

Jozef Király

Prehľad obojsmerných technológií nabíjacích staníc elektromobilov

Článok sa zaoberá všeobecným prehľadom technológií obojsmerného pripojenia elektrických vozidiel do siete. Skúmanými technológiami sú práve vozidlo do domácnosti, vozidlo do záťaže, vozidlo do vozidla a vozidlo do siete. Jednotlivé technológie sú predstavené na príkladoch použitia, pričom technológia vozidlo do siete je prezentovaná na inštalácii nabíjacej stanice s podporou tohto režimu priamo na pracovisku Katedry elektroenergetiky FEI.

Kľúčové slová: obojsmerné nabíjanie; vozidlo do siete; vozidlo do domácnosti; vozidlo do záťaže; vozidlo do vozidla

The article provides a general overview of bidirectional electric vehicle connection technologies. The examined technologies include home-to-vehicle, vehicle-to-load, vehicle-to-vehicle, and vehicle-to-grid. Each technology is presented with usage examples, with the vehicle-to-grid technology being showcased through the installation of a charging station supporting this mode directly at the workplace of the Department of Electrical Power Engineering at FEI.. **(Overview of Bidirectional Electric Vehicle Charging Station Technologies.)**

Keywords: Bidirectional Charging; Vehicle-to-Grid; Vehicle-to-Home; Vehicle-to-Load; Vehicle-to-Vehicle

I. ÚVOD

Jedným z rozhodujúcich faktorov nasadzovania obojsmerných nabíjacích systémov sú vozidlá s elektrickým pohonom poskytujúce možnosť dodávky elektrickej energie. Vo všeobecnosti môžeme hovoriť o nasledujúcich typoch vozidiel [1]:

- Batériové elektrické vozidlá (BEV)
- Hybridné elektrické vozidlá (HEV)
- Plug-in hybridné elektrické vozidlá (PHEV)
- Elektrické vozidlá s palivovým článkom (FCEV)

Z pohľadu obojsmerného pripojenia vozidiel a možného poskytnutého množstva el. energie sú najvýhodnejšie práve BEV, avšak vzhľadom na možnosť dobíjania integrovanej batérie PHEV vozidiel práve spaľovacím motorom počas prevádzky predstavuje tento typ vozidiel v prípade potenciálneho využitia ich batérie v obojsmernom systéme zaujímavú alternatívu k BEV aj z tohto pohľadu.

Nasadzovanie elektrických vozidiel s palivovým článkom (FCEV) nie je momentálne v takej miere aby bolo potrebné posudzovať pripojenie týchto vozidiel k obojsmerným systémom.

II. REŽIMY OBOJSMERNÉHO PRIPOJENIA VOZIDLA K NABÍJACEJ STANICI A SIETI

VOZIDLO DO SIETE

Základná myšlienka prevádzky elektrických vozidiel (EV) v režime do siete je poskytovanie elektrickej energie prostredníctvom kompatibilnej nabíjacej stanice z batérie vozidla do distribučnej siete. Medzi kľúčové požiadavky pre prevádzku vozidiel v tomto režime patrí pripojenie kompatibilného vozidla s nabíjacou stanicou podporujúcou tento režim, zabezpečenie komunikácie medzi vozidlom a nabíjacou stanicou a rovnako zabezpečenie komunikácie medzi nabíjacou stanicou a nadradeným riadiacim systémom distribučnej siete, alebo mikro siete. Komunikácia medzi vozidlom a distribučnou sieťou je dôležitá z pohľadu predikcie možného dodaného množstva elektrickej



Obr. 1. Principiálna schéma zapojenia režimu vozidlo do siete. [3]
energie vzhľadom na požadovaný stav nabitia batérie EV a požadovaného koncového stavu nabitia batérie. [2]

VOZIDLO DO DOMÁCNOSTI



Obr. 2. Principiálna schéma zapojenia režimu vozidlo do domácnosti. [3]

Režim prevádzky vozidlo do domácnosti predstavuje principiálne zhodný režim s režimom vozidlo do siete, avšak v tomto prípade je využitie batérie vozidla ako doplnok batériového úložiska domácnosti. Predpokladom pri prevádzke vozidla v tomto režime je ohraničenie dodávky v rámci výroby a spotreby domácnosti. Uvedené rozhranie je riešené v bode rozhrania

s distribučnou sieťou najčastejšie v mieste elektromerového rozvádzača – elektromeru.



Obr. 3. Principiálna schéma zapojenia režimu vozidlo do zátáže. [3]

VOZIDLO DO ZÁŤAŽE (V2L)

Technológia vozidlo do zátáže je z pohľadu obojsmerných technológií najjednoduchšia na prevádzku, keďže nevyžaduje špeciálnu obojsmernú nabíjajúcu stanicu, keďže napájanie zátáže je riešené priamo palubnou nabíjajúcou stanicou vozidla. Nabíjanie vozidla a dodávka elektrickej energie do zátáže avšak neprebíha v jednom momente.

VOZIDLO DO VŠETKÉHO (V2X)

Vozidlo do všetkého označuje komunikáciu a kontrolu toku energie medzi elektrickým vozidlom a distribučnou sieťou, ako aj medzi inými vozidlami a infraštruktúrou. Použitie tohto spôsobu pripojenia má potenciál prinášať viaceré výhody, ktoré závisia od jeho použitia. Hlavnou výhodou je teoretická možnosť elektrických vozidiel zapojiť sa do veľkoobchodného trhu s elektrickou energiou a napr. poskytovať podporné služby pre distribučnú sieť, alebo mikrogrid. Poskytovaním týchto služieb, ako je regulácia frekvencie alebo reakcia na dopyt, môžu elektrické vozidlá celkovo náklady na vlastníctvo vozidla (TCO) pre majiteľa vozidla [4].

III. ROZŠÍRENIE LABORATÓRIA SMART INDUSTRY LAB NA KATEDRE ELEKTROENERGETIKY V KOŠICIACH

Laboratórium Smart Industry Lab, ktoré je súčasťou Katedry elektroenergetiky, poskytujúce široké možnosti modelovania stavov, resp. konfigurácie prvkov bolo v období roku 2023 rozšírené o inštaláciu nabíjajúcej stanice elektromobilov s podporou režimu vozidlo do siete. Pôvodný stav ktorý zahŕňal nabíjajúce stanice typu ABB 22kW AC bol rozšírený o nabíjajúcu stanicu EVTEC ktorá poskytuje obojsmerný režim, pri ktorom dokáže na úrovni DC dodávať do siete z akumulátora elektrického vozidla výkon 10kW, pričom v režime nabíjania vozidla dokáže rovnako dodávať výkon 10kW pri DC nabíjaní napätím 170-500V_{DC} a prúdom 28A. Pre integráciu nabíjajúcej stanice do dátovej siete laboratória slúži LAN rozhranie s protokolom OCPP. Inštaláciou uvedenej nabíjajúcej stanice do štruktúr laboratória vznikol priestor pre rozšírenie praktického merania a výskumu v oblasti pokrývania výkonových špičiek v rámci odberného miesta a využitia elektrického vozidla ako batériového úložiska. Zvolený výkon nabíjajúcej stanice postačuje na demonštráciu uvedených javov, pričom hlavnou výzvou je práve integrácia do systému laboratória prostredníctvom OCPP.



Obr. 4. DC nabíjajúca stanica pri laboratóriu Smart Industry Lab.

Technical Specifications			
Input AC	Grid connection	AC 3 - phase + N + PE	
	Input voltage range	400V _{AC} +/- 10%	
	Nominal input current	3 x 16A _{AC}	
	Input frequency	50Hz	
DC Output	DC Plug	Plug 1 CSS IEC 62196-3	
		Plug 2 CHAdeMO JEVS G105	
	Maximum DC Output power	10kW	
	DC Output voltage range	170 - 500V _{DC}	
	Maximum DC Output current	28A _{DC}	
	Power factor (> 50% load)	> 0.99	
	Efficiency	98% at full load	
	Safety	- Short circuit protected	- Low-voltage protection
		- Overcurr. circuit breaker	- Isolation monitoring
		- Overvoltage protection	- Earth monitoring
General	Operating temperature	-20°C to +45°C	
	Storage temperature	-40°C to +85°C	
	Relative humidity	5% to 95% (without condensation)	
	Protection	IP 54 (indoor / outdoor use)	
	Dimensions (H x W x D)	820 x 550 x 280mm	
	Mass	38kg	
Standards	Electrical safety (xFC1)	IEC 61851-1, IEC 62479	
	EMV	EN 61000-6-1, -2, -3, 4, EN 61000-3-2	
	CHAdeMO	Rev. 0.9.1 (certified), Rev. 1.2 (compatible)	
	CCS	DIN70121, ISO15118	

Obr. 5. Technické parametre nabíjajúcej stanice

IV. ZÁVER

Rozšírenie laboratória Smart Industry Lab o nabíjajúcu stanicu s technológiou vozidlo do siete vyzdvihuje snahu pracoviska sledovať nové trendy v oblasti využitia elektromobility v elektroenergetike a zmene vnímania elektromobilov ako pasívnych spotrebičov elektrickej energie. Využitie týchto vozidiel v pozícii batériových úložisk poskytne v laboratóriu široký rozsah experimentov vplyvajúcich na prevádzku distribučnej siete z pohľadu obnoviteľných zdrojov a riadenia špičiek v sieti.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol podporený Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0576.

LITERATÚRA

- [1] C. C. Chan, "The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles," Proc. IEEE, vol. 95, no. 4, pp. 704–718, 2007, doi: 10.1109/JPROC.2007.892489.
- [2] W. Kempton and J. Tomić, "Vehicle-to-grid power fundamentals: Calculating capacity and net revenue," J Power Sources, vol. 144, no. 1, pp. 268–279, 2005, doi: 10.1016/j.jpowsour.2004.12.025.
- [3] SVARC, Jason. Bidirectional Chargers Explained - V2G Vs V2H Vs V2L [online]. 2023 [cit. 2023-10-04]. Dostupné z:

<https://www.cleanenergyreviews.info/blog/bidirectional-ev-charging-v2g-v2h-v2l>

- [4] S. Kumar, B. Ramalingam and K. B. Yadav, "A Dual Non-Isolated Bridge Converter for Vehicle to Everything (V2X) Application," 2023 9th International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES), Chennai, India, 2023, pp. 546-551, doi: 10.1109/ICEES57979.2023.10110245.

ADRESY AUTOROV

Jozef Király, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, jozef.kiraly@tuke.sk