

Hidrogén-üzemanyagcellás busz demó projektek tapasztalatai

Bizonyára sokan értesültek róla az akkori hírekből, hogy 2023. január közepén egy hidrogén üzemanyagcellás busz teljesített szolgálatot Paks közösségi közlekedésében demonstrációs jelleggel, a „JIVE-2 CEE Hydrogen Bus Roadshow” nevű EU-s projekt keretében. E hidrogénüzemű busz demonstráció nem csak Magyarországon zajlott, hanem – nevéből fakadóan – öt közép-kelet-európai (CEE) országot érintett, amelyek a demonstrációk időbeni sorrendjében a következők voltak: Szlovénia, Horvátország, Csehország, Szlovákia, Magyarország. Most amiatt éri meg visszatérni e demonstrációra, mert nem csak a konkrét paksi tapasztalatokról lehet már beszámolni, hanem nemrégiben megjelent az öt érintett CEE ország tapasztalatait összefoglaló jelentés [1], így a résztvevő öt ország tapasztalatainak tükrében, akár összehasonlító jelleggel tudjuk bemutatni a főbb eredményeket, technikai mutatószámokat (KPI). Emellett a „CEE Hydrogen Bus Roadshow” közép-európai projektet magába foglaló, jóval nagyobb szabású JIVE2 (*Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe*) hidrogénüzemű busz projektnek is megjelent egy időközi értékelő jelentése [5], amely alapján áttekintés nyerhető a közel 300 busz üzembe állításával eddig nyert főbb tapasztalatokról.

Jelen cikk keretében és szakmai anyagainkban – összhangban az EU-s szaknyelvi gyakorlattal – FCEB (*Fuel Cell Electric Bus*) rövidítéssel hivatkozunk az üzemanyag-cellás buszra, ezzel is kiemelve, hogy egy teljes egészében elektromos és zéró (lokális) emissziójú hajtáslánccal van szó, akár csak a tisztán akkumulátoros (BEV) hajtáslánc esetében, bár az FCEB által felhasznált üzemanyag a hidrogén gáz.

1. A paksi és azt az magába foglaló CEE (közép-európai) szintű hidrogénüzemű busz demó tapasztalatai

A „CEE Hydrogen Bus Roadshow” projekt keretében 2023. január 16-18-i időszakban egy Caetano H2.City Gold típusú üzemanyag-cellás busz vett részt Paks normál közösségi közlekedési rendszerében és a város 1. sz. járatának vonalán közlekedett, a Paksi Közlekedési Kft. (PKK) üzemeltetésében. A demó során – a háromajtós, 12 m hosszú – hidrogén-üzemanyagcellás busz díjfizetés nélkül bárki számára igénybe vehető volt. A buszt egy ideiglenes, mobil hidrogén-töltőállomás kísérte, amely a demó rövidsége miatt nem egy teljes értékű (350 bar) töltőállomás volt, hanem lényegében egy hidrogén tréler és egy átfújtó berendezés (~200 bar). Ilyen rövid időszakra túl drága lett volna, és időben sem lett volna kivitelezhető minden helyszínen teljes értékű töltőállomást telepíteni és engedélyeztetni.

Az öt közép-kelet-európai országra kiterjedő busz demo magyarországi projekt partnere a Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület volt, együttműködésben a HUMDA Zrt-vel. Technológiai partnerek az FCEB busz biztosítása tekintetében CaetanoBus nevű portugál buszgyártó, az ideiglenes töltőállomás és a hidrogén üzemanyag biztosítása tekintetében a Messer Hungarogáz Kft. voltak. Községi közlekedési szolgáltatóként a Paksi Közlekedési Kft működött közre, amely egyébként néhány éve már csak tisztán elektromos buszokkal szolgálja ki Paks közösségi közlekedését. A busz demonstráció fő célja az volt, hogy a CEE régió közlekedési vállalatjai, valamint a megrendelők (városi önkormányzatok) és nem utolsósorban az utazóközönség közvetlen tapasztalatokat szerezhessen a zéró (lokális) emissziójú FCEB buszokkal, amelyek egyelőre abszolút dominánsan csak Nyugat-Európában vannak jelen. A demonstráció mellett január 17-én – szintén Pakson – egy nemzetközi FCEB konferenciát szervezett az MHTE és a HUMDA, továbbá az utolsó napon, közel száz hallgató számára egy diák pályaelemzési délelőtti is. Mindezek során mind a konferencia résztvevők, mind a diákok utazhattak is a városban a hidrogénüzemű busszal, illetve a konferencia helyszínén (a Paksi Energiaközpont udvarán) egy teljes értékű hidrogén-töltőállomás is kiállításra került, de a fent említettek miatt nem ez tankolta a buszt, hanem az ideiglenes átfújtó. A rendezvények során az FCEB busz mellett két Toyota Mirai üzemanyag-cellás személyautót is kiállításra került a helyszínén.

A hallgatóknak szóló pályorientációs délelőttön pedig hidrogéntechnológiai oktatási eszközökkel, pl. makett TC kisautókkal ismerkedhettek meg a diákok és érdeklődők.



1. ábra: a „CEE Hydrogen Bus Roadshow” magyarországi projekt partnerei

Rátérve a konkrét eredményekre, az egyik legfontosabb, vélhetően legtöbbeket érdeklő eredmény a busz fogyasztása. A demonstrációban résztvevő busz ugyanaz volt minden CEE országban, az említett *Caetano H2 City.Gold* hidrogén-üzemanyagcellás, 12 m hosszú, 3 ajtós városi autóbusz. A busz az öt CEE országban, a három-három napos demók során minösszesen 1 641 km-t tett meg, és az ebből adódó átlagfogyasztása 7,6 kg_{H2}/100 km volt. A fontosabb indikátorokat, köztük az egyes országokban elért fogyasztást az 1. táblázat tartalmazza.

During the FCBs trial	SLOVENIA	CROATIA	CZECH REPUBLIC	SLOVAKIA	HUNGARY	TOTAL
Bus KPI						
Total Distance Travelled	245 km	262 km	161 km	410 km	724 km	1641 km
Average Hydrogen Consumption data	7,34 kg/100km	8,654 kg/100km*	>10 kg/100km**	9,59 kg/100km*** (i.e 1.76 kWh/km)	6,36 kg/100km****	7,6kg/100km
Average outside temperature	NA	NA	3 °C	5°C	7,5°C	NA
Average speed	NA	NA	25 km/h	25,4 km/h	32 km/h	NA
Station KPI						
Number of <u>hydrogen</u> refuelling events	2	1	4	8	6	21
Total Kg of H2 delivered	22 kg	22,7 kg	73 kg	66 kg	44 kg	227,7 kg

1. táblázat: főbb indikátorok (KPI) értékei a demóban résztvevő CEE országok esetében. Forrás: [1]

A táblázatból látható, hogy a magyarországi, paksi fogyasztási adat nagyon kedvező lett. (Ezt nem csak a busz saját fogyasztásmérője, hanem a hidrogén üzemanyag szállítója (Messer Hungarogáz) is visszaigazolta, saját számításai alapján, a kitankolt hidrogénmennyiségből.) A hazai, kiugróan alacsony fogyasztás egyik fő oka, hogy a paksi vonal viszonylag sík (mindössze ~30 m szintkülönbség volt a ~11 km hosszú vonalon¹). Egy másik ok, hogy a demó idején a januárban megszokotthoz képest némileg melegebb idő (0-9 °C) volt Pakson, így az utastér fűtése kevesebb energiát igényelt. Szintén nem elhanyagolható ok, hogy a paksi sofőrök már jelentős tapasztalattal bírtak (akkumulátoros) elektromos buszok vezetése terén, így a „takarékos vezetési stílus” alkalmazása nem okozott gondot. Az [1] jelentés hangsúlyozza, hogy volt olyan város, ahol ugyanazon buszt, ugyanazon vonalon vezető sofőrök között +2 kg-os többletfogyasztás jelentkezett (így érve el ~10 kg_{H2}/100 km fogyasztást), mert a - korábban csak dízel buszt vezető – sofőr nem volt megfelelően képezve az „e-pedal” használatára, azaz a takarékos vezetési stílus alkalmazására. Emellett a csehországi helyszínen a helyi domborzat is meglehetősen hegyes-völgyes volt.

A *Caetano H2 City.Gold* hidrogénüzemű busz, bár rendelkezik egy 44 kWh kapacitású akkumulátorral, amely külső forrásból is tölthető (lényegében egy *plug-in hibrid* jármű), de a fenti fogyasztást úgy sikerült elérni, hogy a busz akkumulátora nem lett villamos hálózatról töltve. A menet közbeni, fékezésenergia visszatöltés természetesen van és ez a busz akkumulátorába történik. Gyári adatok szerint, teljes értékű (350 bar) töltőállomással a busz 37,5 kg-os hidrogéntankja kb. 9 perc alatt feltankolható, de ezt az átfertéses („egyszerűsített”) töltéssel most nem lehetett validálni. A paksi demó során 6 alkalommal volt

¹ A Paks 1. sz. vonal: [Paks - Gesztenyés u. és Dunakömlőd](#) végállomások közt található. Egy irányba 11 km hosszú, és a dunakömlődi végállomás miatt némi agglomerációs útszakasz is található a vonalán, tehát nem csak „klasszikus (bel)városi” viszonylat.

hidrogéntankolás, amit a Messer szakembere végzett, de a sofőrök is részt vettek benne, megtanulhatták az egyébként egyszerű eljárást.

Az 1. táblázatból az is látható, hogy a paksi demó három napja alatt ~724 km-t tett meg a busz, azzal együtt is, hogy a kapcsolódó szakmai programok, illetve konferencia időszaka alatt kiállt a helyszínre, ahol a résztvevők helyben is megtekinthették. A három nap alatt kb. ~2 000 fő (helyi lakosok és a szakmai programok résztvevői) utaztak a busszal és nyertek így közvetlen tapasztalatot. A jármű vezetésében négy helyi sofőr is részt vett, ami szintén az egyik legjobb eredmény a résztvevő országok körében.



2. ábra: hidrogén-üzemanyagcellás busz Paks bevárosában és a konferencia helyszínén, 2023 januárjában.

Kép: (b) Telepaks, (j) Messer

A tesztelt Caetano H2. City Gold főbb műszaki adatai:

- kivitel: 12 m-es, háromajtós, alacsony padlós városi busz (kétajtós, 10,7 m hosszú „midi” változata is elérhető a gyártónál); karosszériája alumínium.
- üzemanyag-cella: 60 kW (PEM), Toyota gyártmány (a jövőben, a következő generációs H2.City Gold buszba várhatóan 70 kW-os lesz beépítve). Hidegindítás -25 °C-ig biztosított
- akkumulátor: 44 kWh (LTO, lítium-titánium-oxid, töltése CCS Type 2 csatlakozóval)
- motor: 180 kW, Siemens, permanens mágneses szinkronmotor
- hidrogén onboard tárolás: tetőn elhelyezett, 5 db Type-IV, 350 bar-os tartály; 37,5 kg_{H2} tárolókapacitás
- tankolási idő: 9 perc (SAE J2601-2 & SAE J2799 IR szabványok szerint)
- hatótáv: min. 400 km a CaetanoBus műszaki adatlapja szerint, de a Pakson mért fogyasztási adatok alapján 450 km is igen nagy valószínűséggel teljesíthető, sőt akár 500 km. (Megjegyzés: a busz paksi útvonala nagyjából sík terepen zajlott (max. 30 m volt a szintkülönbség a 11 km-es nyomvonalon, és januári átlaghoz képest enyhe idő volt.)
- utaskapacitás: kialakítástól (megrendelői elvárásoktól) és helyi szabályozástól függően max. 86 fő.

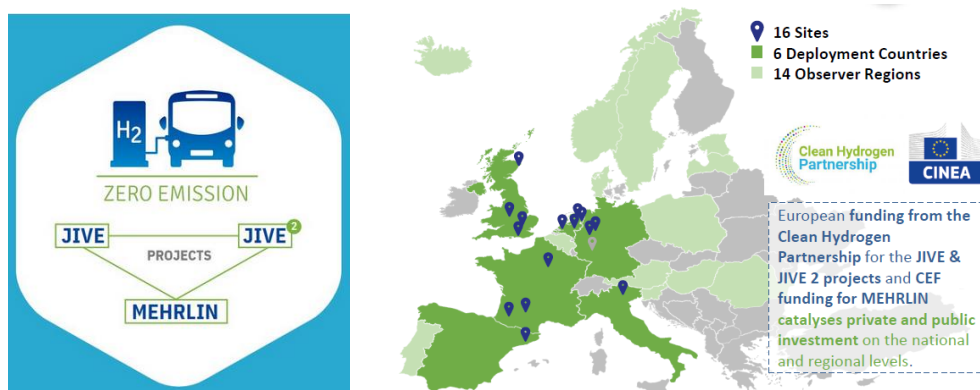
Az aktuális hazai vonatkozások közé tartozik, hogy a 2021-ben elfogadott „Nemzeti Hidrogénstratégia 2030”² célkitűzéseinek megfelelően, illetve konkrét végrehajtása érdekében a HUMDA Zrt. 2023 nyári hónapjaiban több közbeszerzési felhívást tett közzé hidrogén üzemanyag-cellás buszok beszerzésére, illetve kapcsolódó H₂-töltőállomás létesítésére. Ezek még egyelőre szintén demonstrációs célt szolgálnak, egyelőre ideiglenesek lesznek, mert jóval hosszabb időre (hónapokra) és több hazai nagyváros közösségi közlekedési rendszerében is szeretnének tapasztalatot szerezni FCEB buszokkal, mielőtt a nagyobb volumenű beszerzés, telepítés megkezdődne. E feladatokat a már több éve futó, és az akkumulátoros buszokra fókuszáló HUMDA „Zöld Busz Program” mellett, annak kiegészítéseként a „Zöld H₂ Busz Program” keretében végzik. 2023 decemberében publikált tervek alapján megkezdődött néhány hazai nagyvárosban – állandó – hidrogén-

² 1371/2021 (VI.10.) Korm.határozat a Nemzeti Hidrogén Stratégia 2030 elfogadásáról.

töltőállomások telepítésének előkészítése, előzetes tervezése. Mindezt komplex projekt formájában igyekeznek a HUMDA megvalósítani, ami azt jelenti, hogy hidrogénüzemű járműveket - mindenekelőtt buszokat és teherautókat - időben és térben összehangolt módon igyekeznek tervezni és üzembe állítani a töltőállomásokkal. Ennek oka, hogy a hidrogénmobilitás korai fázisában a hatékonyság, a jelentősebb töltőállomás-kihasználtság, méretgazdaságosság megközelítése érdekében így kell eljárni. Néhány hazai projektgazda egyszerűen csak hidrogén-töltőállomást telepítene -, olykor véletlenszerűen kiválasztott helyszínre - jelentős támogatásigénnyel, de a korai piaci fázisban ezek kihasználatlanok, életképtelenek lesznek, ha nem komplex tervezés történik. A komplex hidrogénmobilitási projekt tervezése persze számottevően nehezebb, energiaigényesebb folyamat, hiszen több szektor (jármű-, ill. töltőállomás-üzemeltetők, hidrogénbeszállítók) potenciálisan érdekelt feleivel kell tárgyalni, egyeztetni, miközben a szabályozási háttér sem kiforrott még némely tekintetben. Az említett HUMDA projekt [6] keretében 2024 januárjában Debrecen (DKV Zrt.) közösségi közlekedési rendszerében megkezdte első hónapos tesztüzemét egy Solaris Urbino 12 H₂ busz, amely havi váltásban majd Miskolcra, Kecskemétre, Kaposvárra, Zalaegerszegre és Győrbe kerül egy-egy hónapra [7]. Ezt követően újra ugyanezekre a városokra érkezik vissza az FCEB busz gyakorlatilag fél évvel „eltoltan”, mert így eltérő időjárási körülmények közt lehet összegyűjteni a működési tapasztalatokat a demóban részt vevő hat megyei jogú városban. Továbbá a fővárosban egy Caetano H2 City Gold hidrogénüzemű busz is megkezdte egy éves tesztüzemét.

2. Az európai szintű JIVE/JIVE2 projektek keretében végzett hidrogénüzemű busz demó tapasztalatai

Maga a „CEE Hydrogen Bus Roadshow” is – amelynek egyik állomása Magyarország, azon belül Paks városa volt – egy nagyszabású, több éves, EU-s hidrogén busz projekt részét képezte, az ú.n. „JIVE-2” projektét. (JIVE: *Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe*). Az eredeti JIVE projekt (JIVE-1) és ennek kiterjesztése, a jelenleg is futó JIVE-2 projektek biztosítják az eddigi legnagyobb, európai hidrogén üzemanyag-cellás busz bevezetését: ~300 busz, 22 európai városban. A JIVE kezdeményezések célja, hogy nagyléptékű hidrogén üzemanyag-cellás buszflották bevezetésével gyorsítsák a járművek kereskedelmi megjelenését, hogy minél előbb elérhető legyen a támogatás nélküli vagy alacsony támogatású, normál kereskedelmi megjelenésük az EU-ban. Szintén nem mellékes, hogy a megfelelő kapacitású hidrogén-töltőinfrastruktúra is rendelkezésre álljon az egyre nagyobb méretű buszflottákhoz, így a JIVE és JIVE-2 projekteket kiegészíti egy, a hidrogéntankolásra irányuló projekt, a MEHRLIN (*Models for Economic Hydrogen Refueling Infrastructure*), ahogy ezt a 3. ábra projekt-struktúrája szemlélteti.



3. ábra: JIVE projekt struktúra és a hidrogénüzemű buszok alkalmazási helyszínei [5]





A JIVE projektek egyik definiált célja, hogy stimulálják az európai hidrogén-üzemanyagcellás busz piacot, és ennek érdekében egyebek mellett a standard (12 m hosszú) üzemanyag-cellás buszok bekerülési költségét 650 ezer € (JIVE) értékről, legfeljebb 625 ezer € értékre „hossa le” a JIVE 2 projekt végére. A JIVE projekteken öt európai buszgyártó OEM vesz részt:



A JIVE projektekben – alapvetően nagy-britanniai helyszíneken - viszonylag sok (33%) emeletes busz részt, de a teljes flotta többsége (67%) normál városi busz; természetesen mind hidrogén-üzemanyagcellás hajtáslánccal. Az egyes helyszínek flottaméretei meglehetősen szórást mutatnak: 5 és 50 db közötti FCEB busz került telepítésre egy-egy helyszínen.

A JIVE projektek keretében 14 hidrogén-töltőállomás (HRS, *Hydrogen Refueling Station*) volt teljes mértékben működőképes 2022 végére, és ezen időpontig ezeken együttesen 777.000 kg hidrogént kitanoltak ki a buszokba. A töltőállomások nagy többsége (13 db) zöld hidrogént volt képes szolgáltatni³, és az érintett töltőállomások felén on-site módon, elektrolízissel történt a hidrogénelőállítás.

Teljesítmény mutatók a teljes JIVE projektek szintjén

Busz KPI	H ₂ töltőállomás KPI
<p>Megtett távolság:</p> <ul style="list-style-type: none"> JIVE projektben: min. 132.000 km/busz/3 év JIVE2 projektben: min. 150.000 km/busz/3 év <p>Buszok rendelkezésre állása:</p> <p>>90% </p> <p>Buszok fogyasztása:</p> <p><9 kg_{H2}/100 km (normál buszok) </p> <p><14 kg_{H2}/100 km (csuklós buszok)</p>	<p>H₂ töltőállomások rendelkezésre állása:</p> <p>>98% </p> <p>Kitankolt hidrogén mennyisége:</p> <p>>4.500 kg_{H2}/busz/év </p>

2022 végéig – azaz az [5] tanulmány adatgyűjtési periódusának lezártaig - 9 millió kilométert tettek meg együttesen az addig üzembe állított hidrogénüzemű buszok. A havi együttes menetteljesítmény 620.000 km volt. Ezt helyi vagy külső körülmények (pl. Covid-19 járványhelyzet) olykor negatívan érintették. Azonban szinte minden helyszínen és minden alkalmazott buszmárka esetében a célértéket túlteljesítették (egyes hónapokban az egyes buszok esetében); ez azt bizonyítja, hogy az autóbuszok képesek az elvárt menetteljesítményt megfelelően teljesíteni. Emlékeztetőként: a JIVE2 projekt még folyamatban van és 2025 júniusáig tart, tehát az itt bemutatott adatok még nem a teljes projektre vonatkozó információkat tükrözik, hanem csak az aktuális adatgyűjtésig (2022. decemberéig) lezárt adatokat.

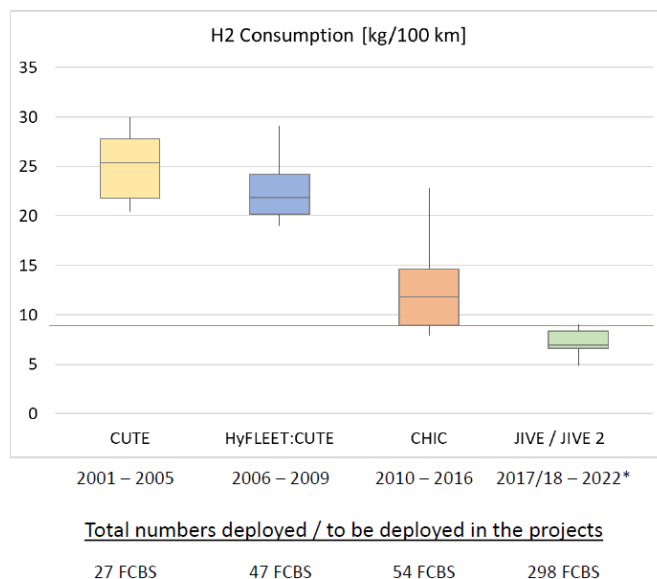
Üzemanyagfogyasztás a teljes JIVE projekt szintjén (és megelőző FCEB demonstrációs projektekben)

Az FCEB buszok kapcsán az egyik kulsckérdés a fogyasztás. E tekintetben a JIVE projektek fő célkitűzése (KPI) volt a 9 kg_{H2}/100 km alatti fogyasztás elérése a 12 m hosszú (standard) buszok esetében. Ahogy a következő ábrán látható, a JIVE projektek esetében ezt nagy biztonsággal sikerült tartani, úgy, hogy ez közel 300 busz átlagára igaz. Sőt, ezt nagyon jelentősen túlteljesítő, akár 6,3 kg_{H2}/100 km fogyasztási érték is előfordult (mint legjobb eset), de 6,3 – 9 kg_{H2}/100 km tartományban volt a fogyasztás, ami megfelel 20-23 l/100 km dízel-ekvivalens fogyasztásnak. A következő ábra abból a szempontból is igen szemléletes, hogy a korábbi, egészen 2001-ig visszanyúló európai hidrogénüzemű busz projektek esetében mért fogyasztási adatokat is mutatja, igaz ez esetekben még csak jóval kisebb (néhány tíz darabos) flottaméretek voltak. Ezen idősről látható, hogy a hidrogén-üzemanyagcellás buszok fogyasztása nagyon jelentősen javult az egyes projektek során, az utóbbi húsz évben⁴. Csuklós FCEB Buszok esetében 14 kg_{H2}/100 km volt a JIVE2 projekt elvárt KPI-a, de a projektben résztvevő csuklós buszok ~9 kg_{H2}/100 km fogyasztottak.

³ Bár ezek közé bele értendő azon esetek is, amikor valamilyen zöld hidrogén eredetigazoláson (GO) keresztül volt „virtuálisan” elérhető a zöld hidrogén, és nem a ténylegesen kitanolt molekula származott megújuló forrásból.

⁴ Mindezen fogyasztások a buszok akkumulátorainak külső töltése nélkül elért H₂-fogyasztási adatok. Ha a „hibrid” FCEB buszok erre alkalmas akkumulátorait tendenciózusan külső elektromos forrásból is töltenék, még alacsonyabb H₂-fogyasztások lennének elérhetőek.

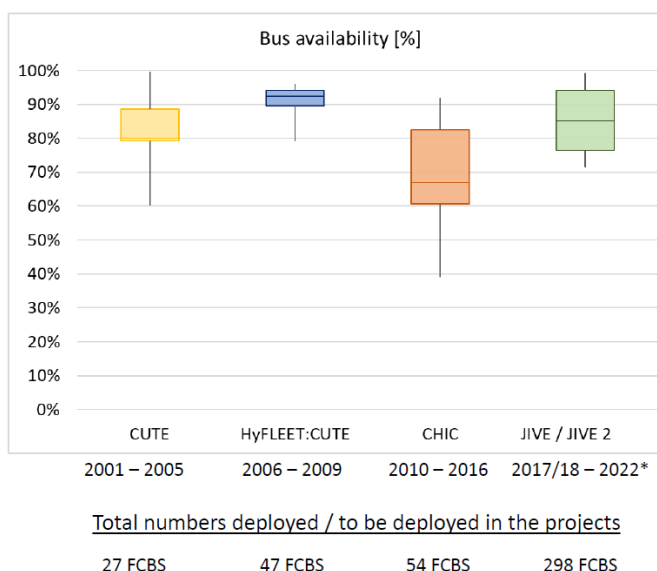
A fogyasztás tekintetében tehát mind a normál (12 m), mind a csuklós buszok teljesítik a releváns (KPI) elvárást.



4. ábra: buszok hidrogénfogyasztási adatai az eddigi európai FCEB demonstrációk során [5]

Buszok rendelkezésre állása

A JIVE projektekben képviselt valamennyi gyártó autóbuszai bebizonyították, hogy képesek a 90%-os rendelkezésre állási célértéket meghaladni a jelentéstételi időszak egyes időszakaiban. Azonban a teljes FCEB buszflotta átlaga 2022. végén 85% volt, ami javítandó érték, bár a hibaelemzések azt mutatták, hogy a hibák miatti üzemszünet felét a buszok nem hidrogénnel kapcsolatos komponensei okozták. Viszont öt helyszínen 90%-nál magasabb rendelkezésre állást is elértek; sőt, egyes helyszíneken 99%-os rendelkezésre állás valósult meg az ott szolgálatot teljesítő buszok esetében.

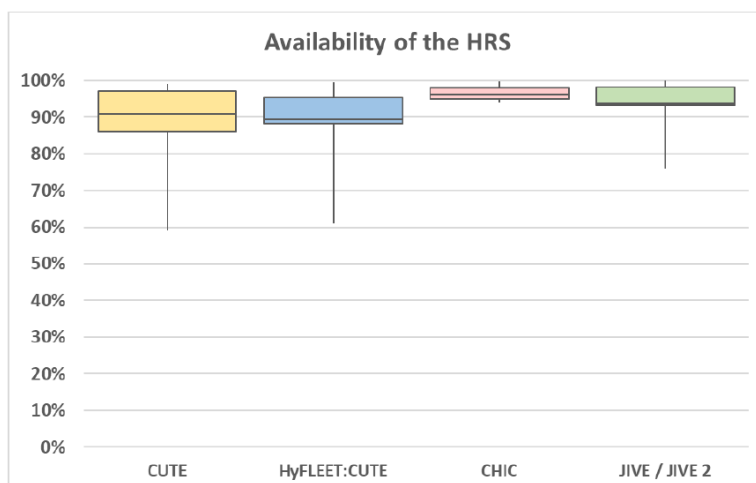


5. ábra: buszok rendelkezésre állása az eddigi európai FCEB demonstrációk során [5]

H₂ töltőállomások rendelkezésre állása

A JIVE projektekben résztvevő hidrogén-töltőállomások (HRS) általánosságban jól teljesítettek, de egyes helyszíneken egyes problémák hosszú leállási időhöz vezettek. A HRS-ek esetében elérendő min. 98%-os rendelkezésre állást három töltőállomás (az összesen 10 vizsgált közül) teljesítette. A maradék HRS legtöbbje bizonyos periódusokban képes volt az előírt (KPI szerinti) rendelkezésre állást biztosítani. Ha minden egyes töltőállomás esetében a havi rendelkezésre állásokat (%) vizsgálták, akkor mindegyik HRS esetében volt olyan hónap, amikor a 98% feletti rendelkezésre állás megvalósult. Mindezekkel együtt is,

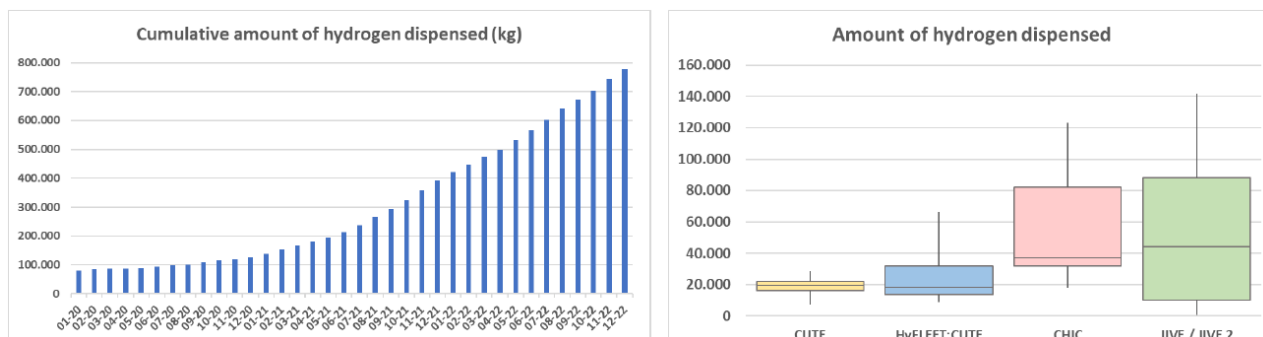
hidrogén-töltőállomások rendelkezésre állása terén szükség van a teljesítményjavításra. Ugyanakkor itt meg kell jegyezni, hogy a JIVE és JIVE2 projektek még nem értek véget (a JIVE 2024 júniusáig, a JIVE2 2025 júniusáig tart), ezért minden itt bemutatott elemzés, KPI még zajló folyamatokat tükröz és nem véglegesek.



6. ábra: hidrogén-töltőállomások rendelkezésre állása az eddigi európai FCEB demonstrációk során [5]

A kitankolt hidrogén mennyisége

A kitankolt hidrogén mennyisége fokozatosan nőtt, ahogy az üzembe lépő FCEB buszok száma növekedett, így 2022 december végére több mint 770.000 kg hidrogént tankoltak ki a JIVE/JIVE2 projektekben résztvevő buszokba. E téren a projekt KPI: 4.500 kg_{H2}/busz/év; a 2022 végéig mért valós adat ettől kicsivel elmarad. Ugyanakkor ezt körültekintően kell értelmezni, mert az előre tervezettnél rövidebb távokat tettek meg a buszok és az üzemanyag-hatékonyságot ez számottevően javította. Tehát alapvetően nem arról van szó, hogy a H₂-töltőállomások (HRS-ek) nem lettek volna képesek e mennyiséget kiszolgálni.



7. ábra: kitankolt hidrogén (b) kumulatív és (j) buszonkénti mennyisége [5]

Források, hivatkozások:

- [1] „Key learnings and impacts from the 1st JIVE 2 CEE Bus Roadshow” (D4.13 Report): https://www.hfc-hungary.org/Roadshow/D4-13%20Lessons%20learned%20from%20the%201st%20JIVE%202%20CEE%20bus%20roadshow_PUBLIC.pdf
- [2] CEE Hidrogén Busz Roadshow magyar honlapja: www.hfc-hungary.org/hidrogen-busz/
- [3] „CEE Hydrogen Bus Roadshow” tájékoztató brossúra: https://www.hfc-hungary.org/Roadshow/Leaflet_JIVE-Roadshow_HUN.pdf
- [4] A paksi hidrogén busz demó és konferencia kisfilmje: <https://www.youtube.com/watch?v=IVpqEoyXf6A>
- [5] Presentation by Element Energy (2023): JIVE/JIVE2/MEHRLIN - Towards clean public transportation with fuel cell buses.
- [6] <https://humda.hu/aktualitasok/decembertol-egy-even-at-het-helyszinen-tesztel-hidrogen-uzemanyagcellas-buszokat-a-humda-185>
- [7] <https://humda.hu/aktualitasok/debrecenben-tesztel-hidrogen-uzemanyagcellas-buszt-a-humda-190>