AZ INFRASTRUKTÚRA ÉS A GAZDASÁG TÁVLATAI 2020 ELŐTT



Edutus Egyetem
Tatabánya, Stúdium tér 1.

Főszerkesztő:
Némethné Dr. Gál Andrea

Felelős szerkesztő:
Forrai Márta

Szerkesztette:
Vigh László PhD

MINDEN JOG FENNTARTVA

A mű egészének, vagy bármely részének másolása, sokszorosítása,
valamint információszolgáltató rendszerben történő tárolása
és továbbítása csak a kiadó engedélyével megengedett

Lektorált

ACTA PERIODICA 17. KÖTET

EDUTUS EGYETEM KIADÁSA

www.edutus.hu

ISSN 2063-501X

2019. augusztus

Tartalomjegyzék

EGYÉNRE SZABOTT ORVOSI IMPLANTÁTUM TERVEZÉSI KÉRDÉSEI
FICZERE PÉTER PHD - BORBÁS LAJOS PhD 4

AZ OKOZATI ÖSSZEFÜGGÉS ÉRTÉKELÉSE AZ ÖNVEZETŐ JÁRMŰVEK VONATKOZÁSÁBAN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A DEEP LEARNING MŰKÖDÉSÉRE
DR. CSITEI BÉLA..... 19

PIACSZEGMENTÁLÁS A VÁLASZTÁSOKON – A VÁLASZTÓI MAGATARTÁS MODELLJE
DR. DEÉS SZILVIA 34

A KOMPLEX ITS ÖKOSZISZTÉMA ALAPJAI
BÓDI ANTAL - DR. MAROS DÓRA PhD 48

EGY REGIONÁLIS FELSŐOKTATÁSI INTÉZMÉNY SIKEREI A VÁLLALKOZÓ EGYETEM MEGVALÓSÍTÁSÁBAN
AZ EDUTUS EGYETEM MŰSZAKI INTÉZETÉNEK PÉLDÁJA
DR. PEREDY ZOLTÁN..... 71

DIE AUSWIRKUNGEN DES EINDRINGENS DER AUTONOMEN FAHRZEUGEN HINSICHTLICH WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT
SZUJÓ KRISZTINA..... 96

VERSENYHELYZET A BUDAPEST-ZALAEGERSZEG VASÚTI ÉS AUTÓBUSZKÖZLEKEDÉSBEN
ÁCS BALÁZS..... 118

JÁRMŰKOMMUNIKÁCIÓ JELENTŐSÉGE A TEAMMATE KONCEPCIÓBAN
KNAPP ÁDÁM – JAKÓ ZOLTÁN PhD 143

A V2G ÉS OCPP ALAPÚ OKOSTÖLTÉS KONCEPCIÓJA ÉS KONFORMANCIA VIZSGÁLATA
KNAPP ÁDÁM – JAKÓ ZOLTÁN PhD 155

A V2G ÉS OCPP ALAPÚ OKOSTÖLTÉS KONCEPCIÓJA ÉS KONFORMANCIA VIZSGÁLATA

Knapp Ádám
adam.knapp@broadbit.net

Jakó Zoltán PhD
zoltan.jako@broadbit.net
BroadBit Hungary Kft.tudományos munkatársak

Absztrakt

A Vehicle-to-Grid-nek (V2G) nevezett koncepció lehetőséget biztosít az elektromos járművek és a töltőpontok közti kommunikációra, ezzel pedig javítható a töltési folyamat hatékonysága. Az okostöltésnek köszönhetően hatékony módon megvalósítható az elektromobilitás. A jelen cikkben bemutatjuk az okostöltéshez kapcsolódó fontosabb protokollokat, szabványokat, illetve az összekapcsolási lehetőségeket. Továbbá leírjuk a V2G és OCPP (Open Charge Point Protocol) protokollok konformancia teszteléshez készített alkalmazásunkat.

Abstract

The concept of Vehicle-to-grid (V2G) provides the opportunity for electric vehicles to communicate with the charge points. This is able to improve the efficiency of the charge process. Thanks to smart charging we are capable to achieve electro-mobility in an effective manner. In this article, the relevant protocols and standards related to smart charging and the connection points between them are presented. Furthermore, the conformance tester application is introduced developed by the authors that allows to test the protocols of V2G and Open Charge Point Protocol (OCPP).

1. Bevezetés

Közismert tény, hogy a fosszilis üzemanyagokkal működő járművek az üvegházhatást okozó gázok egyik fő kibocsátói. Az Európai Unióban a közlekedési szektor teszi ki a szén-dioxid emisszió 25%-át, de világviszonylatban is 20% ez az arány (World Development Indicators, 2015). Az elektromobilitás célja – többek között – a közlekedésből fakadó üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentése (ezáltal a klímaváltozás káros hatásainak csökkentése), a városi levegőszennyezettség, illetve a zaj mérséklése. Ugyanakkor, jelenleg a piacon kapható tisztán elektromos járművek hatótávolsága erősen korlátozott, amely így erős akadálya az elektromobilitás széles körben történő elterjedésének. További probléma a töltőpontok számának alacsony szintje, hiszen ellentétben a benzinkutakkal, elektromos

töltőpontból jóval kevesebb üzemel hazánkban. Ugyanakkor várható, hogy a közeljövőben az utakon közlekedő elektromos járművek száma is emelkedni fog, illetve maga a töltőpont infrastruktúra is bővülni fog. Ez pedig jelentős hatással lesz a villamosenergia hálózatra. Mind tudjuk, hogy a villamosenergia hatékonyan nem tárolható, ezért az előállítása során figyelembe kell venni az éppen aktuális energia igényt is, továbbá a hálózat túlterheltségét elkerülendő, fontos szempont a terhelés elosztása. Magyarországon a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) felügyeli a magyar villamosenergia-rendszer zavartalan, biztonságos és fenntartható működését. A vizionált jövőben a nagyszámú elektromos járműpark töltését csakis megfelelő terheléselosztás mellett lehet kivitelezni. Ez pedig megköveteli az úgynevezett okostöltés („smart charging") alkalmazását.

Az okostöltés koncepciója lehetővé teszi az elektromos gépjármű tulajdonosának, hogy a járművén keresztül kommunikálni tudjon a töltőponttal, így például több töltési ütemterv közül (akár különböző árak megadása mellett) is választhat a sofőr. A technológiát, amely (részben) lehetővé teszi az okostöltés megvalósítását a szakirodalom Vehicle-to-Grid-nek (V2G) nevezi, ezért itt is ezt a terminológiát használjuk. Az elektromos jármű és a töltőpont közti kommunikációt az ISO/IEC[33] 15118-as szabványcsalád szabványosítja. A szabványcsaládot részletesen a 2.1 fejezetben ismertetjük. Elöljáróban csak annyit, hogy van vezetékes és vezeték nélküli kommunikációs lehetőség is a jármű és a töltőpont között. Az ISO/IEC 15118: "Közúti járművek – Jármű és elektromos hálózat kommunikációs interfész" című szabványcsalád definiálja a digitális, IP-alapú kommunikációs interfészt az elektromos jármű (EV – Electric vehicle) és a töltő állomás (EVSE – Electric Vehicle Supply Equipment) vagy más néven a töltőpont (CP – Charge Point) között. Az említett szabvány lehetővé teszi a felhasználóbarát „Plug & Charge" töltési mechanizmust a hitelesítési, azonosítási, elszámolási és rugalmas villamosenergia vezérlési eljárások segítségével. Ezek az eljárások sok információ átvitelét igénylik az elektromos jármű és az töltőpont között, amit a szabvány részletesen definiál.

Az okostöltés megvalósításához önmagában a töltőpont és jármű kommunikációja nem elégséges, szükség van még a töltőpont és a töltőpont üzemeltető (CPO – Charge Point Operator) közti kommunikációra is. Ezt a kommunikációt az OCPP nevű de-facto szabvány szabványosítja. A szabványról bővebb ismertető a 2.4 fejezetben található. Viszont itt még a

[33] **ISO**: International Organization for Standardization, **IEC**: International Electrotechnical Commission

bevezetőben megemlítenénk, hogy a V2G és OCPP protokoll összekapcsolása, harmonizálása jelenleg is zajlik. Erről a 2.5 fejezetben olvashatók részletek.

A cikk egyik kontribúciója a V2G-OCPP protokoll konformancia tesztelésére készült alkalmazás bemutatása. A protokoll implementációk vizsgálatánál az egyik legfontosabb szempont az ún. konformancia kérdése. Ez a szabványnak való megfelelést jelenti. A konformancia tesztek során az implementáció belső működését általában nem ismerjük (black box testing), ahhoz csak a specifikációban meghatározott interfészeken keresztül, protokollüzenetek felhasználásával férünk hozzá (Krémer, 2006).

Jelen dokumentum másik értéke a V2G-OCPP protokoll összekapcsolási lehetőségeinek bemutatása, amellyel megvalósítható az okos töltésnek nevezett folyamat.

A dokumentum felépítése a következő. A 2. fejezet ismerteti a releváns szabványokat (ISO/IEC 15118 és OCPP), illetve az összekapcsolási lehetőségeket. A 3. fejezet ismerteti a V2G és OCPP protokollok konformancia teszteléshez készített alkalmazásunkat. Végül a 5 fejezet tartalmazza a konklúziókat, illetve a továbbfejlesztési lehetőségeket.

2. Kapcsolódó szabványok és azok ismertetése

Ebben a fejezetben röviden ismertetjük a két releváns protokollhoz (V2G és OCPP) kapcsolódó szabványokat, illetve néhány szóban összefoglaljuk a két protokoll főbb jellemzőit. Ez után leírjuk, hogy lehet a két szabványt hatékonyan összekapcsolni, így létrehozva végpontok közötti folyamatokat az elektromobilitást biztosító szolgáltató és a jármű között.

2.1 ISO/IEC 15118-as szabványcsalád

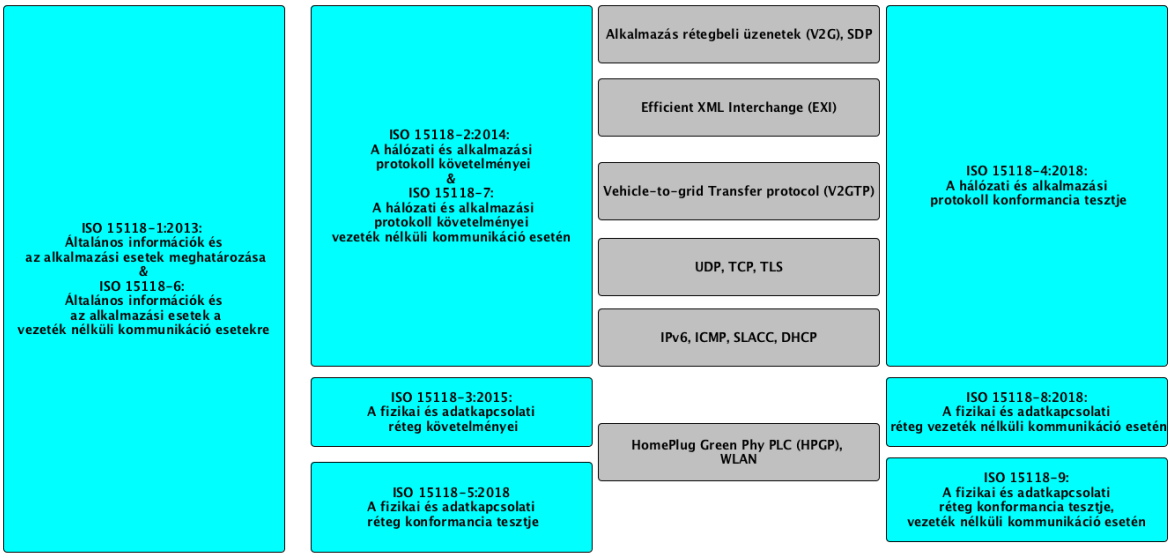
A szabványcsalád jelenleg kilenc részből tevődik össze, ahol minden rész a V2G kommunikáció egy kisebb részéért felelős. Az „ISO/IEC 15118-1” című dokumentum tartalmazza a különböző felhasználási eseteket („use case”) és a szabvány által elérni kívánt célokat, víziókat (ISO 15118-1, 2013). Mérnöki szemmel a második rész (ISO 15118-2, 2014) a legfontosabb, ugyanis ez tartalmazza az alkalmazásrétegbeli üzenetek („V2G application layer messages”) formátumát, illetve szekvenciáját. A jármű és a töltőpont közti kommunikáció (üzenetváltás) e szabvány alapján történik. Az „ISO/IEC 15118-3” (ISO 15118-3, 2015), illetve az IEC 61851 (IEC61851, 2017) felel az alacsonyabb rétegbeli kommunikációért. A negyedik részben (ISO 15118-4, 2018) a konformancia tesztesetek kerülnek bemutatása.

A jelen cikkben bemutatott TTCN-3 (Testing and Test Control Notation Version 3) tesztek is ebből a szabványból származnak. Az ISO/IEC 15118-5 jelenleg kidolgozás alatt van. Ez fogja tartalmazni a fizikai réteghez kapcsolódó tesztelési módszertant.

A vezetékes, azaz töltőkábelen keresztüli kommunikáció mellett megjelent a vezeték nélküli kommunikáció igénye is. A vezeték nélküli kommunikáció Wifi-n keresztül történik a jármű és a töltőpont között. Ezeket a felhasználási eseteket tartalmazza az ISO/IEC 15118-6 dokumentum. Bár ma még külön szabványelem, várható, hogy az ISO/IEC 151118-1 és ISO/IEC 151118-6 egyesül, és a jövőben egy dokumentumként lesz megtalálható. Ugyanez igaz a hetes részre, amely a vezeték nélküli kommunikációhoz szükséges V2G üzeneteket szabványosítja. Itt pedig az ISO/IEC 151118-2-vel történő egyesülés várható. Az ISO/IEC 151118-8, hasonlóan a hármas szabványhoz a fizikai és adatkapcsolati réteget szabványosítja, de ebben a dokumentumban a vezeték nélküli esetre fókuszálva. Az első verzió az ISO/IEC 15118-8-ból 2018 első negyedévében jelent meg.

Végül, de nem utolsó sorban az ISO/IEC 15118-9 tartalmazza majd a vezeték nélküli V2G üzenetek konformancia tesztjeit. Ugyanakkor a cikk írásakor ez a dokumentum még nem készült el (még előzetes verzió sem állt rendelkezésre). A szabványcsaládról egy összefoglaló ábrát készítettünk (lásd *7. ábra*). Ezen az ábrán feltüntetjük a szabványcsalád egyes (al)szabványait, illetve, azt is, hogy az egyes szabványok mely OSI[34] modellbeli réteget hivatottak szabványosítani, illetve a releváns protokollokat (szürke színnel ábrázolt téglalapok) is ismertetjük.

[34] Open Systems Interconnection Reference Model



7. ábra: Az ISO/IEC 15118 szabványcsalád

Várhatóan 2019 végén – 2020 első negyedévében megjelenik az okos töltés újabb verziója – ISO/IEC 15118-2-Edition 2.0 – mely a váltóáramú (AC) és az egyenáramú (DC) töltés mellett támogatja a vezeték nélküli (WPT) és a kétirányú (BPT), valamint az automatikus csatlakozású (ACD) töltést is. A kétirányú (BPT) energia átvitel esetén nem csak az elektromos hálózat töltheti az autót, hanem szükség esetén a jármű is képes energiát visszatáplálni a hálózatba. Természetesen az egész folyamat felügyelt, tekintettel a pénzügyi elszámolásra és a felhasználói igényekre. Az ACD töltés leginkább az elektromos buszok, illetve akkumulátoros trolibuszok esetén releváns, amikor rövid idejű, nagy teljesítményű egyenárammal tölthető a jármű a megállóban áramszedő segítségével.

2.2 V2G kommunikációs lehetőségek

A V2G kommunikáció során, amint a töltőkábelen keresztül kapcsolat létesül a jármű és a töltőpont között, felépül az IP szintű kapcsolat, majd alkalmazásrétegbeli üzenet váltás zajlik le. Ahogy a *8. ábra* is látható a kommunikáció IPv6-on felül, TCP (TLS) kapcsolaton keresztül történik. A kommunikációban javarészt két entitás vesz részt az EVCC (Electric Vehicle Communication Controller – a járműben található kommunikációs egység), illetve az SECC (Supply Equipment Communication Controller – a töltőpontban található kommunikációs egység). Harmadik entitásként bekerül egy másodlagos szereplőnek nevezett entitás is. A másodlagos szereplővel történő kommunikáció OCPP-n keresztül zajlik. Erről részletesebben a következő alfejezetben beszélünk. Fontos megjegyezni, hogy az üzenetváltás eltér váltakozó áramú (AC) és egyenáramú (DC) töltés esetén. Hely szűke miatt részletesen

nem tárgyaljuk az egyes V2G üzeneteket, illetve minden esetet. Bővebb információ a szabványban található (ISO 15118-2, 2014).

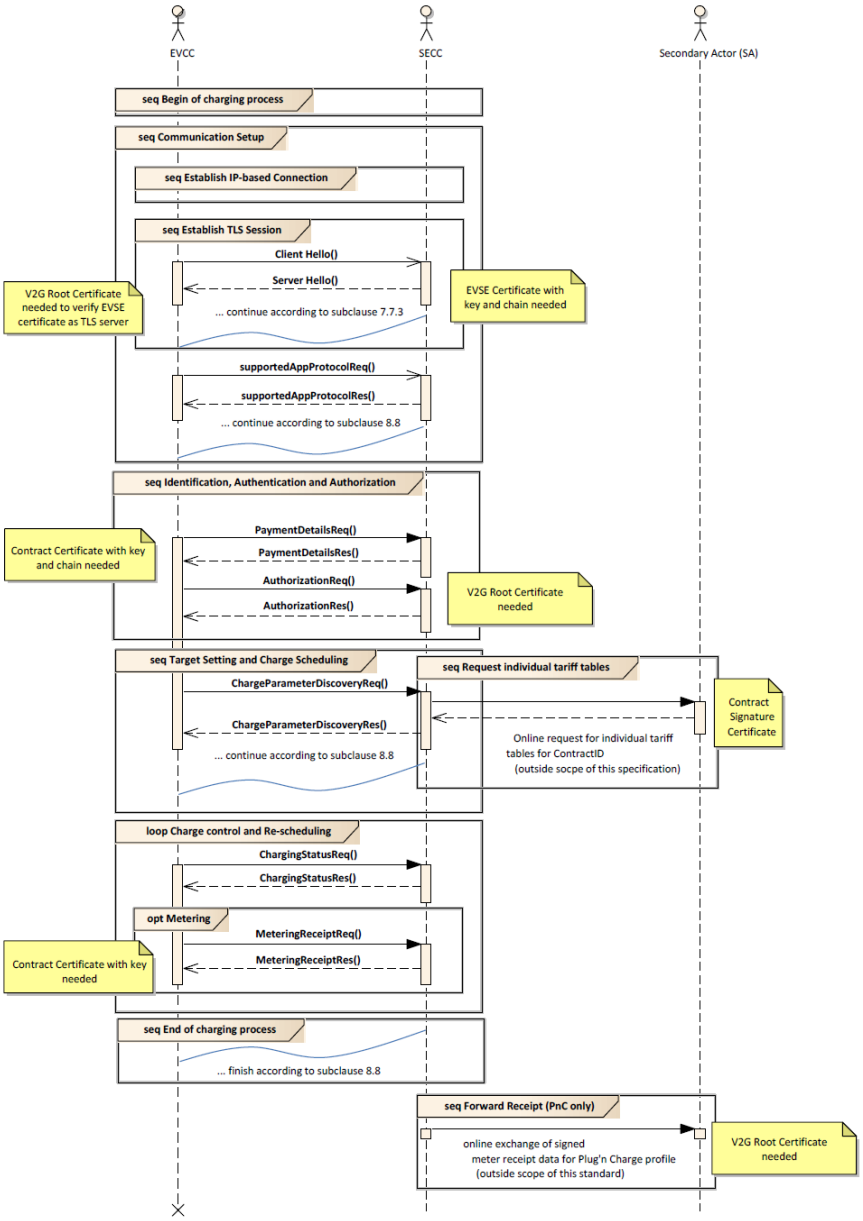
2.3 V2G kommunikációs lehetőségek

A V2G kommunikáció során, amint a töltőkábelen keresztül kapcsolat létesül a jármű és a töltőpont között, felépül az IP szintű kapcsolat, majd alkalmazásrétegbeli üzenet váltás zajlik le. Ahogy a 2. ábrán is látható a kommunikáció IPv6-on felül, TCP (TLS) kapcsolaton keresztül történik. A kommunikációban javarészt két entitás vesz részt az EVCC (Electric Vehicle Communication Controller – a járműben található kommunikációs egység), illetve az SECC (Supply Equipment Communication Controller – a töltőpontban található kommunikációs egység). Harmadik entitásként bekerül egy másodlagos szereplőnek nevezett entitás is. A másodlagos szereplővel történő kommunikáció OCPP-n keresztül zajlik. Erről részletesebben a következő alfejezetben beszélünk. Fontos megjegyezni, hogy az üzenetváltás eltér váltakozó áramú (AC) és egyenáramú (DC) töltés esetén. Hely szűke miatt részletesen nem tárgyaljuk az egyes V2G üzeneteket, illetve minden esetet. Bővebb információ a szabványban található (ISO 15118-2, 2014).

A folyamat leegyszerűsítve a következőképpen zajlik le:

- A jármű használója csatlakoztatja a (V2G kommunikációra képes) járművének töltőkábelét a (szintén V2G kommunikációra képes) töltőponthoz. Itt már a töltőpont rendelkezik IPv6-os címmel, illetve képes további IP címeket kiosztani (Dynamic Host Configuration Protocol – DHCP protokollal).
- A jármű a (fizikai- és adatkapcsolati rétegbeli) link létrejöttét követően kap egy IPv6-os (link-local) címet, majd UDP multicast üzenetet küld, amelyeket a töltőpont fogad.
- A töltőpont az előbbi üzenetre válaszul egy dedikált UDP csomagot küld a járműnek, amiben megadja a töltőpont IPv6-os címét és a TCP portot, ahol a klienstől érkező TCP/TLS kapcsolatot várja.
- A jármű TCP-n (vagy titkosított kommunikáció esetén TLS-en) keresztül kapcsolódik a töltőponthoz („Client Hello” üzenet – 2. ábra). Ez valójában egy kliens-szerver viszony, ahol a kliens a jármű, míg a szerver a töltőpont.

A TCP/TLS kapcsolódást követően az alkalmazásrétegbeli üzenetváltások történnek (lásd *8. ábra*).

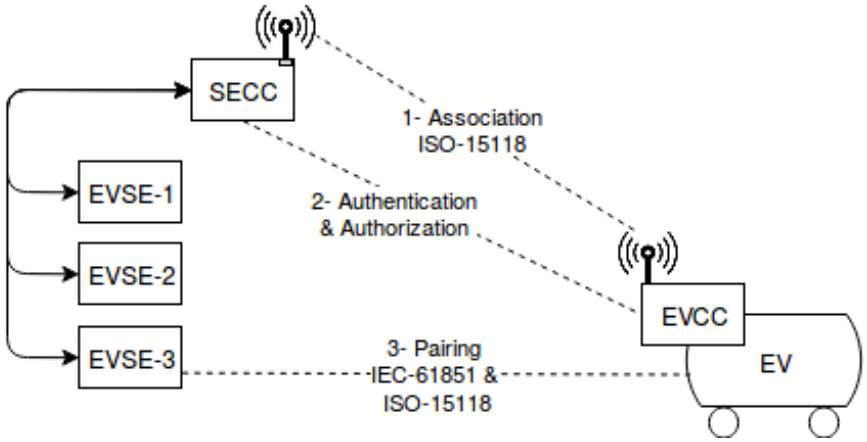


8. ábra: V2G üzenet váltás példa AC, azaz váltakozó áramú töltés esetén (ISO 15118-2, 2014)

2.3.1 Vezeték nélküli V2G kommunikáció

A jövőben vezeték nélküli töltés (Wireless Power Transfer – WPT) is elképzelhető. Ilyen esetben még töltőkábel csatlakozására sincs szükség, a jármű a töltő korong fölé áll, és induktív úton töltődik fel az akkumulátora. Vezeték nélküli V2G kommunikáció szempontjából a helyzet kicsit összetettebb, ugyanis ellentétben a vezetékes kapcsolattal, itt nem pont-pont, hanem pont-multipont típusú összeköttetés lehetséges. Ebben az esetben a járművet a SECC-nek össze kell párosítania (association, authencation és pairing üzenetek felhasználásával) a megfelelő töltőponttal (EVSE), illetve csatlakozóval. Gondoljunk bele, a

vezetékes esetben hasonló probléma nem merült fel, hiszen a kommunikáció már a töltőkábel csatlakozásával kezdődött, így nem volt szükség párosításra. Ugyanakkor a vezeték nélküli kommunikáció során a jármű Wifi-n keresztül kommunikál a SECC-rel, és a SECC párosítja össze az EVSE-tel. Ezt a kialakítást szemlélteti a *9. ábra*.



9. ábra: A párosítás lépései a vezeték nélküli V2G kommunikáció során

2.4 Open Charge Point Protocol (OCPP)

Az OCPP egy nyílt, de-facto szabvány (OCPP v.1.6, 2015), ami a nevéből is eredeztethetően, a töltőpontok (CP) és az azt menedzselő központ (Central System – CS, vagy CSMS – Charging Station Management System) üzenetváltást szabványosítja. Hasonlóan a V2G-hez ez is kliens-szerver típusú kommunikációt valósít meg, csakhogy a kliens szerepét itt a töltőpont, míg a szerver szerepét a CS valósítja meg.

A szabványnak több verziója is van, jelenleg a legelterjedtebb a 2015-ben megjelent 1.6-os verzió. Ebben a verzióban jelent meg először az okostöltés koncepció támogatása, de csak korlátozottan. A 2018-ban publikált 2.0-s verzió (OCPP v.2.0, 2018) már jóval több lehetőséget biztosít a V2G-OCPP együttműködés megvalósításához. Erről részletesen a következő fejezetben értekezünk.

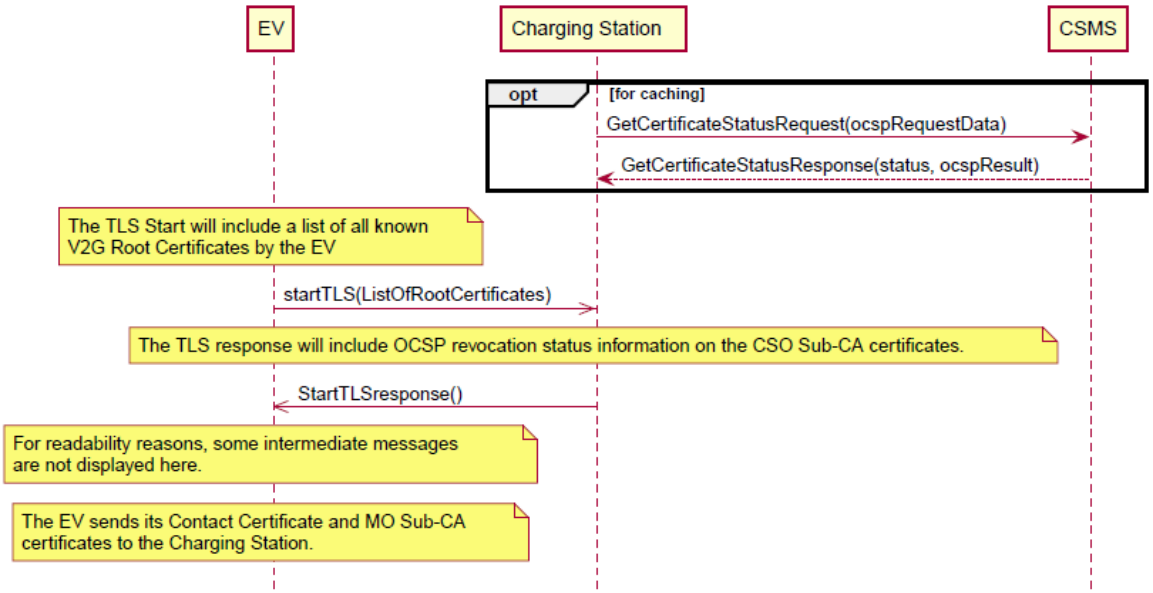
Az OCPP protokollt eredetileg, ahogy erről már írtunk, a töltőpontok menedzselésére találták ki. Így például a töltőponthoz kapcsolódó távoli beállítások elvégzése, diagnosztikai riportok készítésére, illetve távoli frissítés elvégzésére volt alkalmas. Aztán később elmozdult az okostöltés koncepciója felé, és már lehetett töltési profilokat, illetve az aktuális töltési tranzakciókat is menedzselni a központi rendszerből. Továbbá támogatja a töltőpont foglalását adott jármű számára a CS-en keresztül. A V2G-vel történő együttműködés itt még csak

néhány esetben lehetséges. A 2.0-s verzió megjelenésével ugyan új OCPP funkciók nem kerültek bele a szabványba, cserébe a V2G-vel való együttműködés az egyik kulcs elem lett.

2.5 V2G és OCPP összekapcsolási lehetőségei

Anélkül, hogy túlságosan belemélyednénk az egyes protokollok üzeneteibe, megnézzük, hogy hol lehet összekapcsolni a 2.0-s OCPP verziót és a V2G protokollokat. Az első kapcsolódási pont már rögtön a V2G TLS szintű kapcsolat felépítése során lehetséges („GetCertificateStatusRequest" üzenet). Itt ugyanis már (opcionálisan) előre lekérheti a töltőpont a TLS kézfogáshoz használt tanúsítványok státuszát a központtól.

A következő szekvencia diagramokon ismertetjük a további kapcsolódási lehetőségeket (10-11. ábra). Látható, hogy van lehetőség a V2G Plug & Charge módhoz tartozó tanúsítvány frissítéséhez („Update15118EVCertificateRequest" üzenet), illetve új tanúsítvány telepítésére is („Get15118EVCertificateRequest" üzenet). Ezzel a tanúsítvánnyal kerül azonosításra és hitelesítésre a jármű, így nincs szükség külső azonosító, például RFID kártya, használatára és a számlázás is ennek segítségével történik. Fontos megemlíteni, hogy az OCPP 2.0 lehetőséget biztosít a töltőpontra történő úgynevezett „Root Certificate Authority (CA)" tanúsítvány telepítésére, illetve törlésére is. Ez a folyamat a V2G és az OCPP protokollok között rendkívül fontos, hiszen a korábbi OCPP verziók ezt nem támogatták, ugyanakkor e nélkül nem lehet valódi Plug & Charge töltési módot kialakítani.



10. ábra: TLS kapcsolat felépítése során tanúsítványkezelésben való együttműködés (OCPP v.2.0, 2018)

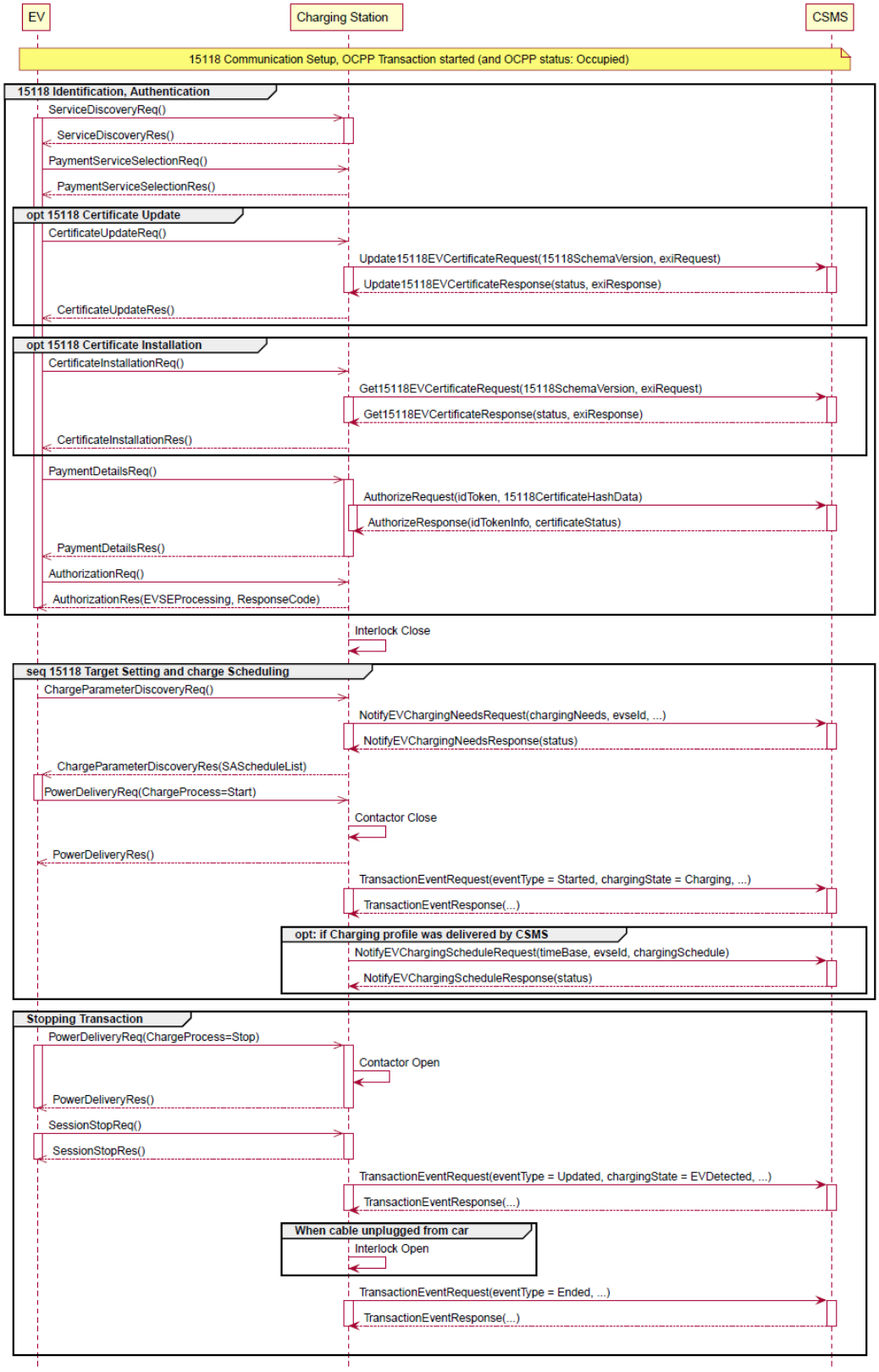
A következő kapcsolódási pont az azonosítás („AuthorizeRequest”). Itt a töltőpontnak a jármű megküldi az azonosításhoz szükséges paramétereket (pl. a jármű egyedi EVCCID azonosítója, vagy RFID kártyáról leolvasott azonosító) és ezt a töltőpont továbbítja a központi rendszernek. Végső soron pedig a CS dönt arról, hogy engedélyezi a töltést a járművek, vagy sem (pl. ha blokkolva van az adott azonosító, akkor a jármű visszautasításra kerül). A korábbi 1.6-os verzióban ez az üzenet már szabványosítva volt.

Sikeres azonosítást követően meg kell egyezni a töltési „fizikai” paramétereiről. Itt figyelembe kell venni a jármű adottságait, pl. mekkora árammal lehet maximálisan tölteni. Továbbá figyelembe lehet venni a sofőr igényeit is, például mikor szándékozik távozni a járművével. Ezek figyelembe vételével lehet hatékonyan megvalósítani az okostöltés koncepcióját. Erre az OCPP a „NotifyEVChargingNeedsRequest” üzenetet szabványosítja (a korábbi 1.6-os verzióban nem volt ilyen üzenet).

Ezt követően kezdődhet a töltés. Ilyenkor a központi rendszert értesíteni kell a töltési folyamat kezdetéről, azaz, hogy elkezdődött egy tranzakció. Többek között erre szolgál a „TransactionEventRequest” üzenet. Illetve szintén a „TransactionEventRequest” üzenettel kell jelezni a CS-nek, ha a tranzakció befejeződött. Erre a számlázás miatt van szükség, ugyanis ezekből a tranzakciókból lehet meghatározni, hogy ki, mikor és hány kWh-nyi energiát vételezett a töltőponttól.

Még egy V2G releváns üzenet található az OCPP 2.0-s verziójában, a „NotifyEVChargingScheduleRequest”. Ebben az üzenetben a jármű által készített töltési terv (idő/teljesítmény felosztásban) kerül feltöltésre a központi rendszerbe. A hálózati terheltség becslése szempontjából nagyon fontos információt hordoz. A korábbi 1.6-os verzióban nem volt ilyen üzenet, ily módon nem is lehetett figyelembe venni a jármű által készített töltési profilt.

Bővebb információ az OCPP 2.0-s verzió képességeiről, illetve az üzenetek tartalmáról a szabványban találhatók (OCPP v.2.0, 2018).



11. ábra: V2G és OCPP összekapcsolása (OCPP v.2.0, 2018)

3. V2G és OCPP protokollok konformancia tesztelése

Jelen fejezetben a V2G konformancia teszteléshez készített alkalmazásunkat szeretnénk bemutatni, amely egy TTCN-3 és C++ nyelveken írt program.

A V2G protokollhoz kapcsolódó TTCN-3 szkripteket az „ISO/IEC 15118-4" szabvány tartalmazza (ISO 15118-4, 2018). A szkriptek az ún. teszteseteket foglalják magukba. A tesztesetek azokat a „dolgokat" határozzák meg, amelyek ellenőrzésével biztosítható, hogy a tesztelés alatt álló rendszer, azaz az EVCC vagy SECC megfelelően működik és összeépítettsége magas minőségi követelményeknek tesz eleget. A tesztesetek gyűjteménye az ún. tesztkészlet (test suite). Ez olyan tesztesetek gyűjteménye, amelyek tesztvégrehajtási célból kerültek egy csoportba. A tesztelendő implementációt SUT-nek szokták rövidíteni, ami a System Under Test-et jelenti. Fontos megjegyezni, hogy a szabványban adott TTCN-3 szkriptek önmagunkban sajnos elég sok hibát és hiányosságot tartalmaznak, ezért közvetlenül, javítás nélkül nem használhatóak.

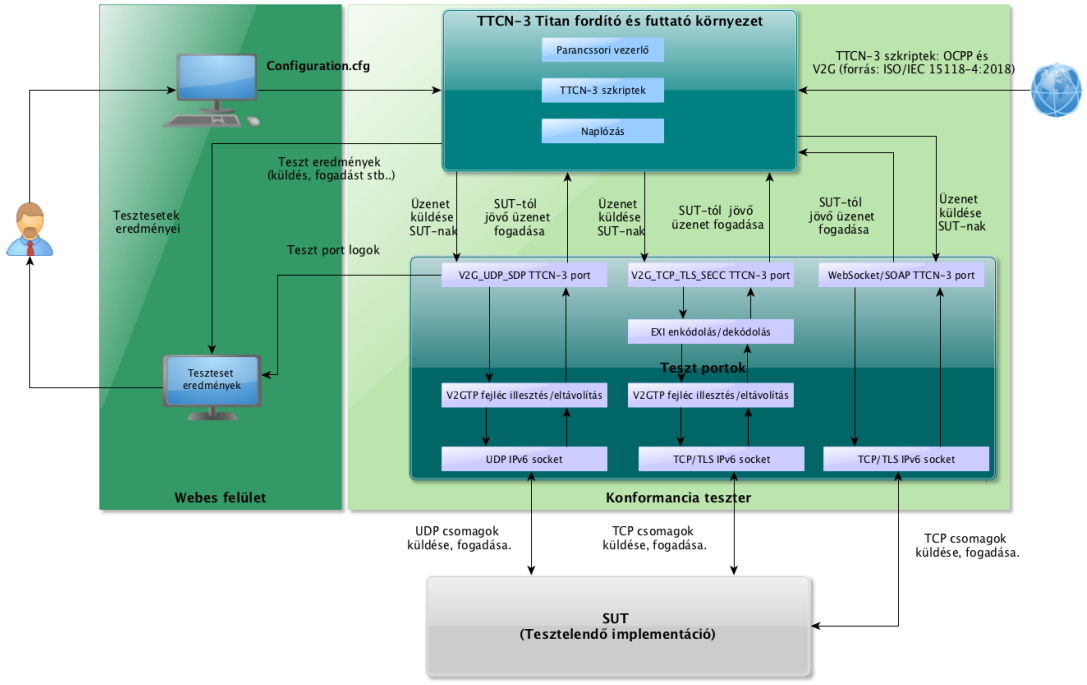
A teszt célja (V2G protokoll tesztelés), annak eldöntése, hogy az implementáció megfelel-e az ISO/IEC 15118-2 (ISO 15118-2, 2014) szabványban megfogalmazott követelményeknek (üzenetek formátuma, tartalma, sorrendje, időzítése). Természetesen az OCPP implementáció esetén az OCPP v.1.6 szabványban (OCPP v.1.6, 2015) előírtaknak kell megfelelnie. A fejlesztett teszt eszköz segítségével ellenőrizhető a különböző fejlesztők/szállítók által implementált környezet. A tesztek során mindkét protokoll konformanciája, azaz a szabványnak való megfelelése ellenőrizhető.

Az elkészített alkalmazás az Ericsson Titan TTCN-3 fordítóját használja. Bővebb információ a Titan TTCN-3 fordítóról a projekt weboldalán található (Ericsson Titan, 2019). Ezt a nyílt forráskódú alkalmazást használjuk a TTCN-3 szkriptek fordítására. A TTCN-3 kódok tartalmazzák a teszteseteket, illetve vizsgálják, hogy az adott üzenetre a megfelelő válasz érkezik-e a tesztelendő implementációtól. Továbbá fontos szempont az időzítés kérdése is, ugyanis a V2G kérésre a válasznak egy adott időn belül meg kell érkeznie. A pontos idő értékeket a szabvány határozza meg.

Önmagában a Titan csak üres ún. „skeleton" tesztportokat hoz létre a TTCN-3 kód fordítását követően. A „skeleton" tesztport valójában egy üres C++ osztály, ami így fordítás során hibát nem okoz, de valós üzenet váltás se történik. Ahhoz, hogy valós, az IP hálózaton, illetve jelen esetben a töltőkábelen küldhető üzenetet állítson elő (V2G üzeneteket megfelelően kódolva, TCP/TLS csomagban stb.), illetve a bejövő IP csomagból kinyerje a választ, a teszt portokat

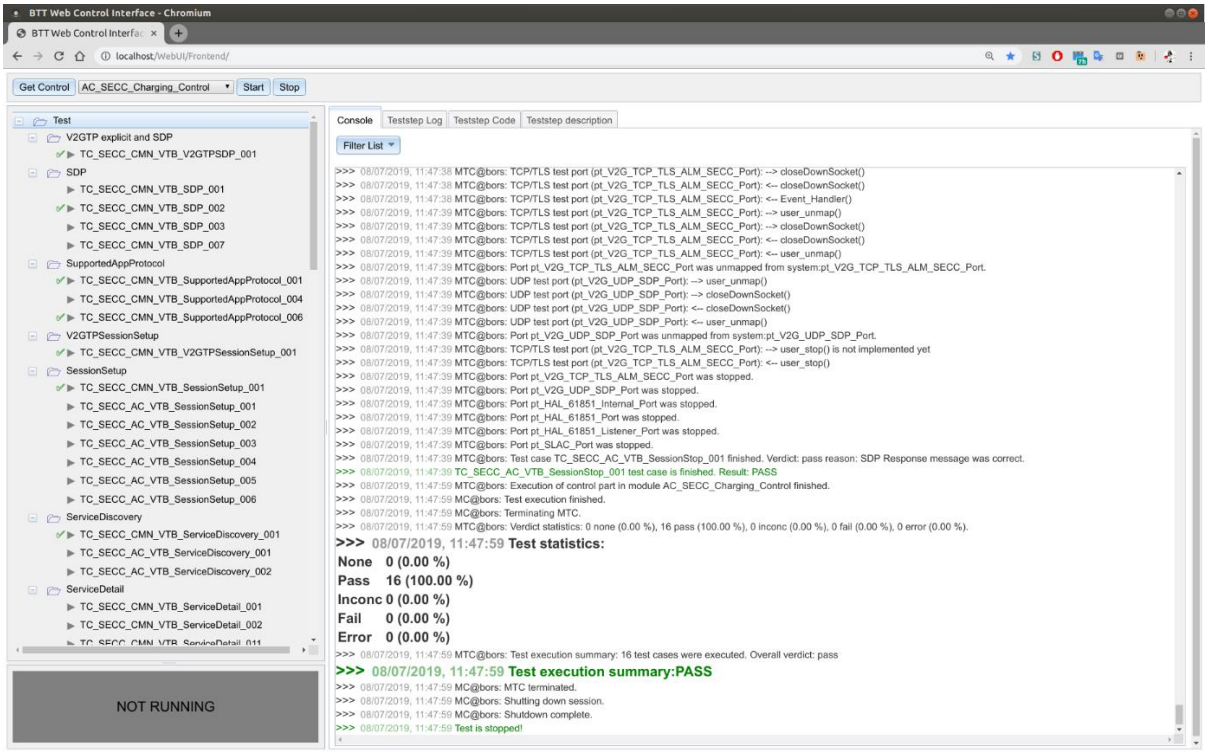
implementálni kell a szükséges funkcionalitással. Ahogy az *7. ábra* látható, a V2G-ben az alkalmazásrétegbeli XML üzenetek számos alsóbb rétegbeli protokollon keresztül jutnak el „töltőkábelig”. Az első lépés rögtön az ún. EXI (Efficient XML Interchange) kódolás. Itt az XML mérete jelentősen lecsökken a kódolásnak köszönhetően. A következő fázis a V2GTP (V2G Transfer Protocol), amely egy fejlécet ad az EXI kódolt csomagnak. Ezt követi a TCP/TLS csomagba illesztés, végül pedig az IPv6-os csomag formájában kerül kiküldésre a hálózatba. A vétel során, azaz a SUT által küldött üzenet esetén, ez a folyamat fordítva játszódik le, azaz a beérkező IPv6-os csomagból kerül ki a TCP/TLS csomag. Ezt követi a V2GTP fejléc ellenőrzése és eltávolítása, majd az EXI dekódolás. Ezzel áll elő ismét a V2G alkalmazásrétegbeli XML üzenet. A *12. ábra* a fenti folyamatot szemlélteti.

Ezen kívül lehetőség van az alkalmazásnak különböző konfigurációs paraméterek megadására is. Ezek futásidőben kerülnek beolvasásra, azaz a Titan a konfigurációs beállításoknak megfelelően futtatja le a teszteseteket. Az alkalmazás felépítését a *12. ábra* illusztráltuk. Látható, hogy maga az alkalmazás („Konformancia teszter”). Ez két fő komponensből tevődik össze: Titan TTCN-3 fordító és a teszt portok. Ez a két komponens felel a V2G, illetve az OCPP tesztesetek lefordításáért, a megfelelő csomagformátum kialakításáért, illetve azok hálózaton való kiküldéséért, valamint a SUT által küldött üzenetek feldolgozásáért. A teszt alkalmazás jelenleg csak az 1.6-os OCPP verziót támogatja.



12. ábra: A V2G/OCPP tesztelő alkalmazás felépítése

Az alkalmazás tartalmaz egy frontend felületet is, ami valójában egy webes GUI (Graphical User Interface). Ezen a teszt alkalmazást futtató felhasználó be tudja állítani, hogy melyik protokollt szeretné tesztelni (V2G, OCPP). Ezen belül mit szeretne tesztelni (pl. jármű vagy töltőpont – V2G protokoll esetén, illetve töltőpont – OCPP protokoll esetén). Végül az egyes teszteseteket, illetve a futást követően az eredményeket is láthatja a felhasználó. A webes felület és egy töltőpont V2G teszteléséről kapott eredmény a 13. ábra: Webes felület bemutatása látható.



13. ábra: Webes felület bemutatása

4. Összefoglalás

A cikkben bemutattuk az okostöltés koncepcióját, illetve részletesen ismertettük a két releváns protokollt (V2G és OCPP), illetve az azokhoz kapcsolódó szabványokat. A cikkben leírtuk a V2G és OCPP összekapcsolási lehetőségeit, illetve, hogy ezek milyen módon és mennyiben segítik az okos töltés megvalósítását. Végül prezentáltuk a V2G és OCPP protokollok konformancia tesztelésére készült alkalmazásunkat, amellyel megvizsgálható, hogy egy adott implementáció, amely V2G és/vagy OCPP protokollokat valósít meg, mennyire konform az adott protokollhoz tartozó szabvánnyal.

A teszt eszközök tulajdonságai:

- ISO/IEC 15118-2 (első kiadás) támogatása,
- OCPP 1.6 verzió támogatása (websocket és SOAP módok),
- TTCN-3 nyelven írt tesztesetek felhasználása,
- széles körű konfiguráció,
- webes felhasználói interfész.

A jövőben természetesen szeretnénk az alkalmazásunkat az OCPP v.2.0-ra is kiterjeszteni, illetve, hogy legyen lehetőség akár egy-egy teszteset futtatására is, ugyanis jelenleg az alkalmazás az összes tesztesetet lefuttatja. Távlati célként szerepel az ISO/IEC 15118-2 (második kiadás) támogatásának megvalósítása is, gondolunk itt a vezeték nélküli, illetve a kétirányú töltés miatt bevezetésre került új V2G üzenetek tesztelésére.

Köszönetnyilvánítás

A cikk az Európai Unió H2020 kutatási- és innovációs program által finanszírozott „NeMo – Hyper-Network for electro-Mobility” nevű projekt keretében valósult meg. A projekt azonosítója No. 713794. A cikk tartalma csak a szerzők nézőpontját képviseli és az Európai Bizottságot nem terheli semmilyen felelősség a cikkben foglaltakkal kapcsolatosan.

This work is a part of the project NeMo – Hyper-Network for electro-Mobility that received funding from the European Union Horizon 2020 research & innovation programme under grant agreement no 713794. Content reflects only the authors view and European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Felhasznált irodalom

World Development Indicators 2015, Washington, D.C., USA: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2015. Table 3.10: Carbon dioxide emissions by sector.

ISO 15118-1:2013: Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 1: General information and use-case definition, https://www.iso.org/standard/55365.html, 2019.07.02

ISO 15118-2:2014: Road vehicles -- Vehicle-to-Grid Communication Interface -- Part 2: Network and application protocol requirements, https://www.iso.org/standard/55366.html, 2019.07.02

ISO 15118-3:2015: Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 3: Physical and data link layer requirements, https://www.iso.org/standard/59675.html, 2019.05.02

ISO 15118-4:2018: Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 4: Network and application protocol conformance test, https://www.iso.org/standard/61724.html, 2019.07.02

ISO 15118-5:2018: Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 5: Physical layer and data link layer conformance test, https://www.iso.org/standard/61725.html, 2019.07.02

ISO 15118-8:2018: Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 8: Physical layer and data link layer requirements for wireless communication, https://www.iso.org/standard/62984.html, 2019.07.02

IEC 61851-1:2017: Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements, https://webstore.iec.ch/publication/33644, 2019.05.03

OCPP v.1.6: https://www.openchargealliance.org/protocols/ocpp-16/, 2019.07.02

OCPP v.2.0: https://www.openchargealliance.org/protocols/ocpp-20/, 2019.07.02

Krémer Péter: A konformancia- és együttműködés-tesztelés bemutatása, Híradástechnika, 2006-9, 20-25 o.

Ericsson Titan: https://github.com/eclipse/titan.core, 2019.02.12