

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ  
ELEKTRONIKY**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Dopad rozvoje elektromobility na spotřebu elektrické  
energie v ČR**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Milan HVĚZDA**  
Osobní číslo: **E15B0155P**  
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**  
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**  
Název tématu: **Dopad rozvoje elektromobility na spotřebu elektrické energie v ČR**  
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Z analyzujte současný stav elektromobility v ČR.
2. Zhodnoňte současný stav výroby a spotřeby elektrické energie v ČR.
3. Popište budoucí rozvoj elektromobility v ČR a ve světě.
4. Vytvořte scénáře dopadu rozvoje elektromobility na výrobu a spotřebu elektrické energie v ČR.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. "Očekávaná dlouhodobá rovnováha mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plnu", OTE a.s., 2017.
2. Roční zprávy o provozu ES ČR vypracované ERÚ.
3. Publikace z databází IEEE Xplore Digital Library, Scopus, atd.
4. Publikace CIGRE.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Václav Mužík**


Regionální inovační centrum elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **10. října 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2018**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 10. října 2017

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na současný a budoucí stav elektromobility v České republice. Obsahem práce je zhodnotit současný stav výroby elektrické energie a zjistit zda je její výkon dostatečně připravený na rozvoj elektromobilů. Dalším obsahem práce jsou zpracovány výhody či nevýhody elektromobilů oproti spalovacím motorům. V práci jsou dále zpracovány různé scénáře rozvoje elektromobility v České republice a její dopad na člověka i životní prostředí. Obsahem práce je i předpokládaný počet nabíječek na dvou největších parkovištích nacházejících se v Plzni a jejich celkový příkon, na jejímž základu je porovnán s rezervou aktuálních trafostanic.

## **Klíčová slova**

Elektromobilita, elektromobil, výroba elektrické energie, spotřeba elektrické energie, nabíječka, emise

**Abstract**

The submitted bachelor thesis is focused on current and future state of electromobility in the Czech Republic. Part of the thesis is to evaluate the current state of electric power production and to determine if its performance is sufficiently prepared for the development of electric vehicles. Other work is the processed advantages or disadvantages of electric cars compared to combustion engines. Various scenarios of electromobility development in the Czech Republic and its impact by people and the environment are further elaborated. The content of the work is the assumed number of chargers on the two largest parking spaces in Pilsen and their total consumption, which is based on the comparison of the reserves of the current transformer stations.

**Key words**

Electromobility, electric car, power generation, power consumption, charger, emissions

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 5.6.2018

Milan Hvězda

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavu Mužíkovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

## Obsah

ÚVOD .....	9
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	11
SEZNAM TABULEK .....	12
<b>1 VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE V ČR .....</b>	<b>13</b>
1.1 PRŮŘEZ HISTORIÍ VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE NA NAŠEM ÚZEMÍ .....	13
1.2 SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE V MINULOSTI A DNES .....	16
1.3 SOUČASNÝ STAV VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	18
1.4 SOUČASNÝ STAV SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	19
1.5 VLIV ELEKTROMOBILŮ NA SPOTŘEBU ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	19
1.6 CELOSVĚTOVÝ VÝVOJ VLIVU ELEKTROMOBILU NA SPOTŘEBU ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	21
1.6.1 Scénář IEA RTS .....	21
1.6.2 Scénář IEA B2DS .....	22
1.6.3 Scénář Paris Declaration .....	22
1.6.4 Vývoj vlivu elektromobilu na spotřebu elektrické energie v ČR .....	22
1.7 PŘEHLED DISTRIBUTORŮ ELEKTRINY V ČESKÉ REPUBLICE .....	24
1.7.1 Elektromobilita a Skupina ČEZ .....	25
1.7.2 Elektromobilita a E.ON .....	26
1.7.3 Elektromobilita a PREDistribuce .....	27
1.7.4 inogy (RWE) .....	28
<b>2 ELEKTROMOBILITA .....</b>	<b>29</b>
2.1 SOUČASNÝ STAV ELEKTROMOBILITY V ČESKÉ REPUBLICE .....	29
2.1.1 Nabíjecí stanice v České republice .....	30
2.2 TYPY NABÍJECÍCH STANIC .....	31
2.2.1 Nabíjecí stanice na střídavé napětí .....	32
2.2.2 Nabíjecí stanice na stejnosměrné napětí .....	33
2.3 SOUČASNÝ STAV ELEKTROMOBILITY V ZAHRANIČÍ .....	34
2.4 BUDOUCNOST ELEKTROMOBILITY V ČESKÉ REPUBLICE .....	35
2.5 BUDOUCNOST ELEKTROMOBILITY VE SVĚTĚ .....	37
2.5.1 Rozvoj nabíjecích stanic .....	37
2.6 VÝHODY A NEVÝHODY ROZVOJE ELEKTROMOBILITY .....	38
2.7 POSOUZENÍ PRODUKCE CO <sub>2</sub> BĚHEM ŽIVOTNÍHO CYKLU AUTOMOBILU .....	39
2.7.1 Produkce CO <sub>2</sub> během výroby .....	39
2.7.2 Produkce CO <sub>2</sub> během provozu .....	40
2.7.3 Produkce CO <sub>2</sub> při likvidaci .....	42
2.7.4 Celková produkce CO <sub>2</sub> během jeho životního cyklu .....	42
2.7.5 Další znečišťující látky .....	43
<b>3 DOPAD ROZVOJE ELEKTROMOBILITY NA KONKRÉTNÍCH PŘÍPÁDECH .....</b>	<b>45</b>
3.1 OBCHODNÍ CENTRUM ROKYCANSKÁ .....	46
3.2 OBCHODNÍ CENTRUM OLYMPIA .....	48
3.3 NAPÁJENÍ PARKOVIŠTĚ U OC OLYMPIA .....	50
3.3.1 Parkoviště OC Olympia podle scénáře „Paris Declaration“ .....	52
3.3.2 Parkoviště OC Olympia podle scénáře „IEA RTS“ .....	52
3.3.3 Parkoviště OC Olympia podle scénáře „IEA B2DS“ .....	53
3.3.4 Parkoviště OC Olympia - výsledný příkon nabíječek .....	54
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>55</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>57</b>



## Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na současný a budoucí stav rozvoje elektromobility v České republice i ve světě. Chtěl bych zdůraznit, že se v práci pracuje s aktuálními daty z roku 2017 a 2018. Vzhledem k této skutečnosti pojednává vypracovaná bakalářská práce o nových průzkumech, plánech do budoucna a změnách, které se za poslední dobu udály.

Text je rozdělen do tří částí. První se zabývá samotnou historií výroby elektrické energie a výstavbou rozvodné sítě. Dále se v práci popisuje současný stav výroby a spotřeby elektrické energie v České republice. Tyto data jsou nadále porovnána s plánovaným rozvojem elektromobility a jejich celkovým vlivem na rozvodnou síť.

Druhá část bakalářské práce uvádí současný stav elektromobility nejen v tuzemsku, ale i v zahraničí, a popisuje různé scénáře budoucího rozvoje elektromobility v ČR. Obsahem je také stav o počtu míst, kde lze elektromobil, nebo hybridní automobil nabít a představení aktuálně používaných a do budoucna plánovaných nabíjecích stanic.

Třetí a zároveň poslední část bakalářské práce se zabývá konkrétním případem spotřeby elektromobilů v tuzemsku a to parkovištěm u obchodního centra na Rokycanské a u obchodního centra Olympia. Konkrétně se jedná o odhad poměru jednotlivých stanic na počet elektromobilů a výpočet dílčích příkonů nabíječek v jednotlivých letech zakončené rokem 2050.

## Seznam symbolů a zkratek

g .....	Množství CO <sub>2</sub>
m.....	Hmotnost
Nm .....	Jednotka točivého momentu Newtonmetr
NO <sub>x</sub> .....	Oxidy dusíku
CO.....	Oxid uhelnatý
IEA RTS .....	Reference Technology Scenario (Scénář referenční technologie)
IEA B2DA .....	Beyond Two Degrees Scenario (Nad scénářem 2°C)
PČ .....	Pevné částice
PE .....	Počet elektromobilů
Plug-in hybrid....	Vozidlo s kombinovaným pohonem spalovacího a elektrického motoru
POE.....	Poměr elektromobilů
PPS .....	Počet pomalu nabíjecích stanic
PRS.....	Počet rychlonabíjecích stanic
V .....	Jednotka elektrického napětí Volt
W .....	Práce
kW .....	Jednotka výkonu Kilowatt
Wh .....	Jednotka energie Watthodina
η .....	Účinnost

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 : PŘENOSOVÉ SÍŤE 100 kV V ČR ROKU 1949 [2].....	13
OBRÁZEK 2 : INSTALOVANÝ VÝKON FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN V MW [4].....	15
OBRÁZEK 3 : ELEKTRICKÁ PŘENOSOVÁ SOUSTAVA V ČR ROCE 2014 [5].....	15
OBRÁZEK 4 : DLOUHODOBÁ SPOTŘEBA ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE [6] .....	17
OBRÁZEK 5 : DETAILNĚJŠÍ SPOTŘEBA ELEKTŘINY V ČR MEZI LETY 1993 – 2016 [6].....	17
OBRÁZEK 6 : PODÍL PALIV A TECHNOLOGIÍ NA VÝROBĚ ELEKTŘINY BRUTTO – 2016 [4].....	18
OBRÁZEK 7 : VÝVOJ VÝROBY ELEKTŘINY BRUTTO Z OZE A JEJICH PODÍL NA TUZEMSKÉ BRUTTO SPOTŘEBĚ V (TWH) [4].....	19
OBRÁZEK 8 : GRAFICKÝ ZNÁZORNĚNÉ SCÉNÁŘE VÝVOJE ELEKTROMOBILITY VE SVĚTĚ [8].	21
OBRÁZEK 9 : GRAFICKÝ ZNÁZORNĚNÉ SCÉNÁŘE VÝVOJE ELEKTROMOBILITY V ČR.....	23
OBRÁZEK 10 : MAPA DISTRIBUTORŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE [4] .....	24
OBRÁZEK 11 : RENAULT ZOE [18].....	29
OBRÁZEK 12 : MAPA NABÍJECÍCH STANIC V ČR [19].....	30
OBRÁZEK 13 : STANDARTNÍ KONEKTORY UMOŽŇUJÍCÍ PŘIPOJENÍ NABÍJENÍ [20] .....	31
OBRÁZEK 14 : NABÍJECÍ STANICE S AC KONEKTORY OD SPOLEČNOSTI ČEZ [20].....	32
OBRÁZEK 15 : NABÍJECÍ STANICE S DC KONEKTORY OD SPOLEČNOSTI ČEZ [20].....	33
OBRÁZEK 16 : RŮST PODÍLU ELEKTROMOBILŮ NA TRHU VE SVĚTĚ OD ROKU 2010 [24].....	35
OBRÁZEK 17 : PROTOTYP ŠKODA VISION E [28] .....	36
OBRÁZEK 18 : MAPA SÍŤE ZAPOJENÝCH TRANSFORMÁTORŮ U OC OLYMPIA .....	50
OBRÁZEK 19 : DLOUHODOBÝ ODHAD VÝVOJE ELEKTROMOBILITY V ČR.....	51
OBRÁZEK 20 : VÝSLEDNÉ PŘÍKONY NABÍJEČEK BĚHEM NĚKOLIKA LET .....	54

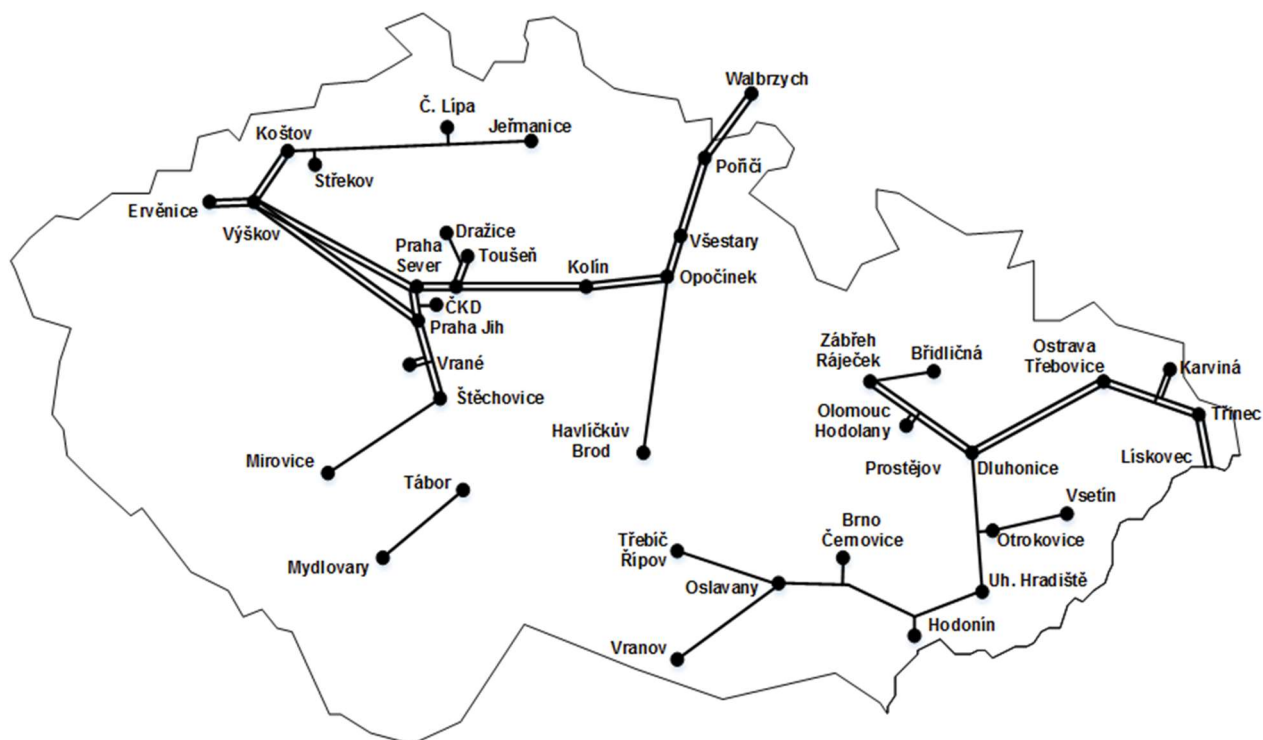
## Seznam tabulek

TABULKA 1 : PODÍL METOD VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V ČR [4].....	18
TABULKA 2 : SOUČASNÁ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE V ČR [4].....	19
TABULKA 3 : VYBRANÉ ELEKTROMOBILY .....	20
TABULKA 4 : SHRNUÍ ČEZ.....	25
TABULKA 5 : SHRNUÍ E.ON.....	26
TABULKA 6 : SHRNUÍ PŘEDISTRIBUCE .....	27
TABULKA 7 : SHRNUÍ INNOGY.....	28
TABULKA 8 : VYPRODUKOVANÉ CO2 BĚHEM VÝROBY .....	40
TABULKA 9 : VYPRODUKOVANÉ CO2 BĚHEM PROVOZU.....	42
TABULKA 10 : VYPRODUKOVANÉ CO2 BĚHEM LIKVIDACE .....	42
TABULKA 11 : VYPRODUKOVANÉ CO2 ZA CELÝ ŽIVOTNÍ CYKLUS VOZIDLA .....	43
TABULKA 12 : EMISNÍ LIMITY NORMY EURO VI .....	43
TABULKA 13 : EMISNÍ FAKTORY VÝROBY ELEKTŘINY V ČR NA 1KWh [40].....	43
TABULKA 14 : OSTATNÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY [41] .....	44
TABULKA 15 : POČET PARKOVACÍCH MÍST NA JEDNOTLIVÝCH PARKOVIŠTÍCH .....	45
TABULKA 16 : POČET AUTOMOBILŮ V ČR.....	47
TABULKA 17 : SHRNUÍ JEDNOTLIVÝCH PARKOVIŠŤ.....	49
TABULKA 18 : PŘÍKONY NABÍJEČEK DLE SCÉNÁŘE "PARIS DECLARATION" .....	52
TABULKA 19 : PŘÍKONY NABÍJEČEK DLE SCÉNÁŘE "IEA RTS" .....	52
TABULKA 20 : PŘÍKONY NABÍJEČEK DLE SCÉNÁŘE "IEA B2DS" .....	53

# 1 Výroba elektrické energie v ČR

## 1.1 Průřez historií výroby elektrické energie na našem území

Prvním výrazným krokem pro zavedení elektřiny v České Republice bylo elektrické osvětlení, které se u nás po vynalezení žárovky vyskytlo poměrně rychle. Jako první elektrárna u nás a zároveň i první v Evropě byla uvedena do provozu v Brně roku 1881. Roku 1882 bylo v Praze před Staroměstskou radnicí rozsvíceno prvních sedm obloukových lamp. První energetické podniky u nás začaly vznikat roku 1919 s rozvodem třífázové soustavy po celé republice. [1]



Obrázek 1 : Přenosové sítě 100 kV v ČR roku 1949 [2]

Díky velké zásobě hnědého uhlí na našem území vyráběly elektřinu z 96 procent uhelné elektrárny, které rovněž dodávaly teplo do firem i domácností. Účinnost tepelně uhelných zdrojů byla díky kombinovanému cyklu využití tepla s výrobou elektřiny zvýšena o 20 procent. Postupem času z důvodu ekologie a využitím jiné technologie pro výrobu elektřiny je hustota tepelných elektráren snižována a dnes vyrobí cca 57 procent elektrické energie.

Společně s tepelnými elektrárnami se u nás již počátkem první republiky začaly rozvíjet malé vodní elektrárny, které roku 1933 podpořila výstavba velkých vodních elektráren.

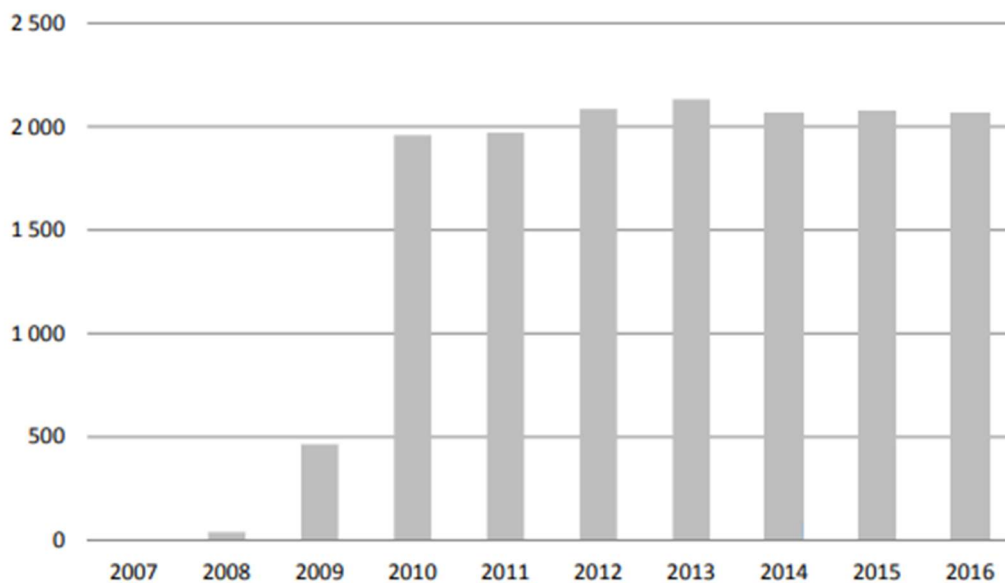
Hydroenergetika měla v českých zemích technologickou základnu na světové úrovni, první vodní motory u nás vznikaly již roku 1698.

První plynová elektrárna u nás vznikla roku 1995 a je zatím jediná svého druhu v ČR. Jedná se o paroplynovou elektrárnu PPC Vřesová a funguje na technologii zplyňování hnědého uhlí. Další paroplynová elektrárna se nachází v Kladně a je využívána především v denních špičkách. Spaluje zemní plyn i topný olej. Poslední elektrárnou tohoto typu se nachází v Počeradech, ta se však díky skokovému poklesu cen elektřiny zatím nevyplatí dlouhodobě provozovat.

Na výrobě elektrické energie se roku 1985 začala podílet jaderná elektrárna Dukovany, jejíž výstavba započala již v roce 1978. O pár let později, tedy roku 2002, se k ní přidala jaderná elektrárna Temelín. Instalovaný výkon těchto dvou elektráren tvoří cca 20 procent z celkového výkonu všech zdrojů v ČR.

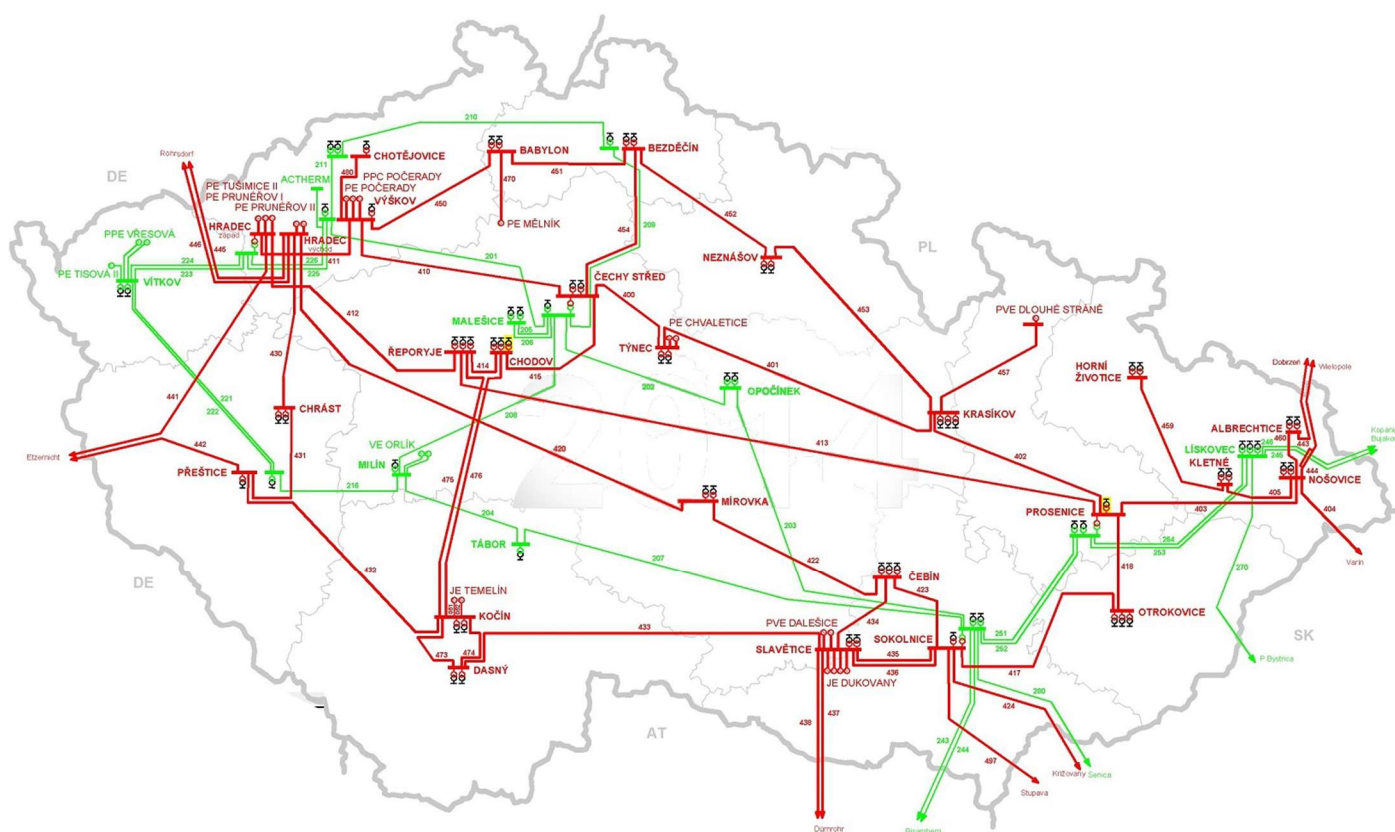
Výstavba větrných elektráren u nás započala již v 80. letech, jejich velký rozvoj byl však zaznamenán až po pádu socialismu díky dodavatelům ze zahraničí. V polovině 90. let začalo docházet k výstavbě větrných parků o celkovém výkonu několika desítek MW. V dnešní době je podíl větrných elektráren u nás bezmála jedno procento a nacházíme se tak až na čtvrtém místě od konce v porovnání s ostatními státy v Evropě. Vůbec největším podílem se chlubí Dánsko, kde větrné elektrárny vyrábí 43 procent výroby elektrické energie. [3]

Solární elektrárny se u nás začaly provozovat koncem 90. let, přesněji roku 1997 byla u nás vybudována první fotovoltaická elektrárna FVE Mravenečník. Později roku 2002 začalo být využívání sluneční energie podporováno státem výkupem elektřiny jimi vyrobenou.



Obrázek 2 : Instalovaný výkon fotovoltaických elektráren v MW [4]

Takto vypadá elektrická rozvodná síť v České Republice dnes.



Obrázek 3 : Elektrická přenosová soustava v ČR roce 2014 [5]

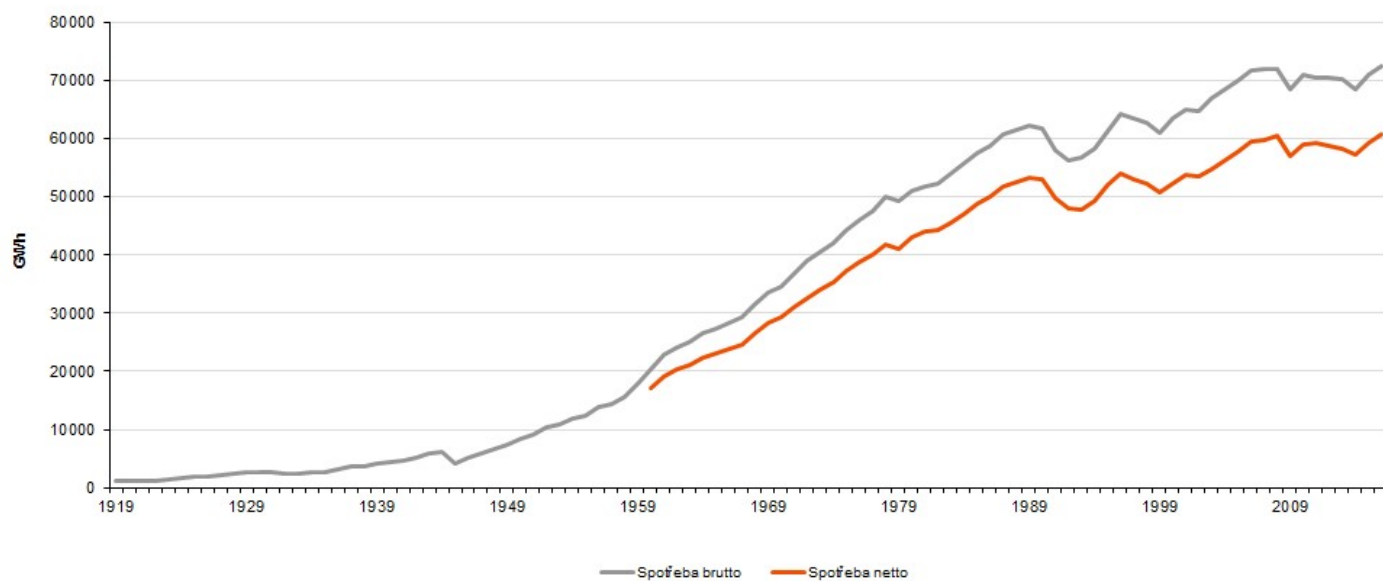
## 1.2 Spotřeba elektrické energie v minulosti a dnes

Je zřejmé, že potřeby elektřiny byly na počátku 20. století oproti dnešku minimální. Využití elektřiny bylo především v průmyslu a v domácnostech se pouze svítilo. Rok 2016 se pro Českou Republiku stal dokonce rekordním ve spotřebě elektřiny. Tenhle rok se ovšem brzy posune, poněvadž spotřeba bude neustále stoupat. Není se čemu divit, velké změny klimatických podmínek se také velice podílí na těchto hodnotách. Dříve se vytápělo dřevem, nebo uhlím a dnes je jeden z možných způsobů vytápění opět elektřina. Pro snížení teplot se naopak používají klimatizace, o kterých si mohli naši předci nechat jen zdát. Ta se zatím v českých domácnostech příliš nevidí, ovšem ve firmách je nutností. Jinak jsou na tom například obyvatelé USA, kde se klimatizace využívají běžně, stejně jako u nás radiátor a spotřeba proudu se tam pohybuje ve větších číslech v letních měsících, než v zimních. Zvednutí celkové spotřeby se týká také elektromobilů. V posledních letech se u nás začíná rozvíjet pojem zvaný „Smart City“. Obsah, který se pod tímto názvem skrývá, se netýká pouze elektromobility, ale celkové elektroniky kolem nás, která se zabývá hlavně dopravou ve městech. S postupnou realizací tohoto obsahu bude docházet nejen k optimalizaci dopravy, případně spotřeby energie, ale i celkové zvýšení spotřeby elektrické energie, protože veškerou práci bude obstarávat elektronika.

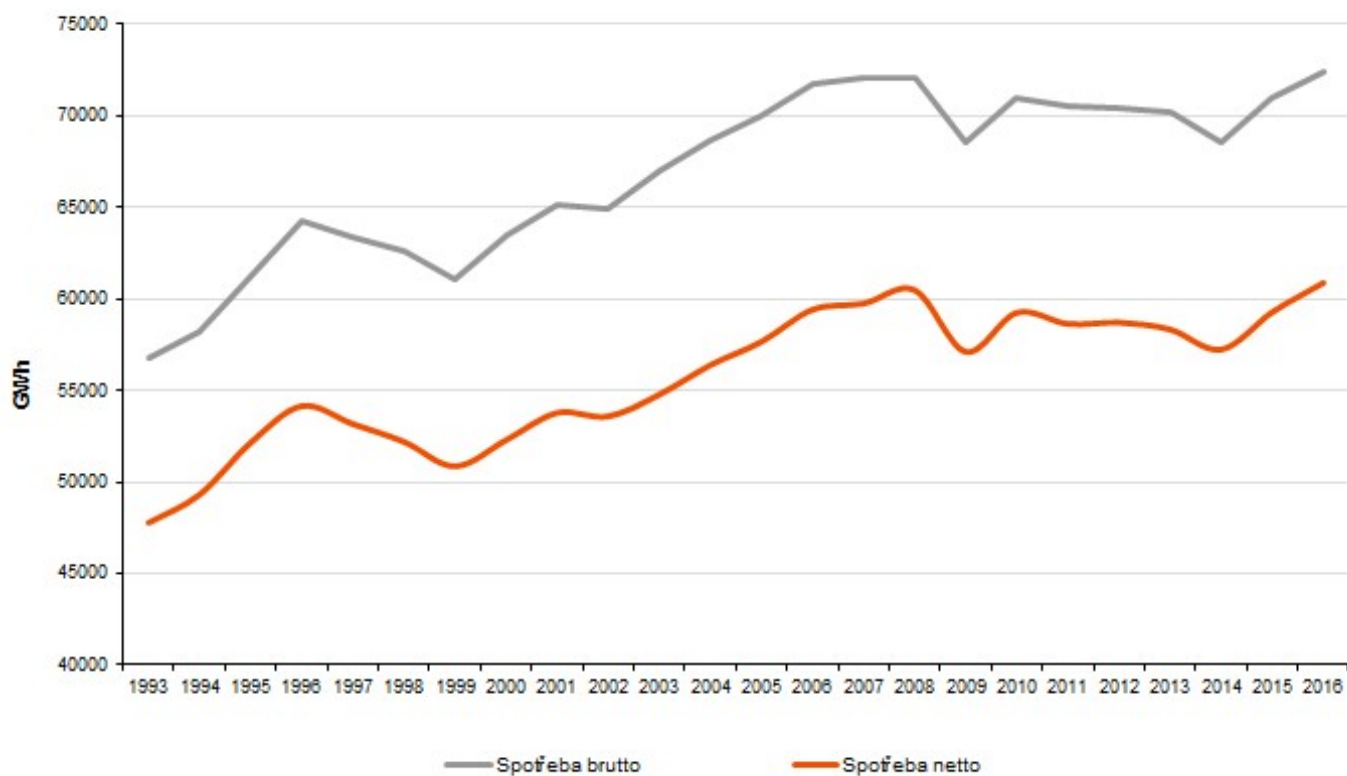
V roce 1919 začalo docházet ke vzniku prvních elektrárenských společností, roční spotřeba se zde pohybovala okolo 1000 GWh. Spotřeba neustále pomalu rostla až do roku 1929, kde byl pokles způsoben pravděpodobně Velkou hospodářskou krizí, která trvala do roku 1939. Další výrazný pokles nastal koncem druhé světové války, kde došlo až k třetinovému poklesu oproti přechozímu roku. Následně roku 1945 došlo k prvnímu mezinárodnímu propojení s polskou elektrárnou. Od té doby spotřeba elektřiny neustále rostla až do období Sametové revoluce, kde došlo k transformaci tržní ekonomiky. Dalším výrazným poklesem byla světová krize roku 2009. Předpokládá se, že nadále poroste spotřeba elektrické energie podobným tempem, jako mezi roky 2000 až 2008. [1]



Dlouhodobý vývoj spotřeby elektřiny v ČR (1919 - 2016)



Obrázek 4 : Dlouhodobá spotřeba energie v České Republice [6]



Obrázek 5 : Detailnější spotřeba elektřiny v ČR mezi lety 1993 – 2016 [6]

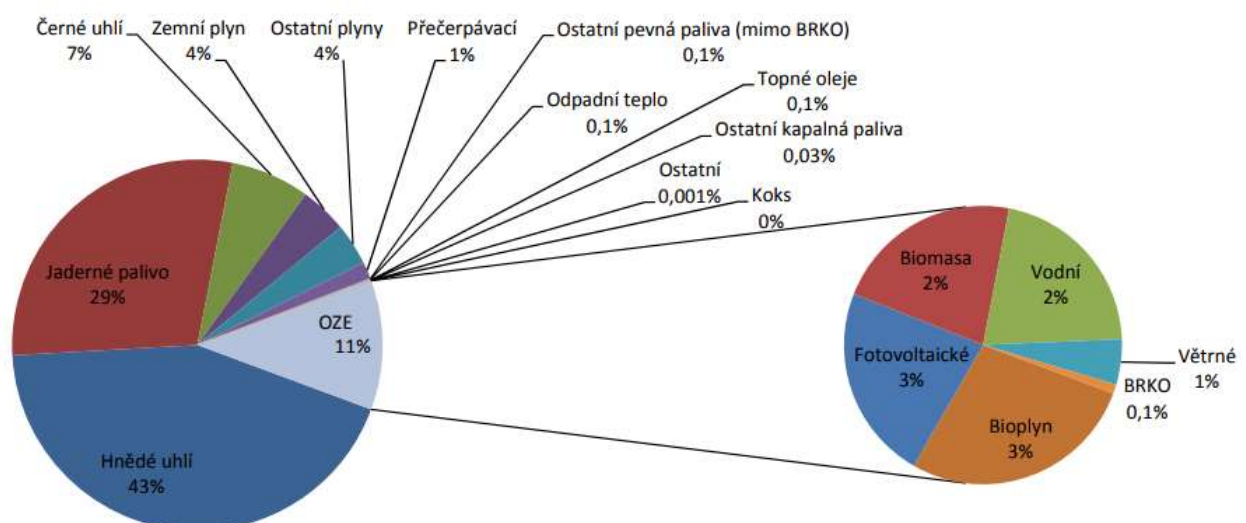
### 1.3 Současný stav výroby elektrické energie

Z tabulky je zřejmé, že většina elektrické energie v ČR je vyrobena v tepelných elektrárnách. Díky přibývání elektráren využívajících obnovitelné zdroje energie se dá předpokládat, že jejich podíl bude klesat. Aktuálně je však jejich podíl na výrobě v ČR velmi malý.

Tabulka 1 : Podíl metod výroby elektrické energie v ČR [4]

Palivo a technologie	Vyrobená elektřina [GWh]
Hnědě uhlí	36 228,1
Jaderné palivo	24 104,2
Černé uhlí	5 719,9
Zemní plyn	3 422,2
Ostatní plyny	3 036,2
Bioplyn	2 600,5
Fotovoltaické	2 131,5
Biomasa	2 067,4
Vodní	2 000,5
Přečerpávací	1 201,5
Větrné	497,0
BRKO	98,6
Ostatní pevná paliva	78,3
Odpadní teplo	46,0
Topné oleje	44,3
Ostatní kapalná paliva	25,0
Ostatní	0,8
Koks	0,0
<b>CELKOVÁ</b>	<b>83 301,9</b>

Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto - 2016

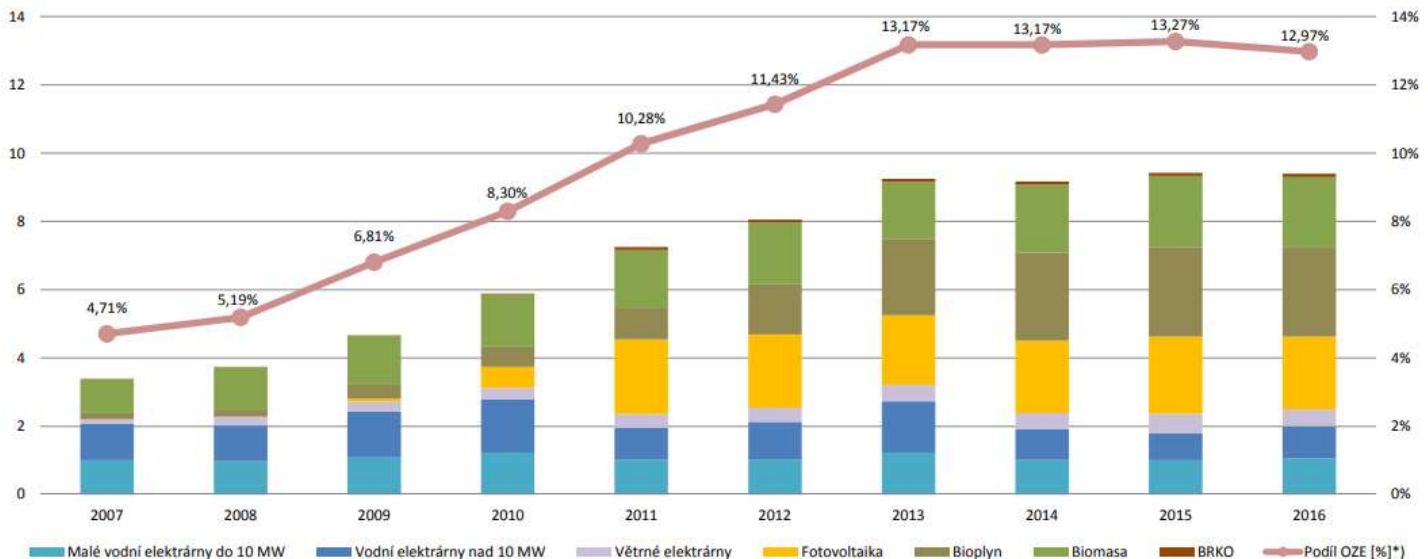


Obrázek 6 : Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – 2016 [4]

## 1.4 Současný stav spotřeby elektrické energie

Tabulka 2 : Současná spotřeba elektrické energie v ČR [4]

<b>Výroba elektřiny brutto (hrubá)</b>	<b>83 301,9 [GWh]</b>
Výroba elektřiny netto (čistá)	77 415,3 [GWh]
<b>Spotřeba elektřiny brutto (hrubá)</b>	<b>72 418,3 [GWh]</b>
Spotřeba elektřiny netto (čistá)	60 881,4 [GWh]



Obrázek 7 : Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a jejich podíl na tuzemské brutto spotřebě v (TWh) [4]

## 1.5 Vliv elektromobilů na spotřebu elektrické energie

Vzhledem k tomu, že jsou elektromobily poháněné elektrickým proudem, tak budou pravděpodobně výrazně ovlivňovat celkovou spotřebu elektráren v ČR. Vše bude záviset na rychlosti nabíjení a počtu elektromobilů jezdících na našem území. Aby se následný výpočet co nejvíce podobal realitě, je třeba vzít v potaz průměrnou hodnotu spotřeby energie a kapacitu baterie z více elektromobilů, u kterých je reálné, že se ve světě, a u nás budou pohybovat. Do výpočtu lze zařadit nejprodávanější známá auta za rok 2017, jedná se o elektromobily Renault ZOE, Tesla Model S, Nissan Leaf a BMW i3. Renault ZOE se chlubí dojezdem až 400 km, spotřebou 12,81 kWh / 100 km a kapacitou baterie 41 kWh. U elektromobilu Tesla Model S výrobce udává maximální možný dojezd 490 km, kombinovanou spotřebu 19,13 kWh / 100 km a kapacitu 75 kWh. Nissan Leaf nové generace ujede na jedno nabití 378 km se spotřebou velice podobnou Renaultu ZOE okolo 13 kWh / 100 km a kapacitou baterie 40 kWh. Jako poslední elektromobil BMW i3 o kapacitě baterie 33 kWh, spotřebou 12,6 kWh a maximálním dojezdem 300 km. [7]

Tabulka 3 : Vybrané elektromobily

Elektromobil	Renault ZOE	Tesla Model S	Nissan Leaf II	BMW i3
Průměrná spotřeba [kWh/100km]	12,81	19,13	12,99	12,60
Maximální nájezd [km]	400	490	378	40
Kapacita baterie [kWh]	41	75	40	33

Průměrná spotřeba na sto ujetých kilometrů u vypsáných automobilů s pohonem na elektrický proud se v přepočtu pohybuje okolo 14,383 kWh / 100 km. Na jeden kilometr tedy připadá 143,83 Wh. Tyto elektromobily mají průměrný dojezd kolem 392 km. Při téhle spotřebě by elektromobil spočítaný z průměrných výpočtů potřeboval na zdolání této vzdálenosti baterii o kapacitě 56 kWh.

Pokud to shrneme, tak elektromobil s dojezdem 392 km, baterií 56 kWh a kombinovanou spotřebou 14,383 kWh / 100 km spotřebuje zjednodušeně ze sítě každých 392 km již uvedených 56 kWh. Toto číslo však není konečné, protože je třeba brát v potaz i účinnost nabíječky, která se pohybuje okolo 80 - 90%.

$$W_{skutečné} = \frac{\eta_{100\%}}{\eta_{90\%}} \cdot W_{baterie} = \frac{1}{0,9} \cdot 56 \cong 62 \text{ kWh} \quad (1)$$

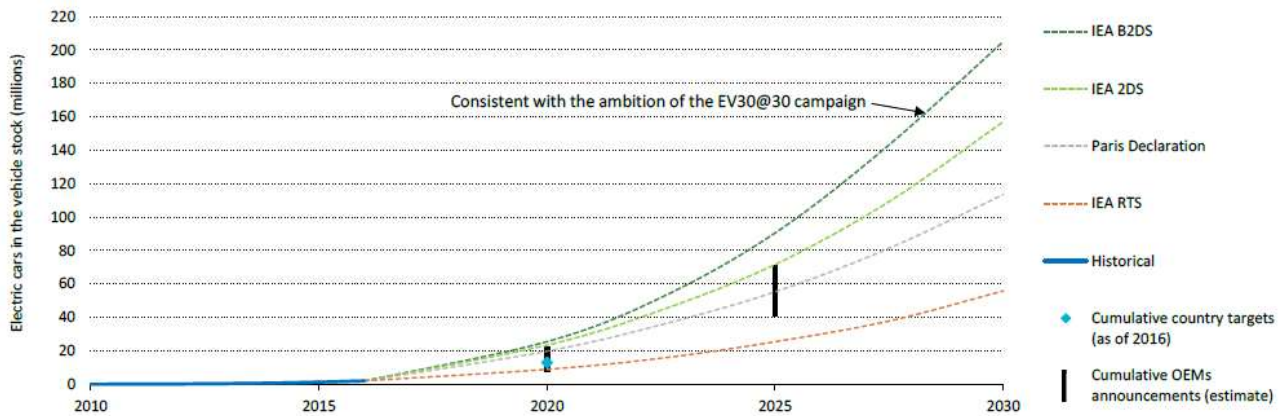
Člověk, který najezdí denně autem do práce vzdálené 25 km, baterku vybije za 15 pracovních dní. Za celý rok najezdí cca 12 000 km. S připočtením cest mimo práci, nabíjecí stanici, případně do servisu budu dále počítat s 15 000 kilometrovým nájezdem ročně. Toto číslo také odpovídá průměrnému ročnímu nájezdu řidiče v ČR.

$$W_{rok} = \frac{d_{rok}}{d_{baterie}} \cdot W_{skutečné} = \frac{15000}{392} \cdot 62 = 2372,45 \text{ kWh} \quad (2)$$

Auto bude muset být tedy třicet-osmkrát za celý rok nabité a vezme si ze sítě 2 372,45 kWh.

## 1.6 Celosvětový vývoj vlivu elektromobilu na spotřebu elektrické energie

Dle zpracovaných scénářů celosvětového plánu Outlook EV jsou vidět jednotlivé dlouhodobé odhady rychlosti přibývání vozidel s elektrickým pohonem.



Obrázek 8 : Graficky znázorněné scénáře vývoje elektromobility ve světě [8]

### 1.6.1 Scénář IEA RTS

Při nejpomalejším přírůstku elektromobilů na celosvětový trh se podle scénáře zvaného „IEA RTS“ bude roku 2030 nacházet ve světě celkem 60 milionů vozidel s pohonem na elektrický proud. Scénář tedy popisuje nárůst o celkových 2 000 procent ze současného počtu 3 milionů elektromobilů. Pro následný výpočet odhadované zvýšené spotřeby elektrické energie v tomto příkladu lze dosadit výsledky z přechozích výpočtů.

$$W_{IEA\,RTS} = W_{rok} \cdot PE_{roku\,2030\,(IEA\,RTS)} = 2372,45 \cdot 60\,000\,000 = 142,3\,TWh \quad (3)$$

Globální spotřeba elektrické energie za rok 2016 činila 24 659 TWh [9]. V porovnání s výslednou spotřebou, kterou spotřebují elektromobily ve světě dle scénáře s nejpomalejším přírůstkem elektromobilů na trh, se jedná o zanedbatelná čísla okolo několika desetin procenta.

### 1.6.2 Scénář IEA B2DS

Nyní, naopak zvažím nejrychlejší scénář, který počítá v roce 2030 s 200 miliony vozidel na čistý elektrický pohon. Pro výpočet lze použít stejný postup jako v předešlém scénáři.

$$W_{IEA\ B2DS} = W_{rok} \cdot PE_{roku\ 2030\ (IEA\ B2DS)} = 2372,45 \cdot 200\ 000\ 000 = 474,5\ TWh \quad (4)$$

Po spočítání vyjde číslo 474,5 TWh, které je v porovnání s celkovou globální spotřebou také zanedbatelným číslem. V přepočtu na procenta se jedná o 1,9 procentní přírůstek.

### 1.6.3 Scénář Paris Declaration

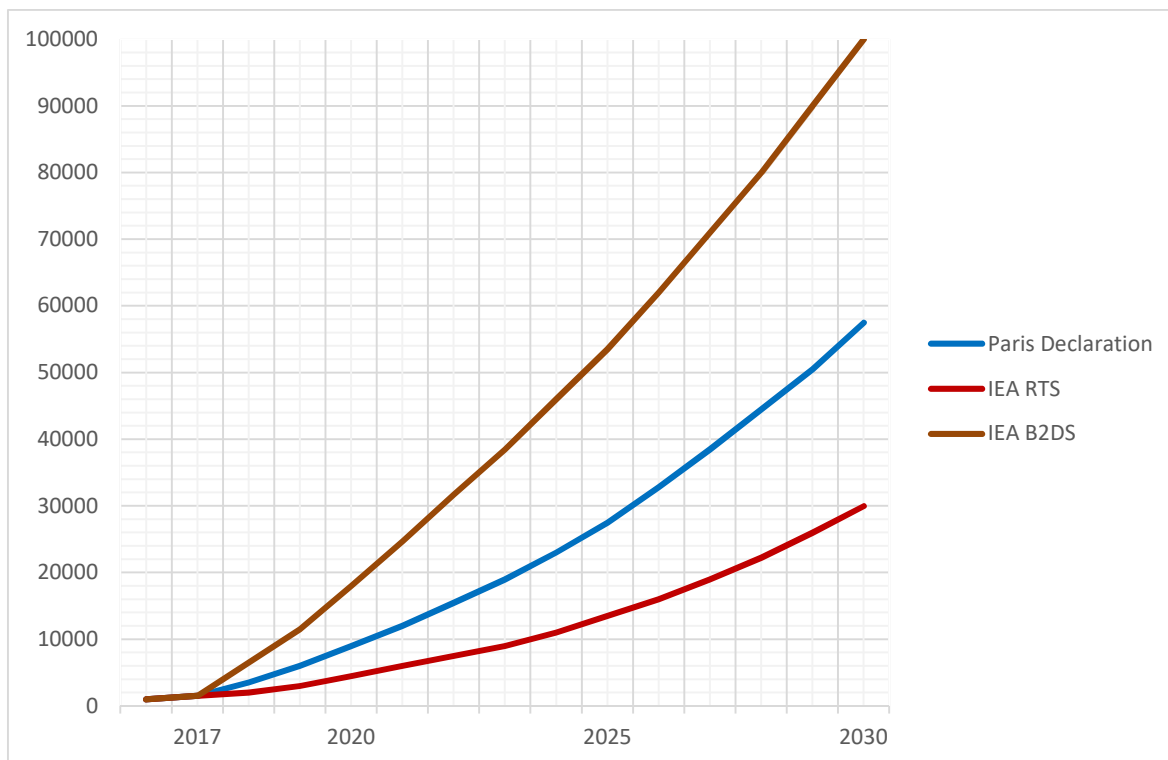
Nejreálněji ze všech možných světových scénářů se tváří scénář zvaný Paris Declaration. Ten udává pro rok 2030 okolo 115 milionů elektromobilů.

$$W_{Paris\ Declaration} = W_{rok} \cdot PE_{roku\ 2030\ (Paris\ Declaration)} = 2372,45 \cdot 115\ 000\ 000 = 272,8\ TWh \quad (5)$$

Jednalo by se o 1,1 procentní přírůstek spotřeby elektrické energie ve světě.

### 1.6.4 Vývoj vlivu elektromobilu na spotřebu elektrické energie v ČR

Pro Českou republiku nejlépe připadá scénář Paris Declaration. Pokud by se vývoj elektromobilů v tuzemsku držel tohoto scénáře, znamená to, že zde může v roce 2030 jezdit 57 495 elektromobilů. Jednalo by se tak o 3 833 procentní přírůstek. S tímto počtem by elektromobily, respektive průměrné hodnoty aktuálně nejprodávanějších elektromobilů v ČR spotřebovaly za celý rok 136,4 MWh elektrické energie. Pro porovnání skupina ČEZ počítá s tím, že v tuzemsku bude kolem roku 2025 jezdit dvacet až třicet tisíc elektromobilů. Pokud se nemýlí, tak s třiceti tisíci vozidel na elektrický pohon a průměrným nájezdem 15 000 km ročně by spotřeba elektromobilů v ČR činila 71,1 MWh. Celková spotřeba v ČR minulý rok činila 72,4 TWh. Jedná se o tisícinu procenta z celkové spotřeby a tak tato čísla spotřebu elektrické energie nijak výrazně neovlivní.



Obrázek 9 : Graficky znázorněné scénáře vývoje elektromobility v ČR

S nahrazením všech aut v České republice čistými elektromobily, tedy okolo pěti miliónů vozů, by roční spotřeba byla 11,8 TWh. Toto číslo by zvedlo celkovou spotřebu elektrické energie o 16 procent. Z orientačního výpočtu je patrné, že i přes velká čísla, by 100 procentní podíl elektromobilů v ČR nepředstavoval problém ani pro současný instalovaný výkon elektráren. Těchto čísel však v období minimálně 30ti let nedosáhneme. Navíc s postupným vývojem, který bude pravděpodobně rychlejší, než nahrazování automobilů se spalovacím motorem se budou tato čísla výrazně měnit.

Z předkládaných scénářů vyplývá, že elektromobily mají na spotřebu energie minimální vliv a nepředstavují tak v této oblasti žádný problém. Jedním z vybraných vozů, zahrnutý v průměrných výpočtech je vůz Tesla Model S, který představuje náročnější elektromobil na elektrickou energii, a tak s počítáním reálných průměrných hodnot všech možných elektromobilů různých tříd, budou výsledná čísla spotřeby ještě menší. Hlavním problémem je samotné nabíjení a s přibývajícím elektromobily bude tento problém narůstat. Velkou roli tak bude hrát rychlost a způsob nabíjení. Aktuálně se průměrná doba nabíjení elektromobilu pohybuje okolo dvou hodin do plného nabití. V porovnání s klasickým tankováním fosilních

paliv je tato doba opravdu dlouhá a je tedy zřejmé, že je elektromobil potřeba nabíjet i jinak, než jen na čerpacích stanicích, jaké známé dnes.

## 1.7 Přehled distributorů elektřiny v České republice

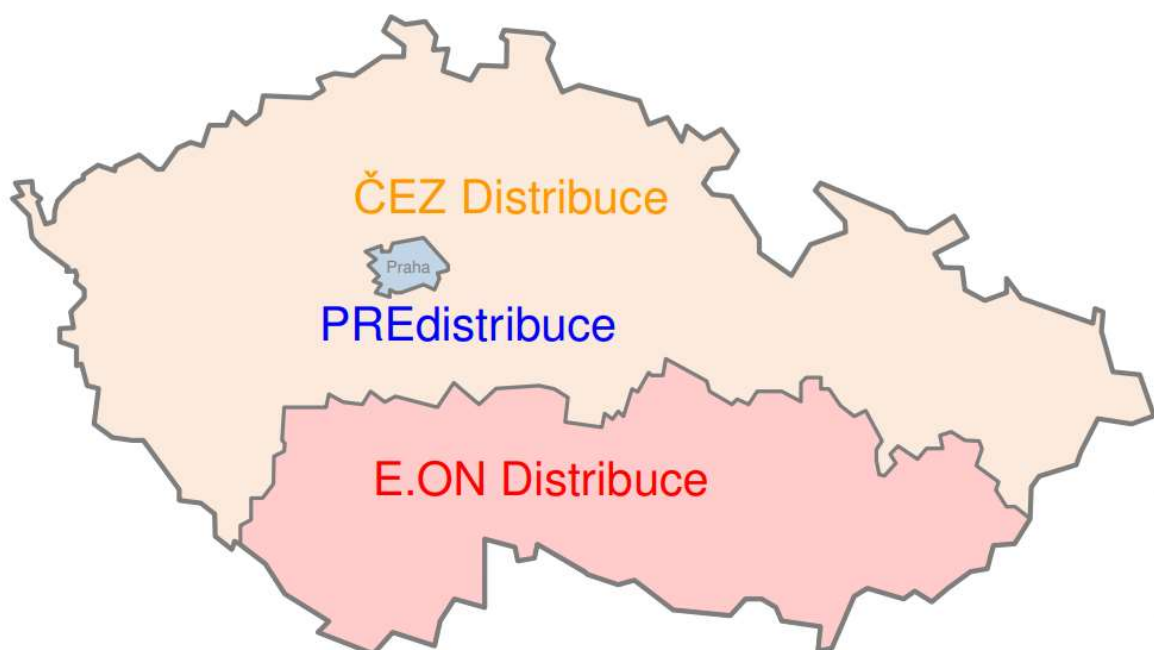
V České republice máme celkem pět distributorů vyrábějících elektrický proud. Mezi největší patří společnost **ČEZ Distribuce a.s.**, která působí po celé republice.

Druhou největší společností je **E.ON Distribuce a.s.**, která působí především na Moravě a v jižních Čechách.

Další společností je společnost **PREdistribuce a.s.**, která působí především v Praze a jejím okolí.

V Praze dále působí další společnost nesoucí název **Pražská plynárenská Distribuce a.s.**, která podporuje především vozy s pohonem na zemní plyn, tzv. CNG.

Poslední společností je společnost **innogy**, která je součástí společnosti RWE. Vyrábí elektrickou energii a je největším dodavatelem zemního plynu v České republice.



Obrázek 10 : Mapa distributorů elektrické energie [4]



### 1.7.1 Elektromobilita a Skupina ČEZ

Skupina ČEZ je největším energetickým uskupením působícím ve střední a jihovýchodní Evropě. Produkuje 75 procent veškeré elektrické energie v ČR. Elektromobilitě se věnuje již od roku 2009 a provozuje největší síť veřejných dobíjecích stanic v České republice. ČEZ věří v úspěch elektromobility a má svůj strategický plán, který je součástí strategické iniciativy zvané FUTUR/E/MOTION. Další plán, který výrazně posiluje myšlenky ČEZu je „Národní akční plán čisté mobility“, který vláda ČR schválila v roce 2016. ČEZ prohlašuje, že jejich vizí je z dlouhodobého pohledu hlavním cílem projektu vybudování funkčních a uživatelsky přívětivých sítí dobíjecích stanic, které optimálně pokryjí celou ČR dobíjecí infrastrukturou a umožní pohodlné dobití elektromobilu, jak v místě jeho používání, tak i na cestách. ČEZ nabízí široký výběr příslušenství pro veřejné dobíjecí stanice, ale i dobíjení doma. Nabízí také tarif za 450 Kč měsíčně, kde majitel elektromobilu obdrží čip, se kterým může neomezeně nabíjet na stanicích ČEZ.

ČEZ má mnoho partnerů, kteří celou strategii posilují, a to od samotných výrobců elektromobilů jako jsou Hyundai, Peugeot, Volkswagen, Škoda a další, tak i od výrobců nabíjecích stanic, jejímž největším dodavatelem je firma ABB. [10]

Projekt Elektromobilita ČEZ v současnosti provozuje nejrozsáhlejší síť veřejných dobíjecích stanic pro elektromobily v České republice – řidičům je k dispozici 85 stanic, z toho 35 rychlonabíjecích.

Tabulka 4 : Shrnutí ČEZ

Významné projekty	FUTUR/E/MOTION, /EP/MOBILITA
Počet nabíjecích stanic	85
Partneři	EU, Hyundai, Peugeot, VW, Škoda, ABB, ...
Spolupráce s vládou	Ano

### 1.7.2 Elektromobilita a E.ON

E.ON patří k dalším společnostem výrazně podporujících rozvoj elektromobility s vizí snížit tak závislost dopravy na ropě. Zabývají se jak elektromobilitou, tak pohonem na zemní plyn pomocí CNG. E.ON jako první vybudoval první veřejnou nabíjecí stanici pro elektromobily v České republice. Další podporu, kterou E.ON zrealizoval v roce 2010 bylo zapůjčení elektrických skútrů městské policii v Českém Krumlově a Českých Budějovicích. E.ON od roku 2013 také provozuje síť elektro půjčoven, kde si lze zapůjčit elektrické skútry nebo kola. Společnost je součástí projektu zvaném „Konsorcium NEXT-E“, který má v blízké době vybudovat 252 dobíjecích stanic na území střední a východní Evropy. Minulý rok společnost spustila další kampaň na propagaci elektromobility. Tato kampaň chce poukázat na to, že v elektromobilitě je budoucnost. Jejím cílem tedy není prodej, ale ukázka speciálních vozidel poháněna pouze elektřinou. „Reklamní spot na tuto kampaň se točil přímo u jezera EI Mirage v Mohavské poušti v Kalifornii a dle reklamního sloganu při něm nebyla prolita ani kapka benzínu.“ K vidění nejsou pouze elektrická auta, ale třeba i nejrychlejší sériově vyráběná motorka na světě Superbike Lightning. [11] E.ON si také nechala navrhnout prototyp super sportu nesoucí název Taychon Speed od společnosti RAESR. Tento vůz připomínající Batmobil se vyvíjí již od roku 2012 a je poháněn šesti elektromotory o výkonu 1 250 koní a točivým momentem neuvěřitelných 4 948 Nm. Z 0 na 100 km/h tak auto dosáhne během tří sekund [12]

E.ON v České republice provozuje flotilu elektromobilů Smart Fortwo Ed a dodávkový vůz Vito E-Cell od výrobce Mercedes-Benz.

E.ON aktuálně provozuje 3 nabíjecí stanice pro elektromobily v Brně a Humpolci.

Tabulka 5 : Shrnutí E.ON

Významné projekty	Konsorcium NEXT-E, E.ON Drive, eMobilita
Počet nabíjecích stanic	3
Partneři	Clever, EU
Spolupráce s vládou	Ano

### 1.7.3 Elektromobilita a PREdistribuce

Společnost PRE provozuje projekt zvaný PREmobilita, kde se snaží rozvíjet veškeré moderní trendy ve využívání elektřiny. PRE tak buduje síť nabíjecích stanic zvaných PREpoint, které se nachází především v Praze. Dále prodává a půjčuje elektrokola, tzv. PREkolo a v roce 2015 vybudoval půjčovnu elektromobilů a plug-in hybridů různých značek. Nově také PRE nabízí leasing elektromobilů, kde lze s využitím operativního leasingu pořídit auta značky Nissan, BMW a Volkswagen. Počátkem února roku 2018 spustila společnost PRE ve spolupráci s hlavním městem v Pražských Holešovicích rychlonabíjecí stanici využívající energie ze solárních panelů. Přebytečná energie se uchovává v akumulátorech a v případě překročení její kapacity může dodávat energii do elektrické sítě. V případě zájmu společnost plánuje vystavět více těchto stanic.

Tabulka 6 : Shrnutí PREdistribuce

Významné projekty	PREmobilita, PREkolo
Počet nabíjecích stanic	30
Partneři	Hlavní město Praha, Alza, ČVUT, Sparta Praha
Spolupráce s vládou	Ne

### 1.7.4 innogy (RWE)

Další společnost výrazně podporující elektromobilitu působící po celé Evropě, ve které má více jak 2000 dobíjecích stanic. Jedná se o jeden z největších energetických podniků sídlící v Německu. Jejich projekt se nazývá eMobilita a kromě veřejných nabíjecích stanic vyrábí i malé dobíjecí adaptéry do domácností, či firem. innogy umožňuje šetření elektrickým proudem, a proto vyvinulo akumulátory, které lze nabíjet ze solárních panelů umístěných na střeše a energii z nich nadále zužitkovat pro nabíjení elektromobilu.



Obrázek 10 : „innogy eBox Smart vlevo, innogy eStation smart vpravo [13]

V únoru letošního roku se společnost innogy stala novým partnerem skupiny DHL v Německu. Ta má již od roku 2016 elektricky poháněné dodávky pro rozvoz pošty a s innogy se dohodly na vybudování infrastruktury dobíjecích stanic na logistických místech. [14]

Tabulka 7 : Shrnutí innogy

Významné projekty	eMobilita
Počet nabíjecích stanic	2
Partneři	
Spolupráce s vládou	Ne

## 2 Elektromobilita

### 2.1 Současný stav elektromobility v České republice

Více než prodej elektromobilů se u nás rozjíždí prodej hybridů s elektromotorem a spalovacím motorem. Ten se u nás za rok 2017 téměř zdvojnásobil. Za rok 2017 se jich prodalo více jak 2600 kusů. Podíl hybridních aut tak poprvé překročil jedno procento podílu na našem trhu. Prodej samotných elektromobilů si také nevedl špatně a zvýšil svůj podíl o necelých sedmdesát procent na téměř 300 prodaných kusů. Aktuálním lídrem v prodeji elektromobilů v ČR je Volkswagen, který prodal více jak 1/3 těchto vozidel. Těsně za ním se nachází BMW, s prodejem okolo sto kusů a na poslední příčce se nachází Nissan s celkovým počtem cca sedmdesát kusů prodaných elektromobilů. U hybridních aut je suverénním lídrem Toyota, která tvoří téměř 2/3 prodaných kusů. Dalšími prodejci, kteří se na prodeji podíleli, jsou Lexus a Kia. [15]

V roce 2017 spustila Alza, jakožto největší internetový prodejce elektroniky v ČR prodej elektromobilů značky Tesla a BMW. Alza se tak stává prvním oficiálním prodejcem značky Tesla v Česku. V nabídce jsou zatím pouze dva modely a to Model S ve verzi 75D a SUV Model X ve verzi 100D. V srpnu roku 2018 mají však přibýt další modely. Nabídka BMW je o něco bohatší a čítá celkem devět modelů. Alza dále plánuje rozšíření prodeje elektromobilů i dalších značek. [16]

V lednu roku 2018 dostalo zastoupení značky Renault povolení francouzské centrály k zahájení prodeje elektrických modelů na území ČR a tak můžeme v blízké době očekávat tři modely od této značky. Jedná se o modely Zoe, Kangoo Electric a Twizy. [17]

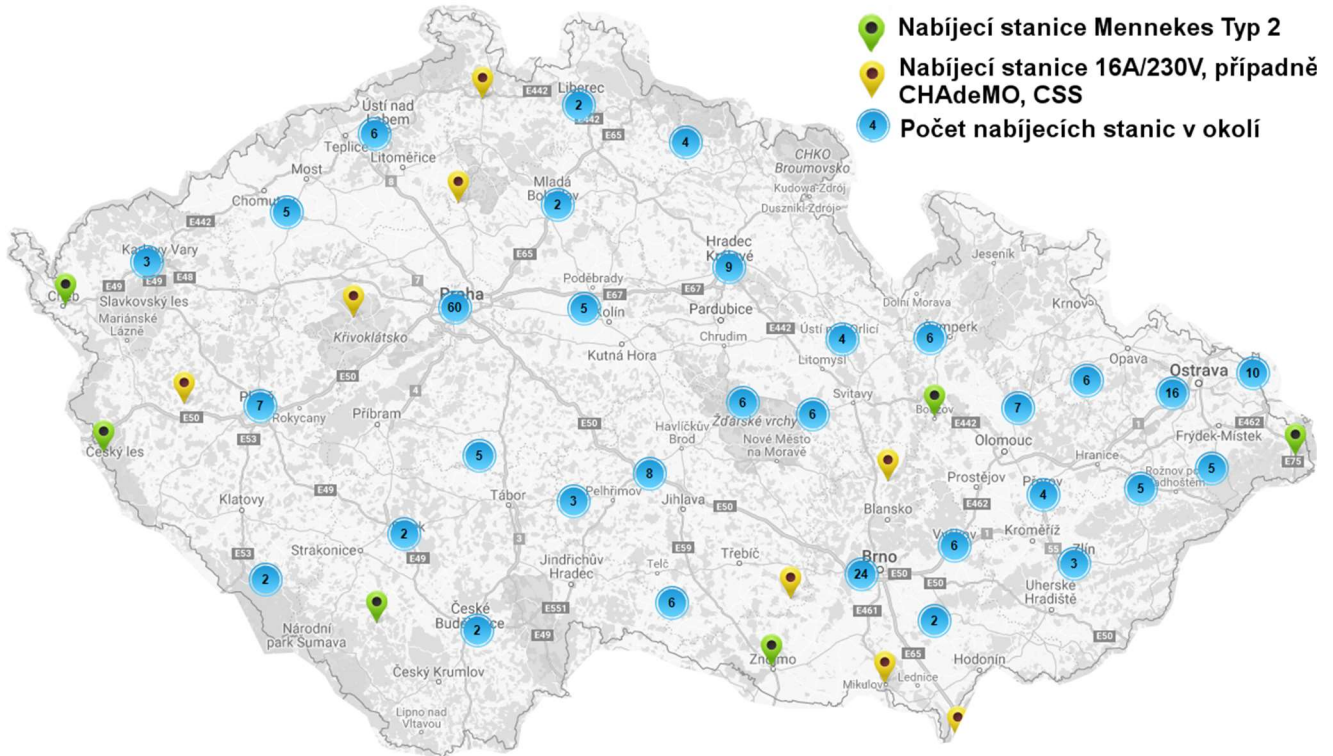


Obrázek 11 : Renault ZOE [18]

V České republice momentálně jezdí okolo **1500 elektromobilů**, což je okolo 0.03 procent z celkového počtu všech automobilů, který činí okolo 5,5 milionu vozidel.

### 2.1.1 Nabíjecí stanice v České republice

Dle webu „EVMAPA.cz“ se na našem území nachází celkem 255 nabíjecích stanic.



Obrázek 12 : Mapa nabíjecích stanic v ČR [19]

## 2.2 Typy nabíjecích stanic

V základu se nám nabíjecí stanice pro elektromobily dělí na stanice se **střídavým napětím** a stanice se **stejnoseměrným napětím**. U stanic na střídavý proud závisí doba nabíjení elektromobilu na jeho jednotce, respektive měniči, který musí střídavý proud převést na stejnosměrný. Levné elektromobily tak obsahují jednofázový měnič o výkonu 3 - 6 kW a tedy připojení na třífázovou nabíječku nabíjení neurychlí. Maximální výkon střídavých nabíječek končí na 22 kW, tedy 400 V / 32 A, poté se přechází na stejnosměrný proud, se kterým moderní superrychlé nabíječky dosahují výkonu až 120 kW. Příkladem stejnosměrné městské nabíječky od Tesly zvané Tesla Supercharger dokáží pracovat s příkonem až 145 kW rozděleném na dvě vozidla.



Obrázek 13 : Standardní konektory umožňující připojení nabíjení [20]

### 2.2.1 Nabíjecí stanice na střídavé napětí

Příkladem může být klasická nabíjecí stanice od společnosti ČEZ, které umožňuje standartní připojení konektoru Mennekes Typ 2. Stanice nabízí připojení přes 3f napětí o parametrech 400 V / 32 A a maximálního dobíjecího výkonu 26 kW. Druhá zástrčka určená pro připojení nabíjení pomocí jednofázového proudu nabízí maximální výkon 3,7 kW při parametrech 230 V / 16 A. Těchto nabíjecích stanic má společnost ČEZ po celé České republice rozmístěno celkem 53, kde jich nejvíce čítá v Praze a Ostravě. Jedná se tak o nejpočetnější nabíjecí stanici u nás. [20]



Obrázek 14 : Nabíjecí stanice s AC konektory od společnosti ČEZ [20]



## 2.2.2 Nabíjecí stanice na stejnosměrné napětí

Nabíjecí stanice umožňující nabíjet přímo stejnosměrný proud dosahují daleko větších výkonů, než nabíjecí stanice na proud střídavý, vzhledem k tomu, že nejsou omezeny měničem elektromobilu. Rychlonabíjecí stanice od společnosti ČEZ umožňují standardní připojení konektorů CHAdeMO a CCS. Výstupní napětí těchto stanic dosahuje maximálně 500 V a proudu 120 A. Maximální výkon čítá 50 kW. Tyto nabíjecí stanice dokáží klasický elektromobil zcela dobít za necelou hodinu. V ČR jich má ČEZ rozmístěno celkem 42 s tím, že nejvíce se jich nachází v Praze a Brně. [20]



Obrázek 15 : Nabíjecí stanice s DC konektory od společnosti ČEZ [20]

## 2.3 Současný stav elektromobility v zahraničí

Ve světě rozmach elektromobilů nabírá poměrně rychlejší tempo. Například Norsko, kde je aktuálně 40 procent nově nakupovaných automobilů čistý elektromobil, nebo plug-in hybrid. Na přelomu let 2016 a 2017 dosáhl počet čistě elektrických vozidel v Norsku 100 tisíc kusů a počet dále rychle narůstá. Norsko má aktuálně ze všech zemí na světě nejvyšší počet elektromobilů v přepočtu na jednoho člověka. Není se čemu divit, poněvadž podpora elektromobility v Norsku je opravdu bohatá. Na nákup elektromobilu v Norsku se například vůbec nevztahuje DPH a tak je nákupní cena někdy nižší, než za klasický automobil se spalovacím motorem. Dále majitelé elektromobilů nemusejí platit mýtné na silnicích, mostech, tunelech, mohou parkovat zdarma ve městech a na mnoha místech Norska nemusejí platit za nabití na veřejných nabíjecích stanicích. Tento program byl v Norsku zaveden již v roce 2013 a výrazně tak urychlil rozvoj elektromobility.

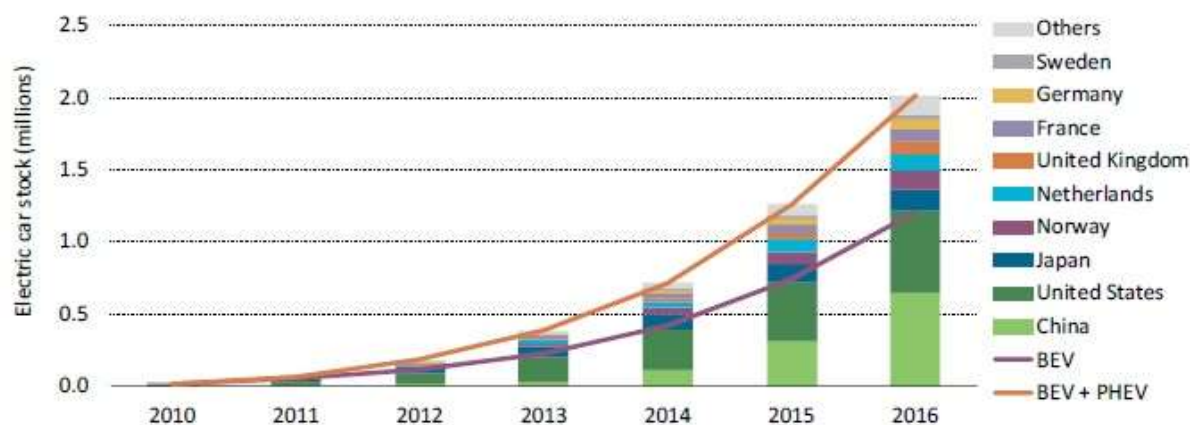
Je však pravděpodobné, že se tento program velice rychle změní, poněvadž Norsko chtělo světu ukázat, že se správnými podmínkami mohou být elektromobily žádané, místo toho se však aktuálně potýká s velkými problémy. Stát nestíhá s budováním nabíjecích stanic, cílem je, aby mělo každých deset aut jednu veřejnou nabíjecí stanici. V Norsku aktuálně jezdí 142 tisíc elektromobilů a 55 tisíc plug-in hybridů. Nabíjecích stanic je však pouze 7300, což znamená, že na jednu veřejnou nabíjecí stanici momentálně připadá 27 elektromobilů a plug-in hybridů. [21] Petter Haugneland z Norské asociace elektrických vozidel dokonce nedoporučuje, aby si lidé elektromobily kupovali, pokud jim nevystačí dobíjení z domova, protože jsou nabíjecí stanice zcela přeplněné. Norsko původně plánovalo mít do roku 2025 100 procentní podíl elektromobilů na trhu. Momentálně mají 1/4 této cesty splněnou a už teď země nestíhá. [22]

Dalším státem s výraznou podporou tohoto typu pohonu je Francie. Zde byl program pro čistou mobilitu zaveden již v roce 2008, ovšem od té doby se několikrát změnil kvůli rychle se měnícím podmínkám na trhu. V první polovině roku 2017 byl ve Francii překročen počet 100 tisíc registrovaných elektromobilů. Tuto hranici se také dříve podařilo překonat v Číně, Japonsku, USA a již zmíněnému Norsku. Nejprodávanějším elektromobilem ve Francii za rok 2017 je Renault ZOE s čistým podílem 68 procent, tedy něco přes 9200 kusů. Francie nákup elektromobilů od začátku roku 2017 podporuje částkou v hodnotě 156 000

Kč na jedno vozidlo a k tomu je možné získat další podporu 104 000 Kč za doloženou likvidaci dieselového automobilu s datem výroby před rokem 2006. [23]

Nejvíce elektromobilů jezdí aktuálně v Číně, kde za minulý rok prodeje vzrostly o neskutečných 53 procent na 777 000 vozidel.

Aktuálně tak celkový počet čistých elektromobilů a plug-in hybridů ve světě činí **3 miliony vozidel**, což tvoří 0.23 procent z celkového počtu 1.3 miliardy používaných automobilů.



Obrázek 16 : Růst podílu elektromobilů na trhu ve světě od roku 2010 [24]

## 2.4 Budoucnost elektromobility v České republice

Vzhledem k tomu, že prodeje osobních automobilů v ČR stále rostou, tak lze předpokládat, že porostou i počty prodaných elektromobilů. S dvojnásobným podílem prodeje elektromobilů za předešlý rok 2017 na českém trhu experti odhadují, že by se u nás mohlo v roce 2020 prodat až sedm tisíc vozů na elektřinu.

Dále se na letošní rok 2018 chystá výrazné posílení sítě dobíjecích stanic po celé ČR. To podpoří hlavně nově podepsaný projekt EU zvaný „Konsorcium NEXT-E“, který obdržel dotaci téměř půl miliardy korun na výstavbu 252 dobíjecích stanic na území České Republiky, Slovenska, Maďarska, Slovinska, Chorvatska a Rumunska. Výstavby stanic se chopí firma INEA. Jedná se o 222 rychlých dobíjecích stanic a 30 ultrarychlých dobíjecích stanic, které mají stát podél páteřní sítě EU. Z toho se týká Česka 22 rychlých (50 kW) a dvě

ultrarychlé (150-350 kW) dobíjecí stanice u stanic MOL a deset rychlých a čtyři ultrarychlé terminály postavené společností E.ON. Díky tomuto propojení bude v těchto zemích možné cestování na dlouhé vzdálenosti. Projekt má být dokončen v roce 2020. Účastníci tohoto projektu jsou skupina E.ON, skupina MOL, Hrvatska elektroprivreda v Chorvatsku, PETROL a rovněž společnosti Nissan a BMW. [25] Společnost MOL chce mimo tento projekt zprovoznit na svých čerpacích stanicích celkem 30-40 dobíječek. Další kdo obdržel podporu na výstavbu rychle nabíjecích stanic od EU v hodnotě 63 miliónu korun je skupina ČEZ. Ta chce Českou Republiku posílit dalšími 63 terminály. Dále chce v roce 2018 ČEZ vybudovat ještě několik těchto stanic na vlastní náklady. Za rok 2017 jich od této společnosti přibylo celkem deset.

Česká automobilka Škoda nedávno představila nový prototyp elektromobilu kategorie SUV Vision E, který by měl oficiálně spatřit světlo světa v roce 2020. Do dalších pěti lety po jejím uvedení Škodovka plánuje uvést další čtyři elektricky poháněné modely. Firma plánuje, že kolem roku 2025 bude elektřinou poháněna každá čtvrtá škodovka. Má se jednat jak o čisté elektromobily, tak i hybridy. Dle společnosti ČEZ má být v České republice dvacet až třicet tisíc elektromobilů, rozvoj tedy půjde prudce exponenciálně. [26][27]



Obrázek 17 : Prototyp Škoda Vision E [28]

Vision E má však ještě předběhnout nejmenší vůz značky Škoda vyráběný na Slovensku. Bude se jednat o dvojče Volkswagenu Up. Malá městská Škoda Citigo má nabídnout dojezd až 300 kilometrů na jedno nabití.

## 2.5 Budoucnost elektromobility ve světě

Rychlost rozvoje elektromobility především závisí na podpoře samotného státu. Po již zmíněném Norsku chce na vozy poháněné čistou elektřinou co nejdříve přejít například Francie, Německo, nebo Indie. Francie chce do roku 2040 zcela ukončit prodeje aut se spalovacím motorem. Tímto cílem se pochlubil francouzský ministr životního prostředí Nicolas Hulot. Jak tohoto cíle dosáhnout ovšem vláda zatím neví. Společnost PSA vyrábějící značky Citroen a Peugeot uvedla, že cíl vlády podpoří a do roku 2023 bude nabízet 80 procent vyrobených vozů s hybridním a elektrickým motorem. Francie se také chce do roku 2022 zbavit výroby elektřiny z uhlí a do roku 2025 snížit podíl jaderných elektráren na 50 procent. [29]

Německo zase chce co nejdříve zakázat vjezd dieselovým agregátům do měst a snížit tak celkový počet starších vozů se spalovacím motorem. Prodej elektromobilů v Německu prudce stoupá a tento krok by měl zákazníka od koupě nového auta s jiným pohonem ještě více odradit.

Dalším státem je Indie, ta chce mít do roku 2030 pouze automobily poháněné elektřinou. Tohoto chce především docílit díky faktu, že patří mezi nejvíce znečištěné země na planetě. Další informace ohledně realizace však zatím nejsou známy. Díky tomuto kroku by se podle ministerstva snížila závislost na dovážené ropě a zároveň se také snížilo znečištění ve městech až o 90 procent. [30]

### 2.5.1 Rozvoj nabíjecích stanic

Největší vývoj však směřuje k rychlosti samotného nabíjení. Společnosti se snaží vyvinout co nejrychlejší nabíječku, která by dokázala elektromobil nabít během několika minut. Momentálně se časy nabíjení pohybují okolo dvou hodin. Technicky vzato se však jedná o velice náročný proces, poněvadž současná technologie baterií neunesou tak velký příjem okamžitého proudu. Jedna ze společností, která slibuje extrémně rychlé nabíjení je automobilka Honda, která chce v roce 2019 taktéž vstoupit na trh s elektromobily. Značka

svůj slib plánuje splnit v roce 2022, kdy chce dobít auta za patnáct minut s dojezdem až 240 km. K uskutečnění však potřebuje tato rychlonabíječka příkon až 350 kW. Pro představu příkony dnešních nabíječek se průměrně pohybují maximálně kolem 100 kW. Honda prozatím ještě hledá výrobce těchto nových akumulátorů, které by takové požadavky zvládly. Značka Honda však není jediná s touto vizí. [31] Kamionová divize německé automobilky Daimler taktéž zainvestovala celých 60 milionů dolarů do vývoje rychlonabíjecí baterie od izraelské společnosti StoreDot. Ta se již minulý rok pochlubila prototypem této baterie, která se dokáže plně nabít za neuvěřitelných pět minut s dojezdem až 480 kilometrů. Daimler tak v současnosti vyvíjí 26ti tunový plně elektrický kamion a soupeří tak se značkou MAN, která se pokouší o to samé. [32] Největší konkurence Tesly, automobilka Fisker, nedávno také představila svůj nový model elektromobilu EMotion, který na jedno nabití ujede až 640 kilometrů. Dalším jeho lákadlem je systém „UltraCharger“, díky kterému je automobil připraven za devět minut nabíjení urazit 160 km. Tesla nezůstává pozadu a vyvíjí nákladní automobil zvaný Tesla Semi, který se má údajně dobít za třicet minut na dojezd až 640 kilometrů. Postup k dosažení tohoto cíle prozatím není jasný.

## 2.6 Výhody a nevýhody rozvoje elektromobility

Samotné výhody a nevýhody elektromobilu pro člověka jsou již dlouho známé. Mezi výhody můžeme zařadit nízké provozní náklady, nulové přímé emise, využívání obnovitelných zdrojů atd. Dále také vyšší výkon, lépe řečeno účinnost motoru. Zatímco účinnost u spalovacích motorů je kolem 20-30 procent, tak u asynchronních motorů je to až 90 procent, hlavně díky rekuperaci. Mezi nevýhody naopak vysoké pořizovací náklady, omezený dojezd, dlouhá doba nabíjení a nízký počet nabíjecích stanic. Velkou nevýhodou, kterou je taktéž třeba zmínit je citlivost elektromobilů na chladnější počasí. Je známo, že lithiové baterie jsou citlivé na nízké teploty a ztrácí tak svou kapacitu. To má za vinu snižující dojezd elektromobilů a v chladnějších zemích i snížení celkové životnosti baterie.

Z hlediska životního prostředí je elektromobil jako samotný rozhodně šetrnější, ovšem s nárůstem elektromobilů musí být zvýšena i produkce elektrické energie (tzv. nepřímé emise), která má na životní prostředí negativní dopad. To však neplatí, pokud je energie získávána z obnovitelných zdrojů. Dalším problémem je jeho likvidace, a to zejména baterie. Při výrobě elektromobilu, respektive hlavně jeho baterií je vyprodukováno až o 50 procent

více CO<sub>2</sub> než v případě auta se spalovacím motorem. Problém s likvidací baterií zatím není aktuální kvůli velkému rozmachu elektromobilů. Životnost baterie je cca 10 let, a tak se tento problém bude hlavně řešit v budoucnu. Je také třeba zvážit, že při výrobě baterií je víceméně produkován pouze oxid uhličitý, kdežto u spalovacího motoru jsou to také oxidy dusíku NO<sub>x</sub>, vznikající hlavně při spalování nafty a benzínu. V rozumném množství nepředstavují velký problém, ovšem způsobují kyselé deště a mají neblahý vliv na vegetaci. Dalším plynem je oxid uhelnatý CO, který zvyšuje koncentraci methanu a fotochemického smogu v atmosféře. V poslední řadě již zmíněný CO<sub>2</sub>, který se hlavně podílí na vzniku skleníkových plynů a globálního oteplování. [33]

## 2.7 Posouzení produkce CO<sub>2</sub> během životního cyklu automobilu

### 2.7.1 Produkce CO<sub>2</sub> během výroby

Pro porovnání spotřeby CO<sub>2</sub> je vybrán jeden elektromobil a jeden vůz se zážehovým a vznětovým motorem. Jedná se o vozy Renault ZOE s motorem o výkonu 68 kW a Volkswagen Polo se spalovacím motorem 1.0 TSI o výkonu 70 kW. Vznětový motor ve stejném vozu typu 1.6 TDI a výkonu 70kW.

Dle Volkswagen AG, 2008 je u vozidel se spalovacím motorem produkce CO<sub>2</sub> přibližně 5 kg/kg. U klasického automobilu se spalovacím motorem lze brát v potaz olověnou autobaterii, která zde slouží hlavně k nastartování motoru. Produkce CO<sub>2</sub> je však k jejímu nízkému výkonu zanedbatelná. Při výpočtu vychází, že u Volkswagen Polo vážící v obou provedeních 1 145kg se při výrobě vyprodukuje 5 725 kg CO<sub>2</sub>. Uvedených 130 kg se týká olověné autobaterie.

$$g_{celkové} = (m_{celkové} \cdot g_k) + g_{baterie} = (1145 \cdot 5) + 130 = 5855 \text{ kg CO}_2 \quad (6)$$

Při výrobě Renault ZOE vážícím 1 555 kg se při výrobě vyprodukuje přibližně stejné množství CO<sub>2</sub> jako v případě se spalovacím motorem. Vyjde tedy hodnota 7 775 kg CO<sub>2</sub>. Automobil je výrazně těžší, hlavně díky bateriím. Ovšem při výrobě baterie pro elektromobil se uvádí produkce 150-200 kg CO<sub>2</sub> na jednu kWh. [34] Záleží na technologii výroby a proto lze uvažovat průměrnou hodnotu 175 kg CO<sub>2</sub>. Baterie v elektromobilu Renault ZOE nabízí výkon 41 kWh a proto při výrobě vyprodukuje až 7,1 tuny oxidu uhličitého.

$$g_{\text{při výrobě baterie na 1kWh}} \cdot W_{\text{baterie}} = 175 \cdot 41 = 7100 \text{ kg CO}_2 \quad (7)$$

Celkové vyprodukované množství CO<sub>2</sub> při výrobě uvedeného elektromobilu je tedy 14 875kg.

U lithiových baterií pro elektromobil je také třeba počítat s tím, že hrozí nedostatek zásob lithia pro masovou produkci elektromobilů. Některé firmy jako třeba Lithium Americas se domnívají, že lithium při velkém rozmachu elektromobilů nebude stačit. [35] Vývoj je tak třeba směřovat k alternativnímu ukládání zdroje energie. Jedním z nich můžou být například **protonové baterie**, jejichž nový prototyp se povedlo zhotovit v březnu roku 2018 vědcům Austrálie z Melbournské univerzity. Jedná se o baterii s vysokou kapacitou bez využití lithia. Tyto baterie se mají také velice rychle nabíjet, mají být levnější než lithiové baterie a hlavně šetrné k životnímu prostředí. Baterie dokáže díky uhlíkovým elektrodám využít vodík z klasické vody. Tento nový prototyp protonové baterie se tak může stát velkou konkurencí lithiovým bateriím a na trh by se mohl dostat v blízkosti pěti až deseti let. [36]

Tabulka 8 : Vyprodukované CO<sub>2</sub> během výroby

Vozidlo	VW Polo 1.6 TDI	VW Polo 1.0 TSI	Renault ZOE
Výroba karoserie CO <sub>2</sub> [kg]	5725	5725	7775
Výroba baterie CO <sub>2</sub> [kg]	130	130	7100
Celková výroba [kg]	5855	5855	14875

### 2.7.2 Produkce CO<sub>2</sub> během provozu

Aktuálně se v ČR nejvíce podílí na výrobě elektrické energie tepelné elektrárny, které spalují hnědé uhlí. Díky tomu připadá průměrné vyprodukování CO<sub>2</sub> do ovzduší na 1 kWh elektrické energie 600g CO<sub>2</sub>. [37] To znamená, že na 1 Wh připadá 0,6g oxidu uhličitého.

Z hlediska vlastního provozu je bráno v potaz dosažení 200 000 ujetých kilometrů. Jde o číslo, u kterého přibližně nejčastěji dojde k vypršení záruční lhůty u automobilu se spalovacím motorem a taky živostnost cyklu jedné baterie u elektromobilu. Z hlediska nepřímých emisí u **elektromobilu Renault ZOE** se udává spotřeba 12,81 kWh na sto



ujetých kilometrů. Kapacita baterie činí 41 kWh. Je však třeba zohlednit i účinnost nabíjecích stanic, která se pohybuje okolo 90 procent. Ze sítě si tento elektromobil při nabíjení vezme ve výsledku průměrně 45 kWh.

$$W_{skutečná} = \frac{\eta_{100\%}}{\eta_{90\%}} \cdot W_{baterie} = \frac{1}{0,9} \cdot 41 \cong 45 \text{ kWh} \quad (8)$$

S původně udávanou spotřebou a kapacitou baterie by elektromobil ujel cca 320 km. S předchozím přepočtením účinností měniče by průměrná spotřeba Renault ZOE činila 14,06 kWh / 100 km

$$\text{průměrná spotřeba} = \frac{100 \text{ ujetých km}}{\text{km na kapacitu baterie}} \cdot W_{skutečná} = \frac{100}{320} \cdot 45 = 14,06 \text{ kWh}/100 \text{ km} \quad (9)$$

Nyní stačí vynásobit průměrnou spotřebu hodnotou, která připadá na vyprodukování CO<sub>2</sub> v ČR a vyjde číslo 84,3 g CO<sub>2</sub> na jeden ujetý kilometr.

$$g_{na \text{ jeden km}} = \text{průměrná spotřeba} \cdot g_{na \text{ jednu kWh}} = (14,06 \cdot 600) \div 100 = 84,3 \text{ g CO}_2 \quad (10)$$

Při přepočítání na již udávaných 200 000 km vyjde hodnota 16,86 tun CO<sub>2</sub> za celoživotní cyklus.

$$g_{na \text{ 200.000 km}} = g_{na \text{ jeden km}} \cdot 200000 \text{ km} = 84,3 \cdot 200 \text{ 000} = 16 \text{ 860 000 g CO}_2 \quad (11)$$

**Volkswagen Polo** se zážehovým motorem s udávanou spotřebou 4,7 l / 100 km vyprodukuje 108 g CO<sub>2</sub> na jeden kilometr. Zde už stačí pouze vynásobit toto číslo uvedenou spotřebou a vyjde hodnota 21,6 tun oxidu uhličitého.

Stejný vůz se vznětovým motorem a spotřebou 3,7 l / 100 km vyprodukuje 97 g CO<sub>2</sub> / 100 km. Za svůj celoživotní cyklus znečistí životní prostředí o 19,4 tuny CO<sub>2</sub>.

Tabulka 9 : Vyprodukované CO<sub>2</sub> během provozu

Vozidlo	VW Polo 1.6 TDI	VW Polo 1.0 TSI	Renault ZOE
Přímé emise CO <sub>2</sub> [kg]	19400	21600	0
Nepřímé emise CO <sub>2</sub> [kg]	0	0	16900
Celkové emise [kg]	19400	21600	16900

### 2.7.3 Produkce CO<sub>2</sub> při likvidaci

Likvidace automobilu je další důležitou a zároveň konečnou etapou životního cyklu každého vozidla. Likvidací osobního automobilu se vyprodukuje v průměru 286,6 kg CO<sub>2</sub>. U elektromobilu je potřeba přičíst ještě likvidaci samotné baterie, která vyprodukuje až 312 kg CO<sub>2</sub>. Olověnou autobaterii u vozidel se spalovacím motorem lze zanedbat. [15]

Tabulka 10 : Vyprodukované CO<sub>2</sub> během likvidace

Vozidlo	VW Polo 1.6 TDI	VW Polo 1.0 TSI	Renault ZOE
Likvidace vozidla CO <sub>2</sub> [kg]	286,6	286,6	286,6
Likvidace baterie CO <sub>2</sub> [kg]	0	0	312
Celkové emise [kg]	286,6	286,6	598,6

### 2.7.4 Celková produkce CO<sub>2</sub> během jeho životního cyklu

Z výsledné tabulky je zřejmé, že z vybraných vozidel o stejném výkonu vyprodukuje nejvíce oxidu uhličitého za svůj celoživotní cyklus právě elektromobil. To je prozatím způsobeno hlavně z důvodu nedokonalé výroby baterií a velkým emisím vznikajícím při výrobě elektrické energie v České republice. Například v Německu, kde je zastoupení výroby elektřiny obnovitelnými zdroji znatelně vyšší, než u nás, se tato čísla velice liší a výhody elektromobilu zde převládají. Průměrná produkce oxidu uhličitého při výrobě elektrické energie se zde pohybuje okolo 200 g CO<sub>2</sub> na 1 kWh. Z toho vyplývá, že stejný elektromobil Renault ZOE by zde za svůj celoživotní cyklus vyprodukoval do ovzduší téměř 1/4 CO<sub>2</sub> z vypočtené hodnoty pro Českou republiku. Vývoj se netýká pouze elektromobilů, ale i vozidel se spalovacím motorem, které se nadále budou vylepšovat a jejich produkce CO<sub>2</sub> bude taktéž klesat. Výsledná čísla jsou ovšem velmi orientační z důvodu zanedbání dalších prvků týkajících se životního cyklu vozidla. Pro příklad jsou však dostačující.

Tabulka 11 : Vyprodukované CO<sub>2</sub> za celý životní cyklus vozidla

Vozidlo	VW Polo 1.6 TDI	VW Polo 1.0 TSI	Renault ZOE
Celková produkce CO <sub>2</sub> [kg]	25541,6	27741,6	32373,6

Pro představu lze uvést porovnání produkce oxidu uhličitého s počítáním většího množství aut. V České republice jezdí okolo pěti milionu osobních automobilů. Z toho se jedná zhruba o 37 procent vozidel se vznětovým motorem a 63 procent vozidel se zážehovým motorem. [38] Vzhledem k průměrnému věku osobních automobilů v tuzemsku, který činí 15 let staří, je zřejmé, že takto stará vozidla budou produkovat daleko více CO<sub>2</sub>, než dříve zmíněné nové Volkswagen Polo. Pro lepší výpočet lze použít hodnoty, se kterými bylo již dříve počítáno. 5 000 000 automobilů se vznětovým motorem by za svůj celoživotní cyklus s 200 000 ujetými kilometry vyprodukovalo 127,7 miliónu tun CO<sub>2</sub>. Stejný počet aut se zážehovým motorem by do ovzduší vypustil 138,5 miliónu tun CO<sub>2</sub>. Pro elektromobil Renault ZOE by stejné podmínky znamenaly vyprodukování až 161,9 milionů oxidu uhličitého. Z těchto výsledků je již více patrné, že z hlediska CO<sub>2</sub> je elektromobil pro Českou republiku v dnešní době v porovnání s auty se spalovacím motorem dosti neekologický.

### 2.7.5 Další znečišťující látky

Pro lepší porovnání emisí je třeba zohlednit i další znečišťující látky. Těmi jsou především **oxidy dusíku** NO<sub>x</sub>, **oxid uhelnatý** CO a **pevné částice** PČ. Nejnovější emisní normou, kterou musí splňovat veškeré automobily před opuštěním výrobní linky je norma EURO VI. [39]

Tabulka 12 : Emisní limity normy EURO VI

Spalovací motor	CO [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PČ [g/km]
Zážehový	1,00	0,06	-
Vznětový	0,50	0,08	0,005

Pro výpočet produkce těchto látek nepřímými emisemi pro elektromobil je třeba znát i průměrné emise výroby elektřiny v ČR.

Tabulka 13 : Emisní faktory výroby elektřiny v ČR na 1 kWh [40]

Znečišťující látka	CO [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PČ [g/km]
Emisní faktor	0,0862	0,5676	0,0534

Zvolený automobil Volkswagen Polo se zážehovým motorem 1.0 TSI 70 kW a vznětovým motorem 1.6 TDI 70 kW udávají tyto hodnoty.

Tabulka 14 : Ostatní znečišťující látky [41]

Motor	CO [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PČ [g/km]
1.0 TSI 70 kW	0,211	0,021	0
1.6 TDI 70 kW	0,142	0,043	0

S použitím zjištěných hodnot lze vypočítat zbylé znečišťující látky produkované nejnovějšími spalovacími motory nacházející se v novém Volkswagen Polo. Téměř nulová hodnota pevných částic u diesellového motoru je dosažena technologií AdBlue, díky které je do výfukových plynů vstřikována močovina.

Zážehový motor 1.0 TSI s výkonem 70 kW za svůj celoživotní cyklus 200 000 km vyprodukuje 42,2 kilogramů oxidu uhelnatého, 4,2 kilogramu oxidu dusíku a téměř nulové hodnoty pevných částic. Vznětový motor 1.6 TDI o výkonu taktéž 70 kW se stejným počtem ujetých kilometrů vyprodukuje do ovzduší 28,8 kilogramů oxidu uhelnatého a 8,6 kilogramů oxidu dusíku. Moderní nenávisť k naftovým agregátům tak nejvíce spočívá právě v oxidu dusíku.

V posledním případě je z předchozí kapitoly vypočítáno, že elektromobil Renault ZOE spotřebuje na sto kilometrů 14,06 kWh. Z toho vyplývá, že vyprodukuje nepřímými emisemi každých sto kilometrů 1,21 g oxidu uhelnatého a 7,98 g oxidu dusíku. Při přepočtu na celoživotní cyklus s ujetím 200.000 KM vychází 2,420 kg CO a 15,960 kg NO<sub>x</sub>.

Nelze tedy říci, že jsou elektromobily na 100 procent ekologické, jsou ovšem šetrnější k prostředí než automobily se spalovacím motorem. Všechno ale závisí na výrobě elektrické energie, a proto se může ekologie elektromobilu lišit v různých místech světa, podle typu její výroby. Dále je zřejmé, že s větším využitím výroby elektrické energie pomocí obnovitelných zdrojů, bude šetrnost elektromobilů vzhledem k prostředí značně stoupat. Tyto čísla nadále ovlivní postupné zlepšování účinnosti samotných elektromobilů a dobíjecích stanic, respektive měničů. Technologie výroby baterií bude hrát také důležitou roli.

### 3 Dopad rozvoje elektromobility na konkrétních případech

Pro příkladnou ukázkou hlavního problému nově začínajícího trendu zvaného „elektromobilita“ se tato kapitola zabývá reálnými případy, které mohou nastat na vybraných parkovištích v Plzni. Hlavní problém se týká nabíjení, proto je zde přepočtena maximální kapacita v jednom čase nabíjecích elektromobilů, kterou vybraná parkoviště zvládnou. Jedná se o parkoviště, na kterých se každý den v Plzni prostřídá nejvíce aut a to konkrétně parkoviště u obchodního centra zvaného Rokycanská a parkoviště u nákupního centra Olympia. Výpočty jsou prováděny pro jednotlivé tři scénáře od nejpomalejšího rozvoje elektromobility po nejvyšší. Jednotlivé scénáře jsou již výše zmíněné, jedná se o IEA RTS, Paris Declaration a IEA B2DS. Příkon nabíječek je odhadován až do roku 2050, na následujícím příkladu se však předpokládá, že by trafostanice na obou parkovištích zvládly vydržet s rezervovaným výkonem, který se pohybuje okolo 25-30 % až do roku 2030.

Tabulka 15 : Počet parkovacích míst na jednotlivých parkovištích

Parkoviště	Počet parkovacích míst
OC Rokycanská	1110
OC Olympia	1865

### 3.1 Obchodní centrum Rokycanská

První vybrané parkoviště u obchodního centra na konci Plzně s výjezdem na Rokycanskou ulici, odkud plyne i název centra, dominuje 530 místy na venkovním parkovišti a 580 místy v krytém parkovišti nacházející se přímo pod samotným centrem. Pokud by bylo toto parkoviště zcela plné, vyskytovalo by se zde 1 110 automobilů. [42] V roce 2017 se v ČR nacházelo celkem 1 500 elektromobilů. To znamená, že poměr elektromobilů v ČR aktuálně činil 0,03procentní podíl na trhu. S tímto podílem vychází, že se na plném parkovišti u obchodního centra nemusí vyskytovat ani jeden automobil na elektrický pohon. Z tohoto důvodu není třeba zřizovat na tomto místě nabíjecí stanici, případně by s tím jedna stanice neměla problém. Roku 2030, při držení se scénáře „Paris Declaration“ by se v ČR nacházelo 57 495 elektromobilů.

$$POE_{roku\ 2030} = \frac{\text{počet elektromobilů v roce 2030}}{\text{počet všech automobilů roku 2050}} \cdot 100 = \frac{57495}{5800000} \cdot 100 = 0,99\% \quad (12)$$

Jedná se tak o 0,99 procentní podíl na našem trhu. Při přepočtu na parkoviště u Rokycanské ulice z 5 800 000 vozidel by se na tomto parkovišti mohlo nacházet 11 elektromobilů.

$$PE_{OC\ olympia\ roku\ 2030} = \frac{\text{poměr elektromobilů roku 2030}}{100\ \%} \cdot \text{místa} = \frac{0,99}{100} \cdot 1110 = 11 \quad (13)$$

Lze předpokládat, že v tuzemsku poroste i celkový počet vozidel, to je však velice sporné číslo. Je předpokládáno, že vozový park u nás zažívá největší nárůst v posledních osmi letech, kdy počet aut vzrostl o více než jeden milion kusů. Ovšem další prudký nárůst počtu vozidel nelze brát jako samozřejmou záležitost, vzhledem k tomu, že průměrné stáří automobilů v tuzemsku činí 15 let. Česká republika současně spadá mezi nejbohatší státy v poměru osob na jeden automobil. Nepředpokládá se ani s výrazným zvýšením počtu obyvatel a tak se park bude spíše omlazovat. Ve výpočtech je tak bráno v potaz zpomalení růstu počtu automobilů v tuzemsku s odhadem, že se u nás bude roku 2050 nacházet šest milionu vozidel.

Tabulka 16 : Počet automobilů v ČR

Rok	Počet vozidel v ČR [ks]
2018	5593000
2020	5700000
2025	5750000
2030	5800000
2035	5850000
2040	5900000
2045	5950000
2050	6000000

Dle „EV Global Outlook“ v dnešní době v poměru všech elektromobilů nacházejících se v Evropě připadá na patnáct vozidel jedna klasická pomalu nabíjecí stanice a 130 elektrických vozidel na jednu rychlonabíjecí stanici [8]. K těmto výsledkům se dospělo na základě navržených rozmístění elektromobilů. Jedná se o výpočet poměru počtu elektromobilů pro každou zemi proti podílu na trhu s elektrickým automobilem. S rostoucím počtem elektromobilů je třeba také počítat, že bude tento poměr nabíjecích stanic klesat. Vzhledem k této okolnosti je možné očekávat, že tato čísla klesnou na polovinu, a tedy na jednu pomalu nabíjecí stanici připadá 7 elektromobilů a na jednu rychlonabíjecí stanici 65 elektromobilů. Z tohoto výpočtu vychází, že na parkovišti u OC Rokycanská by se měly roku 2030 s počtem 11 elektromobilů nacházet **dvě pomalu nabíjecí stanice, případně jedna rychlonabíjecí stanice**. V potaz jsou brány nabíjecí stanice od společnosti ČEZ, a to pomalu nabíjecí stanice na střídavý proud o výkonu 22 kW a rychlonabíjecí stanice na stejnosměrný proud o výkonu 50 kW. Vzhledem k tomu, že se účinnost nabíječek pohybuje okolo 90 procent, je zřejmé, že nabíjecí stanice na střídavý proud bude brát ze sítě 24,44 kW a stanice na stejnosměrný proud 55,55 kW.

$$W_{22kWskutečná} = \frac{\eta_{100\%}}{\eta_{90\%}} \cdot W_{22kW nabíječky} = \frac{1}{0,9} \cdot 22 \cong 24,44 kWh \quad (14)$$

$$W_{50kWskutečná} = \frac{\eta_{100\%}}{\eta_{90\%}} \cdot W_{50kW nabíječky} = \frac{1}{0,9} \cdot 22 \cong 55,55 kWh \quad (15)$$

V přepočtu na jejich potřebný počet vychází celková spotřeba 104,43 kW.

V roce 2050 při odhadovaném přepočtu vychází, že by se v ČR mělo nacházet celkem 280 000 elektromobilů.

$$POE_{roku\ 2050} = \frac{\text{počet elektromobilů v roce 2050}}{\text{počet všech automobilů roku 2050}} \cdot 100 = \frac{280000}{6000000} \cdot 100 = 4,67\% \quad (16)$$

Při tomto výpočtu by se mohlo roku 2050 na parkovišti u Rokycanské ulice nacházet 57 elektromobilů.

$$PE_{OC\ Rokycanská\ roku\ 2050} = \frac{\text{poměr elektromobilů roku 2050}}{100\ \%} \cdot \text{místa} = \frac{4,67}{100} \cdot 1110 = 52 \quad (17)$$

Odhadovaný počet stanic v tomto roce může vypadat tak, že na jednu pomalu nabíjecí stanici budou připadat tři elektromobily a na jednu rychlonabíjecí stanici 30 elektromobilů. To znamená, že by se na tomto parkovišti mělo nacházet **18 pomalu nabíjecích stanic a 2 rychlonabíjecí stanice**. V přepočtu na jejich potřebný počet vychází celková spotřeba 551,02 kW.

$$W_{celková} = W_{22Wskutečná} \cdot PPS + W_{50kWskutečná} \cdot PRS = 24,44 \cdot 18 + 55,55 \cdot 2 = 551,02\ kWh \quad (18)$$

### 3.2 Obchodní centrum Olympia

Druhé vybrané parkoviště, které je přímo na druhé straně města Plzně, než předchozí parkoviště na Rokycanské, se nachází u nákupního centra Olympia. Toto parkoviště čítá celkem 1 865 parkovacích míst. [43] Počítání nutnosti nabíjecích stanic s dnešním poměrem elektromobilů je taktéž zanedbatelné jako u parkoviště u OC Rokycanská, poněvadž je velmi malý. Roku 2030, kde se má údajně v České republice nacházet 57 495 elektromobilů, by se na parkovišti u nákupního centra Olympia mohlo nacházet celkem 19 elektromobilů.

$$PE_{OC\ Olympia\ roku\ 2030} = \frac{\text{poměr elektromobilů roku 2030}}{100\ \%} \cdot \text{místa} = \frac{0,99}{100} \cdot 1865 = 19 \quad (19)$$

To znamená, že by se na tomto parkovišti měli nacházet celkem **tři pomalu nabíjecí a jedna rychlonabíjecí stanice**, protože v tomto roce by mělo připadat sedm elektromobilů na jednu pomalu nabíjecí stanici a 65 elektromobilů na jednu rychlonabíjecí stanici.

Při spočítání požadovaného výkonu těchto stanic vyjde celkový výkon 128,87 kW.



S přepočtem na rok 2050 by se na parkovišti u Olympie mohlo nacházet celkem 95 automobilů na čistý elektrický pohon.

$$PE_{OC\ Olympia\ roku\ 2050} = \frac{\text{poměr elektromobilů roku 2050}}{100\ \%} \cdot \text{místa} = \frac{4,67}{100} \cdot 1865 = 87 \quad (20)$$

Na toto parkoviště by tak bylo potřeba **29 pomalu nabíjecích stanic a 3 rychlonabíjecí stanice** při zachování celosvětového poměru, při kterém se počítá se třemi auty na jednu pomalu nabíjecí a s třiceti auty na jednu rychlonabíjecí stanici.

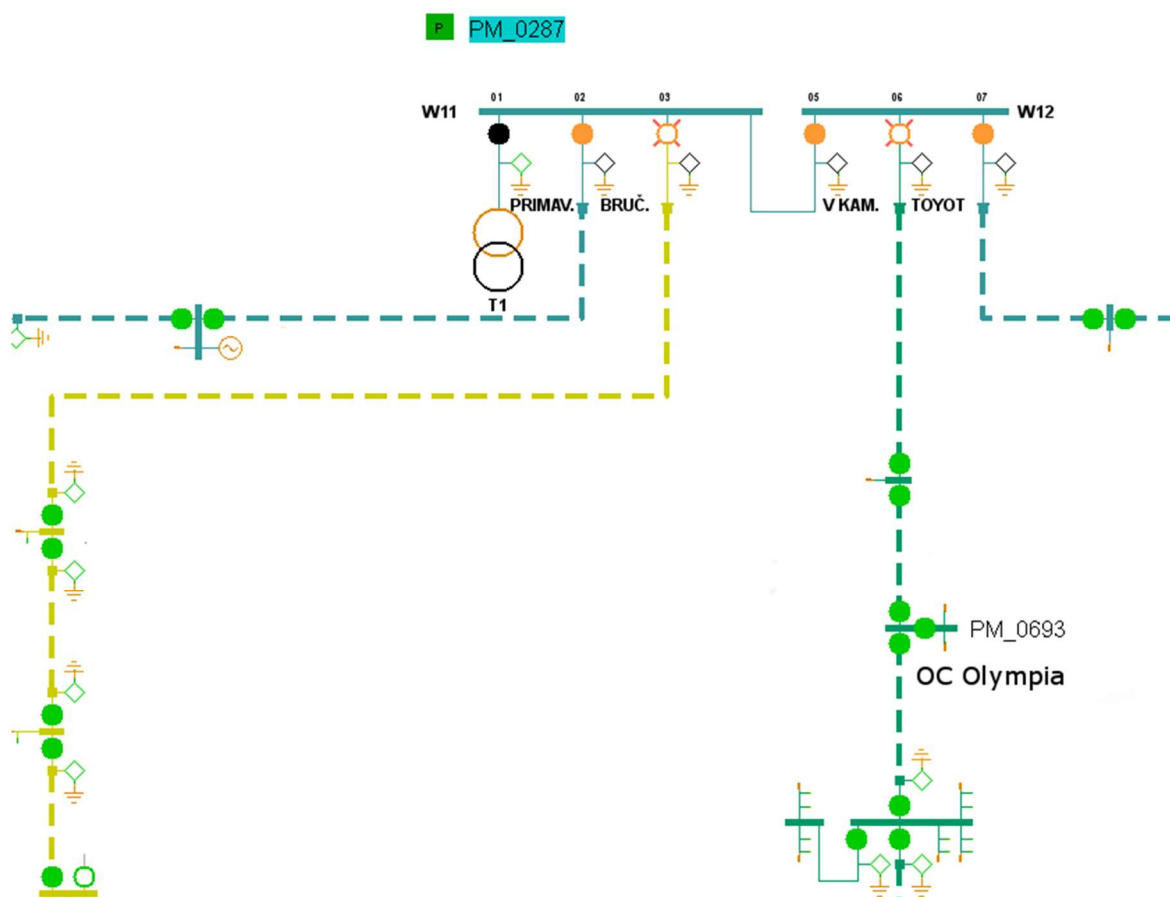
V přepočtu na jejich potřebný počet vychází celková spotřeba těchto nabíjecích stanic na 875,41 kW.

Tabulka 17 : Shrnutí jednotlivých parkovišť

<b>Parkoviště</b>	<b>OC Rokycanská</b>	<b>OC Olympia</b>
Počet parkovacích míst	1110	1865
Počet elektromobilů roku 2030	11	19
Počet pomalu nabíjecích stanic roku 2030	2	3
Počet rychlonabíjecích stanic roku 2030	1	1
Celkový příkon nabíjecích stanic roku 2030	<b>104,43 kW</b>	<b>128,87 kW</b>
Počet elektromobilů roku 2050	52	87
Počet pomalu nabíjecích stanic roku 2050	18	29
Počet rychlonabíjecích stanic roku 2050	2	3
Celkový příkon nabíjecích stanic roku 2050	<b>551,02 kW</b>	<b>875,41 kW</b>

### 3.3 Napájení parkoviště u OC Olympia

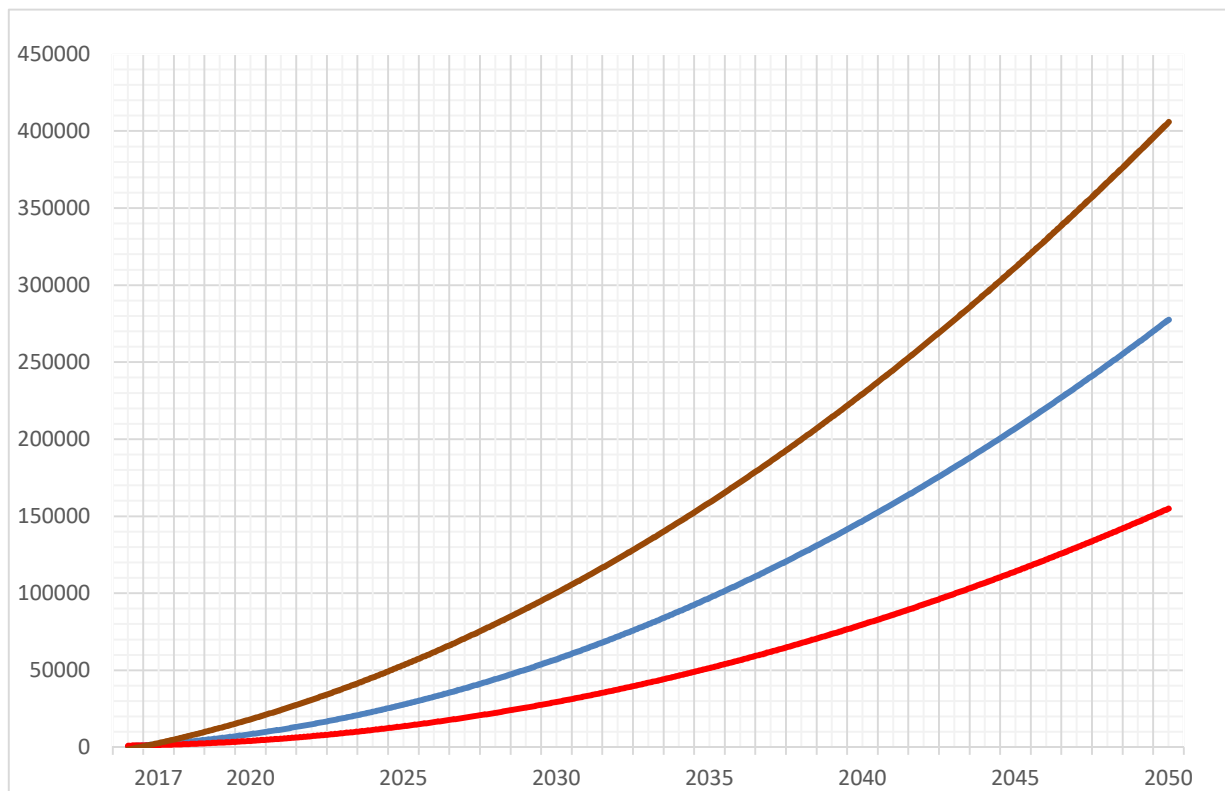
Dle zjištěných informací napájí Obchodním centrum Olympia 22/0,4 kV transformátory s rezervou pohybující se v rozmezí 80 – 140 kW. Dle vypočtených scénářů by tak transformátory měly do roku 2030 vystačit.



Obrázek 18 : Mapa sítě zapojených transformátorů u OC Olympia

Do kdy budou aktuální transformátory stačit, lze předpokládat díky grafu, který odpovídá nárůstu počtu elektromobilů v České republice, dle již vypsanych scénářů. Nejpomalejší zvaný „**IEA RTS**“ červeně, nejpravděpodobnější a nejrealnější scénář „**Paris Declaration**“ modře, nejrychlejší a zároveň nejméně pravděpodobný „**IEA B2DS**“ hnědě.

Dle tohoto grafu vychází, že potřebné výkony lze jednoduše zapsat do tabulky.



Obrázek 19 : Dlouhodobý odhad vývoje elektromobility v ČR

### 3.3.1 Parkoviště OC Olympia podle scénáře „Paris Declaration“

Jako první výsledky pro scénář „Paris Declaration“. Při výpočtu ve všech scénářích je zahrnut stejný podíl aut na jednu nabíječku, který se odhadem snižuje jako v přechodím příkladu. Z tabulky vychází, že dle získané rezervy aktuálních transformátorů nacházejících se na parkovišti u OC Olympia by měl vystačit až do roku 2030. Poté by měl být vyměněn za silnější. Výsledky jsou ovšem velice orientační vzhledem k odhadovaným výpočtům. Dále je třeba předpokládat, že se nabíječky budou nadále vyvíjet a jejich příkon se bude velice rychle měnit.

Tabulka 18 : Příkony nabíječek dle scénáře "Paris Declaration"

<b>Paris Declaration</b>	<b>PE na parkovišti</b>	<b>Počet PNS</b>	<b>Počet RNS</b>	<b>Celkový výkon [kW]</b>
Rok 2018	-	-	-	-
Rok 2020	3	1	0	24,44
Rok 2025	9	2	0	48,88
Rok 2030	19	3	1	128,87
Rok 2035	32	5	1	177,75
Rok 2040	48	10	2	355,54
Rok 2045	66	17	2	526,58
Rok 2050	87	29	3	875,41

### 3.3.2 Parkoviště OC Olympia podle scénáře „IEA RTS“

Dle nejméně optimistického scénáře v rozvoji elektromobility by měly aktuální transformátory u obchodního centra Olympia vystačit až do roku 2035, kdy se příkon nabíječek pro vozidla na čistý elektrický pohon mohl pohybovat okolo 104,43 kW.

Tabulka 19 : Příkony nabíječek dle scénáře "IEA RTS"

<b>IEA RTS</b>	<b>PE na parkovišti</b>	<b>Počet PNS</b>	<b>Počet RNS</b>	<b>Celkový výkon [kW]</b>
Rok 2018	-	-	-	-
Rok 2020	2	1	0	24,44
Rok 2025	4	1	0	24,44
Rok 2030	10	2	0	48,88
Rok 2035	16	3	1	104,43
Rok 2040	24	5	1	177,75
Rok 2045	35	9	1	275,52
Rok 2050	46	15	2	476,70

### 3.3.3 Parkoviště OC Olympia podle scénáře „IEA B2DS“

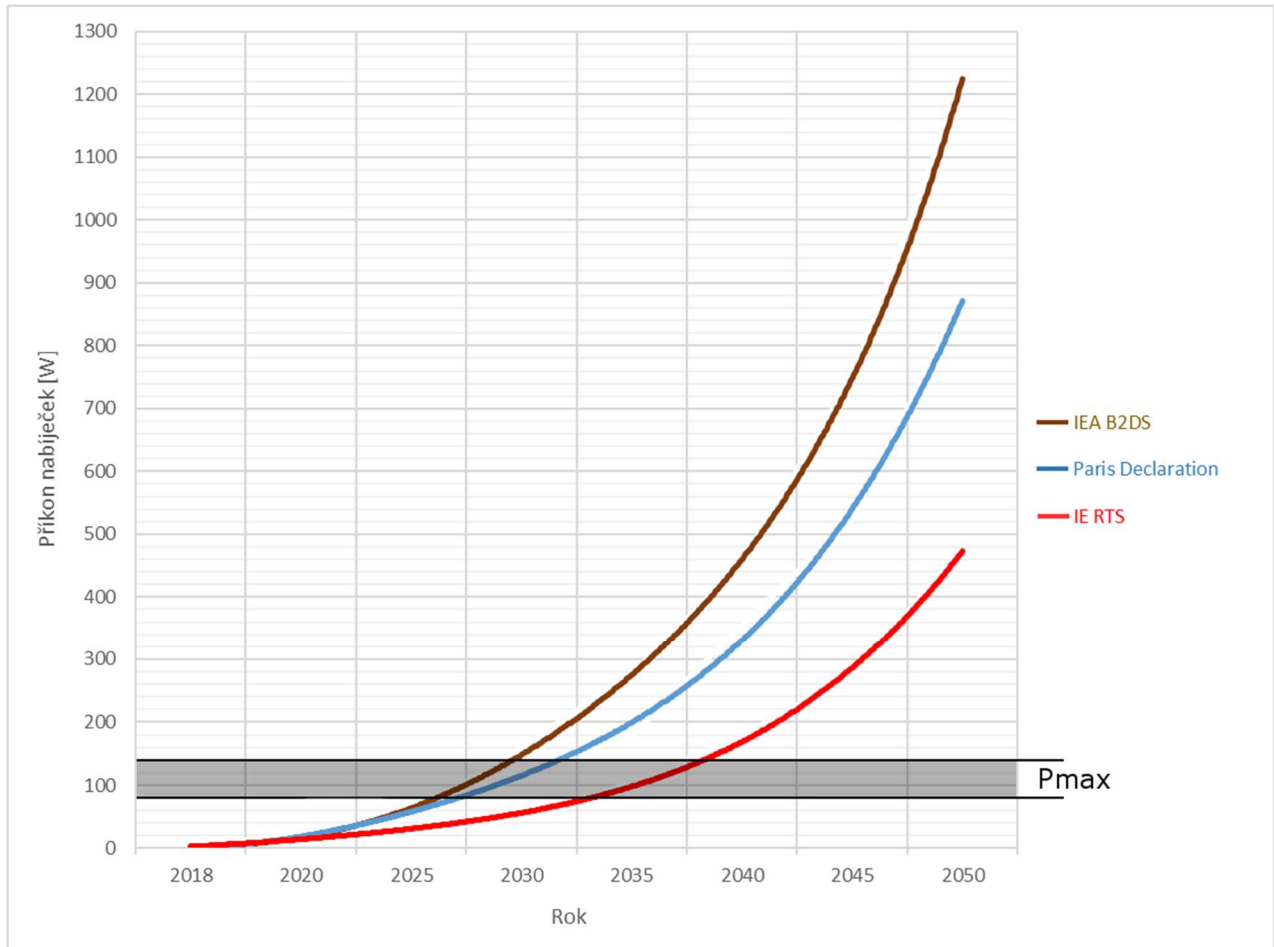
Nejveselejší, avšak zároveň nejméně pravděpodobný scénář v rozvoji elektromobility v České republice poukazuje na to, že by transformátory na parkovišti u obchodního centra nacházejícího se v části Plzeň – Černice do roku 2030 nevystačily, protože výsledný příkon nabíječek by se přehoupl přes 170 kW.

Tabulka 20 : Příkony nabíječek dle scénáře "IEA B2DS"

<b>IEA B2DS</b>	<b>PE na parkovišti</b>	<b>Počet PNS</b>	<b>Počet RNS</b>	<b>Celkový výkon [kW]</b>
Rok 2018	-	-	-	-
Rok 2020	6	1	0	24,44
Rok 2025	17	2	0	48,88
Rok 2030	32	5	1	177,75
Rok 2035	51	9	1	275,51
Rok 2040	71	14	2	453,26
Rok 2045	97	24	3	753,21
Rok 2050	124	41	4	1224,24

### 3.3.4 Parkoviště OC Olympia - výsledný příkon nabíječek

Na následujícím grafu lze vidět předpokládaný příkon nabíječek v jednotlivých letech. Označená oblast „ $P_{max}$ “ poukazuje na údajně zjištěnou rezervu výkonu aktuálních transformátorů na parkovišti. Ze zjištěné rezervy vyplývá, že by transformátory na parkovišti u obchodního centra Olympia měly do roku 2030 bez problémů vystačit, pokud se zachovají výkony dnešních nabíječek.



Obrázek 20 : Výsledné příkony nabíječek během několika let

## Závěr

Moderní trend zvaný elektromobilita je i přes dlouhou historii stále na začátku. Celá budoucnost elektromobilů závisí hlavně na vývoji a technologii. Je však zřejmé, že elektromobily za žádných okolností v České republice neomezuje množství vyrobené elektrické energie, která by i s dnešním množstvím zvládla napájet pět milionu vozidel. Větší problém v tuzemsku představuje spíše samotná výroba elektřiny, která se u nás převážně vyrábí tepelnými elektrárnami, které mají nepříliš dobrý podíl na znečišťování ovzduší. Samotné elektromobily mají sice nulové emise, ovšem díky výrobě energie do jejich baterií vznikají nepřímé emise přímo spojené se samotnými elektrárnami. V porovnání s Německem jsou tak elektromobily u nás oproti spalovacím motorům spíše neekologické, z důvodu velké produkce oxidu uhličitého, na kterém se nejvíce podílí uhelné elektrárny. S nástupem výroby elektřiny pomocí obnovitelných zdrojů se však toto razantně změní.

Co se týče nahrazení všech automobilů čistými elektromobily, tak se jedná o dlouhodobý proces. Z nejpravděpodobnějšího scénáře vychází, že by se v České republice mělo bez mála nacházet v roce 2050 280 tisíc vozidel na čistý elektrický pohon. Aktuální počet všech automobilů se pohybuje kolem 5,5 milionu jednotek. Podle propočtů za posledních pět let v ČR přibylo půl milionu automobilů, tudíž lze předpokládat, že jednotky budou nadále růst. Současných 1500 elektromobilů, které se u nás nacházejí, tvoří pouhé 0,03 procenta podílu na trhu. Budoucnost elektromobilů je ještě velice vzdálená a taktéž vázána na drahém vývoji, do kterého se hrnou firmy po celém světě. Největší problém tvoří samotné uložení elektrické energie, přesněji baterie. Nejenže současně používané lithiové baterie jsou velice škodlivé životnímu prostředí, ale hrozí i nedostatek lithia pro masovou výrobu. Vývoj se zatím zaměřuje spíše na rychlost nabíjení, tzv. ultra rychlé nabíjení, kdy by dokázala nabíječka o příkonu 350 kW elektromobil nabít za pár minut. Velkým skokem kupředu mohou být protonové baterie, které dokážou využívat vodík z vody, a tudíž by byly velice příznivé životnímu prostředí. Prototypy těchto baterií již skutečně existují a na trhu se mohou objevit během příštích 5 let. Samotný vodík však představuje více využití, a to například ve vodíkových motorech, což může být taky jedna z budoucích alternativ k nahrazení dnešních spalovacích motorů. Lze zmínit například i motory na jaderný pohon, konkrétně thorium, o který se pokouší automobilka Chrysler. Klasické spalovací motory se taktéž nadále vyvíjejí, a to především motory vznětové, u kterých se vymýšlí lepší filtry ke snížení oxidu dusíku, které tyto motory produkují ve větším množství.

Ve třetí kapitole bakalářské práce je vypočteno, že transformátory nacházející se na parkovišti u obchodního centra Olympia by měly z hlediska velikosti rezervovaného příkonu bez problémů vystačit až do roku 2030. V tomto roce by neměla být překročena maximální rezerva trafostanice, která se údajně pohybuje mezi 80 - 140 kW. Příkon nabíječek by podle nejpravděpodobnějšího scénáře zvaného Paris Declaration v tomto roce neměl překročit 130 kW. Do roku 2030 se tak jeví problém pouze připravenosti elektro rozvodů na parkovacích místech, tzv. výkon prozatím není jak na parkovišti přenést. Roku 2030 by se tak mohlo na tomto parkovišti nacházet až dvacet vozidel na čistý elektrický pohon. K dodržení tohoto odhadovaného výsledku je třeba počítat s tím, že se budou i nadále používat nabíjecí stanice na střídavý a stejnosměrný proud o výkonu 22 a 50 kW. Je třeba taktéž řešit princip nabíjení na parkovištích a snažit se co nejvíce optimalizovat náročnost na jejich rozvodnou síť. Jednou z možností může představovat omezení doby nabíjení, na kterou bude řidič upozorněn například zprávou na chytrý telefon.



## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] BOUŠKA, Ing. Jan. *Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů* [online]. Dostupné z: [http://www.spvez.cz/pages/history/history\\_01.htm](http://www.spvez.cz/pages/history/history_01.htm)
- [2] ING. MARTIN GAVOR, CSc. Vznik a vývoj přenosové soustavy elektrické energie [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/13645-vznik-a-vyvoj-prenosove-soustavy-elektricke-energie>
- [3] HANŽLOVÁ, Jitka. Desetinu evropské elektřiny vyrábí větrné elektrárny. V Česku je to méně, než procento [online]. nedatováno. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/ekonomika/desetinu-evropske-elektriny-vyrabi-vetrne-elektrarny-v-cesku-je-mene-nez\\_1706230628\\_jra](https://www.irozhlas.cz/ekonomika/desetinu-evropske-elektriny-vyrabi-vetrne-elektrarny-v-cesku-je-mene-nez_1706230628_jra)
- [4] ERÚ. Roční zpráva o provozu ES ČR 2016 [online]. 2016, 31. Dostupné z: [http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni\\_zprava\\_provoz\\_ES\\_2014.pdf/933fc41a-ad79-4282-8d0f-01eb25a63812](http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2014.pdf/933fc41a-ad79-4282-8d0f-01eb25a63812)
- [5] ČEPS. Vývoj přenosové soustavy [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/vyvoj-prenosove-soustavy>
- [6] ČEZ. Energetika v ČR [online]. 2017. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/cisla-a-statistiky/energetika-v-cr.html>
- [7] ALZA.CZ. BMW i3, elektromobil pro radost z jízdy po městě [online]. 2017. Dostupné z: <https://www.alza.cz/bmw-i3-recenze>
- [8] IEA, International Energy Agency. Global EV Outlook 2017: Two million and counting. *IEA Publications* [online]. 2017, 1–71. Dostupné z: doi:10.1787/9789264278882-en
- [9] ENERDATA. Electricity production [online]. 2018. Dostupné z: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>
- [10] ČEZ. ČEZ rozšiřuje síť veřejných rychlodobíjecích stanic pro elektromobily [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.elektromobilita.cz/cs/onas/novinky/6170.html>
- [11] HYBRID.CZ. E.ON spouští globální kampaň na podporu elektromobility [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/eon-spousti-globalni-kampan-na-podporu-elektromobility>
- [12] HORČÍK, Jan. Elektrický supersport Tachyon Speed: 1250 koní, šest elektromotorů [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/elektricky-supersport-tachyon-speed-1250-koni-sest-elektromotoru#comment-121427>
- [13] INNOGY. innogy eMobilita. nedatováno.
- [14] DAVID VOBORIL. innogy se stane partnerem DHL, zřídí nabíjecí stanice v logistických centrech [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/elektromobilita/innogy-se-stane-partnerem-dhl-zridi-nabijeci-stance-logistickych-centrech/>
- [15] ČTK. Elektromobilita v Česku se rozjíždí. Prodej hybridů se zdvojnásobil, staví se rychlodobíjecí stanice [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/elektromobilita-v-cesku-se-rozjizdi-prodej-hybridu-se-zdvojn/r~67f14e4ede7411e7be860cc47ab5f122/?redirected=1526672526>
- [16] DANIEL FUGLEVIČ. Alza spustila prodej elektromobilů Tesla. Auto prý doručí do druhého dne [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://www.denik.cz/auto/alza-cz-spustila-prodej-elektromobilu-tesla-auto-muzete-mit-doma-uz-zitra-20170620.html>

- [17] ČTK. Nabídku elektromobilů v Česku rozšíří tři modely Renaultu [online]. nedatováno. Dostupné z: [https://www.tyden.cz/rubriky/auta/aktuality/nabidku-elektromobilu-v-cesku-rozsiri-tri-modely-renaultu\\_465075.html](https://www.tyden.cz/rubriky/auta/aktuality/nabidku-elektromobilu-v-cesku-rozsiri-tri-modely-renaultu_465075.html)
- [18] ALZA. Renault Zoe [online]. 2017. Dostupné z: <https://www.alza.cz/renault-zoe-d5097112.htm>
- [19] EVSELECT S.R.O. Mapa nabíjecích stanic [online]. 2018. Dostupné z: <https://www.evmapa.cz>
- [20] ČEZ. Veřejné dobíjecí stanice ČEZ [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.elektromobilita.cz/cs/dobijeni-na-cestach.html>
- [21] FRANTIŠEK NOVÁK. Elektrobudoucnost v praxi. V Oslu není kde nabít auto [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://www.euro.cz/byznys/elektrobudoucnost-v-praxi-v-oslu-neni-kde-nabit-auto-1374814>
- [22] MAREK BEDNÁŘ. Norská elektrická pohádka nabírá hořkého konce, takhle to opravdu nepůjde [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/norska-elektricka-pohadka-nabira-horke-konce-takhle-to-opravdu-nepujde/>
- [23] PETR NOVOTNÝ. Žádné daně nebo mýtné. Podpora elektromobility u nás a ve světě [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.obnovitelne.cz/cz/clanek/146/zadne-dane-nebo-mytne-podpora-elektromobility-u-nas-a-ve-svete/>
- [24] RADOVAN POTOČÁR. Počet elektromobilů na světě se v průběhu roku téměř zdvojnásobil [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.prumyslovaekologie.cz/Dokument/102365/pocet-elektromobilu-na-svete-se-v-prubehu-roku-temer-zdvojnasil.aspx>
- [25] ČTK. Konsorcium NEXT-E dostalo od EU grant půl miliardy Kč na vybudování dobíjecích stanic [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/evropska-unie/konsorcium-next-e-dostalo-od-eu-grant-pul-miliardy-kc-na-vybudovani-dobijecich-stanic/>
- [26] DUSIL, Tomáš. Škoda Vision E: Byli jsme za volantem studie elektromobilu! [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.auto.cz/skoda-vision-e-byli-jsme-za-volantem-studie-elektromobilu-109538>
- [27] AKTUÁLNĚ.CZ. Přichází doba elektromobilů, hlásí automobilky. Tlačí je i čím dál přísnější limity pro emise [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/evropsky-parlament/elektromobily-budou-v-cesku-bezne-vyvoj-posouvaji-i-evropske/r~03973c28265b11e7bc55002590604f2e/?redirected=1520969084>
- [28] TIM POLLARD. Skoda Vision E: it's the Czechs' first electric car [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://www.carmagazine.co.uk/car-news/motor-shows-events/shanghai/2017/skoda-vision-e-its-the-czechs-first-electric-car/?gallery-index=0>
- [29] FRANTIŠEK DVOŘÁK. Francie chce do roku 2040 ukončit prodej aut na benzin i naftu. ČTK [online]. nedatováno. Dostupné z: [https://auto.idnes.cz/francie-zakaz-motory-auta-elektromobil-fcj-/automoto.aspx?c=A170707\\_110451\\_automoto\\_fdv](https://auto.idnes.cz/francie-zakaz-motory-auta-elektromobil-fcj-/automoto.aspx?c=A170707_110451_automoto_fdv)
- [30] JANA ČERVINKOVÁ. Indie chce mít všechna auta do roku 2030 poháněná elektřinou [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/elektromobilita/indie-chce-mit-vsechna-auta-2030-pohanena-elektrinou/>
- [31] NIKKEI. Honda to halve electric cars' charging time to 15 minutes [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://asia.nikkei.com/Tech-Science/Tech/Honda-to-halve-electric-cars-charging-time-to-15-minutes>

- [32] DANIEL NOVÁK. Daimler nalije více než miliardu do izraelského start-upu, uspět chce s rychlonabíjecími bateriemi [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/fleet-special/daimler-nalije-vice-nez-miliardu-do-izraelskeho-start-upu-uspjet-chce-s-rychlonaabijecimi-bateriemi-1337502>
- [33] JAN DOLEJŠ. Jsou dnešní elektromobily ekologické? [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://www.chytraauta.cz/jsou-elektromobily-ekologicke-201701/>
- [34] ROMARE, Mia a Lisbeth DAHLLÖF. *The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries and Batteries for light-duty vehicles*. 2017. ISBN 9789188319609.
- [35] DAVID VOBOŘIL. Předpokládaný rozmach elektromobilů vyvolává obavy z nedostatku dodávek lithia [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/predpokladany-rozmach-elektromobilu-vyvolava-obavy-nedostatku-dodavek-lithia/>
- [36] SOLARNINOVINKY.CZ. Nabití do 30 sekund: Změní nové protonové baterie budoucnost elektromobility a akumulace energie? [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/2018032004/nabiti-do-30-sekund-zmeni-nove-protonove-baterie-budoucnost-elektromobility-a-akumulace-energie>
- [37] DALIBOR ŽÁK. Elektromobily produkci CO<sub>2</sub> nesníží, dokud se bude elektrina vyrábět hlavně z uhlí [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/elektromobily-produkci-co2-nesnizi-dokud-se-bude-elektrina-vyrabet-hlavne-z-uhli/>
- [38] DOPRAVY, Enka a Transport YEARBOOK. Ročenka dopravy. 2016.
- [39] ING. JAN SAJDL, Ph.D. Emisní norma EURO [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/emisni-norma-euro/>
- [40] ING. TOMÁŠ KURC. Analýza dopadu rozvoje elektromobility na distribuční a přenosové sítě. 2017.
- [41] AGENCY, Vehicle Certification. Car fuel data, CO<sub>2</sub> and vehicle tax tools. nedatováno.
- [42] OC Olympia [online]. nedatováno. Dostupné z: <http://www.olympiaplzen.cz/o-nas>
- [43] OC Rokycanská [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://www.oc-plzen.cz/o-centru/parkovani/>