

# Rozvoj elektromobility a jej vplyv na spotrebu pohonných hmôt a elektrickej energie v cestnej doprave v Slovenskej republike

Analýza, december 2019

### **Podakovanie**

Táto analýza vznikla za pomoci a podpory mnohých ľudí. Za cenné pripomienky a podporu ďakujem kolegom z Centra pre hospodárske otázky, Sekcie energetiky, Odboru priemyselného rozvoja Sekcie stratégie Ministerstva hospodárstva SR, ako aj kolegom z Ministerstva životného prostredia SR, Slovenského hydrometeorologického ústavu, Zväzu automobilového priemyslu SR a odborným recenzentom Martinovi Halušovi, Karolovi Morvayovi a Martinovi Jesnému.

Autor: Ing. Martina Repíková

### **Disclaimer / Upozornenie**

Cieľom tejto analýzy je poukázať na problematické oblasti v súvislosti s rozvojom elektromobility, spotrebou pohonných hmôt, elektrickej energie a súvisiacimi emisiami na Slovensku a podnietiť odbornú verejnú diskusiu. Tento text prezentuje názory autorky a Centra pre hospodárske otázky, ktoré nemusia byť totožné s oficiálnymi názormi a postojmi Ministerstva hospodárstva SR.

Citácie textu by mali odkazovať na Centrum pre hospodárske otázky (nie Ministerstvo hospodárstva SR) ako autora týchto názorov.

Za akékoľvek chyby a nepresnosti zodpovedá autorka.

## Zhrnutie: Rozvoj elektromobility a jej vplyv na spotrebu pohonných hmôt a elektrickej energie v cestnej doprave v Slovenskej republike

- **Rozvoj elektromobility bude v najbližších rokoch napredovať ako vo svete, tak aj na Slovensku.** Prechod na elektrický pohon prispeje k zníženiu spotreby fosílnych pohonných hmôt a k zlepšeniu kvality ovzdušia v exponovaných lokalitách so zahustenou dopravou. Rozvoj nabíjacej infraštruktúry, inteligentných sietí a možností uskladnenia elektrickej energie by za rozvojom elektromobility nemal zaostávať.
- **Aktuálny historický trend naznačuje, že počet elektrických vozidiel vo vozovom parku SR môže v roku 2030 dosiahnuť 28-tisíc až 41-tisíc.** To je menej ako 1,2% – 1,8% súčasného počtu osobných vozidiel kategórie M1.
- **Dopyt po elektrickej energii pre pohon elektrických vozidiel v roku 2030 bude 220 – 710 TJ, čo je menej ako 1% celkovej spotreby elektriny v SR v 2018.** Ak bude nárast počtu elektromobilov progresívnejší, napr. 116-tisíc elektrických vozidiel (5% súčasných osobných vozidiel) by v roku 2030 potrebovalo pre pohon ekvivalent 2% súčasnej spotreby elektriny.
- **Elektrické vozidlo potrebuje pre nabitie akumulátora porovnateľné množstvo elektrickej energie ako spotrebuje stredne veľká domácnosť (2,1 MWh alebo 7,6 GJ), ak prejde ročne približne 12-tisíc kilometrov.** Spotreba ropných pohonných hmôt sa zníži iba v prípade, že bude elektrické vozidlo využívané ako náhrada vozidla so spaľovacím motorom (ktoré pri rovnakom nájazde spotrebuje 14,5 GJ nafty alebo 16,5 GJ benzínu).
- **V kombinácii s nízkouhlíkovým spôsobom výroby elektrickej energie v SR môže elektromobilita prispieť k zníženiu emisií skleníkových plynov a ku zlepšeniu kvality ovzdušia, najmä v lokalitách s hustou dopravou.** Emisie skleníkových plynov, ktoré vypustí osobný automobil pri spaľovaní benzínu alebo nafty, sú v prípade elektromobilu „presunuté“ do oblasti výroby elektrickej energie. Pri nízkouhlíkovom spôsobe výroby elektriny by emisie skleníkových plynov priradené k využívaniu EV boli na úrovni 14%-28% emisií zo spaľovania benzínu alebo nafty. Problémom naďalej zostanú emisie znečisťujúcich látok z prevádzky vozidla, ako mikročastice z oterov brzd, pneumatík, povrchu vozovky.
- **Prechod na elektromobilitu zvýši závislosť spoločnosti na elektrickej energii.** Kľúčovou úlohou bude preto zaistiť dostupnosť surovín pre nízkouhlíkovú výrobu elektrickej energie, bezpečnosť, stabilitu a efektívne riadenie elektrickej prenosovej sústavy, čo bude dôležité v prípade súbežného nabíjania väčšieho počtu elektrických vozidiel v domácnostiach v husto osídlených oblastiach.
- Elektromobilita nie je jediné, ani ideálne, riešenie pre zníženie spotreby pohonných hmôt z fosílnych palív, celkovej spotreby energie, emisií skleníkových plynov a dopadov zmeny klímy. Musí ju sprevádzať aj rozvoj a implementácia iných riešení, ako sú napríklad alternatívne palivá; verejná osobná doprava; aplikácia princípov obehového hospodárstva v celom životnom cykle elektrických vozidiel vrátane recyklácie komponentov; aktivity zdieľanej ekonomiky ako car sharing; iniciatívy obcí v súlade s konceptom smart city; zmena konceptu mobility; a iné.

## Obsah

Úvod.....	8
1. Rozvoj elektromobility.....	9
1.1. Súčasný stav vo svete a na Slovensku.....	9
1.2. Trendy vývoja elektromobility vo svete.....	10
1.3. Prognóza rozšírenia elektromobility na Slovensku.....	11
1.4. Faktory vplývajúce na rozšírenie elektromobility.....	13
1.4.1. Inštitucionálne klimatické aktivity.....	13
1.4.2. Finančné faktory.....	13
1.4.3. Technické parametre, nabíjacia infraštruktúra a inteligentné siete.....	13
1.4.4. Emisné limity pre vozidlá.....	14
1.4.5. Alternatívne palivá a dopravné prostriedky.....	14
1.4.6. Behaviorálne premenné a zmena konceptu mobility.....	14
2. Vplyv elektromobility na spotrebu energie a emisie.....	16
2.1. Súčasná spotreba energie a emisie z dopravy.....	16
2.2. Spotreba pohonných hmôt a elektrickej energie vozidiel.....	18
2.2.1. Ročný nájazd vozidiel.....	18
2.2.2. Priemerná spotreba vozidiel podľa typu paliva.....	19
2.2.3. Porovnanie spotreby PHM a elektrickej energie pre jedno vozidlo.....	20
2.2.4. Dopyt po elektrickej energii pre prognózovaný rast EV.....	23
2.2.5. Porovnanie dopytu po elektrine a pohonných hmotách pre prognózovaný rast EV.....	24
2.2.6. Spotreba primárnej energie pre výrobu PHM a elektrickej energie.....	25
2.3. Prognóza elektromobility a emisie CO <sub>2</sub> z dopravy.....	27
Záver.....	29
Prílohy.....	30
Príloha 1: Metodológia.....	30
Príloha 2: Rýchlosť rozšírenia prelomových inovácií.....	31
Príloha 3: Prehľad vybraných aktivít niektorých inštitúcií súvisiacich s elektromobilitou.....	32
Príloha 4: Rozšírenie EV a HDP na obyvateľa v krajinách EU a EFTA.....	33
Príloha 5: Výsledné hodnoty regresnej analýzy kubickej funkcie.....	34
Príloha 6: Výsledné hodnoty regresnej analýzy polynomickej funkcie.....	35
Príloha 7: Dopyt po PHM a elektrickej energii podľa priemernej spotreby a nájazdu.....	36
Príloha 8: Dopyt po PHM a elektrickej energii podľa scenárov.....	37
Príloha 9: Scenáre rozvoja elektromobility a vplyv na spotrebu.....	38
Príloha 11: Spotreba primárnej energie pre výrobu elektrickej energie a PHM v 2020.....	41
Príloha 12: Emisie CO <sub>2</sub> z prevádzky vozidiel.....	42
Príloha 13: Uhlíková intenzita výroby a spotreby elektrickej energie v SR, 2019.....	43
Príloha 14: Uhlíková intenzita importu a spotreby elektrickej energie v SR, 09/2019.....	44
Zdroje.....	45

## Zoznam grafov a tabuliek

### Zoznam grafov

Graf 1: Vývoj počtu elektrických vozidiel vo svete .....	9
Graf 2: Počet osobných (M1) a ľahkých úžitkových (N1) BEV a PHEV v EU + EFTA + Turecko .....	9
Graf 3: Prognózy vývoja počtu EV vo svete .....	10
Graf 4: Scenáre rozšírenia EV v SR (2011-2018 na základe historických dát, 2019-2030 podľa modelu).....	12
Graf 5: Podiel verejnej dopravy na osobnej doprave (2016).....	15
Graf 6: Nárast spotreby energie podľa odvetvia a nárast spotreby ropy a elektrickej energie vo svete, 2000-2018 .....	16
Graf 7: Podiel globálnej spotreby energie podľa odvetví a množstve emisií CO <sub>2</sub> , 2016 .....	17
Graf 8: Nárast emisií skleníkových plynov z energetiky vo svete, 2010-2018 .....	17
Graf 9: Vývoj Emisií CO <sub>2</sub> z cestnej dopravy v SR, 2010-2017 .....	17
Graf 10: Spotreba elektrickej energie na pohon EV a dopyt po elektrickej energii pre nabitie akumulátora pri nižšom ročnom nájazde a 10% strate z nabíjacej sústavy a zo samovybájania.....	21
Graf 11: Porovnanie spotreby PHM a elektrickej energie 1 vozidlom, rozpätie dané min a max priemernej spotreby, spotreba PHM podľa emisných limitov pre rok 2020 .....	22
Graf 12: Porovnanie spotreby PHM a elektrickej energie 1 vozidlom, rozpätie dané min a max priemernej spotreby, spotreba EV nezmenená, PHM podľa emisných noriem pre 2030 (min) .....	22
Graf 13: Porovnanie dopytu po energii na pohon vozidiel s elektrickým a benzínovým motorom podľa scenára 3 v rozmedzí intervalu ročného nájazdu a priemernej spotreby paliva (tabuľka 9).....	24
Graf 14: Spotreba energie pre výrobu PHM a elektrickej energie na pohon vozidiel v roku 2020 .....	25
Graf 15: Spotreba energie pre výrobu PHM a elektrickej energie na pohon vozidiel v roku 2030 .....	26
Graf 16: Emisie CO <sub>2</sub> vozidiel s elektrickým (s priemernou EI 166,87 gCO <sub>2</sub> eq/kWh), benzínovým a dieselovým pohonom.....	27
Graf 17: Emisie vozidiel s benzínovým a naftovým pohonom a EV nabíjaného v energetickom mixe s rôznou emisnou intenzitou výroby elektrickej energie, s ročným nájazdom 12-tisíc km .....	28

### Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Prehľad koeficientov determinácie R <sup>2</sup> vybraných auto-regresných funkcií .....	11
Tabuľka 2: Scenáre odhadu počtu EV v SR.....	12
Tabuľka 3: Spotreba energie (PHM) v cestnej doprave v Slovenskej republike, 2011-2018 .....	16
Tabuľka 4: Vzdialenosť spiatočnej jazdy medzi vybranými mestami.....	18
Tabuľka 5: Priemerná spotreba pohonných látok na 100 km .....	19
Tabuľka 6: Priemerná spotreba „paliva“ vybraných modelov osobných elektromobilov .....	20
Tabuľka 7: Priemerná spotreba „paliva“ vybraných modelov ľahkých úžitkových elektromobilov ...	20
Tabuľka 8: Porovnanie spotreby paliva na pohon jedného vozidla na ročný nájazd .....	21
Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.....	23
Tabuľka 10: Rozpätie dopytu po palive podľa jednotlivých scenárov prognózy (v GWh v prílohe 7) ..	23
Tabuľka 11: Emisie CO <sub>2</sub> , ktoré vznikajú spaľovaním benzínu a nafty pri rôznej priemernej spotrebe .	27

## Použité skratky

<b>Skratka</b>	<b>v slovenčine</b>	<b>v angličtine</b>
<b>Organizácie</b>		
ACEA	Európska asociácia výrobcov automobilov	European Automobile Manufacturers' Association
BCG		Boston Consulting Group
BNEF		Bloomberg New Energy Finance
EAFO		European Alternative Fuels Observatory
EEA	Európska environmentálna agentúra	European Environment Agency
EFTA	Európske združenie voľného obchodu	European Free Trade Association
EK	Európska komisia	European Commission
EU	Európska únia	European Union
EU ETS	Systém obchodovania s emisiami v EÚ	(EU Emissions trading system)
IEA	Medzinárodná energetická agentúra	International Energy Agency
IRENA	Medzinárodná agentúra pre obnoviteľné zdroje	International Renewable Energy Agency
MH SR	Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky	Ministry of Economy of Slovak Republic
OPEC	Organizácia krajín vyvážajúcich ropu	Organisation of Petroleum Exporting Countries
OSN	Organizácia spojených národov	United Nations
SDGs	Ciele udržateľného rozvoja	Sustainable Development Goals
SR	Slovenská republika	Slovak Republic
USA	Spojené štáty americké	United States of America
<b>Pohonné hmoty</b>		
CNG	Stlačený zemný plyn	Compressed natural gas
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý	Carbon dioxide
DME	Dimetyléter	Dimethyl ether
FAME	Metylester mastnej kyseliny	Fatty acid methyl esters
GHG	Skleníkový plyn	Green house gas
GTL	Skvapalňovanie plynu	Gas to liquids
LNG	Skvapalnený zemný plyn	Liquified natural gas
LPG	Skvapalnený ropný plyn	Liquified petroleum gas
OZE	Obnoviteľné zdroje energie	Renewable energy
PHM	Pohonné hmoty	
<b>Druhy vozidiel</b>		
BEV	Batériové elektrické vozidlo	Battery-electric vehicle
EV	Elektrické vozidlo	Electric vehicle
FCEV	Vozidlo s pohonom na palivové články	Fuel cell vehicle
HEV	Hybridné vozidlo	Hybrid electric vehicle
ICE	Vozidlo so spaľovacím motorom	Internal combustion engine vehicle
LCEV	Lahké úžitkové elektrické vozidlo	Light commercial electric vehicle
MHD	Mestská hromadná doprava	Public transport
PHEV	Nabíjateľné hybridné elektrické vozidlo	Plug-in hybrid electric vehicle
SUV	Športové úžitkové vozidlo	Sport(s) Utility Vehicle

## Nezaradené

AP	Akčný plán
HDP	Hrubý domáci produkt
M <sub>1</sub>	vozidlá projektované a konštruované na prepravu cestujúcich, najviac s ôsmimi sedadlami okrem sedadla pre vodiča
N <sub>1</sub>	vozidlá projektované a konštruované na prepravu tovaru s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou neprevyšujúcou 3 500 kg
EI	Emisná intenzita výroby alebo spotreby elektrickej energie

## Jednotky

eur	mena euro
eur/ob	eur na obyvateľa
g	gram
GJ	giga joule
Gt	giga tona
GW	giga watt
GWh	giga watt hodina
km	kilometer
kW	kilo watt
kWh	kilo watt hodina
l	liter
MJ	mega joule
Mt	milión ton
Mtoe	milión ton ropného ekvivalentu
MW	mega watt
MWh	mega watt hodina
PJ	peta joule
t/ob	ton na obyvateľa
tis.	tisíc
TJ	tera joule
TWh	tera watt hodina
Wh/kg	watt hodina na kilogram
Wh/mi	watt hodina na míľu
gCO <sub>2</sub> /km	gram CO <sub>2</sub> na kilometer
gCO <sub>2</sub> /kWh	gram CO <sub>2</sub> na kilowatthodinu
ktCO <sub>2</sub> /kWh	tisíc ton (kilo ton) CO <sub>2</sub> na kilowatthodinu
CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub> ekvivalent (CO <sub>2</sub> a ostatné skleníkové plyny)
CO <sub>2</sub> eq/kWh	CO <sub>2</sub> ekvivalent na kilowatthodinu

## Úvod

Klimatická zmena je spájaná so spotrebou energie<sup>1</sup>. Spaľovaním fosílnych palív ako je uhlie, ropné produkty, či zemný plyn, sa zvyšuje množstvo plynov v atmosfére, najmä CO<sub>2</sub>, metánu a oxidu dusného. Aby sa zabránilo výraznému rastu emisií skleníkových plynov a zmene klimatických podmienok na planéte, zavádzajú sa nové postupy v energetike, doprave, poľnohospodárstve, priemysle, odpadovom hospodárstve, vo využívaní pôdy, lesníctve a iných oblastiach. Pre úspešné zníženie objemu skleníkových plynov a dosiahnutie uhlíkovej neutrality je potrebné zaviesť aj ďalšie inovácie a kombinovať viaceré riešenia, čo potvrdila aj Piata hodnotiaca správa Medzivládneho panela pre zmenu klímy (IPCC).<sup>2</sup>

V samotnej cestnej doprave sa v posledných rokoch ako jedna z globálnych odpovedí na snahu znížiť dopady klimatickej zmeny na planétu dostáva do popredia elektromobilita. Hlavnými argumentmi v jej prospech sú, že elektromobilita ponúka riešenie, ktoré možno relatívne rýchlo zrealizovať, vozidlá na elektrický pohon sú čoraz dostupnejšie a neznečisťujú životné prostredie spaľovaním pohonných hmôt ako vozidlá na benzínový či naftový pohon.

Počet elektrických vozidiel (ale aj vozidiel s pohonom na iné alternatívne palivá) vo svete rýchlo rastie a rovnako napreduje aj výskum a vývoj nových technológií. Podľa Medzinárodnej energetickej agentúry (IEA) narastie počet elektrických vozidiel vo svete z 5,1 milióna v roku 2018 na 130-250 miliónov v roku 2030.<sup>3</sup> Na svoj pohon spotrebujú 640 – 1 110 terawatthodín elektrickej energie a ušetria polovicu emisií CO<sub>2</sub> (z výroby tejto energie) v porovnaní s emisiami rovnakého počtu vozidiel so spaľovacím motorom.<sup>4</sup>

V súvislosti s globálnymi riešeniami dopadov zmeny klímy a s rozvojom elektromobility vo svete je cieľom tejto štúdie na základe analýzy vplyvu rozšírenia elektrických vozidiel v podmienkach SR zodpovedať nasledovné otázky:

- Ako sa môže vyvíjať elektromobilita v SR?
- Ktoré faktory podporia alebo zabrzdia jej rozvoj?
- Aký vplyv bude mať predpokladané rozšírenie elektromobility na spotrebu pohonných hmôt a elektrickej energie na Slovensku?
- Prispieje zavedenie elektromobility k zníženiu množstva emisií z dopravy v SR?

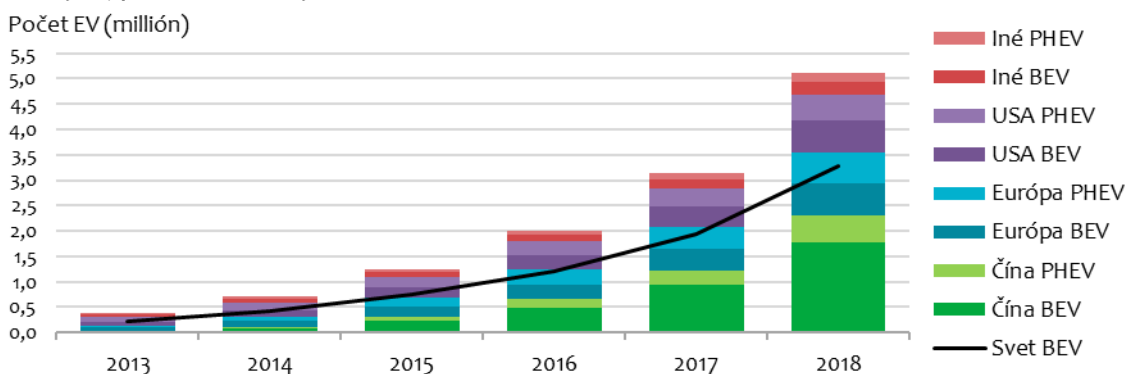


## 1. Rozvoj elektromobility

### 1.1. Súčasný stav vo svete a na Slovensku

Podľa Medzinárodnej energetickej agentúry (IEA) bolo v roku 2018 vo svete vyše 5,1 milióna osobných elektrických vozidiel (EV), z toho čisto elektrických vozidiel (BEV) bolo 3,29 milióna (Graf 1).<sup>5</sup> EV v tejto analýze zahŕňajú čisto elektrické autá (battery-electric vehicles – BEV) a nabíjacie hybridy (tzv. plug-in hybrid – PHEV) v kategórii osobných vozidiel. Okrem osobných EV bolo vo svete približne 460-tisíc elektrických autobusov a 250-tisíc ľahkých úžitkových elektrických vozidiel (light commercial electric vehicles – LCEV).<sup>6</sup>

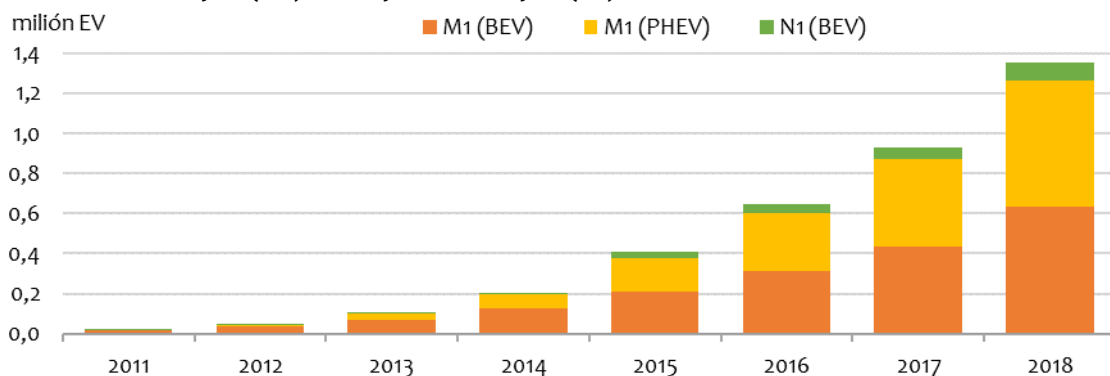
Graf 1: Vývoj počtu elektrických vozidiel vo svete



Zdroj: Medzinárodná energetická agentúra (IEA), Global EV Outlook 2019<sup>7</sup>

Rebríček krajín s najväčším počtom elektromobilov v roku 2018 vedie Čína s 2,3 miliónom EV. V Spojených štátoch amerických (USA) bolo v roku 2018 vyše 1,1 milióna EV.<sup>8</sup> V Európe (Graf 2) bolo evidovaných 1 352 287 EV v roku 2018.<sup>9</sup>

Graf 2: Počet osobných (M1) a ľahkých úžitkových (N1) BEV a PHEV v EU + EFTA + Turecko



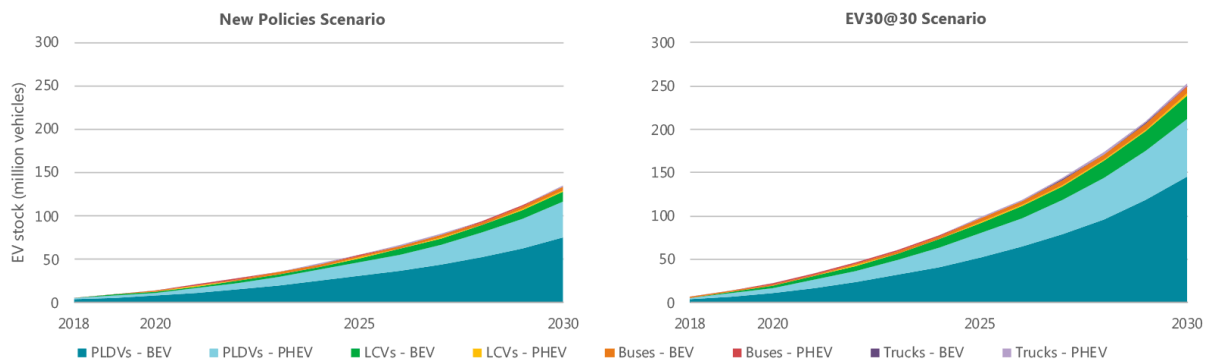
Zdroj: European Alternative Fuel Observatory (EAFO)<sup>10</sup>

Na Slovensku bolo koncom roka 2018 evidovaných 1570 EV, z toho 619 PHEV a 959 BEV. Okrem nich bolo v roku 2018 registrovaných aj 74 ľahkých úžitkových vozidiel a 47 autobusov s elektrickým pohonom. Popri BEV a PHEV je v SR evidovaných vyše tritisíc hybridných vozidiel s interne nabíjaným akumulátorom (HEV).<sup>11</sup>

## 1.2. Trendy vývoja elektromobility vo svete

Celosvetový trend rastu elektromobility bude s najväčšou pravdepodobnosťou pokračovať. Takýto názor sa objavuje v takmer všetkých prognózach o budúcnosti elektromobility, energetického sektora, či o zmene klímy. IEA vo svojich scenároch globálneho výhľadu pre elektrické vozidlá<sup>12</sup> predpovedá 130 miliónov až 250 miliónov EV v roku 2030 (Graf 3), pričom podiel EV vo vozovom parku by mal vzrásť z 0,2% v 2016 na viac ako 5% v roku 2030. Táto prognóza zahŕňa nielen osobné a ľahké úžitkové vozidlá, ale aj autobusy a nákladné vozidlá.

Graf 3: Prognózy vývoja počtu EV vo svete



Zdroj: Medzinárodná energetická agentúra (IEA), Global EV Outlook 2019<sup>13</sup>

Vysvetlivka: New policies scenario zahŕňa existujúce a plánované politiky, EV30@30 scenáριο počíta s 30% trhovým podielom EV v roku 2030, PLDV – osobné vozidlá, LCV – ľahké úžitkové vozidlá, Buses – autobusy, Trucks – nákladné vozidlá

Okrem IEA zdieľajú podobný názor o celosvetovom vývoji EV aj iné spoločnosti ako napríklad:

- Medzinárodná agentúra pre obnoviteľné zdroje v analýze o smart nabíjaní EV<sup>14</sup> predpokladá 150 miliónov osobných EV v roku 2030 a viac ako 1 miliardu EV v 2050,
- podľa KBC<sup>15</sup> budú po svete jazdiť 2 miliardy EV do roku 2040,
- podľa Morgan Stanley<sup>16</sup> bude v roku 2030 až 320 miliónov EV, a v 2050 1,6 miliardy, čo bude vtedy tvoriť polovicu celosvetového vozového parku,
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF)<sup>17</sup> predpovedá celosvetovo 28-30 miliónov novopredaných osobných EV v roku 2030,
- Boston Consulting Group<sup>18</sup> predpokladá, že v roku 2030 bude 46% novopredaných osobných vozidiel vo svete elektrických,
- Deloitte<sup>19</sup> predpokladá, že sa v roku 2030 predá celosvetovo 21 miliónov osobných elektrických vozidiel ročne,
- podľa JP Morgan<sup>20</sup> budú EV v roku 2030 tvoriť 20% globálneho vozového parku.

Väčšina prognóz vývoja počtu EV zahŕňa iba segment osobných vozidiel, keďže rozvoj využívania elektrických autobusov či nákladných elektrických vozidiel napreduje pomalšie a je dostupných menej dát a informácií ako o osobných EV. Okrem vyššie spomenutej IEA, aj BNEF<sup>21</sup> publikoval v roku 2019 prognózu pre tieto kategórie vozidiel. V nej sa predpokladá, že elektrické autobusy budú v roku 2040 tvoriť celosvetovo 68% všetkých autobusov a ľahké úžitkové elektrické vozidlá 38% vozidiel vo svojej kategórii. V nákladnej a kamiónovej doprave by mali vo väčšej miere okrem elektrického pohonu začať využívať vozidlá s pohonom na alternatívne palivá ako zemný plyn alebo vodík, ktoré sú vhodnejšie pre ťažkú nákladnú dopravu.

### 1.3. Prognóza rozšírenia elektromobility na Slovensku

Úspešné inovácie prichádzajú na trh často vo vlnách a krivka dopytu kopíruje rastúcu krivku v tvare viacnásobného S. Nárast dopytu po inovácii etablovaného produktu, napríklad nový model automobilu so spaľovacím pohonom, je obvykle rýchlejší ako po prelomových technológiách, medzi ktoré možno zaradiť aj elektromobilitu a alternatívne palivá. Prelomové technológie totiž prinášajú výraznú zmenu pre užívateľov a podporujú ich hlavne spotrebiteľia otvorení inováciám.<sup>22</sup>

Rozvoj elektromobility na Slovensku, ale aj vo svete, sa v súčasnosti nachádza medzi fázou zavádzania a fázou rastu. Analýza historických trendov zavádzania technologických inovácií poukazuje na strmší nárast dopytu po získaní 2,5-5% podielu na trhu (*Príloha 2: Rýchlosť rozšírenia prelomových inovácií*).<sup>23</sup> Toto rozpätie by pri súčasnom počte 2,33 milióna osobných vozidiel<sup>24</sup> v SR predstavovalo 58-tisíc až 116-tisíc EV. Prognóza v tejto štúdii pomôže určiť trajektóriu rozširovania elektromobility na Slovensku a hodnoty, od ktorých by mohol nasledovať rýchlejší nárast podielu EV vo vozovom parku osobných vozidiel.

Rozsah odhadu je zacielený na počiatočnú fázu rastu s výhľadom do 2030 a je založený na historickom vývoji počtu registrovaných elektrických vozidiel v SR v období rokov 2011 – 2018.<sup>25</sup> Pre odhad trendu PHEV a BEV bol použitý auto-regresný model historických pozorovaní. Najlepšie predikcie trendu podľa koeficientu determinácie ( $R^2$ , naznačujúci aká časť celkovej variability je vysvetlená modelom) poskytli funkcie so zrýchľujúcim nárastom v čase – kubická a polynomická. To zároveň potvrdzuje predpoklad, že krivka rozšírenia elektromobility bude mať tvar S.

Tabuľka 1: Prehľad koeficientov determinácie  $R^2$  vybraných auto-regresných funkcií

Funkcia	PHEV	BEV	EV
Kubická	97,8%	99,4%	98,6%
Polynomická	98,2%	99,5%	98,9%

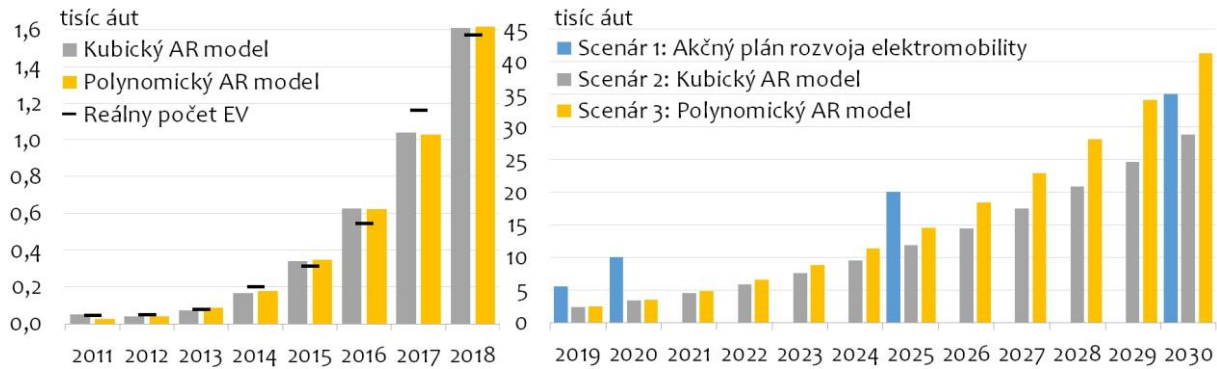
Zdroj: Vlastný výpočet

Koeficienty získané metódou najmenších štvorcov týchto funkcií pre každú kategóriu vozidiel (PHEV a BEV), boli veľmi podobné ako koeficienty pre súčet ( $EV = PHEV + BEV$ ) a tak je výsledný prognostický model spoločný pre obe kategórie EV. Kvalitu prognózy limituje nízky počet historických pozorovaní časových radov BEV a PHEV a s ním spojený obmedzený výber modelu.

Pri spätnej aplikácii oba prognostické modely vykazujú veľmi malú odchýlku od reálnych dát, s výnimkou rokov 2016 a 2017 (*Graf 4*). Tieto odchýlky reálnych hodnôt od trendu zobrazujú pôsobenie náhodných činiteľov. V roku 2016 boli reálne hodnoty nižšie ako prognóza modelu a teda rast počtu registrovaných EV bol pomalší. V roku 2017 boli naopak reálne dáta vyššie ako predikuje model. V roku 2018 boli reálne hodnoty znovu pod vyrovnanými hodnotami.

Tieto odchýlky naznačujú vplyv externých premenných. Jednou z nich mohol byť pilotný projekt podpory kúpy elektromobilov realizovaný od novembra 2016 do júna 2018, a teda mohol zvýšiť záujem o kúpu elektrických vozidiel. Po ukončení podpory sa zrejme vývoj vrátil späť k „historickému“ trendu. Externé faktory budú mať vplyv aj na prognózu ex ante. Keďže je náročné ich kvantifikovať, do modelu neboli zahrnuté. Môžu však spôsobiť pozitívne alebo negatívne odchýlky na prognózovanej hodnote. Sú charakterizované v časti 1.4 *Faktory vplývajúce na rozšírenie elektromobility*.

Graf 4: Scenáre rozšírenia EV v SR (2011-2018 na základe historických dát, 2019-2030 podľa modelu)



Zdroj: Akčný plán rozvoja elektromobility MH SR, ZAP SR<sup>26</sup> a vlastný prepočet

Prognózy predstavujúce trendovú zložku časových radov bez iných premenných boli využité ako scenáre vývoja počtu EV pre porovnanie dopadov rozvoja EV na spotrebu pohonných hmôt a elektrickej energie v nasledujúcej časti (Tabuľka 2). Prvý scenár je založený na prognóze z Akčného plánu rozvoja elektromobility MH SR, kde sa predpokladá 10-tisíc EV vo vozovom parku SR v roku 2020 (čo predstavuje 0,4% vozidiel kategórie M1 v súčasnom vozovom parku), 20-tisíc vozidiel v roku 2025 (0,9%) a 35-tisíc EV v roku 2030 (1,5%).<sup>27</sup> Prognózovaním ex-ante využitím kubického a polynomického AR modelu boli vytvorené dva porovnávacie scenáre. Pre rok 2020 oba modely predikujú podiel EV z vozidiel kategórie M1 súčasného vozového parku približne 0,15%, v roku 2030 sa EV podielajú 1,2% podľa scenára 2 a 1,8% podľa scenára 3.

Tabuľka 2: Scenáre odhadu počtu EV v SR

	Scenár 1 AP rozvoja elektromobility	Scenár 2 Kubická funkcia	Scenár 3 Polynomická funkcia
<b>2020</b>	10 000	3 310	3 470
<b>2025</b>	20 000	11 850	14 540
<b>2030</b>	35 000	28 850	41 230

Zdroj: AP elektromobility<sup>28</sup> a vlastný prepočet

Podiel 2,5%-5% trhu získajú EV podľa oboch prognostických modelov (scenáre 2 a 3) až za zvoleným časovým horizontom. Pri vývoji podľa polynomického AR modelu (scenár 3) by mohlo na Slovensku jazdiť 58-tisíc EV v roku 2032 a 116-tisíc EV v roku 2037. Kubický AR model (scenár 2) predikuje dosiahnutie 2,5%-5% podielu EV v rokoch 2035 – 2042. V tej dobe nebude tento konkrétny počet EV tvoriť 2,5%-5% podiel v kategórii osobných vozidiel. Ten totiž bude v danom období záležať od miery nahradenia vozidiel so spaľovacím motorom elektrickými, od vývoja a tempa rastu alebo poklesu registrácií všetkých osobných vozidiel v SR a iných faktorov, a je možné, že rozšírenie EV v SR bude progresívnejšie, ako naznačujú prognostické modely.

## 1.4. Faktory vplývajúce na rozšírenie elektromobility

Trend rozšírenia elektromobility vo svete i na Slovensku závisí od mnohých faktorov inštitucionálneho, regulačného, finančného, technického či behaviorálneho charakteru, alternatív dopravných prostriedkov alebo od iných inovácií, ako napríklad úplne nového konceptu dopravy.

### 1.4.1. Inštitucionálne klimatické aktivity

V počiatkoch na rozvoj elektromobility vplývajú najmä inštitucionálne zásahy v súvislosti s podporou riešení znižovania emisií skleníkových plynov, znižovania závislosti od fosílnych palív, či v súvislosti s adaptáciou na zmenu klímy. Medzi najčastejšie využívané opatrenia patrí napríklad stanovenie limitov na emisie vozidiel, podiel obnoviteľných zdrojov energie v doprave, vytvorenie bezemisných zón v mestách, či stanovenie poplatkov vedúcich k zníženiu počtu vozidiel. Stručný prehľad aktivít vybraných inštitúcií na globálnej, regionálnej i národnej úrovni poskytuje *Príloha 3: Prehľad vybraných aktivít niektorých inštitúcií súvisiacich s elektromobilitou*.

Okrem inštitucionálnych aktérov sa témam klimatickej zmeny, emisií skleníkových plynov, prechodu na nízkouhlíkové hospodárstvo, čistú energiu a ekologickú dopravu venuje množstvo firiem a jednotlivcov zo súkromného sektora, médií, občianskych združení a iniciatív.

### 1.4.2. Finančné faktory

Pri presadzovaní elektromobility zavážia okrem regulačných faktorov aj finančné premenné. Medzi najvýznamnejšie patrí cena vozidla, cena batérie, náklady na prevádzku, údržbu a opravy vozidla, či cena paliva – elektriny a/alebo ropy. Spotrebiteľia prihliadajú na návratnosť investície do EV a porovnávajú ju väčšinou s kúpou automobilu na pohon z fosílnych palív. Finančné náklady nákupu a prevádzky elektromobilov s autami na konvenčný pohon porovnal Inštitút pre environmentálnu politiku v komentári *Elektrický pohon dostáva postupne zelenú*.<sup>29</sup>

Vyššia obstarávacía cena EV môže odradiť časť spotrebiteľov, keďže na rozšírenie elektromobility má značný vplyv celková kúpyschopnosť obyvateľstva. V krajinách EÚ s hrubým domácim produktom (HDP) na obyvateľa pod 29 000 eur/obyv. mali v roku 2018 EV menší ako 1%-ný podiel na registráciách nových vozidiel.<sup>30</sup> Sem patrí takmer polovica krajín EÚ, najmä členské štáty strednej a východnej Európy, ale aj Španielsko, Taliansko a Grécko (*Príloha 4: Rozšírenie EV a HDP na obyvateľa v krajinách EU a EFTA*).

### 1.4.3. Technické parametre, nabíjacia infraštruktúra a inteligentné siete

Medzi najčastejšie diskutované parametre súvisiace s elektromobilitou patria kapacita akumulátora a nabíjanie. V súčasnosti sa dojazd najrozšírenejších EV pohybuje medzi 170 – 500 km a kapacita akumulátora medzi 30 – 100 kWh.<sup>31</sup> Okrem kapacity akumulátora dojazd EV ovplyvňuje spôsob a rýchlosť jazdy, vonkajšie podmienky či profil trate.

Spotrebiteľ má možnosť nabitia EV v domácom prostredí<sup>32</sup> a k dispozícii je aj neustále rastúca verejná sieť nabíjajúcich staníc. V roku 2018 bolo na Slovensku dostupných 347 nabíjajúcich staníc a 104 rýchlonabíjajúcich staníc, ktoré prevádzkovalo 17 firiem.<sup>33</sup> Do roku 2025 by malo byť k dispozícii 1 500 nabíjajúcich staníc pre stredne rýchle nabíjanie (do 22 kW) a rýchle nabíjanie (nad 22 kW). Vo svete sa rozširuje štandard nabitia 80% kapacity akumulátora do 30 – 40 minút.<sup>34</sup>

Pri výstavbe nových budov alebo obnove existujúcich bude treba počítať s inštaláciou nabíjajúcich staníc pre EV.<sup>35</sup> V súčasnosti sú obyvatelia bytových domov v SR odkázaní na verejnú sieť nabíjajúcich staníc, čo však nemusí byť bariéra rozvoja EV. Dobrým príkladom je Oslo, kde veľa



obyvateľov bytových domov vlastní elektromobil<sup>36</sup> a k dispozícii mali 1300 nabíjajúcich staníc<sup>37</sup> už v roku 2018.

Rozvoj elektromobility zvyšuje aj nároky na prenosovú sústavu a jej riadenie.<sup>38</sup> Súbežné nabíjanie viacerých EV povedie k nárastu okamžitého príkonu a v čase vysokého dopytu môže dokonca v niektorej lokalite viesť k preťaženiu elektrickej siete.<sup>39</sup> Rozvoj inteligentných sietí a investície do energetickej infraštruktúry by preto nemali zaostávať za rozvojom elektromobility.

#### 1.4.4. Emisné limity pre vozidlá

V roku 2018 bola priemerná spotreba PHM novopredaných vozidiel v EÚ 120,4 g CO<sub>2</sub> na kilometer. Od roku 2015 je v platnosti norma 130 g CO<sub>2</sub> na kilometer (cca 5,6 l/100 km pre benzín a 4,9 l/100 km pre naftu)<sup>40</sup>, no EÚ na nasledujúce obdobie sprísnila podmienky pre nové osobné a ľahké úžitkové vozidlá (EÚ regulácia 2019/631)<sup>41</sup> a požiadavky na kvalitu pohonných hmôt (PHM)<sup>42</sup>. Od roku 2020 by malo 95% novopredaných automobilov (a 100% vozidiel od roku 2021) mať priemernú spotrebu 4,1 l/100km (benzín) a 3,6 l/100 km (diesel), t.j. 95 g CO<sub>2</sub> na kilometer. Podobne by od roku 2021 aj novopredané ľahké úžitkové vozidlá s naftovým pohonom mali mať priemernú spotrebu najviac 5,5 l/100 km alebo 147 g CO<sub>2</sub> na kilometer.<sup>43</sup>

V roku 2030 by emisie nových osobných vozidiel mali klesnúť o 37,5% a nových ľahkých úžitkových vozidiel o 31% oproti roku 2021. V medziobdobí do roku 2025 majú emisie pre obe kategórie vozidiel poklesnúť o 15%.<sup>44</sup> Splnenie normy sa bude počítat' pre každý rok komplexne ako priemer novopredaných vozidiel jednotlivých výrobcov. Ak by tento cieľ platil pre jedno nové vozidlo, jeho spotreba po roku 2030 by musela byť pod 50 g CO<sub>2</sub> na kilometer<sup>45</sup> alebo 2,5 l/100 km<sup>46</sup> benzínu.

#### 1.4.5. Alternatívne palivá a dopravné prostriedky

Okrem samotných vozidiel s pohonom na benzín či naftu sú alternatívou k elektromobilom aj vozidlá s pohonom na alternatívne palivá<sup>47</sup>, ako sú LPG (skvapalnený ropný plyn), zemný plyn vrátane biometánu vo forme LNG (skvapalnený zemný plyn) a CNG (stlačený zemný plyn), kvapalné biopalivá ako ETBE, bioetanol, bionafta, a vodík. Každé z týchto alternatívnych palív má výhody aj nevýhody oproti EV, ale i vo vzťahu k životnému prostrediu, hospodárstvu, či spotrebiteľom. No rovnako ako pri EV, aj v prípade rozšírenia vozidiel na alternatívne palivo je dôležitá dostupnosť čerpacej infraštruktúry.

#### 1.4.6. Behaviorálne premenné a zmena konceptu mobility

Pri rozvoji elektromobility zohráva úlohu aj motivácia a správanie ľudí. Ak spotrebiteľ k nákupu EV vedie vnútorné presvedčenie, tak sú v záujme svojho postoja k zmene klímy, kvalite ovzdušia a ochrane životného prostredia do určitej miery ochotní akceptovať vyššie náklady alebo obmedzenie pohodlia. Ak je však motivácia nákupu iná, tak spotrebiteľ očakáva iné výhody (komfort, finančné, technické) oproti ním v súčasnosti využívanému spôsobu dopravy.<sup>48</sup>

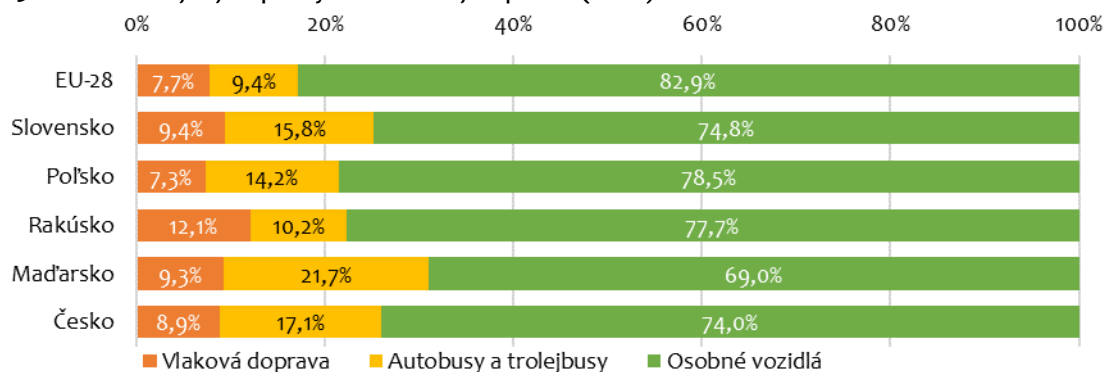
Elektromobilita a prísnejšie emisné limity na nové vozidlá so spaľovacím pohonom si vyžadujú zmenu výrobných procesov automobilov a môžu dospieť až ku štrukturálnej zmene odvetví. Prispôbenie sa týmto zmenám bude pre Slovensko kritické vzhľadom na veľký podiel automobilového priemyslu na hospodárstve krajiny. Rýchle prispôbenie sa inováciám v súvislosti s elektromobilitou však môže pomôcť nielen automobilovému priemyslu, ale aj ostatným podnikom udržať si konkurencieschopnosť.

V mestách sa začína presadzovať využívanie princípov smart city ako koncept zelenej verejnej dopravy, inteligentný manažment dopravy a parkovania, tvorba peších obytých a centrálnych

zón. Čoraz viac dopravných podnikov nielen vo svete ale aj na Slovensku využíva vo väčšej miere elektrifikované vozidlá alebo iný alternatívny pohon.<sup>49</sup> Hromadná doprava je najmä v mestách a prímestských oblastiach často lacnejším a rýchlejšim spôsobom dopravy kvôli zápcham, mýtnemu, poplatkom za vjazd do centra, problémom s parkovaním a iným obmedzeniam.

Podiel verejnej hromadnej dopravy na osobnej doprave v SR má dlhodobý klesajúci trend (Graf 5), no Slovensko i tak patrí ku krajinám EÚ s najvyšším podielom verejnej dopravy na osobnej doprave (25,2%). Najvyšší podiel verejnej dopravy je v Maďarsku (31%), pričom priemer v členských krajinách EÚ je 17%.<sup>50</sup> Aby sa zvýšil podiel verejnej dopravy, musí prevádzkovateľ okrem aktívneho využívania nízkoemisných vozidiel poskytnúť aj akceptovateľnú alternatívu k osobnej doprave. To sa týka ceny, časového rozvrhu, trasy a iných aspektov.

Graf 5: Podiel verejnej dopravy na osobnej doprave (2016)



Zdroj: Eurostat<sup>51</sup>

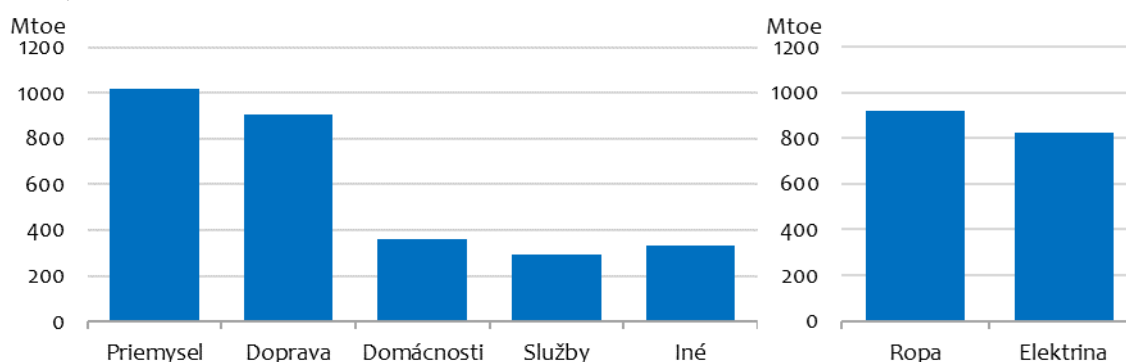
Okrem verejnej hromadnej dopravy sa rozmáhajú aj iniciatívy zdieľanej ekonomiky. Koncept tzv. „mobility ako služby“ (mobility as a service – MAAS) ľudia aktívne využívajú pri zdieľaní miest vo vozidlách počas dlhších jazd alebo pri dennom dochádzaní do práce či zdieľaní vozidiel formou car sharingu. Napreduje tiež vývoj autonómnych vozidiel, ktoré môžu podporiť optimalizáciu v doprave, pretože môžu jazdiť efektívnejšie, plynulejšie a vybrať vhodnejšiu trasu. Avšak pohodlím, ktoré poskytnú, môžu v konečnom dôsledku zvýšiť dopyt po individuálnej doprave.

## 2. Vplyv elektromobility na spotrebu energie a emisie

### 2.1. Súčasná spotreba energie a emisie z dopravy

Svetovej ekonomike sa v ostatných rokoch darilo. V rokoch 2011 – 2018 rástla v priemere o 3,6% ročne.<sup>52</sup> Ekonomický rast prispel k zvýšeniu dopytu po energiách a následne aj k väčšiemu počtu emisií skleníkových plynov (GHG) z energetiky vrátane dopravy.<sup>53</sup> Väčšina energie spotrebovanej v doprave pochádza z ropných produktov vo forme benzínu, nafty, LPG, leteckého alebo lodného paliva, no okrem toho sa v doprave využíva aj elektrická energia, zemný plyn a biopalivá. V období rokov 2000 – 2018 spotreba energie v doprave narástla o 900 Mtoe (Graf 6).<sup>54</sup>

Graf 6: Nárast spotreby energie podľa odvetvia a nárast spotreby ropy a elektrickej energie vo svete, 2000-2018



Zdroj: IEA, WEO 2019<sup>55</sup>

Na Slovensku sa v doprave spotrebovalo 106 PJ energie v roku 2018, z toho 70% tvoril diesel/nafta, 20% benzín a zvyšok biopalivá, LPG a iné plynové palivá. V období medzi rokmi 2011 až 2018 spotreba energie v cestnej doprave narástla o pätinu, najviac spotreba nafty (Tabuľka 3). Elektrické vozidlá v cestnej doprave (najmä MHD) spotrebovali cca 90 TJ (25 GWh)<sup>56</sup> v roku 2017, z toho BEV a PHEV menej ako 14 TJ.

Tabuľka 3: Spotreba energie (PHM) v cestnej doprave v Slovenskej republike, 2011-2018

Terajoule	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018e	2011-18
<b>Spolu</b>	<b>86 265</b>	<b>91 769</b>	<b>88 838</b>	<b>89 876</b>	<b>99 453</b>	<b>102 031</b>	<b>104 092</b>	<b>106 176</b>	<b>23%</b>
Benzín	23 979	24 001	22 597	20 462	21 057	22 104	22 034	22 441	-6%
Diesel	57 430	62 205	60 204	62 926	71 295	72 067	73 493	75 650	32%
Biopalivá, plynové palivá a iné	4 855	5 563	6 036	6 487	7 101	7 860	8 565	8 085	66%

Zdroj: SHMÚ, Národná inventarizačná správa 2019<sup>57</sup>, prvotné údaje pre rok 2018

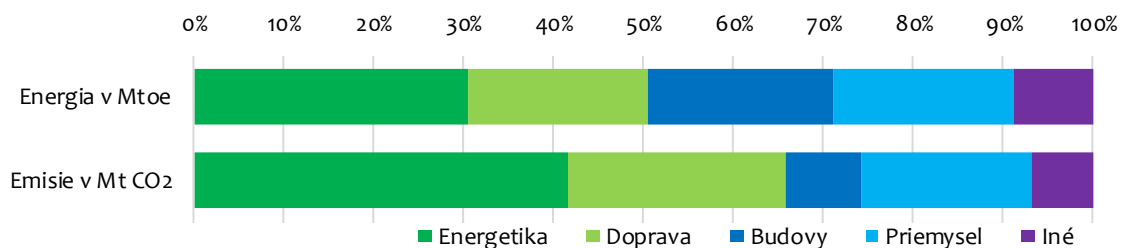
Nárast spotreby PHM, a najmä nafty, nemožno vysvetliť iba ekonomickým rastom (HDP Slovenska rástol v rokoch 2015 – 2018 v priemere 4% ročne), zvýšenou ekonomickou aktivitou či registráciou väčšieho množstva nákladných vozidiel v evidencii vozidiel. Od roku 2011 pribudlo na Slovensku viac ako pol milióna osobných automobilov. pričom došlo k obnove časti vozového parku. Čistý prírastok (novo evidované mínus vyradené z evidencie) v tomto období tvorilo 112-tisíc osobných benzínových vozidiel a 463-tisíc osobných dieselových vozidiel. Na konci roku 2018 tak bolo v evidencii viac ako jeden milión osobných áut s dieselovým pohonom, oproti 555-tisíc na konci roka 2011. Počet osobných dieselových áut na cestách sa teda takmer zdvojnásobil.<sup>58</sup>

Globálne emisie skleníkových plynov z energetiky a dopravy za rok 2018 odhaduje Medzinárodná energetická agentúra (IEA) na úrovni 33,1 GtCO<sub>2</sub>e<sup>59</sup>, čo je približne 60% celosvetových emisií



skleníkových plynov. Takmer štvrtina emisií je tvorená dopravou, pričom v doprave sa spotrebuje „iba“ 20% energie (Graf 7).

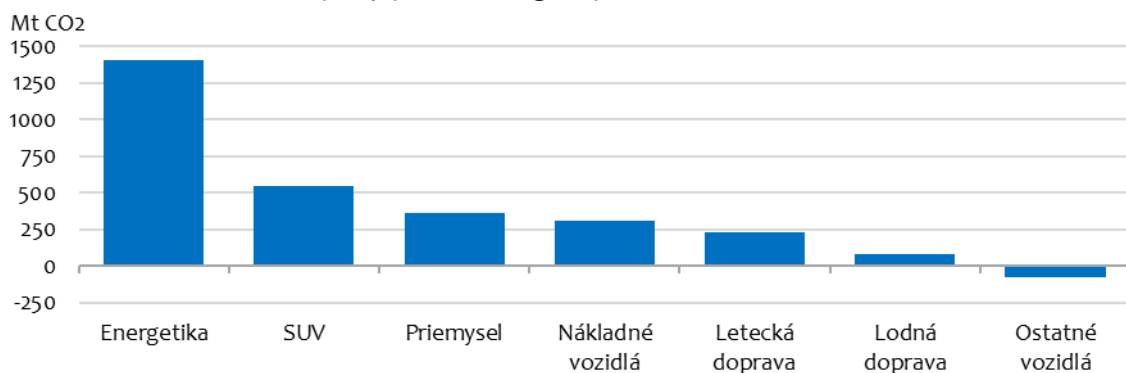
Graf 7: Podiel globálnej spotreby energie podľa odvetví a množstve emisií CO<sub>2</sub>, 2016



Zdroj: IEA, CO<sub>2</sub> Emissions Statistics<sup>60</sup>

Podobne ako spotreba energie, aj emisie skleníkových plynov z energetiky za posledné desaťročie narástli. V rokoch 2010 až 2018 narástli emisie CO<sub>2</sub> z dopravy viac ako z ťažkého priemyslu. Zaujímavé je, že k tomu prispel nárast popularity tzv. SUV (športových úžitkových vozidiel) vo svete, kým emisie ostatných automobilov so spaľovacím motorom klesli (Graf 8).

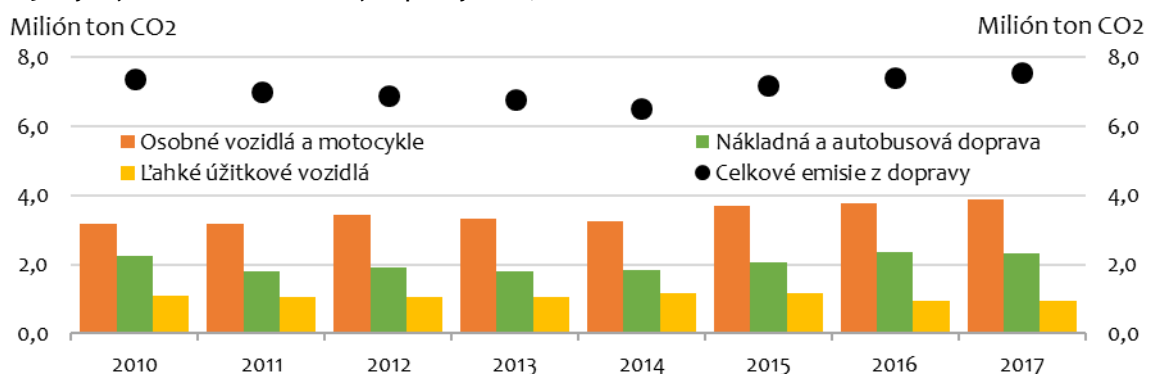
Graf 8: Nárast emisií skleníkových plynov z energetiky vo svete, 2010-2018



Zdroj: IEA, WEO 2019<sup>61</sup>

Čo sa týka SR, v roku 2017 bolo vypustených celkovo 36,7 milióna ton emisií GHG, pričom doprava tvorila približne jednu pätinu.<sup>62</sup> Emisie z osobných automobilov tvorili 51% emisií z dopravy a 10,6% z celkových emisií GHG v SR. Podľa dostupných dát (Graf 9) sa nárast spotreby pohonných hmôt prejavil nárastom emisií CO<sub>2</sub> o 20% do roku 2017.

Graf 9: Vývoj Emisií CO<sub>2</sub> z cestnej dopravy v SR, 2010-2017



Zdroj: SHMÚ, Národná inventarizačná správa 2019<sup>63</sup>

## 2.2. Spotreba pohonných hmôt a elektrickej energie vozidiel

Pomocou scenárov rozvoja elektromobility možno porovnať celkové množstvo elektrickej energie, ktoré spotrebuje prognózovaný počet EV a objem fosílnych pohonných hmôt, ktoré by spotreboval rovnaký počet vozidiel na fosílné palivo. Pohonné hmoty aj elektrická energia sú sekundárne formy energie, t.j. energie, ktorá je výstupom výrobného procesu alebo transformácie. Do úvahy však treba vziať aj spotrebu primárnej energie, teda energie vo forme, v akej sa vyskytuje v prírode – ropa, zemný plyn, uhlie, vodná, veterná, slnečná energia, atď.<sup>64</sup>

### 2.2.1. Ročný nájazd vozidiel

Osobné vozidlo v EÚ prejde ročne priemerne 12-tisíc km, čo vychádza na cca 35-50 km/deň.<sup>65</sup> Takáto vzdialenosť zodpovedá dennému dochádzaniu na kratšie vzdialenosti ako napr. v meste, za prácou zo vzdialenejších oblastí, okolitých dedín alebo satelitných obydľí. Okrem toho môže zahŕňať aj menej frekventované jazdy na dlhšie vzdialenosti. Sú to najrozšírenejšie spôsoby využívania osobných automobilov na Slovensku a predpokladá sa, že väčšina EV v kategórii osobných vozidiel bude využívaná práve takýmto spôsobom. Okrem toho sú niektoré osobné vozidlá alebo ľahké úžitkové vozidlá využívané podnikateľmi. Tie môžu ročne najazdiť vzdialenosť 20-tisíc aj viac kilometrov. Orientačný ročný nájazd medzi vybranými mestami ukazuje tabuľka 4.

Tabuľka 4: Vzdialenosť spiatocnej jazdy medzi vybranými mestami

Mestá		Spiatočná jazda km	Ročný nájazd (5x denne, 52 týždňov)	
Štart	Cieľ		km	kategória
Svätý Jur	Bratislava	30	7 826	Nízky nájazd
Pezinok	Bratislava	44	11 404	Nízky nájazd
Modra	Bratislava	54	14 076	Stredný nájazd
Malacky	Bratislava	76	19 760	Vyšší nájazd
Leopoldov	Trnava	36	9 350	Nízky nájazd
Galanta	Trnava	54	14 160	Stredný nájazd
Hlohovec	Nitra	57	14 825	Stredný nájazd
Vráble	Nitra	42	10 977	Nízky nájazd
Vrútky	Žilina	47	12 241	Stredný nájazd
Považská Bystrica	Žilina	67	17 394	Vyšší nájazd
Zvolen	Banská Bystrica	42	10 993	Nízky nájazd
Žiar nad Hronom	Banská Bystrica	82	21 190	Vyšší nájazd
Prešov	Košice	73	18 970	Vyšší nájazd
Medzev	Košice	77	20 129	Vyšší nájazd

Zdroj: <http://www.vzdialenost.sk/>

Pre výpočet a porovnanie spotreby elektrickej energie EV sú použité tri rôzne vzdialenosti – nižší nájazd (12-tisíc km ročne), stredný nájazd (15-tisíc km ročne) a vyšší nájazd (20-tisíc km ročne). Pre výpočet a porovnanie spotreby energie vozidiel s rôznym pohonom je použitý interval, t.j. nájazd s dolnou hranicou 12 000 km a hornou hranicou 20 000 km. Výpočty pre nájazd vyšší ako 20 000 km sú uvedené v tabuľkách v prílohe.

Ak EV najazdí do 35 km denne, počas piatich pracovných dní najazdí do 175 km. Pri priemernej spotrebe 18 kWh/100 km umožní akumulátor s kapacitou 35 kWh dojazd cca 200 km. Takže akumulátor bude treba dobíjať jedenkrát za týždeň. Pri vyššom dennom nájazde, približne 100-150 km (napríklad rozvoz tovaru), bude treba akumulátor nabíjať každý deň.

### 2.2.2. Priemerná spotreba vozidiel podľa typu paliva

Spotreba automobilu závisí od rozličných faktorov. V každodennej prevádzke spotreba priebežne kolíše v závislosti od jazdných podmienok, spôsobu jazdy vodiča, vzdialenosti, profilu trate, počasia, ročného obdobia a iných činiteľov. V prípade spotreby energie u elektromobilov veľmi zaváži aj kapacita akumulátora, rýchlosť, kúrenie alebo klimatizácia (teda vonkajšia teplota a tepelný komfort posádky). Výsledná spotreba paliva jednotlivých typov vozidiel rôznych kategórií je preto rozličná.

Spotreba vozidiel s pohonom na fosílné palivo je v súčasnosti obmedzovaná aj emisnými limitmi Európskej únie (viac v prílohe 3d). V roku 2020 by malo mať 95% novopredaných automobilov priemernú spotrebu 4,1 l/100 km (benzín) a 3,6 l/100 km (diesel).<sup>66</sup> To je v emisnom ekvivalente 95 g CO<sub>2</sub> na kilometer. Podobný limit pre rok 2021 platí aj pre ľahké úžitkové vozidlá s pohonom na diesel, a to spotreba 5,5 l/100 km alebo 147 g CO<sub>2</sub>/km.<sup>67</sup>

V súčasnosti sa priemerná spotreba benzínových automobilov v Európe pohybuje okolo 5,7 l/100 km.<sup>68</sup> Naftové osobné vozidlá majú priemernú spotrebu 4,5 l/100 km, ľahké úžitkové medzi 5,8-7,8 l/100 km. Kvôli rozptylu priemernej spotreby pohonných hmôt osobných vozidiel je preto vo výpočtoch použitý interval, kde dolnú hranicu tvoria limity EÚ pre rok 2020 a hornú hranicu vyššia spotreba na úrovni 7,8 l/100 km.

Tabuľka 5: Priemerná spotreba pohonných látok na 100 km

Pohon motora	v l/100km	v MJ/100km	v kWh/100km
<b>Benzín</b>	4,1	138	38
	5,6	188	52
	6,5	218	61
	7,8	262	73
<b>Diesel</b>	3,6	121	34
	4,5	151	42
	5,8	196	54
	7,8	261	73
<b>EV spotreba v miernom počasí</b>		57	16
<b>EV uvádzaná spotreba</b>		65	18
<b>EV spotreba v studenom počasí</b>		78	22

Zdroj: ceskybenzin.cz, ev-database.uk, TUV report 2018, vlastný prepočet<sup>69</sup>

Pre elektromobily je situácia odlišná. Pre dojazd EV je dôležitá kapacita akumulátora a výkon motora. Menšie autá ako Smart ForTwo používajú menšiu 16,7 kWh batériu, stredné vozidlá ako Volkswagen e-Golf približne 32 kWh, a špička v elektrických autách Tesla model S long range používa až 94 kWh akumulátor.

Spotreba energie v elektromobile však závisí aj od iných faktorov, ako napríklad celkové jazdné podmienky, počasie, kúrenie, rýchlosť, spôsob jazdy a podobne. EV má nižšiu spotrebu pri jazde pomalou rýchlosťou (v meste) ako pri jazde rýchlosťou 90 km/h na mimomestskej komunikácii či 130 km/h na diaľnici. Preto okrem priemernej spotreby uvádzanej výrobcami je vo výpočtoch použitá priemerná spotreba pochádzajúca z výsledkov testov spotreby energie vybraných modelov elektromobilov<sup>70</sup> v studenom a miernom počasí pri jazde na diaľnici a v meste podľa princípu 50/50.<sup>71</sup>

Na základe týchto dát EV vykazujú priemernú spotrebu 18 kWh (65 MJ) na 100 km. Spotreba počas jazdy v meste a na diaľnici podľa princípu 50/50 v miernom počasí ('best-case' scenár, vonkajšia teplota 23°C a bez využitia klimatizácie) vyšla v priemere na 16 kWh (57 MJ) na 100 km. Naopak,

v studenom počasí ('worst-case' scenár pri vonkajšej teplote  $-10^{\circ}\text{C}$  a s využitím kúrenia) to bolo 22 kWh (78 MJ) na 100 km. Tieto údaje spotreby pri miernom a studenom počasí tvoria hornú a dolnú hranicu intervalu spotreby „paliva“ pre EV v nasledujúcich výpočtoch (Tabuľka 6).

Tabuľka 6: Priemerná spotreba „paliva“ vybraných modelov osobných elektromobilov

	Spotreba EVDB		Test v studenom počasí		Test v miernom počasí	
	kWh/100km	MJ/100km	kWh/100km	MJ/100km	kWh/100km	MJ/100km
<b>Priemerná spotreba</b>	<b>18</b>	<b>65</b>	<b>22</b>	<b>78</b>	<b>16</b>	<b>57</b>
Hyundai Ioniq	14	51	17	63	12	45
Renault Zoe R110 ZE40	16	57	19	67	14	49
BMW i3 120 Ah	16	58	20	70	14	49
Volkswagen e-Golf	16	59	20	72	15	53
Nissan Leaf	17	60	20	70	14	51
Kia Soul EV	17	60	21	74	15	54
Tesla model S 100D / LR	19	68	23	82	16	59
Tesla model X P100D / LR	21	75	25	89	19	67
Jaguar I-Pace	22	81	26	94	20	70
Audi e-tron 55 quattro	22	81	26	95	20	72

Zdroj: ev-database.uk<sup>72</sup>, vlastný prepočet z Wh/mi na kWh/100km a MJ/100km

Lahké úžitkové vozidlá na elektrický pohon vykazujú vyššiu spotrebu energie na 100 km. Priemerná spotreba je 20 kWh (72 MJ) na 100 km, nízka spotreba okolo 17 kWh (62 MJ) na 100 km a vysoká spotreba približne 23 kWh (83 MJ) na 100 km (Tabuľka 7).

Tabuľka 7: Priemerná spotreba „paliva“ vybraných modelov ľahkých úžitkových elektromobilov

	Spotreba EVDB		Test v studenom počasí		Test v miernom počasí	
	kWh/100km	MJ/100km	kWh/100km	MJ/100km	kWh/100km	MJ/100km
<b>Priemerná spotreba LÚV</b>	<b>20</b>	<b>72</b>	<b>23</b>	<b>83</b>	<b>17</b>	<b>62</b>
Nissan e-NV200 Combi	21	74	24	85	18	65
Renault Kangoo Van ZE33	19	69	22	81	16	59

Zdroj: ev-database.uk<sup>73</sup>, vlastný prepočet z Wh/mi na kWh/100km a MJ/100km

Vyššie uvedené výpočty platia pre spotrebu elektrickej energie BEV (čisto batériovými elektrickými vozidlami). V prípade PHEV (nabíjateľné hybridné vozidlá) nasledovná analýza predpokladá, že vozidlo bude jazdiť 100% na elektrickú energiu. V skutočnosti však bude pomer spotreby elektrickej energie a PHM u PHEV rôzny, a teda reálna spotreba elektriny bude menšia.

### 2.2.3. Porovnanie spotreby PHM a elektrickej energie pre jedno vozidlo

Vynásobením priemernej spotreby paliva počtom ročne prejdých kilometrov sa získa spotreba paliva pre pohon jedného vozidla za rok. Z následného porovnania spotreby vozidiel s pohonom na elektrickú energiu, benzín a naftu vyplýva, že spotreba EV aj pri náročnejších podmienkach jazdy je nižšia ako spotreba vozidla so spaľovacím pohonom a s najnižšou priemernou spotrebou.

Jedno BEV spotrebuje ročne pri prejení vzdialenosti 12 000 km v priemere 7,8 GJ (2,2 MWh) energie (Tabuľka 8). Podľa jazdných podmienok sa spotreba elektromobilu môže pohybovať medzi 6,8 GJ a 9,3 GJ (1,9 – 2,6 MWh). Pri strednom nájazde (15 000 km ročne) spotrebuje EV medzi 8,5 – 11,6 GJ (2,4 – 3,2 MWh) a pri vyššom nájazde (20 000 km ročne) na úrovni 11,4 – 15,2 GJ (3,2 – 4,3 MWh).

Vozidlo so spaľovacím motorom spotrebuje ročne 16,5 – 31,4 GJ (490 – 935 litrov) benzínu alebo 14,5 – 31,3 GJ (430 – 930 l) dieselu pri nižšom nájazde. Pri vzdialenosti 20 000 km je to 27,5 – 52,4 GJ (820 – 1560 l) benzínu alebo 24,2 – 52,2 GJ (720 – 1550 l) nafty (Tabuľka 8).

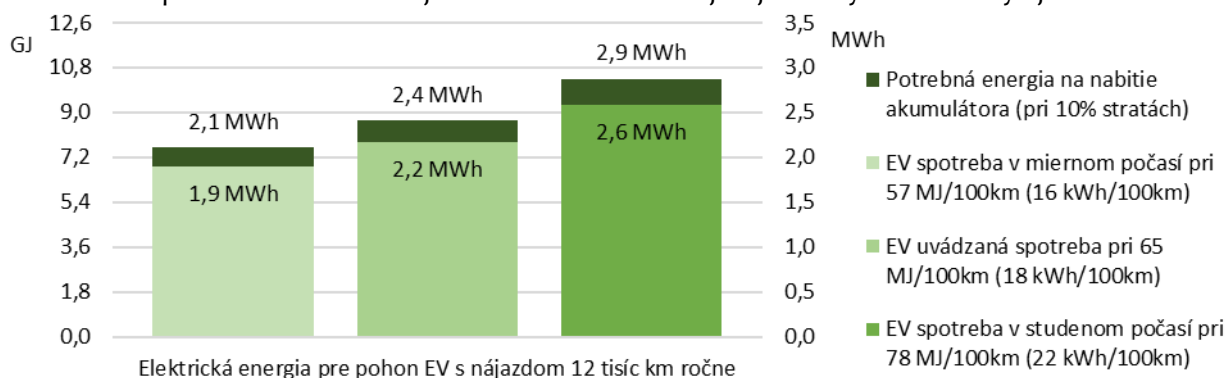
Tabuľka 8: Porovnanie spotreby paliva na pohon jedného vozidla na ročný nájazd

	Spotreba vozidla na 100 km			Spotreba vozidla, MJ, ročne			Spotreba vozidla, kWh, ročne		
	l/100km	MJ/100km	kWh/100km	12 000 km	15 000 km	20 000 km	12 000 km	15 000 km	20 000 km
<b>EV</b>		57	16	6 832	8 540	11 386	1 898	2 372	3 163
		65	18	7 811	9 764	13 019	2 170	2 712	3 616
		78	22	9 315	11 643	15 524	2 587	3 234	4 312
<b>Benzín</b>	4,1	138	38	16 517	20 646	27 529	4 588	5 735	7 647
	5,6	188	52	22 560	28 200	37 600	6 267	7 833	10 444
	6,5	218	61	26 186	32 732	43 643	7 274	9 092	12 123
	7,8	262	73	31 423	39 279	52 371	8 729	10 911	14 548
<b>Diesel</b>	3,6	121	34	14 503	18 129	24 172	4 029	5 036	6 714
	4,5	151	42	18 129	22 661	30 215	5 036	6 295	8 393
	5,8	196	54	23 529	29 411	39 215	6 536	8 170	10 893
	7,8	261	73	31 329	39 161	52 215	8 702	10 878	14 504

Zdroj: vlastný výpočet

Pri spotrebe paliva pre EV však treba rozlišovať medzi množstvom energie, ktorú elektromotor reálne využije na pohon vozidla a pre komfort pasažierov, a množstvom energie potrebnej pre nabitie akumulátora – t. j. dopytom po elektrickej energii zo siete. Pre určenie veľkosti dopytu treba pri EV počítať s účinnosťou nabíjacej sústavy a s vybíjaním akumulátora počas státia. Rôzne zdroje na základe reálnych skúseností vodičov EV uvádzajú sumu týchto strát okolo 10%.<sup>74</sup> Po ich započítaní bude dopyt po elektrickej energii pre nabitie EV na úrovni 7,6 – 10,4 GJ (2,1 – 2,9 MWh) pri nižšom nájazde (Príloha 7: Dopyt po PHM a elektrickej energii podľa priemernej spotreby a nájazdu). Pri 20-tisíc km to bude 12,7 – 17,2 GJ (3,5 – 4,8 MWh).

Graf 10: Spotreba elektrickej energie na pohon EV a dopyt po elektrickej energii pre nabitie akumulátora pri nižšom ročnom nájazde a 10% strate z nabíjacej sústavy a zo samovybájania



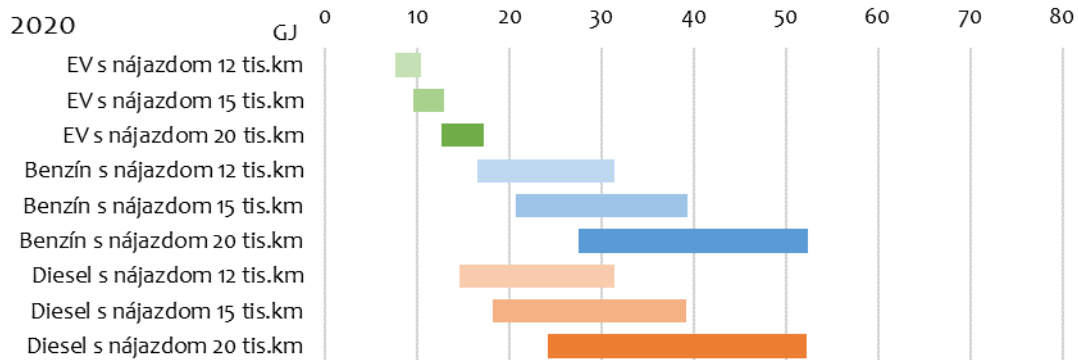
Zdroj: vlastný výpočet

Ročná prevádzka elektromobilu s nízkou spotrebou a nízkym nájazdom je tak porovnateľná so spotrebou elektrickej energie stredne veľkej domácnosti. Priemerná slovenská domácnosť, ktorá nepoužíva elektrickú energiu na vykurovanie a ohrev vody, spotrebuje v byte zhruba 2,3 MWh elektriny za rok a v rodinnom dome približne 3,9 MWh.<sup>75</sup>

Pri porovnaní výšky dopytu po palive EV a vozidiel s benzínovým a dieselovým pohonom (Graf 11) sa horná hranica spotreby EV prekrýva so spodnou hranicou spotreby úsporného benzínového či dieselového automobilu s nízkym ročným nájazdom. Číže spotrebiteľ, ktorý sa rozhodne

pre kúpu nového, ale výkonného, elektromobilu a najazdí 20-tisíc a viac kilometrov ročne, spotrebuje v energetickom porovnaní viac elektrickej energie ako spotrebiteľ, ktorý si kúpi malé úsporné vozidlo so spaľovacím pohonom a bude ho využívať pomenej, teda najazdí 12-tisíc a menej kilometrov.

Graf 11: Porovnanie spotreby PHM a elektrickej energie 1 vozidlom, rozpätie dané min a max priemernej spotreby, spotreba PHM podľa emisných limitov pre rok 2020



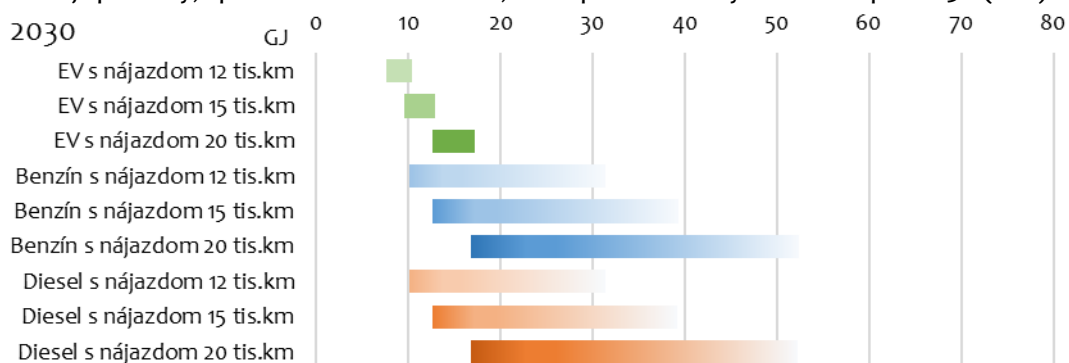
Zdroj: vlastný výpočet

Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa *Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.*

Kvôli prísnejším emisným normám EÚ pre rok 2030 bude priemerná spotreba PHM nových vozidiel so spaľovacím motorom pravdepodobne klesať. Tieto normy budú aplikované plošne na novopredané vozidlá jedného výrobcu a kalkulácia bude komplexnejšia (pozri časť 1.4.4 *Emisné limity pre vozidlá*).<sup>76</sup> Pre zjednodušenie je v nasledujúcom výpočte spotreby PHM v roku 2030 použitá priemerná spotreba vozidla 2,5 l/100 km, ktorá zobrazuje dolnú hranicu spotreby. Prirovnať ju možno k spotrebe vozidla s hybridným pohonom.

V takomto prípade, po splnení emisných noriem EÚ pre rok 2030, budú rozdiely v spotrebe paliva medzi elektrickým autom a vozidlom so spaľovacím pohonom menšie. Dopyt po palive pri úspornejších vozidlách so spaľovacím alebo hybridným pohonom s priemernou spotrebou PHM 2,5 l/100 km sa bude začínať už pri úrovni 10 GJ (*Graf 12*). Konkurovať tak budú aj EV so stredným nájazdom.

Graf 12: Porovnanie spotreby PHM a elektrickej energie 1 vozidlom, rozpätie dané min a max priemernej spotreby, spotreba EV nezmenená, PHM podľa emisných noriem pre 2030 (min)



Zdroj: vlastný výpočet

Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa *Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch*, no dolnú hranicu grafu pre PHM tvorí priemerná spotreba 2,5 l/ 100 km podľa emisných limitov EÚ pre spaľovacie motory pre rok 2030.



#### 2.2.4. Dopyt po elektrickej energii pre prognózovaný rast EV

Celková spotreba elektrickej energie v SR bola v roku 2018 na úrovni 111 PJ (31 TWh).<sup>77</sup> Rozvoj elektromobility zvýši dopyt po elektrickej energii pre nabitie akumulátorov EV. Na celkovú spotrebu elektrickej energie v SR však vplývajú aj iné faktory vrátane celkovej spotreby domácností a ostatných odvetví, dosiahnuté energetické úspory, atď..

Ak by pokračoval súčasný trend rozvoja EV (t. j. podľa scenárov 2 a 3), dopyt po elektrickej energii pre nabitie akumulátorov by vzrástol o 25 – 60 TJ (7 – 17 GWh) v roku 2020. Pri 10-tisíc EV (scenár 1) by stúpol na 76 – 172 TJ (21 – 48 GWh). Dolná hranica tohto intervalu je tvorená nízkou spotrebou a nižším nájazdom prognózovaných EV. Naopak, horná hranica zachytáva vyššiu spotrebu a vyšší nájazd prognózovaného počtu EV. V nasledujúcom texte budú intervaly tvorené touto dolnou a hornou hranicou v závislosti od nájazdu a priemernej spotreby (Tabuľka 9).

Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch

Intervaly	EV v MJ/100 km	Benzín v l/100 km	Diesel v l/100 km	Vzdialenosť
<b>Dolná hranica</b>	57	4,1	3,6	12 000 km
<b>Horná hranica</b>	78	7,8	7,8	20 000 km

Zdroj: vlastný výpočet

Hodnoty dopytu po elektrickej energii pre EV pre rok 2030 vychádzajú zo súčasných parametrov vozidiel, t. j. rovnakej priemernej spotreby EV ako v roku 2020. Vďaka technologickému pokroku v automobilovom priemysle a vo vývoji výkonnejších akumulátorov bude v roku 2030 prevádzka EV s veľkou pravdepodobnosťou efektívnejšia a úspornejšia ako v uvádzaných scenároch.

V roku 2030 by teda za nezmenených podmienok potrebovalo 35-tisíc EV (scenár 1) pre nabitie ročne 266 – 604 TJ (74 – 168 GWh) elektrickej energie. Scenár 2 s približne 29-tisíc EV na cestách predikuje dopyt v rozmedzí 219 – 498 TJ (61 – 138 GWh). Pri 41-tisíc EV (scenár 3) by bol dopyt v rozmedzí 315 – 711 TJ (87 – 198 GWh). Tento dopyt po elektrickej energii pre EV podľa prognózovaných scenárov v roku 2030 je menej ako 1% celkovej súčasnej spotreby elektriny v SR.

Pre ilustráciu, ak by na Slovensku by jazdilo 116-tisíc EV (t.j. 5%-ný podiel EV zo súčasného vozového parku), dopyt po elektrickej energii by bol na úrovni na 880 – 2000 TJ (245 – 550 GWh). To sa rovná 1% – 2% spotreby elektriny v SR v roku 2018.

Tabuľka 10: Rozpätie dopytu po palive podľa jednotlivých scenárov prognózy (v GWh v Prílohe 7)

Rok	Scenár	Počet vozidiel ks	Elektrina (min) TJ	Elektrina (max) TJ	Elektrina (min) GWh	Elektrina (max) GWh
2020	S1	10 000	76	172	21	48
	S2	3 305	25	57	7	16
	S3	3 473	26	60	7	17
2030	S1	35 000	266	604	74	168
	S2	28 847	219	498	61	138
	S3	41 230	315	711	87	198
<b>2,5% vozového parku (M1)</b>		58 170	442	1 003	123	279
<b>5% vozového parku (M1)</b>		116 606	883	2 007	245	557
<b>Osobné vozidlá (kat. M1)</b>		2 326 787	17 662	40 135	4 906	11 149

Zdroj: vlastný výpočet

Vysvetlivky: Hodnoty min a max sú vypočítané podľa intervalov uvedených v Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.

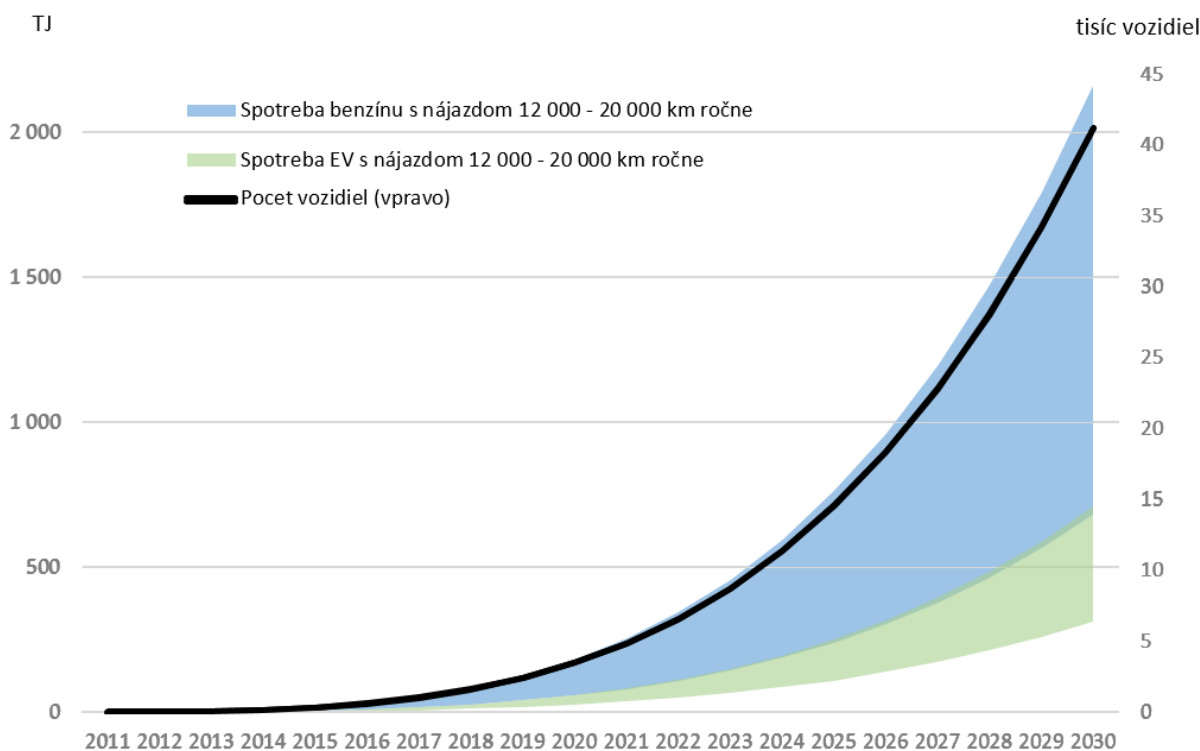
### 2.2.5. Porovnanie dopytu po elektrine a pohonných hmotách pre prognózovaný rast EV

Vplyv elektromobility na celkovú spotrebu PHM bude závisieť vo veľkej miere od spotrebiteľského správania. V SR v súčasnosti pripadá na 1000 obyvateľov 455 osobných vozidiel.<sup>78</sup> Osobné vozidlá so spaľovacím motorom majú priemerný vek 10 – 13 rokov.<sup>79</sup> To znamená, že približne každých 10 rokov dochádza k obnove vo vozovom parku. Zaväzujú teda rozhodnutie spotrebiteľa pri kúpe nového vozidla – či nahradí svoj súčasný automobil so spaľovacím motorom novým elektromobilom, alebo bude elektromobil využívať ako druhé auto. Okrem počtu registrácií nových vozidiel so spaľovacím motorom a miery vyradenia starých automobilov ovplyvní spotrebu PHM a elektrickej energie aj druh/typ nového vozidla (menšie mestské auto, SUV, atď), priemerný ročný nájazd, vývoj priemernej spotreby PHM na 100 km a iné.

Ak by elektromobily začali nahradzovať vozidlá so spaľovacím motorom, tak by v roku 2020 pri 3 300 – 3 500 EV (scenár 2 a 3) bola spotreba pohonných hmôt nižšia o 48 – 173 TJ. Ak by v tom istom roku bolo 10-tisíc vozidiel so spaľovacím motorom na cestách nahradených EV (scenár 1), dopyt po PHM by bol nižší o 145 – 524 TJ. O ďalších desať rokov, a po splnení emisných noriem EÚ pre rok 2030, by bol pokles spotreby PHM výraznejší. Pri 29-tisíc EV (scenár 2) nahradzujúcich vozidlá so spaľovacím motorom by sa v danom roku mohlo spotrebovať o 420 – 1 510 TJ pohonných hmôt menej. Pri 35-tisíc EV (scenár 1) by to bolo o 500 – 1 830 TJ menej. Pri 41-tisíc EV (scenár 3) by mohla byť spotreba PHM o 600 – 2 160 TJ nižšia.

Ak sa však bude elektromobil v domácnostiach využívať prevažne ako druhé auto v domácnosti, tak sa spotreba PHM bude vyvíjať v súlade s počtom vozidiel so spaľovacím motorom na cestách, ich priemernou spotrebou a nájazdom.

Graf 13: Porovnanie dopytu po energii na pohon vozidiel s elektrickým a benzínovým motorom podľa scenára 3 v rozmedzí intervalu ročného nájazdu a priemernej spotreby paliva (Tabuľka 9)



Zdroj: vlastný výpočet

Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.



### 2.2.6. Spotreba primárnej energie pre výrobu PHM a elektrickej energie

Pri porovnaní spotreby palív pre vozidlá so spaľovacím a alternatívnym pohonom treba vziať do úvahy tiež spotrebu surovín pre výrobu samotného paliva, keďže na výrobu paliva, t. j. elektrickej energie alebo pohonných hmôt, sa spotrebúvajú zdroje vo forme primárnej energie, ako je ropa, zemný plyn, uhlie, atď., a pri procese výroby aj samotná elektrická energia. Celková spotreba energie závisí od účinnosti transformácie energie a podielu primárnych zdrojov v energetickom mixe.

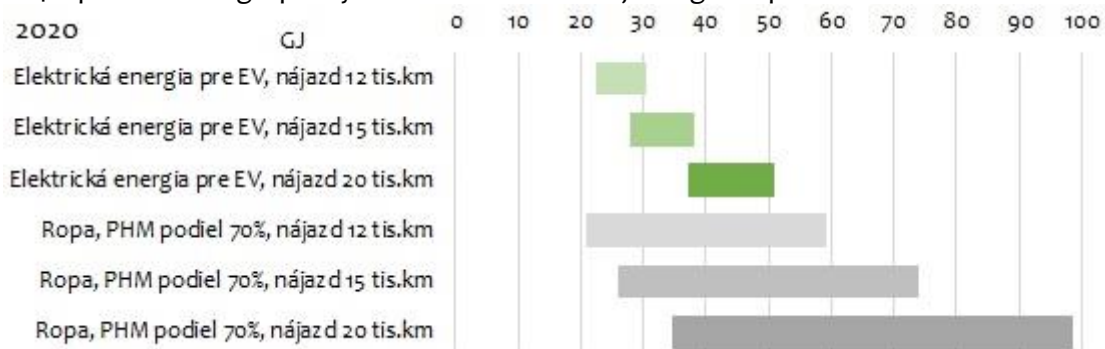
Pohonné hmoty pre automobily sa vyrábajú z ropy. Okrem nich sa z ropy vyrábajú aj letecké a lodné palivá, LPG, medziprodukty pre petrochemický priemysel a výrobu plastov, asfalt, mazivá, vosky a iné. Množstvo a pomer medzi ropnými produktami závisí na vlastnostiach suroviny a konfigurácii rafinérie, pričom slovenská rafinéria z jedného barelu ropy typu Urals, ktorú SR dováža z Ruskej federácie, dokáže premeniť na pohonné hmoty približne 70% surovej ropy.

Pri výrobe elektrickej energie v roku 2018 na Slovensku pokryli fosílna palivá približne jednu pätinu, pričom 10,8% pochádzalo z uhlia a 11% z iných fosílnych palív, vrátane zemného plynu. Väčšina (78%) elektriny bola vyrobená nízkouhlíkovo a to 54,7% z jadra, 14,4% z vody a 8,8% z OZE.<sup>80</sup> V tom roku sa vyrobilo 27,1 TWh elektriny a zvyšok dopytu vykryl dovoz 3,8 TWh.<sup>81</sup>

V roku 2030 by mal byť energetický mix SR bez uhlia. Po dokončení a sprevádzkovaní 3. a 4. bloku jadrovej elektrárne Mochovce by domáca výroba elektriny pokryla celú domácu spotrebu. Podľa Integrovaného národného klimatického plánu by v roku 2030 malo byť 60% elektrickej energie vyrobené z jadra, 26% z OZE a zvyšok doplnený zemným plynom.<sup>82</sup>

Prepočet množstva paliva potrebného pre pohon vozidiel v jednotlivých scenároch na potrebu primárnych zdrojov pre výrobu tohto paliva (t. j. pohonných hmôt a elektrickej energie) zohľadňuje účinnosť jednotlivých foriem transformácie energie a výroby ropných produktov. Výsledok (Graf 14) naznačuje, že pre pohon najúspornejších vozidiel s elektrickým i spaľovacím motorom a malým nájazdom by v roku 2020 spotrebovali podobné množstvo primárnej energie (21 – 23 GJ). Rozdiel medzi množstvom spotrebovanej primárnej energie bude priamoúmerne narastať s prejdenou vzdialenosťou a výškou spotreby paliva.

Graf 14: Spotreba energie pre výrobu PHM a elektrickej energie na pohon vozidiel v roku 2020



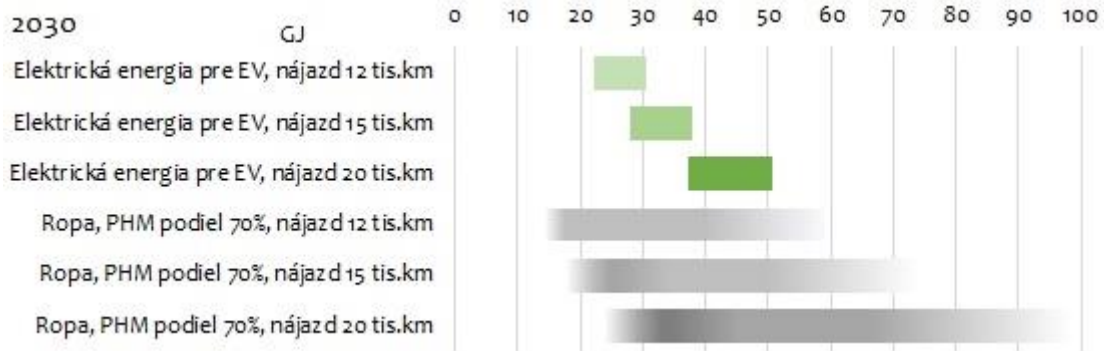
Zdroj: vlastný výpočet

Vysvetlivky: Pre výpočet primárnej energie pre elektrickú energiu bol použité zdrojový mix výroby elektrickej energie v roku 2018 pre 2020.

Ropa, PHM podiel 70%, zodpovedá celkovému množstvu surovej ropy (primárna energia) využitej v rafinérii pri premene na pohonné hmoty (sekundárna energia) prepočítané na jedno vozidlo so spaľovacím motorom nezávisle od podielu benzínu a dieselu.

Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.

Graf 15: Spotreba primárnej energie pre výrobu PHM a elektrickej energie na pohon vozidiel v roku 2030



Zdroj: vlastný výpočet

Vysvetlivky: Pre výpočet primárnej energie pre elektrickú energiu bol použitý predpokladaný zdrojový mix výroby elektrickej energie v roku 2030.

Ropa, PHM podiel 70%, zodpovedá celkovému množstvu surovej ropy (primárna energia) využitej v rafinérii pri premene na pohonné hmoty (sekundárna energia) prepočítané na jedno vozidlo so spaľovacím motorom nezávisle od podielu benzínu a dieselu.

Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: *Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch*, no dolnú hranicu pre výpočet celkového množstva ropy tvorí priemerná spotreba 2,5 l/ 100 km podľa emisných limitov EÚ pre spaľovacie motory pre rok 2030.

Graf 15 znázorňuje rozpätie spotreby primárnej energie pre výrobu elektrickej energie a PHM pre pohon 1 vozidla v roku 2030, kde bol pre výpočet potrebnej primárnej energie pre elektrickú energiu použitý predpokladaný zdrojový mix výroby elektrickej energie v roku 2030 podľa NECP<sup>83</sup> a dolnú hranicu pre výpočet celkového množstva ropy, pri podiele PHM 70%, tvorí priemerná spotreba 2,5 l/ 100 km podľa emisných limitov EÚ pre spaľovacie motory pre rok 2030.

Množstvo primárnej energie spotrebovanej pri produkcii paliva pre pohon vozidiel v roku 2030 ovplyvní viacero faktorov. Okrem prísnejších emisných limitov pre spaľovacie motory, zlepšenia energetickej efektívnosti a transformačných procesov, či energetickeho mixu krajiny, to bude závisieť aj od dopytu po iných ropných výrobkoch, elektrickej energii, podielu nabíjateľných hybridných vozidiel (PHEV) využívajúcich pre svoj pohon fosílné palivo aj elektrickú energiu vo vozovom parku a mnohé iné.

Poklesom spotreby PHM pre vozidlá so spaľovacím motorom sa celková spotreba ropy (a závislosť od dovozu suroviny zo zahraničia) nemusí znížiť. Celková spotreba surovej ropy bude závisieť rafinérskych procesov a od dopytu po iných produktoch z ropy, napríklad po medziproductoch pre petrochemický priemysel a výrobu plastov.

### 2.3. Prognoza elektromobility a emisie CO<sub>2</sub> z dopravy

Jedným z cieľov prechodu na elektromobilitu je zníženie množstva emisií skleníkových plynov z dopravy. Vozidlo s elektrickým pohonom nevypúšťa emisie zo spaľovania pohonných hmôt, ako sú CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, PM a iné. Nahradením vozidla s benzínovým alebo naftovým pohonom elektromobilom by sa znížilo množstvo spotrebovaných pohonných hmôt a množstvo emisií skleníkových plynov a znečisťujúcich látok, a tým by sa zlepšila kvalita ovzdušia v oblasti s frekventovanou premávkou. Emisie znečisťujúcich látok z prevádzky vozidla, ako mikročastice z oterov bŕzd, pneumatík a asfaltu, sú problémom aj pre EV.<sup>84</sup>

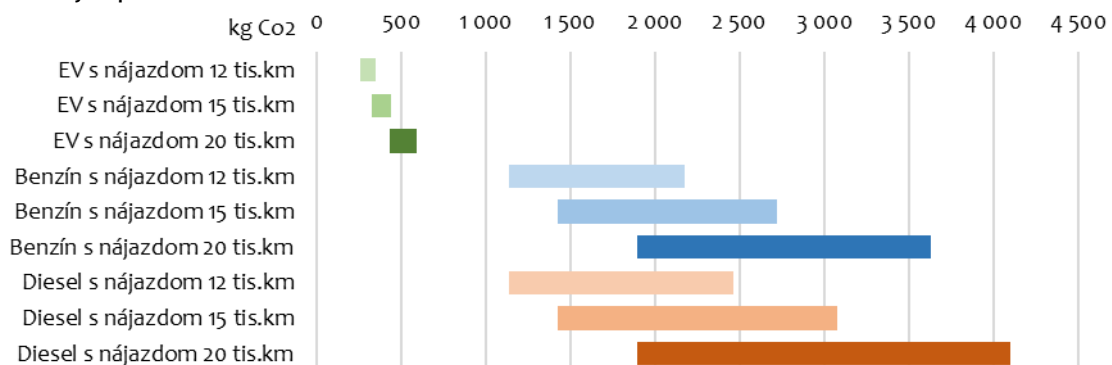
Tabuľka 11: Emisie CO<sub>2</sub>, ktoré vznikajú spaľovaním benzínu a nafty pri rôznej priemernej spotrebe

Pohon motora	Priemerná spotreba	Emisie CO <sub>2</sub>
	l / 100 km	g / km
Benzín	4,1	95
	6,5	151
	7,8	182
Diesel	3,6	95
	4,5	119
	5,8	154
	7,8	205

Zdroj: Vlastný prepočet na základe údajov z EU a ecoscore<sup>85</sup>

Vozidlo so spaľovacím motorom vypustí 95 – 200 g CO<sub>2</sub> na kilometer (podľa výšky priemernej spotreby paliva). Množstvo CO<sub>2</sub> je vypočítané na základe chemických vlastností benzínu a nafty. Liter benzínu váži 750 g a obsahuje 87% uhlíka. Pre vytvorenie CO<sub>2</sub> potrebuje 1740 g kyslíka. Čiže pri spaľovaní jedného litra benzínu, vznikne takmer 2,4 kg CO<sub>2</sub>. Pri nafte je kalkulácia podobná a spaľovaním jedného litra dieselu vznikne 2,6 kg CO<sub>2</sub>.<sup>86</sup>

Graf 16: Emisie CO<sub>2</sub> vozidiel s elektrickým (s priemernou EI 166,87 gCO<sub>2</sub>eq/kWh), benzínovým a dieselovým pohonom



Zdroj: Vlastný výpočet

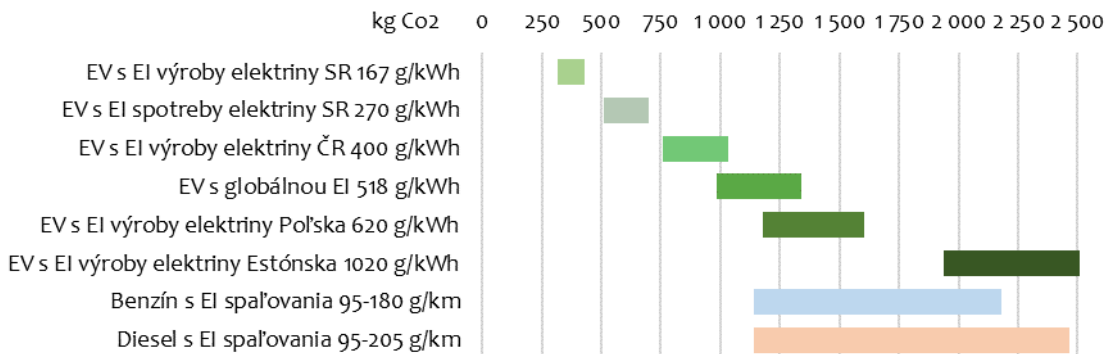
Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.

Pri porovnaní emisií vozidiel na rôznych pohonoch sa k EV často priradujú aj emisie, ktoré vznikajú pri výrobe elektrickej energie využitej ako palivo. Tie závisia od energetického mixu krajiny, kde EV dobíja akumulátor, a teda od podielu nízkouhlíkových zdrojov – emisnej alebo uhlíkovej intenzity (EI) výroby/spotreby elektrickej energie. Viaceré štúdie<sup>87</sup> tvrdia, že reálne emisie EV sú vyššie ako emisie dieselových vozidiel, no toto tvrdenie do značnej miery závisí od výšky EI danej krajiny.

Podľa IEA bola v roku 2018 priemerná celosvetová uhlíková intenzita výroby elektriny 518 gCO<sub>2</sub>eq/kWh.<sup>88</sup> V SR je priemerná EI za životný cyklus elektriny určená na úrovni

166,87 gCO<sub>2</sub>eq/kWh.<sup>89</sup> Pri tejto EI sa ročné emisie z výroby elektriny pre pohon EV pohybovali v rozmedzí 320 – 720 kg CO<sub>2</sub> v závislosti od výšky nájazdu (Graf 16). Vozidlá so spaľovacím motorom by v rovnakých podmienkach emitovali 1100 – 4100 kg CO<sub>2</sub>. Emisie priradené pohonu EV by tak boli na úrovni 14 – 28% emisií zo spaľovacieho motora.

Graf 17: Emisie vozidiel s benzínovým a naftovým pohonom a EV nabíjaného v energetickom mixe s rôznou emisnou intenzitou výroby elektrickej energie, s ročným nájazdom 12-tisíc km



Zdroj: Vlastný výpočet

Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.

Priemerná intenzita spotreby elektriny v SR však môže byť vyššia z dôvodu nutnosti dovozu elektriny z ČR a Poľska (Graf 17). Energetický mix okolitých krajín (okrem Rakúska) je totiž energeticky a uhlíkovo náročnejší. Napríklad, v septembri 2019 (Príloha 13: Uhlíková intenzita výroby a spotreby elektrickej energie v SR, 2019) dosahovala EI spotreby elektriny v SR 270 gCO<sub>2</sub>eq/kWh<sup>90</sup>. V Českej republike bola vtedy EI výroby elektriny 400 gCO<sub>2</sub>eq/kWh<sup>91</sup> a v Poľsku 620 gCO<sub>2</sub>eq/kWh<sup>92</sup>. Najvyššiu intenzitu výroby elektriny v Európe malo vtedy Estónsko<sup>93</sup>, 1020 gCO<sub>2</sub>eq/kWh.

Pri využívaní elektrickej energie s priemernou EI 166,87 gCO<sub>2</sub>eq/kWh pre nabitie akumulátorov EV podľa scenárov 2 a 3 v roku 2020 by sa emisie pohybovali medzi 1 – 2,5 kt CO<sub>2</sub>eq. Rovnaký počet vozidiel so spaľovacím motorom by emitoval 3,8 – 14,3 kt CO<sub>2</sub>. Pri 10-tisíc EV (scenár 1) na cestách by emisie z výroby elektriny dosiahli 3,2 – 7,2 kt CO<sub>2</sub>eq vs. 11,4 – 41,1 kt CO<sub>2</sub> emisií vozidiel so spaľovacím motorom (Príloha 12: Emisie CO<sub>2</sub> z prevádzky vozidiel).

V roku 2030 by mala byť výroba elektrickej energie v SR bez uhlia, iba z jadra, OZE a zemného plynu, a zrejme pokryje celú domácu spotrebu v krajine. To prispeje k nižšej EI výroby elektriny v SR. Pri EI výroby elektrickej energie 136,5 g/kWh<sup>94</sup>, by pohon 29-tisíc až 41-tisíc EV v roku 2030 zodpovedal emisiám v rozmedzí 7,5 – 24 kt CO<sub>2</sub>eq (Príloha 12: Emisie CO<sub>2</sub> z prevádzky vozidiel). Rovnaký počet vozidiel so spaľovacím motorom by emitovalo 32,9 – 169,3 kt CO<sub>2</sub>. A ak by 116-tisíc EV (t. j. 5%-ný podiel EV zo súčasného vozového parku) nahradilo vozidlá so spaľovacím motorom, výroba elektrickej energie pre ich pohon v roku 2030 by vytvárala 30,1 – 68,5 kt CO<sub>2</sub>eq emisií oproti 132,2 – 477,7 kt emisií CO<sub>2</sub> zo spotreby pohonných hmôt.

Najucelenejší obraz by poskytlo porovnanie všetkých emisií vypustených počas životného cyklu nielen vozidiel s rôznym pohonom, ale aj palív – od výroby vozidla a súčiastok, ťažbu surovín a ich spracovanie, cez prevádzku až po recykláciu. K emisiám vozidla so spaľovacím motorom treba napríklad pripočítať emisie, ktoré vznikajú pri ťažbe a rafinácii ropy, pri výrobe elektrickej energie neskôr využitej pri ťažbe, preprave a procesoch v rafinérii, a pri EV aj emisie z výroby akumulátorov. Táto kalkulácia je nad rámec tejto štúdie a je predmetom iných zahraničných analýz.<sup>95</sup>

## Záver

Rozvoj elektromobility bude v najbližších rokoch napredovať ako vo svete, tak aj na Slovensku. Prechod vozidiel na elektrický pohon môže prispieť k zníženiu spotreby fosílnych pohonných hmôt, poklesu objemu emisií skleníkových plynov a k zlepšeniu kvality ovzdušia v exponovaných lokalitách so zahustenou dopravou. Elektrické vozidlo sa však musí začať využívať ako náhrada vozidla so spaľovacím motorom, elektrická energia pre nabíjanie akumulátorov elektrických vozidiel musí pochádzať z nízkouhlíkových a obnoviteľných zdrojov energie a nabíjacia infraštruktúra, inteligentné siete a možnosti uskladnenia elektrickej energie by sa mali rozvíjať simultánne s nárastom počtu EV.

Rozšírenie počtu osobných elektrických vozidiel by mohlo byť rýchlejšie ako aktuálny historický trend. Ten naznačuje, že počet elektrických vozidiel vo vozovom parku môže v roku 2030 dosiahnuť 28-tisíc alebo až 41-tisíc, čo je menej ako 1,2% – 1,8% súčasného počtu osobných vozidiel kategórie M1. Dopyt po elektrickej energii pre tieto vozidlá v roku 2030 bude nižší ako 1% celkovej súčasnej spotreby elektriny v SR. K progresívnejšiemu nárastu počtu elektrických vozidiel môže prispieť štátna podpora, klesajúce celkové náklady elektromobilov (obstarávacie aj prevádzkové), technologické inovácie zlepšujúce dojazd a prevádzku elektrických automobilov, ale aj regulačné zásahy zamerané na riešenia zmeny klímy, prísnejšie emisné normy pre vozidlá so spaľovacím pohonom a iné.

Rozvoj elektromobility v kombinácii s nízkouhlíkovým spôsobom výroby elektrickej energie v SR môže prispieť k zlepšeniu kvality ovzdušia, najmä v lokalitách s hustou dopravou. Emisie skleníkových plynov, ktoré vyprodukuje osobný automobil pri spaľovaní benzínu alebo nafty, sú v prípade elektromobilu „presunuté“ do oblasti výroby elektrickej energie. Emisie z výroby elektriny priradené pohonu EV by tak boli na úrovni 14 – 28% emisií zo spaľovacieho motora. Problémom naďalej zostanú ostatné emisie z prevádzky vozidla, ako mikročastice z oterov brzd, pneumatík, či povrchu vozovky.

Množstvo primárnej energie potrebnej pre výrobu elektrickej energie pre pohon jedného elektrického vozidla je pri súčasnom zdrojovom energetickom mixe Slovenska porovnateľné s množstvom surovej ropy využitej pri rafinácii pohonných hmôt pre vozidlo so spaľovacím motorom. Elektromobilita by priniesla úspory spotreby primárnych zdrojov energie pri vyššom podiele obnoviteľných zdrojov energie v zdrojovom mixe výroby elektrickej energie.

Rozvojom elektromobility stúpne aj závislosť spoločnosti od elektrickej energie a jej dostupnosti. Keďže nemožno vylúčiť riziko krízy dodávok elektriny (napr. v dôsledku extrémnych poveternostných podmienok, vlny horúčav, palivového nedostatku, či kybernetických útokov), treba venovať veľkú pozornosť aj prevencii a riadeniu rizík, a minimalizovať možné dopady v prípade ich výskytu. Vzhľadom na prepojenosť elektrizačnej sústavy s okolitými štátmi môžu mať niektoré incidenty aj cezhraničný dopad, a preto je dôležitá aj dobrá regionálna spolupráca medzi krajinami.<sup>96</sup>

Elektrifikácia dopravy pomôže obmedziť množstvo emisií a tým spomaliť otepľovanie planéty a zlepšiť kvalitu životného prostredia pre ľudí. Avšak pre zabránenie samotnej zmene klímy je potrebné zaviesť ďalšie inovácie a hľadať ďalšie riešenia. Celospoločenská diskusia by sa mala rozšíriť i na inovácie v oblasti alternatívnych palív pre nákladnú dopravu, či úplnú zmenu konceptu mobility, bezpečnosť dopravy a dodávok elektrickej energie.



## Prílohy

### Príloha 1: Metodológia

#### a) Definícia EV

EV v tejto analýze zahŕňajú čisto elektrické autá (battery-electric vehicles – BEV) a nabíjacie hybridy (tzv. plug-in hybrid – PHEV) v kategórii osobných vozidiel. Výpočty platia pre spotrebu elektrickej energie BEV (čisto batériovými elektrickými vozidlami). V prípade PHEV (nabíjateľné hybridné vozidlá) nasledovná analýza predpokladá, že vozidlo bude jazdiť 100% na elektrickú energiu. V skutočnosti však bude pomer spotreby elektrickej energie a PHM u PHEV rôzny a teda reálna spotreba elektriny bude menšia.

#### b) Prognostický model

Pre prognózy časových radov sa najčastejšie využíva auto-regresný (AR) model časového radu, čo je spôsob dekompozície časového radu na základe Box-Jenkinsovej metodológie. AR model je založený na princípe, že každá hodnota časového radu, je v závislosti s predchádzajúcimi hodnotami tohto radu. Základné prvky pri konštrukcii modelu sú korelované (závislé) veličiny – trend, sezónna zložka, cyklická zložka a reziduálna (náhodná) zložka. Prognóza rozvoja EV je preto tiež dekompozíciou časových radov Box-Jenkinsovou metódou auto-regresným modelovaním trendu, ale bez sezónnych, či cyklických zložiek. Výber prognostického modelu s ním spojenú obmedzenú kvalitu prognózy limituje nízky počet historických pozorovaní časových radov BEV a PHEV.

#### c) Intervalové hranice nájazdu a priemernej spotreby paliva

Vo výpočte spotreby elektrickej energie EV sú použité tri rôzne vzdialenosti – nižší nájazd (12-tisíc km ročne), stredný nájazd (15-tisíc km ročne) a vyšší nájazd (20-tisíc km ročne). Výpočty pre nájazd EV vyšší ako 20 000 km ročne sú uvedené v tabuľkách v prílohe.

Pre porovnanie spotreby „paliva“ vozidiel s rôznym pohonom, teda elektrickej energie, benzínu alebo nafty, je použitý interval, kde dolnú hranicu tvorí nájazd 12 000 km ročne pri nízkej priemernej spotrebe „paliva“ a hornú hranicu ročný nájazd 20 000 km pri vysokej spotrebe paliva. Priemernú spotrebu pohonných hmôt osobných vozidiel vo výpočtoch tvoria limity EÚ pre rok 2020 a vyššia spotreba na úrovni 7,8 l / 100 km.

Pri výpočtoch pre rok 2030 je ako najnižšia priemerná spotreba pohonných hmôt použitý limit EÚ pre rok 2030, 2,5 l / 100 km, ako keby platil iba pre jedno vozidlo. V skutočnosti sú emisné normy EÚ pre rok 2030 komplexnejšie.

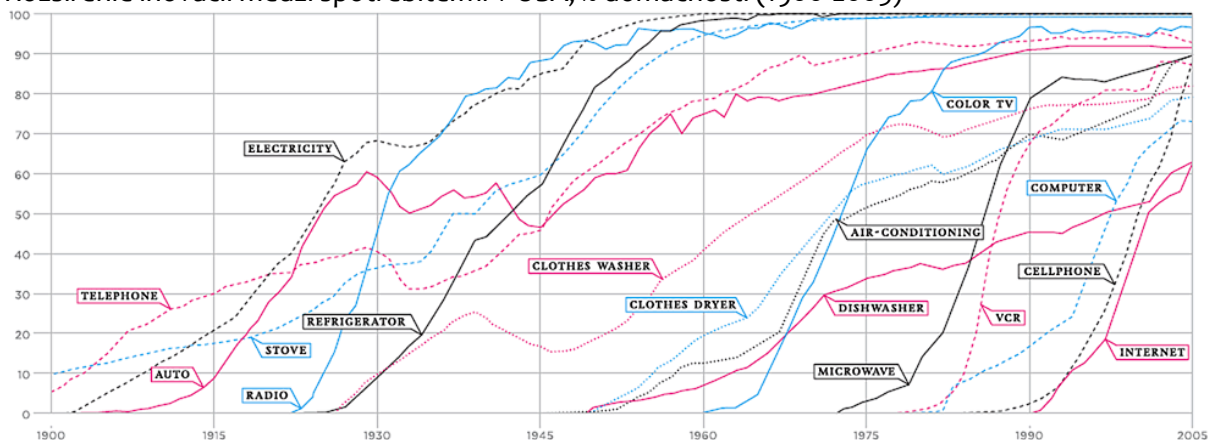
Spodný limit spotreby EV v roku 2030 vychádza zo súčasných parametrov EV, tj. rovnakej priemernej spotreby ako v roku 2020. Pri výpočte priemernej spotreby EV sú do štúdie zahrnuté najnovšie typy elektromobilov z roku 2018/2019 s najlepším technologickým vybavením, výdržou batérie a jazdnými vlastnosťami. Technologický vývoj elektromobilov i akumulátorov neustále napreduje. Prevádzka a spotreba EV bude s veľkou pravdepodobnosťou v budúcnosti efektívnejšia a úspornejšia ako v uvádzaných scenároch.

## Príloha 2: Rýchlosť rozšírenia prelomových inovácií

Úspešné inovácie prichádzajú na trh často vo vlnách a ich krivka dopytu od vývoja, cez uvedenie na trh, až po saturáciu obvykle kopíruje krivku v tvare S. Premennými ohraničujúcimi krivku je bod saturácie, strmosť krivky (čas) i sklon krivky, ktorý vyjadruje, ako rýchlo sa funkcia prechopne z konvexnej do konkávnej.

Typický proces dizajnu v automobilovom priemysle sa približne každých päť rokov skracuje, v roku 2008 trval 60 mesiacov, v roku 2013 „iba“ 24-36 mesiacov<sup>97</sup>. Nárast dopytu po inovácii etablovaného produktu, napríklad nový model automobilu so spaľovacím pohonom, je obvykle rýchlejší ako po prelomových technológiách, medzi ktoré možno zaradiť aj elektromobilitu a alternatívne palivá. Prelomové technológie totiž prinášajú výraznú zmenu pre užívateľov a podporujú ich hlavne spotrebiteľia otvorení inováciám.<sup>98</sup>

Rozšírenie inovácií medzi spotrebiteľmi v USA, % domácností (1900-2005)



Zdroj: Nicholas Felton via New York Times<sup>99</sup>

Graf uvádza príklady kriviek rozšírenia rôznych významných inovácií medzi spotrebiteľmi v USA od začiatku minulého storočia. Z obrázku je vidieť veľmi rýchle rozšírenie rádia v medzivojnovom období alebo internetu v 90-tych rokoch minulého storočia. Naopak, rozšírenie automobilov, telefónu, sporáku, práčky alebo umývačky riadu trvalo niekoľko desaťročí.<sup>100</sup>

Príloha 3: Prehľad vybraných aktivít niektorých inštitúcií súvisiacich s elektromobilitou

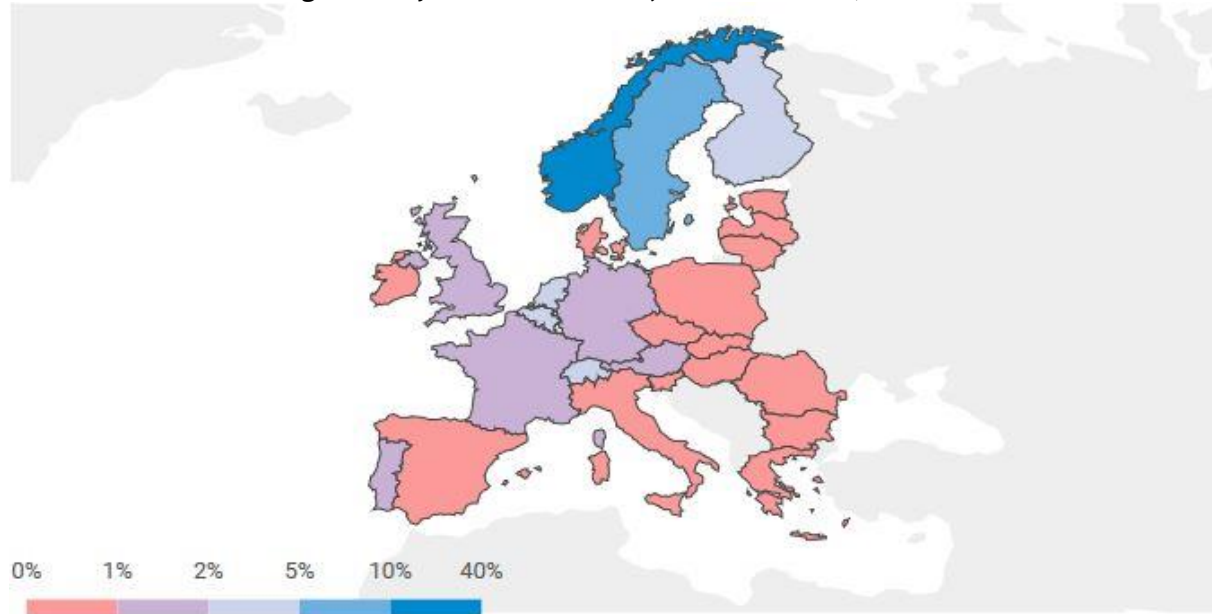
Úroveň	Organizácia	Aktivity
Globálna	Organizácia spojených národov (OSN)	Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj a jej 17 cieľov (UN Sustainable Development Goals, SDG)
Regionálna	Európska Únia	Čistá planéta pre všetkých Integrovaný národný energetický a klimatický plán (National Energy and Climate Plan – NECP) Systém obchodovania s emisnými kvótami v EÚ (EU Emissions trading system – ETS) Stratégia pre nízko emisnú mobilitu Smernica o energii z obnoviteľných zdrojov (Renewable Energy Directive) Ekologická energia pre dopravu (Clean power for transport)
	Ministerstvo hospodárstva SR	Stratégia rozvoja elektromobility v SR Akčný plán rozvoja elektromobility Národný politický rámec pre rozvoj trhu a alternatívnymi palivami v podmienkach SR Národná politika zavádzania infraštruktúry pre alternatívne palivá
Národná	Ministerstvo životného prostredia SR	Zelenšie Slovensko, Stratégia environmentálnej politiky SR do roku 2030 (Envirostratégia) Stratégia adaptácie SR na zmenu klímy z roku 2014 a jej aktualizácia v roku 2018 Stratégia ochrany ovzdušia
	Inštitút pre environmentálnu politiku	Nízkouhlíková štúdia Nízkouhlíková stratégia rozvoja SR do roku 2030 s výhľadom do roku 2050 Elektrický pohon dostáva postupne zelenú (komentár) Kalkulačka nákladov pre porovnanie nákladov vozidiel s elektrickým a spaľovacím pohonom
	Ministerstvo dopravy a výstavby SR	Aktivity v oblasti výstavby, infraštruktúry a inteligentnej mobility
	Úrad podpredsedu vlády SR pre investície	Agenda 2030 v SR

Zdroj: Webové sídla inštitúcií<sup>101</sup>



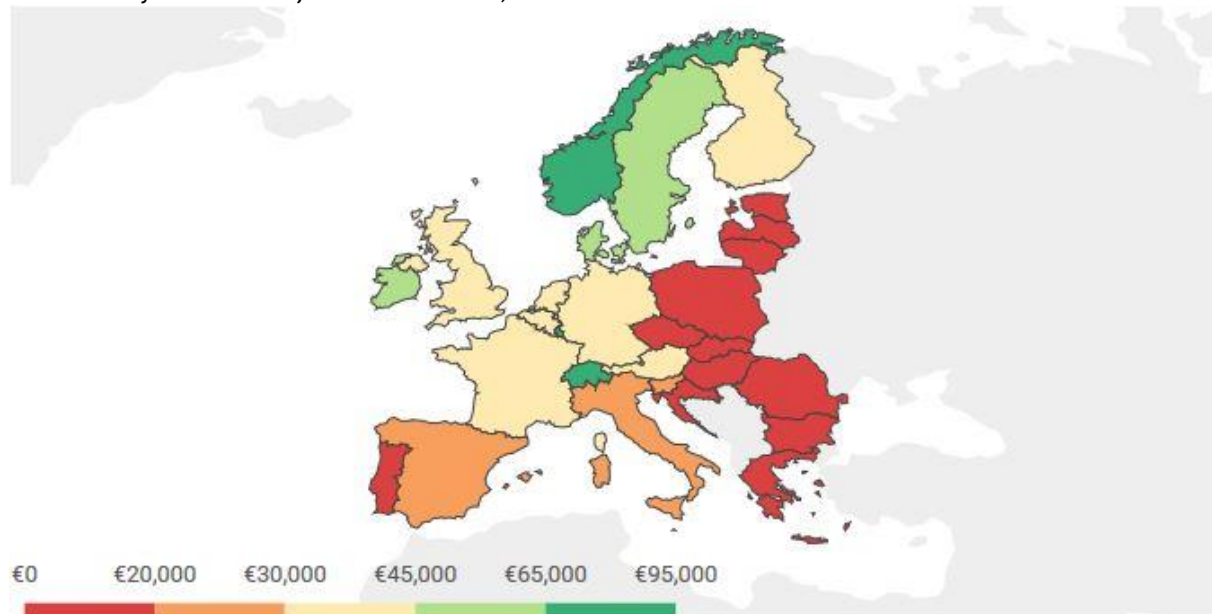
Príloha 4: Rozšírenie EV a HDP na obyvateľa v krajinách EU a EFTA

Podiel EV medzi novoregistrovanými vozidlami v krajinách EU a EFTA, 2018



Zdroj: Európska asociácia výrobcov automobilov (ACEA)<sup>102</sup>

HDP na obyvateľa v krajinách EU a EFTA, 2018



Zdroj: Európska asociácia výrobcov automobilov (ACEA)<sup>103</sup>

Príloha 5: Výsledné hodnoty regresnej analýzy kubickej funkcie

Funkcia

$$f(x) = 3.84 * x^3 - 3.68 * x^2 - 24.09 * x + 73.14$$

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	99,5%
R Square	98,9%
Adjusted R Square	98,1%
Standard Error	78,7
Observations	8

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	2280129	760043	122,5785	0,00022
Residual	4	24801,83	6200,457		
Total	7	2304931			

	Coefficient s	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	73,14	194,0	0,38	0,73	-466	612	-466	612
x <sup>3</sup>	3,84	3,2	1,19	0,30	-5	13	-5	13
X <sup>2</sup>	-3,68	44,0	-0,08	0,94	-126	119	-126	119
Year	-24,09	175,6	-0,14	0,90	-512	463	-512	463

RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted EV	Residuals
1	49,2	-7,2
2	41,0	5,0
3	71,5	4,5
4	163,7	34,3
5	340,8	-30,8
6	625,8	-82,8
7	1041,6	118,4
8	1611,5	-41,5

## Príloha 6: Výsledné hodnoty regresnej analýzy polynomickej funkcie

Funkcia

$$f(x) = 0.17 * x^4 + 1.75 * x^3 + 23.2$$

### SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	99,4%
R Square	98,8%
Adjusted R Square	98,4%
Standard Error	73,40
Observations	8

### ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	2277992	1138996	211	0,000015
Residual	5	26939	5388		
Total	7	2304931			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	23,20	46,41	0,50	0,64	-96	143	-96	143
$x^4$	0,17	0,16	1,06	0,34	0	1	0	1
$x^3$	1,75	1,27	1,37	0,23	-2	5	-2	5

### RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted EV	Residuals
1	25,1	16,9
2	39,9	6,1
3	84,2	-8,2
4	178,7	19,3
5	348,2	-38,2
6	621,5	-78,5
7	1031,7	128,3
8	1615,6	-45,6

## Príloha 7: Dopyt po PHM a elektrickej energii podľa priemernej spotreby a nájazdu

	Spotreba 1 vozidla			Spotreba 1 vozidla v MJ ročne				
	l/100 km	MJ / 100 km	kWh /100 km	12 000 km	15 000 km	20 000 km	50 000 km	100 000 km
<b>EV</b>		57	16	7 591	9 488	12 651	31 628	63 256
		65	18	8 679	10 849	14 466	36 164	72 328
		78	22	10 350	12 937	17 249	43 123	86 246
<b>Benzin</b>	4,1	138	38	16 517	20 646	27 529	68 821	137 643
	5,6	188	52	22 560	28 200	37 600	94 000	188 000
	6,5	218	61	26 186	32 732	43 643	109 107	218 214
	7,8	262	73	31 423	39 279	52 371	130 929	261 857
<b>Diesel</b>	3,6	121	34	14 503	18 129	24 172	60 430	120 860
	4,5	151	42	18 129	22 661	30 215	75 537	151 075
	5,8	196	54	23 529	29 411	39 215	98 037	196 075
	7,8	261	73	31 329	39 161	52 215	130 537	261 075

	Spotreba 1 vozidla			Spotreba 1 vozidla v kWh ročne				
	l/100 km	MJ / 100 km	kWh /100 km	12 000 km	15 000 km	20 000 km	50 000 km	100 000 km
<b>EV</b>		57	16	2 109	2 636	3 514	8 785	17 571
		65	18	2 411	3 014	4 018	10 046	20 091
		78	22	2 875	3 594	4 791	11 979	23 957
<b>Benzin</b>	4,1	138	38	5 098	6 372	8 496	21 241	42 482
	5,6	188	52	6 963	8 704	11 605	29 012	58 025
	6,5	218	61	8 082	10 103	13 470	33 675	67 350
	7,8	262	73	9 698	12 123	16 164	40 410	80 820
<b>Diesel</b>	3,6	121	34	4 476	5 595	7 460	18 651	37 302
	4,5	151	42	5 595	6 994	9 326	23 314	46 628
	5,8	196	54	7 262	9 078	12 103	30 258	60 517
	7,8	261	73	9 669	12 087	16 116	40 289	80 579

Zdroj: Vlastný výpočet

Vysvetlivky: Dopyt po elektrickej energii pre pohon EV vrátane strát pri nabíjaní 10%.

## Príloha 8: Dopyt po PHM a elektrickej energii podľa scenárov

Dopyt	Scenár	Počet vozidiel	Elektrina (min)	Elektrina (max)	Benzín (min)	Benzín (max)	Diesel (min)	Diesel (max)
Rok		ks	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
2020	S1	10 000	76	172	165	524	145	522
	S2	3 305	25	57	55	173	48	173
	S3	3 473	26	60	57	182	50	181
2030	S1	35 000	266	604	578	1 833	508	1 828
	S2	28 847	219	498	476	1 511	418	1 506
	S3	41 230	315	711	681	2 159	598	2 153
2,5% vozového parku (M1)		58 170	442	1 003	961	3 046	844	3 037
5% vozového parku (M1)		116 339	883	2 007	1 922	6 093	1 687	6 075
Osobné vozidlá (kat. M1)		2 326 787	17 662	40 135	38 432	121 857	33 746	121 493
Osobné a ľahké nákladné vozidlá (kat. M1,2,3 a N1)		2 595 494	19 702	44 770	42 870	135 930	37 642	135 521

Dopyt	Scenár	Počet vozidiel	Elektrina (min)	Elektrina (max)	Benzín (min)	Benzín (max)	Diesel (min)	Diesel (max)
Rok		ks	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
2020	S1	10 000	21	48	46	145	40	145
	S2	3 305	7	16	15	48	13	48
	S3	3 473	7	17	16	51	14	50
2030	S1	35 000	74	168	161	509	141	508
	S2	28 847	61	138	132	420	116	418
	S3	41 230	87	198	189	600	166	598
2,5% vozového parku (M1)		58 170	123	279	267	846	234	844
5% vozového parku (M1)		116 339	245	557	534	1 692	469	1 687
Osobné vozidlá (kat. M1)		2 326 787	4 906	11 149	10 676	33 849	9 374	33 748
Osobné a ľahké nákladné vozidlá (kat. M1,2,3 a N1)		2 595 494	5 473	12 436	11 908	37 758	10 456	37 645

Zdroj: Vlastný výpočet

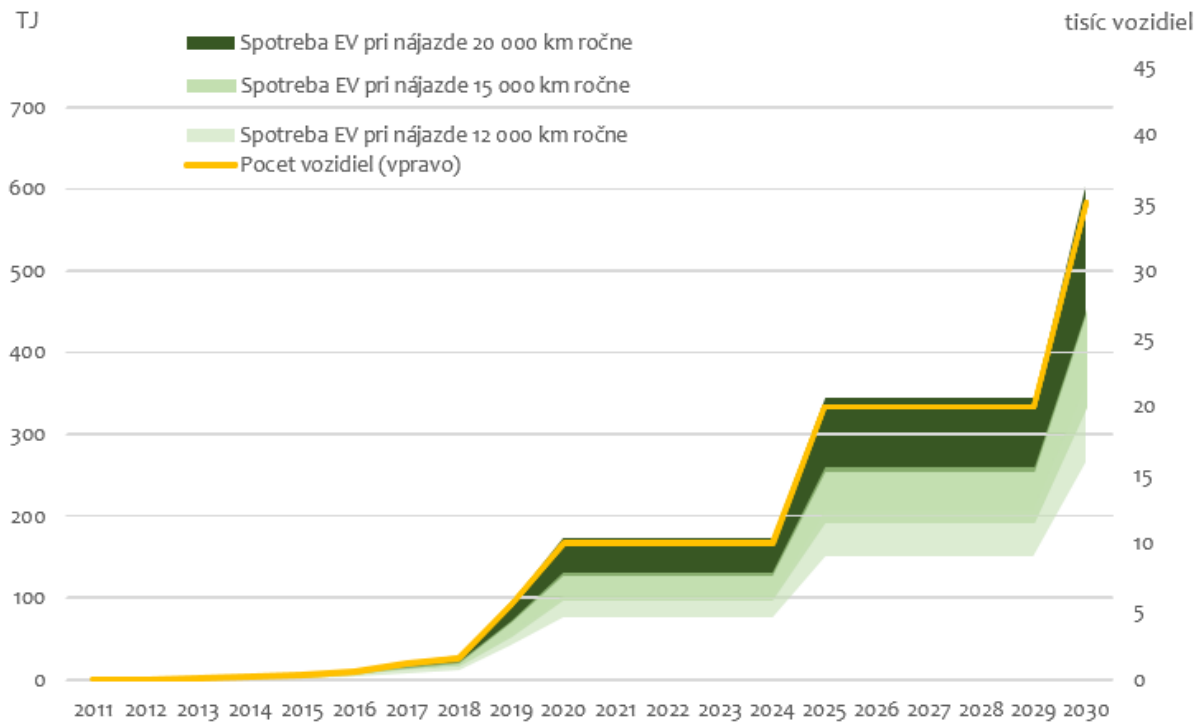
Vysvetlivky: Hodnoty min a max sú vypočítané podľa intervalov uvedených v *Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch*.

Dopyt po elektrickej energii pre pohon EV vrátane strát pri nabíjaní 10%.

Prepočet pre všetky osobné a ľahké nákladné vozidlá (kat. M a N1) je len ilustratívny. Vo výpočte maximálnej hodnoty bola použitá priemerná spotreba paliva 7,8 l/100 km aj pre autobusy a ľahké nákladné vozidlá. Ich reálna spotreba môže byť vyššia a teda aj skutočná spotreba jednotlivých palív môže byť vyššia.

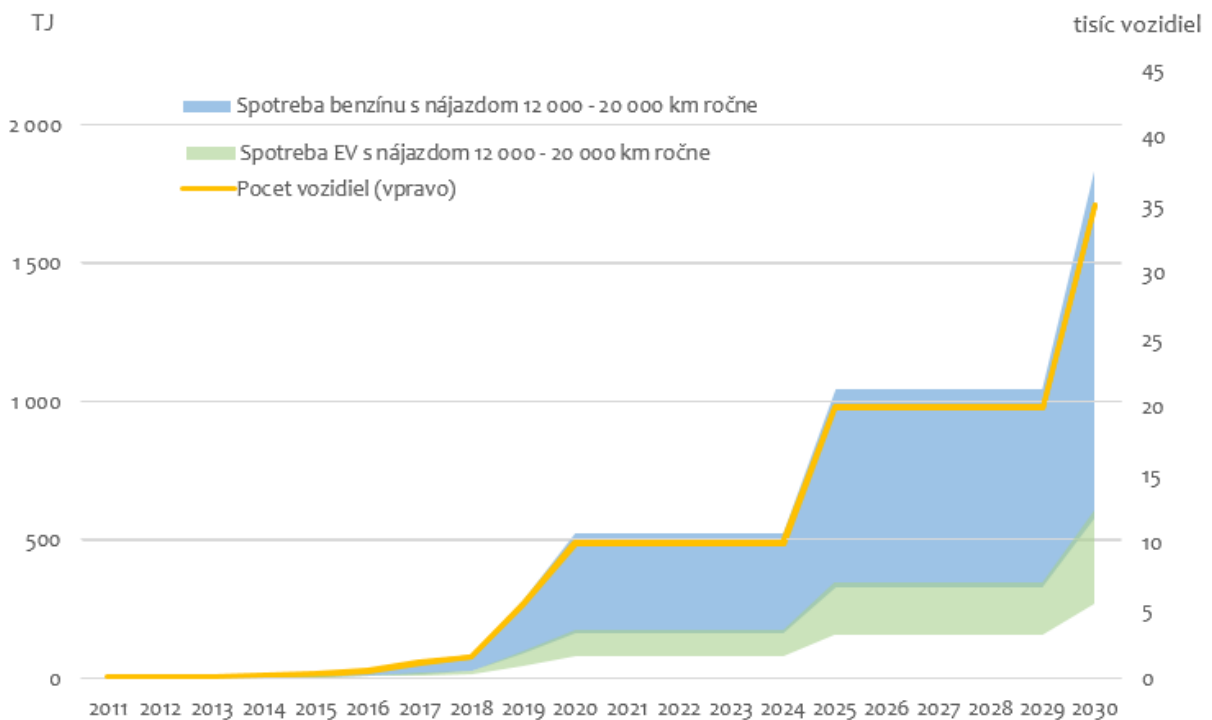
Príloha 9: Scenáre rozvoja elektromobility a vplyv na spotrebu

Scenár 1: Rozpätie spotreby elektrickej energie pre pohon EV



Zdroj: Vlastný výpočet

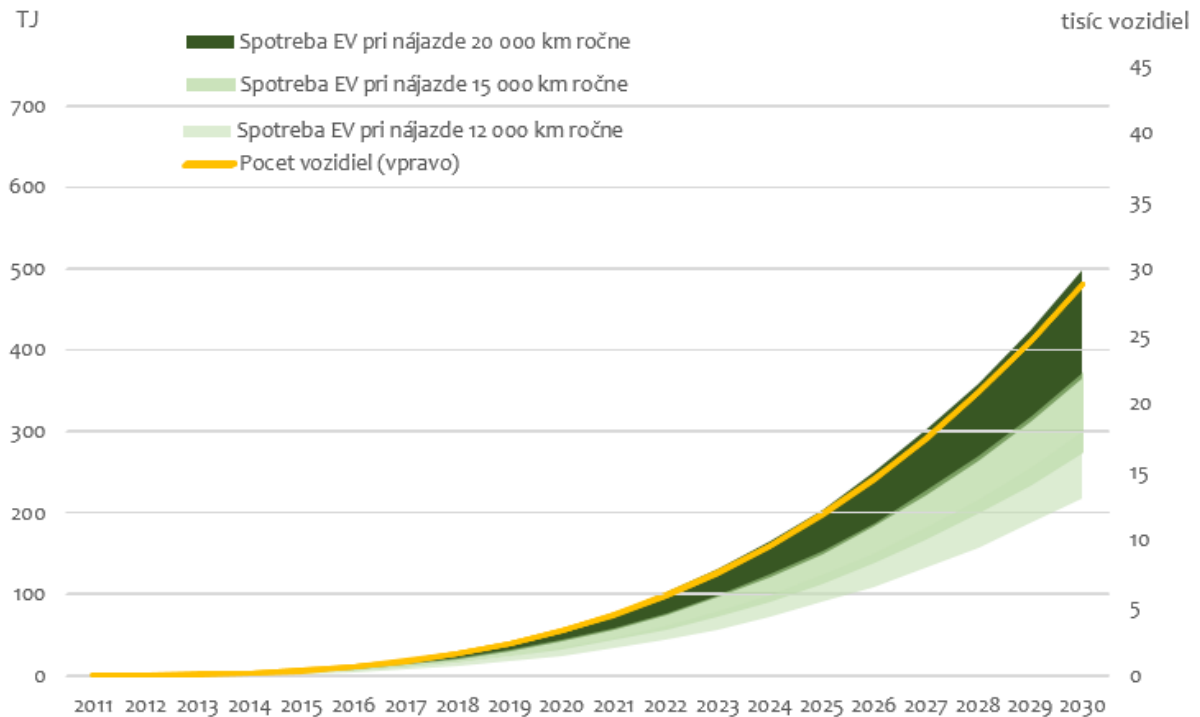
Scenár 1: Porovnanie dopytu po energii na pohon vozidiel s elektrickým a benzínovým motorom pri rôznych ročných nájazdoch (po započítaní strát zo samovybájania a účinnosti nabíjacej sústavy)



Zdroj: Vlastný výpočet

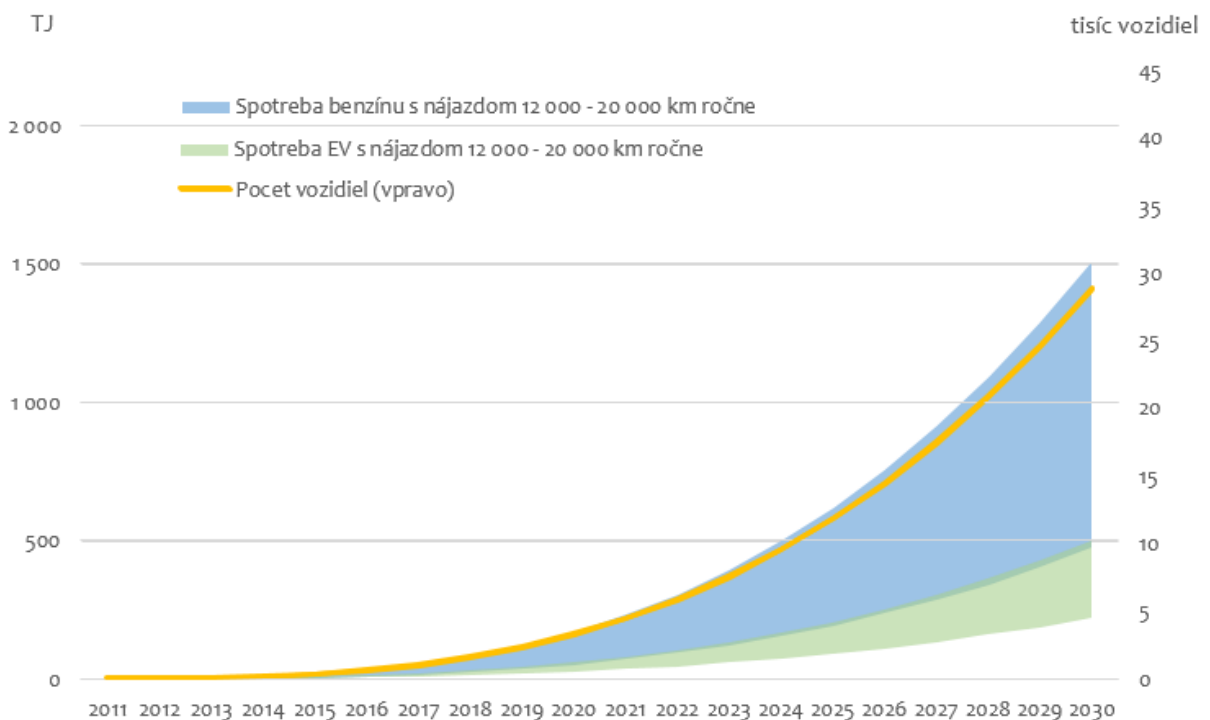
Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.

Scenár 2: Rozpätie spotreby elektrickej energie pre pohon EV



Zdroj: Vlastný výpočet

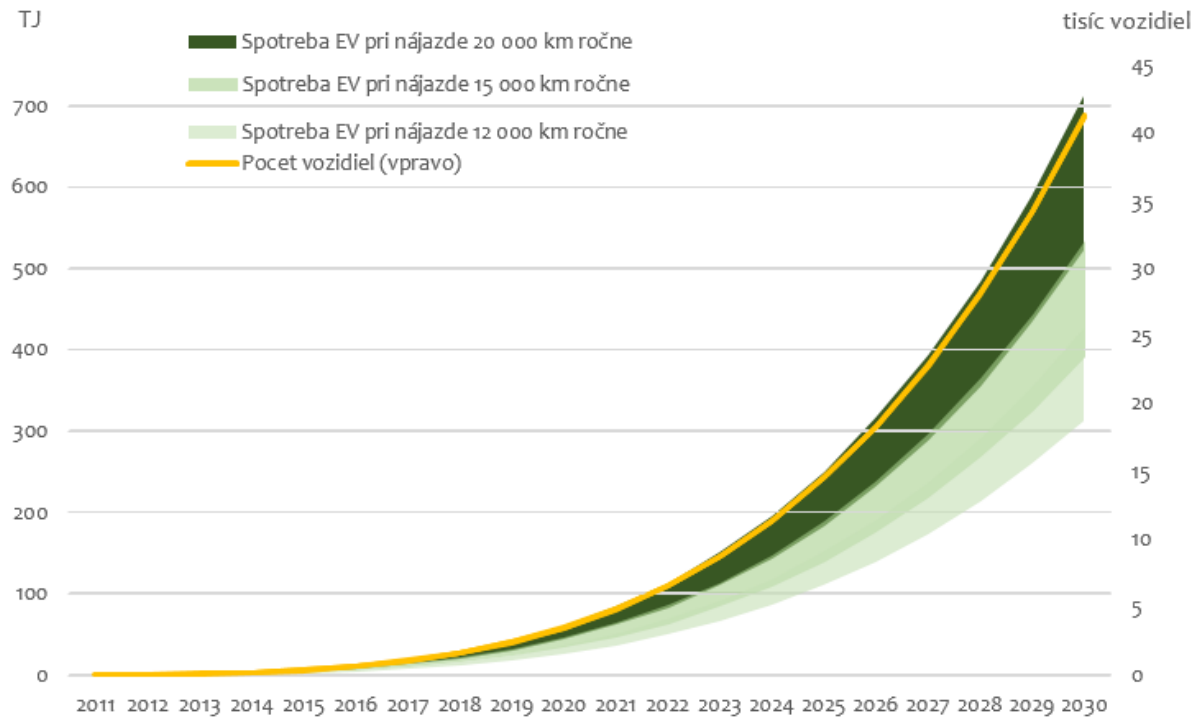
Scenár 2: Porovnanie dopytu po energii na pohon vozidiel s elektrickým a benzínovým motorom pri rôznych ročných nájazdoch (po započítaní strát zo samovybájania a účinnosti nabíjacej sústavy)



Zdroj: Vlastný výpočet

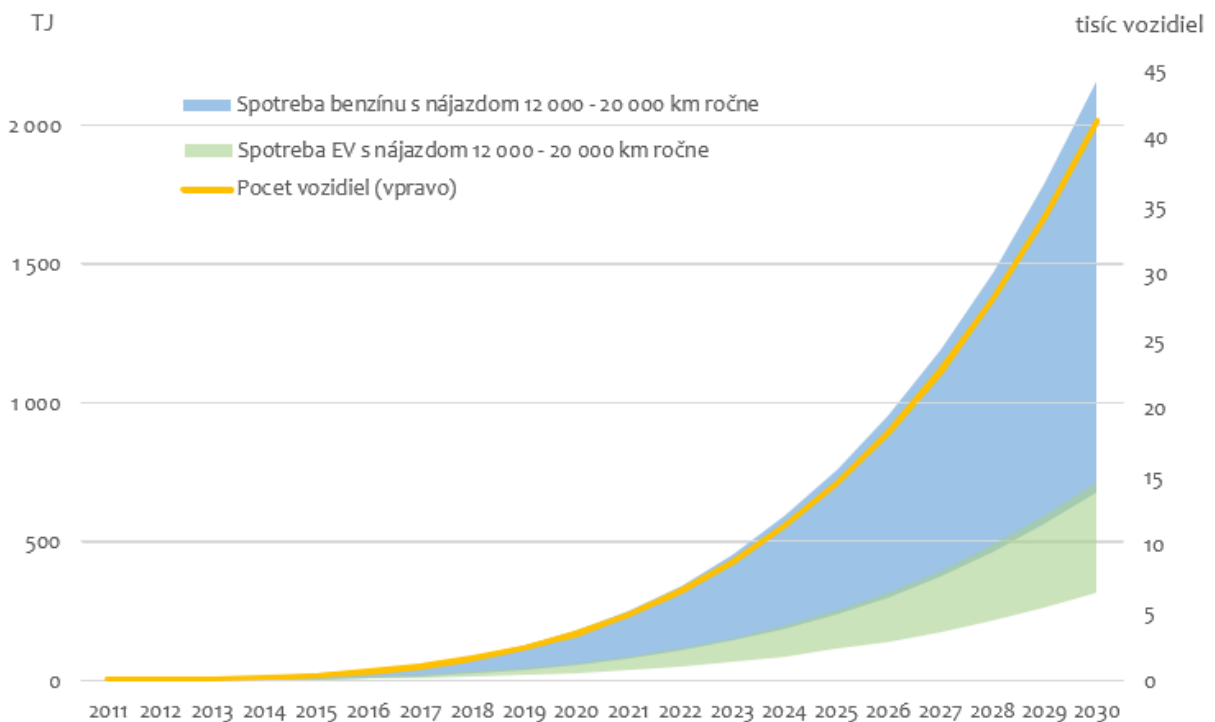
Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.

Scenár 3: Rozpätie spotreby elektrickej energie pre pohon EV



Zdroj: Vlastný výpočet

Scenár 3: Porovnanie dopytu po energii na pohon vozidiel s elektrickým a benzínovým motorom pri rôznych ročných nájazdoch (po započítaní strát zo samovybájania a účinnosti nabíjacej sústavy)



Zdroj: Vlastný výpočet

Príloha 10: Vysvetlivky: Intervaly sú vypočítané podľa Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.



## Príloha 11: Spotreba primárnej energie pre výrobu elektrickej energie a PHM v 2020

	Spotreba 1 vozidla			Spotreba primárnej energie pre pohon vozidla v MJ v 2020				
	l/100 km	MJ / 100 km	kWh /100 km	12 000 km	15 000 km	20 000 km	50 000 km	100 000 km
<b>EV</b>		57	16	22 365	27 956	37 275	93 187	186 374
		65	18	25 572	31 965	42 621	106 552	213 103
		78	22	30 494	38 117	50 823	127 056	254 113
<b>PHM</b>	3,6	121	34	20 718	25 898	34 531	86 327	172 653
<b>(70%)</b>	7,8	262	73	44 890	56 112	74 816	187 041	374 082

Zdroj: Vlastný výpočet

Vysvetlivky: PHM (70%) zodpovedá množstvu surovej ropy (primárna energia) využitej v rafinérii pri premene na pohonné hmoty (sekundárna energia) prepočítané na jedno vozidlo so spaľovacím motorom nezávisle od podielu benzínu a dieselu.

Pre výpočet primárnej energie pre elektrickú energiu bol použitý zdrojový mix výroby elektrickej energie v roku 2018.

	Spotreba 1 vozidla			Spotreba primárnej energie pre pohon vozidla v MJ v 2030				
	l/100 km	MJ / 100 km	kWh /100 km	12 000 km	15 000 km	20 000 km	50 000 km	100 000 km
<b>EV</b>		57	16	22 267	27 833	37 111	92 777	185 555
		65	18	25 460	31 825	42 433	106 083	212 167
		78	22	30 360	37 949	50 599	126 498	252 996
<b>PHM</b>	2,5	84	23	14 388	17 985	23 980	59 949	119 898
<b>(70%)</b>	3,6	121	34	20 718	25 898	34 531	86 327	172 653
	7,8	262	73	44 890	56 112	74 816	187 041	374 082

Zdroj: Vlastný výpočet

Vysvetlivky: PHM (70%) zodpovedá množstvu surovej ropy (primárna energia) využitej v rafinérii pri premene na pohonné hmoty (sekundárna energia) prepočítané na jedno vozidlo so spaľovacím motorom nezávisle od podielu benzínu a dieselu.

Pre výpočet primárnej energie pre elektrickú energiu bol použitý predpokladaný zdrojový mix výroby elektrickej energie v roku 2030.

Rok	Scenár	Počet vozidiel ks	Elektrina	Elektrina	Ropa pre	Ropa pre
			(min)	(max)	PHM (70%) (min)	PHM (70%) (max)
			TJ	TJ	TJ	TJ
2020	S1	10 000	224	508	207	748
	S2	3 305	74	168	68	247
	S3	3 473	78	177	72	260
2030	S1	35 000	779	1 771	725	2 619
	S2	28 847	642	1 460	598	2 158
	S3	41 230	918	2 086	854	3 085
<b>2,5% vozového parku (M1)</b>		58 170	1 295	2 943	1 205	4 352
<b>5% vozového parku (M1)</b>		116 339	2 590	5 887	2 140	8 704
<b>Osobné vozidlá (kat. M1)</b>		2 326 787	51 810	117 734	48 207	174 082
<b>Osobné a ľahké nákladné vozidlá (kat. M1,2,3 a N1)</b>		2 595 494	57 793	131 330	53 774	194 185

Zdroj: Vlastný výpočet

Vysvetlivky: Hodnoty min a max sú vypočítané podľa intervalov uvedených v Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch.

Vysvetlivky: Ropa pre PHM (70%) zodpovedá celkovému množstvu surovej ropy (primárna energia) využitej v rafinérii pri premene na pohonné hmoty (sekundárna energia) prepočítané na jedno vozidlo so spaľovacím motorom nezávisle od podielu benzínu a dieselu.

Pre výpočet primárnej energie pre elektrickú energiu boli použité zdrojový mix výroby elektrickej energie v roku 2018 pre 2020 a predpokladaný zdrojový mix v roku 2030.

Prepočet pre všetky osobné a ľahké nákladné vozidlá (kat. M a N1) je len ilustratívny. Vo výpočte maximálnej hodnoty bola použitá priemerná spotreba paliva 7,8 l/100 km aj pre autobusy a ľahké nákladné vozidlá. Ich reálna spotreba môže byť vyššia a teda aj skutočná spotreba primárnej energie pre výrobu jednotlivých palív môže byť vyššia.

Príloha 12: Emisie CO<sub>2</sub> z prevádzky vozidiel

	Spotreba 1 vozidla			Emisie CO <sub>2</sub> v tonách/vozidlo ročne				
	l/100 km	MJ / 100 km	g CO <sub>2</sub> /km	12 000 km	15 000 km	20 000 km	50 000 km	100 000 km
<b>EV</b>		57		0,26	0,32	0,43	1,08	2,17
		65		0,30	0,37	0,50	1,24	2,48
		78		0,35	0,44	0,59	1,48	2,95
<b>Benzín</b>	4,1	138	95	1,14	1,43	1,91	4,77	9,54
	5,6	188	130	1,56	1,95	2,61	6,52	13,03
	6,5	218	151	1,82	2,27	3,03	7,56	15,13
	7,8	262	182	2,18	2,72	3,63	9,08	18,15
<b>Diesel</b>	3,6	121	95	1,14	1,43	1,90	4,75	9,50
	4,5	151	119	1,43	1,78	2,38	5,94	11,88
	5,8	196	154	1,85	2,31	3,08	7,71	15,42
	7,8	261	205	2,46	3,08	4,11	10,27	20,53

Zdroj: Vlastný výpočet

Vysvetlivky: Elektrická energia pre EV pri priemernej EI 166,87 gCO<sub>2</sub>eq/kWh.

Emisie CO <sub>2</sub>	Scenár	Počet vozidiel ks	Elektrina (min) kt CO <sub>2</sub>	Elektrina (max) kt CO <sub>2</sub>	Benzín (min) kt CO <sub>2</sub>	Benzín (max) kt CO <sub>2</sub>	Diesel (min) kt CO <sub>2</sub>	Diesel (max) kt CO <sub>2</sub>
<b>2020</b>	<b>S1</b>	10 000	3,2	7,2	11,4	30,3	11,4	41,1
	<b>S2</b>	3 305	1,0	2,4	3,8	10,0	3,8	13,6
	<b>S3</b>	3 473	1,1	2,5	4,0	10,5	4,0	14,3
<b>2030</b>	<b>S1</b>	35 000	9,1	20,6	40,1	105,9	39,9	143,7
	<b>S2</b>	28 847	7,5	17,0	33,0	87,3	32,9	118,4
	<b>S3</b>	41 230	10,7	24,3	47,2	124,7	47,0	169,3
<b>2,5% vozového parku (M1)</b>		58 170	15,1	34,2	66,6	176,0	66,3	238,8
<b>5% vozového parku (M1)</b>		116 339	30,1	68,5	133,2	351,9	132,7	477,7
<b>Osobné vozidlá (kat. M1)</b>		2 326 787	602,7	1 369,6	2 663,9	7 038,8	2 653,7	9 553,8
<b>Osobné a ľahké nákladné vozidlá (kat. M1,2,3 a N1)</b>		2 595 494	672,3	1 527,8	2 971,5	7 851,6	2 960,1	10 657,1

Zdroj: Vlastný výpočet

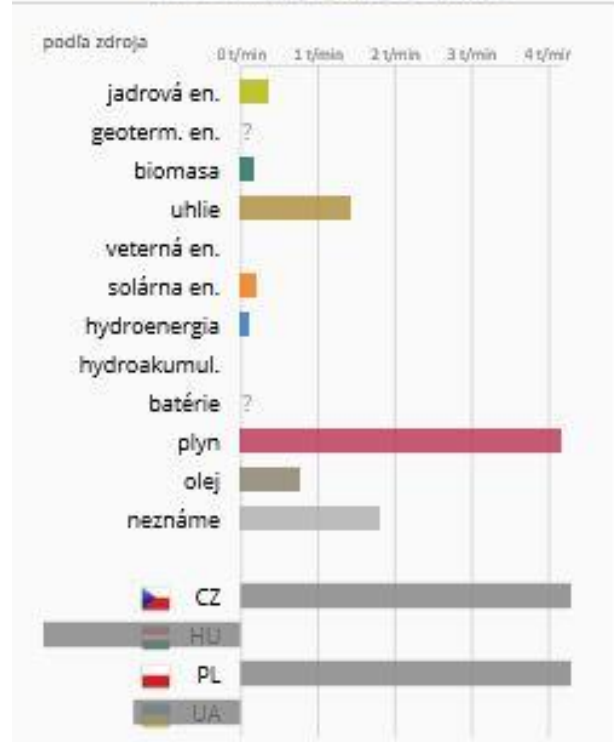
Vysvetlivky: Hodnoty min a max sú vypočítané podľa intervalov uvedených v *Tabuľka 9: Intervaly pre kalkuláciu rozpätia spotreby paliva vozidiel v jednotlivých scenároch*.Elektrická energia pre EV pri priemernej EI 166,87 gCO<sub>2</sub>eq/kWh pre 2020 a 136,5 gCO<sub>2</sub>eq/kWh pre 2030.Prepočet pre všetky osobné a ľahké nákladné vozidlá (kat. M a N1) je len ilustratívny. Vo výpočte maximálnej hodnoty boli použité emisie náležiacie priemernej spotrebe paliva 7,8 l/ 100 km aj pre autobusy a ľahké nákladné vozidlá. Ich reálne emisie CO<sub>2</sub> môžu byť vyššie a teda aj skutočné emisie CO<sub>2</sub> zo spaľovania jednotlivých palív môžu byť vyššie.

Príloha 13: Uhlíková intenzita výroby a spotreby elektrickej energie v SR, 2019

Emisie uhlíka výroby elektriny v SR v 09/2019

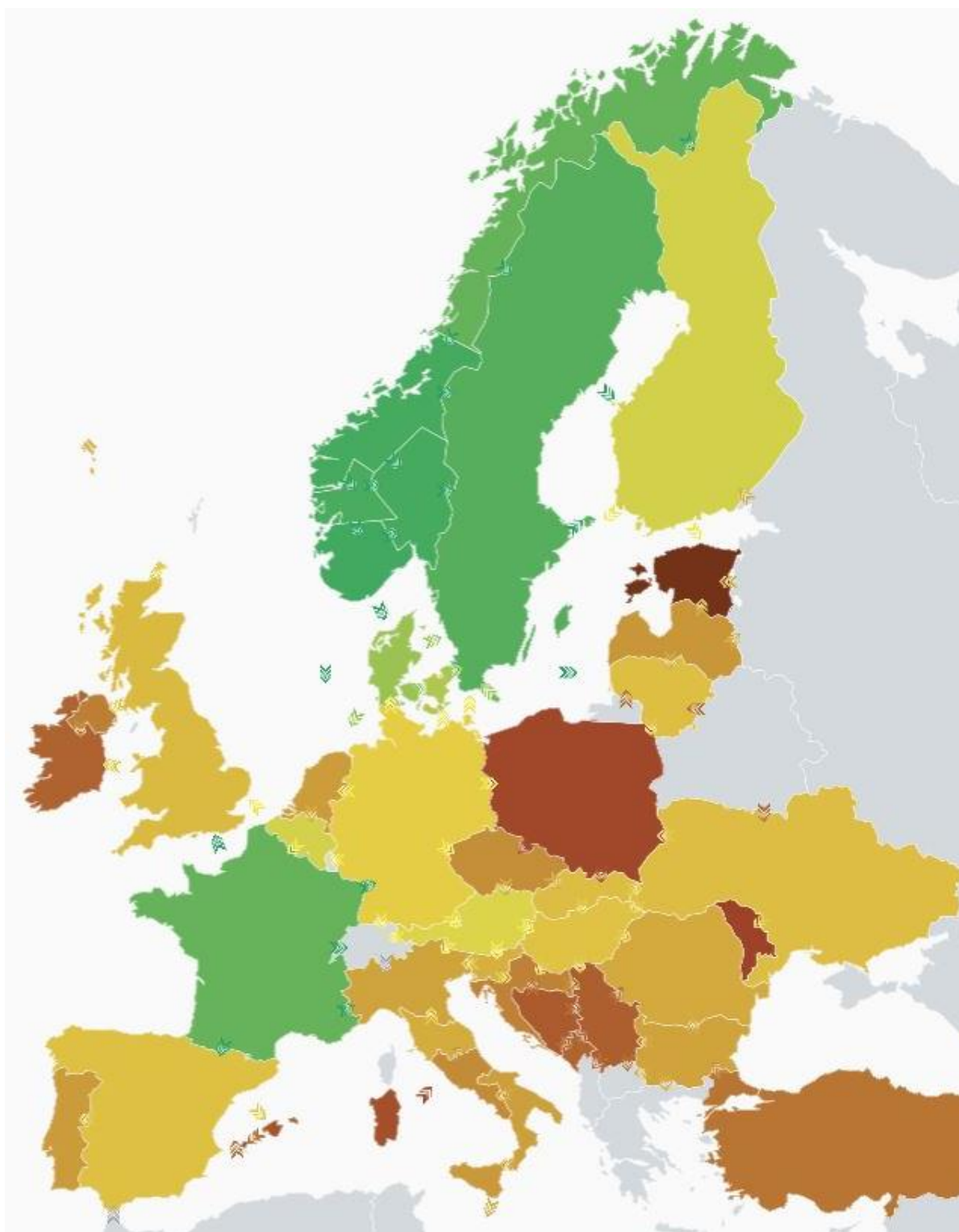


Emisie uhlíka spotreby elektriny v SR v 09/2019



Zdroj: Live Electricity map<sup>104</sup>

Príloha 14: Uhlíková intenzita importu a spotreby elektrickej energie v SR, 09/2019



Zdroj: Live Electricity map

## Zdroje

### Dáta:

The Global Electric Vehicle Policy Database, <https://www.unenvironment.org/resources/publication/global-electric-vehicle-policy-database>

Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat>

Štatistický úrad SR, <https://slovak.statistics.sk>

Ministerstvo vnútra SR, Štatistické prehľady agendy vozidiel, <https://www.minv.sk/?statisticke-prehľady-agendy-vozidiel>

Ministerstvo hospodárstva SR, <https://www.mhsr.sk/>

Zväz automobilového priemyslu SR, <https://www.zapsr.sk/>

EV database, <https://ev-database.uk/>

EAFO, <https://www.eafo.eu/>

### Informácie:

Aké výzvy prinesie masívne nasadenie elektromobilov, [energiaweb.sk](http://energiaweb.sk),

<https://www.energiaweb.sk/2017/04/09/ake-vyzvy-prinesie-masivne-nasadenie-elektromobilov/>

Kedy bude viac ako polovina automobilov elektrická? Za 10 rokov, [energiaweb.sk](http://energiaweb.sk),

<https://www.energiaweb.sk/2017/09/11/kedy-bude-viac-ako-polovina-automobilov-elektricka-za-10-rokov/>

Elektromobily. Alebo nieje to tak jednoduché ako sa to zdá. Martin Kluvánek 2016,

<http://www.klvanek.com/elektromobil.html>

Elektromobily: kolik potřebují Temelínů?, Svět mobilně, oXy Online s.r.o.,

<https://www.svetmobilne.cz/elektromobily-kolik-potrebuji-temelinu/4808>

Elektromobilität, ADAC, <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/e-mobilitaet/>

Jaká je spotřeba elektromobilu? – ElektrickéVozy.cz, <https://elektrickevozy.cz/clanky/jaka-je-spotreba-elektromobilu>

Začnite si šetriť na elektromobil. Ďalšie vaše auto bude potrebovať zásuvku | Týždenník TREND,

<https://www.etrend.sk/trend-archiv/rok-2019/cislo-12/zacnite-si-setrit-na-elektromobil.html>

Priekopníci elektromobility na Slovensku: Elektrické autá sú lepšie vo všetkých oblastiach | Týždenník

TREND, <https://www.etrend.sk/trend-archiv/rok-2019/cislo-12/elektricke-auta-su-lepsie-vo-vsetkych-oblastiach.html?split=all>

Spaľovacie motory na konci dejín, zmiznú z trhu už o pár rokov, Techbox, Denník N, Juraj Procházka, 28.

marca 2019, <https://techbox.dennikn.sk/spalovacie-motory-na-konci-dejin/>

Elektrické autá sú batériami na kolesách – ZSE, <https://www.zse.sk/ZSE-Novinky-pre-firmy/2016-03/Elektricke-auta-su-bateriami-na-kolesach>

United Nations Global Compact and KPMG, SDG Industry Matrix – Transportation,

<https://home.kpmg/xx/en/home/about/our-role-in-the-world/citizenship/sdgindustrymatrix.html>

Partnership on Sustainable Low Carbon Transport, <http://www.slocat.net/sdgs-transport>

Úrad podpredsedu vlády pre SR pre investície a informatizáciu,

<https://www.vicepremier.gov.sk/sekcie/investicie/agenda-2030/index.html>



*Konkrétne zdroje priradené v texte:*

- <sup>1</sup> V prírode sa energia vyskytuje vo forme primárnej energie ako ropa, zemný plyn, uhlie, vodná, veterná, či slnečná energia. Časť energie, aby mohla byť využitá, musí prejsť procesom výroby alebo transformácie na sekundárnu energiu, ktorou sú elektrická energia, ropné produkty a teplo. Zdroj: Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA), Energetický slovník, <https://www.siea.sk/nauc-sa/c-4838/energeticky-slovník/>
- <sup>2</sup> Summary for policymakers, 5th Assessment report, IPCC, 2018, <https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakers-of-ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5c-approved-by-governments/>
- <sup>3</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>4</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>5</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>6</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>7</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>8</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>9</sup> European Alternative Fuels Observatory, <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1> a <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/lev>
- <sup>10</sup> European Alternative Fuels Observatory, <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1> a <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/lev>
- <sup>11</sup> Zväz automobilového priemyslu (ZAP) SR, Ministerstvo vnútra SR, Štatistické prehľady agendy vozidiel, <https://www.minv.sk/?statisticke-prehľady-agendy-vozidiel>, Slovenská asociácia pre elektromobilitu (SEVA), [https://www.facebook.com/SEVA.SK/?hc\\_ref=ARScz4N9DzAwjvnrLIZRE255lqh8MNLKcB7Kc96lyDg2ctI8oFomMhxClz1gOcs5muGs&fref=fnf&\\_\\_xts\\_\\_\[o\]=68.ARDN7DZWQcJKgmokYFFeHeEnblmQcii556HcAd9FVpdYlltcW5quZ8GXVcP6cNNiUxIfTohwGe20pslbgRxXCysjYAOzHGSDkjhvuzoqGccW7go6OF0vdEMElxRIJcoswobhrEQw-3NaG44d9IVSAEpsdbqE3KfcNOsKHWgCm1gHRIMjiryMaVnwjlcScsOeL4lRAU9\\_hqQXVJFiZtX2GbGtaE38HPVxK7J3TKZ1d7RIMfPkIcZ8fQK49ACXzc6QCMgawHqCgXYJ7AZ2N1rxO1XdJmJMiO-xhX48ojhDWwmyB9iQaMMwGD5YXSWGCUtNcNdQGMRnkTg8NI6errNAZo&\\_\\_tn\\_\\_=kC-R](https://www.facebook.com/SEVA.SK/?hc_ref=ARScz4N9DzAwjvnrLIZRE255lqh8MNLKcB7Kc96lyDg2ctI8oFomMhxClz1gOcs5muGs&fref=fnf&__xts__[o]=68.ARDN7DZWQcJKgmokYFFeHeEnblmQcii556HcAd9FVpdYlltcW5quZ8GXVcP6cNNiUxIfTohwGe20pslbgRxXCysjYAOzHGSDkjhvuzoqGccW7go6OF0vdEMElxRIJcoswobhrEQw-3NaG44d9IVSAEpsdbqE3KfcNOsKHWgCm1gHRIMjiryMaVnwjlcScsOeL4lRAU9_hqQXVJFiZtX2GbGtaE38HPVxK7J3TKZ1d7RIMfPkIcZ8fQK49ACXzc6QCMgawHqCgXYJ7AZ2N1rxO1XdJmJMiO-xhX48ojhDWwmyB9iQaMMwGD5YXSWGCUtNcNdQGMRnkTg8NI6errNAZo&__tn__=kC-R)
- <sup>12</sup> IEA, Global Outlook for EV 2018, <https://www.iea.org/gevo2018/>
- <sup>13</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>14</sup> Medzinárodná agentúra pre obnoviteľné zdroje energie (IRENA), Innovation outlook – Smart charging for electric vehicles, <https://www.irena.org/publications/2019/May/Innovation-Outlook-Smart-Charging>
- <sup>15</sup> KBC View Point : EVs are coming, but their impact will not be revolutionary, <https://www.kbc.global/insights/whitepapers/electric-vehicles-are-coming-but-their-impact-will-be-evolutionary-not-revolutionary>
- <sup>16</sup> Morgan Stanley, <https://www.visualcapitalist.com/rise-electric-vehicle/>
- <sup>17</sup> BNEF (Bloomberg New Energy Finance), EV outlook 2019 a EV outlook 2018, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- <sup>18</sup> BCG, <https://www.bcg.com/publications/2018/future-battery-production-electric-vehicles.aspx>
- <sup>19</sup> Deloitte, Battery Electric Vehicles Outlook, <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/manufacturing/articles/battery-electric-vehicles.html>
- <sup>20</sup> JP Morgan, <https://www.jpmorgan.com/global/research/electric-vehicle>
- <sup>21</sup> BNEF Electric Vehicle Outlook 2019, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- <sup>22</sup> Viima, Key Innovation Management Models and Theories, Julia Myllylä, Sep 06, 2018, <https://www.viima.com/blog/innovation-management-models>
- <sup>23</sup> New Your Times, Consumption spreads faster, <https://www.nytimes.com/2008/02/10/opinion/10cox.html>
- <sup>24</sup> Zväz automobilového priemyslu (ZAP) SR
- <sup>25</sup> Zväz automobilového priemyslu (ZAP) SR a MH SR, Akčný plán rozvoja elektromobility, <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/23601/1>
- <sup>26</sup> MH SR, Akčný plán rozvoja elektromobility, <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/23601/1>
- <sup>27</sup> MH SR, Akčný plán rozvoja elektromobility, <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/23601/1>
- <sup>28</sup> MH SR, Akčný plán rozvoja elektromobility, <https://www.mhsr.sk/press/mh-pokracuje-v-podpore-elektromobility-vlada-suhlasila-s-planom-jej-rozvoja>
- <sup>29</sup> Inštitút environmentálnej politiky, Ministerstvo životného prostredia SR, Elektrický pohon dostáva postupne zelenú, <https://www.minzp.sk/iep/publikacie/komentare/elektricky-pohon-dostava-postupne-zelenu.html>

- <sup>30</sup> ACEA, <https://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-correlation-between-uptake-of-electric-cars-and-gdp-in-EU>
- <sup>31</sup> EV-database.uk, <https://ev-database.uk/>
- <sup>32</sup> Nabitie akumulátora EV v domácich podmienkach je pomalšie (nabitie 35 kWh akumulátora sa odhaduje na 5 - 16 hodín) a závisí od viacerých premenných. Jednou z nich je príkon nabíjania. Nie všetka elektrická energia je totiž využitá iba na nabitie akumulátora. Časť energie odoberá ostatné vybavenie domu (ako chladnička, mraznička, a iné elektrospotrebiče a osvetlenie). Energia web, <https://www.energiaweb.sk/2017/04/09/ake-vyzvy-prinesie-masivne-nasadenie-elektromobilov/>
- <sup>33</sup> Ročenka elektromobility 2019, <https://www.pcrevue.sk/a/ELEKTROMOBILITA--Uvod>
- <sup>34</sup> CleanTechnica, Deloitte EV Growth Report Ignores Tesla by Dr. Maximilian Holland, <https://cleantechnica.com/2019/01/28/deloitte-ev-growth-report-ignores-tesla-and-spreads-fud-via-errors-ignorance-charts-realitycheck/>
- <sup>35</sup> Ministerstvo dopravy a výstavby SR transpozíciou smernice Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/844 zavádza požiadavky na inštaláciu nabíjajúcich staníc a prípravu infraštruktúry vedenia s cieľom umožniť neskoršiu inštaláciu nabíjajúcich staníc pri výstavbe nových budov alebo obnove existujúcich budov. Slov-lex, Návrh zákona, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, <https://www.slov-lex.sk/legislativne-procesy/SK/LP/2019/219>
- <sup>36</sup> Citylab, Will Norway's Electric-Vehicle Boom Outlast Its Incentives?, <https://www.citylab.com/environment/2018/12/norway-electric-vehicle-models-incentives-car-free-oslo/578932/> a TV2.no <https://www.tv2.no/a/10442251/>
- <sup>37</sup> Norsk elbilforening, [https://ladekart.elbil.no/map?\\_ga=2.266010633.746967828.1560786359-1359273530.1560786359](https://ladekart.elbil.no/map?_ga=2.266010633.746967828.1560786359-1359273530.1560786359) a <https://elbil.no/sa-mye-ma-du-betale-for-lading-i-oslo/>
- <sup>38</sup> IRENA, Innovation Outlook: Smart charging for electric vehicles, <https://www.irena.org/publications/2019/May/Innovation-Outlook-Smart-Charging>
- <sup>39</sup> Simultánne nabíjanie viacerých EV v jednej lokalite spôsobuje problémy so stabilitou prenosovej sústavy v Nórsku, Anglicku a iných krajinách. V exponovaných lokalitách môže simultánne nabíjanie už 6 EV viesť k výpadkom siete. Green Alliance, People power - How consumer choice is changing the UK energy system, [https://www.green-alliance.org.uk/people\\_power\\_consumer\\_choice.php](https://www.green-alliance.org.uk/people_power_consumer_choice.php)
- <sup>40</sup> EEA, Average CO<sub>2</sub> emissions from newly registered motor vehicles, [https://www.eea.europa.eu/ds\\_resolveuid/49b251c934ce467c805f44f13ddc3f42](https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/49b251c934ce467c805f44f13ddc3f42)
- <sup>41</sup> EU Road transport: Reducing CO<sub>2</sub> emissions from vehicles, [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en)
- <sup>42</sup> EU Fuel Quality, [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/fuel\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/fuel_en)
- <sup>43</sup> EU Road transport: Reducing CO<sub>2</sub> emissions from vehicles, [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en)
- <sup>44</sup> EU CO<sub>2</sub> emission standards for cars and vans: Council confirms agreement on stricter limits, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2019/01/16/co2-emission-standards-for-cars-and-vans-council-confirms-agreement-on-stricter-limits/>
- <sup>45</sup> EU: Clean mobility: New CO<sub>2</sub> emission standards for cars and vans adopted, [https://ec.europa.eu/clima/news/clean-mobility-new-co2-emission-standards-cars-and-vans-adopted\\_en](https://ec.europa.eu/clima/news/clean-mobility-new-co2-emission-standards-cars-and-vans-adopted_en)
- <sup>46</sup> ANALÝZA: Elektromobilita poleze do peňazí vsem, výrobcům, státu i lidem, idnes.cz, [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/elektromobil.A181012\\_112513\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/elektromobil.A181012_112513_automoto_fdv)
- <sup>47</sup> EU Ekologická energia pre dopravu: Európska stratégia pre alternatívne palivá, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013PC0017>
- <sup>48</sup> A.M.Peters, E.van der Werff, L.Steg, Beyond purchasing: Electric vehicle adoption motivation and consistent sustainable energy behaviour in The Netherlands, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629617303353?via%3Dihub>
- <sup>49</sup> IMHD.sk, V Bratislave začínajú jazdiť elektrické autobusy, <https://imhd.sk/ba/doc/sk/17186/V-Bratislave-zacinaju-jazdit-elektricke-autobusy>
- <sup>50</sup> Euractiv, Podiel MHD v doprave krajín EÚ, <https://euractiv.sk/section/doprava/infographic/podiel-verejnej-dopravy-na-osobnej-doprave/>
- <sup>51</sup> Eurostat, Modal split of passenger transport [tran\_hv\_psmo], [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran\\_hv\\_psmo&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran_hv_psmo&lang=en), Euractiv, Podiel MHD v doprave krajín EÚ, <https://euractiv.sk/section/doprava/infographic/podiel-verejnej-dopravy-na-osobnej-doprave/>



- <sup>52</sup> IMF, World REAL GDP growth, [https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP\\_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD](https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD)
- <sup>53</sup> IEA GECO, 2019, <https://www.iea.org/geco/>
- <sup>54</sup> IEA World Energy Outlook, 2019, <https://www.iea.org/weo2019>
- <sup>55</sup> IEA World Energy Outlook, 2019, <https://www.iea.org/weo2019>
- <sup>56</sup> IEA, World Energy Balances 2019, <https://www.iea.org/statistics/balances/>
- <sup>57</sup> SHMÚ, Národná inventarizačná správa 2019, <https://ghg-inventory.shmu.sk/documents.php> a tabuľky CRF <https://ghg-inventory.shmu.sk/documents.php?download=743>
- <sup>58</sup> Zväz automobilového priemyslu (ZAP) SR
- <sup>59</sup> IEA GECO, 2019, <https://www.iea.org/geco/>
- <sup>60</sup> IEA CO<sub>2</sub> emissions statistics, 2018, <https://www.iea.org/statistics/co2emissions/>
- <sup>61</sup> IEA World Energy Outlook, 2019, <https://www.iea.org/weo2019>
- <sup>62</sup> SHMÚ, Národná inventarizačná správa 2019, <https://ghg-inventory.shmu.sk/documents.php>
- <sup>63</sup> SHMÚ, Národná inventarizačná správa 2019, <https://ghg-inventory.shmu.sk/documents.php> a tabuľky CRF <https://ghg-inventory.shmu.sk/documents.php?download=743>
- <sup>64</sup> Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA), Energetický slovník, <https://www.siea.sk/nauc-sa/c-4838/energeticky-slovník/>
- <sup>65</sup> Odyssee-Mure – priemerný nájazd automobilov v EU, <http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/transport/distance-travelled-by-car.html>
- <sup>66</sup> EU Road transport: Reducing CO<sub>2</sub> emissions from vehicles, [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en)
- <sup>67</sup> EU Road transport: Reducing CO<sub>2</sub> emissions from vehicles, [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en)
- <sup>68</sup> Tieto hodnoty boli vypočítané z dostupných výsledkov testov nemeckého TÜV report 2018 podľa druhu vozidiel, veku a celkového nájazdu. Automobily staršie ako 6 rokov majú priemernú spotrebu 6,5-7,8 l / 100 km. Pre novšie automobily výrobcovia síce uvádzajú spotrebu 3,8-4,4 l / 100 km, avšak skutočná spotreba sa po testovaní ukázala okolo 4,4-5,4 l / 100 km. Podobný výpočet sme spravili aj pre automobily s pohonom na diesel a LPG, avšak dáta pochádzajú z webstránky českýbenzín.cz.
- <sup>69</sup> ev-database.uk – spotreba energie EV <https://ev-database.uk/cheatsheet/energy-consumption-electric-car>; ceskybenzin.com – priemerná spotreba PHM podľa typu auta, paliva a veku, [https://www.ceskybenzin.cz/zobrazit\\_prumerne\\_spotreby.php](https://www.ceskybenzin.cz/zobrazit_prumerne_spotreby.php); TÜV report 2018, <https://www.tuv-sud.sk/sk-sk/press-media-centre-sk/novinky/tuv-report>
- <sup>70</sup> Predpokladom je, že vývoj elektromobilov i akumulátorov neustále napreduje a spotreba EV sa bude v budúcnosti zlepšovať. Preto sú do štúdie zahrnuté len najnovšie typy elektromobilov z roku 2018/2019 s najlepším technologickým vybavením, výdržou batérie a jazdnými vlastnosťami.
- <sup>71</sup> EV database, Spotreba energie EV <https://ev-database.uk/cheatsheet/energy-consumption-electric-car>
- <sup>72</sup> EV database, Spotreba energie EV <https://ev-database.uk/cheatsheet/energy-consumption-electric-car>
- <sup>73</sup> EV database, Spotreba energie EV <https://ev-database.uk/cheatsheet/energy-consumption-electric-car>
- <sup>74</sup> Aké výzvy prinesie masívne nasadenie elektromobilov, <https://www.energiaweb.sk/2017/04/09/ake-vyzvy-prinesie-masivne-nasadenie-elektromobilov/>; Elektromobily: kolik potrebují Temelínů? | Svět mobilně, <https://www.svetmobilne.cz/elektromobily-kolik-potrebuji-temelinu/4808>; How much more electricity do we need to go to 100 electric vehicles, <http://euanmearns.com/how-much-more-electricity-do-we-need-to-go-to-100-electric-vehicles/>; How much electricity will electric cars use, <https://notalotofpeopleknowthat.wordpress.com/2017/07/27/how-much-electricity-will-electric-cars-use/>;
- <sup>75</sup> SIEA, <https://www.siea.sk/letaky/c-4499/ako-znizit-spotrebu-elektřiny-v-domacnosti/>; SPP, [www.spp.sk/sk/Cds/AdminDownload/?filename=2350\\_Rocne\\_naklady\\_DOM\\_januar\\_2017](http://www.spp.sk/sk/Cds/AdminDownload/?filename=2350_Rocne_naklady_DOM_januar_2017) ; Výhodná Energia, <https://www.vyhodnaenergia.sk/blog/126/elektrina/priemerna-spotreba-elektřiny-v-domacnosti>
- <sup>76</sup> EU: Clean mobility: New CO<sub>2</sub> emission standards for cars and vans adopted, [https://ec.europa.eu/clima/news/clean-mobility-new-co2-emission-standards-cars-and-vans-adopted\\_en](https://ec.europa.eu/clima/news/clean-mobility-new-co2-emission-standards-cars-and-vans-adopted_en)
- <sup>77</sup> MH SR Integrovaný národný klimatický plán Slovenska na obdobie 2021-2030, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/governance-energy-union/national-energy-climate-plans>, ŠÚ SR, Bilancia elektriny [en2001rs], [http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD\\_SLOVSTAT/en2001rs/Bilancia%20elektriny%20%5Ben2001rs%5D](http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_SLOVSTAT/en2001rs/Bilancia%20elektriny%20%5Ben2001rs%5D)
- <sup>78</sup> ACEA, <https://www.acea.be/statistics/article/vehicles-per-capita-by-country>
- <sup>79</sup> ACEA, <https://www.acea.be/statistics/article/average-vehicle-age>

- <sup>80</sup> Slovenská elektrizačná prenosová sústava, Výročná správa 2018, <https://www.sepsas.sk/VyroczneSpravy.asp?kod=13>
- <sup>81</sup> Slovenská elektrizačná prenosová sústava, Výročná správa 2018, <https://www.sepsas.sk/VyroczneSpravy.asp?kod=13>
- <sup>82</sup> Integrovaný národný klimatický plán Slovenska na obdobie 2021-2030, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/governance-energy-union/national-energy-climate-plans>
- <sup>83</sup> Integrovaný národný klimatický plán Slovenska na obdobie 2021-2030, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/governance-energy-union/national-energy-climate-plans>
- <sup>84</sup> The Guardian, <https://www.theguardian.com/environment/2017/aug/04/london-should-lead-in-showing-electric-cars-will-not-tackle-air-pollution>
- <sup>85</sup> Ecoscore, <http://ecoscore.be/en/info/ecoscore/co2>, EU, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics\\_-\\_carbon\\_footprints](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics_-_carbon_footprints)
- <sup>86</sup> Ecoscore, <http://ecoscore.be/en/info/ecoscore/co2>
- <sup>87</sup> Electric car: 697,612 km to become green! True or false?, Author: Prof. Damien Ernst, University of Liège, <http://blogs.ulg.ac.be/damien-ernst/electric-697612-km-to-become-green-true-or-false/>, Correcting misinformation about greenhouse gas emissions of electric vehicles: Auke Hoekstra's response to Damien Ernst's calculations, Auke Hoekstra, Mar 21, 2019, <https://innovationorigins.com/correcting-misinformation-about-greenhouse-gas-emissions-of-electric-vehicles-auke-hoekstras-response-to-damien-ernsts-calculations/>, Emise CO<sub>2</sub> u elektromobilů: Tesla horší než BMW?, oXy Online s.r.o., 2.11.2016, Milan Šurkala, <https://www.svetmobilne.cz/emise-co2-u-elektromobilu-tesla-horsi-nez-bmw/4645> a Bloomberg, The Dirt on Clean Electric Cars, By Niclas Rolander, Jesper Starn, and Elisabeth Behrmann, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-10-16/the-dirt-on-clean-electric-cars>
- <sup>88</sup> IEA, Global EV Outlook 2019, [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/)
- <sup>89</sup> Ministerstvo Životného prostredia SR, <https://www.minzp.sk/oblasti/zmena-klimy/obnovitelne-zdroje-energie/biopaliva-biokvapaliny/dokumenty-stiahnutie.html>
- <sup>90</sup> Live Electricity map: <https://www.electricitymap.org/?page=country&solar=false&remote=true&wind=false&countryCode=SK>
- <sup>91</sup> Live Electricity map: <https://www.electricitymap.org/?page=country&solar=false&remote=true&wind=false&countryCode=CZ>
- <sup>92</sup> Live Electricity map: <https://www.electricitymap.org/?page=country&solar=false&remote=true&wind=false&countryCode=PL>
- <sup>93</sup> Live Electricity map: <https://www.electricitymap.org/?page=country&solar=false&remote=true&wind=false&countryCode=EE>
- <sup>94</sup> Špecifické emisie výroby elektrickej energie Slovenských elektrární z roku 2018, <https://www.seas.sk/emisie-co2>
- <sup>95</sup> Electric cars emit less CO<sub>2</sub> over their lifetime than diesels even when powered with dirtiest electricity, Transport & Environment, <https://www.transportenvironment.org/press/electric-cars-emit-less-co2-over-their-lifetime-diesels-even-when-powered-dirtiest-electricity>
- <sup>96</sup> EU, Nariadenie európskeho parlamentu a rady o pripravenosti na riziká v sektore elektrickej energie, COM/2016/0862 final - 2016/0377 (COD), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2016:862:FIN>
- <sup>97</sup> HBR, The Pace of Technology Adoption is Speeding Up, Rita Gunther McGrath, November 25, 2013, <https://hbr.org/2013/11/the-pace-of-technology-adoption-is-speeding-up>
- <sup>98</sup> Viima, Key Innovation Management Models and Theories, Julia Myllylä, Sep 06, 2018, <https://www.viima.com/blog/innovation-management-models>
- <sup>99</sup> New Your Times, Consumption spreads faster, <https://www.nytimes.com/2008/02/10/opinion/10cox.html>
- <sup>100</sup> New Your Times, Consumption spreads faster, <https://www.nytimes.com/2008/02/10/opinion/10cox.html>
- <sup>101</sup> The Sustainable Development Goals: 17 Goals to Transform Our World, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>, EU 2050, Clean Planet for All, [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en), EU National Energy and Climate Plans (NECPs), <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/governance-energy-union/national-energy-climate-plans>, EU Emissions Trading System (EU ETS), [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en), EU A European Strategy for Low-Emission Mobility, [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport_en), EU Smernica Renewable Energy Directive, <https://eur->

[lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52016PC0767R\(01\)](http://lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52016PC0767R(01)), EU Ekologická energia pre dopravu: Európska stratégia pre alternatívne palivá, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013PC0017>, Ministerstvo hospodárstva SR, Stratégia rozvoja elektromobility v Slovenskej Republike, <https://www.mhsr.sk/priemysel/odvetvia/vyroba-dopravných-prostriedkov-emobilita-a-alternativne-paliva>, Ministerstvo hospodárstva SR, Národný politický rámec pre rozvoj trhu a alternatívnymi palivami, <https://www.mhsr.sk/priemysel/odvetvia/vyroba-dopravných-prostriedkov-emobilita-a-alternativne-paliva>, Ministerstvo hospodárstva SR, Akčný plán rozvoja elektromobility, <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/23601/1>, Ministerstvo životného prostredia SR, Envirostratégia 2030, <http://www.minzp.sk/iep/strategicke-materialy/envirostrategia-2030/>, Ministerstvo životného prostredia SR, <https://www.minzp.sk/oblasti/zmena-klimy-ekonomických-nastrojov/politika-zmeny-klimy/adaptacia-zmenu-klimy/>, Ministerstvo životného prostredia SR, Stratégia ochrany ovzdušia, <https://www.minzp.sk/strategia-ochrany-ovzdušia.html>, Inštitút environmentálnej politiky, Ministerstvo životného prostredia SR, Nízkouhlíková štúdiá, <http://www.minzp.sk/iep/publikacie/ekonomicke-analyzy/low-carbon-study.html>, Ministerstvo životného prostredia SR, Nízkouhlíková stratégia, <https://www.minzp.sk/oblasti/zmena-klimy-ekonomických-nastrojov/nizkouhlikova-strategia/>, Kalkulačka porovnania nákladov EV, IEP, MŽP SK, <http://www.minzp.sk/iep/publikacie/komentare/>, Úrad podpredsedu vlády pre SR pre investície a informatizáciu, <https://www.vicepremier.gov.sk/sekcie/investicie/agenda-2030/index.html>, Slov-lex, Vládny návrh zákona, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, <https://www.slov-lex.sk/legislativne-procesy/SK/LP/2019/219>

<sup>102</sup> ACEA, <https://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-correlation-between-uptake-of-electric-cars-and-gdp-in-EU>

<sup>103</sup> ACEA, <https://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-correlation-between-uptake-of-electric-cars-and-gdp-in-EU>

<sup>104</sup> Live Electricity map:

<https://www.electricitymap.org/?page=country&solar=false&remote=true&wind=false&countryCode=SK>