

# Nové trendy vo vývoji elektromobilov

## New trends in the development of electric vehicles

Ján Kaňuch, Jaroslava Žilková

[jan.kanuch@tuke.sk](mailto:jan.kanuch@tuke.sk), [jaroslava.zilkova@tuke.sk](mailto:jaroslava.zilkova@tuke.sk)

Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,  
Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská Republika

**Abstrakt** — Tento príspevok sa zaoberá súčasnými trendmi vo vývoji elektromobilov. V príspevku sú uvedené hlavné výhody elektromobilov, ich charakteristika a koncepcia, porovnanie pohonov s elektromotorom a spaľovacím motorom, prehľad súčasných najväčších výrobcov elektromobilov a významné trendy vo vývoji moderných elektromobilov. V záverečnej časti sú uvedené hlavné aspekty ďalšieho využitia elektromobilov.

**Kľúčové slová** — *elektromobil, elektrický pohon, akumulátor, nové trendy.*

**Abstract** — This paper deals with current trends in the development of electric vehicles. The paper presents the main advantages of electromobility, their characteristics and concepts, comparison of drives with an electric motor and an internal combustion engine, an overview of the current largest producers of electric vehicles and significant trends in the development of modern electric vehicles. In the final part, the main aspects of further use of electric vehicles are presented.

**Keywords** — *electromobile, electrical drive, accumulator, new trends.*

### I. ÚVOD

Doprava patrí k základom ekonomiky každej krajiny. S rastúcim počtom automobilov vzrastá aj množstvo vyprodukovaných škodlivých emisií a prachu. Automobily poháňané spaľovacími motormi patria k najväčším zdrojom emisií oxidu uhličitého a skleníkových plynov a stávajú sa veľkým problémom hlavne vo veľkomestách na celom svete. Doprava je významným zdrojom emisií, skleníkových plynov, oxidov uhlíka, dusíka, zaťažuje obyvateľov hlukom a významne prispieva k zhoršovaniu zdravia obyvateľstva a zhoršovaniu stavu životného prostredia. Na výrobcov automobilov sú preto kladené stále vyššie požiadavky nielen na kvalitu jednotlivých súčastí, na ich cenu a spoľahlivosť, ale zároveň na výrazné znížovanie negatívneho vplyvu automobilov na životné prostredie a zdravie obyvateľstva. Preto prichádzajú výrobcovia automobilov na trh s rôznymi novými riešeniami.

V súčasnosti existujú vozidlá s motormi s vnútorným spaľovaním, ktoré sú prispôbené aj na spaľovanie inej suroviny, ako je palivo vyrobené z ropy. Tieto vozidlá spaľujú tzv. alternatívne palivá. Ich hlavnou výhodou je produkcia menšieho množstva škodlivín. Takéto vozidlá môžu spaľovať:

- fosílna palivá (zemný plyn, propán),
- biopalivá (metanol, etanol, bionafta, bioplyn, drevný plyn),
- vodík.

V Tabuľke 1 je uvedená miera znečistenia životného prostredia oxidom uhľičitým pri použití jednotlivých druhov palív. Uvedená tabuľka zohľadňuje aj energie vynaložené na spracovanie jednotlivých surovín a na ich dopravu. Významným momentom je, že uvedené palivá vyrobené napr. z biomasy, sú obnoviteľné a dajú sa vyrábať lokálne, pričom nie je nutné prekonávať dodávkou týchto palív stovky či tisíce kilometrov.

TABUĽKA I ROZDIEL V EMISIÁCH CO<sub>2</sub> V POROVNANÍ S BENZÍNOM

PALIVO (vstupná surovina)	Emisie CO <sub>2</sub> [gram/km]	Zníženie v porovnaní s benzínom [%]
Benzín (ropa)	293	
Metanol (zemný plyn)	274	-6
Etanol (obilie)	281	-6
Vodík (zemný plyn)	219	-25
Stlačený zemný plyn	216	-26
Vodík (drevo)	73	-75
Metanol (drevo)	50	-83
Vodík (slnečná energia)	0	-100

Medzi základné druhy pohonov, ktoré môžeme zaradiť k týmto alternatívnym pohonom patria:

- plynové,
- vodíkové,
- elektrické,
- hybridné pohony.

Každý z uvedených druhov pohonov má určité výhodné ale aj negatívne stránky.

Najväčšia pozornosť je v súčasnosti zameraná na postupný prechod od spaľovacích motorov k čisto elektrickým pohonom automobilov. V súčasnosti majú na trhu najväčšie zastúpenie dva typy elektromobilov. Sú to vozidlá s čisto elektrickým pohonom alebo vozidlá hybridné, ktoré kombinujú spaľovací motor s elektromotorom.

Hybridné vozidlá tzv. plug-in hybridy umožňujú využívať oba druhy pohonov nezávisle. Elektromotor je využívaný hlavne v pomalšej mestskej prevádzke a spaľovací motor skôr pri vyšších rýchlostiach na väčšie vzdialenosti. Batérie hybridného vozidla sa môžu dobíjať zo zásuvky alebo rekuperačne, v čase keď je aktívny spaľovací motor.

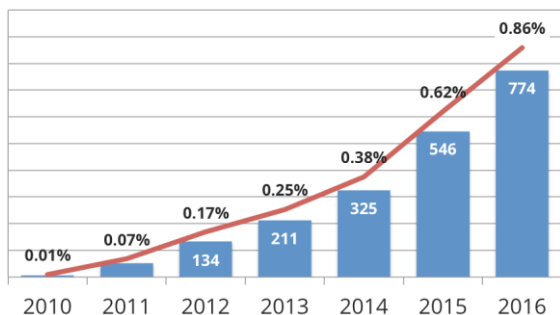
Vozidlá s čisto elektrickým pohonom používajú ako zdroj energie len akumulátory. Medzi ich hlavné výhody patrí tichý chod, jednoduchá konštrukcia a čistota prevádzky. Elektromo-

bily v dnešnej podobe v podstate priamo neprodukujú žiadne emisie (ak sú nabíjané ich akumulátory z čistej energie, akým je: fotovoltaická, veterná alebo hydro energia).

Navyše účinnosť elektromobilov, ktorá je až 90 % ďaleko prevyšuje účinnosti spaľovacích motorov, ktoré sa pohybujú približne okolo 15-20 % pri zážihových a 25-30 % pri vznetrových motoroch.

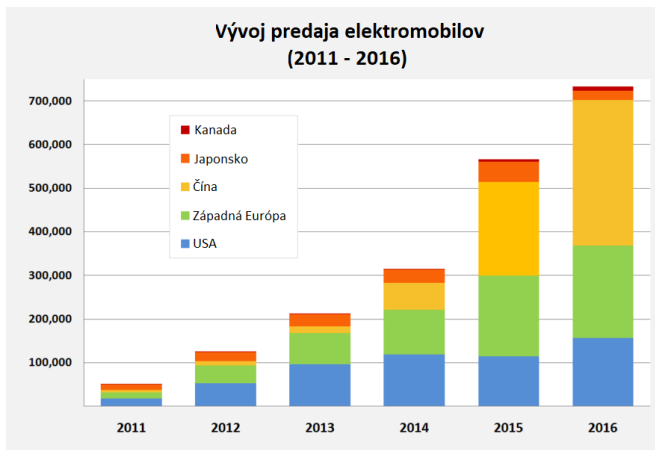
## II. PREHLAD SÚČASNÝCH NAJVÄČŠÍCH VÝROBCOV ELEKTROMOBILOV

V súčasnej dobe je vývoj elektromobilov trendom medzi svetovými výrobcami automobilov. Na Obr. 1 je znázornený celkový rast predaja automobilov s čisto elektrickým pohonom a taktiež s hybridným pohonom v tisíckach do roku 2016 na svetovom trhu s autami.



Obr. 1. Celkový predaj elektromobilov na svetovom trhu do roku 2016 v tisíckach [1]

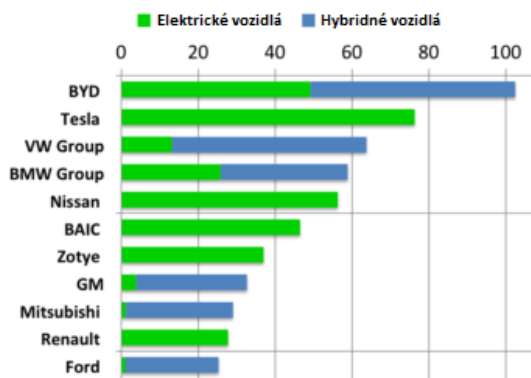
Percentá (Obr.1) vyjadrujú podiel predaných elektrických vozidiel v celosvetovom meradle. Celosvetový predaj sa zvýšil na asi 774 000 kusov v roku 2016 a očakáva sa, že dosiahne 1 100 000 kusov v roku 2017.



Obr. 2. Nárast predaja elektromobilov v jednotlivých krajinách od r.2011 [1]

Z prehľadu predaja elektromobilov na Obr.2 vyplýva, že najväčšej obľube sa elektromobily tešia v Ázii. Dokazuje to prvé miesto v predajnosti pre čínsku automobilku BYD, ktorá pôsobí iba na domácom trhu. Automobilka BYD vyrába elektrické a taktiež hybridné vozidlá.

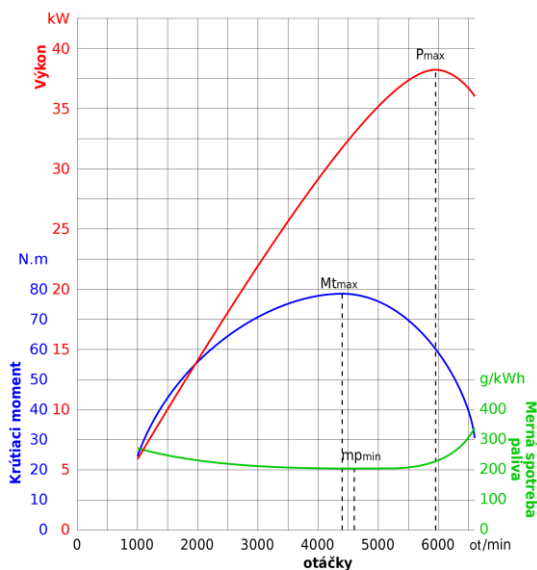
Automobilka Tesla, najväčší výrobca čisto elektrických vozidiel [1], je na druhom mieste v rebríčku najpredávanejších značiek v roku 2016 (obr.3), vyrába výlučne elektrické vozidlá.



Obr. 3. Predaj elektromobilov jednotlivých značiek v roku 2016 [1]

## III. POROVNANIE POHONU AUTOMOBILU SO SPAĽOVACÍM MOTOROM A S ELEKTROMOTOROM

Elektromotor má na rozdiel od konvenčne montovaných motorov s vnútorným spaľovaním viacero výhod. Hlavnou výhodou je, že elektromotor dodáva maximálny moment prakticky už od nulových otáčok. Pri spaľovacích motoroch to však neplatí, čo jasne dokumentuje aj priebeh jeho charakteristík uvedený na Obr. 4 [2].



Obr. 4. Charakteristiky spaľovacieho motora

Lokálne maximum priebehu krútiaceho momentu (modrá krivka - Obr. 4) sa nachádza v tesnej blízkosti lokálneho minima priebehu, vykresľujúceho spotrebu paliva v závislosti na výkone resp. krútiacom momente.

Keďže závislosť krútiaceho momentu a výkonu motora je nepriamo úmerná jeho otáčkam, tak na udržanie optimálneho momentu pri optimálnej spotrebe paliva je nevyhnutné udržiavať otáčky motora na určitej úrovni. To pri meniacom sa zaťažení motora (stúpanie, klesanie, prekážky na ceste a pod.) vyžaduje použitie prevodovky s plynule odstupňovanými rýchlostnými stupňami, kde je samozrejmosťou veľký počet komponentov, ktorých trenia spôsobujú nezanedbateľné straty. Taktiež je nevyhnutné poháňať zariadenia spolupracujúce na činnosti takéhoto motora s prevodovkou (čerpádlá, kompresory, dýchadlá a pod.), ktoré sú taktiež neoddeliteľnou súčasťou straty energie. To pri použití elektromotora odpadá, čo je ďal-

šou výhodou elektromobilov oproti automobilom so spaľovacím motorom.

#### IV. SÚČASNÁ KONCEPCIA ELEKTROMOBILOV

Na rozdiel od vozidiel so spaľovacím motorom, elektrické vozidlá majú elektrický motor vložený do hnacieho ústrojenstva. Hnacie ústrojenstvo elektromobilu je podobné ako u vozidla so spaľovacím motorom tvorené:

- motorom,
- prevodkou,
- hnacími hriadeľmi a
- diferenciálom s rozvodkou.

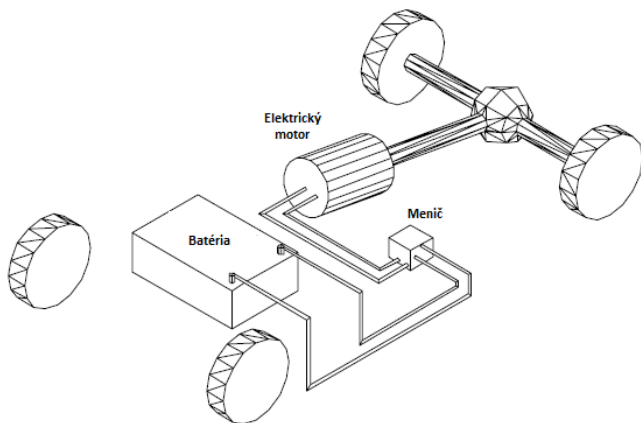
Najčastejšie sa používa predný a zadný pohon s centrálnym elektromotorom, ale použité môžu byť aj tandemové hnacie systémy s dvoma elektromotorami a pohony s elektromotorami umiestnenými priamo v kolesách vozidla.

Pohonmi elektromobilov sú najčastejšie:

- jednosmerné motory,
- asynchrónne motory s kotvou nakrátko
- synchronné motory s permanentnými magnetmi.

Účinnosť premeny energie elektrického motora spolu s výkonovou elektronikou je oveľa vyššia ako účinnosť spaľovacích motorov.

Základná koncepcia elektromobilu je znázornená na Obr. 5. Vozidlo sa skladá z batérie pre uchovanie energie, elektrického motora a meniča.



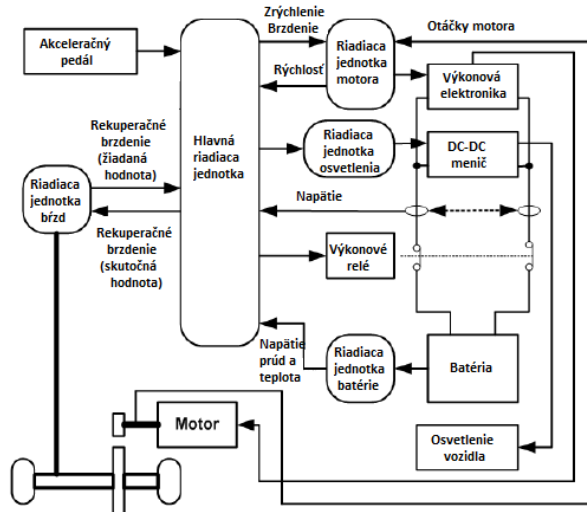
Obr. 5. Základná koncepcia klasického elektromobilu

Batériu je možné dobíjať z elektrickej siete priamo pomocou zástrčky a tiež pomocou nabíjajúcich staníc, ktorých počet neustále rastie. Menič riadi napájanie motora a tým aj rýchlosť vozidla. Používa sa na to zvyčajne 2-kvadrantový menič. Spravidla je žiadúce používať aj rekuperačné brzdenie na spätné získanie energie pre dobitie akumulátora, pri ktorom sa používa 4-kvadrantový menič. Existuje celý rad elektrických vozidiel tohto typu, ktoré sú v súčasnosti dostupné na trhu.

Typická riadiaca schéma elektrického vozidla je znázornená na Obr. 6. Riadiaci systém elektrického vozidla zahŕňa päť elektrických riadiacich jednotiek: hlavná riadiaca jednotka,

riadiaca jednotka motora, riadiaca jednotka batérie, riadiaca jednotka brzd a riadiaca jednotka osvetlenia.

Hlavná riadiaca jednotka riadi hnací moment vozidla, pričom moment motora počíta na základe informácií zošliapnutia akceleračného pedálu a rýchlosti vozidla. Hodnota krútiaceho momentu je posielaná do riadiacej jednotky motora. V súlade s požadovanou hodnotou hlavnej riadiacej jednotky, riadiaca



Obr. 6. Riadiaca schéma elektrického vozidla [3]

jednotka motora riadi motor tak, aby vyvinul požadovaný krútiaci moment. Koordináciu brzdného účinku s rekuperačným brzdením, ktoré je vykonané pomocou motora, riadiaca jednotka brzd ovláda brzdenie takým spôsobom, aby bol celý brzdný moment vytvorený rekuperačným brzdným systémom a klasickým hydraulickým brzdným systémom. Riadiaca jednotka batérie monitoruje nabíjanie a vybíjanie batérie. Všeobecne platí, že systém kontroly batérie zahŕňa aj detekciu vysokého napätia pri nabíjaní, detekciu vysokej teploty batérie a aj detekciu vysokého prúdu batérie. Riadiaca jednotka osvetlenia ovláda DC-DC menič (Obr.6) tak, aby generoval rôzne úrovne jednosmerného napätia pre osvetlenie a tiež aj pre ďalšie zariadenia [3].

#### V. NOVÉ TRENDY VO VÝVOJI ELEKTROMOBILOV

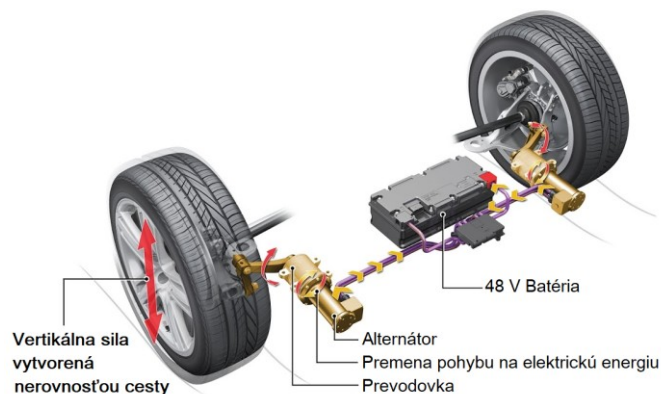
Okrem toho, že elektromobily využívajú výhodné vlastnosti elektrických motorov, ďalšie zníženie spotreby energie môže byť dosiahnuté napríklad využitím rekuperačných tlmičov a rekuperačného brzdenia, čo môže ďalej znížiť spotrebu energie o 20 až 30 % [4].

##### A. Rekuperačné tlmiče

Automobilka Audi pracuje na prototypu nazvanom „eROT“ (electromechanical rotary - elektromechanický rotačný systém), v ktorom elektrické generátory (alternátory) nahrádzajú klasické teleskopické tlmiče vo forme elektromechanických rotačných tlmičov [5].

Každý pohyb, teda každý náraz tlmičov, vyvoláva kinetickú energiu v aute, ako je možné vidieť na Obr. 7. Dnešné tlmiče túto energiu absorbujú a energia sa stráca vo forme tepla. Systém „eROT“ reaguje rýchlo a s minimálnou zotrvačnosťou. Je to aktívne ovládané odpruženie, ktoré sa ideálne prispôbi nepravidelnosti povrchu vozovky a štýlu jazdy vodiča. Dokáže konvertovať kinetickú energiu počas kompresie a odskoku kolesa pri prechode nerovnosťou vozovky. Pákové rameno

absorbuje pohyb nosiča kolies a prenáša vyvinutú silu cez sériu prevodových stupňov na elektrický generátor, ktorý vyrába elektrickú energiu. Tzv. rekuperačný výkon je v priemere 100 až 150 wattov. Počas skúšok na nemeckých cestách bol nameraný tento výkon od 3 W na novej diaľnici po 613 W na klasickej ceste s nerovnosťami.

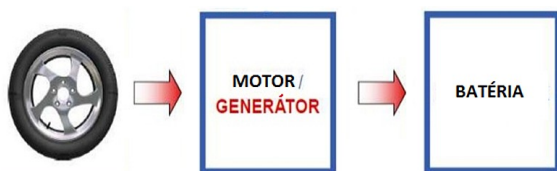


Obr. 7. Systém "eROT" [5]

Táto nová technológia je založená na 48-voltovom elektrickom systéme s vysokým výkonom. Je použitá lítium-iónová batéria s kapacitou 0,5 kWh a špičkovým výkonom 13 kW. DC menič spája 48-voltový elektrický subsystém s 12-voltovým primárnym elektrickým systémom samotného vozidla. Počítačové výsledky testov sú veľmi sľubné a preto sa predpokladá použitie systému „eROT“ už v budúcich modeloch Audi. Predpokladom je 48-voltový elektrický systém, ktorý je ústrednou súčasťou stratégie elektrifikácie Audi. V novom modeli Audi, bude 48-voltový systém slúžiť ako primárny elektrický systém a bude napájať vysokovýkonný hybridný pohon. To predpokladá potenciálne úspory paliva až do hodnoty 0,7 litra na 100 kilometrov.

### B. Rekuperačné brzdenie

Rekuperačné brzdenie je charakterizované premenou kinetickej energie vozidla na chemickú energiu v batérii (Obr. 8).



Obr. 8. Rekuperačné brzdenie

Kinetická energia pohybujúceho sa vozidla je úmerná druhej mocnine jeho rýchlosti. Ak sa vozidlo pohybuje dvakrát tak rýchlo, tak má štyrikrát vyššiu kinetickú energiu. Pri spomalení vozidla sa príslušná časť kinetickej energie musí zmeniť na iný druh energie. V súčasnosti sa podstatná časť kinetickej energie pri brzdení premení na teplo v brzdových doštičkách.

Systémy rekuperačného brzdenia môžeme rozdeliť do niekoľkých skupín. Najjednoduchším spôsobom je použitie alternátora, ktorý pri spomaľovaní odoberá mechanickú energiu a jeho napätie, vyššie než napätie akumulátora, dodáva energiu palubným systémom alebo dobíja akumulátor. Energia dodaná systémom z rekuperačného brzdenia znižuje teda spotrebu

paliva, ktoré by za normálnych okolností bolo potrebné pre ich chod.

Pri brzdení a decelerácii sa namiesto použitia bŕzd spustí generátorický chod, dochádza k spomaľovaniu vozidla kinetická energia sa mení na elektrickú. Tento systém je schopný znížiť spotrebu paliva až o 25%. Efektivita tohto systému je do značnej miery ovplyvniteľná aj individuálnym jazdným režimom.

Elektromobily a hybridné automobily sú tiež vybavené trecími brzdami, ktoré fungujú ako záložný systém pre prípad, že rekuperačné brzdenie neposkytuje dostatočný výkon k zastaveniu vozidla.

Rekuperačné brzdenie je riadené riadiacou jednotkou bŕzd. Riadiaca jednotka určuje kedy začne a skončí brzdenie a riadi aj rýchlosť brzdenia. Podobne, ako riadiaca jednotka ABS, ktorá monitoruje aj vzájomnú rýchlosť otáčania kolies, dokáže riadiaca jednotka bŕzd vypočítať, aký veľký moment je k dispozícii pre výrobu elektrickej energie. Riadiaca jednotka bŕzd počas brzdenia riadi tok vyrobenej elektrickej energie buď do akumulátora alebo do kondenzátorov a tým zaisťuje dodávku optimálneho množstva elektrickej energie a zabraňuje ich preťažovaniu. Taktiež rozhoduje o tom, ktorý brzdový systém bude použitý. Ak je potrebná brzdová sila pre rekuperačné brzdy príliš veľká, riadiaca jednotka aktivuje aj trecie brzdy, aby zabránila novej nehode.

Kvalitné účinné brzdenie prinášajú hydraulické hybridy a brzdový systém Hydraulic Power Assist (HPA). V tomto prípade sú elektrické motory a akumulátory nahradené motorovými čerpadlami a zásobníkmi. Systém HPA spomaľuje vozidlo tým, že využíva jeho kinetickú energiu k pohonu reverzného čerpadla, ktoré dopravuje hydraulickú kvapalinu z nízkotlakového zásobníka do vysokotlakového. Tlak sa získava stlačením plynového dusíka v zásobníku pri čerpaní kvapaliny do priestoru, ktorý predtým zaberá dusík. Zníženie hydraulického tlaku v motorovom čerpadle pomáha vozidlo spomaliť. Hydraulické hybridy majú potenciál znížiť spotrebu paliva o 25 až 45 % [6].

## VI. ZÁVER

Príspevok sa zaoberá súčasnými trendmi v oblasti osobných automobilov s elektrickým pohonom. Ako je uvedené v druhej časti, automobilové spoločnosti zaznamenali v posledných rokoch rapidný progres vo výskume a vývoji v tejto oblasti a vďaka tomu sa využívanie elektrického pohonu v automobilovom priemysle neustále rozširuje. Prednosťou elektromobilov sú hlavne minimálne cena za energiu, jednoduchšia konštrukcia s použitím menšieho počtu súčiastok, s čím súvisí menšia poruchovosť a menšie nároky na údržbu a tichý chod motora bez emisií. Napriek tomu, že cena elektromobilov postupne klesá, je stále vyššia než cena benzínových vozidiel. Elektrický pohon v súčasnosti preniká aj do oblasti nákladnej a hromadnej dopravy. Rozmach elektromobility je prirodzene najzreteľnejší vo veľkomestách. V oblasti poštových služieb je to napr. Nemecká pošta a Anglická kráľovská pošta. Vo využití elektrobusev v roku 2017 dosahuje svetové prvenstvo Čína počtom nad 250 000 vozidiel. V oblastiach, ktoré pri výrobe elektrickej energie využívajú obnoviteľné zdroje a jadrovú energiu, môžu elektromobily významne znížiť emisie skleníkových plynov. Emisie súvisiace s elektromobilmi v porovnaní s emisiami benzínových alebo dieselových vozidiel sú približne o polovicu nižšie. Ak však elektrická energia pochádza pre-

važne z uhlia, ako je to napríklad v Číne, je príspevok elektromobilov k ochrane životného prostredia výrazne nižší, len asi 15 %.

Hlavné aspekty, ktoré umožňujú široké využitie elektromobilov, sú:

- nadobúdacie náklady rovnaké alebo nižšie ako súčasné automobily,
- dojazd, ktorý umožní voľne sa rozhodnúť kedy a na ako dlho môžeme elektromobil využívať,
- dostupnosť nabíjajúcich staníc, ktorá pokryje naše eventuálne potreby na nabitie kdekoľvek a kedykoľvek,
- zhoršujúci sa stav životného prostredia a z toho vyplývajúce regulácie (obmedzovanie použitia automobilov so spaľovacími motormi).

Jednou z hlavných podmienok ďalšieho rozširovania elektromobilov je získavanie elektrickej energie z udržateľných zdrojov s minimálnymi dopadmi na životné prostredie. Nové kreatívne riešenia zamerané na produkciu energie z obnoviteľných zdrojov nás môžu nielen zbaviť závislosti na ropy, ale pomôcť ochrániť zdravie obyvateľstva a čistotu nášho životného prostredia.

#### POĎAKOVANIE



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/ Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ. Tento článok bol vypracovaný v rámci projektu "Centrum excelentnosti integrovaného výskumu a využitia progresívnych materiálov a technológií v oblasti automobilovej elektroniky", ITMS 26220120055. (75%)

Táto práca bola podporená projektom vedeckej grantovej agentúry podľa zmluvy č.: VEGA 1/0121/15. (25%)

#### POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] Tesla Model S & Nissan LEAF = World's Best-Selling Electric Cars In 2016 Clean Technica. 2017, dostupné: <https://cleantechnica.com/2017/02/04/tesla-model-s-claimed-as-worlds-best-selling-electric-car-in-2016/>
- [2] Daewoo Matiz F8C power, consumption and torque. 2017, dostupné: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daewoo\\_Matiz\\_F8C\\_power,\\_consumption\\_and\\_torque-sk.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daewoo_Matiz_F8C_power,_consumption_and_torque-sk.svg)
- [3] Selection of electric motor drives for electric vehicles. 2017, dostupné: [https://www.researchgate.net/publication/224400819\\_Selection\\_of\\_eLECTRIC\\_motor\\_DRIVES\\_for\\_electric\\_vehicles](https://www.researchgate.net/publication/224400819_Selection_of_eLECTRIC_motor_DRIVES_for_electric_vehicles)

- [4] Advanced Electrical Machines and Machine-Based Systems for Electric and Hybrid Vehicles. 2015, dostupné: <http://www.mdpi.com/1996-1073/8/9/9541/htm>
- [5] Audi reveal eROT energy harvesting 'regen' shock absorbers. Electric Vehicle News. 2016, dostupné: <http://www.electric-vehiclenews.com/2016/08/audi-reveal-erot-energy-harvesting.html>
- [6] Hydraulic Power Assist – A Demonstration of Hydraulic Hybrid Vehicle Regenerative Braking in a Road Vehicle Application. 2017, dostupné: <http://papers.sae.org/2002-01-3128/>
- [7] Výroba áut dosiahla na Slovensku nový rekord. Sme stále veľmocou. 2017, dostupné: <https://www.etrend.sk/firmy/vyroba-aut-dosiahla-na-slovensku-novy-rekord.html>
- [8] Z. Shahan, „The Evolution of the Electric Car. GAS2.“, 2015, dostupné: <http://gas2.org/2015/04/29/evolution-electric-car/>
- [9] Selection of electric motor drives for electric vehicles. 2017, dostupné: [https://www.researchgate.net/publication/224400819\\_Selection\\_of\\_eLECTRIC\\_motor\\_DRIVES\\_for\\_electric\\_vehicles](https://www.researchgate.net/publication/224400819_Selection_of_eLECTRIC_motor_DRIVES_for_electric_vehicles)
- [10] Tesla. Premium Electric Sedans and SUVs. 2017, dostupné: <https://www.tesla.com>
- [11] Nissan Partner With Green Charge Networks For Commercial Energy Storage. 2015, dostupné: <http://electriccarsreport.com/2015/06/nissan-partner-with-green-charge-networks-for-commercial-energy-storage/>

**J. Kaňuch** (Ing., PhD.) - je absolvent Vysokej školy technickej v Košiciach, Elektrotechnická fakulta, Katedra elektrických pohonov v odbore Silnoprúdová elektrotechnika so zameraním na elektrické stroje a prístroje (Ing. 1986). Odvtedy pracuje na danej katedre (v súčasnosti Katedra elektrotechniky a mechatroniky na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej Univerzity v Košiciach) ako odborný asistent. V roku 2006 získal titul PhD. v odbore Silnoprúdová elektrotechnika.

Oblasti profesionálneho a odborného záujmu: Elektrické stroje a prístroje, Grafické CAD systémy, Elektrické pohony, Automobilová elektrotechnika a mechatronika, EMC, Priemyselná elektronika.

**J. Žilková** (Doc., Ing., PhD.) - ukončila inžinierske štúdium na Katedre Technickej kybernetiky FEI TU v Košiciach. Po ukončení štúdia pracovala ako výskumná pracovníčka v EVÚ Nová Dubnica det. prac. Košice / ZŤS VVÚ Košice. V roku 2001 obhájila dizertačnú prácu a v roku 2008 sa habilitovala v odbore Silnoprúdová elektrotechnika. V súčasnosti je docentkou na Katedre elektrotechniky a mechatroniky FEI TU v Košiciach.

Oblasti jej výskumnej činnosti sú hlavne moderné metódy riadenia elektrických pohonov a aplikácie metód umelej inteligencie v elektrotechnických systémoch.