

Zkoušení a schvalování elektrických zařízení vozidel

Studijní materiál
Nabíjecí stanice elektromobilů

Ing. Ondřej Sadílek, Ph.D.



Přehled současně platné normalizace

- **ČSN EN IEC 61851-1 ed.3** Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením - Část 1: Obecné požadavky
- ČSN EN IEC 61851-21-1 - Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením - Část 21-1: EMC požadavky na vestavěnou nabíječku elektrického vozidla pro vodivé připojení k AC/DC napájení
- ČSN EN IEC 61851-21-2 - Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením - Část 21-2: Požadavky na elektrická vozidla pro vodivé připojení k AC/DC napájení - EMC požadavky na externí nabíjecí systémy elektrického vozidla
- ČSN EN IEC 61851-25 - Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením - Část 25: DC napájecí zařízení EV, ve kterém ochrana spočívá na elektrické oddělení
- **ČSN EN IEC 61851-22** - Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením - Část 22: AC nabíjecí stanice elektrického vozidla



Přehled současně platné normalizace

- ČSN EN IEC 61851-24 - Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením - Část 24: Digitální komunikace mezi DC nabíjecí stanicí a elektrickým vozidlem, která řídí stejnosměrné nabíjení
- **ČSN EN IEC 61851-23** - Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením - Část 23: DC nabíjecí stanice
- **ČSN 33 2000-7-722 ed. 3** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-722: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Napájení elektrických vozidel



Základní režimy nabíjení BEV

REŽIM 1 – AC nabíjení

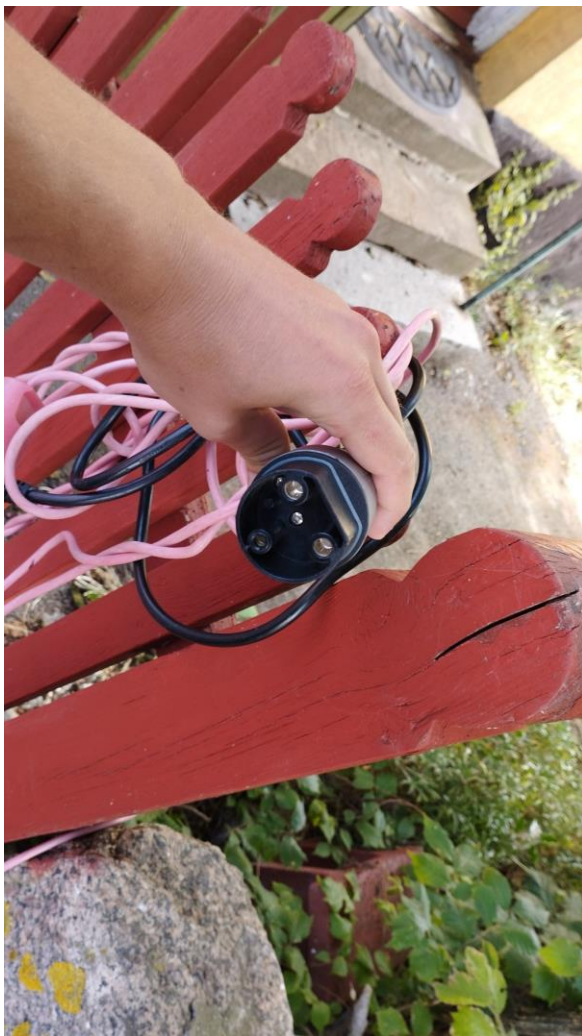
- Přímé připojení vozidla do sítě obyčejným kabelem bez datových signálů
- Maximální proud 16 A jednofázově při maximálním napětí 250 V – pro 230 V odpovídá výkonu cca 3,5 kW
- Třífázově 3 x 16 A při maximálním napětí 480 V – pro 3 x 400 V odpovídá výkonu cca 11 kW
- Typické pro malé elektromobily
- Zásuvka – obyčejná, standardizovaná, proudový chránič alespoň typu A
- V některých zemích zakázáno či proud omezen
- *Proudový chránič typu A chrání pouze před unikajícím proudem AC charakteru a usměrněným pulzním proudem, proudový chránič typu B chrání před únikem jak AC, tak vyhlazeným DC proudem.*



Příklad zapojení vozidla v nabíjecím režimu 1:



Nabíjecí konektor – modifikovaný Mennekes (odlišné rozmístění pinů)



Základní režimy nabíjení BEV

REŽIM 2 – AC nabíjení

- Mezní hodnota proudu jednofázově 32 A při maximálním napětí 250 V - odpovídá výkonu přibližně 7 kW při napětí 230 V
- Mezní hodnota proudu třífázově 32 A při maximálním napětí 480 V - odpovídá výkonu přibližně 22 kW při napětí 3 x 400 V
- Propojení standardizované zásuvky 1 x 230 V či 3 x 400 V s vozidlem speciálním kabelem s integrovanou elektronikou, definující velikost nabíjecího proudu
- Na kabelu musí být integrován proudový chránič typu B (starší kabely obsahovaly proudový chránič typu A, dnes již nevyhovují) či chránič typu A a doplňující zařízení pro detekci reziduálního DC proudu
- V případě nejistoty, zda kabel RCD B obsahuje – nutnost doplnění RCD B do instalace domu
- Zásuvka určena pro nabíjení vozidla (v případě veřejného užití) je nutno vybavit chráničem typu B
- Na straně vozidla – konektor standardizovaného typu, v EU nejčastěji Mennekes
- Nároky na kvalitu zásuvky – čas dobíjení vozidla až několik desítek hodin trvalým proudem



Základní režimy nabíjení BEV

REŽIM 3 – AC nabíjení

- Nabíjecí proud až 32 A třífázově, v síti 3 x 400 V je mezní výkon 22 kW
- Vozidlo se připojuje k veřejné 3 fázové nabíjecí stanici či na domácí wallbox, trvalé připojení wallboxu či stanice k napájecí síti = hlavní rozdíl od režimu 2
- Podstatné zvýšení bezpečnosti, síťová část pouze uvnitř – mimo zařízení je napětí sepnuto až po automatické kontrole
- Samostatný obvod v instalaci domu s chráničem (RCD) typu A, pokud wallbox obsahuje zařízení pro detekci DC reziduálního proudu (vybavení při proudu 6mA DC)
- Samostatný obvod s chráničem B pokud wallbox RCD neobsahuje
- Pro každý wallbox nutno samostatně jištěný obvod
- Sestava kabelu spojující EV a stanici umožňuje přenos informace pro řízení nabíjení EV – definice maximálního proudu kabelem, signalizace připojení kabelu k EV, signál pro zahájení a ukončení nabíjení, signál ze stojanu do EV definující nabíjecí proud, atd
- Stojan se zásuvkou či kabelem
- Konektor typu Mennekes



Základní režimy nabíjení BEV

REŽIM 4

- EV připojen k **DC** externímu nabíječi
- Výkon nejčastěji do 50 kW, (75 kW, 150 kW, PRE 300 kW)
- Tesla Supercharger 72 kW, 150 kW, 250 kW
- Ionity až **350 kW**, **BYD – 1000 kW**
- Nabíjecí stanice integruje jak výkonovou část, tak řídicí a ochrannou
- Napájecí kabel je integrován do DC nabíjecí stanice
- Kabel nejčastěji typu Combo 2 / CCS 2 (Evropské vozy) či CHAdeMO (Japonské vozy – Nissan, atd.)
- Možnost rychlonabíjení
- Datová komunikace mezi DC nabíjecí stanicí a vozidlem

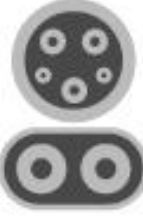
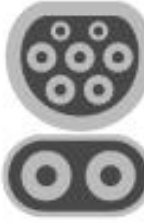


Druhy nabíjecích konektorů a kabelů

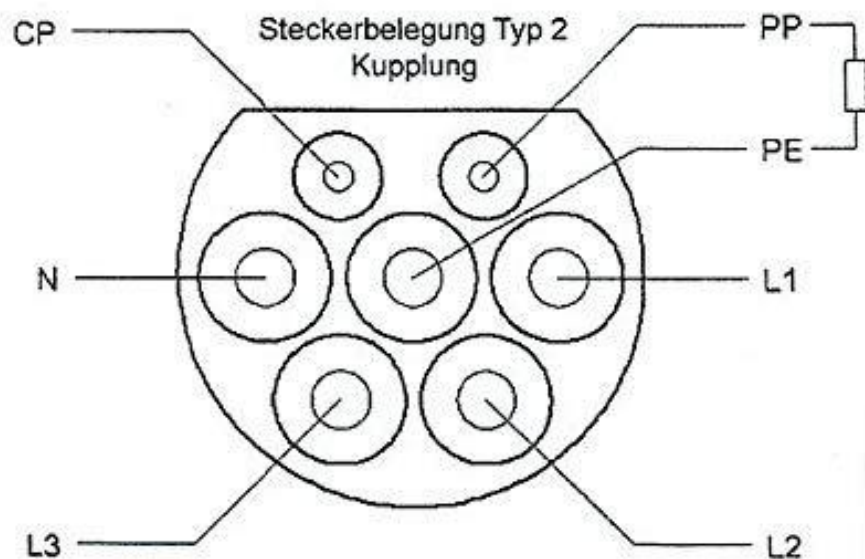
- Umožňují připojení BEV k veřejné nabíjecí stanici, wallboxu či zásuvce
- Zahrnují funkce
 - Tok energie mezi stanicí a elektromobilem (AC či DC)
 - Nastavení limitů a velikosti nabíjecího proudu
 - Komunikace mezi vozem a nabíjecím zařízením
- Proudový limit v závislosti na průřezu vodičů
- Možnost integrace kabelu do wallboxu či nabíjecí stanice



Přehled používaných typů konektorů

	N. America	Japan	EU <i>and the rest of markets</i>	China	All Markets <i>except EU</i>
AC	 J1772 (Type 1)	 J1772 (Type 1)	 Mennekes (Type 2)	 GB/T	 Tesla
DC	 CCS1	 CHAdeMO	 CCS2	 GB/T	

Popis pinů konektoru Typ 2 - Mennekes



Widerstand PP-PE	0 1500 Ω	00 680 Ω	00 220 Ω	00 100 Ω
Max. Ladestrom	13 A	20 A	32 A	63 A
Leiterquerschnitt	1,5 mm ²	2,5 mm ²	6 mm ²	16 mm ²

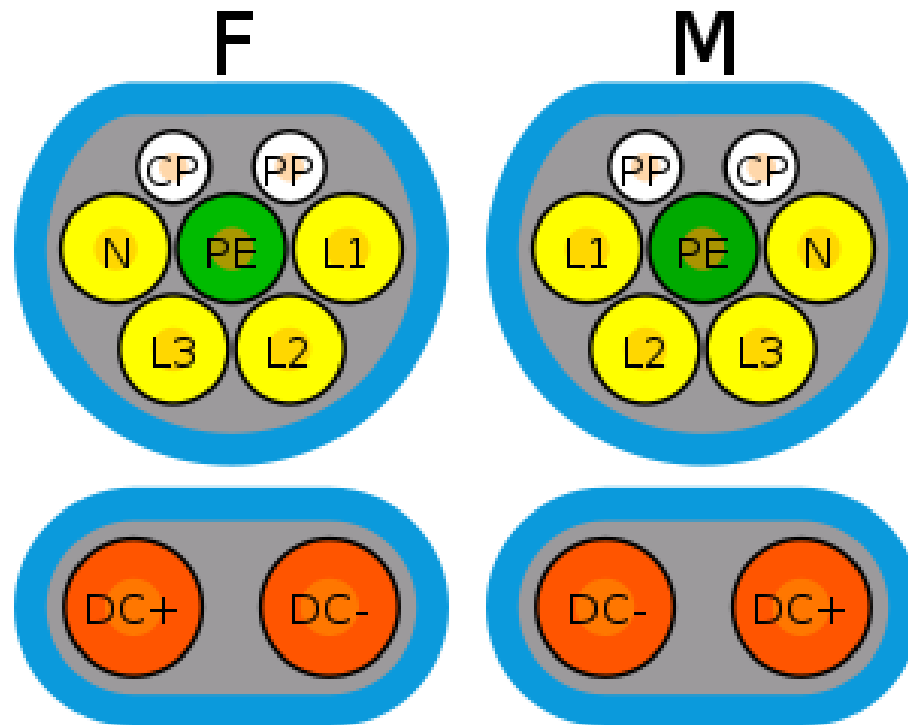
	(DIN VDE 0293 Teil 303)		NEU
PE		gn/ge	grün-gelb
N		bl	blau
L1		br	braun
L2		sw	schwarz
L3		gr	grau

L1, L2, L3, N und PE sind wie beim „normalen“ Drehstromkabel einfach durchverbunden und für die eigentliche Stromübertragung und Absicherung (PE) zuständig. PP ist über einen Widerstand (siehe Tabelle) mit PE verbunden. Dieser Widerstand ist abhängig vom Kabelquerschnitt – hier wird sichergestellt, dass nicht zu viel Strom über das Kabel läuft. Die Ladesäule schaltet auf die entsprechende Absicherung und der Laderegler im EV stellt sich auf den entsprechenden Maximalstrom ein. CP ist über die Pilotleitung mit dem CP der Gegenseite verbunden. Hier findet die Kommunikation zwischen Ladesäule und EV statt. Pulsweitenmodulation in die eine Richtung und Widerstand in die andere.

Uli Biermann, August 2013



Popis pinů konektoru Typ 2 - Mennekes



Piny CP a PP – komunikace mezi vozidlem a dobíjecí stanicí

- Komunikace je přesně definována normou ČSN EN IEC 61851-1 ed.3
- Komunikace probíhá pomocí pinů PP (proximity pilot) a CP (control pilot)
- Pin PP jednoznačně definuje maximální proud nabíjecím kabelem a indikuje připojení k vozidlu – v případě připojení pinu PP k vozidlu je zamezen jakýkoliv pohyb vozidla
- Typické hodnoty rezistorů:
- EVSE – electric vehicle supply equipment

Widerstand PP-PE	0 1500 Ω	00 680 Ω	00 220 Ω	00 100 Ω
Max. Ladestrom	13 A	20 A	32 A	63 A
Leiterquerschnitt	1,5 mm ²	2,5 mm ²	6 mm ²	16 mm ²



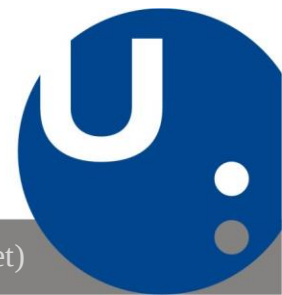
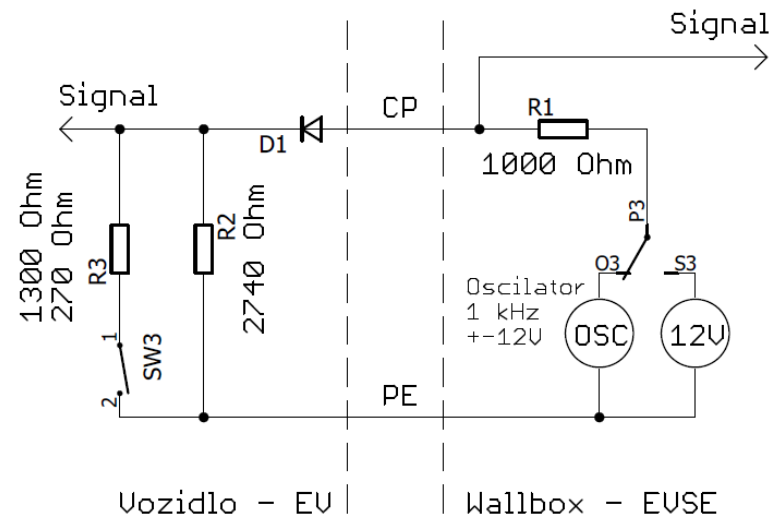
Piny CP a PP – komunikace mezi vozidlem a dobíjecí stanicí

– Pin CP má tyto funkce:

- Identifikace vozidla
- Kontrola celistvosti PE
- Regulace nabíjecího proudu ze strany EVSE (PWM)
- Signalizace poruchy
- Požadavek na ventilaci místnosti

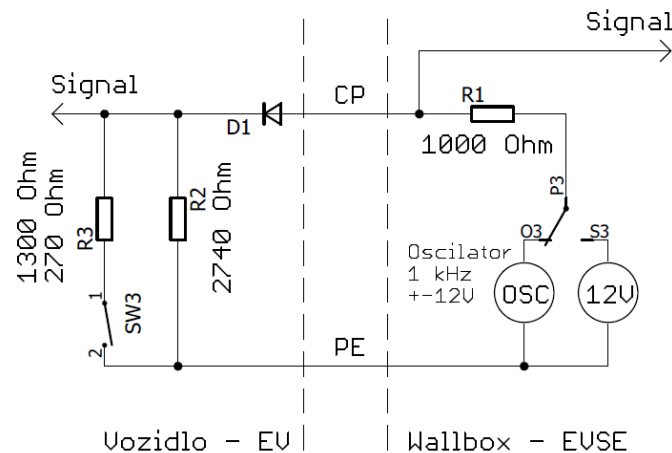
– Proces aktivace nabíjení:

1. Pokud na CP 12V, kabel není k EV připojen (status A)
2. Připojení kabelu k EV – na CP napětí 9 V (status B1) – EVSE není připravena
3. EVSE připraven – PWM signál –12 V +9 V (status B2) – vozidlo se nenabíjí
4. EV zaznamená PWM signál a sepne S2, napětí PWM +6 V pro případ kdy není třeba ventilace místnosti (status C), 3 V v případě nutnosti ventilace (status D)

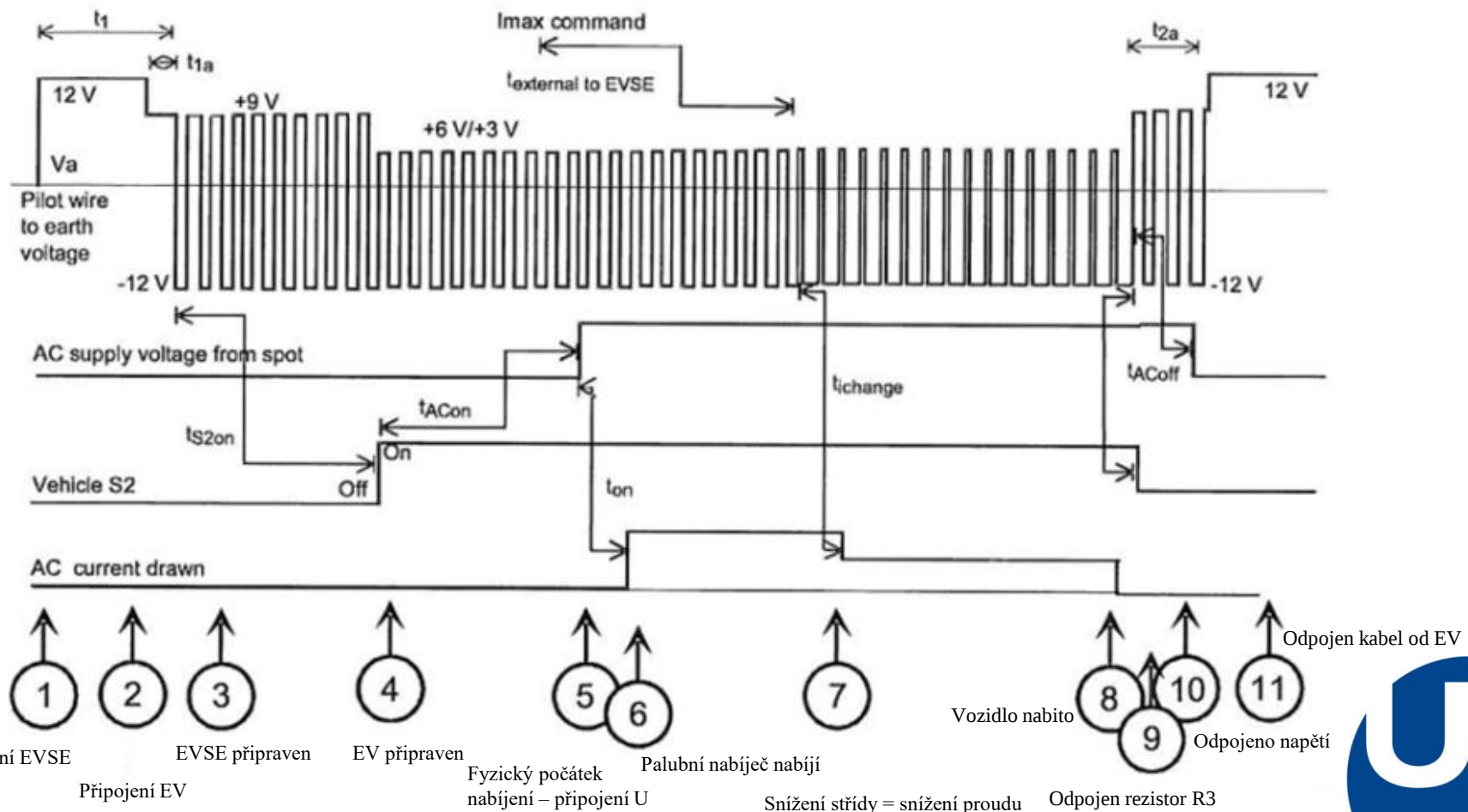


Piny CP a PP – komunikace mezi vozidlem a dobíjecí stanicí

5. V případě dokončeného procesu nabíjení dojde k odpojení vnitřního rezistoru R3 a amplituda PWM se vrátí na 9 V – status B2
6. Status E a F – porucha
7. Velikost proudu, který může EVSE poskytnout je ve formě PWM



Vzorové průběhy na CP



Možnosti nabíjení EV

1. Režimy 2, 3, 4
2. Režim 2 - kabelem ze zásuvky přikoupeným k EV či dodávaným výrobcem
3. Režim 3 – veřejná nabíjecí stanice, soukromý či veřejný wallbox
4. Režim 4 – veřejná nabíjecí stanice
5. Nabíjení pomocí integrovaných FV panelů – možnost výbavy některých EV (Hyundai Ioniq 5)



Režim 3 – možnosti nabíjení

1. Wallbox – soukromá nabíjecí stanice primárně určená pro nabíjení vozidel v domácnostech či firmách
2. Možnost nabíjení bez autorizace či s autorizací (RFID čip)
3. Uvnitř: vstupní svorky, stykač, zámek kabelu, elektronika, proudový chránič typu B či snímání reziduálního DC proudu
4. Výkon 3,7 – 22 kW (až 3 x 32A)
5. Mnoho výrobců: EvExpert, Keba, Shrack, atd



V2G V2H V2L

1. Vehicle to grid | Vehicle to home | Vehicle to load
2. Možnost využití energetického uložistiště elektromobilu nejen k trakčním účelům
3. Přínos ke stabilitě sítě, využití energie pro domácnost či přímo pro provoz konkrétních spotřebičů
4. V2G – možnost optimalizace stability sítě pomocí obousměrného toku energie
5. Vozidlo jako mobilní uložistiště energie
6. Výdělký z poskytnutí kapacity uložistiště
7. Nabíjení v době nízké poptávky elektrické energie
8. Vybíjení v době vysoké poptávky
9. Komunikace nabíjecí stanice s DS



1. Pouze pozitiva V2G, V2L, V2H ?
2. Potenciální vyšší opotřebení bateriového uložistě v porovnání se standardním provozem – toto by mělo být zohledněno v cenách za službu (majiteli by **se mělo** zaplatit opotřebení a zisk)
3. Šetrné využití uložistě = minimální opotřebení (nízké nabíjecí a vybíjecí proudy, teplotní monitoring, provoz pouze v určitém pásmu SOC)
4. Nákladná infrastruktura – komunikace, obousměrné DC nabíjecí stanice



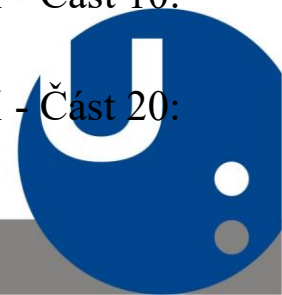
Podmínky pro rozvoj V2G, V2H, V2L

1. Komunikace vozidla, obousměrné DC/DC nabíjecí stanice
2. Komunikace dle ISO 15118
 1. Mezinárodní komunikační standard pro elektrická vozidla
 2. Pokročilé nabíjení a komunikace mezi EVSE a EV
 3. Plug and charge – automatická komunikace a spuštění nabíjení po připojení vozidla k EVSE
 4. Podpora V2G – podpora sítě, obousměrné energetické toky v závislosti na požadavku sítě/cen el. energie, atd.
 5. Inteligentní nabíjení – rychlost nabíjení v závislosti na předvolbách uživatele či poptávce sítě a cen el. energie
 6. Bezpečnost – šifrované spojení TLS (Transport layer security)
 7. PLC komunikace – komunikace pomocí el. sítě (power line communication)



Dostupné části normy ISO 15118

1. ČSN EN ISO 15118-1 - Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 1: Obecná informace a definice případu použití
2. ČSN EN ISO 15118-2 Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 2: Požadavky na síťový a aplikační protokol
3. ČSN EN ISO 15118-3 Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 3: Požadavky na fyzickou a datovou vrstvu
4. ČSN EN ISO 15118-4 - Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 4: Zkouška shody síťového a aplikačního protokolu
5. ČSN EN ISO 15118-5 - Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 5: Zkouška shody fyzické vrstvy a datové vrstvy
6. ČSN EN ISO 15118-8 - Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 8: Požadavky na fyzickou vrstvu a datovou vrstvu pro bezdrátovou komunikaci
7. ČSN EN ISO 15118-9 - Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 9: Zkouška shody fyzické a datové vrstvy pro bezdrátovou komunikaci
8. ČSN EN ISO 15118-10 - Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 10: Požadavky na fyzickou vrstvu a linkovou vrstvu pro jednopárový Ethernet
9. ČSN EN ISO 15118-20 - Silniční vozidla - Komunikační rozhraní vozidla s rozvodnou sítí - Část 20: Požadavky na síťovou vrstvu a aplikační vrstvu 2. generace



Příklady wallboxů

(parametry a obrázky převzaty z propagačních materiálů výrobců)

Výrobce a typ	Fotografie	Popis	Cena
<u>Schrack i-CHARGE</u> <u>HOME Eco</u>		Výkonové stupně <u>13A</u> – 9kW, 16A – 11kW, 20A 14kW, 32A – 22kW pomocí <u>dip switchů</u> . Možnost provozu na 1 f či 3 f síti.	55495 Kč <u>i-CHARGE HOME Eco nástěnný box, 11 - 22 kW, typ 2, chránič - Online Shop: Schrack Technik spol. s r.o.</u>
<u>KEBA KeContact</u> <u>P30 B-series</u>		Nastavení nabíjecího proudu v krocích 10,13,16,20,25,32A. Možnost elektroměru s <u>displayem</u> – jistě za příplatek. Možnost identifikace obsluhy pomocí RFID. Logický výstup – spínací kontakt. Vstup pro centrální ovládání či spínací hodiny. Možnost doplnit o GSM modul či modul bezdrátové místní sítě. Možnost provozu na 1 f či 3 f síti. Komunikace: <u>USB</u> , <u>Ethernet</u> <u>RJ45</u>	30267 Kč <u>Nabíjecí stanice KEBA P30 série B 3 fázová 22 kW Plug&Charge Ecoproduct</u>

KEBA KeContact P30 C-Series		Stejně jako série B, s rozdílem v zabudovaném elektroměru. Komunikace: USB Ethernet RJ45 Ethernet LSA+ UDP ModBus TCP	41112 Kč Nabíjecí stanice KEBA P30 série C 3 fázová 22 kW RFID Ecoproduct
KEBA KeContact P30 X-Series		Stejně jako série B, s rozdílem zabudovaného elektroměru. Komunikace: USB Ethernet RJ45 Ethernet LSA+ UDP ModBus TCP 4G/LTE WLAN	49172 Kč Nabíjecí stanice KEBA P30 série X 3 fázová 22 kW RFID integrovaný kabel Ecoproduct
Home Box s RCD A-EV		Český výrobek Vstup 3f i 1f AC a DC proudový chránič Spínání dle HDO Předimenzování spínacích prvků Výkonové stupně: 3,7kW, 5,7kW, 7,4kW, 11kW, 17kW, 22kW Tepelná ochrana Možno dokoupit sadu pro dynamické omezování nabíjecího výkonu na základě aktuálního odběru objektu. Svorka pro regulaci výkonu v rozmezí <u>0-10V</u> (možno upravit nabíjecí výkon např. v závislosti na výkonu FV systému).	14990 Kč Home Box s RCD A-EV až 22 kW - Autonabijeni.cz

<u>Wallbox Pulsar PLUS</u>		Oproti klasickému Pulsaru obsahuje <u>WiFi</u>, sledování residuálních proudů a připraven na řešení Master-Slave (evidentně spojení více nabíjecích stanic do <u>řetězce</u>)	22990 Kč Wallbox Pulsar PLUS kabel Typ 2 max. 22 kW - Autonabijeni.cz
<u>OlifeEnergy Wallbox Base</u> nebo <u>Smart</u>		Výkonové stupně: 3,7kW, 7,4kW, 11kW, 22kW Verze SMART – možnost přístupu přes vzdálený server a provádět tak diagnostiku a prioritní řízení výkonu.	Base: 24560 Kč Smart: 37990 Kč OlifeEnergy Wallbox Smart až 22 kW - Autonabijeni.cz

Děkuji za pozornost !



Vytvořeno v rámci projektu **Green Deal UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-2142/2024-4.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

