

október 2019

Elektrický pohon dostáva postupne zelenú

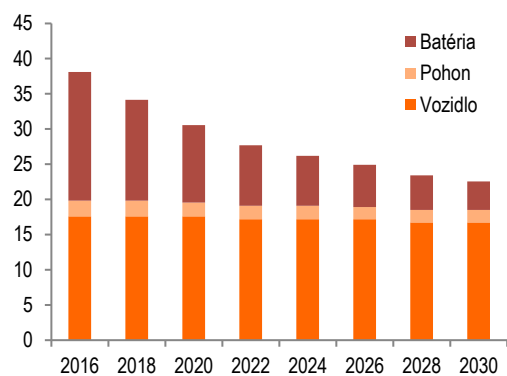
Porovnanie finančných nákladov nákupu a prevádzky elektromobilov s autami na konvenčný pohon

Martin Haluš a Marek Engel'

V súčasnosti je nákupná cena elektromobilov bez dotácie v porovnaní s alternatívami na spaľovací motor pomerne vysoká. Z pohľadu celkových nákladov sú však už dnes kvôli klesajúcim cenám batérií a nižším prevádzkovým nákladom niektoré konkrétne modely elektromobilov výhodnejšou voľbou, najmä vo vyššej triede. Najlacnejší čínsky elektromobil má náklady na pohon len približne 1 euro na 100 kilometrov. Nevýhodou však stále ostáva málo rozvinutá infraštruktúra a obmedzený dojazd.

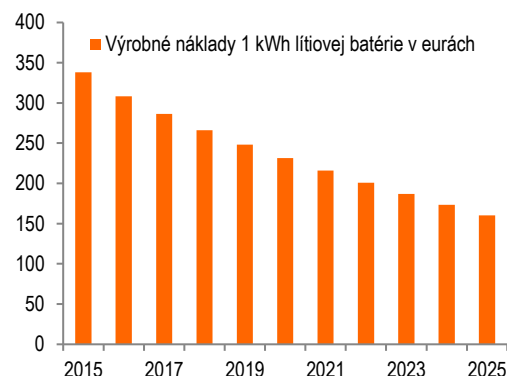
Nákup auta s alternatívnym pohonom sa stáva stále zaujímavejšou možnosťou aj na Slovensku. Verejnosť vníma elektromobily a hybridy ešte stále ako drahšiu, ale environmentálne ohľaduplnú alternatívu. Technologický pokrok a masívne investície znižujú náklady výroby elektromobilov, hybridov, ale hlavne batérií, ktoré majú vysoký podiel na koncovej cene. Vďaka tomu sa alternatívny pohon svojou cenou pomaly približuje konvenčnému spaľovaciemu. V horizonte najbližších 10 rokov sa očakáva ďalší výrazný pokles spotrebiteľských cien. Obmedzenie však stále predstavuje nedostatočne rozvinutá infraštruktúra na nabíjanie a údržbu. [Ku koncu roka 2018](#) bolo na Slovensku v prevádzke 92 verejne dostupných nabíjajúcich staníc s výkonom nad 44 kW a 143 staníc s nižším výkonom. Tie sa však koncentrujú najmä vo veľkých mestách, niekde sú teda málo dostupné.

Odhad vývoja cien elektromobilov v tisícoch eur



Zdroj: IEP podľa Bloomberg New Energy Finance

Odhad vývoja výrobných nákladov batérií



Zdroj: IEP podľa New Energy Outlook 2018

Na približné porovnanie nákladov celého prevádzkového cyklu najpredávanejších modelov sme pripravili kalkulačku dostupnú aj pre verejnosť, ktorá tiež obsahuje všetky predpoklady. Počas 15 rokov používania auta okrem nákupnej ceny zohľadňuje aj rozdielne náklady na prevádzku, údržbu, povinné zmluvné poistenie, registračný poplatok, ale aj mieru znehodnotenia a množstvo najazdených kilometrov za rok. Databáza obsahuje 28 modelov na čisto elektrický pohon, 28 plug-in či obyčajných hybridov a 72 najpredávanejších modelov na spaľovací motor.

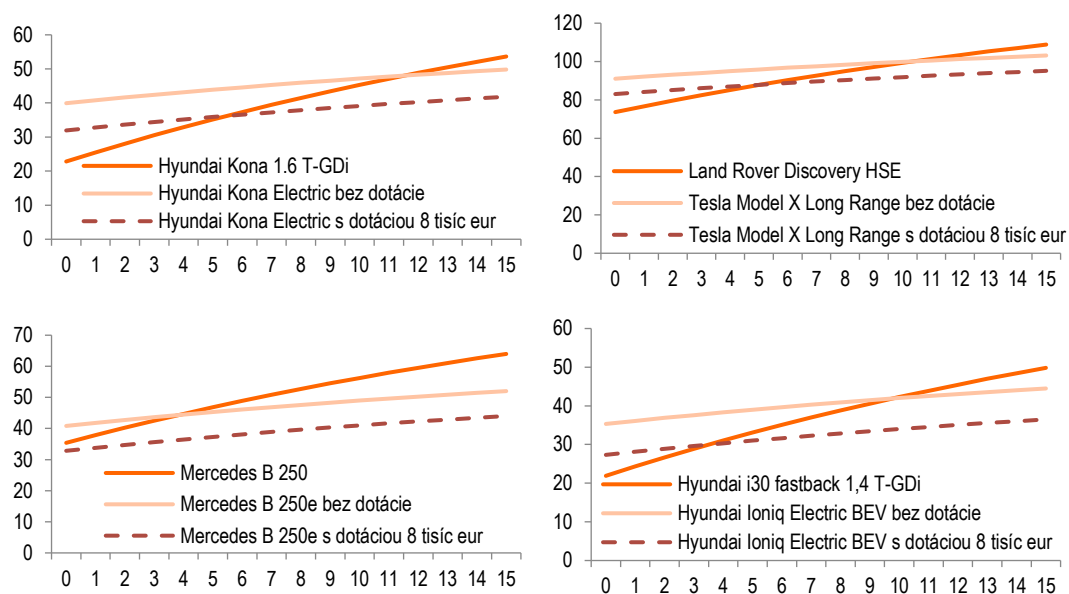
Investícia do modelov na alternatívny pohon sa v porovnaní s konvenčnou alternatívou vráti približne po 10 rokoch. Výhodou elektromobility oproti spaľovacím motorom sú výrazne nižšie náklady na prevádzku vozidla, najmä na pohon a údržbu. Ceny za kWh elektriny, zväčšujúce sa kapacity batérií, nižšie náklady na ich výrobu a nízka spotreba elektromotorov tak prinášajú výrazné úspory. TOP15 najúspornejších u nás dostupných elektrických áut má napríklad náklady na pohon na 100 km menej ako 2,50 eura (rebríček v prílohe). Autá na elektrický pohon sú taktiež pri kúpe zvýhodnené najnižšou sadzbou registračného poplatku, čo môže byť vo vyššej triede rozdiel stoviek eur. V bežných mestských triedach sa v závislosti od porovnávaných modelov stáva elektromobil výhodnejší spravidla po 9 až 12 rokoch. Takto dlhá doba návratnosti však nie je dostatočne motivujúca na masové rozšírenie.

Elektromobilita začína dôstojne konkurovať spaľovacím motorom

Vyššie prvotné výdavky sa môžu postupne vrátiť menej nákladnou prevádzkou

Z pohľadu celkových nákladov sú však už dnes niektoré konkrétne modely elektromobilov výhodnejšou voľbou, hoci návratnosť môže byť veľmi dlhá. Pri ročne najazdených 15 tis. kilometroch by sa napríklad investícia do elektrickej verzie Hyundai Kona bez dotácie vrátila oproti svojej benzínovej verzii po viac ako 11 rokoch. Luxusný Land Rover Discovery sa oproti SUV od Tesly stáva menej výhodným po viac ako 10 rokoch. Ako veľmi výhodná sa javí elektrická verzia Mercedesu B250, ktorá sa v porovnaní s konvenčným pohonom vypláca už po 4 rokoch. Naproti tomu z porovnania Hyundai Ioniq na elektrický pohon s Hyundai i30 fastback vyplýva, že aj v tomto prípade je návratnosť v horizonte až 10 rokov.

Príklady výdavkov prevádzkového cyklu porovnateľných automobilov pri 15 tisíc km ročne (tis. eur)



Zdroj: IEP

Zavedenie dotačnej schémy podporuje dostupnosť a rentabilnosť investície do elektromobility.

Poskytnutím dotácie možno dobu návratnosti výrazne skrátiť. V istých prípadoch je však aj s dotáciou 5 tis. eur pri nákupe návratnosť stále pomerne vysoká. V období od novembra 2016 do júna 2018 bolo možné čerpať dotáciu vo výške 5 tisíc eur na elektromobil a 3 tisíc eur na nákup plug-in hybridu. V týchto rokoch sa na Slovensku prvýkrát začal prejavovať trend nástupu áut s elektrickým pohonom.

V súčasnosti už vládou schválený [Akčný plán rozvoja elektromobility na Slovensku](#) presúva ťažisko priorit z dotácií na komplexnejší prístup. Dotácie sa budú poskytovať až do výšky **8 tisíc eur na elektromobil a 5 tisíc na plug-in hybrid**. Primárne sa ale plán zameriava na praktické stránky elektromobility ako napr. budovanie nabíjacej infraštruktúry, vyhradené bezemisné zóny v centrách miest, špeciálne evidenčné značky pre vozidlá, možnosť využívania vyhradených jazdných pruhov a zrýchlené odpisovanie áut s alternatívnym pohonom alebo novú odpisovú triedu.

Box 1: Dopady výroby batérií do elektromobilov

Problémom batérií do elektromobilov je obsah niektorých prvkov a spôsob ťažby a spracovania týchto prvkov. Na trhu existujú batérie na báze lítia, s obsahom olova, niklu, kadmia a menej často aj na báze zinku alebo roztavenej soli. Okrem týchto základných činiteľov batérie obsahujú aj iné problematické prímеси ako napr. kobalt. Viaceré tieto prvky sú karcinogénne (kadmium, olovo) alebo ako kovy silno znečisťujú pôdu a vodné zdroje.

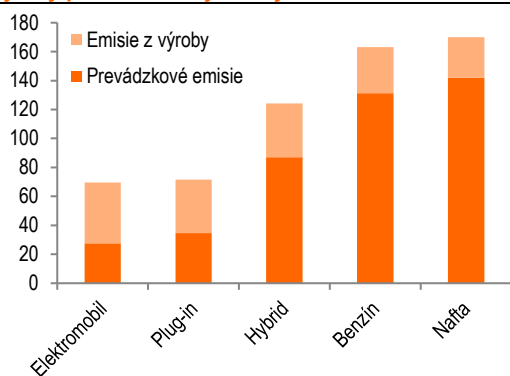
Okrem predĺženia životnosti batérií ich využitím na iný účel však samotná recyklácia v praxi nie je doriešená otázkou. Existujú však spoločnosti, ktoré istú časť z batérií dokážu recyklovať už dnes. Ide však o náročný a drahý proces. Nemecká spoločnosť [Duesenfeld](#) v súčasnosti recykluje približne 55-75% materiálov z batérií, dostupné technológie ale bežne umožňujú spracovať len necelých 30% materiálov. V prípade lítia dosahuje efektívnosť procesu v rámci spoločnosti 85-95%. Firmy BMW, Northvolt a Umicore predstavili vlastnú [iniciatívu](#) na zabezpečenie kompletného životného cyklu batérií od výroby až po vyradenie, spracovanie a recykláciu. V tomto smere sa v EÚ rozvíja spolupráca v rámci Aliancie EÚ pre batérie a nedávno bol oznámený vznik [Slovenskej aliancie pre batérie](#). Cieľom tejto iniciatívy je vytvoriť funkčný trh s batériami pokrývajúci všetky etapy životného cyklu od spracovania surovín, výroby a distribúcie až po vyradenie a recykláciu.

Ďalším a pomerne skrytým problémom sú **sociálne a politické rozmary** ťažby prvkov používaných v batériách. Ak ide o vzácnejšie a v malom množstve sa vyskytujúce prvky, ich zásoby sú často koncentrované v malom počte relatívne nerozvinutých krajín (napr. DR Kongo, Zimbabwe). Kobalt, kadmium či fosfáty sa mnohokrát ťažia v konfliktných alebo chudobou postihnutých oblastiach sveta využívaním otrokovej práce.

Elektromobil vytvorí v priebehu životnosti o polovicu menej emisií.

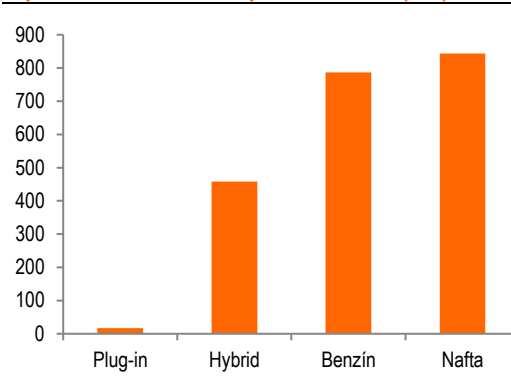
Elektromobily produkujú v slovenských podmienkach o polovicu menej emisií. Samotná prevádzka elektromotorov je bezemisná, hybridy ju produkujú len zo svojej obmedzenej spotreby fosílnych palív. Výroba energie, ktorá poháňa elektromobily a plug-in hybridy, má ale za následok produkciu emisií CO₂. Elektromobil je teda šetrnejší v krajine s nízko-emísnym energetickým mixom ako v krajine, kde dominujú **tepelné elektrárne spaľujúce uhlie**. Slovensko má vysoký podiel nízko-emisnej z hľadiska CO₂ produkcie energie vďaka nadpolovičnému zastúpeniu jadra a využívaniu hydroelektrární. Nevýhodou áut s alternatívnym pohonom sú ich výrazne vyššie emisie z výroby. Batérie obsahujú ťažké kovy a niektoré vzácne sa vyskytujúce prvky, ktorých ťažba je mimoriadne náročná a neekologická.

Odhad produkcie CO₂ v gramoch na kilometer jazdy pri 250 tis. najazdených km



Zdroj: IEP podľa *Shades of Green*

Dodatočné spoločenské náklady z emisií CO₂ oproti elektromobilom pri 250 tis. km (eur)



Zdroj: IEP podľa *Revealing the Costs of Air Pollution from Industrial Facilities in Europe*

Box 2: O koľko sú elektromobily lacnejšie na údržbe a aká je ich miera znehodnotenia?

Pravidelnou prevádzkou automobilu vzniká potreba nákladov na údržbu a opravy. Údržba zahŕňa pravidelné úkony ako napr. výmena oleja, brzdovej kvapaliny alebo pneumatík. Opravy sa týkajú náhodných a ťažko predvídateľných javov, ktoré spôsobujú, že sa diel alebo súčiastka stávajú nefunkčnými. Problém s touto kategóriou nákladov spočíva v tom, že výška výdavkov sa odvíja nielen od konkrétneho modelu, ale aj od povahy prevádzky automobilu. **Vysoké náklady na údržbu vykazujú značky BMW, Mercedes-Benz, Volvo či Audi, naopak nízke sú u automobilov Toyota.**

Rôzne štúdie skúmajúce náklady životného cyklu vytvorili súhrnné modely pre automobily v závislosti od ich pohonu. Elektrické autá majú totiž nižší počet súčiastok, vďaka čomu je ich údržba jednoduchšia a lacnejšia. Napríklad nutnosť vymieňať motorový olej s prechodom na elektromobilitu zaniká. Výška nákladov pre jednotlivé pohony vychádza z nasledujúcich štúdií, ktoré vyjadrujú pomer priemerných nákladov na údržbu daného pohonu oproti klasickému spaľovaciemu motoru, ktorý má vždy základnú hodnotu 1. V priemere tak predpokladáme, že elektromobil je na údržbe lacnejší približne o 39 %.

Porovnanie typov pohonov podľa nákladov na údržbu a opravy

	Špecifické trhy	Spaľovací pohon	Hybrid a plug-in	Elektromobil
Kenneth Lebeau et al. (2013)	N/A	1	1	0,65
Stewart, A. – Dodson, T. (2016)	EU	1	0,7	0,5
Arthur D. Little (2016)	USA	1	1	0,4
Bernd Propfe et al. (2012)	USA, EU, Japonsko	1	0,97	0,81
Priemer		1	0,93	0,61

Pomerne komplikované je aj predvídanie priebehu znehodnotenia. Každý automobil stráca hodnotu už od nákupu, pričom pokles hodnoty je najprudší v prvých piatich rokoch prevádzky. V ďalších rokoch sa už krivky znehodnotenia postupne k sebe približujú. Každý automobil stráca hodnotu rôzne v závislosti od charakteru

miestneho trhu, počtu najazdených kilometrov ročne, údržby či celkového vnímania zo strany dopytu. Keďže je elektromobilita pomerne novým trendom, nie je k dispozícii dostatok dát, aby sa analyzoval sekundárny trh s elektrickým pohonom. Rôzne publikácie sa venujú väčšinou horizontu piatich rokov, kedy vznikajú aj najväčšie rozdiely. Niektoré štúdie už vytvorili aj modely predikujúce budúce obdobia podľa doterajších skúseností s jazdenými elektromobilmi a hybridmi.

Prehľad publikácií skúmajúcich znehodnotenie áut so spaľovacím a elektrickým pohonom

	Charakter publikácie	Geografické zameranie	Miera znehodnotenia		
			Spaľovací pohon	Hybrid a plug-in	Elektromobil
Aldo Svaldi, The Denver Post (2018)	Online magazín	USA	50% za 5 rokov	60-70% za 5 rokov	
Driving Electric (2018)	Online magazín	UK	40% za 5 rokov	50-70% za 5 rokov s výnimkou Tesly	
Andrew Segal, InsuretheGap (2018)	Online magazín	UK	30-50% za 5 rokov	35-60% za 5 rokov s výnimkou Tesly	
Crestline Auto Transport (2018)	Online magazín	UK	V priemere 2114 USD ročne	V priemere 3301 USD ročne	V priemere 5704 USD ročne
Julie Blackley, iSeeCars (2018)	Online magazín	USA	30-50% za 5 rokov	40-70% za 5 rokov	
Michael Vogan (2017)	Report Moody Analytics	USA	55% za 4 roky	60% za 4 roky	75% za 4 roky
Breetz, L. H. – Salon, D. (2017)	Recenzovaná štúdia Arizona State University	USA	N/A	55-75% za 5 rokov	
Woo, R. J. – Magee, L. C. (2018)	Recenzovaná štúdia MIT	USA	Automobily s alternatívnym pohonom deprecujú výrazne rýchlejšie oproti spaľovacím automobily.		
Stewart, A. – Dodson, T. (2016)	Štúdia The European Consumer Organization	EU	Elektrické vozidlá deprecujú rýchlejšie najmä kvôli dotáciám, ale aj pod vplyvom iných technologických, ekonomických a psychologických faktorov.		

Elektromobily vykazujú vo všeobecnosti rýchlejšie tempo znehodnotenia, ale aj v tomto prípade je to otázka konkrétneho modelu. Automobily značky Tesla sú vnímané ako čosi výnimočné, preto strácajú hodnotu dokonca pomalšie ako spaľovacie autá. Nepredvídateľnosť sekundárneho trhu s elektromobilmi spočíva v tom, že ide o nový a prudko sa rozvíjajúci trend. Model Nissan Leaf z roku 2013 sa v súčasnosti už predáva po kritickéj dobe piatich rokov za zhruba 30% pôvodnej hodnoty. Dôvodom je aj to, že nové modely Leaf technologicky veľmi rýchlo a výrazne prekonávajú svojich predchodcov.

Model IEP použil priemerné hodnoty nákladov na údržbu z viacerých štúdií a upravil ich podľa základného predpokladu ročného počtu najazdených kilometrov. Najvyššie náklady tak majú spaľovacie motory, o čosi nižšie sú u hybridov a u elektromobilov dosahuje ich výška približne 60% hodnoty konvenčného pohonu. Štúdia [Low Carbon Cars in the 2020s](#) používa jednotný model priebehu znehodnotenia pre všetky pohony. Keďže je najvýraznejším faktorom pri znehodnotení elektrických vozidiel dostupnosť dotácie, túto krivku sme upravili o výšku danej dotácie. Výsledkom sú tak viaceré krivky podľa typu pohonu a výšky dotácie na nákup.

Materiál prezentuje názory autora a Inštitútu environmentálnej politiky (IEP), ktoré nemusia nutne odzrkadľovať oficiálne názory Ministerstva životného prostredia SR. Cieľom publikovania komentárov IEP je podnecovať a zlepšovať odbornú a verejnú diskusiu na aktuálne environmentálne témy. Citácie textu by sa preto mali odkazovať na IEP (a nie MŽP SR), ako autora týchto názorov.

Komentár bol Odborno-metodickou komisiou schválený ako recenzovaný na základe posudkov Juraja Macha (Útvar hodnoty za peniaze MF SR) a Martina Darma (Centrum pre hospodárske otázky MH SR) dostupných na stránke tohto komentára.

Príloha: Náklady na spotrebu palív (elektrina/benzín/nafta) na 100 kilometrov

Model	Náklady v eurách
1. ZhiDou D2	1,04
2. BMW i3 94 Ah (REX)	1,41
3. Peugeot iON	1,58
4. Hyundai Ioniq Electric BEV	1,70
5. Hyundai Ioniq 1.6 PHEV (prvý plug-in hybrid)	1,84
6. Citroën C-Zero	1,85
7. Volkswagen e-Up!	1,88
8. Smart electric drive fortwo	1,91
9. Smart electric drive forfour	1,94
10. Audi A3 Sportback 1.4 TFSI e-tron	1,95
11. Renault ZOE R90	1,97
12. Škoda CITIGOe IV	2,06
13. Volkswagen e-Golf	2,09
14. Hyundai Kona electric	2,11
15. Kia Soul EV	2,18
...	
51. Toyota Yaris 1.5 Hybrid (prvý hybrid)	4,40
...	
60. Volkswagen Golf 1.6 TDI	5,83
...	
105. Mazda CX-3 2WD (najmenej 10)	10,01
...	
126. Land Rover Discovery HSE (najmenej 15)	15,87

Zdroj: IEP

Poznámka: Spotreba palív a elektriny bola kalkulovaná na základe mestského cyklu podľa údajov od výrobcov, prípadne podľa medzinárodných testovacích štandardov. Pri výpočte nákladov na pohon spaľovacích modelov boli použité ceny benzínu a nafty zverejnené Štatistickým úradom SR. Základná predpokladaná cena elektriny je vo výške 0,15 eur/kWh. Cena je ale závislá od toho, kde konkrétne sa elektrické vozidlo nabíja. Niektoré obchodné centrá môžu napríklad ponúkať službu nabíjania elektromobilu bezplatne, ale aj za výrazne vyšší poplatok.