA, Evropu a Čínu se očekává nárůst počtu elektromobilů i v ostatních zemích světa. V procentuálním zastoupení bude počet v celosvětovém měřítku klesat na 8 %. Na predikované období se předpokládá opět silnější zastoupení vozidel BEV. V porovnání s rokem 2018 bude nárůst o 127 % a 320 tis. kusů v absolutní hodnotě. Meziroční nárůst je průměrně 12 %. Zastoupení plug-in hybridů je o čtvrtinu nižší. V porovnání s rokem 2018 nárůst tvoří 131 % a 248 tis. kusů absolutně. Meziroční nárůst průměrně tvoří necelých 8 %.



Graf 27: Prognóza počtu EV v ostatních zemích (vlastní zpracování, zdroj [49])

## 9.1.2 Dobíjecí stanice

Počet dobíjecích stanic za predikované období přibývat. Oproti roku 2018 bude v roce 2026 počet soukromých dobíjecích stanic více než dvojnásobný. Meziroční nárůst bude průměrně 11 %. Veřejných pomalých (AC) dobíjecích stanic bude také více než dvojnásobek. Meziroční nárůst se bude v průměru pohybovat taktéž kolem 11 %. Nejrychlejší tempo růstu se bude očekávat u rychlých (DC) dobíjecích stanic, které od roku 2018 vzrostou téměř trojnásobně, rozdíl činí 250 tisíc dobíjecích stanic. Průměrný meziroční nárůst bude kolem 12 %.



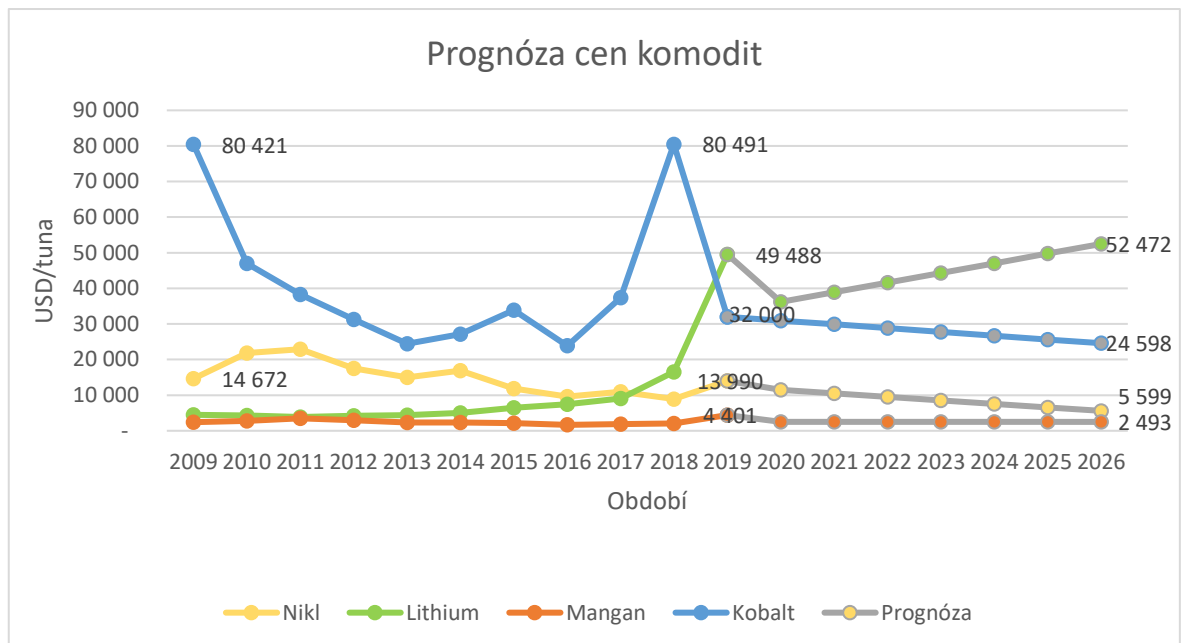
Graf 28: Prognóza vývoje počtu dobíjecích stanic ve světě (vlastní zpracování, zdroj [49])

## 9.1.3 Komodity

Ceny komodit, které jsou používány při výrobě baterií elektromobilů poskytuje základní přehled o vývoji cen v minulosti, na základě kterého je možné do určité míry predikovat vývoj do budoucna. Vzhledem ke skutečnosti, že vývoj jakékoliv na burze obchodované komodity je velmi nestálý a ovlivněný mimo jiné obchody spekulantů, je vypovídací schopnost této prognózy do jisté míry omezená.

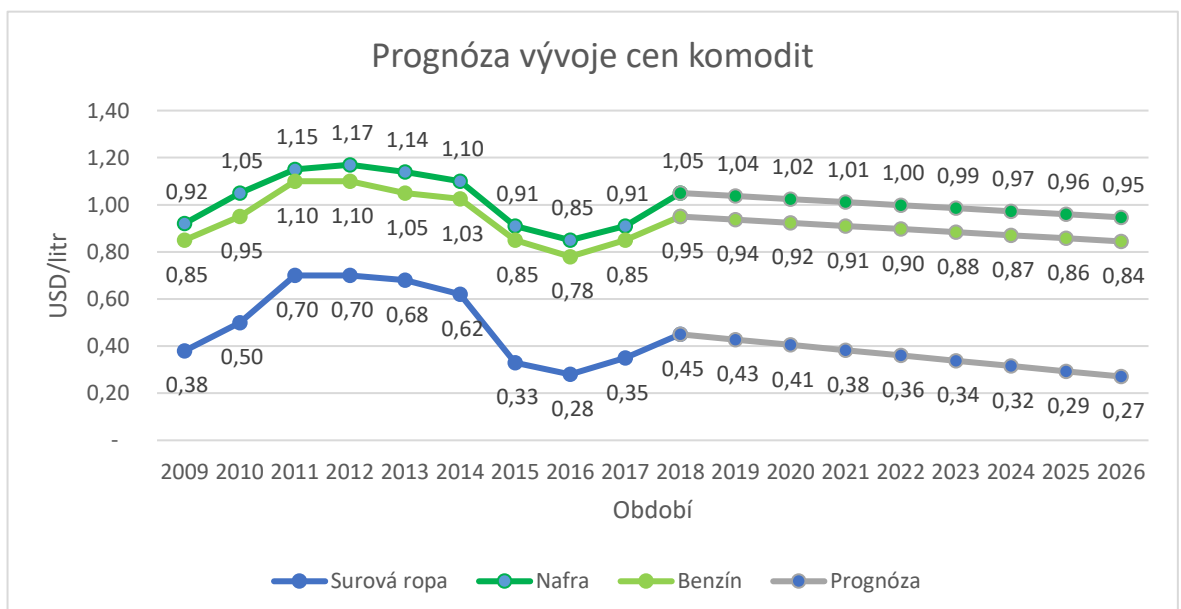
Z grafu je patrné, že prognóza od roku 2018 předpokládá skokový pokles a následně mírnější nárůst ceny lithia. V roce 2026 bude cena dosahovat 52 472 USD za tunu, což je 6% nárůst oproti roku 2018. Predikuje se pokles ceny kobaltu pod úroveň lithia, které bylo po celé sledované období levnější než kobalt. Oproti roku 2018 cena poklesne o 7 402 tis. USD za tunu. Cena niklu bude řádově nižší než cena předchozích dvou kovů, navíc s klesající tendencí v budoucích letech. Každoroční pokles je odhadován průměrně na 15 %. Cena manganu byla po celé sledované období nejnižší z vybraných

kovů a do budoucna se předpokládá mírný pokles průměrně o jednu desetinu procenta. V roce 2026 dosáhne cena za tunu 2 493 USD.



Graf 29: Prognóza vývoje cen komodit (vlastní zpracování, zdroj [51])

Prognózy vývoje cen ropy, motorové nafty a benzínu predikují pokles cen. Cena ropy bude téměř poloviční v porovnání s hodnotou z roku 2018. Předpokládaný pokles za predikované období je 40%. Pokles cen benzínu bude mírnější, meziročně průměrně o 1 %. Obdobný trend nastane i u nafty, která v roce 2026 dosáhne hodnoty 0,95 USD/litr.



Graf 30: Prognóza vývoje cen komodit (vlastní zpracování, zdroj [52])

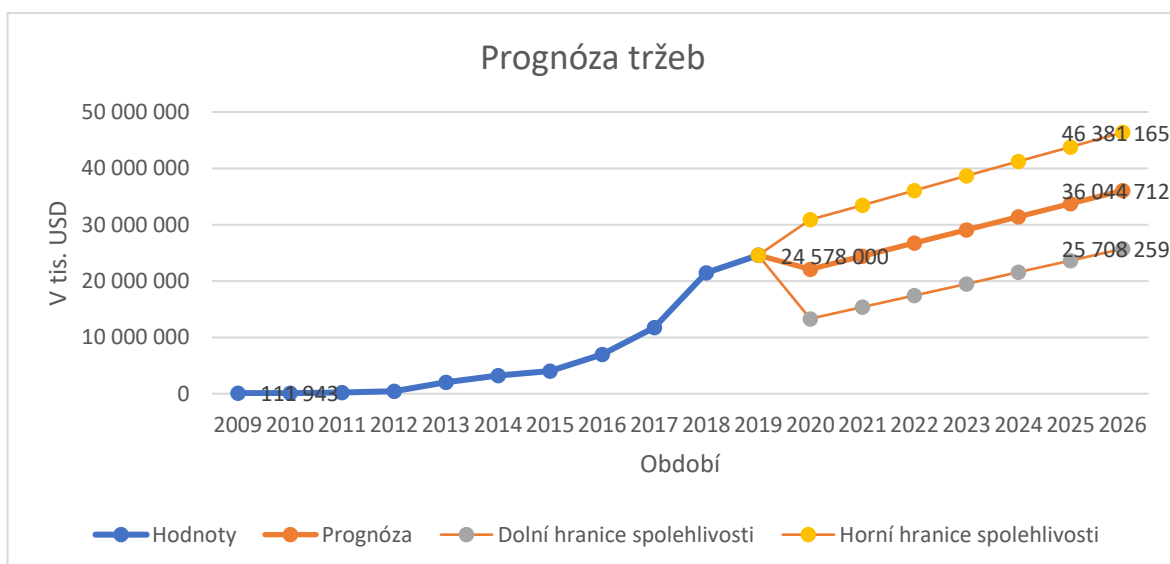
## 9.2 Vybrané společnosti

Prognóza je provedena na základě historických dat z výročních zpráv společností. Prognóza vychází z období let 2009-2019, vždy k datu 31.12. Období prognózy je stanoveno na 7 budoucích let, tj. od roku 2020 do roku 2026. Předmětem prognóz jsou celkové tržby společností.

Prognóza je provedena na základě časové řady a využitím AAA algoritmu metody exponenciálního vyhlazování (ETS). K predikovaným datům jsou zahrnuty horní a dolní hranice spolehlivosti. Zvolený interval spolehlivosti 95 % vyjadřuje, že predikované hodnoty se s pravděpodobností 95 % budou nacházet v daném intervalu daným výsledkem exponenciálního vyhlazování s normálním rozdělením.

### 9.2.1 Tesla

Prognóza tržeb odhalila, že po roce 2019, kdy společnost dosáhla dosud nejvyšších tržeb, pravděpodobně nastane meziroční pokles tržeb o 10,2 %. Vyšší úroveň tržeb, než jsou hodnoty, ze kterých prognóza vychází, bude pravděpodobně dosaženo až v roce 2021. V posledním roce prognózovaného období bude s pravděpodobností 95 % dosaženo tržeb mezi 46,4 mil. USD a 25,7 mil. USD. Oproti roku 2019 bude dle prognózy pravděpodobně dosaženo nárůstu tržeb o 64,2 %. Prognóza se pro společnost vzhledem k růstové tendenci jeví jako příznivá.

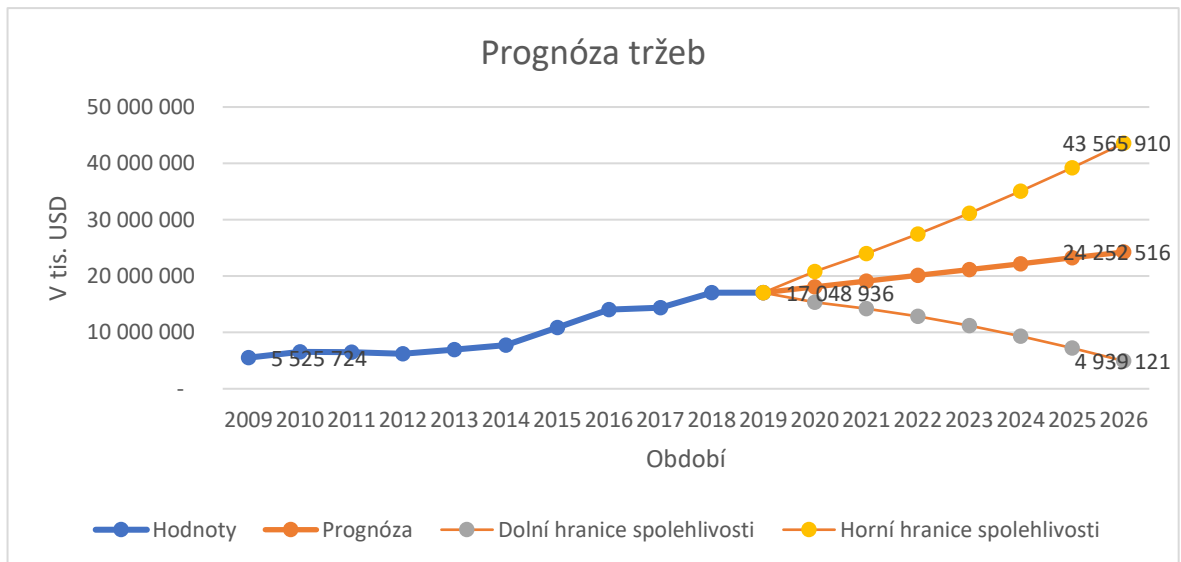


Graf 32: Prognóza tržeb společnosti Tesla (vlastní zpracování, zdroj [54])

### 9.2.2 BYD

Nárůst tržeb společnosti byl po celé sledované období mírný, prognóza tedy přináší znatelný rozdíl mezi horní a dolní hranicí spolehlivosti. Tržby se za sledované období

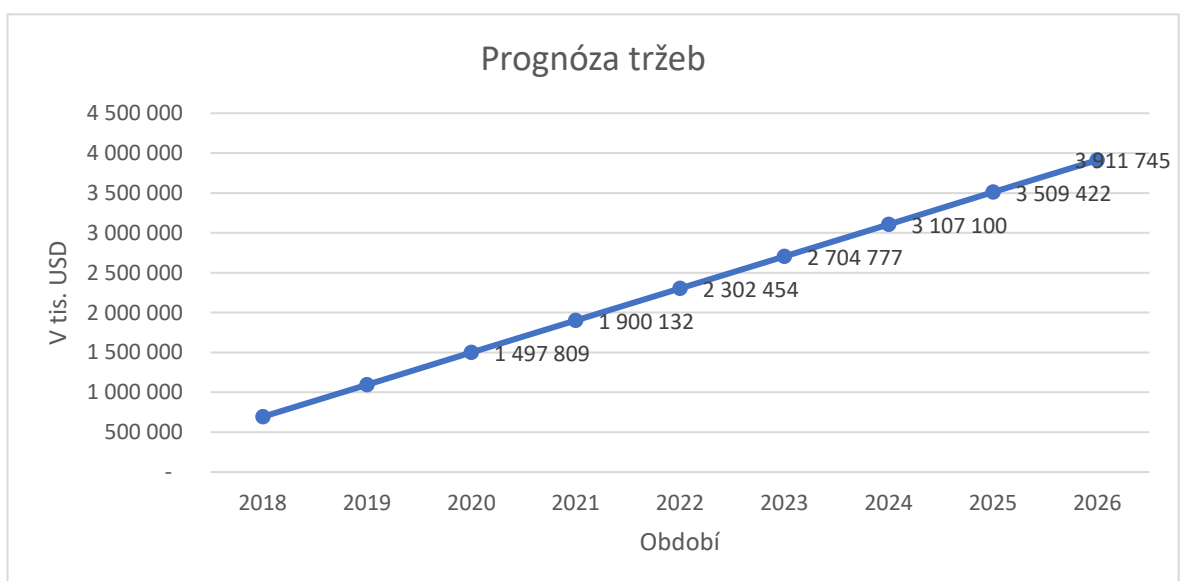
zhruba ztrojnásobily, a do budoucna s 95% pravděpodobností bude hodnota tržeb ve značně širokém rozmezí 43,6 mil. USD a 4,9 mil. USD. Hodnota prognózy v roce 2026 je o 42,3 % vyšší než hodnota z roku 2019. Každoroční prognóza nárůstu tržeb je průměrně o 5,1 %.



Graf 33: Prognóza tržeb společnosti BYD (vlastní zpracování, zdroj [56])

### 9.2.3 NIO

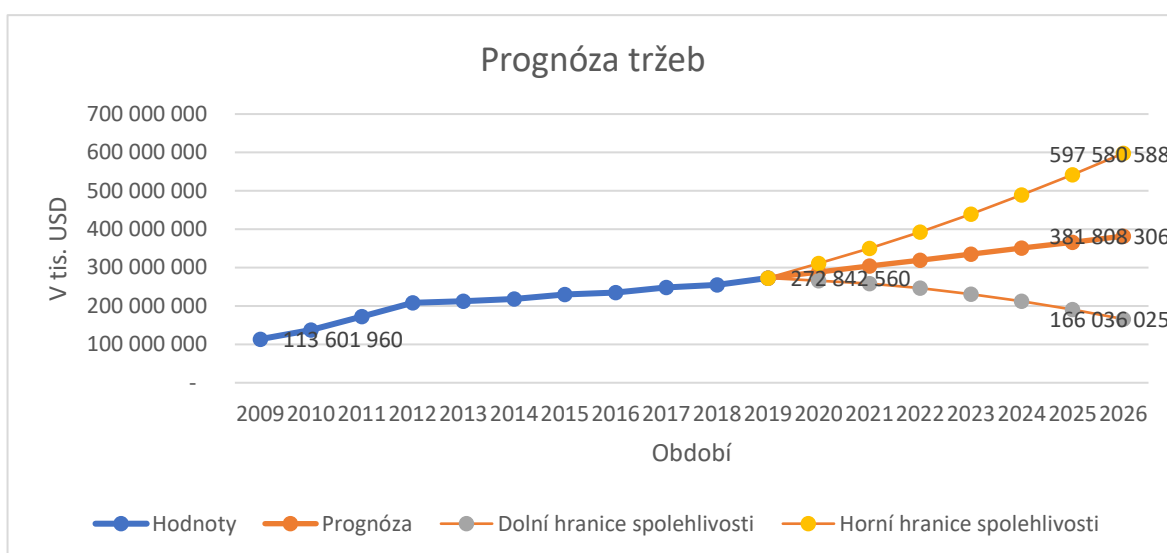
Vzhledem k malé velikosti základního souboru vychází prognóza z lineárního přírůstku tržeb každým rokem. Prognózu nelze považovat za statisticky spolehlivou. V roce 2026 by mělo být dosaženo tržeb ve výši 3,9 mil. USD; téměř 256% nárůst oproti hodnotě z roku 2019. Každoroční přírůstek je 17,5 %.



Graf 34: Prognóza tržeb společnosti NIO (vlastní zpracování, zdroj [57])

## 9.2.4 Volkswagen

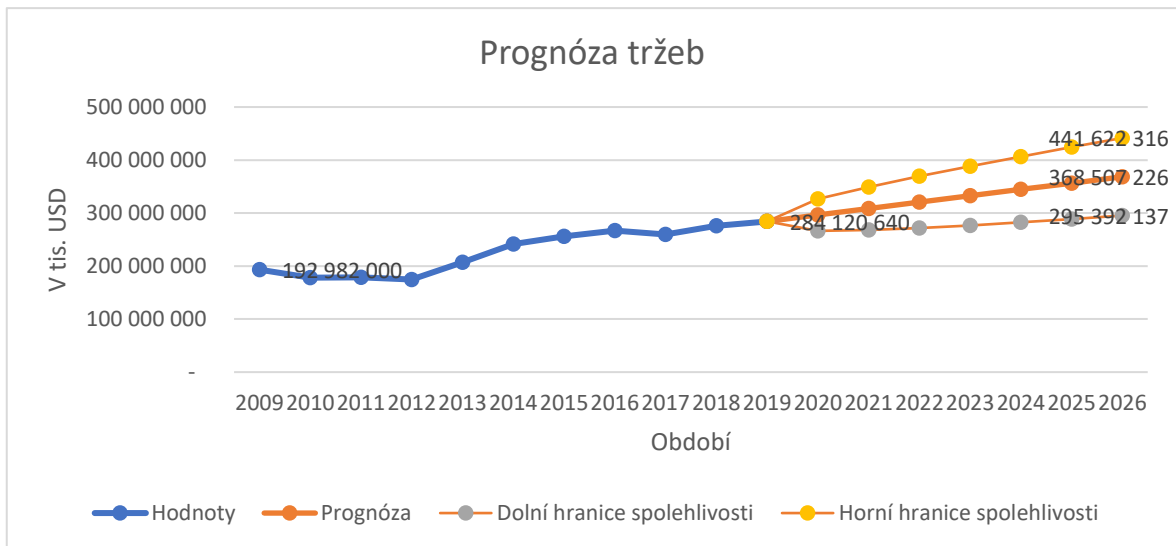
Prognóza vyobrazuje střední hodnotu tržeb v roce 2026 ve výši 381,8 mil. USD. Tržby budou s 95 % pravděpodobností v intervalu 597,6 mil. USD a 166 mil. USD. Meziroční nárůst tržeb je kalkulován o 5,4 % a střední hodnota prognózy bude o 39,9 % vyšší než hodnota z roku 2019. Prognóza se vzhledem k rostoucímu trendu jeví jako poměrně příznivá.



Graf 35: Prognóza tržeb společnosti Volkswagen (vlastní zpracování, zdroj [58])

## 9.2.5 Toyota

Prognóza ukazuje na předpoklad trvalé růstové tendence společnosti. Meziroční nárůst tržeb činí 4 %. V roce 2026 je prognózovaná 95% pravděpodobnost dosažení tržeb v intervalu 441,6 mil. USD a 295,4 mil. USD. Oproti roku 2019 je nárůst na konci prognózovaného období 29,7%. Prognóza tržeb společnosti Toyota se vzhledem k rostoucímu trendu jeví jako příznivá.



Graf 36: Prognóza tržeb společnosti Toyota (vlastní zpracování, zdroj [59])

# 10 Celkové zhodnocení

## 10.1 Vyhodnocení kontextu elektromobility

Z prognóz je velmi patrný výrazný nárůst elektromobility v budoucích letech.

Pokud se současné prognózy naplní, bude mít Čína drtivý podíl na celosvětovém počtu elektromobilů. To nahrává i tamním automobilkám a dalším firmám navázaným na automotive průmysl, který by dle očekávaného elektromobilového boomu mohl silně profitovat. V potaz je na druhou stranu nutné vzít i silné konkurenční prostředí, které na čínském trhu panuje již nyní. Zejména menší automobilky by bez inovativního přístupu ke svým produktům a splnění a hlavně předvídání požadavků zákazníků mohly zaniknout. Jednou z takových automobilek může být v této práci analyzovaná NIO, která je relativně mladá a teprve si zajišťuje svou pozici na trhu.

Evropa bude dle prognóz držet cca čtvrtinový podíl všech elektromobilů na světě. Jak automobily typu BEV tak PHEV budou zastoupeny zhruba stejným dílem. To, jakým tempem bude evropský trh elektromobilů růst bude silně ovlivněno emisními standardy vydávanými Evropskou unií. Do roku Vliv vlád, spolků a unií je ale samozřejmě aplikovatelný také na ostatní části světa, kde taktéž zasáhne do poptávky po elektromobilech. Otázkou zůstává, do jaké míry budou emisní a obecně ekologická opatření vůči dopravě přísná.

V USA po počátečním prudkém nárůstu elektromobility bude podíl počtu elektrovozidel na komunikacích klesat a dostane se pod evropskou úroveň. Možným vysvětlením je fakt, že pro severoamerický trh je extrémně důležitá dojezdová vzdálenost vozu, která spolu s nerovnoměrnou infrastrukturou dobíjecích stanic nahrává nižší poptávce po elektromobilech. Dalším faktorem ovlivňujícím poptávku po elektrovozidlech jsou relativně nízké ceny fosilních paliv.

Podíl elektromobilů ve zbytku světa bude relativně klesat a na poptávku bude mít velký vliv také ekonomická vyspělost zemí.

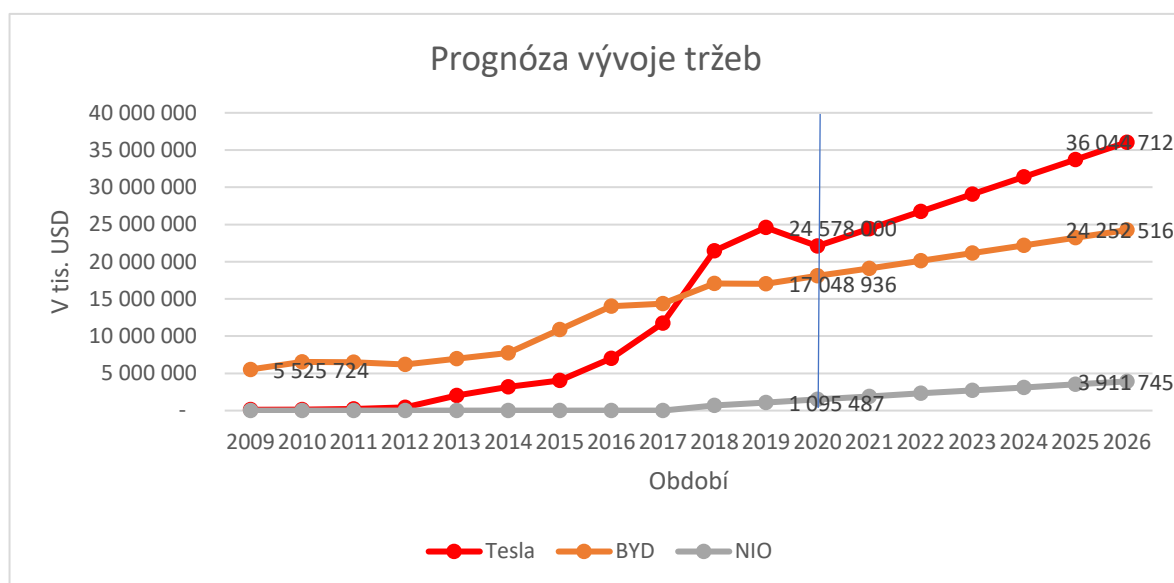
Růst počtu dobíjecích stanic lze očekávat zejména v oblasti pomalých dobíječek, například v domácnostech. Okolo 50 % všech typů dobíječek bude na území Číny, což je hodnota korespondující s 47% zastoupením všech elektrovozidel na tomto území v porovnání se zbytkem světa.

Ceny komodit jsou predikovány s mírně klesající či rostoucí tendencí. Nicméně jak je patrné z historických cen veškerých komodit, ceny jsou v čase velmi proměnlivé. Provedenou prognózu tedy nelze považovat pravděpodobnou. Pokud bychom k prognóze přidali interval spolehlivosti, zjistili bychom, že má interval velmi široké rozpětí a hodnoty v budoucnu mohou být velmi nízké i vysoké.



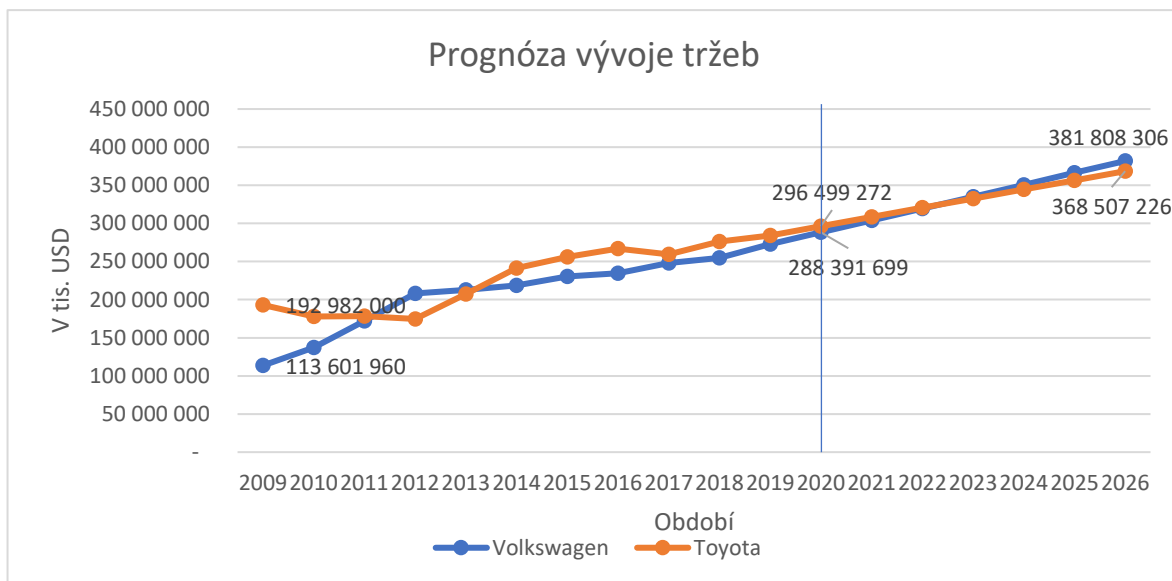
## 10.2 Vyhodnocení vybraných společností

Ze sledovaných společností, vyrábějících pouze elektromobily bude předpokládán vývoj tržeb rostoucí. Nejprudší nárůst se předpokládá u společnosti Tesla, která v porovnání s rokem 2019 navýší své tržby o 46,7 %. U společnosti BYD dojde k nárůstu tržeb od roku 2019 o 42,3 %. V absolutních číslech dojde k nevyššímu nárůstu u společnosti Tesla a to o 11,5 mld. USD. Tržby společnosti NIO pravděpodobně vzrostou téměř čtyřnásobně oproti roku 2019. V procentech je růst za prognózované období 258,3 %. Pro nedostatečnou velikost souboru nelze hodnoty uvažovat za statisticky významné, ale bude bezesporu zajímavé do budoucna sledovat rozvoj této společnosti.



Graf 37: Porovnání prognóz vývoje tržeb (vlastní zpracování)

Tržby společností Volkswagen i Toyota budou v budoucnu s největší pravděpodobností růst. Procentuálně vyššího růstu tržeb bude dosaženo společností Volkswagen, a to o 32,4 %. Meziroční nárůst tržeb je průměrně 5,1 %. Plošší křivka nárůstu tržeb Toyoty signalizuje růst tržeb za prognózované období o 24,3 %. Meziroční nárůst bude pravděpodobně v průměru 3,7 %. Absolutně zaznamená vyšší tržby opět Volkswagen, a to nárůstem za celé prognózované období o 109 mld. USD. V porovnání s tím utrží Toyota o 24,6 mld. USD méně. Vývoj tržeb obou společností je relativně obdobný a mírný.



Graf 38: Porovnání prognóz vývoje tržeb (vlastní zpracování)

Ze všech vybraných společností se jako nestabilnější jeví vývoj tržeb společnost Toyota. Z prognózy vyplynulo, že tržby společnosti budou konstantně růst, a vzhledem k úzkému rozpětí hranic spolehlivosti je pravděpodobnost uskutečnění prognózy vysoká. Pro budoucí úspěch společnosti je třeba vzít v úvahu její velikost a zkušenosti ve výrobě elektromobilů, na které se společnost značnou částí svého podnikání zaměřuje. Budoucí úspěch Toyoty lze po provedení analýzy historických dat, záměrů a prognóz do budoucna označit jako pravděpodobný.

Poměrně široké rozpětí hranic spolehlivosti vyšlo najevo u společností Volkswagen a BYD. Německý Volkswagen chce na trhu elektromobility dosáhnout velmi vysokých cílů. S přihlédnutím k prognózovaným hodnotám bude zajímavé sledovat, jak se jim ke stanoveným výzvám podaří postavit a v jak realizované inovace elektromobility přijme náročná strana poptávky. Ze současných hodnot není jasné, zda se v postavení se novým výzvám elektromobility podaří úspěšně pokračovat v budování této světově největší automobilky.

Společnost BYD zaznamenala v minulosti poměrně pozvolný a nijak dramatický nárůst. Čínská automobilka zaměřující svou produkci pouze na elektromobily působí významnou měrou na čínském trhu, který je sice velmi rozsáhlý, ale stejně jako působení kterýchkoliv jiných společností na jednom trhu je vystavený rizikům nástrah tamního trhu. Pro další rozvoj společnosti by bylo vhodné se větší mírou podílet na zahraničním působení tak, aby se v maximální možné míře rozprostřela svá rizika. Společnost má dle nejrůznějších žebříčků velký potenciál, kterého ale nebylo naplno využito. Pozitivním znakem, že společnost bude v budoucnu prosperovat, je spolupráce se zkušenějšími automobilkami (Toyota, Daimler). Výhoda společnosti spočívá také v širším produktovém portfoliu mimo produkci automobilů.

Tesla je dle prognóz a historických dat nevypočitatelnou společností. Její rapidní růst po roce 2015, stejně tak konstantní ztrátovost nelze opomenout. Ve své třídě je

světovou jedničkou na trhu, ale už nyní se začínají objevovat konkurenti, kteří prvenství Tesly mohou zničit. Prognózy jsou relativně příznivé.

Společnost NIO působí na trhu krátce, ale pro svou dravost byla do žebříčku pěti společností působící v elektromobilitě zařazena taky. NIO je progresivní společnost působící pouze ve vývoji, výzkumu, produkci a prodeji elektromobilů, takže je plně závislá na jejich úspěchu. Své působení v elektromobilitě ale s přihlédnutím k výdajům za výzkum a vývoj nelze brát na lehkou váhu a očekává se pokoření dalších milníků této relativně malé společnosti. Je třeba zmínit, že z výkazů společnosti, které sahají pouze pár let do minulosti, nelze v současné chvíli vyvozovat seriózní závěry o jejím úspěchu v budoucnosti, současné úvahy jsou pouhými domněnkami.

## **10.3 Případová studie daňové problematiky elektromobility v ČR**

Obsahem této kapitoly bude analýza materiálu „Daňové otázky elektromobility“ vydaným v dubnu 2020 Svazem průmyslu a dopravy České republiky. Materiál je primárně zaměřený na využití vozidla ve pracovněprávním vztahu.

### **10.3.1 Vozidlo v osobním majetku zaměstnance**

První kapitola je věnována problematice náhrad za spotřebované pohonné hmoty včetně elektřiny. Při využívání elektromobilu zaměstnancem vyvstává otázka proplácení pohonných hmot a elektřiny ze strany zaměstnavatele. Proplácení veškerých pohonných hmot vč. elektřiny se poskytuje pouze v případě, že je vozidlo ve vlastnictví zaměstnance a je na žádost zaměstnavatele využíváno k pracovním cestám. Pohonné hmoty vč. elektřiny jsou pro zaměstnavatele daňově uznatelným nákladem. Služební vozidla budou předmětem následující kapitoly.

Pohonné hmoty (benzín, nafta) bylo možné proplácet na základě spotřeby uvedené v technickém průkazu, skutečně najetých kilometrů dle knihy jízdy nebo dle prokázané ceny pohonných hmot, nebo lze pro výpočet použít výpočet náhrad ceny stanovené vyhláškou č. 333/2018 Sb. Vyhláška ovšem nezahrnovala náhradu ceny elektřiny, a tak byla nahrazena vyhláškou č. 358/2019 Sb., kde je stanovena ve výši 4,80 Kč za kWh elektřiny.

Uvedení ceny elektřiny ve vyhlášce by mělo usnadnit administrativu s výpočtem proplácení pohonných hmot a tím navyšovat zavádění elektromobility do firem. Stejně jako referenční sazby pro pohonné hmoty je aplikace referenčních sazeb za elektřinu dobrovolná. Zaměstnavatel tedy dostává možnost využití referenční sazby, přičemž je zachována možnost individuálního prokazování.

### **10.3.2 Vozidlo v obchodním majetku zaměstnavatele**

V případě, že je vozidlo majetkem zaměstnavatele, který provoz vozidla zahrnuje do daňově uznatelných výdajů (nákladů), nastává problém v případě, pokud je vozidlo nabíjeno ze soukromé (domácí) elektrické sítě. Náklady na provoz je potom možné jako daňově účinný výdaj (náklad) zaměstnavatele a příjem zaměstnance nepodléhající zdanění uplatnit náhradu výdajů za spotřebované pohonné hmoty v prokázané skutečné výši, nebo dle referenční sazby dle vyhlášky č. 358/2019 Sb, tj. za 4,80 Kč/kWh.

### **10.3.3 Daňové režimy pro wallboxy**

K dobíjení pro soukromé (domácí) účely lze využít wallboxu. Z daňového hlediska je nutné rozlišit, zda bude wallbox posuzován jako příslušenství vozidla, samostatnou věc odlišnou od vozidla nebo jako součást nemovité věci.

Příslušenství vozidla

Pokud je wallbox posuzován jako příslušenství vozidla, zaměstnanec pouze vykazuje najeté kilometry, které zaměstnavatel proplácí. Benefitem pro zaměstnance je pak včetně vozidla i tento wallbox vč. příslušenství. Pro zdanění dle zákona o daních z příjmu se wallbox vč. vozidla zdaní jako 1 % ze vstupní ceny vozidla za každý započatý měsíc. V případě dodatečného pořízení wallboxu se z účetního hlediska nebude jednat o technické zhodnocení, které by navyšovalo vstupní hodnotu vozidla.

Wallbox jako samostatná věc odlišná od vozidla se cena wallboxu nezahrnuje do ceny vozidla, ale pokud za něj zaměstnanec neplatí zaměstnavateli odpovídající částku, představuje poskytnutí wallboxu zdanitelný příjem. Zaměstnavatel potom tento benefit zdaní podle hodnoty příjmu zaměstnance. Výchozí hodnotu pro výpočet si může zaměstnavatel zvolit sám (pořizovací cena wallboxu, průměrnou cenu atd.).

Varianta, že wallbox je posuzován jako součást nemovitého majetku zaměstnance, se wallbox dostává do vlastnictví zaměstnance. Zaměstnavatel poté není oprávněn wallbox odpisovat. Poskytnutí wallboxu je jednorázovým zdanitelným příjmem ve výši hodnoty wallboxu včetně instalace. Pokud zaměstnanec za wallbox zaplatí, je zdanitelným příjmem rozdíl mezi cenou wallboxu (náklady zaměstnavatele) a úhradou zaměstnance.

Zaměstnanec pro dobíjení vozidla v majetku zaměstnavatele může používat svůj wallbox. V takovém případě mu mimo náhrad výloh za elektřinu připadá také úhrada poměrné části hodnoty wallboxu, která nesmí být vyšší než hodnota odpisů srovnatelné věci. Výplata náhrad je formou paušální částky, která nepodléhá dani ani sociálnímu a zdravotnímu pojištění.

### **10.3.4 Odepisování wallboxů**

Pokud je wallbox zaměstnanci poskytnut a pořízen jako příslušenství k vozidlu, které je ve vlastnictví zaměstnavatele, odepisuje se jako součást vstupní ceny vozidla ve druhé odpisové skupině.

Wallbox upevněný, ale odnímatelný k místu zaměstnance, je v ceně vyšší 40 000 tis. Kč a dobou použitelnosti delší než jeden rok (tedy je posuzován jako dlouhodobý hmotný majetek), odepisuje se ve třetí odpisové skupině. Při nižší ceně vstupuje zařízení rovnou do nákladů, případně do časového rozlišení. Stejně se bude odpisovat nebo vstupovat do nákladů i v případě, že se jedná o wallbox instalovaný v budově, se kterou funkčně nesouvisí, případně jedná-li se o samostatně stojící nabíjecí stanici.

Pokud je wallbox funkčně spojený s budovou, odepisuje se jako technické zhodnocení budovy navýšenou o hodnotu wallboxu (posuzuje-li se wallbox o dlouhodobý majetek).

Pokud je elektroinstalace součástí liniové stavby, kde má být instalována dobíjecí stanice, odepisuje se dle odpisové skupiny celého aktiva.

### **10.3.5 Režimy pro pracovní a soukromé účely využití vozidla**

V této kapitole jsou podrobně rozepsány jednotlivé případy užití a proplácení užívání elektromobilu. Rozlišeny jsou dva základní režimy: nabíjení doma, u zaměstnavatele či na veřejné dobíjecí stanici a využití dobité energie pro pracovní nebo soukromé účely. V případě, že je vozidlo dobíjeno pouze na náklady zaměstnavatele, nese veškeré náklady zaměstnavatel. Soukromé cesty zaměstnanec buď uhradí, nebo je zaměstnavatel zaměstnanci dodaný jako nepeněžní příjem.

Pokud je vozidlo dobíjeno pouze na náklady zaměstnance, nesl by zaměstnanec veškeré náklady a na základě vymezení využití vozidla na pracovní cesty by zaměstnavatel poskytl náhradu. Pro tyto účely lze využít referenční cenu uvedenou v kapitole 10.3.1. Množství spotřebované elektřiny pro účely stanovení nepeněžního příjmu lze určit jako násobek celkového objemu spotřebované elektřiny za kalendářní měsíc a soukromě ujetých cesty a všech cest za daný kalendářní měsíc.

Pro zjištění spotřeby elektřiny je možné využít chytrých dobíjecích zařízení nebo systému v automobilech. Pro účely zdanění lze vycházet z těchto údajů. Pokud zařízení k měření spotřeby chybí a je k dispozici pouze chytrý wallbox u zaměstnavatele, lze chybějící údaje dopočítat na základě údajů z řádné evidence jízd. [62]

## 10.4 Dobíjení v České republice

Pro kompletní obrázek k daňové problematice elektromobility je uvedena kapitola shrnující současné ceny a množství dobíjecích stanic v České republice. Na našem území je aktuálně přes 400 dobíjecích stanic (viz například mapa <https://www.evmapa.cz/>). Nejvíce jich provozuje ČEZ, následuje PRE, E.ON a Tesla, přičemž každý provozovatel poskytuje jiné podmínky a ceníky za dobíjení.

### ČEZ

ČEZ nabízí nejširší síť dobíjecích stanic po celé republice. Pro využití dobíjecí stanice může uživatel uzavřít smlouvu, za kterou dostane členskou kartu a výhodnější ceny dobití. Členové platí 7,5 Kč vč. DPH za každou dobitou kWh a 242 Kč vč. DPH za členskou kartu za měsíc. Fakturace probíhá zpětně na půlroční bázi a je zpoplatněna 484 Kč vč. DPH. [63]

Jednorázové využití je zpoplatněno 9 Kč vč. DPH za minutu dobití na rychlodobíjecích DC stanicích a 1,8 Kč vč. DPH za minutu dobíjení na „pomalých“ AC stanicích. [64]

### PRE

Společnost Pražská energetika a.s. má většinu dobíjecích stanic (tzv. PREpointů) na území Prahy. Pro samotné využívání služeb Pražské energetiky je možné využívat členskou kartu. Po každém nabití se na konto načítá částka, která se členovi čtvrtletně fakturuje. Od 1.1.2017 činí kvartální poplatek za kartu 36,3 Kč vč. DPH, cena za odebranou 1 kWh je 3,03 Kč vč. DPH a cena za minutu dobíjení je 0,24 Kč vč. DPH, přičemž prvních 120 minut každého dobíjení je zdarma. [65]

U PREpointu je možné dobíjet i jednorázově. Za dobíjení střídavým proudem se platí 60 Kč vč. DPH za každou hodinu dobíjení. Rychlodobíjení je zpoplatněno 100 Kč vč. DPH za každou půlhodinu dobíjení. [66]

Do roku 2015 přitom bylo dobíjení výhodnější; zpoplatněný byl pouze čas strávený nabíjením, a to částkou 2,42 Kč vč. DPH/minuta pro rychlodobíjení a 0,30 Kč vč. DPH/minuta pro dobíjení střídavým proudem. [67]

### E.ON

Společnost E.ON má aktuálně 39 dobíjecích stanic E.ON Drive a 8 partnerských dobíjecích stanic po celé republice. Zpoplatněna je každá odebraná kWh. Ceny se liší podle toho, zda je zákazník registrovaný či nikoliv. Za pomalé dobíjení zaplatí registrovaný uživatel 3 Kč, za rychlé 6 Kč, a za superrychlé 9 Kč (ceny vč. DPH). Neregistrovaný uživatel pomalé dobíjení zaplatí 9 Kč, rychlé 11 Kč a superrychlé 13 Kč (ceny vč. DPH).

Atraktivní je dobíjení zdarma pro registrované i neregistrované uživatele u několika obchodních center Globus. [68]

### Tesla

Tesla má pro své zákazníky v České republice k dispozici téměř 25 dobíjecích stanic a aktuálně 4 Superchargery, které nabízejí nejrychlejší dobití vozu vůbec. Za minutu

dobíjení lze u novějších dobíjecích stanic získat až 250 kW. Starší Superchargery poskytují výkon maximálně 145 kW. [69] Superchargery se nacházejí v Brně, Olomouci, Vestci u Prahy a v Olomouci, a plánuje se výstavba dalších dvou v Českých Budějovicích a Žďárku.

Původně bylo dobíjení v ČR na Superchargerech zdarma, posléze bylo zpoplatněno 5 Kč/kWh a nyní bude stát 6,3 Kč za jednu odebranou kWh. [70]



## Závěr

Přestože elektromobil byl vynalezen už v 19. století, po nástupu spalovacích motorů další rozvoj elektromobilu po převážnou část 20. století utlumil a pozornosti se mu opět dostává až v posledních několika letech. Elektromobilita se do popředí dostala na základě pokročilých technologií, které v současné době mimo jiné umožňují dojezd i na delší vzdálenosti, než poskytují konvenční vozidla. Z velké části byla podpořena také ze stran správních orgánů a vlád, které začaly nad rámec ekonomického růstu zahrnovat i společenskou a environmentální odpovědnost. Stávající progresivní vývoj elektromobility ve světě by nebyl možný bez zapojení zákazníků, kterým bylo umožněno zmírnit důsledky jejich přepravy na životní prostředí. Vzhledem ke skutečnosti, že většina elektromobilů se pohybuje ve vyšší cenové hladině než konvenční automobily srovnatelné třídy, by se elektromobil často nestal konečnou volbou zákazníků. Mnoho vlád se tedy rozhodlo přechod na zelenou mobilitu podpořit vydáním ucelených systémů podpory, které v konečném důsledku snižují pořizovací i provozní náklady vozu.

Z praktické části práce vyplynulo, že hlavní podíl na celosvětové produkci a prodeji elektromobilů bude mít Čína. Již v současné době se na čínském trhu pohybuje mnoho perspektivních automobilek, které díky prognóze tamních aspektů elektromobility nebudou muset působit mezinárodně. Kupříkladu Tesla a několik dalších automobilek působících do nedávné doby mimo čínský trh cítí jeho potenciál a vymezily část svých prostředků k získání tržního podílu, či dokonce plánují budovat výrobní závody a dealerství. Tesla nabízí v porovnání s čínskými konkurenty BYD a NIO vozidla ve vyšší cenové relaci, nedá se tedy posoudit, zda na čínském trhu uspěje, nicméně riziko zmírňuje její celosvětové působení. Za úspěšnou čínskou automobilku se dá považovat v této práci analyzovaná společnost BYD nebo NIO, které i přes silné zaměření na jeden trh poskytují vozidla s pokročilými inovativními technologiemi v dostupné cenové relaci. Úspěch na trhu lze usuzovat s dosavadního stabilního meziročně rostoucího vývoje tržeb a jejich prognóz do budoucna společnosti BYD. Nevýhodou působení na jednom trhu je malé rozložení rizik, které ale například BYD alokuje ještě mezi výrobu baterií do malých zařízení dalších výrobních činností. NIO je mladou společností, která se doposud vyvíjela příznivě, ale pro ucelené závěry je třeba počkat do budoucna. Ruku v ruce s rozvojem čínského elektromobilového trhu jde také dobíjecí infrastruktura, která bude korespondovat s jeho velikostí.

Americká Tesla mimo světové působení minimalizuje tržní riziko také výrobou a instalací solárních systémů. V posledních letech společnost vykázala mnohonásobný růst, její prognózy jsou tedy pozitivní. Méně příznivě dopadla analýza hospodářských výkazů, ze které vyplynulo, že společnost byla za celé sledované období ztrátová, vzbuzuje tak nedůvěru stakeholderů.

Dále byly v práci analyzovány zavedené společnosti, které nejsou zaměřené pouze na výrobu elektromobilů, ale plánují dosažení ambiciózních plánů na poli elektromobility. Společnost Volkswagen po dieselgate v roce 2015 opět vykazuje rostoucí křivky vybraných ekonomických veličin. Je zřejmé, že tato nejproduktivnější automobilka na světě

chce po prožitém skandálu velkou částí přejít na výrobu elektromobilů. Spolu s japonskou Toyotou dosahovaly obdobných hodnot tržeb. Automobilka Toyota vykazovala v minulosti stabilní nárůst a i do budoucna jsou predikce o dalším rozvoji pozitivní a ze všech vybraných společností nejstabilnější. Prognóza tržeb všech vybraných společností se jeví jako příznivá, to za předpokladu stabilní situace na světových trzích.

Elektromobilita v České republice je na poměrně nízké úrovni z důvodu nižší podpory ze strany vlády. Dobíjecí infrastruktura je na dobré úrovni a stále se rozrůstá. Jejich nevýhodou jsou nepřehledné až chaotické ceníky za dobíjení, který se liší od každého provozovatele veřejné dobíjecí stanice. S vyjasněním odepisování a účtování proplácení za dobítí elektrické energie soukromého či služebního vozidla mezi zaměstnavatelem a zaměstnancem je k dispozici dokument Daňové otázky elektromobility vydaný Svazem dopravy a průmyslu České republiky.

Do budoucna pravděpodobně budeme svědky elektromobility, která bude od té dnešní velmi odlišná. Elektrická energie pravděpodobně bude pocházet plně z obnovitelných zdrojů, mobilita tak dosáhne nulové emisní náročnosti. Elektrická vozidla se stanou dostupnějšími, budou do značné míry či úplně autonomně řízená a konektivní s posádkou i vnějším okolím pro zajištění maximálního pohodlí a bezpečnosti.

# Seznam zdrojů

- [1] VEBER, Jaromír. *Digitalizace ekonomiky a společnosti: výhody, rizika, příležitosti*. 1. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-554-4.
- [2] Jak funguje elektrický motor? 10 otázek a odpovědí. *Škoda Storyboard* [online]. b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/inovace/mobilita/jak-funguje-elektricky-motor-10-otazek-a-odpovedi/>
- [3] RAMADHAS, Arumugam Sakunthalai, Arumugam Sakunthalai RAMADHAS, ed. *Alternative Fuels for Transportation*. 1. Boca Raton: CRC Press, 2011. ISBN 978-1-4398-1957-9.
- [4] THOMAS, C.E. (Sandy). *Sustainable Transportation Options for the 21st Century and Beyond: A Comprehensive Comparison of Alternatives to the Internal Combustion Engine*. 1. Cham: Springer International Publishing, 2015. ISBN 978-3-319-16831-9.
- [5] FUHS, Allen E. *Hybrid Vehicles and the Future of Personal Transportation*. 1. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 978-1-4200-7534-2.
- [6] STEVIC, Zoran a Ilija RADOVANOVIC, Johanna ADISON, ed. *New Generation of Electric Vehicles: Energy Efficiency of Electric Vehicles*. 1. Valley Cottage (New York): Scitus Academics LLC., 2017. ISBN 978-1-68117-655-0.
- [7] Vehicle Powertrain Technology. HEWU, Wang, Du JIUYU a Ouyang MINGGAO. *Sustainable Automotive Energy System in China*. 1. Heidelberg: Springer International Publishing, 2013, s. 99 - 101. ISBN 978-3-642-36847-9.
- [8] MCFADDEN, Christopher. A Brief History and Evolution of Electric Cars. *Interesting Engineering, Inc.* [online]. Interesting Engineering, 2018, 2018 [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://interestingengineering.com/a-brief-history-and-evolution-of-electric-cars>
- [9] TEMPLETON, Brad. Tesla's Battery Guru Describes A New Cell With Massive Lifetime. *Forbes* [online]. New York, 2019, 2019 [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bradtempleton/2019/09/09/teslas-battery-guru-describes-a-new-cell-with-massive-lifetime/#543fe65b6d2f>
- [10] BU-1003: Electric Vehicle (EV): Discover alternatives to fossil fuel in batteries. *Battery University* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: [https://batteryuniversity.com/learn/article/electric\\_vehicle\\_ev](https://batteryuniversity.com/learn/article/electric_vehicle_ev)
- [11] BU-205: Types of Lithium-ion: Become familiar with the many different types of lithium-ion batteries. *Battery University* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: [https://batteryuniversity.com/learn/article/types\\_of\\_lithium\\_ion](https://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion)
- [12] ALHARBI, Talal, Kankar BHATTACHARYA a Mehrdad KAZERANI. Planning and Operation of Isolated Microgrids Based on Repurposed Electric Vehicle Batteries.

- IEEE Transactions on Industrial Informatics* [online]. 2019, 15(7), 4319-4331 [cit. 2020-04-13]. DOI: 10.1109/TII.2019.2895038. ISSN 1551-3203. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8625509/>
- [13] AMBROSE, Hanjiro. Quick Guide To EV Battery Reuse & Recycling. *CleanTechnica* [online]. b.r., 2020 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2020/03/06/quick-guide-to-ev-battery-reuse-recycling/>
- [14] BAUER, Pavol. *Electric Cars: AC and DC charging of electric vehicles* [online]. In: . b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=BoIRTCORYDo&list=PLbBlq9mE3Lm\\_sIJMnKS8QHKjxT2e\\_Zsji&index=3&t=0s](https://www.youtube.com/watch?v=BoIRTCORYDo&list=PLbBlq9mE3Lm_sIJMnKS8QHKjxT2e_Zsji&index=3&t=0s)
- [15] BAKKER, Sjoerd a Jan TRIP, ed. An Analysis of the Standardization Process of Electric Vehicle Recharging Systems. FILHO, Walter a Richard KOTTER. *E-Mobility in Europe: Trends and Good Practice*. 1. Springer International Publishing, 2015, s. 55 - 61. ISBN 978-3-319-13194-8.
- [16] The Different EV Charging Connector Types. In: *Enel X* [online]. Porsgrunn: Enel X Norge, b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://evcharging.enelx.com/no/news/blog/552-ev-charging-connector-types>
- [17] SKOŘEPA, Martin. Revoluční motor pro elektromobily?. *ElektrickéVozy.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/revolucni-motor-pro-elektromobily>
- [18] Jaké jsou výhody a nevýhody elektromobilů?. *E.ON* [online]. b.r. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/alternativni-doprava/elektromobily-a-jejich-vyhody/jake-jsou-vyhody-a-nevyhody-elektromobilu>
- [19] Electric Vehicles: Tax Benefits & Incentives in the EU. In: *The European Automobile Manufacturers' Association (ACEA)* [online]. Brusel, 2019 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [https://www.acea.be/uploads/publications/Electric\\_vehicles-Tax\\_benefits\\_incentives\\_in\\_the\\_EU-2019.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/Electric_vehicles-Tax_benefits_incentives_in_the_EU-2019.pdf)
- [20] SKALICKÝ, Matěj. Parkování nebo dálniční známky zdarma. Elektromobily získají speciální registrační značky i výhody. *IROZHLAS. cz* [online]. Praha, 2018, 2018 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/elektromobil-vyhody-spz-znacka-novela-parkovani-narust-prodej-provoz\\_1810030604\\_pla](https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/elektromobil-vyhody-spz-znacka-novela-parkovani-narust-prodej-provoz_1810030604_pla)
- [21] NÍZKOUHLÍKOVÉ TECHNOLOGIE – Elektromobilita: Výzva V programu podpory. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/vyzvy-op-pik-2019/2019/12/NUT-V--Vyzva-elektromobilita.pdf>

- [22] MANDAL, Soumen. Are Electric Vehicles Safe?. *Counterpoint* [online]. b.r., 2019 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.counterpointresearch.com/electric-vehicles-safe/>
- [23] ZART, Nicolas. Electric Cars Offer Passenger Safety Advantages — EV Safety Benefits, Part 3. *CleanTechnica* [online]. b.r., 2018 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2018/07/09/electric-cars-offer-passenger-safety-advantages-ev-safety-benefits-part-3/>
- [24] BŘEZINOVÁ, Jana. Dobíjecí stanice v Česku: Ultrarychlá stanice vyjde i na desetinásobek. *Elektřina.cz* [online]. b.r., 2019 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/dobijeci-stanice-v-cesku>
- [25] KING, Danny. Ford uses recycled plastic bottles for Focus Electric seats. *Autoblog* [online]. Birmingham (Michigan), b.r., 2012 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.autoblog.com/2012/01/08/ford-uses-recycled-plastic-bottles-for-focus-electric-seats/?guccounter=1>
- [26] FIELD, Kyle. Nissan LEAF Made From Recycled Clothes... And Freezers?. *CleanTechnica* [online]. b.r., 2015 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2015/11/13/nissan-leaf-made-recycled-clothes-freezers/>
- [27] *Sono Motors: Sion* [online]. Munich: Sono Motors, b.r. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://sonomotors.com/>
- [28] BĚHAL, Ondřej. Elektromobily s nejdelším dojezdem už porázejí benzinová auta. A bude jich přibývat. *Autosalon.tv* [online]. Praha: FTV Prima, s.r.o., b.r., 2019 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/bonusy-k-tv-poradu/elektromobily-s-nejdelsim-dojezdem-uz-porazeji-benzinova-auta-a-bude-jich-pribyvat/pohledy/1>
- [29] Tesla testuje dálkové ovládání elektromobilů. Přeparkujete klidně z kanceláře. *Aktuálně.cz* [online]. Praha: Economia, a.s., b.r., 2018 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://video.aktualne.cz/ze-sveta/majitel-tesly-ridil-auto-z-okna-kancelare-prejizdel-na-volna/r-0969208ae1df11e898daac1f6b220ee8/>
- [30] Národní akční plán čisté mobility (NAP CM). In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha, 2015 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cista\\_\\_mobilita\\_\\_seminar/\\$FILE/SOPSZP-NAP\\_CM-20160105.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cista__mobilita__seminar/$FILE/SOPSZP-NAP_CM-20160105.pdf)
- [31] CHEN, Chou-Lin, Jingshu WU a Rory AUSTIN. Incidence Rates of Pedestrian And Bicyclist Crashes by Hybrid Electric Passenger Vehicles: An Update. In: *National Highway Traffic Safety Administration* [online]. Washington, 2011 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811526>
- [32] ŠIDLÁK, Martin a František DVOŘÁK. Tichá hrozba. Elektromobily budou muset povinně vydávat hluk. *IDNES.cz* [online]. Praha: MAFRA, a.s., b.r., 2019 [cit. 2020-

- 04-13]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/elektromobily-hluk-elektromotor.A190306\\_111628\\_automoto\\_taj](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/elektromobily-hluk-elektromotor.A190306_111628_automoto_taj)
- [33] ŠVAMBERK, Jiří. Servis elektroaut je výrazně levnější. Výhoda pro zákazníky je ale problém pro automobilky. *Autobible.cz* [online]. Praha: Mladá fronta, a.s., b.r., 2019 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/servis-elektroaut-je-vyrazne-levnejsi-vyhoda-pro-zakazniky-je-ale-problem-pro-automobilky/>
- [34] STEWARD, Jack. Why Electric Cars Struggle in the Cold—and How to Help Them. *Wired.com* [online]. New York: Condé Nast, b.r., 2019 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/electric-cars-cold-weather-tips/>
- [35] BUKOVSKÝ, Jaroslav. Cena lithia se propadla. ČEZ tak může cínoveckého těžaře výrazně přeplatit. *E15.cz* [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER, a.s., b.r., 2019 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/cena-lithia-se-propadla-cez-tak-muze-cinoveckeho-tezare-vyrazne-preplatit-1365189>
- [36] Modely. *Volkswagen* [online]. b.r. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely>
- [37] BERJOZA, Dainis a Inara JURGENA. Influence of batteries weight on electric automobile performance. *ResearchGate* [online]. b.r., , - [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.22616/ERDev2017.16.N316. Dostupné z: <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2017/Papers/N316.pdf>
- [38] SHI, Yang, Minghao ZHANG, Ying MENG a Zheng CHEN. Ambient-Pressure Relithiation of Degraded Li x Ni 0.5 Co 0.2 Mn 0.3 O 2 (0 x 1) via Eutectic Solutions for Direct Regeneration of Lithium-Ion Battery Cathodes. *Advanced Energy Materials* [online]. 2019, 9(20) [cit. 2020-04-16]. DOI: 10.1002/aenm.201900454. ISSN 1614-6832. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aenm.201900454>
- [39] Tesla Model S | Full Battery Swap Event. In: *YouTube* [online]. b.r. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=H5V0vL3nnHY>
- [40] About: Overview. *World Solar Challenge* [online]. b.r. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [https://www.worldsolarchallenge.org/about\\_wsc/overview](https://www.worldsolarchallenge.org/about_wsc/overview)
- [41] *Lightyear One* [online]. Helmond: Lightyear, b.r. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://lightyear.one/>
- [42] KŮROVÁ, Marika a Marie KOLMANOVÁ. Éra vodíku přichází. *Technický týdeník* [online]. Praha: Business Media CZ, b.r., 2017 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/energetika-teplo/era-vodiku-prichazi\\_41755.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/energetika-teplo/era-vodiku-prichazi_41755.html)
- [43] PRAVEC, Josef. Nástup vodíkové mobility v Česku brzdí chybějící čerpací stanice. Vzorem pro budování může být Německo. *Ekonom: iHNed.cz* [online]. Praha: Economia, a.s., b.r., 2020 [cit. 2020-04-13]. ISSN 1213-7693. Dostupné z: <https://ekonom.ihted.cz/c1-66703170-po-elektromobilech-se-cesko-zacina-pripravovat-na-vodikova-auta>

- [44] System solutions: Aradex project report. *ARADEX* [online]. Lorch: ARADEX AG, b.r. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.aradex.de/en/system-solutions/aradex-project-report/>
- [45] 5 European electric truck startups that will challenge Tesla's Semi. *Silicon Canals* [online]. b.r., 2019 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://siliconcanals.com/news/european-electric-truck-startups-challenging-tesla-semi/>
- [46] Intelligent Mobility for Safer, Greener, & Smarter Cities. *European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities* [online]. European Commission, 2019 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://eu-smartcities.eu/news/intelligent-mobility-safer-greener-smarter-cities>
- [47] GRACKOVA, Larisa, Irina OLEINIKOVA a Gaidis KLAVS. Electric vehicles in the concept of smart cities. *2015 IEEE 5th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG)* [online]. IEEE, 2015, , 543-547 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1109/PowerEng.2015.7266374. ISBN 978-1-4673-7203-9. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7266374/>
- [48] LAGRIDGE, Max a Luke EDWARDS. Future batteries, coming soon: Charge in seconds, last months and power over the air. *Pocket-lint* [online]. Ascot: Pocket-lint Limited, 2020, 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.pocket-lint.com/gadgets/news/130380-future-batteries-coming-soon-charge-in-seconds-last-months-and-power-over-the-air>
- [49] Global EV Outlook 2019: Scaling up the transition to electric mobility. *International Energy Agency* [online]. Paříž: IEA, b.r., 2019 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
- [50] The Global Transportation Sector: CO2 Emissions on the Rise. *Planete Energies: Energy Made Easy, Energy in Real Time* [online]. Courbevoie: Planete Energies, b.r., 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.planete-energies.com/en/medias/close/global-transportation-sector-co2-emissions-rise>
- [51] *Metalary: Latest and Historical Metal Prices* [online]. Metalary, b.r. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.metalary.com/>
- [52] World Energy Prices 2019: High-quality data on end-use energy prices. *International Energy Agency* [online]. Paříž: IEA, 2019, 2019 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.iea.org/reports/world-energy-prices-2019>
- [53] O'DONOGHUE, Jamie. Tesla's Competitors: The Other Players In The Electric Vehicle Industry. *MyWallSt: Own it.* [online]. Dublin: MyWallSt Ltd., 2020, 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://blog.mywallst.com/teslas-competitors/>
- [54] Tesla, Inc.: CIK#: 0001318605. *U.S. Securities and Exchange Commission: EDGAR Search Results* [online]. Washington: U.S. Securities and Exchange Commission, b.r. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.sec.gov/cgi-bin/browse-edgar?CIK=TSLA&Find=Search&owner=exclude&action=getcompany>

- [55] REID, David. Buffett-backed BYD announces electric car partnership with Toyota. *CNBC* [online]. New Jersey: CNBC LLC., b.r., 2019 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.cnbc.com/2019/11/07/buffett-backed-byd-signs-up-to-electric-car-partnership-with-toyota.html>
- [56] *BYD* [online]. Shenzhen: BYD Company Ltd., b.r. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://www.byd.com/en/index.html>
- [57] *NIO* [online]. Shanghai: NIO, b.r. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.nio.com/>
- [58] *Volkswagen AG* [online]. Wolfsburg: Volkswagen AG, b.r. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.volkswagenag.com/en.html>
- [59] *Toyota* [online]. Toyota: Toyota Motor Corporation, b.r. [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: <https://global.toyota/en/>
- [60] ŠTĚDRŮŇ, Bohumír. *Prognostické metody a jejich aplikace*. V Praze: C.H. Beck, 2012. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7179-174-4.
- [61] ŠTĚDRŮŇ, Bohumír, Marcela PALÍŠKOVÁ, Zdeněk SOUČEK, Antonín DVOŘÁK a Pavel TILINGER. *Prognostika*. V Praze: C.H. Beck, 2019. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-746-0.
- [62] Daňové otázky elektromobility. *Ministerstvo financí České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo financí ČR, 2020, 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://www.mfcr.cz/cs/aktualne/tiskove-zpravy/2020/firmam-usnadni-vyuzivani-elektromobilu-p-38349>
- [63] Smlouva o poskytnutí služby elektromobilita. In: *ČEZ Elektromobilita* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: [https://www.elektromobilita.cz/file/edee/elektromobilita/jak-se-stat-zakaznikem/smlouva/def\\_\\_form\\_\\_cez-form\\_\\_smlouvaemobilita\\_\\_vse\\_\\_cj\\_\\_2020.pdf](https://www.elektromobilita.cz/file/edee/elektromobilita/jak-se-stat-zakaznikem/smlouva/def__form__cez-form__smlouvaemobilita__vse__cj__2020.pdf)
- [64] Ceník jednorázové dobíjení Elektromobilita ČEZ. In: *ČEZ Elektromobilita* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/e-mobilita/cenik-primych-plateb-za-jednorazove-dobiti-cj-a-aj\\_\\_2019.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/e-mobilita/cenik-primych-plateb-za-jednorazove-dobiti-cj-a-aj__2019.pdf)
- [65] Chci dobíjet na PREpoint: Chci dobíjet pravidelně. *PRE mobilita* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.premobilita.cz/cs/dobijeni-elektromobilu/dobijeni-na-prepoint/chci-dobijet-na-prepoint/chci-dobijet-pravidelne/>
- [66] Chci dobíjet na PREpoint: Chci dobíjet jednorázově. *PRE mobilita* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.premobilita.cz/cs/dobijeni-elektromobilu/dobijeni-na-prepoint/chci-dobijet-na-prepoint/chci-dobijet-jednorazove/>
- [67] Ceník pro službu nabíjení vozidel. In: *PRE mobilita* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.premobilita.cz/Files/dobijeni/cenik-nabijeni-do-31122015/>



- [68] Ceník dobíjení v síti dobíjecích stanic E.ON Drive. In: *E.ON* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/-a169723---6bHfjgND/cenik-dobijeni-e-on-drive-pdf-up>
- [69] SVATOŠ, Patrik. Tesla má výkonnější Supercharger. Výkon se zvedne i u starší generace. *FDrive* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/tesla-ma-vykonnejsi-supercharger-vykon-se-zvedne-i-u-starsi-generace-3475>
- [70] PAPADOPOULOS, Ioannis. Ceny nabíjení na Superchargerech porostou, v České republice o 1,3 Kč za 1 kWh. *FDrive* [online]. b.r. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/ceny-nabijeni-na-superchargerech-porostou-v-ceske-republice-o-2-kc-za-1-kwh-3273>
- [71] How Do Gasoline Cars Work?. In: *U.S. Department of Energy: Alternative Fuels Data Center* [online]. Washington, b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-gasoline-cars-work>
- [72] How Do Diesel Vehicles Work?. In: *U.S. Department of Energy: Alternative Fuels Data Center* [online]. Washington, b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-diesel-cars-work>
- [73] How Do All-Electric Cars Work?. In: *U.S. Department of Energy: Alternative Fuels Data Center* [online]. Washington, b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>
- [74] How Do Fuel Cell Electric Vehicles Work Using Hydrogen?. In: *U.S. Department of Energy* [online]. Washington, b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work>
- [75] How Do Plug-In Hybrid Electric Cars Work?. In: *U.S. Department of Energy: Alternative Fuels Data Center* [online]. Washington, b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-plug-in-hybrid-electric-cars-work>
- [76] How Do Hybrid Electric Cars Work?. In: *U.S. Department of Energy: Alternative Fuels Data Center* [online]. Washington, b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-hybrid-electric-cars-work>
- [77] Schematic of the Lithium-ion battery. In: *ResearchGate* [online]. b.r. [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-Lithium-ion-battery\\_fig2\\_324929541](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-Lithium-ion-battery_fig2_324929541)
- [78] THOMAS, C.E. Sandy. Vehicle Test Mass. In: *AZoCleantech.com* [online]. Manchester: AZoCleantech, 2010 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=214>
- [79] Portfolio společnosti. In: *Tesla* [online]. Palo Alto: Tesla Inc., b.r. [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://www.tesla.com/>

# Seznam obrázků

Obrázek 1: Průřez vozidla na benzínový pohon [71].....	8
Obrázek 2: Průřez vozidla na naftový pohon [72].....	9
Obrázek 3: Průřez vozidla na elektrický pohon [73] .....	10
Obrázek 4: Průřez vozidla na vodíkový pohon [74].....	11
Obrázek 5: Průřez plug-in hybridního vozidla [75] .....	12
Obrázek 6: Průřez vozidlem na hybridní pohon [76].....	13
Obrázek 7: Schéma lithium-ionové baterie [77].....	16
Obrázek 8: Typy konektorů [16].....	20
Obrázek 9: Detail přístrojové desky interiéru vozidla Sion [27] .....	23
Obrázek 10: Poměr hmotnosti ku dojezdu dle druhu elektrovozidla [78] .....	26
Obrázek 11: Solární vozidlo Lightyear One [41] .....	28
Obrázek 12: Portfolio společnosti Tesla [79] .....	40
Obrázek 13: Portfolio společnosti; vozidla ES8 a ES6 [57] .....	48

# Seznam grafů

Graf 1: Počet elektromobilů ve světě (vlastní zpracování, zdroj [49]) .....	33
Graf 2: Počet nabíječek na světě (vlastní zpracování, zdroj [49]) .....	34
Graf 3: Vývoj cen kovů (vlastní zpracování, zdroj [51]) .....	35
Graf 4: Vývoj cen komodit (vlastní zpracování, zdroj [52]) .....	36
Graf 5: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [54]) .....	40
Graf 6: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [54]) .....	41
Graf 7: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [54]) .....	42
Graf 8: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [56]) .....	44
Graf 9: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [56]) .....	45
Graf 10: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [56]) .....	46
Graf 11: Celková aktiva (vlastní zpracování, [57]) .....	48
Graf 12: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [57]) .....	49
Graf 13: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [57]) .....	49
Graf 14: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [58]) .....	52
Graf 15: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [58]) .....	53
Graf 16: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [58]) .....	53
Graf 17: Celková aktiva (vlastní zpracování, zdroj [59]) .....	57
Graf 18: Celkové tržby (vlastní zpracování, zdroj [59]) .....	58
Graf 19: Celkové náklady (vlastní zpracování, zdroj [59]) .....	58
Graf 20: Porovnání tržeb společností (vlastní zpracování) .....	60
Graf 21: Porovnání tržeb společností (vlastní zpracování) .....	61
Graf 22: Porovnání nákladů na R&D společností (vlastní zpracování) .....	61
Graf 23: Porovnání nákladů na R&D společností (vlastní zpracování) .....	62
Graf 24: Prognóza počtu EV v Číně (vlastní zpracování, zdroj [49]) .....	64
Graf 25: Prognóza počtu EV v Evropě (vlastní zpracování, zdroj [49]) .....	65
Graf 26: Prognóza počtu EV v USA (vlastní zpracování, zdroj [49]) .....	66
Graf 27: Prognóza počtu EV v ostatních zemích (vlastní zpracování, zdroj [49]) .....	66
Graf 28: Prognóza vývoje počtu dobíjecích stanic ve světě (vlastní zpracování, zdroj [49]) .....	67
Graf 29: Prognóza vývoje cen komodit (vlastní zpracování, zdroj [51]) .....	68
Graf 30: Prognóza vývoje cen komodit (vlastní zpracování, zdroj [52]) .....	68
Graf 31: Prognóza cen komodit (vlastní zpracování) .....	68
Graf 32: Prognóza tržeb společnosti Tesla (vlastní zpracování, zdroj [54]) .....	69
Graf 33: Prognóza tržeb společnosti BYD (vlastní zpracování, zdroj [56]) .....	70
Graf 34: Prognóza tržeb společnosti NIO (vlastní zpracování, zdroj [57]) .....	70
Graf 35: Prognóza tržeb společnosti Volkswagen (vlastní zpracování, zdroj [58]) .....	71
Graf 36: Prognóza tržeb společnosti Toyota (vlastní zpracování, zdroj [59]) .....	72
Graf 37: Porovnání prognóz vývoje tržeb (vlastní zpracování) .....	74
Graf 38: Porovnání prognóz vývoje tržeb (vlastní zpracování) .....	75

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Dobíjecí režimy (vlastní zpracování, zdroj [14]) .....	20
Tabulka 2: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [54]).....	42
Tabulka 3: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [56]).....	46
Tabulka 4: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [57]).....	50
Tabulka 5: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [58]).....	54
Tabulka 6: Hospodářské výsledky (vlastní zpracování, zdroj [59]).....	59
Tabulka 7: Porovnání hospodářských výsledků společností (vlastní zpracování).....	62
Tabulka 8: Porovnání hospodářských výsledků společností (vlastní zpracování).....	63

# Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Veronika Vanclová

V Praze dne: 14. 05. 2020

Podpis:

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis