Széchenyi Terv Plusz Építsük együtt Magyarországot!
Magyarország Kormánya
Az Európai Unió társfinanszírozásával

Lente Gábor

Hidrogéntöltő állomások Tatabányán és Kaliforniában

Tavaly novemberben jelent meg a 1544/2022. (XI. 16.) Kormányhatározat Magyarország projektjavaslatainak az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz 2021. évi CEF2 Alternatív üzemanyagtöltő infrastruktúra fejlesztése harmadik körös pályázati kiírására történő benyújtásáról.[1] Ennek első három tétele autók elektromos töltését szolgáló eszközök fejlesztése, a legnagyobb beruházás leírásában viszont ez olvasható:

„*A projekt célja a Tatabánya Óváros M1 autópálya-lehajtó parkoló helyszínén egy 17 állásos, a jelenleg elérhető maximum teljesítményű, 350 kW-os villámtöltő rendszer telepítése és hálózati csatlakozás kiépítése, valamint hazánk hidrogénstratégiájának megvalósításához a kamionok és haszonjárművek töltésére alkalmas első nyilvános hidrogéntöltő állomás kiépítése.*”

A kormányrendelet szerint a célhoz rendelt teljes költségvetés 3 757 695 000 Ft, ebből 1 981 670 000 Ft-ot biztosítana a beadott európai pályázat, ha elnyerik. Ez az írás a terv hidrogéntöltő állomást tartalmazó részéhez nyújt háttérinformációt. Az állomás létesítése különösen érdekesnek ígérkezik annak a fényében, hogy habár ez eredeti tervekhez képest kicsit késve és vitáktól övezve, de az Európai Unió Tanácsa jóváhagyta azt a tervet, amely szerint 2035-től tilos lesz szén-dioxidot kibocsátó járműveket árusítani. Ez számos sajtótermékben úgy jelent meg, hogy a mai Magyarországon egyetlen valós alternatívaként ismert elektromos autók korszaka jön majd el a rendelkezés életbe lépésével, de valójában a hidrogénhajtás legalább ugyanilyen komoly lehetőségnek számít.

Magyarország első hidrogéntöltő állomását a Linde cég 2021. április 29-én avatta fel budapesti telephelyén, a IX. kerületi Illatos úton.[2] A bemutatót mind a sajtó, mind a politika élénk figyelemmel kísérte, de néhány fontos részlet mégis elsikkadt a beszámolókban. Az egyik ilyen az, hogy a Linde telephelye nincs nyitva a vásárlók előtt, tehát a már idézett kormányhatározat szövegében egyáltalán nem tévedés a tervre *első nyilvános hidrogéntöltő állomás*ként hivatkozni. A bemutató során megtankolt autó a beszámolók szerint egy Toyota Mirai volt. Az eseményen jelen lévők beszámolója szerint azonban a teljes feltöltés valójában órákig tartott egy műszaki probléma miatt: az autó hidrogéntankját 70 MPa nyomású töltésre tervezték, de a Linde ennél kisebb, 35 MPa-os állomást épített meg. Így a jármű elektronikája tankolás közben a számára túl kicsi nyomás miatt biztonsági okokból rendszeresen leállította a folyamatot. A Magyarországhoz legközelebbi közüzemű hidrogéntöltő állomás jelenleg Bécsben van, ezért a Toyota Mirainak Magyarországon listaára sincsen. Az amerikai kereskedőknél a legszerényebb kiépítettség ára kb. 50 000 USA dollár, vagyis 2023. májusi árfolyamon számolva mintegy 17 millió forint.

A tömegközlekedésben egy szűk évvel később történt meg az első törpelépés: 2022. február 11-től március 6-ig Kőbánya-Kispest és Vecsés között a Volánbusz Solaris Urbino 12 Electric H2

A Linde budapesti telephelyén lévő, nem nyilvános hidrogéntöltő állomás

A Kőbánya-Kispest és Vecsés között 2022 elején egy hónapig közlekedő, hidrogénalapú tüzelőanyag-elemmel és elektromotorral működő autóbusz

típusú autóbuszokkal szállított utasokat, a híradások szerint ez volt Magyarországon a legelső hidrogén-üzemanyagcellás busz a közösségi közlekedésben.[3] A lengyel Solaris cég egyébként gyárt elektromos és hibrid hajtású buszokat is, a minél kisebb károsanyag-kibocsátás az egyik legfőbb stratégiája.[4]

A kormányrendeletben megadott információ szerint a pályázatot a Ral Elektro Kft. cég adta be.[5] A Magyar Kémikusok

Lapja megkereste a vállalkozást és további információt kért a tervezett hidrogéntöltő állomás műszaki részleteiről, de válaszában a cég elzárkózott ezek megosztásától. A Ral Elektro Kft. weboldala szerint bő 15 éve létezik, fő profilja az elektromos kivitelezői tevékenység, szolgáltatásai között épületvillamossági kivitelezés, ipari világítástechnika, épületfelügyeleti rendszerek, gyengeáramú rendszerek és karbantartás szerepelnek. Furcsa módon korábbi tevékenységei között nem szerepel ipari gázok forgalmazása, noha hidrogéntöltő állomásokat tipikusan a terület cégóriásai tartanak fenn: a Magyarországon is aktív Lindén kívül az Air Liquide és az Air Products is nevezetesek ilyen fejlesztéseikről.

A kormányhatározatban megjelent pályázati összegek nem teljesen felelnek meg azoknak az (amerikai) piaci áraknak, amelyek az interneten fellelhetők. Egy 350 kW-os villámtöltő egyedi telepítésének költsége legfeljebb 150 000 USA dollár,[6] míg egy nagy teljesítményű hidrogéntöltő állomást Kalifornia állam darabonként jóval 2 millió dolláros költség alatt épít.[7] Ha a villámtöltő egyedi költségét 17-tel szorozzuk (noha a sorozattelepítés bizonyosan csökkenti a fajlagos költségeket) és a kaliforniai átlagnál drágább, 2 millió dolláros hidrogénkúttal számolunk, az összesített költség 4,55 millió dollár, vagyis 2023. áprilisi árfolyamon 1,55 milliárd forint. Tehát már a kormányhatározatban szereplő igényelt támogatás önmagában is kb. 30%-kal meghaladja az így – minden bizonnyal eleve nagy túlzással – számolt összköltséget, a teljes költségvetésként leírt szám pedig mintegy két és félszerese ennek.

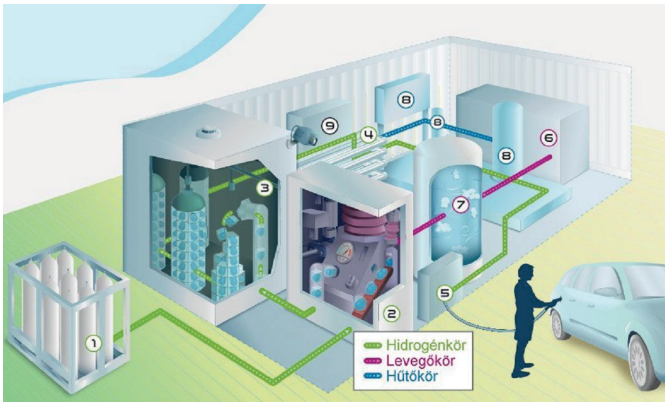
Nyilvános hidrogéntöltő állomások Los Angeles nagyvárosi körzetében (USA Energiaügyi Minisztérium)

Az USA Kalifornia államának példáját érdemes tanulmányozni, mert ott már 2022 szeptemberében is 53 nyilvános hidrogéntöltő állomás működött, így észszerű lehetőség a hidrogénüzemű autó vásárlása. Példaként az egyik mellékelt ábra az amerikai Energiaügyi Minisztérium adatbázisa alapján bemutatja, hogy Los Angeles területén hol lehet hidrogént tankolni.[8] Két másik fényképen egy Santa Monicában lévő hidrogéntöltő állomás szerepel. A közeli fotón látható, hogy eredetileg két töltőpisztoly volt az állomáson, de ezek közül csak a H70 jelű üzemel. A jelölésben a H természetesen a hidrogén elemet jelenti, míg a 70-es szám a töltőnyomás MPa egységben. A már leszerelt pisztoly fölött a korábbi képek szerint a H35 felirat volt, vagyis ott 35 MPa nyomással lehetett üzemanyagot tölteni. A fotókról az is jól látszik, hogy az állomás nemcsak a töltőhelyet jelenti, hanem mögötte egy igen terjedelmes, zárt rész van, amelyet a jelzések robbanásveszélyesnek minősítenek.

Nyilvános hidrogéntöltő állomás Santa Monicában (Kalifornia, USA)

Nyilvános hidrogéntöltő állomás Santa Monicában (Kalifornia, USA)

A zárt részen belüli szerkezetek egyszerű elvi sémáját külön ábra mutatja be az Air Liquide cég adatai alapján.[9] Látható, hogy ugyan az autóban a tank 70 MPa nyomást tart fenn, már az állomáson is ennél enyhébb körülmények között tárolják a nagy mennyiségű hidrogént. Ezért a szerkezetben jelentős nyomásnövelésre van szükség, amelyhez hidrogénkompresszor mellett egyidejűleg nagy nyomású levegőt is használnak, és a kettős kompresszió miatt hatékony hűtésre is folyamatosan szükség van.



Egy hidrogéntöltő állomás működési vázlata (Air Liquide). Jelmagyarázat: 1) Külső hidrogéntartály. 2) Hidrogénnyomásnövelő. 3) Pufferrendszer a hidrogénoldalon. 4) Hőcserélő. 5) Hidrogénadagoló. 6) Levegőkompresszor. 7) Pufferrendszer a levegőoldalon. 8) Hűtőegység. 9) Vezérlőszekrény

70 MPa nyomáson és szobahőmérsékleten a hidrogén sűrűsége 39 kg/m^3,[10] ami már elég jelentősen eltér az ideális gáztörvény alapján várható 57 kg/m^3-es értéktől. Egy második gene-

rációs Toyota Mirai három hidrogéntankjának összesített térfogata 141 liter, vagyis teljesen feltöltve kb. 5,5 kg H_2 van benne. Ez elég csekély hányada a 100 kilogrammot is megközelítő teljes tanktömegnek, de még mindig jóval kevesebb holtsúlyt jelent, mint egy tipikus elektromos autó akkumulátora. Normál használatban ennyi hidrogénnel mintegy 600 kilométert lehet vezetni, de optimális körülmények között jelentősen csökkenthető a fogyasztás: a rekordot 2021 augusztusában állították fel, amikor egy ilyen autó 1360 kilométert tett meg újratöltés nélkül.

Habár csúcsdöntési kísérletet Magyarországon még sokáig nem lehet majd tervezni, jó lenne, ha hazánkban is megkezdődne a fejlettebb országokban már terjedőben lévő technológiák átvétele és a nyilvános hidrogéninfrastruktúra kiépítése. Afelől nincs semmilyen kétség, hogy kezdetben ehhez jelentős állami szerepvállalásra lesz szükség.

HIVATKOZÁSOK
[1] https://jogkodex.hu/doc/5579123
[2] https://www.lindegas.hu/hu/news/linde-hidrogen.html
[3] https://villanyautosok.hu/2022/02/09/forgalomba-all-az-elso-hidrogenbusz-magyarorszagon/
[4] https://www.solarisbus.com/
[5] https://ralelektro.hu/
[6] https://evsafecharge.com/what-you-need-to-know-about-ev-dc-fast-charger-costs/
[7] https://www.energy.ca.gov/news/2020-12/energy-commission-approves-plan-invest-115-million-hydrogen-fueling
[8] https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen_locations.html#/find/nearest?fuel=HY
[9] https://h2me.eu/about/how-an-hrs-works/
[10] https://webbook.nist.gov/

A cikk megjelenését a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-0009 azonosító számú projektjének keretében. A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumot létrehozó intézmények: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Debreceni Egyetem, Energiatudományi Kutatóközpont, Miskolci Egyetem, Neumann János Egyetem, Pannon Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Széchenyi István Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi Kutatóközpont.

Király Márton – Radnóti Katalin
■ Energiatudományi Kutatóközpont ■ ELTE TTK Fizikai Intézet

Az atomerőművek működéséről egyszerűen, típusaik és jövőjük

Első rész

Az 1960-as évektől az atomerőművek jelentős szerephez jutottak a villamosenergia-termelésben. Az atomerőművek által termelt villamos energia – amely a világban termelt villamos energia 12%-át adja – jelenleg egymilliárd emberhez jut el. A világ több mint harminc országában találhatók atomerőművek, főleg a fejlett gazdaságú (OECD) országokban. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) 2022-es jelentése szerint világszerte 438 atomerőmű működött, 351 327 megawattos teljesítménnyel, 2447,5 terrawattóra elektromos energiát állítva elő.

Az atommaghasadás 1938-as felfedezése után a kor nagyhatalmai (Franciaország, Egyesült Királyság, Németország, Egyesült Államok, Szovjetunió) felismerték, hogy ez a fizikai folyamat lehetőséget adhat a katonai célú alkalmazásra. Ezzel párhuzamosan a tudósok azon dolgoztak, hogy a maghasadás során felszabaduló energiát békés célokra is fel lehessen használni. Ezeket a törekvéseket siker koronázta, és az 1960-as évektől több olyan atomerőműtípust fejlesztettek ki, amely kereskedelmi forgalomba kerülhetett.

Az 1970-es években épített erőművek élettartamának közelgő vége, az energiaellátás biztonságának növekvő fontossága, valamint a globális klímaváltozás kockázata megújították a közgondolkodást, és újabb nukleáris beruházások indultak be. Ugyanakkor az atomenergia megítélése gyorsan változik. A Fukusimában történt baleset hírére a közvélemény és néhány ország ismét elfordult az atomenergia felhasználásának lehetőségétől [1]. A hazánkban előállított villamos energia mintegy 50%-a származik atomenergiából, melyről országunk az elkövetkező évtizedekben sem szándékozik lemondani. A Pakson épített erőművek üzemideje a végéhez közeledik, meghosszabbításuk folyamatban van, kiváltásukhoz a meglévő kapacitások bővítésére van szükség [2] [3].

Jelenleg a legnagyobb kihívást a jövő lehetséges atomerőműveinek – az úgynevezett negyedik generációs elképzelések – megvalósítása, tenyésztő- és gyorsreaktorok tervezése és megépítése jelenti, melyek alapvetően átalakíthatják az atomenergiához fűződő viszonyunkat.

Kétrészes írásunk első részében az atomenergia előállításának fizikai alapjairól és felfedezésük főbb lépéseiről adunk áttekintést. A második részben a jelenleg működő és a tervezés alatt álló atomerőmű-típusokról adunk rövid ismertetést.

A jelenleg energetikai céllal működő atomerőművek esetében a maghasadás és a szabályozott láncreakció azok az alapvető magfizikai folyamatok, amelyek energiatermelés (valójában energiaátalakítás) céljára felhasználhatók.

A maghasadás

Otto Hahn felfedezése nyomán Lise Meitner és unokaöccse, Otto Robert Firsch a cseppmodell, az úgynevezett félempirikus atommagmodell felhasználásával megmutatták, hogy a maghasadás folyamata ténylegesen végbemehet, sőt körülbelül 200 MeV energia szabadulhat fel. Ők vezették be a maghasadás fogalmát is [4]. A hasadványok minden esetben *radioaktívak* voltak. Ennek oka az, hogy a hasadás során keletkező magokban a proton-neutron