

E-MOBILITÁS KONFERENCIA
2016 Június 9-10, Budapest

Hidrogéngazdaság lehetőségei Magyarországon

Tompos András

igazgató

Magyar Tudományos Akadémia
Természettudományi Kutatóközpont
Anyag- és Környezetkémiai Intézet

Háttér

- 2008-ban indult a Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Nemzeti Technológiai Platform;
- A Platform dokumentumai: (i) Stratégiai Kutatási Terv (2009) and (ii) Megvalósítási terv (2010).
- Mind a transzport mind a telepített energia szektor számára ajánlásokat fogalmaztunk meg.
- 2012-ben a platform tagjai megalakították a Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesületet (elsősorban kis és középvállalkozások).

Meghatározó szereplők a hazai HFC technológiákban

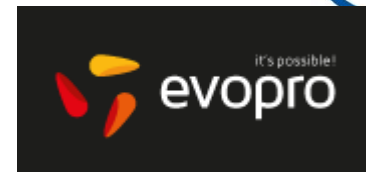
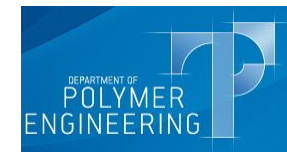
- Kutatóhelyek

- Eötvös Loránd Tudományegyetem (www.fuelcell.hu)
- Természettudományi Kutatóközpont (www.ttk.mta.hu)
- Energiatudományi Kutatóközpont (www.energia.mta.hu/)
- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (www.bme.hu)



- Ipar

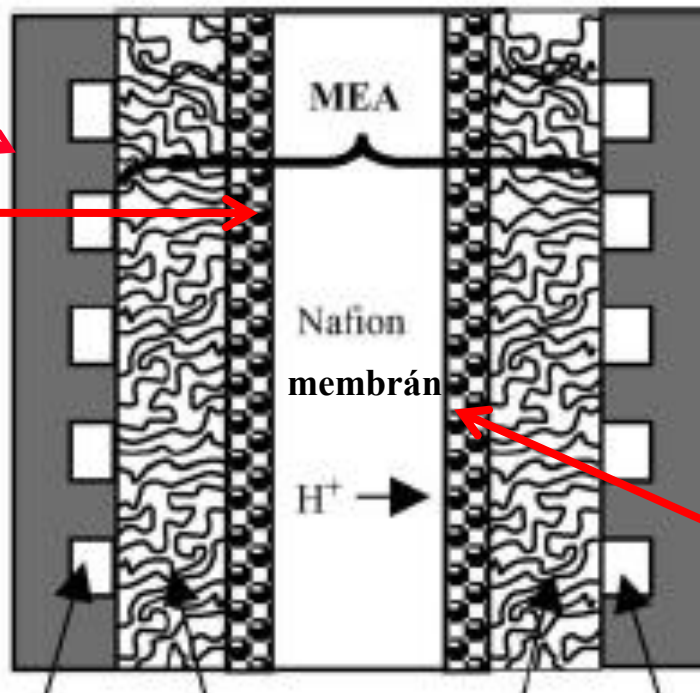
- STS Group (www.stsgroup.hu)
- Kontakt Elektro (www.kontakt-elektro.hu)
- Evopro (www.evopro.hu)
- Prolan (www.prolan.hu)
- Phlegon (www.phlegon.hu)
- Accusealed
- Magyar Telecom



PEM tüzelőanyag-cellák felépítése

Bipoláris lemez

Anód oldali katalizátor



Bipoláris lemez



Katód oldali katalizátor

Hidrogén

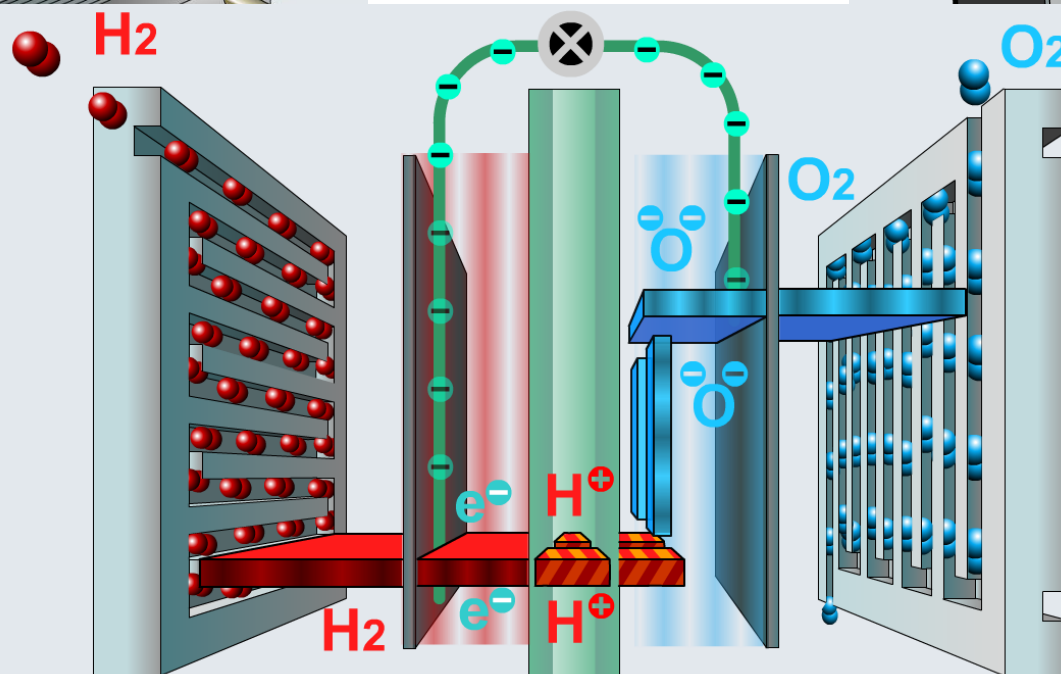
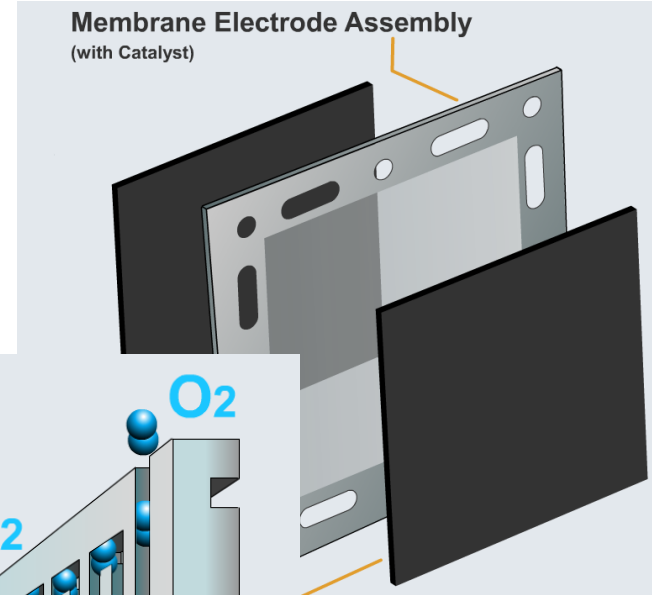
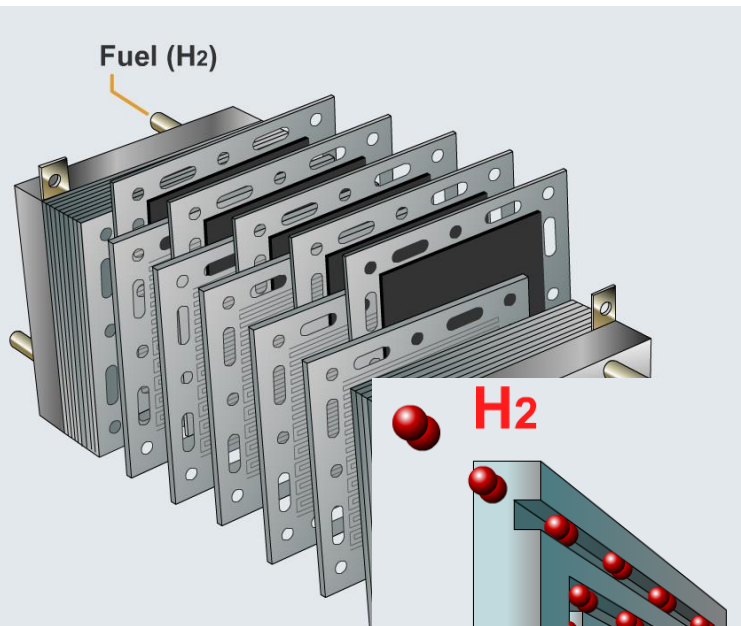
Gáz-diffúziós réteg (GDL) módosított szénpapír

Oxigén

MEA



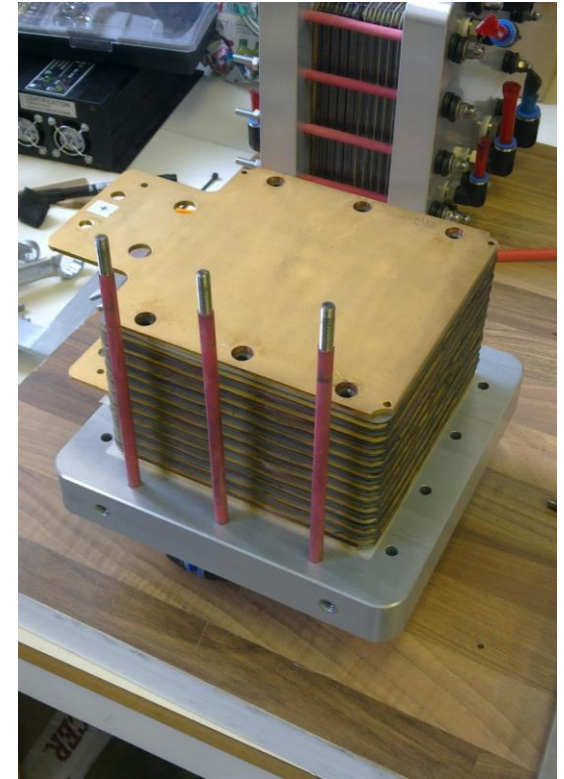
PEM tüzelőanyag-cellák felépítése



PEMFC kötegek fejlesztése

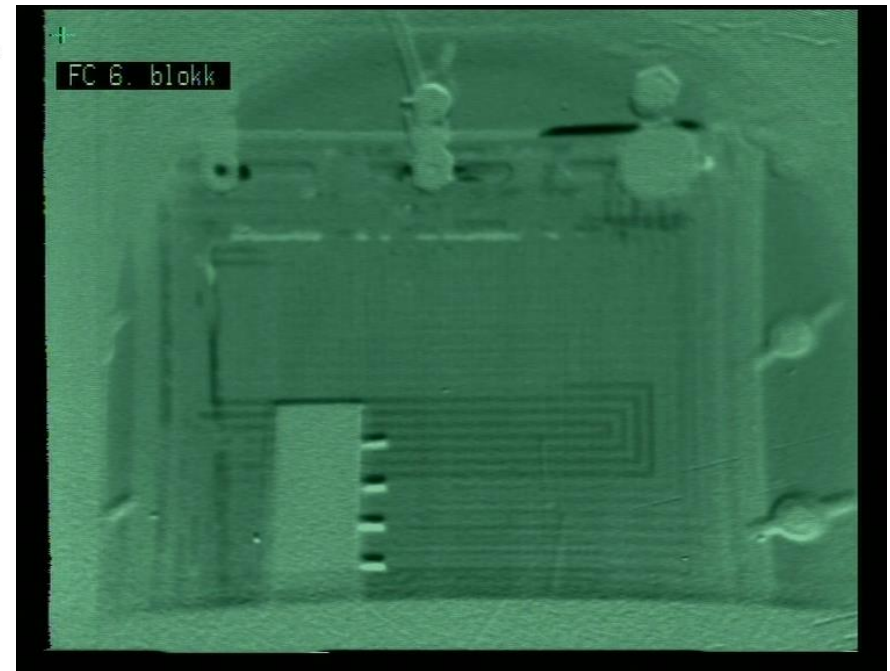
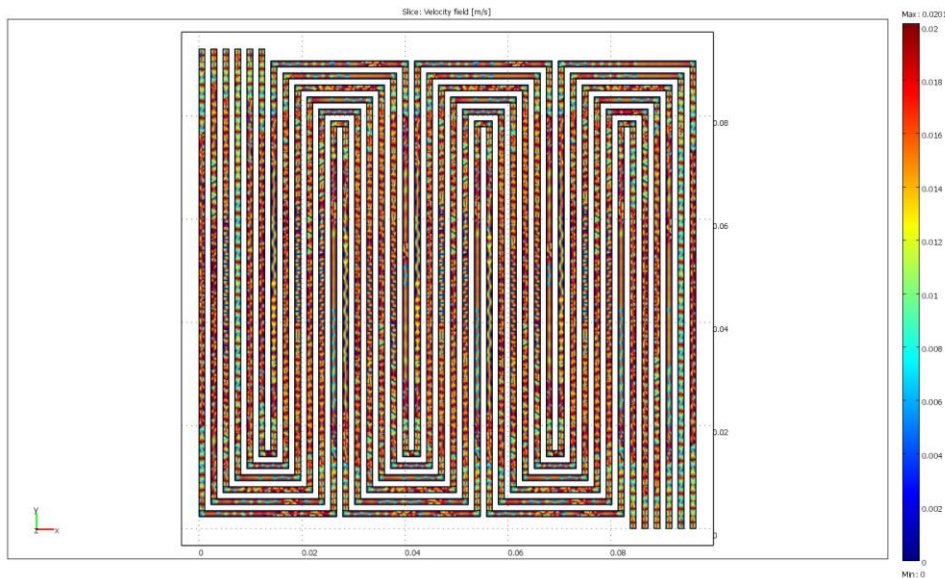
(STS Group, ELTE, MTA EK)

- Kötegek összeszerelése:
 - MEA gyártás és vizsgálat
 - Tömítések előállítása
 - PEM rendszerek előállítása és diagnosztikája
- Modellelés
 - Áramlási profilok tervezése
- PEM rendszerek beépítése alkalmazási környezetébe
 - HY-GO autó
 - Telepített alkalmazás: ko-generációs menetrendkövető kiserőmű



Áramlási profilok tervezése és vizsgálata neutron radiográfiával

(STS Group, ELTE, MTA EK)



Kogenerációs minierőmű

(STS Group, ELTE, MTA EK)



80 kW mini erőmű

- Jelenleg Ravazdon van felállítva.
- Sopron melletti szélerőművek energiájával hidrogént termelnek, amikor a hálózatnak nincs szüksége az energiára,
- A hidrogént a tüzelőanyag-cellákban visszaalakítják elektromos energiává, amikor azt a villamosenergia felhasználása igényli.



HY-GO 2.0

(STS Group, ELTE, MTA EK)

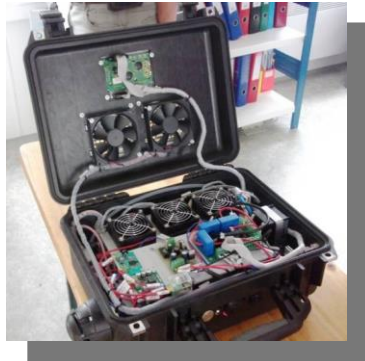
- Méret: 1,5 x 1,12 x 2,74 méter
- Súly: 290 kg
- Teljesítmény: 1000 W
- Hidrogén üzemanyag: 160 g
- Fogyasztás: 1,9 g H₂ / km
- Végsebesség: 55 km/óra
- Hatótáv: 85 km
- Egy kilométer megtétele 30 Ft kerül.
- CO₂ kibocsátás zéró.



A járműben két, 10 protoncserélő membrános egységből álló tüzelőanyag-cella szolgáltatja az energiát. A hidrogén két, TiFeH_x hidrid alakban tároló, 38,4 cm hosszúságú, 8,9 cm átmérőjű tartályban van a járműben.



PEMFC kötegek fejlesztése a Kontakt Elektro Kft.-nél



Szünetmentes tápegységek



kogeneráció

közlekedés



Telepített tápegységek

Mobil alkalmazások



PEMFC Stack-development at Kontakt Elektro Kft.

Köteg komponensek

- Elektrokatalizátorok és MEA fejlesztése a TTK-ban
- Bipoláris lemezek fejlesztése a BME-n
- Áramlási profilok fejlesztése

Kötegek tervezése

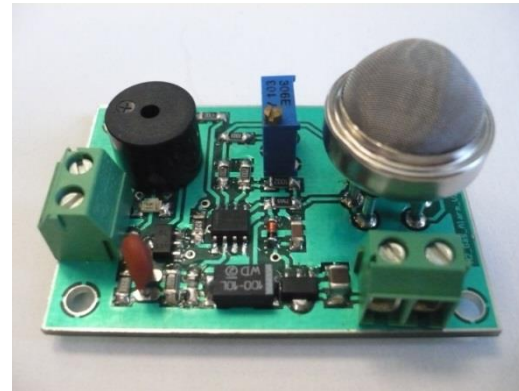
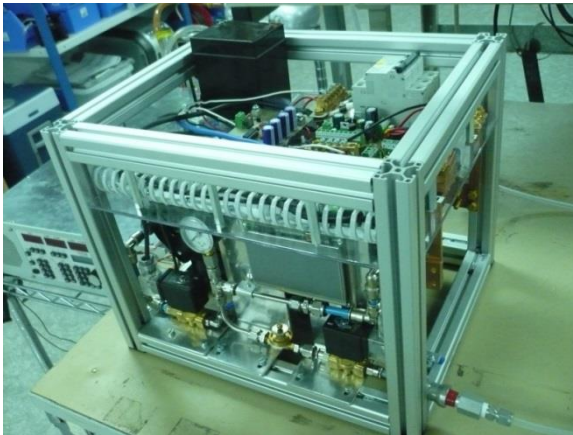
- Nyitott és zárt katódos megoldások
- Áramlási szimulációk

Kötegek összeszerelése a különböző teljesítménytartományokban (30 W – 5 kW)



PEMFC rendszerek integrálása piaci cellakötegekre alapozva

- Ballard kötegek alkalmazása
- Célok
 - 1 kW – 5 kW tartományú alkalmazásokba történő beépítése
 - Szünetmentes tápegységek és kiegészítő tápegységek



Szünetmentes tápegységek telepítése a Magyar Telekom bázisállomásin

- 5 kW-os PEMFC kötegekkel cserélték fel az akkumulátorokat
- A két 300 bar-os hidrogén palack hozzávetőleg 10 órás üzemidőt tud biztosítani.
- Nincsen szükség klimatizálásra.
- Kis működési költség.
- Gyors reagálás



Támogatott projektek számokban

- 2008-2013 között 1 187 millió Ft-ot fordítottunk K+F-re
- Ennek 80 %-a támogatás

A szektor terve a következő évekre

- A hidrogén és tüzelőanyag-cellás technológia integrálása a nemzeti energiapolitikai keretbe
- A hazai ipari és kutatóhelyi szereplők csatlakozása az FCH JU szervezeteihez (HE and N.ERGHY) és részvétel az FCH JU kiírásaiban
- Demonstrációs projektek a közlekedési területen
 - Tüzelőanyag-cellás hajók a Balatonon (Kontakt Elektro)
 - Tüzelőanyag-cellás buszok (Evopro)
- Demonstrációs projektek a telepített alkalmazások területén
 - Villamos energia kiszabályozás (Prolan)
 - Energiatároló és szolgálattó rendszer építése (STS Group)
 - Lakóházak energiaellátása (Phlegon)
- Hidrogén töltőállomások telepítése a MOL, Linde és Toyota segítségével
- Hazai K+F források dedikálása a technológiára – keretprogramok meghirdetése

A „The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking” (FCH JU) célja

- A Tüzelőanyag-cella és Hidrogén közös vállalkozás olyan **közösségi-magán társulás**, amely Európában, a tüzelőanyag-cellás és hidrogén energetikai technológiák területén támogatja a kutatásokat, a műszaki fejlesztéseket és a demonstrációs tevékenységet.
- Célja, hogy **felgyorsítsa e technológiák piaci bevezetését**, hangsúlyozza a technológiák helyét és alkalmazását a jövő kis széndioxid kibocsátású energia rendszerében.
- A **kutatási és innovációs programok megfogalmazása és támogatása**. (RIA – research and innovation actions (TRL3-5); IA – innovation actions (TRL6-8))
- **Ipar-vezérelt elvek mentén**: a piaci szükségletek és elvárások hangsúlyos megjelenése biztosíthatja a piaci bevezetést.

Az FCH JU háttere

- Az EU elkötelezett kis-szénkibocsátású közlekedési és energetikai rendszer megteremtésében. Nyilvánvalóvá vált, hogy az **FCH technológiáknak kiemelt szerepe van ebben az átalakításban** és ezért része lett az Európai Tanács által elfogadott stratégiai energiatechnológiai tervnek (SET-terv).
- Az FP6 alatt (2002-2006) megalakult az Európai Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Technológiai Platform. Felismerték **a különböző érdekeltek összefogásának szükségességét**.
- Az Európa Tanács rendelete alapján 2008. május 30.-án hozták létre az FCH JU-t, mint közösségi-magán társulatot a **Európai Bizottság, az Európai ipari és kutatóhelyi szervezetek között**, hogy felgyorsítsák az FCH technológiák kifejlesztését és telepítését.
- 2014. május 6.-án a Tanács és az Európai Unió hivatalosan megegyezett az tüzelőanyag-cella és hidrogén közös technológiai kezdeményezés (FCH JTI) folytatásában az EU Horizon 2020 keretprogram alatt.

Összefogás szükségessége

(közösségi-magán szervezet)

- A kutatási és piaci bevezetési programok mérete és céljai meghaladják egy cég vagy egy kutatóhely kapacitásait. Minden **feltörekvő energiatechnológia** esetén nagymértékű befektetésre van szükség, nemcsak a kutatásba, hanem a szállítás, a tárolás és a töltőállomások infrastruktúrájába.
- egyetlen cégnek sincsenek meg a forrásai, hogy egyedül hajtsa végre az átmenetet, mivel a sorozatgyártás és így a befektetés megtérülése még messze van. Az **FCH JU modell** – azaz a közösségi-magán társulás – legyőzheti ezt a dilemmát és **piaci áttörésig viheti a technológiákat**.
- Az **ipar vezető szerepe** a prioritások meghatározásában biztosítja, hogy a programok a piaci bevezetésre összpontosítsanak.

Az FCH JU eredmények az energia és közlekedési alkalmazásokban és oktatásban. (2008-2013)

Általánosságban, az FCH JU az energia szektorban katalizátornak bizonyult:

- A kulcspartnerek elköteleződése a teljes innovációs lánc mentén.
- Közös, jól összehangolt stratégia megszervezése, a források koncentrálása.
- Több, mint 130 konkrét projekt támogatása, több, mint 430 partner részvételével.
- Az időszakban 391 millió € lett elkölve a programokban. Magán vállalkozások a támogatások két-harmadát nyerték el (258 millió €, amelyből 100 millió € KKV-knek jutott), míg a kutatóhelyek és egyetemek a támogatások egy-harmadát (133 millió €) kapták meg.

Közlekedés:

- 49 FCH busz, 37 személyautó és 95 mini autó.
- A hidrogénfogyasztás csökkentése: buszok esetén 22 =>11 kg/100 km
- 13 új töltőállomás az EU-ban
- H₂ ára < 10 €/kg

Telepített energia alkalmazások:

- Több, mint 1000 mikro-CHP (csatolt hő és áram generátor), főleg lakossági felhasználásra.
- Műszaki-gazdasági eredmények: A szilárd oxidos tüzelőanyag-cellák 60 % feletti elektromos hatásfoka és 20 000 €/kW alatti ára

Korai Piacok:

- 9 villás targonca és egy teherszállító
- 19 szünetmentes tápegység telepítése

Részletes információ: az FCH JU programokról: www.fch-ju.eu

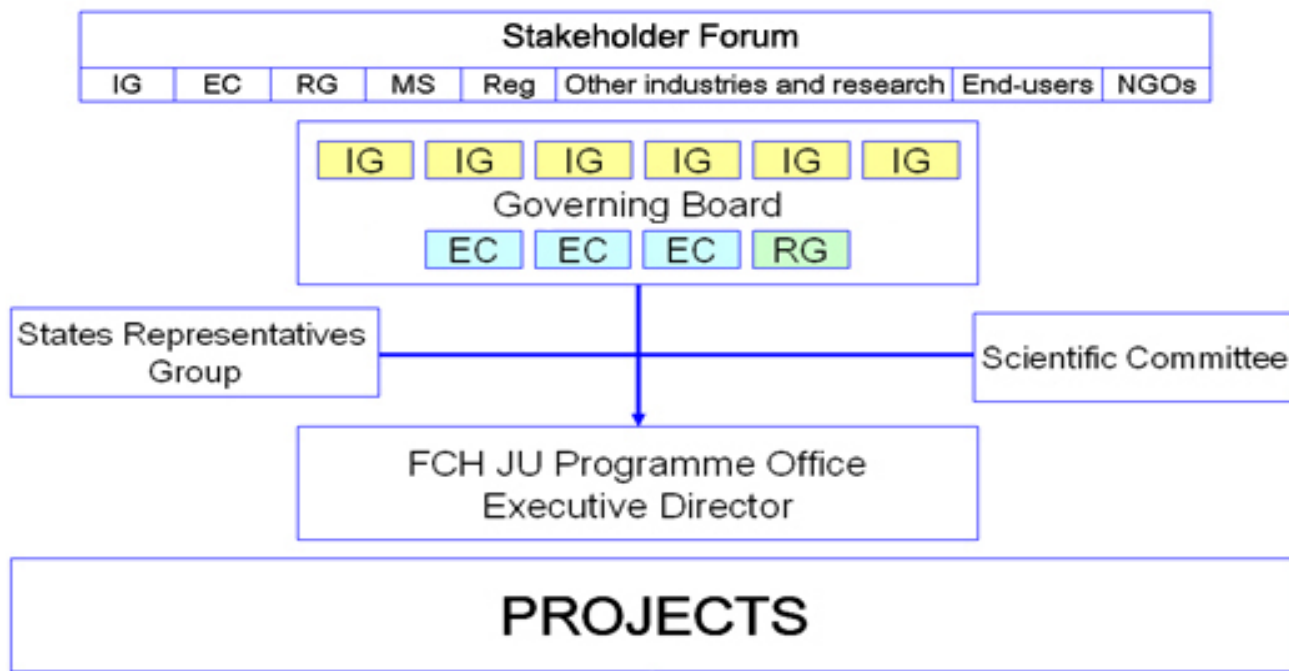
FCH JU folytatása 2013 után

- A jelentős eredmények ellenére, ahhoz, hogy a energiabiztonságot és klímaváltozást leginkább befolyásolni képes piacokat meghódíthassák a tüzelőanyag-cellás alkalmazások (pl. közúti közlekedés, városi közlekedés, telepített alkalmazások, csatolt hő és áramtermelés, megújulókból származó hidrogén és energiatárolás) további **a tömegtermelést megalapozó** műszaki fejlesztésekre és demonstrációkra van szükség
- A megújult program stratégiai céljai:
 - Az FCH technológia arányának megnövelése a fenntartható kis szénkibocsátású energia és közlekedési rendszerekben;
 - Európa energiabiztonságának megnövelése elérhető áron a végfelhasználók számára;
 - Világvezető, versenyképes EU FCH ipar biztosítása kutatói kiválósággal, amely ipari innovációhoz, növekedéshez és munkahelyteremtéshez vezet.

Az FCH JU felépítése

Tagok:

az i) Európai Bizottság (EC), a ii) Hydrogen Europe (HE), korábban NEW.IG és iii) N.ERGHY



Tanácsadó testületek:

i) a Tudományos Tanácsadó testület (Scientific Committee), ii) Tagállam képviseleti csoport (State Representative Groups), és iii) Érdekképviseleti fórum (Stakeholder Forum).

Irányító testület feladata:

a tevékenységek kivitelezése, az éves megvalósítási tervek jóváhagyása, pénzfedezeti és pénzforgalmi egyenlegek, a kiválasztott projekt javaslatok jóváhagyása

Ügyvezető igazgató:

felelős az FCH JU napi szintű, operatív irányításáért. Az ügyvezető igazgató az FCH JU jogi képviselője, az irányító testület döntéseinek végrehajtója.

Az FCH JU költségvetése (2014-2020)

- Az Unió a költségvetés 50 %-át állja, a HE a 43 %-át, míg az N.ERGHY a 7 %-át. A 38 millió €-ós adminisztratív költségtől eltekintve a teljes összeget a programok megvalósítására kell fordítani. Az adminisztratív költségek fedezik az adminisztratív munkatársak személyi költségeit, épület bérleléseket, berendezések költségeit, informatikai berendezések költségeit és azok karbantartását, projekt bírálati költségeket, találkozók költségeit, stb.
- A teljes működési költség Unióra eső része 646 millió € a 2014-2020-as időszakra, ami a tagok hozzájárulásával együtt hozzávetőleg 1330 millió €-ós költségvetést tesz lehetővé (az adminisztratív költségekkel együtt). .

Az FCH JU programok szerkezete

- Középtávú 7-éves munkaterv és éves munkatervek:
 - Az FCH JU alapvető dokumentumai a **Multi-Annual Work Plan (MAWP) and the Annual Work Plans (AWPs)** az Irányító Testület jóváhagyásával. A MAWP felülvizsgálata most zajlik, amelynek eredményeként a stratégiai referenciadokumentum (**SRD**) jön létre. Az éves munkatervek a projekt kiírások alapjai.
- Az FCH JU programok **két alapvető pillére a közlekedés és energia**. Ezekhez támogatást nyújt az úgynevezett cross cutting (általános) pillér, amely a szabályozási környezet kialakításáért és az oktatás, képzési feladatokért felelős.

Közlekedési innovációs pillér

- Közúti járművek meghajtása (személyautók, buszok, teherszállítók, kétkerekűek)
- Nem közúti járművek meghajtása (anyagmozgatás, hajók, vonatok, repülőek)
- Hidrogén töltő állomások infrastruktúrája
- Segédáramforrások a különböző járműipari alkalmazásokhoz
- **CT1** (core technology – alaptermológia) – **Közlekedés**
 - **TF1** (task force – munkacsoport) – **Tüzelőanyag-cella és tank technológia** (diagnosztika, cella kötegek, köteg rendszerekkel, tartály rendszerek)
 - **TF2 – Demonstrációk**
- **CT2 – Közlekedési infrastruktúra**
 - **TF3 – hidrogén töltő állomások**

Energia innovációs pillér (CT3 – Energia → H₂)

- **TF4** – Hidrogén előállítás megújuló elektromosságból energiatárolás és villamos energiahálózat kiszabályozás céljából
- **TF5** – Kis szénlábnyomú hidrogén előállítás és hulladék hidrogén kinyerés
- **TF6** – Hidrogén tárolás, kezelés és szállítás

Energia innovációs pillér (CT4 – telepített tüzelőanyag-cellák)

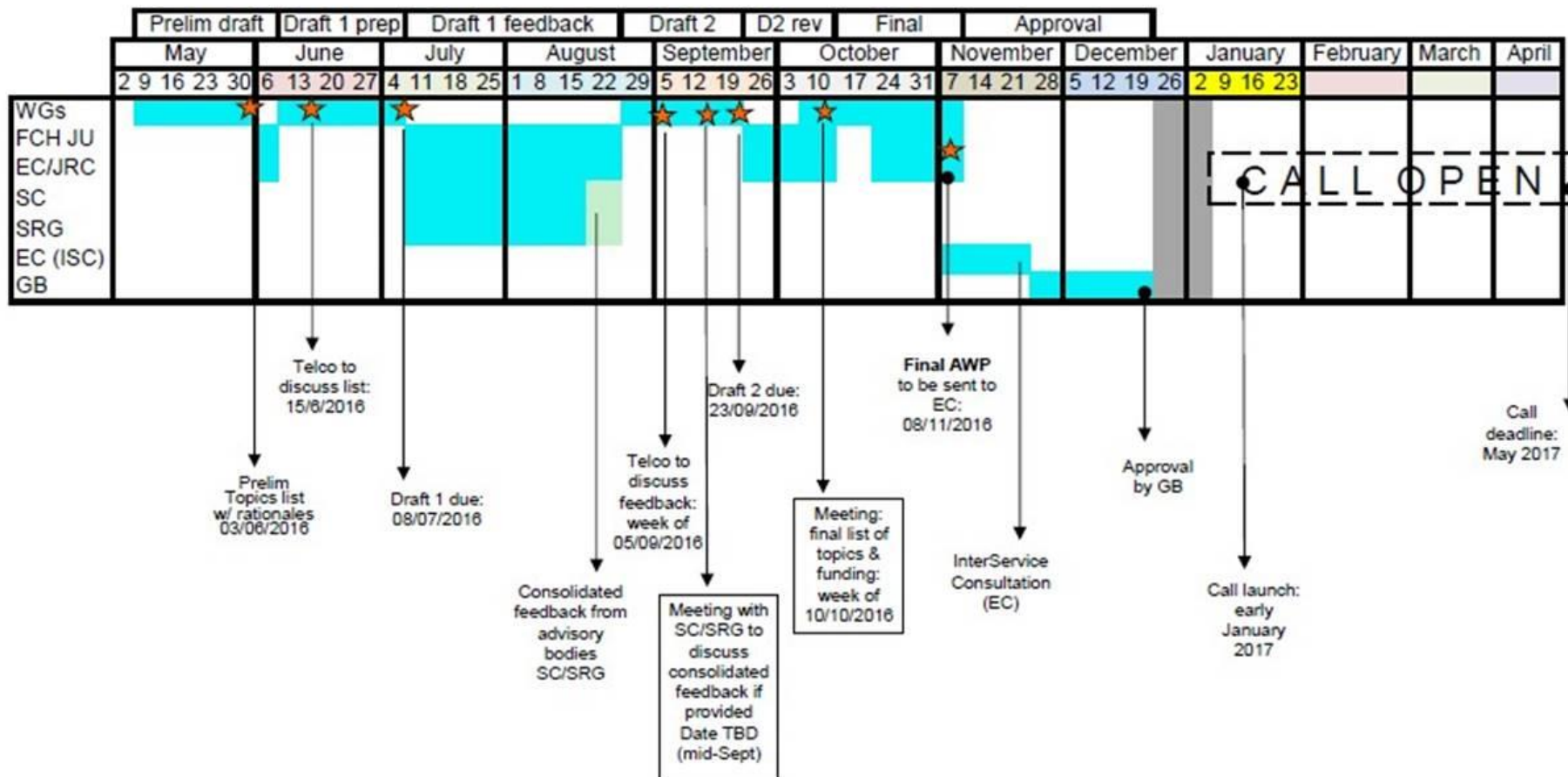
- Tüzelőanyag-cellás rendszerek a csatolt hő és áramtermelésre valamint energiatermelés ipari, kereskedelmi, lakossági méretű és kis alkalmazásokhoz
- TF7 – Lakossági piac (<5 kW)
- TF8 – Kereskedelmi piac (5-400 kW)
- TF9 – Ipari piac (0.3 – xxMW)

Általános (cross cutting) innovációs pillér (CT5 – X cutting)

- **TF10 – X cutting**
 - A Tüzelőanyag-cellás és hidrogén technológiák oktatása
 - Biztonsági, újrahasznosítási és szabályozást megelőző kutatások
 - Társadalmi tudatosság, piackutatás és technológia telepítési stratégiák

Projekt kiírások 2017 (menetrend)

AWP 2017 Calendar



Projekt kiírások 2017 (kölségvetés)

- Kölségvetési lebontás pillérenként és a kutatás/innováció aránya (a 7 éves munkaterv ajánlása szerint)

Pillér	%	M€	type	%	M€
Közlekedés	47.5	44.4	R&I	14.5	15
CT1+CT2			I	33	29.4
Energia	47.5	44.4	R&I	14.5	15
CT3+CT4			I	33	29.4
X-cutting CT5	5	4.7			4.7
Total					93.5

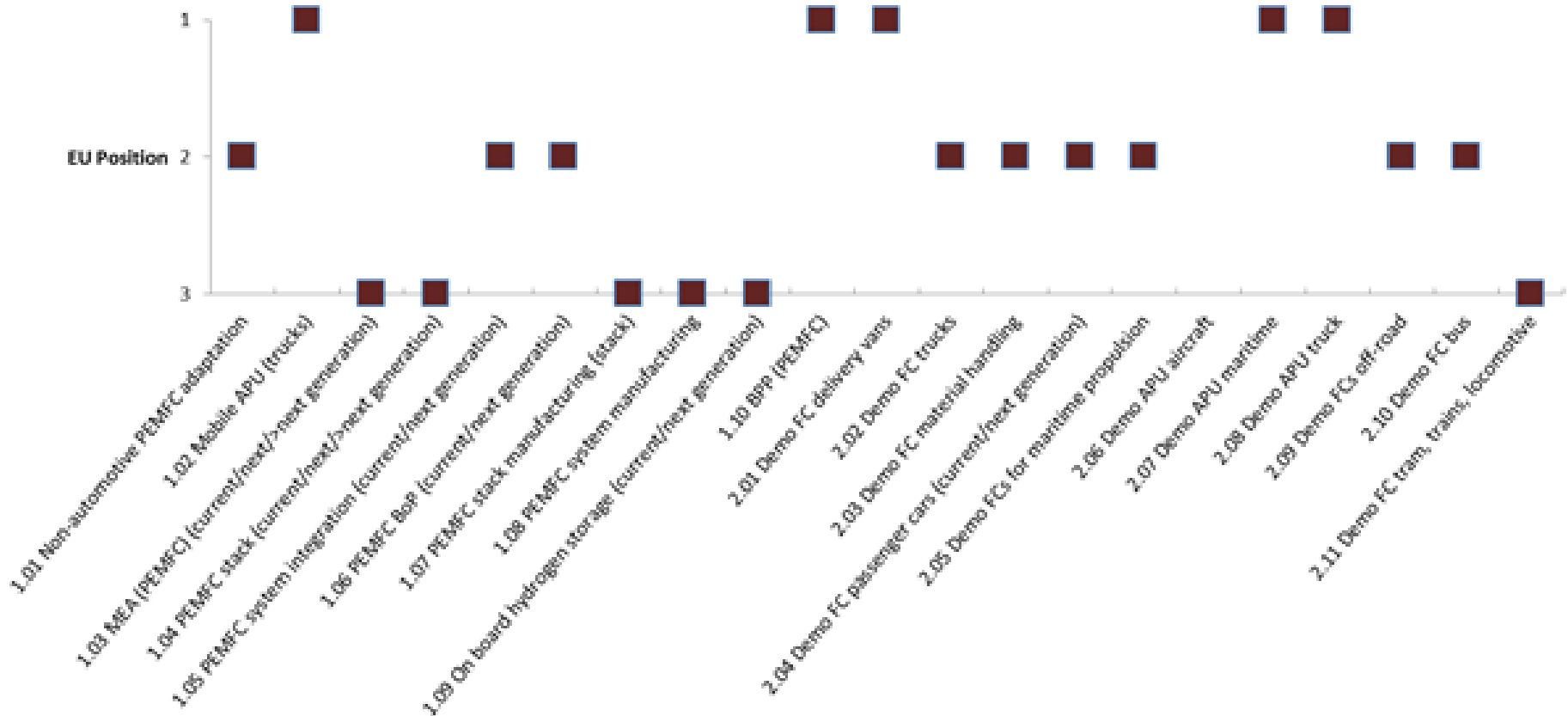
Stratégiai referenciadokumentum - SRD (átláthatóság növelése és prioritások kijelölése)

- Motivációk és célok
 - **Prioritásokat jelöl ki** az alkalmazási és technológia területeken és kialakítja azok munkatervét
 - Kiegészíti a 7-éves munkatervet
 - **Az éves munkatervek alapjául szolgál 2017-2020 között.**
 - Ipari és kutatói szféra közös akaratát tükrözi.
- Alapelvek:
A H2020 alatti FCH JU kutatási stratégiának sokkal határozottabban kell fókuszálni az alábbi 3 alapelvre:
 - Igazodás az EU energia-politikájához
 - **Azon területek erősítése, ahol Európa vezető szerepe megvan vagy megteremthető**
 - A szektor változó igényeihez való alkalmazkodás

Stratégiai referenciadokumentum (módszertan)

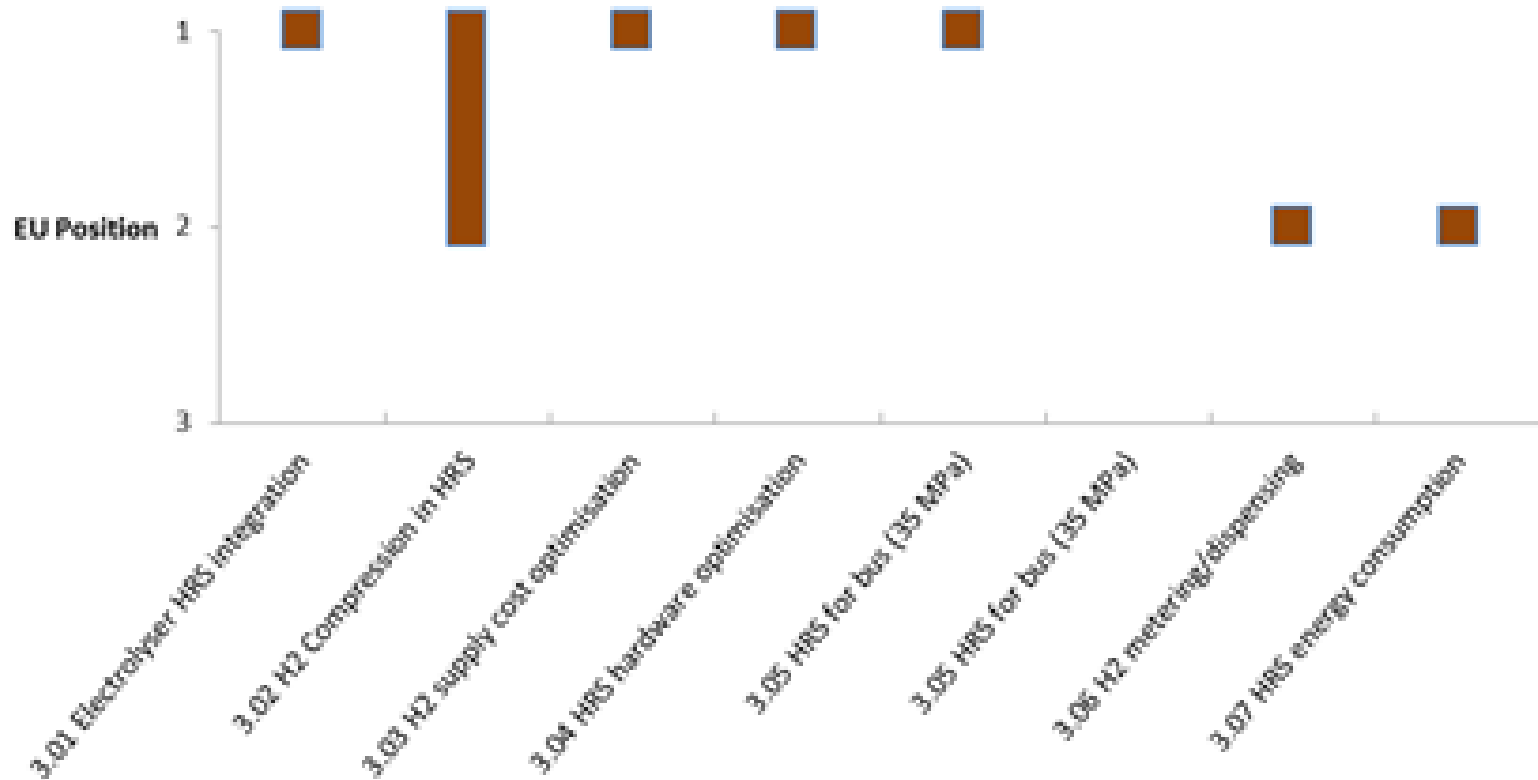
- Helyzetfelmérés és trendelemzés:
 - Helyzetfelmérés és várható jövőbeli fejlesztések (alkalmazások és technológiák)
 - Lehetséges műszaki akadályok
 - Technológiai készültségi állapot meghatározása (TRL), **EU elhelyezése Észak Amerikához és Ázsiához képest**
 - EU céljaihoz való hozzájárulás (környezet, energiabiztonság, versenyképesség és költségcsökkentés)
- Az alkalmazások és technológiák prioritásainak kijelölése három szinten:
 - Az **alkalmazások és technológia területek pontozása lehetőség és megvalósíthatóság szempontjából** alaptechnológiánként
 - Kutatási Innovációs tevékenységek (RIA) és Innovációs tevékenységek (IA) azonosítása (RIA: TRL 3-5, IA: TRL6-8)
 - A tevékenységek munkatervének leírása
- Munkaterv (Roadmapping)
 - Idősíkon – jelenlegi helyzet (2016), középtáv (2020), hosszútáv (2025)
 - Rendszerek/komponensek leírása és céljai, jövőkép
 - Szükséges tevékenységek

Stratégiai referenciadokumentum (EU helyzete – CT1 közlekedés)



- EU vezető szerep:
 - Segéd áramforrások, bipoláris lemezek, demonstrációs teherszállítók és tengeri járművek

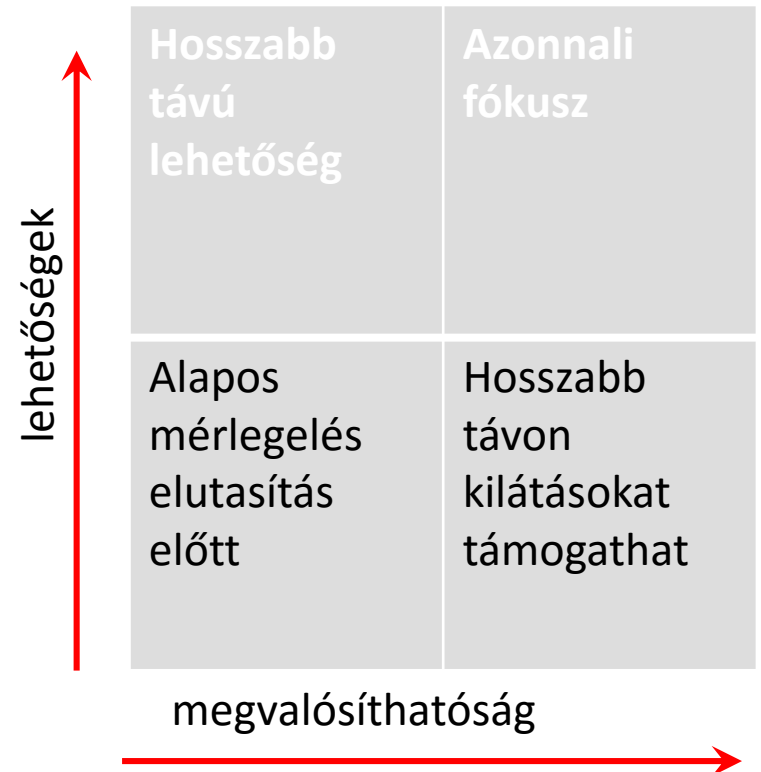
Stratégiai referenciadokumentum (EU helyzete – CT2 közlekedési infrastruktúra)



- EU vezető szerep:
 - Elektrolizálók integrálása hidrogén töltőállomásokkal, nagynyomású hidrogén előállítás hidrogén töltőállomásokon, hidrogén ár optimalizálás, töltőállomások hardverének optimalizálása

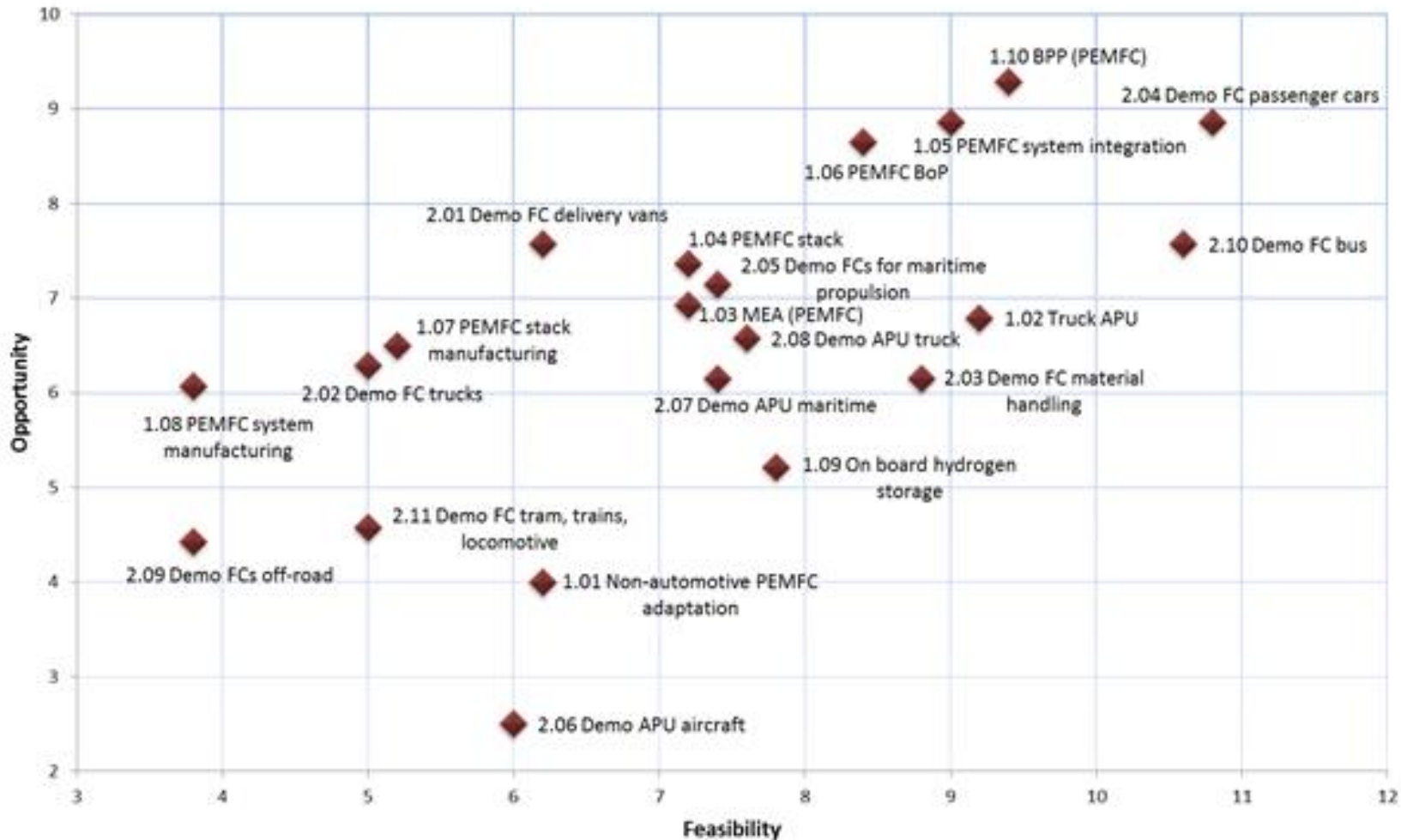
Stratégiai referenciadokumentum (prioritások kijelölése)

- Lehetőségek
 - Piac mérete
 - Környezeti célok
 - Energia biztonság
 - Eu versenyképessége
 - EU helyzete Észak Amerikához és Ázsiához képest
- Megvalósíthatóság
 - Termék jellegzetessége
 - A versenyelőny fenntarthatósága
 - Műszaki kihívás
 - EU technikai alkalmasságának rendelkezésre állása
 - Költségcsökkentés

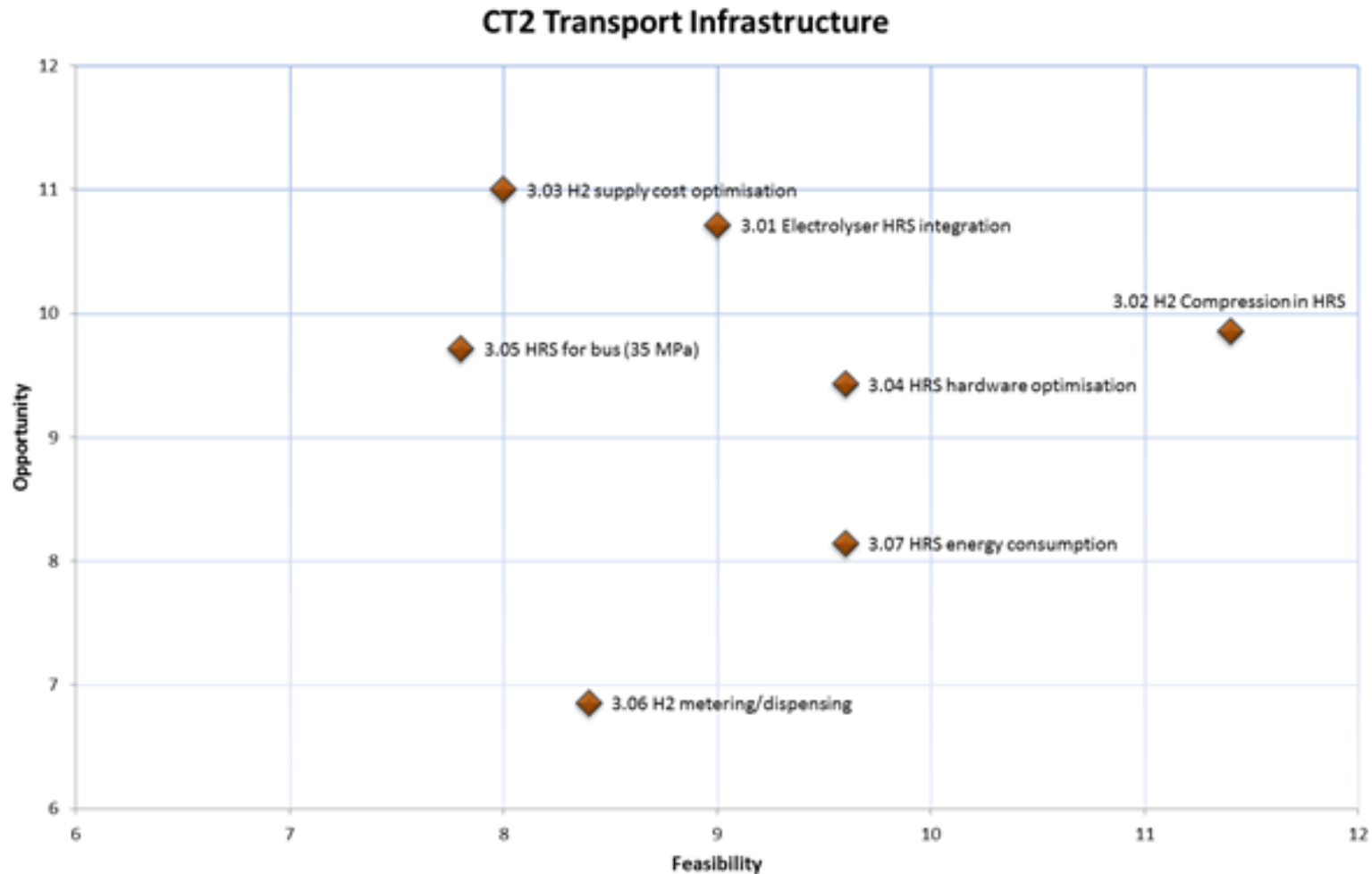


Stratégiai referenciadokumentum (EU prioritások – CT1 Közlekedés)

CT1 Transport



Stratégiai referenciadokumentum (EU prioritások – CT2 Közlekedési infrastruktúra)



Az FCH JU programokban való részvétel

- Az FCH JU rendszere nyitott és átlátszó. Bármely EU-s társaság vagy kutatóhely pályázhat.
- Bármely EU-s társaság és kutatóhely tagja lehet a HE-nek vagy az N.ERGHY-nek, amelyek közösen alakítják a prioritásokat és a programokat.
- Információk: <http://www.fch.europa.eu/fchju-projects>.

HE és N.ERGHY tagság előnyei

- A HE több, mint 60 társaságot tartalmaz, amelyek 50 % KKV. Ezek között személyautó gyártók, olaj és gáztársaságok, és rendkívül innovatív KKV-k találhatóak.
- N.ERGHY taglétszáma is meghaladja a 60-at.
- Csatlakozás esetén:
 - Lehetőség a **prioritások meghatározására** az kutatási és innovációs programokban.
 - **Együttműködési lehetőség** az FCH JU többi tagjával
 - **Az FCH JU támogatások elnyerésének nagyobb esélye**
 - Első kézből kaphatunk információt a **fontos EU-s fejlesztésekről**
 - **Támogatás a titkárságtól**
- HE Secretariat Email: secretariat@hydrogeneurope.eu Tel: +32 2 54 087 75
Website: <http://hydrogeneurope.eu/>
- N.ERGHY Secretariat Email: secretariat@nerghy.eu Tel: +49 2203 601 2421
Website: www.nerghy.eu
- FCH JU Programme Office Email: fch-ju@fch.europa.eu Tel: +32 2 221 81 30
Website: www.fch-ju