

Mayer Zoltán

## Hidrogén üzemanyag-cellás járművek

**Jelen cikk egyes országok stratégiai és útitervei („roadmap”) alapján igyekszik bemutatni a hidrogén- és tüzelőanyag-cellás járművek terén jelenleg tapasztalható és a jövőben várható tendenciákat. Továbbá a közelmúltból származó, egyes autógyártók konkrét fejlesztési eredményei is bemutatásra kerülnek, valamint a kapcsolódó hidrogén-infrastruktúra várható fejlődési irányai.**

### Háttér

Jelenleg egyfajta vetélkedés figyelhető meg a hagyományos (fosztilis, nukleáris) energiaforrások és az alternatív energiahordozók között, illetve utóbbin belül is a különböző megújuló energiák között. A változások főbb hajtóerői ismertek: a jelenlegi közlekedési rendszer – az adott országtól függően, de – általában igen magas arányban (~90-95%-ban) a kőolajtól függ, amelynek viszonylag alacsony ára és könnyű elérhetősége a jövőben egyre kevésbé valószínűsíthető. Emellett a környezet- és klímavédelmi megfontolások is egyre fontosabbak. Ugyanezen „vetélkedés” tapasztalható a különböző alternatív járműhajtások esetében is: többféle üzemanyag és meghajtási lánc igyekszik helyet „kiharcolni” magának a vetélkedésben, ahol gazdaságossági, technikai és környezetvédelmi kritériumok együttes kielégítése lenne a cél, ami nem könnyű. Az új megoldások egy része (pl. bioüzemanyag-bekeverés, E85, biogázból előállított biometán) a meglévő járműveken és üzemanyag-infrastruktúrában nem, vagy csak kisebb változtatásokat tesz szükségessé. Az alternatív megoldások egy másik része (pl. akkumulátoros-elektromos

meghajtás) alapvető változtatásokat hozhat mind a járművekben, mint a kapcsolódó infrastruktúrában, és esetleg megtörni igyekszik a benzin- vagy dízelüzemű, belső égésű motorok hosszú ideje tartó egyeduralmát.

Körülbelül egy éve, 2010 végén látott napvilágot a McKinsey & Co., az egyik tekintélyes tanácsadó cég által szerkesztett tanulmány [1], amely három alternatív járműmeghajtási módot vizsgált: akkumulátoros (BEV), plug-in hibrid (PHEV) és hidrogén tüzelőanyag-cellás jármű (FCV). A tanulmány jelentőségét az adja, hogy egyrészt széles körű, gyakorlati tapasztalatokból nyert adatokon alapszik (az FCV járművek esetében: 500 hidrogénüzemű jármű felhasználói tapasztalatai, 15 millió megtett kilométert, 90 ezer hidrogén-tankolási alkalom), másrészt a tanulmányt összeállító cégek között megtalálhatók az érintett nagy autógyártók, az olaj- és gázipari cégek, az ipari gázgyártók és a hidrogéntechnológiákban érdekelt cégek is<sup>1</sup>.

Az alternatív járműhajtások vizsgálatának jelentőségét az adja, hogy a becslések szerint 2050-re kb. 273 millióra növekedhet az EU-ban a személyautók száma, és 2,5 milliárdra világszerte, miközben ezen időtávra 80% körüli CO<sub>2</sub> kibocsátás-csökkenést tartanának kívánatosnak, az EU és a G8-ak egyaránt. E célok elérése a hagyományos belső égésű motorokkal (ICE) nem lehetséges, még akkor sem, ha ezek esetében vannak még hatékonysági tartalékok. A kibocsátások ilyen szintű csökkentése viszont – főleg növekvő járműszám mellett – nem valószínűsíthető meg kizárólag hatékonyságnöveléssel.

Emellett a McKinsey-tanulmány – jelen cikk szempontjából is fontos – fő konklúziói közé tartozik, hogy a jármű-meghajtási láncok portfóliója fogja valószínűleg lefedni a fogyasztók (és a környezet) igényeit. Az utóbbi 40 évben nem sikerült egyetlen járműhajtásnak kielégítenie egyidejűleg a gazdaságos-

1. ábra. HFC jármű és hidrogén- (valamint CNG) üzemanyagkút (forrás: HFC Joint Undertaking)



ság, a teljesítmény és a környezetvédelem által elvárt igényeket. Emiatt a világ várhatóan el fog mozdulni az egyetlen meghajtási mód (a belső égésű motorok, ICE) alkalmazásának „uralmától” a különböző járműmeghajtások portfóliója felé, és ebben az egyes alternatív meghajtási láncok inkább kiegészíthetik egymást, és nem feltétlenül élesen szembenálló versenytársak lesznek. Részben emiatt nem szeretnénk beleesni a „minden szentnek maga felé hajlik a keze” szindrómába, és a hidrogénüzemű tüzelőanyag-cellás járműveket (HFC) hirdetni – hosszabb távon –, mint az egyedül üdvözítő megoldást. Ugyanakkor azt be lehet és kell mutatni, hogy a HFC járművek valós és több tekintetben előnyös alternatívát jelentenek, akár már középtávon is.

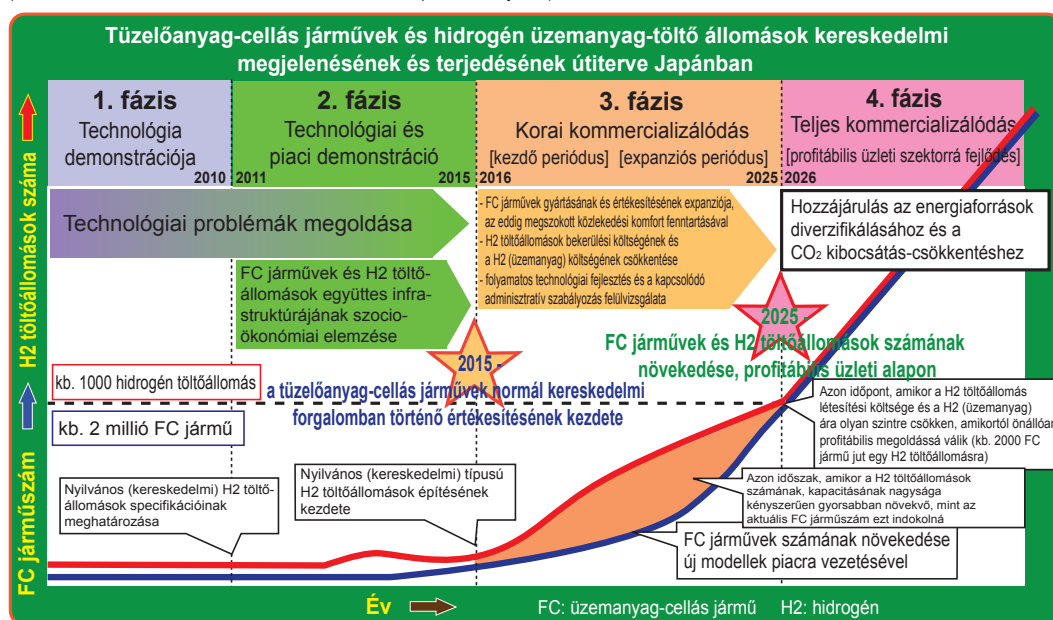
A fentiek mellett meg kell jegyezni, hogy a megújuló energiaforrások alkalmazásáról szóló, 2009/28/EK (RES) irányelv is megemlíti a – megújuló alapon termelt – hidrogént, mint a közlekedési célú energiafelhasználáson belüli 10%-os megújuló energia-résarány elérésének egyik lehetséges eszközét.

### Japán útiterve a hidrogén-töltőállomások és HFC járművek terjedésére

A világ egyik meghatározó szereplője Japán a HFC járművek és a kapcsolódó hidrogén-infrastruktúra tekintetében. A Fuel Cell Commercialization Conference of Japan legutóbbi, 2010-es tanulmányából származik a mellékelt, kicsit „japánosan zsúfolt”, 2. ábra, amely a HFC járművek és a kapcsolódó hidrogén-töltőállomások kommercializálódási folyamatát prognosztizálja. Főbb megállapításai az alábbiak:

- 2010-ig tulajdonképpen lezajlott a technológia korai demonstrációs szakasza, és ezt követően két kulcsfontosságú időpont (mérőföldkő) van, melyeket az ábrán csillagok jelölnek: 2015 és 2025.
- 2015-re várható, hogy kereskedelmi forgalomban megjelennek – az elfogadható áron – megvásárolható HFC személyautók a széles nyilvánosság számára. Tehát ekkortól már nem csak lízingelni lehet ilyen típusú járműveket (mint ahogy eddig történt), hanem „hagyományos” kereskedelmi forgalomban meg is lehet vásárolni ezeket.
- 2025-re, a korai kommercializálódási folyamat végére a HFC járművek körülbelüli száma eléri Japánban a 2 milliót, a hidrogén-töltőállomások száma pedig a kb. 1000 darabot, és ez az a kritikus tömeg, amelytől önállóan

2. ábra. Japán útiterve a hidrogén tüzelőanyag-cellás járművek és hidrogén töltőállomások terjedésére (forrás: Fuel Cell Commercialization Conference of Japan, 2010. július)



	2009	2010	2011	2012-14	2015-17
Észak-Kalifornia (db)	57	56	68	865	8450
Dél-Kalifornia (db)	136	314	644	3442	41 150
<b>Összesen (db)</b>	<b>193</b>	<b>370</b>	<b>712</b>	<b>4307</b>	<b>49 600</b>

1. táblázat. Hidrogén tüzelőanyag-cellás járművek várható terjedése Kaliforniában 2009-2017. [5]

működő, profitábilis üzleti alapon folytatódhat a hidrogénüzemű közlekedés és infrastruktúrájának továbbfejlődése. Ekkor kb. 2000 HFC jármű fog jutni egy hidrogénkútra, amely mellett üzletileg életképes e hálózat.

- A 2010-2015-ös periódusban technológiai és piaci demonstráció, zajlik a HFC járművek és a hidrogén-töltőállomások rendszerének szocio-ökonomiai elemzéseit is magába foglalva, valamint kiterjed a kapcsolódó jogi és közgazdasági szabályozók áttekintésére és módosítására.

- 2015-2020 a korai kommercializálódási periódus, amely egy kiindulási fázissal kezdődik (lásd fentebb a 2015-ös mérőföldkővet) és egy expanziós fázissal folytatódik. E fázisban a HFC járművek növekvő értékesítésén, a fajlagos költségeknek – beleértve a hidrogén árának – a csökkentésén van a hangsúly, illetve a szabályozási környezet továbbfejlesztésén. Fontos még megjegyezni, hogy e fázisban a hidrogén-töltőállomások kapacitása némileg – szükségszerűen – felette lesz a tüzelőanyag-cellás járművek aktuális száma által megkövetelt kapacitásnak (a 2. ábrán: a piros vonal viszonylag magasan a kék fölött fut ezen időszakban).

- 2025-től várható a teljes kommercializálódás időszaka, amikor is a rendszer önálló, profitábilis üzleti alapon tud működni és továbbfejlődni. Ekkortól már a hidrogén-infrastruktúra érdemben hozzá tud járulni az energiaforrások diverzifikálásához és a CO<sub>2</sub>-csökkentési célok eléréséhez.

### Kaliforniai útiterve a HFC járművek és a hidrogén-töltőállomások terjedésére

Az USA szintén a hidrogén-energetika, a hidrogénalapú közlekedés meghatározó szereplői közé tartozik, ezen belül is Kalifornia tekinthető az élvonalnak. A működő hidrogén-üzemanyag-töltő állomások (HRS) száma az USA-ban 2009-ben 69 volt, és további 38 állt tervezés alatt. A hidrogéntöltő állomások több mint harmada egyetlen államban, Kaliforniában található. A California

Fuel Cell Partnership – amely az egyik legfontosabb amerikai szakmai szervezet e területen – 2009-ben adta közre akciótervét „Hidrogén tüzelőanyag-cellás járművek és hidrogén-üzemanyag-töltőállomások fejlesztési programja” címmel. Az 1. táblázat ezen akcióterv HFC járműszámra vonatkozó előrejelzését adja meg idősorban.

A kiszolgáló infrastruktúrát tekintve további 50-100 HRS felépítését tervezik 2017-ig. Az 50 000 HFC jármű a jellemző, átlagos napi menet-teljesítmények mellett kb. 50 000 kg/nap mennyiségű hidrogént igényel, amelyet például ~50 db 1000 kg-H<sub>2</sub>/nap vagy 100 db 500 kg-H<sub>2</sub>/nap kapacitású töltőállomással, illetve ezek valamilyen kombinációjával terveznek kielégíteni. (Az összehasonlíthatóság érdekében: Kaliforniában kb. 17 000 hagyományos üzemanyagkút van je-

lenleg. Ha 2017-ig kb. 1000 HRS létesül – új állomásként vagy a meglévő kutakon belül –, akkor ez 5,8%-ot jelent.) A hidrogén üzemanyag-kutaknál 350 és 700 bar nyomású, gáz halmazállapotú hidrogént lehet tankolni. Az akcióterv szerint a kezdeti időszakban, ideiglenesen négy mobil hidrogén üzemanyagkútra is szükség lesz.

Az akcióterv San Francisco felé, forgalmas tranzit útvonalon is tervezi hidrogén üzemanyag-kutak kiépítését, mivel itt még többen használhatják; különös tekintettel a távolsági buszokra<sup>2</sup>. Az akcióterv számol a tüzelőanyag-cellás buszprogram eredményeivel is, mivel a szükséges hidrogénmennyiséget a fokozatosan üzembe lépő HFC buszok tovább növelik [5].

Az USA-ból egy figyelemreméltó példát még fontosnak tartottam kiemelni, ez pedig a hatósági engedélyeztetések területéről származik. Tapasztalhatjuk ugyanis Magyarországon, hogy nagyon sok projekt megvalósításánál az egyik kockázatos terület a hatósági engedélyek megszerzése; és paradox módon akár a megújuló energia-projekteknel esetleg éppen a környezetvédelmi engedélyeztetés lehet az egyik kritikus pont. 2010-ben lépett életbe Dél-Karolinában a „Hidrogén Engedélyezési Törvény” (The South Carolina Hydrogen Permitting Act, Bill H3835), amely egységes engedélyezési eljárást tesz lehetővé a hidrogén- és tüzelőanyag-cellás projektek számára az állam teljes területén, és erre az állami hivatásos tűzoltóságot jelöli ki eljáró hatóságként [6]. Hasonló, a HFC technológiák, létesítmények engedélyezését segítő kézikönyv egyébként létezik már például Kanadában is, illetve az EU-ban is volt egy erre irányuló projekt.

### Az EU útiterve és a németországi helyzet

Az EU szintén rendelkezik útitervvel a HFC technológián alapuló közlekedésre vonatkozóan, amelyet – egyebek mellett – az úgynevezett HyWays (FP6) projekt keretében dolgoztak ki, így nem éppen a legfrissebb. Az útiterv 2015 körülre valószínűsíti a HFC járművek kereskedelmi megjelenését, és az EU-ra vonatkozóan 2020-ra azt prognosztizálja, hogy az új személyautó értékesítésen belül 5%-ot fog kitenni HFC járművek aránya; 2030-ra ez az arány 20% felett lesz.

Az EU-n belül Németország tekinthető a tüzelőanyag-cellás technológiák vezető szereplőjének. Nemzeti költségvetéséből csaknem annyit költ saját HFC iparágra (K+F+D) fejlesztésére, mint az azonos célokat szolgáló egész EU-s költségvetési keret az EU27 országokra együttesen. E progresszív folyamatot demonstrálja például, hogy 2009-ben, a „Német H2 Mobilitás” kezdeményezés keretében ipari gázgyártók, olajipari cégek és más szervezetek, amelyek a hidrogénalapú közlekedés infrastruktúrájának kiépítésében fontos

#### 4. ábra. hidrogén tüzelőanyag-cellás busz London közösségi közlekedésében (forrás: HFC Joint Undertaking)



3. ábra. A Nissan által fejlesztett tüzelőanyag-cella stack az X-Trail FCV járművéhez (Forrás: www.nissan-global.com)

szerepet tudnak és kívánnak betölteni, egy szándéknyilatkozatot írtak alá erről, a német közlekedési miniszter részvételével. Az aláíró cégek: Linde, Daimler, EnBW, OMV, Shell, Total, Vattenfall, National Organisation Hydrogen and Fuel Cell Technology [6]. Emellett 2011 első felében zajlott 125 napon át az a világ körüli túra, amelyet három darab Mercedes B-Class F-CELL (hidrogén tüzelőanyag-cellás) autóval tettek meg [7]. A Daimler (Mercedes) kizárólagos partnere ezen út során egy másik német cég, a Linde AG volt, amely az üzemanyagként szolgáló hidrogént biztosította. Az esemény lezárásakor a Daimler-Mercedes illetékese úgy nyilatkozott, hogy 2015-re várhatóan kereskedelmi forgalomba fog kerülni az elfogadható áron megvásárolható (tehát már nem csak lízingelhető) Mercedes B-Class F-CELL. Emellett a Daimler és a Linde további 20 hidrogén üzemanyag-töltő állomást kíván építeni Németországban 2014-ig, főként Stuttgart, Hamburg és Berlin környékén, illetve egy észak-déli és egy kelet-nyugati irányú „hidrogén-korridor” mentén. Jelenleg kb. 30 hidrogéntöltő állomás létezik Németországban; az újabb és újabb H<sub>2</sub> töltőállomásokkal pedig lassan egy országos alaphálózat fog kialakulni. Ennyi hidrogén töltőállomással Németország vezető helyet foglal el Európában, és nem titkolt cél, hogy a vezető piac legyen az elektromobilitás terén is [8].

A Pike Research, amely egy elemző és tanácsadó cég a tiszta technológiák globális piacán, 2011 közepén publikált jelentése szerint 2020-ra 5200 db hidrogén töltőállomást prognosztizál világszinten, amelyek személyautók, buszok és targoncák kiszolgálását biztosítják. Ennek következtében az üzemanyagként használt hidrogén iránti igény a 2010-es 775 ezer kg-ról 2020-ra várhatóan 418 millió kg/év értékre növekszik [9]. E periódusban egyébként fontos szerepük lesz még az anyagmozgatás járműveinek (elsődlegesen a hidrogén tüzelőanyag-cellás targoncáknak), mert ez az egyik legfontosabb korai piac; és már jelenleg is működnek – főként Észak-Amerikában – olyan „main stream” vállalatok (pl. Coca-Cola, Whole Food Market), amelyek egy-egy logisztikai telephelyén már jelenleg is 40-50 darabos HFC targoncafloták üzemelnek, nyilván a megfelelő hidrogén-infrastruktúrával (töltőállomás, disztribúciós lánc stb.) kiegészítve.

### Autógyártók legújabb fejlesztéseinek eredményei

Egyetlen rövid cikk keretében lehetetlen részletesebben beszámolni a hidrogén tüzelőanyag-cellás járművek terén elért eredményekről, de konkrét és aktuális példán keresztül azt mindenképpen célszerű bemutatni, hogy milyen gyors és milyen jelentős léptékű a fejlődés ezen a területen (mind a technikai, mind a gazdasági paraméterek tekintetében). Emiatt nem szabad, illetve téves konklúziókra vezethet, ha akár csak 4-5 évvel ezelőtti publikációk alapján próbálnánk képet alkotni a tüzelőanyag-cellás járművekről vagy éppenséggel más FC-technológiákról.

A Nissan 2011-es tüzelőanyag-cellás modellje két kritikus területen ért el igen jelentős fejlődést: a teljesítménysűrűség növelése és a költségek csökkentése tekintetében. A teljesítménysűrűséget tekintve az új tüzelőanyag-cellás rendszerrel 2,5 kW/liter értéket ért el, ami 2,5-szeres a korábbi verziójú (2005) HFC járművéhez viszonyítva, amely egyébként a Nissan X-Trail FCV modell. A korábbi fejlesztések eredménye, hogy a 2005-ös modell hatótáv tekintetében elérte az 500 km-t (az egy feltöltéssel megtehető távolságot), ami már elfogadható és versenyképes a mostani benzines vagy dízeljárművekhez képest. A tüzelőanyag-cella (stack) mérete is jelentősen csökkent: a 85 kW-os erőforrás 34 liter térfogatban elfér. A gyártási költséget 85%-kal sikerült csökkenteni, amely így már közel került a US DoE által megadott (2010-es) értékhez, ami az egyik legtöbbet idézett benchmark érték, mivel ezt tekintik a kommercializálódás egyik peremfeltételének. A költségcsökkenés főként annak köszönhető, hogy a szükséges platina mennyiségét 75%-kal sikerült csökkenteni [2].

A US DoE kutatásai megállapítják, hogy 2005 és 2010 között a PEM típusú tüzelőanyag-cellákban a katalizátorként használt platina mennyisége 80%-kal csökkent, és elérhetőek azok a benchmark értékek, amelyeket a US DoE tűzött ki célként e területen.

Néhány további, friss technikai paraméter a hidrogén tüzelőanyag-cellás járművekkel kapcsolatosan:

- Néhány éve a hidrogénüzemű járművek hatótávolsága – azaz az egy tankolással megtehető kilométerek száma – volt az egyik szűk keresztmetszet. Mára ez a probléma gyakorlatilag megoldott. Egy tankolással (és komprimált gáz állapotú hidrogénnel) 400 km feletti hatótávolságok HFC járművel általánosan elérhetőek, de vannak olyan HFC modellek (pl. KIA Borero, Toyota Highlander), amelyek 600 km körüli távolság megtételére képesek egy feltöltéssel.

- A HFC járműveket gyakorlatilag most már ugyanolyan vagy nagyon hasonló technikai paraméterek jellemzik, mint a belsőégésű motorral rendelkező modelleket. Konkrét adatok a Hyundai Tucson HFC modellre vonatkozóan: a jármű teljesítménye 100 kW (136 LE), max. sebesség: 170 km/h, hidegindítás: -30 °C-ig, FC rendszerhatásfok: 60%(!) [4];

- A HFC járművek fogyasztása a középkategóriás személyautók esetében kb. 1 kg-H<sub>2</sub>/100 km. A Honda FCX Clarity-re a Honda által kiadott sajtóközlemény 72 mérföld/kg-H<sub>2</sub> fogyasztást ad meg, ami 0,86 kg-H<sub>2</sub>/100 km.

- Egy személyautónak kb. 4 kg hidrogén befogadására alkalmas tankja van, amely 3-6 perc alatt teletankolható. (Ezen adatokat érdemes összevetni a tisztán akkumulátoros járművek több órás töltési idejével, és lényegesen rövidebb hatótávolságával.)

## Összefoglalás

A cikkben bemutatott útiterv alapján megállapítható, hogy a meghatározó országok legújabb hidrogén útitervei a főbb mérföldköveket illetően összecsengenek, illetve több fontos autógyártó piacra lépési szándékai is ezekkel nagyjából harmonizálnak. Az egyik fontos és belátható időn belül várható mérföldkő, hogy – ugyan kis szériaszámmal, de – 2015 körül normál piaci értékesítésre kerülnek az első HFC járművek; nyilván azokon a piacokon, ahol a kapcsolódó infrastruktúra már kialakult vagy kialakulóban van.

A hidrogén tüzelőanyag-cellás járművek területén mára gyakorlatilag megoldottnak tekinthető problémák: megfelelően nagy hatótávolság, rövid hidrogéntankolási idő elérése, alacsony külső környezeti hőmérsékleten történő indítás. A kommercializálódás megkezdéséig hátralévő, megoldandó főbb problémák: további költségcsökkentés, méret- és súlycsökkentés (főként a hidrogéntárolás hatékonyságának javításán keresztül), tüzelőanyag-cella stack élettartamának növelése.

Ugyanakkor a helyzet nem egyszerű, mivel a következő dilemma áll fenn, főként a kiterjedt autóparral rendelkező országok, illetve maguk az autógyártó vállalatok részéről:

- egyrészt drasztikus mértékű lesz, illetve lehet a piacvesztés (és a munkahelyek elvesztése), ha késői piacra lépést valósítanak meg a HFC jármű-technológiákkal,

- másrészt jelenleg még bizonytalanságok vannak a hidrogénautók piaci sikerével kapcsolatban, illetve a kapcsolódó infrastruktúrát illetően, és emiatt a dollármilliárdok potenciális elvesztésének kockázata a nem kellően érett technológiába történő befektetések kapcsán. Kezdetben kihívást jelent az is, hogy a létesülő hidrogén üzemanyagtöltő kutak kihasználtsága az alacsony járműszám miatt még viszonylag alacsony lesz.

Ahogy tehát látható, igen komoly lehetőségekkel és kihívásokkal lehet és kell számolni e területen. Az EU-ban bizakodásra adhatnak okot például a New Energy World IG3 (az EU-ban működő HFC Joint Undertaking ipari csoportjának) a 2011 novemberében közzétett tanulmányában foglaltak [10]. Ez a dokumentum azért lehet irányadó a várható hidrogén-energetikai fejlemények tekintetében, mivel ezen csoport, illetve a tanulmány készítői a HFC technológiák meghatározó vállalatai. E csoport a 2014-2020 közötti időszakra a magán- és közszféra együttes finanszírozásával működtetett fejlesztési rendszerből, a HFC technológiák öt kijelölt területén belül 67%-ot, tehát a fejlesztések kétharmadát a HFC járművek és a hidrogén infrastruktúra kiépítésére fordítaná.

## Jegyzetek

1. A McKinsey tanulmány kidolgozásában részt vettek: BMW, Daimler, Ford, General Motors, Honda, Hyundai Motor Company, Kia Motors, Nissan, Renault, Toyota Motor, Volkswagen, ENI Refining and Marketing, Galp Energia, OMV Refining and Marketing GmbH, Shell Downstream Services International, Total Raffinage Marketing, EnBW Baden-Wuerttemberg AG, Vattenfall, Air Liquide, Air Products, The Linde Group, ELT Elektrolyse Technik, Hydrogenics, Hydrogen Technologies, Proton Energy Systems. (A felsorolás még így sem teljes körű.)
2. Az USA nemzeti hidrogén tüzelőanyag-cellás busz-programmal is rendelkezik.
3. [www.new-ig.eu](http://www.new-ig.eu)

## Irodalom

- [1] McKinsey & Co (2010.): A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis - The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles.
- [2] Nissan weboldala: [http://www.nissan-global.com/EN/NEWS/2011/\\_STORY/111013-01-e.html](http://www.nissan-global.com/EN/NEWS/2011/_STORY/111013-01-e.html)
- [3] Fuel Cell Commercialization Conference of Japan weboldala: [http://fcc.jp/index\\_e.html](http://fcc.jp/index_e.html)
- [4] <http://www.fuelcells.org/info/charts/carchart.pdf>
- [5] California Fuel Cell Partnership, 2009.
- [6] Fuel Cell Today
- [7] <http://www.daimler-technicity.de/en/world-drive-back-in-stuttgart/>
- [8] [http://www.the-linde-group.com/en/news\\_and\\_media/press\\_releases/news\\_2011\\_06\\_01.html](http://www.the-linde-group.com/en/news_and_media/press_releases/news_2011_06_01.html)
- [9] <http://www.pikeresearch.com/newsroom/more-than-5200-hydrogen-fueling-stations-to-be-operational-by-2020>
- [10] New Energy World IG (2011): Fuel Cell and Hydrogen technologies in Europe 2011- Financial and technology outlook on the European sector ambition 2014-2020. Brüsszel.