

ИНФРАСТРУКТУРА ЗА ЗАРЯД НА ЕЛЕКТРОМОБИЛИ (НАУЧНА СТУДИЯ)

Камен Сейменлийски, Силвия Лецковска
Радослав Симионов, Кристиан Венциславов
Бургаски свободен университет

INFRASTRUCTURE FOR CHARGING ELECTRIC VEHICLES (SCIENTIFIC STUDY)

Kamen Seymenliyski, Silviya Letskovska
Radoslav Simionov, Kristian Ventsislavov
Burgas Free University

Резюме: Увеличаването на броя на електромобилите в Европа и България, наложено от европейските норми, предизвиква и развитие на инфраструктурата за тяхното обслужване. Настоящата студия представя съвременните изисквания на които тази инфраструктура трябва да отговаря и проблемите, които възникват при нейното изграждане.

Ключови думи: електромобили, зарядни станции за електромобили, конектори, протоколи за зареждане на електромобили, възобновяеми енергийни източници.

Abstract: The increase in the number of electric cars in Europe and Bulgaria, imposed by European norms, also causes the development of the infrastructure for their service. The current study presents the modern requirements that this infrastructure must meet and the problems that arise during its construction.

Keywords: electric vehicles, electric vehicle charging stations, connectors, electric vehicle charging protocols, renewable energy sources.

Въведение

Електрическите превозни средства с батерии (ЕПС), сравнени с класическите с двигател с вътрешно горене (ДВГ), са доста по-опростени по отношение на обслужване и употреба. Най-простата архитектура на задвижването включва батерия с високо напрежение, електрически двигател с електронен контролер на мощността и едностепенна скоростна кутия. ЕПС са различни от хибридните електрически превозни средства (ХЕПС), които имат ДВГ и електрически двигател. При ЕПС задвижването се основава изключително на електрическата енергия, съхранявана в батерията. Те имат висока ефективност, надеждност и относително ниска цена на електрическия двигател. Основният недостатък е ниската енергийна плътност на батерията.

Възходът на електрическите превозни средства (EV) стимулира разработването на модерни системи за зареждане на автомобили, за да отговори на нарастващото търсене на устойчив транспорт. тъй като пазарът на електромобили продължава да се разширява, осигуряването на ефективна и надеждна работа на системите за зареждане на автомобили става все по-критично. Мониторингът играе ключова роля за пос-

тигането на тази цел, като предоставя данни в реално време и информация за ефективността на инфраструктурата за зареждане. Ключови компоненти на системите за зареждане на автомобили са [1, 4, 8, 9]:

- Зарядните станции.

Станциите за зареждане се предлагат в различни типове, включително бързи зарядни устройства за ниво 1 (120 V), ниво 2 (240 V) и DC.

Всеки тип има свои собствени изисквания за наблюдение, като бързите зарядни устройства от ниво 2 и DC често изискват по-сложни системи за наблюдение поради по-високите нива на мощност.

- Силовата електроника.

Инверторните системи преобразуват променлив ток от мрежата в постоянен ток, необходим за зареждане на EV. Наблюдението на ефективността и производителността на инверторите е от решаващо значение за оптимизиране на преобразуването на енергия и минимизиране на загубите.

- Комуникационните системи.

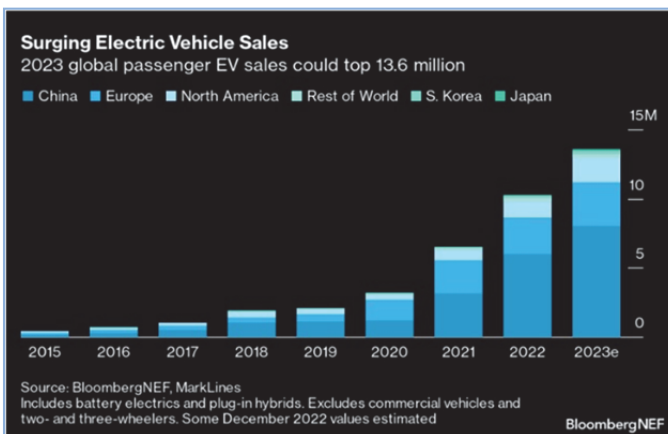
Системите за зареждане често са оборудвани с комуникационни протоколи като OCPP (Open Charge Point Protocol) за дистанционно управление и наблюдение. Осигуряването на сигурна и надеждна комуникация е от съществено значение за дистанционно наблюдение и контрол на инфраструктурата за зареждане.

- Системите за управление на енергията.

АНАЛИЗ НА ТЕНДЕНЦИИТЕ В ПРОДАЖБИТЕ И ИНФРАСТРУКТУРАТА НА ЕЛЕКТРОМОБИЛИ

- *Развитие на Пазара на Електромобили*

Прогнозите за пазара на електромобили предвиждат значително ускоряване на темповете на растеж в продажбите през следващите години.



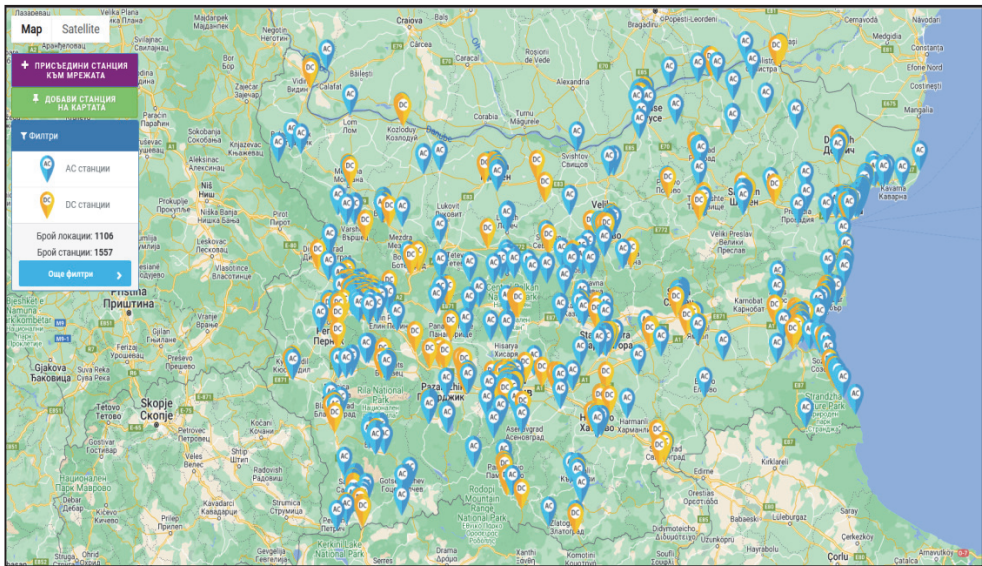
Фиг. 1.

Анализът на пазарните тенденции сочи, че общите продажби на електромобили на световно ниво ще достигнат приблизително 12 милиона единици през 2023 година, като се очаква този брой да нарасне до над 15 милиона през 2025 година. Това увеличение е индикатор за значително нарастване на потребителския интерес и приемане на електромобилите като предпочитан вид транспорт [2, 3, 5, 6, 7].

По данни на МВР към 1 февруари 2023 г. в България има регистрирани следните видове ел. превозни средства, по категории:

- Електрически автомобили – 6605 бр.;
- Електрически мотоциклети – 2247 бр. (вкл. категория четириколесни ПС);
- Електрически товарни – 357 бр.;
- Електрически автобуси – 331 бр.;
- Други – 3 бр.;

Общо – 9543 бр. ел. превозни средства (Фиг. 2).



Фиг. 2. Официална карта на зарядни станции за електрически автомобили в България. [<https://vsichkotok.bg/>]

▪ **Динамика на Цените**

Според научните изследвания последните няколко години са отбелязани с постоянен ръст на цените на електромобилите. Въпреки това, текущите наблюдения и анализи предполагат, че върхът на цените е бил достигнат и се очаква тенденцията оттук нататък да бъде към понижение на цените. Това включва както нови, така и употребявани електромобили, което е от съществено значение за достъпността и приемането на електромобилите от широкия потребителски пазар.

▪ **Потребителско Възприятие**

Потребителите активно следят тези тенденции и изразяват оптимизъм относно бъдещото развитие на пазара на електромобили. Възможността за намаляване на цените създава положителни очаквания за повишаване на достъпността и удобството при закупуване на електромобили.

▪ **Развитие на Инфраструктурата за Зареждане**

Относно инфраструктурата за зареждане на електромобили, се наблюдава значително разширяване, стимулирано от увеличените държавни инвестиции. Тази тенденция се отразява в повишаването на достъпността и удобството на зареждане, което е ключов фактор за подкрепата на растежа на пазара на електромобили.

В таблица 1 са представени данни за налични търговски зарядни станции на територията на България. В тази данни не са включени зарядните станции за собствени нужди, които са монтирани в предприятията.

Данните са към февруари месец 2023 г. За период от август 2022 до февруари 2023 г. се отчита 25 % ръст на присъединените зарядни станции. (<https://www.ecars.bg>).

Таблица 1

Оператор	Локации	Станции	AC	DC
ElDrive	171	307	156	151
Fines Charging	88	111	38	73
EVPoint	55	104	104	
eCars	65	71	71	
Voltspot	48	56	56	
Pro Credit Bank	46	58	58	
KIA Hypercharge	33	34	26	8
Gigacharger	28	32	32	
Varna Charging	22	22	22	
Wink Charging	15	16	16	
Kaufland	15	15		15
GPStation	12	12	11	1
Bullcharge	6	19	18	1
EVN	6	6	5	1
Travel By Electric	3	4	4	
Общо операторски	610	867	617	250
Hoteli и други	141	151	129	22
Общо	751	1,018	746	272

II. ВИДОВЕ ЗАРЯДНИ СТАНЦИИ СПОРЕД ПРИЛОЖЕНИЕТО

Зарядните станции за електрически превозни средства в зависимост от приложението са обединени в три категории:

- Домашното зареждане за лични превозни средства. Оборудването се използва без специален контрол на данните, най-често без събиране на статистическа информация.

От 2021 г. се насърчава свързването на „интелигентни“ домашни станции към една „Интелигентна мрежа“. Това е необходимо за събиране на данни на сървър за разумно потребление на енергия и по-ниски разходи за собственика.

- Частни станции за зареждане на електрически превозни средства. Изграждат се за да поддържат заредени превозните средства на дадена компания или групи от компании с един собственик, без достъп за други. Подобна схема се използва в САЩ.

Подобно на „домашните“, те се купуват и инсталират „за себе си“. Но основната разлика между частното таксуване е, че те са фокусирани върху оптимизирането на амортизационните разходи на компанията за транспорт. Следователно, оборудването трябва да може да събира статистическа информация, да управлява данни и да предоставя възможност за дистанционно управление на целия процес в реално време.

- Обществени зарядни станции, предназначени за общо ползване. Те могат да бъдат наречени „електрически бензиностанции“, достъпни са за всички собственици на електрически превозни средства.

Такива станции почти винаги са оборудвани със системи за наблюдение на данни (за електричество), безопасност и самонаблюдение на поддръжката (събиране на данни, за да се разбере кога нещо трябва да се поправи). На потребителите на обществени станции за зареждане на EV обикновено се предлага приложение за смартфон за лесно управление на зареждането.

Има два основни типа зарядни устройства за електрически превозни средства: станции за зареждане с променлив ток и станции за зареждане с постоянен ток.

- Батериите на електрическите превозни средства могат да се зареждат само с постоянен ток, докато по-голямата част от мрежовото електричество идва от мрежата под формата на променлив ток. Поради тази причина повечето електрически превозни средства имат вграден AC/DC преобразувател, известен като „бордово зарядно устройство“.

- В станция за зареждане с променлив ток променливотоковото захранване от електрическата мрежа се подава към това вградено зарядно устройство, което го преобразува в постоянен ток, за да презареди батерията. DC зарядните устройства осигуряват зареждане с по-висока мощност (което изисква много по-големи AC/DC преобразуватели) чрез вграждане на преобразувателя в станцията за зареждане вместо в превозното средство, за да се избегнат ограниченията по размер и тегло. След това станцията доставя постоянен ток директно към автомобила, заобикаляйки вградения преобразувател.

Повечето съвременни модели електрически превозни средства могат да се захранват от AC или DC захранване.

Всички компании се опитват да се придържат към определени стандарти, но има компании, които създават свои собствени конектори и типове станции за зареждане. Ярък пример за това е Tesla с нейния Supercharger.

Има 4 основни вида зарядни станции за обща употреба:

- РЕЖИМ 1

Този тип зареждане използва променлив ток. Мощността е малка, токът е 16 А, напрежението 240 V. Общата мощност е ~4 kW (пикова мощност). Използва само една фаза, работи от битова мрежа (достатъчен е контакт). Цялата система за зареждане се състои от обикновен кабел и адаптер за относително сигурна връзка, което я прави най-достъпната и най-простата досега. Въпреки това този тип е най-опасният сред всички останали.

- РЕЖИМ 2

Това е по-често срещан стандартен режим. Мощността на зарядното устройство е по-висока – вече 32 А и 240 V. Общата мощност е 7,5 kW (също е пикова мощност), което е поне 2 пъти по-високо от това на първия тип. Тук също се използва една фаза. Режимът е по-сигурен, тъй като има по-разширена защита. Поради факта, че системата е по-мощна и сигурна, нейната цена е и по-висока, което я прави по-малко достъпна.

- РЕЖИМ 3

Това е най-мощният тип зареждане, който използва променлив ток. Използва се за бързо зареждане на електрически превозни средства, има 3 фази, ток 63 А и напрежение 690 V. Мощността на бързото зареждане е 43 kW.

- РЕЖИМ 4

Режимът е за бързо зареждане, но за разлика от режим 3 използва постоянен ток. Този стандарт няма фиксирана мощност, той използва напрежение от 600 V и ток до 400 А. Благодарение на това се постига мощност до 240 kW. В момента това е най-бързият тип зареждане.

Основните видове конектори са:

- **Тип 1 (J1772)** – Фиг. 3.

Обществото на автомобилните инженери на САЩ (SAE) разработи стандарта за пет-пинов конектор J1772 още през 2009 г., предназначен за AC зареждане. Това е най-универсалният конектор, наличен в почти всяко електрическо превозно средство. С цел по-нататъшна унификация в края на 2012 г. беше въведен актуализиран конектор на стандарта J1772. Конструкцията му осигурява възможност за зареждане на батерии на електрически превозни средства с променлив, постоянен или двата вида електрически ток едновременно.

Новият конектор е старият пет-пинов конектор с добавен DC щепсел. По този начин електрически превозни средства от предишни години на производство могат да се свързват към нови терминали за зареждане без допълнително преоборудване.

Актуализираният стандарт J1772 също така определя нивата на напрежение, приложени към конектора, и изисква инсталирането на допълнителни функции за безопасност, които позволяват свързване и изключване на конектор, който може да съдържа контакти с високо напрежение при всякакви метеорологични условия.

Известен е още като конектор SAE. Този конектор се използва главно в САЩ и Япония. Разполага с 5 контакта за свързване към превозното средство и го зарежда в режим 1 и режим 2.

Примери за превозни средства, използващи този конектор: Audi A3 e-tron; Ранни модификации на BMW i3; BMW i8, 330e и X5e; Mercedes Benz C-Class C350 e и S500 e; Nissan Leaf 24 и 30; Хибриди Porsche Cayenne и Panamera.

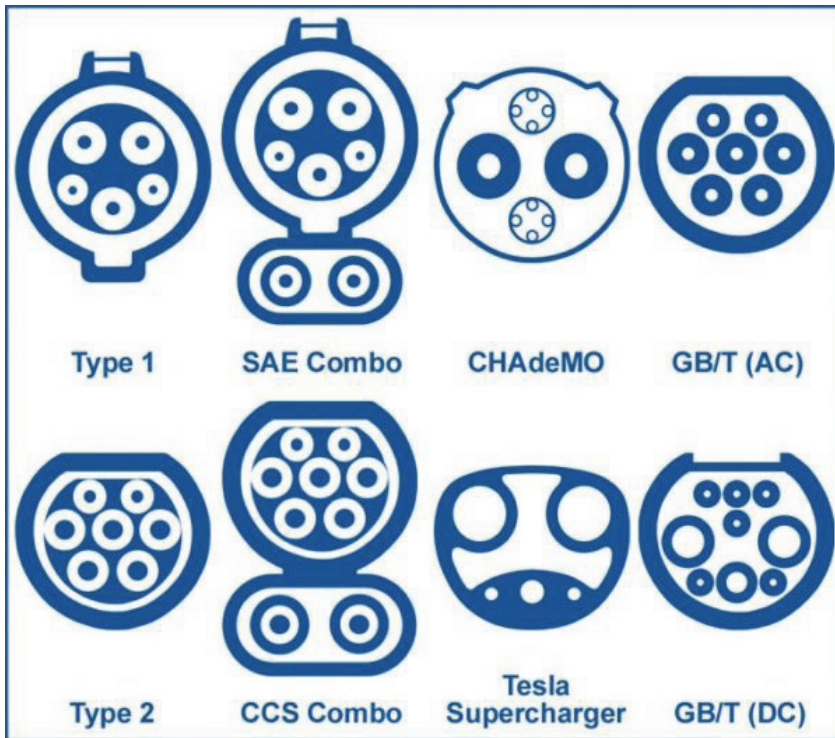
- **Тип 2 (Mennekes)** – Фиг. 3.

През 2013 г. Европейската комисия за развитие на устойчив транспорт прие нов стандарт за конектори за електрически автомобили – тип 2, или Mennekes (по името на компанията разработчик). Този конектор все още се счита за най-често срещаният в Европа.

При монофазния вариант максималната мощност е същата като при Тип 1 - 7,4 kW. Но в трифазната версия (380 V) домашните станции развиват до 22 kW, а специализираните инсталации за зареждане – до 43,5 kW.

В САЩ се предлага модифицирана версия за Tesla с мощност на зареждане до 120 kW. Превозни средства, използващи този конектор: Hyundai Ioniq; Kia Soul EV; Opel Ampera-e (само монофазна връзка); Рено Зоуи; Европейска и американска Tesla.

За разлика от първия, той е насочен към всички европейски страни и също така използва не 5, а 7 контакта. Този конектор може да използва трифазна мрежа, благодарение на която поддържа режим 3.



Фиг. 3. Типове конектори.

▪ **CHAdeMO (charge de move)** – Фиг. 3

Асоциацията CHAdeMO е основана през 2010 г. от Токийската енергийна компания (TEPCO), автомобилните производители Nissan, Mitsubishi и Subaru, а по-късно към тях се присъединява Toyota.

Мощността на зареждане варира от 50 kW до 100 kW, което позволява да се зареди батерията до 80% капацитет за половин час. Зарядните станции CHAdeMO се предлагат в Япония, Европа и САЩ. Но последните решения на американци и европейци да одобрят собствените си стандарти очевидно целят да изместят CHAdeMO от пазара. Този конектор се използва само от четири японски компании: Nissan, Toyota, Subaru и Mitsubishi. Използва само 2 пина и режим 4 за зареждане.

CHAdeMO е двупинов DC конектор за зареждане с максимално напрежение 500 V, ток 125 A и мощност до 200 kW (от 2018 г. има и стандарт 2.0 с мощност до 400 kW). Тази система е разработена от големи японски производители на автомобили в сътрудничество с TEPCO. Широко използван не само в Япония, но и в Щатите и Европа.

Примери за превозни средства, използващи този конектор: Kia Soul EV; Nissan Leaf 1 и 1.1; Nissan e-NV200; Ситроен Берлинго; Renault ZOE ZE; Smart ED; Tesla Model S; Мерцедес B250E; Субару; Тойота; Мицубиши; Мазда.

▪ **SAE Combo** – Фиг. 3

Това е американски стандарт, който може да се превърне в единен стандарт на бъдещето. Той, подобно на своя предшественик Тип 1, се използва главно в САЩ, но има съществена разлика: използва два вида ток едновременно (AC и DC). За разлика

от своя предшественик Type 1, той може да използва не само режим 1 и режим 2, но и режим 3, което го прави по-мощен.

▪ **CCS Combo Тип 2** – Фиг. 3.

Конекторът CCS е вид конектор тип 1/тип 2 с два допълнителни захранващи контакта и възможност не само за зареждане на батерията с променлив ток (200–500 V), но и с функция за бързо зареждане с постоянен ток – до 170 kW.

Конекторите CCS Combo са различни в Европа, САЩ и Япония.

В Стария свят предлагат конектора Combo 2, съвместим с Mennekes, а в САЩ и Япония предлагат Combo 1, който е разработен на базата на Type 1 (J1772). CCS Combo 2 е един от най-разпространените в станциите за бързо зареждане в Европа, заедно с CHAdeMO.

Примери за превозни средства, използващи този конектор: Volkswagen e-Golf и ID; KIA Ниро; Hyundai eSUV; Daimler EQ; Focus Electric.

Това е европейски стандарт, който използва AC и DC ток, може да се използва тип 2 заедно с тип 4. Благодарение на това той може да се използва както за бавно, така и за бързо зареждане. Конекторът съдържа два допълнителни контакта.

▪ **GB/T 20234** (Фиг. 3)

Този стандарт често се нарича просто GBT. Използва се само в електрически превозни средства, произведени в Китай. Изглежда много подобен на европейския Mennekes, но всъщност технически е абсолютно несравним с него, въпреки че зарядни станции GBT понякога се срещат както в Европа, така и в САЩ. Освен това има два вида GBT конектори – за зареждане с променлив ток и постоянен ток.

Примери за превозни средства, използващи този конектор: Zotye E200 EV и Z500 EV; JAC iEV6E; DongFeng E30L; BYD E6 и други китайски компании.

▪ **Безжично зарядно устройство**

Към момента много малък брой производители на автомобили поддържат този тип зарядни устройства поради ниската им мощност и не високата им ефективност.

Подобно на безжичните зарядни устройства за смартфони, тези устройства също са базирани на принципа на магнитната индукция. Базовата станция е монтирана на специален паркинг (или във собствен гараж), а приемникът е монтиран под дъното на електрическия автомобил.

Към момента огромен брой компании експериментират с този тип зарядно устройство, като „профил“ Plugless, WiTricity, Evatran, BMW автомобили, Volvo, както и други, които имат електрически превозни средства в своята моделна линия.

Но най-интересното приложение на тази технология е възможността за зареждане на електрически влакове в движение. В редица държави, особено във Великобритания, се изграждат експериментални маршрути със специални ленти за непрекъснато зареждане.

Все още няма обща международна класификация на оборудването за зарядни станции за електрически превозни средства.

Има два опита за стандартизация:

▪ Американски (три нива на таксуване „Ниво 1-3“, разделени по сложност, за да се разберат инвестиционните разходи;

▪ Европейски (четири режима на зареждане „Mode 1-4“ [пример EVlink], разделени на мощност – скорост на зареждане).

Първите стандарти за оборудването за зарядни станции за електрически превозни средства са приети в САЩ и там те са разделени на три нива с префикс Level.

▪ **Ниво 1.** Зареждането с начално ниво включва конвенционални системи, които са подобни на домашните зарядни устройства, работещи с променлив ток. Използвайки такива устройства за 60 минути може да се зареди електромобил до ниво, което ще осигури двадесет до четиридесет километра пробег. Повечето електрически превозни средства се зареждат от първото ниво за 8-12 часа.

▪ **Ниво 2.** Тези зарядни устройства са свързани към стандартно захранване и по скорост са приблизително два пъти по-бързи от устройствата от ниво 1. Средното време за пълно „зареждане“ на една батерия е 4-6 часа.

▪ **Ниво 3.** На третото ниво има бързи зарядни устройства за постоянен ток: 480 V/135 kW. Това е рядкост в страните от ЕС и това оборудване е предназначено предимно за електрически автомобили Tesla, чието задвижване ще се зарежда до 80% само за 30-40 минути.

▪ **Зареждане на TESLA SUPERCHARGER.** Това е отделен тип, който приблизително съответства на най-мощните американски електрически зарядни устройства от трето ниво. Използва се само за моделите на марката Tesla. Оборудването е в състояние да зареди батерията наполовина само за двадесет минути, а за да я доведе до 80 процента заряд, ще са необходими четиридесет минути. Останалите 20% ще бъдат събрани за 35-40 минути. Максималната мощност на Tesla Supercharger е 135 kW DC.

В Европа разделянето не е по нива, а по режими – общо четири са използваните режими.

▪ **Режим 1.** Това са станции с най-ниска мощност, могат да се захранват от битова електрическа мрежа. В този режим електрическите превозни средства ще се зареждат за 10-12 часа. Режим 1 е подобен на ниво 1 и практически не се използва за зареждане на съвременни електрически автомобили.

▪ **Режим 2.** Този режим включва стандартно климатично оборудване, използвано както в ежедневието, така и на бензиностанциите. Режим 2 е подходящ за почти всяка електрическа машина, с традиционен конектор и защита, интегрирани в кабела. Една обикновена електрическа кола може да бъде „заредена“ за осем часа.

▪ **Режим 3.** Това е най-мощния режим на AC зарядни устройства. Съвместим е с конектори Тип 1 (SAE J1772) за 1-фазни вериги и Тип 2 за 3-фазни вериги. Продължителността на зареждането има много широк времеви диапазон: от няколко минути до три до четири часа.

▪ **Режим 4.** Това високоскоростно оборудване използва постоянен ток. Капацитетът за съхранение на средно електрическо превозно средство се възстановява с осемдесет процента за половин час, но тези устройства имат и много съществен недостатък – висока цена.

▪ **Combined Charging System**

През май 2012 г. осем от най-големите европейски и американски производители (Audi, BMW, Chrysler, Daimler, Ford, General Motors, Porsche, Volkswagen) обявиха, че ще се използва единен стандарт за комбинирана система за зареждане за всички електрически превозни средства, които произвеждат. Този тип конектор позволява зареждане във всеки от четирите режима, предвидени от международния стандарт IEC 62196-2:

- бавно зареждане от домашен контакт;
- бавно зареждане от домашен контакт чрез кабел с вградено защитно устройство;
- бавно или бързо зареждане чрез специален конектор с функции за контрол и защита на заряда;
- бързо зареждане от външно зарядно.

Така електрическо превозно средство, оборудвано с конектор за комбинирана система за зареждане, може да бъде свързано към всякакви мрежи и станции за зареждане.

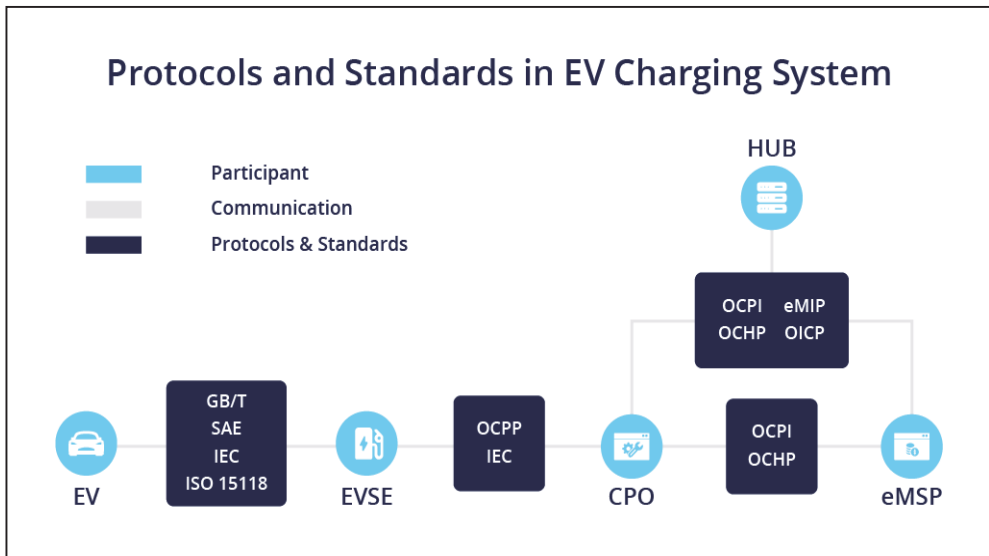
Стандарт IEC 62196-2

Този международен стандарт определя видовете електрически конектори и режимите на зареждане за електрически превозни средства. Изисква наличието на механизъм, който изключва електрическата верига в случай на неразрешено стартиране на движение на електрическо превозно средство със свързан кабел.

Стандартът се поддържа от Международната електротехническа комисия. Въпреки това, IEC 62196-2 не определя физическите размери на електрическите съединители. Стандартът определя три вида електрически конектори и четири вида режими на зареждане за батерии на електрически превозни средства.

Тъй като индустрията за електрически превозни средства се развива, глобалните стандартите за зарядни устройства за EV и оперативната съвместимост стават все по-широко разпространени.

Стандартизираните протоколи за зареждане са критични за ефективната и безопасна комуникация в екосистемата за зареждане на EV. Те помагат на CPO, EMSP, EV регулаторите и EV шофьорите да опростят процесите за контрол на достъпа и управление на натоварването.



Фиг. 4.

Различните участници в системата за таксуване на EV, които комуникират помежду си въз основа на протоколи са:

Оператор на точка за зареждане на CPO. Управлява мрежа от точки за зареждане.

- EMSP Доставчик на услуги за електронна мобилност. Предоставя на водачите на електромобили достъп до услуги за зареждане.
- Втулка Свързва множество CPO към множество EMSP.

- SCSP Доставчик на услуги за интелигентно зареждане. Предоставя услуги за интелигентно зареждане на други страни.
- Национална точка за достъп на NAP. Предоставя достъпна база данни за всички (публични) места за зареждане.
- NSP доставчик на навигационни услуги. Предоставя информация за местоположението на шофьорите на EV, за да намерят точки за зареждане.
- CPO таксува eMSP за разходите за таксуване на сесиите. Отделно, EMSP ще таксува водача на EV за цената на сесията. CPO не определя директно цените за крайния шофьор.

На Фиг. 4 са показани протоколи и стандарти в система за зареждане на EV.

Протоколите за зареждане на EV имат следните значения:

- Оперативна съвместимост: Те осигуряват оперативна съвместимост между различни доставчици на EV инфраструктура, позволявайки на широка гама от EV да използват едни и същи станции за зареждане и лесно интегриране на различни хардуерни и софтуерни системи.
- Комуникация и споделяне на данни: Те подобряват координацията между участниците, като структурират комуникациите и позволяват сигурен, ефективен обмен на критична информация, включително данни за фактуриране, потребителски идентификационни данни и технически директиви.
- Безпроблемни транзакции: Те опростяват процеса на плащане за водачите на електромобили, улеснявайки бързите и лесни транзакции по време на сесии за зареждане.
- Мониторинг: Те наблюдават ключови параметри по време на зареждане, за да намалят рисковете чрез улесняване на комуникацията и обmena на данни между EV, станцията за зареждане и централната система за управление на енергията.
- Интелигентно зареждане: Те оптимизират процеса на зареждане за електрически превозни средства, като правят динамични корекции въз основа на мощността на мрежата и цените на електроенергията, като помагат за подобряване на енергийната ефективност.
- Свързване и зареждане: Те са оборудвани с функции, които автоматично започват да се зареждат, когато автомобилът е свързан към зарядното устройство, което го прави по-удобно за потребителите и намалява загубата на време.
- Сигурност: Те налагат стандарти за сигурност, като се занимават с проблеми с физическата и кибер сигурността, за да защитят превозни средства, пътници и данни от потенциални опасности.

Централна система - Протоколи за зарядно за електромобили

Тези стандарти и протоколи обхващат комуникацията между централните системи за зареждане на EV и станциите за зареждане, главно за наблюдение и управление на инфраструктурата.

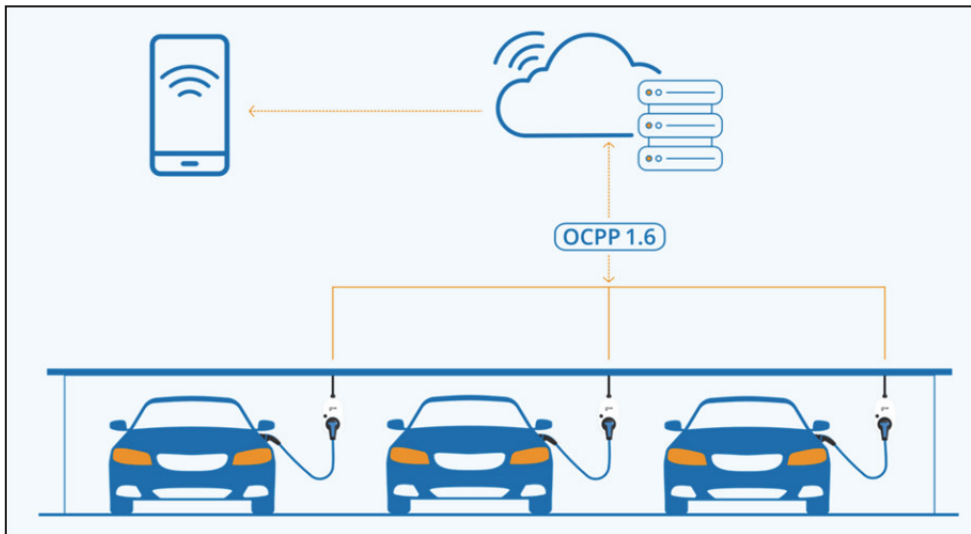
Примери за комуникация (Централна система – зарядна станция):

- Едната страна иска операция (например стартиране на зареждане), а другата я потвърждава или отказва.
- Едната страна съобщава състоянието си на другата (например конекторът е достъпен за зареждане).
- Едната страна изпраща обобщена информация за натрупване на другата страна (например CPO изпраща обобщена информация за eMSP).

OCPP

Open Charge Point Protocol (OCPP) е комуникационен протокол между станциите за зареждане на EV и централна система за управление (Фиг. 5). Това е безплатен за използване протокол, широко използван от различни производители по целия свят.

Той е създаден от Open Charge Alliance (OCA) за пазара на EV инфраструктура и се превърна в задължителен стандарт за осигуряване на оперативна съвместимост между производителите на зарядни устройства за EV, операторите на мрежи за зареждане и доставчиците на софтуер.



Фиг. 5.

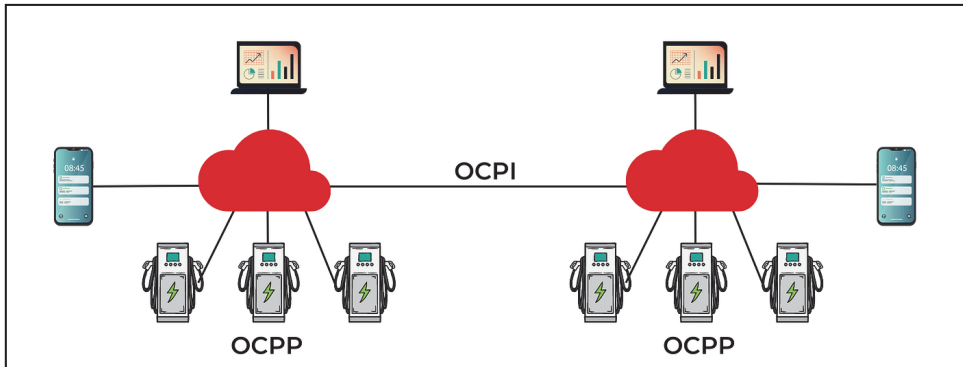
Протоколи за роуминг на зарядно за електромобили

Тези протоколи за роуминг дефинират различни операции между CPO и EMSP. Най-често срещаните примери са: търсене на зарядни устройства от други оператори, оторизиране на драйвери, управление на сесии и много други.

OCPI

Open Charge Point Interface (OCPI) е комуникационен протокол за зареждане на EV между CPO и EMSP, позволяващ директна комуникация (Фиг. 6). Комуникацията може да се извърши и чрез хъб, свързващ множество CPO, EMSP и т.н.

О.С.Р.І. позволява на шофьорите на EV да използват всяка станция за зареждане, независимо дали са CPO или EMSP. В този протокол участниците могат да бъдат CPO, EMSP, хъбове, национални точки за достъп (NAP), национални доставчици на навигация (NSP) и доставчици на услуги за интелигентно таксуване (SCSP).



Фиг. 6.

ОІСР

Отвореният InterCharge Protocol (OICP), разработен от Hubject през 2012 г., позволява оперативна съвместимост на инфраструктурата за зареждане (Фиг. 7).



Фиг. 7.

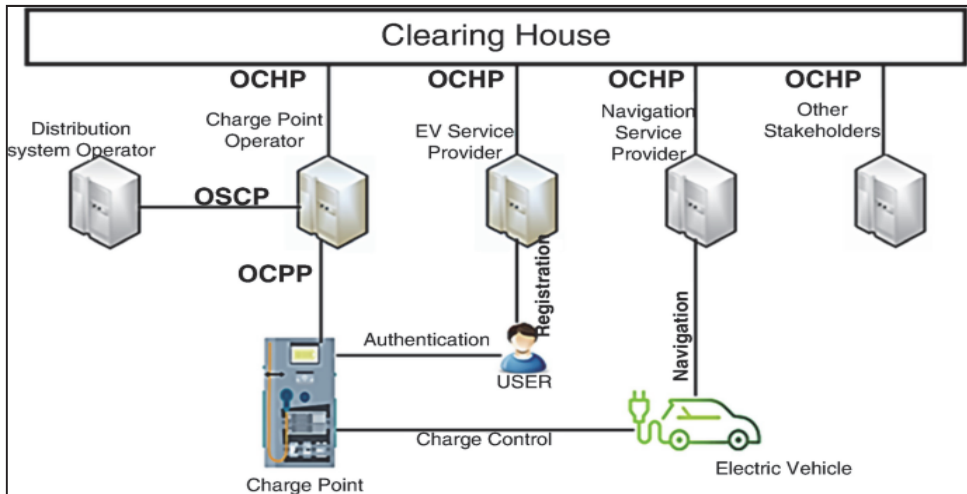
Този протокол предоставя стандартизирани средства за CPO и EMSP за комуникация и обмен на критична информация.

С OICP потребителите могат лесно да намерят и получат достъп до точки за зареждане. Те могат също така да прегледват динамични данни за тези местоположения, включително наличност в реално време и информация за цените, и могат лесно да инициират и прекратяват сесии за таксуване.

Принципът на работа на OICP е различен от OCPI. Докато OCPI позволява директна комуникация между CPO и EMSP, OICP маршрутизира всички комуникации през една платформа Hub, служейки като централна точка за комуникация за всички транзакции и взаимодействия. Този уникален подход позволява рационализирана и ефективна комуникация в мрежата за зареждане на EV.

ОСНР

Open Clearing House Protocol (ОСНР) свързва участниците в EV в областта на инфраструктурата за зареждане на електрически превозни средства (Фиг. 8).



Фиг. 8.

Този протокол улеснява обмена на данни между вътрешните системи на участниците и клиринговата система.

ОСНР все още е в процес на разработка, но много EMSP в Европа и Северна Америка вече го използват. Последната версия на ОСНР е 1.4.

eMIP

eMobility Interoperation Protocol (eMIP) е отворен комуникационен протокол, разработен от GIREVE (Франция). Той улеснява сътрудничеството между операторите на точки за зареждане (CPO) и доставчиците на услуги за електронна мобилност (EMSP).

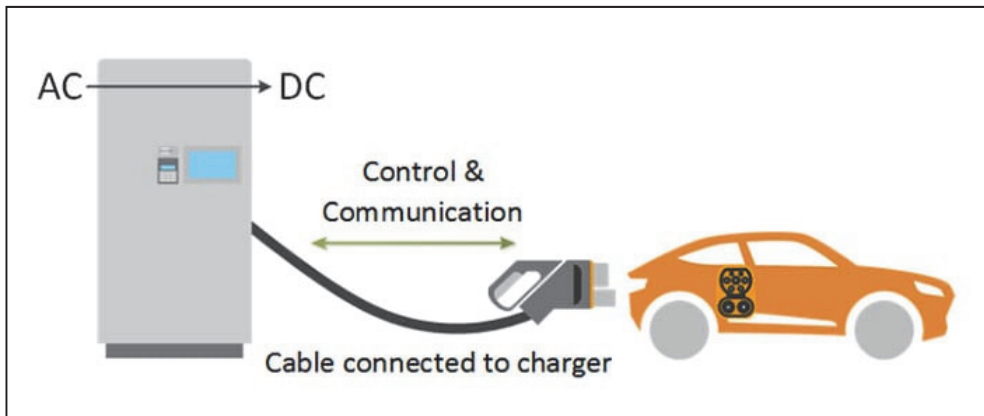
IEC 61851

Стандартът IEC 61851 определя международни изисквания за проводими системи за зареждане на електрически превозни средства.

Този стандарт е разделен на раздели, всеки от които разглежда различен аспект: общи системни изисквания, типове конектори, критерии за тестване и сертифициране.

Този протокол се прилага както за централната система – протоколи за таксуване на EV, така и за протоколи за роуминг.

Забележително е, че обхваща множество области в един документ, тъй като е разделен на секции. Всеки раздел обхваща различен аспект: общи системни изисквания, типове конектори, критерии за тестване и сертифициране.



Фиг. 9.

ISO 15118 Plug and Charge

ISO 15118 е международен стандарт за зареждане на електрически превозни средства, публикуван през 2013 г. от Международната организация по стандартизация (ISO) и Международната електротехническа комисия (IEC).

Този протокол установява комуникационен интерфейс за електрически превозни средства и инфраструктура за зареждане, улеснявайки двупосочния поток на енергия между електрическите превозни средства и мрежата. Той подобрява процеса на зареждане, като осигурява безпроблемна комуникация между електрическите превозни средства и конекторите на зарядните станции, критериите за тестване и сертифициране.

Основни характеристики на стандарта ISO 15118:

- Включете и заредете: Автоматизира процеса на удостоверяване и оторизация за зареждане, елиминирайки необходимостта от намеса на водача.
- Интелигентно зареждане: Позволява динамично взаимодействие между EVs и станции за зареждане, договаряне на тарифи и графици за зареждане въз основа на мрежовите условия и нивата на зареждане на батерията на EV.
- Vehicle-to-Grid (V2G): Поддържа способността на електрическите превозни средства да изхвърлят енергия обратно в мрежата, което допринася за стабилността на мрежата и по-ниските разходи за енергия.

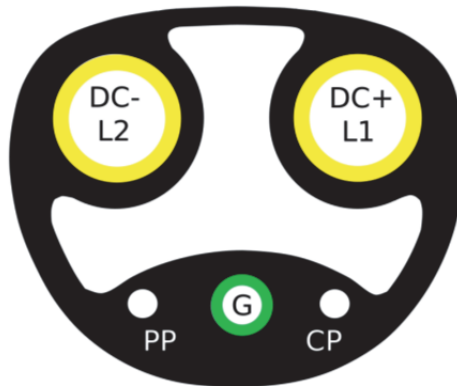
CCS

Комбинираната система за зареждане (CCS) е основен стандарт за зареждане на електрически превозни средства, включително зареждане с променлив и постоянен ток, комуникация между станции за зареждане на EV и превозни средства, споделяне на натоварването, удостоверяване, разрешение за зареждане и конектори на превозни средства (конектори в края на кабелите за зареждане и свързани входове в автомобили).

„Комбиниран“ означава добавяне на бърз постоянен ток към AC конекторите тип 1 и тип 2, създавайки конектори CCS1 и CCS2. Тези конектори могат да осигурят мощност до 350 kW. Докато CCS1 е стандартът в Северна Америка, CCS2 преобладава в Европа.

NACS

От 2012 г. Tesla оборудва всичките си превозни средства в Северна Америка с този конектор, включително DC Superchargers и Tesla Level 2 стенни конектори за зареждане у дома и на дестинации.



Фиг. 10.

Ето защо протоколът за стандарт за зареждане в Северна Америка (NACS) е толкова популярен. Той осигурява както AC, така и DC зареждане чрез компактен щепсел, който използва едни и същи шифтове за двата вида зареждане и поддържа до 1 MW DC мощност.

Като се има предвид доминиращата позиция на Tesla на пазара на електромобили в Северна Америка и нейната широка мрежа за зареждане на електромобили с постоянен ток в САЩ, NACS се превърна в най-широко използвания стандарт.

Протоколът NACS е ориентиран към бъдещето стандарт за зарядно за EV, който подобрява зареждането на EV в Северна Америка, насочен към подобряване на потребителското обслужване, намаляване на разходите и насърчаване на иновациите.

CHAdeMO

CHAdeMO Стандартът за бързо зареждане е широко разпространен в Азия, особено в Япония и Китай.

То е по-бързо от зареждането с променлив ток, защото може да захранва директно батерията на EV чрез зареждане с постоянен ток. 8Със зареждане CHAdeMO EV може да измине до 100 мили за 20 минути.

ChaoJi

ChaoJi, синоним на CHAdeMO 3.0, представлява пионерски напредък в технологията за зареждане с ултра висока мощност за електрически превозни средства (EV). Този протокол е предназначен да осигури изключителни възможности за зареждане, фокусирани върху висока мощност и бързо зареждане.

SAE J1772

SAE J1772 или конектор тип 1 (IEC 62196 тип 1) е северноамерикански стандарт за конектори за електрически превозни средства, поддържан от SAE International. Може да зарежда с еднофазен променлив ток при различни скорости, от 1,44 kW за преносими устройства до 19,2 kW за оборудване с твърд кабел, базирано на 5-пиновия протокол J1772.

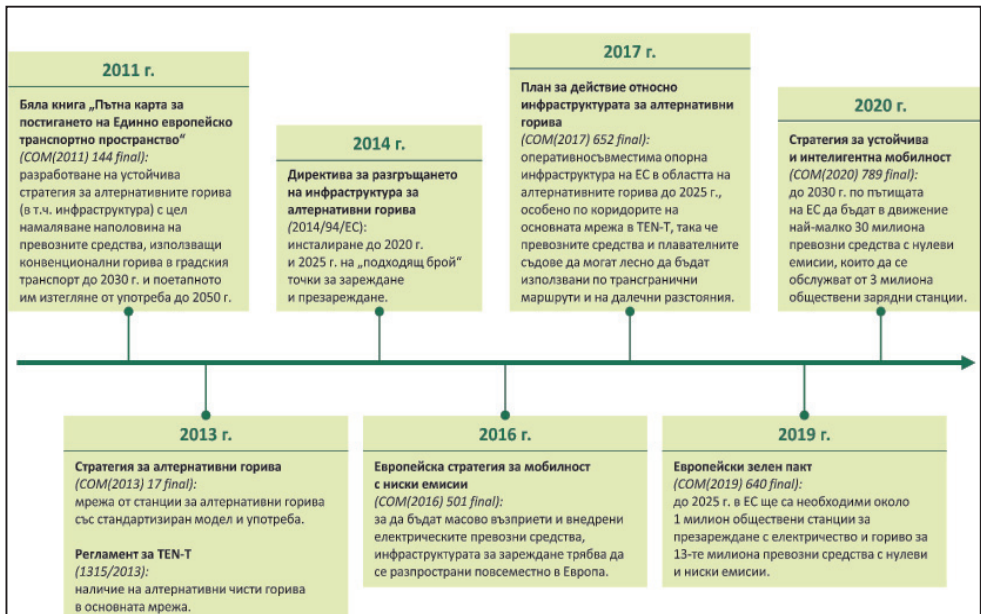
GB/T

Стандартът за зарядно устройство GB/T принадлежи към поредица от стандарти GB/T, по-специално GB/T 20234, които регулират бързото зареждане с променлив и постоянен ток на електрически превозни средства в Китай.

Има предложение се отнася до създаването на нов регламент за разгръщането на инфраструктура за алтернативни горива. Новият регламент ще отмени Директива 2014/94/ЕС на Европейския парламент и на Съвета за разгръщането на инфраструктура за алтернативни горива (Фиг. 11).

Целта на настоящата инициатива е да се гарантира, че е разполагаема и използваема гъста и широкообхватна мрежа от инфраструктура за алтернативни горива в целия ЕС. Всички ползватели на превозни средства с алтернативно гориво (включително плавателни съдове и въздухоплавателни средства) трябва да могат да се придвижват лесно в ЕС по основната инфраструктура, като например автомагистрала, пристанища и летища. Конкретните цели са: 1) осигуряване на минимална инфраструктура, за да се подпомогне необходимото навлизане на превозни средства, използващи алтернативни горива, за всички видове транспорт и във всички държави членки, за да бъдат постигнати целите на ЕС в областта на климата; 2) осигуряване на пълната оперативна съвместимост на инфраструктурата; и 3) осигуряване на пълна информация за ползвателите и подходящи възможности за плащане.

Навлизането на повече превозни средства, задвижвани с водород, и на задвижвани с акумулаторна батерия електрически превозни средства в автомобилния парк на ЕС също е важна част от водородната стратегия на Комисията и от стратегията за интеграция на интелигентна енергийна система; недостатъчната наличност на съответната инфраструктура за превозни средства би застрашила постигането на тези амбиции [10, 11, 12, 13].



Фиг. 11. Документи за политиките на ЕС относно инфраструктурата за алтернативни горива.

В член 5 се предвиждат допълнителни разпоредби за гарантиране на удобството за ползване на инфраструктурата за зареждане с електроенергия. Това включва разпоредби относно възможностите за плащане, прозрачността на цените и информацията за потребителите, недискриминационни практики, интелигентно зареждане и правила за указването със знаци на подаването на електроенергия до зарядни точки

Прилагането в държавите членки следва да гарантира, че са инсталирани достатъчно на брой публично достъпни зарядни точки, по-специално в станциите на обществения транспорт, като например пристанищни пътнически терминали, летища или железопътни гари. Следва също така да се разгърне достатъчен брой публично достъпни зарядни точки за бързо зареждане, предназначени за лекотоварни превозни средства, за да се увеличи удобството за потребителите, по-специално в рамките на трансевропейската транспортна мрежа, за да се гарантира пълна трансгранична свързаност и да се даде възможност на електрическите превозни средства да се движат в целия Съюз [14,15,16,17].

Собствениците на електрически превозни средства следва да започнат да използват в голяма степен зарядни точки в собствени помещения или на колективни паркинги в жилищни и нежилищни сгради. Въпреки че разгръщането на инфраструктура за полагане на кабели и разполагането на зарядни точки в тези сгради се регулира от Директива 2010/31/ЕС на Европейския парламент и на Съвета, държавите членки следва да вземат предвид наличието на такава частна инфраструктура, когато планират разполагането на публично достъпни зарядни точки.



Фиг. 12. Зарядни точки /ЕС и Обединеното кралство/ и целево ниво, обявено в Зеления пакт.

[<https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/electrical-recharging-5-2021/bg/>]

Инфраструктурата за зареждане с електроенергия по трансевропейската транспортна мрежа следва да бъде допълнена с публично достъпна инфраструктура за бързо зареждане в градските възли.

По-специално, тази инфраструктура е необходима за осигуряване на възможности за зареждане за камионите за доставка, както и за зареждане на мястото на местоназначение за товарните автомобили, извършващи превози на дълги разстояния, а с оглед на целта, свързана с националния автомобилен парк, следва да бъдат осигурени зарядни точки за лекотоварните превозни средства и в градските зони.

Зарядна станция е единната физическа инсталация за зареждане на електрически превозни средства.

Всяка станция има теоретична максимална изходна мощност, изразена в kW. Всяка станция има най-малко една зарядна точка, която може да обслужва едновременно само по едно превозно средство.

Броят на зарядните точки в дадена зарядна станция определя броя на превозните средства, които могат да бъдат зареждани с електроенергия в тази станция във всеки един момент.

Когато в даден момент в зарядната станция се зареждат повече от едно превозни средства, максималната изходна мощност се разпределя за различните зарядни точки, така че мощността, осигурена във всяка отделна зарядна точка, да е по-малка от изходната мощност на тази станция.

Зарядният център се състои от една или повече зарядни станции на определено място, като може да включва и намиращите се в непосредствена близост специални паркинги. За целите, определени в настоящия регламент по отношение на зарядните центрове, минималната изходна мощност, необходима за тези зарядни центрове, може да бъде осигурена от една или повече станции за зареждане с електроенергия.

Използването на интелигентни измервателни системи в комбинация с интелигентни зарядни точки може да оптимизира зареждането, което е от полза за електроенергийната система и за крайния потребител.

Държавите членки следва да насърчат използването на интелигентни измервателни системи за зареждане на електрически превозни средства на публично достъпни зарядни станции, когато това е технически осъществимо и икономически обосновано, и да гарантират, че тези системи отговарят на изискванията, определени в член 20 от Директива (ЕС) 2019/444.

„Зарядна точка“ означава стационарен или подвижен интерфейс, който позволява пренос на електроенергия към електрическо превозно средство и въпреки че може да разполага с един или няколко съединителя за да осигурява възможност за различни типове съединител, е в състояние да зарежда само по едно електрическо превозно средство в даден момент и не включва устройства с мощност по-малка или равна на 3,7 kW, чието основно предназначение не е зареждането на електрически превозни средства.

Държавите членки гарантират минимално покритие на публично достъпните зарядни точки за лекотоварни превозни средства по пътната мрежа на своята територия. С оглед на това държавите членки гарантират, че:

1. по протежение на основната трансевропейска транспортна мрежа във всяка посока на движение на максимално отстояние 60 km един от друг се разполагат предназначени за лекотоварни превозни средства публично достъпни зарядни центрове, отговарящи на следните изисквания:

- до 31 декември 2025 г. всеки заряден център разполага с изходна мощност най-малко 300 kW и включва поне една зарядна станция с индивидуална мощност от най-малко 150 kW;
- до 31 декември 2030 г. всеки заряден център разполага с изходна мощност от най-малко 600 kW и включва поне две зарядни станции с индивидуална мощност най-малко 150 kW.

2. по протежение на основната трансевропейска транспортна мрежа във всяка посока на движение на максимално отстояние 60 km един от друг се разполагат публично достъпни зарядни центрове, предназначени за лекотоварни превозни средства, отговарящи на следните изисквания:

- до 31 декември 2030 г. всеки заряден център осигурява изходна мощност най-малко 300 kW и включва поне една зарядна станция с индивидуална мощност от най-малко 150 kW;
- до 31 декември 2035 г. всеки заряден център осигурява изходна мощност най-малко 600 kW и включва поне две зарядни станции с индивидуална мощност от най-малко 150 kW.

III. ТЕХНОЛОГИЧНИ ИНОВАЦИИ В ЗАРЯДНИТЕ СТАНЦИИ

С нарастващото разпространение на електрическите превозни средства (ЕПС), технологичните иновации в областта на зарядните станции стават все по-съществени. Този раздел ще разгледа най-новите тенденции и иновации в дизайна, функционалността и ефективността на зарядните станции.

1. Интелигентни Зарядни Системи

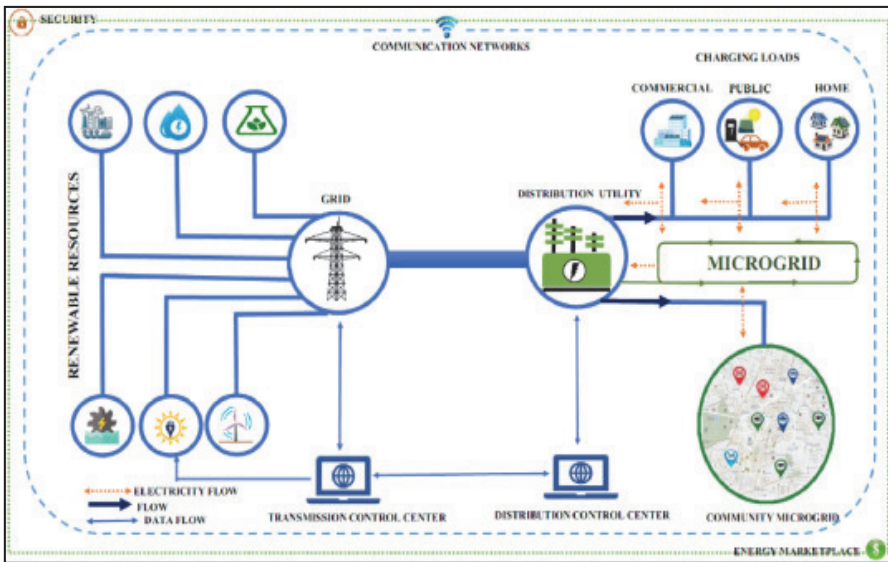
Съвременните технологии в зарядните станции включват развитие на интелигентни зарядни системи.

Тези системи включва комуникация между зарядните станции и ЕПС и по този начин автоматично регулират зарядния процес в зависимост от текущото потребление на електрическа мрежа, състоянието на батерията на превозното средство и предвидените модели на използване. По този начин се постига адаптиране на скоростта и графика на зареждане. Тази система поддържа приоритизация на зареждането в зависимост от текущото търсене и осигурява адаптивно зареждане.

2. Интеграция с Възобновяеми Енергийни Източници

Интеграцията на зарядните станции с възобновяеми енергийни източници като слънчева и вятърна енергия е ключов аспект от съвременните иновации (Фиг. 13) [1,18,19,20,21].

Това не само намалява въглеродния отпечатък на зарядните станции, но и подобрява енергийната независимост.

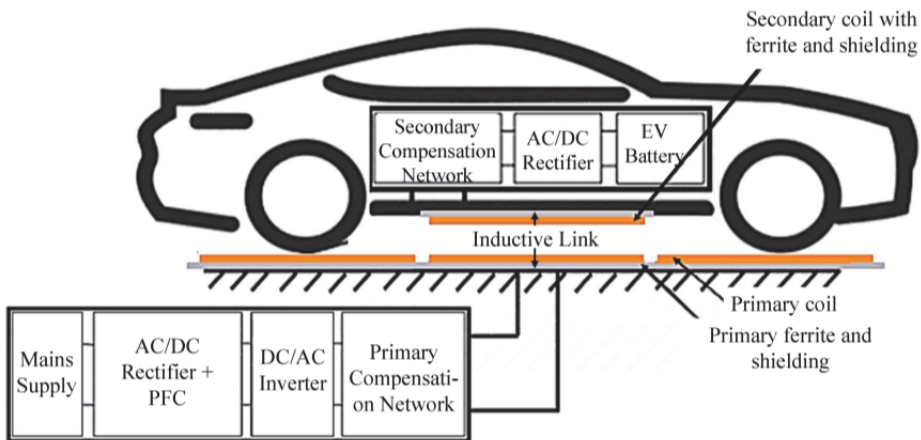


Фиг. 13.

3. Безжично Зареждане

Безжичното зареждане на електромобили е една от най-обещаващите иновации в областта на електрическата мобилност (Фиг. 14) [2, 22, 23, 24, 25].

Тази технология, която позволява зареждането на електрически превозни средства (ЕПС) без необходимостта от физическа връзка със зарядното устройство, представлява революционен ход в сектора на устойчивия транспорт. Тя не само обещава да улесни процеса на зареждане, но също така да повиши ефективността и достъпността на електрическите превозни средства, което е от съществено значение за ускоряването на прехода към по-чиста и зелена мобилност [26, 27].



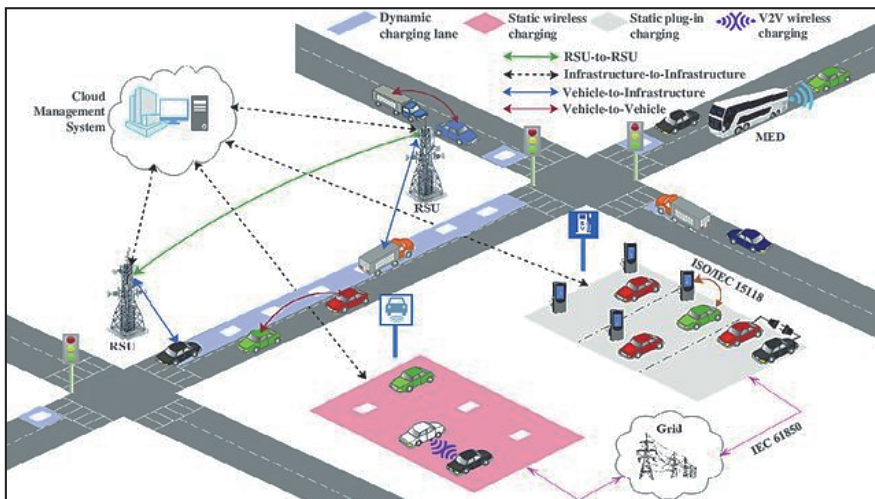
Фиг. 14.

5. Интегрирана Умна Инфраструктура

Интегрираната умна инфраструктура представлява ключов елемент в развитието и устойчивостта на електромобилността (Фиг. 15). Тя обхваща свързаността и интелигентното управление на електрическите превозни средства (ЕПС), зарядните станции, енергийните мрежи и транспортните системи. Тази интеграция осигурява повишена ефективност, безопасност и удобство за потребителите, както и спомага за оптимизиране на енергийното потребление и намаляване на въглеродния отпечатък.

Компоненти на Интегрираната Умна Инфраструктура

- **Умни Зарядни Станции:** Те са оборудвани със сензори и комуникационни технологии, които позволяват двупосочна комуникация между зарядната станция и ЕПС. Това включва функции като динамично управление на зарядните мощности, интеграция с възобновяеми енергийни източници и оптимизиране на зарядните процеси в зависимост от потребителското търсене и енергийните тарифи.
- **Комуникационни Мрежи:** Свързаността е жизненоважна за умната инфраструктура. Включва използването на технологии като 5G, IoT (интернет на нещата) и V2X (vehicle-to-everything) комуникации, които позволяват на електромобилите да обменят информация със зарядните станции, трафик контролните системи и други устройства.



Фиг. 15.

- **Интеграция с Енергийните Мрежи:** Умните електромобили и зарядни станции могат да бъдат интегрирани с енергийните мрежи, което позволява балансиране на търсенето и предлагането на енергия. Това включва технологии като Vehicle-to-Grid (V2G), които позволяват на електромобилите да връщат енергия обратно в мрежата по време на високо енергийно търсене.
- **Управление на Трафика и Паркирането:** Интеграцията с умните градски системи позволява оптимизиране на трафика и управление на паркинг пространствата. Това включва системи за управление на трафика, които регулират светофарите и информират водачите за натовареността на пътищата, както и умни паркинг системи, които идентифицират свободни паркоместа и насочват водачите към тях.

Ползи от Интеграцията

- **Ефективност и Екологичност:** Интегрираната умна инфраструктура допринася за оптимизиране на енергийното потребление и намаляване на въглеродните емисии, което е от съществено значение за устойчивото развитие на градските и транспортните системи.
- **Удобство за Потребителите:** Умните технологии предоставят на водачите информация за състоянието на тяхното превозно средство, най-близките зарядни станции, свободни паркоместа и оптимални маршрути, което улеснява и прави по-приятно използването на електромобили.
- **Подобрение на Енергийната Сигурност:** Чрез интеграция с енергийните мрежи и използването на технологии като V2G, умната инфраструктура спомага за подобряване на енергийната сигурност и намаляване на зависимостта от традиционните енергийни източници.

Литература:

1. Pranjali Barman, Lachit Dutta, Sushanta Bordoloi, Anamika Kalita, Pronamika Buragohain, Swapna Bharali, Brian Azzopardi, Renewable energy integration with electric vehicle technology: A review of the existing smart charging approaches, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 183, 2023, 113518, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113518>
2. ElGhanam, E.; Hassan, M.; Osman, A. Design of a High Power, LCC-Compensated, Dynamic, Wireless Electric Vehicle Charging System with Improved Misalignment Tolerance. *Energies* **2021**, *14*, 885. <https://doi.org/10.3390/en14040885>
3. [Elghanam, Eiman & Osman, Ahmed & Ahmed, Ibtihal. (2021). Review of Communication Technologies for Electric Vehicle Charging Management and Coordination. *World Electric Vehicle Journal*. 12. 92. 10.3390/wevj12030092.]
4. Giacomo Fal. a,b, Noussan Michel Electric vehicle charging network in Europe: An accessibility and deployment trends analysis Transportation Research Part D: Transport and Environment Volume 94, May 2021, 102813
5. Surkov M. A., Obukhov S. G., Plotnikov I. A., Sumarokova L. P., Popov M. M., Baidali S. A., Evaluation of the feasibility of using photovoltaic installations for power supply to remote consumers in the climatic conditions of the Russian North Federations // Internet journal „SCIENCE“ Volume 8, No. 4 (2016)
6. European Alternative Fuels Observatory, <https://eaf.eu> Accessed 12 Dec. 2021
7. <https://eaf.eu> Accessed 12 Dec. 2021
8. Seymenliyski K., Operational management – new challenges p. 183-191, BSU Yearbook, 2020, volume XLII, ISSN: 1311-221XV. Bobyl, A. G. Zabrodskii, S. A. Kudryashov, V. G. Malyshekin, V. M. Makarov, E. E. Terukova, A. F. Erk, Renormalized model for solar power plants economic efficiency evaluation, *Izvestiya Akademii Nauk, Energy*, No. 6, 2017
9. TS Gabderakhmanova, LB Director, Analysis of autonomous power supply schemes based on renewable sources of energy//Promyshlennaya energetika. – 2015. – No. 4. – P. 48-51
10. Energy Development Forecast for Peace and Russia 2019 / edited. A.A. Makarova, T.A. Mitrovoi, V.A. Kulagina; INEI RAN–Moscow School of Management Skolkovo – Moscow, 2019. – 210 pp. - ISBN 978-5-91438-028-8
11. S. V. Ratner, T. D. Aksyuk, Foreign experience of stimulating microgenerations based on renewable energy sources: organizational and economic aspects, Scientific and technical reports of SPbGPU. Economic sciences. Volume 10, Number 4, 2017.

12. Obretenov D– PhD; Simeon Iliev S., PhD Prospects for the development of internal combustion engines Proceedings of university of ruse – 2021, volume 60, book 4.3 FRI-2.209-1-TMS-05 : 25-29.
13. Transport & Environment Published: January 2020 © 2020 European Federation for Transport and Environment AISBL
14. Долчинков Р., Бобев В., Електрическият автомобил–стратегия за мобилност и екологичност, Сп. „Управление и устойчиво развитие“, Лесотехнически университет, ISSN 1311-4506, стр. 151-157, 2011.
15. Rodrigue, Jean-Paul & Comtois, Claude & Slack, Brian. (2016). The Geography of Transport Systems. 10.4324/9781315618159.
16. Matsankov M., Ivanova, M, Selection of optimal variant of hybrid system under conditions of uncertainty, The 2nd International Conference on Electrical Engineering and Green Energy Roma, Italy, June 28-30, 2019, <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/41/contents/contents.html>, E3S Web of Conferences, 2019, 115, 01007
17. Dolchinkov R., Mechanisms and machines in RES, Electronic journal of CITN for computer science and communications, issue. 3, ISSN 1314-7846, pp. 31-42, 2013.
18. Matsankov M., Study of the short-circuit currents in branches of distribution networks with trilateral power suplliy, TechSys 2019” – Engineering, Technologies and Systems – Technical University of Sofia, Plovdiv branch 16-18 may 2019, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, 618(1), 012020 <https://iopscience.iop.org/issue/1757-899X/618/1>
19. Долчинков Р., М. Бангев, Предотвратяване на пожари причинени от електрическа дъга, Международна научна конференция СИНЯ ИКОНОМИКА И СИНЬО РАЗВИТИЕ, ISBN: 978-619-7126-57-0, стр.441-451, 2018
20. Елдар Заеров, Повишаване на производителността на слънчеви панели с плоски рефлектори, Increase solar panel performance with flat reflectors, БСУ – ГОДИШНИК Том XLIV, 2021, с.290-296, ISSN: 1311-221X
21. Елдар Заеров, Никола Желязков, Работен макет на вълнов преобразувател за добив на електроенергия от Черно море, XXII Юбилейна конференция за СНТ БСУ – Годишник, Том XLIII, 2021, ISSN: 1311-221X, с.33-38
22. Елдар Заеров, Енергия на морските вълни: класификация на преобразуватели и възможност за използване в Черно море, XXI Конференция за СНТ БСУ – Годишник, Том XLI, 2020, ISSN: 1311-221X, с.28-35
23. Пламен Хинков, Анджело Аристотелов, Елдар Заеров, Термовизионна диагностика на pv – панели, XX Конференция за СНТ БСУ – Годишник, Том XXXIX, 2019, ISSN: 1311-221X, с.101-106
24. Полина Градинарова, Елдар Заеров, Теоретичен хибриден модел за добив на сладка черноморска вода, Съвременни управленски практики XI - БСУ, 2021 Интелигентна специализация вдесетилетието на свързаността и автоматизацията, ISSN: 1313-8758, с.465-474
25. Radostin Dolchinkov, Atanas Yovkov, Velizar Todorov, Kristian Ventsislavov, Integrated platform for vehicle charging based on renewable energy resources, 12th International Conference, ICTRS 2023, Rhodes, Greece, September 18-19, 2023, Proceedings, Softcover ISBN 978-3-031-49262-4, eBook ISBN 978-3-031-49263-1
26. Долчинков Р., Приложение на позиционния анализ за състоянието на пазара на автомобили в България, кн. 1, сп. „Управление и устойчиво развитие“, ISBN 1311-4506, стр. 268-276, 2008.