

A hidrogén-technológiáról

A biztonságos energiaellátáshoz józan észre, mérnöki gondolkodásra és sok reális számolásra van szükség, hogy a három alapkövetelmény teljesíthető legyen: ellátásbiztonság, megfizethetőség és környezetbarát technológiák alkalmazása. Hogy a mindenkori, ezeknek megfelelő optimális megoldási változat kiválasztható legyen, bizony sokat kell(ene) számolni a szükséges gazdaságossági összehasonlító vizsgálatok keretében. Persze ez meg is kerülhető, ami mostanában nagyon divatos, merthát más szempontok alapján is lehet dönteni. Ekkor a döntésekből kiszorult szakemberek magánszorgalomból esetleg nagyvonalú ellenőrző számításokat végezhetnek, saját szórakozásukra. Hát erre látunk most példákat.

Ha a számokat nézzük, a zöld hidrogén kudarc¹

Postázta: [Chris Frey](#) | 2024. február 19. | [Energia](#) | [2](#) |



Kép: Fény a sötétségben. [Casey Horner](#) segítségével [az Unsplash](#)

[Francis Menton](#), [MANHATTAN CONTRARIAN](#)

E cikk két új esetről számol be, amelyek keretében a szerzők egy kicsit kritikusan gondolkodnak az úgynevezett „zöld” hidrogén használatáról, mint a jövő szénmentes energiarendszerek lényeges eleméről. Ezzel a témával már foglalkoztam már foglalkoztam egy 2022. június 13-i [cikkbem.](#) és az energiatárolásról szóló 2022. december 1-i [beszámolómban.](#)

¹ Francis Menton: Wenn man die Zahlen betrachtet, ist grüner Wasserstoff ein Fehlschlag. EIKE, Febr. 19. 2024.

A két új hozzászólás: (1) [Jonathan Lesser február 1-jei jelentése](#) a Manhattan Institute számára, "Green Hydrogen: A Multimillion Dollar Energy Boondoggle" - , [energiatvédelem] címmel és (2) egy a Washington Examinerben [megjelent február 13-i cikk](#). Steve Gorehamtól: „Létrehozható-e a kormány egy zöld hidrogénüzemanyag-ipart?” címmel.

[Ez utóbbi hamarosan német fordításban is megjelenik. - a ford. megjegyzése]

Ha úgy gondolja, hogy a „szén-dioxid-mentes” energiarendszer sürgős prioritás az emberiség számára, és aggódik amiatt, hogy ez miképpen érhető el, nem tart sokáig, hogy felismerje: a hidrogén az egyetlen lehetőség e cél eléréséhez. Rendben, volna atomenergia, de a környezetvédők és a szabályozó hatóságok teljesen blokkolták. Ez azt jelenti, hogy az elektromos áram többségének szél- és napenergiából kell származnia ahhoz, hogy az energiaellátás szén-dioxid-mentes legyen, és ez azt jelenti, hogy az akkumulátorok képességeit messze meghaladó energiátárolásra van szükség. A hidrogén az egyetlen megoldás! – mondják.

És nem akármilyen hidrogén. Csak a „zöld” hidrogén alkalmas, vagyis az a hidrogén, amelyet szénmentes eljárással állítanak elő. Az alternatíva az lenne, hogy a hidrogént úgy állítják elő, ahogy manapság szinte az összes hidrogént termelik: „reformálják” a metánt (CH₄), leválasztva a hidrogént, és a szenet CO₂-ként a légkörbe bocsátják. Ez a folyamat azonban ugyanazt a CO₂-kibocsátást eredményezi, mint a metán (más néven földgáz) égetése egy erőműben. Ha viszont a cél a teljes dekarbonizáció, akkor ez nyilvánvalóan nem megengedett.

A kormány lassú gondolkodású, de nemrégiben felfedezte, hogy az utópiáját csak nagy mennyiségű zöld hidrogénnel tudja életben tartani. Így hát nekiláttak a probléma megoldásának az egyetlen módon, amiről tudnak, rengeteg adófizetői pénzből. [A JPT 2023. október 24-i cikke](#) a kormány legutóbbi nagy bejelentéséről számol be:

Joe Biden amerikai elnök és Jennifer Granholm energiaügyi miniszter bejelentette, hogy hét regionális hidrogénközpontot választottak ki, amelyek 7 milliárd dollárt kapnak a kétpárti infrastruktúratorvény értelmében, hogy felgyorsítsák az alacsony költségű, tiszta hidrogén hazai piacát. A hét kiválasztott regionális tiszta hidrogén-központ várhatóan több mint 40 milliárd dollárnyi magánbefektetést indít el, és több tízezer munkahelyet teremt, így a hidrogénközpontokba történő teljes állami és magánbefektetés közel 50 milliárd dollárt tesz ki.

Vegyük észre, hogy a kormány nagy kezdeményezése alig egy évvel a 2022-es két Manhattan Contrarian-posztolás után történt, amelyekben elmagyarázták, hogy ez gazdaságilag miért nem lenne soha megvalósítható. De akárhogy is van, most, hogy a kormányzati pénzek már ömlenek és az úgynevezett "infrastruktúra" épül, mások is elkezdték megvizsgálni, hogy van-e ennek egyáltalán értelme.

Az itt közölt **két új hozzászólás** közül a **Lesseré** messze a hosszabb és részletesebb. Gondosan foglalkozik minden olyan költségalkotó elemmel, amely szerepet játszik a zöld hidrogén előállításában - az elektrolizáló (vízbontó) üzemek építése, az üzem üzemeltetése és karbantartása, villamos energia vásárlás szél- és naperőművektől, a villamos energia szállítása. a hidrogén kompressziója olyan formává, amely alkalmas a szállításra, ill. tárolásra – és költségbecslést ad a folyamat minden egyes részéhez. Az előállított hidrogén kilogrammonként fajlagos összköltsége 2,74 és 5,35 dollár között várható. Íme Lesser táblázata:

Summary of Green Hydrogen Production Costs

Line No.	Item	Cost \$/kg of H ₂	
		Low	High
1	Electrolysis Facility Capital Cost (\$200/kW-\$1,000/kW)	\$0.11	\$0.55
2	Fixed Operation and Maintenance Costs (\$/kg)	\$0.12	\$0.24
3	Wind and Solar Cost (\$0.04/ kWh, unsubsidized)	\$1.89	\$2.16
4	Transmission Cost (\$0.01/ kWh-\$0.04/kWh)	\$0.54	\$2.16
5	Hydrogen Compression Cost (2 kWh-6 kWh)	\$0.08	\$0.24
6	Subtotal (Lines 1-5), Assuming No Battery Storage Costs	\$2.74	\$5.35
7	Battery Storage Cost (\$0.13/kWh, unsubsidized, 12-48 hours)	\$0.88	\$3.50
8	Total with Battery Storage	\$3.62	\$8.85

A zöld hidrogén költségeinek számolt tartományai. A költségtételek: a vízbontó állomások fajlagos beruházási költsége (1), a vízbontó állomások üzemeltetési és karbantartási költségei (2), a szél és naperőművi villamos energiáért fizetett költségek (3), a villamos energia szállítási költségei (4), a hidrogén kompresszió költségei (5), ezek összegei (6), az akkumulátoros tárolás költségei (7), a költségek mindösszesen (8)

Láthatóan Lesser végül még magasabb, 3,62 és 8,85 dollár közötti értékeket ad meg kilogrammonként, beleszámítva a villamos energia akkumulátoros tárolásának költségét is, hogy az elektrolizátorok folyamatosan működhessenek, és ne függjenek a szél- és napenergia időjárástól való ingadozásaitól. Ellenkező esetben viszont nagyobb vízbontó kapacitásokat kellene létesíteni. A zöld hidrogén hívei tagadják, hogy ez szükséges, ezért most ezzel ne foglalkozunk. Még ezen járulékos költségek nélkül is 2,74-5,35 USD/kg a zöld hidrogén ára. Mivel egy kg hidrogén körülbelül 33,3 kWh energiát képvisel, ez 8,3-16,2 cent/kWh tartományt jelentene csak az üzemanyagra nézve, nem számítva az üzemanyagnak az erőműbe való szállítási költségét. És feltételezve, hogy nem kell új gáztüzelésű erőművet építeni.

Szeretném megjegyezni, hogy Lesser néhány feltételezése nagyon alacsony, és az "alacsony" alatt azt értem, hogy kedvező a zöld hidrogén gazdasági életképessége szempontjából. Azt feltételezi, hogy a szél- és napenergiából előállított villamos energia nem támogatott költsége kilowattóránként 4 cent. Örület. Itt New Yorkban a tengeri szél-erőművek üzemeltetői, akik tavaly 90-100 \$/MWh (azaz 9-10 cent/kWh) áron kínáltak szerződéseket, nemrégiben visszaléptek, és 150-160 \$/MWh, azaz 15-16 cent/kWh árat kértek. Ha a közelmúltbeli New York-i állítások összhangban vannak a szél- és napenergia tényleges költségeivel, akkor a Lesser által egy kilogramm hidrogén előállításához szükséges villamos energiára vonatkozó szám adatot meg lehet szorozni 4-gyel, és hozzá lehet adni kilogrammonként körülbelül 6 dollárt, így egy kilogramm hidrogén teljes költsége 9-11 dollárra nő, szemben a Lesser által számított, táblázatbeli 2,74-5,35 dollár/kg értékkel. Cent/kWh-ban kifejezve ez kWh-ként körülbelül 18 cent többletet jelentene mind a magas, mind az alacsony forgatókönyvek esetében; a 8-16 centes tartomány helyett 26-34 cent lenne kWh-ként a zöld hidrogén előállítása.

Goreham, a másik szerző nem végez ilyen részletes számítást, de a végeredménye nagyjából ugyanaz (beleértve a szél/napenergia hasznosítás realisabb költségeit is):

A földgázból vagy szénből származó hidrogén olcsó, kilogrammonként mindössze 1 dollárba kerül. ... Egy kilogramm hidrogén elektrolízissel történő előállításához önmagában az elektromos áram kilogrammonként 3-6 dollárba kerül, így összköltségként minimum 5 dollárt/kg értékkel számolhatunk. Ez több mint ötször drágábbá teszi az elektrolízisből származó hidrogént, a földgázból vagy szénből előállított hidrogénhez képest.

Goreham „kilogrammonként legalább 5 dollárja” a zöld hidrogénért valójában jóval alacsonyabb, mint a Lesser által számolt érték, ha a szél- és napenergiából termelt villamos energia reális árával számolunk.

Amint arról [január 12-én beszámoltam](#), a közelmúltban az Egyesült Királyságban a tengeri szélenergiaiparokból származó zöld hidrogén-termelésre vonatkozó ajánlatok körülbelül 306 USD/MWh, azaz 30,6 cent/kWh voltak. A hidrogénre a 33,3 kWh/kg átszámítási tényezőt használva ez több mint 10 dollár/kg hidrogén-árnak felel meg.

Csak akkor fogjuk megtudni, hogy a zöld hidrogén valójában mennyibe kerül, ha néhány üzem ténylegesen már működni fog. De hogy tízszer drágább, mint a földgázból készült termék, vagy csak ötször drágább, az teljesen mindegy. Egy szóval gazdaságtalan, és ezen semmi sem változtat. Soha senki sem fogja megvásárolni vagy felhasználni, hacsak a kormány nem engedélyezi vagy támogatja, vagy mindkettő valósul meg.

Goreham következtetése:

A kormányok most új hidrogénüzemanyag-ipart akarnak létrehozni piaci beavatkozások, szabályozások és hatalmas támogatások felhasználásával. A fizika és a közgazdaságtan azonban a zöld hidrogénipar fejlődésének útjában áll. Felkészülhetünk arra, hogy az e kormány által támogatott erőfeszítések látványosan kudarcot fognak vallani.

Link: <https://wattsupwiththat.com/2024/02/17/when-you-crunch-the-numbers-green-hydrogen-is-a-non-starter/>

Christian Freuer fordította az EIKE számára.

* * *

Már a számításokat végző szakemberek nagyvonalú elemzéseiből is kiderül, hogy a hidrogéngazdaságnak nincsen reális jövője. Hátha még egy valóban részletes és alapos vizsgálat esetén az általuk nem vizsgált, ill. nem említett még további, jelentős költségvonatokkal járó tételeket is figyelembe vesszük, amelyekből e helyen a teljesség igénye nélkül felsoroljuk a fontosabbakat:

- Nem esik szó az energiaátalakítások hatásfokáról (vesztességekről), ami jelentősen megnöveli a primer energiaigényt.
- Nem esik szó a hidrogénnek tüzelőanyagként való felhasználásával együtt járó veszélyekről, az emiatt szükségessé váló fokozott biztonság költségeiről.
- Amennyiben ezt el kívánjuk kerülni, úgy a hidrogént metánná kell átalakítani, amelynek a technológiai feltételeit meg kell teremteni (újabb beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségeket felvállalva). Nem beszélve arról, hogy ehhez tömör szén-dioxidra van szükség!

- A szél- és napenergia időjárásfüggése miatt mindenképpen szükség van rövid idejű (egy két napi), ill. hosszabbtávú (legalább 12-15 napi) enegiaszükségletnek megfelelő energia eltárolására. Két okból is. Amint a cikk szerzője említi: ha azt akarjuk elérni, hogy a vízbontó elektrolízis üzem megfelelő kihasználással üzemeljen. akkor akkumulátoros villamos energiatárolásra van szükség (a fenti táblázat 7. sora). Ha ilyen akkumulátoros tároló nem épül, akkor a kisebb kihasználás miatt nagyobb vízbontó kapacitás létesítésére van szükség. Hogy a villamos fogyasztókat szélcsendes és felhős időszakokban is el lehessen látni energiával, jelentős mennyiségű hidrogént kell eltárolni a helyettesítő gázerőművek tüzelőanyaggal való ellátásához, az említett rövid ill. hosszabbtávú tárolási kapacitással.
- Nagy valószínűséggel jelentős új helyettesítő gázerőművi kapacitást is létre kell hozni, azaz új korszerű gázerőművek építésével is számolni kell.
- Ritkán említik: mivel az említett kétféle energiatároló telepeket csak a szél- és naperőművek (a fogyasztó igények ellátása feletti) un. túltermelési energiával lehet feltölteni, lényegesen nagyobb szél+naperőművi kapacitás létesítésére van szükség (tisztá dekarbonizációs, ill. nettó zéró villamosenergia-rendszert feltételezve).
- Csak zárójelesen említjük meg, hogy az összes ipari fogyasztónál meg kell teremteni a hidrogénre való áttérés technológiai feltételeit (átállás hidrogén-üzemre).

Már nem is merjük megemlíteni az e-mobilitásra és általánosan a villamos energiára támaszkodó energiaellátásra (pl. a fűtések esetén) való átállás technológiai és pénzügyi vonzataira.

Kérem, lehet számolni! Hozzá sem érdemes fogni. Felesleges.

(PE. 2024. 02. 22.)