

A hidrogéngazdaság irrealitásai

Egy ideje egyre gyakrabban teszek szemrehányást a klímavédőknek és a politikusoknak, hogy nem hajlandók nagyvonalú számításokat sem végezni a klímavédelmi célkitűzések teljesíthetőségének megítélése céljából. De hát legalább elolvassák a mások által végzett számítások eredményeit. Nem és nem! Inkább a homokba dugják a fejüket. Ezúttal a hidrogéngazdasággal, közelebbről **a hidrogén előállításával** kapcsolatos vizsgálati eredményekről számolunk be, **Edgar L. Gärtner** cikke alapján.¹

Legújabbban a nem megválasztott EU-Bizottság a klímavédelmi előírások további szigorítása mellett foglalt állást („Fit for 55” deklaráció). Megkérdőjelezhető célkitűzéseit egész Európára rákényszeríti, miközben a „példamutató” és a választások előtt álló Németországban a zöldek tartják nyomásuk alatt a kormányt. Nem elégszenek meg az atomerőművek és a szénerőművek törvénybe iktatott leállításával, elvakultan teljesen az időjárásfüggő „tisza zöldenergiával” kívánják a fogyasztói energiaigényeket ellátni. Hát mibe is kerülne ez? Bizony, ez itt az alapkérdés.

Közben azért a klímavédők is felismerték, hogy a szélcsendes időszakokban is „illik” a fogyasztókat ellátni, amihez jelentős **tárolt energiaára** van szükség. De nagy mennyiségű energiát gazdaságosan tárolni nem egyszerű feladat, így visszanyúlnak egy régóta ismert lehetőséghez, mely szerint a szél- és naperőművekből, és kisebb hányadban a bioerőművekből nyert „zöld” villamosenergiával **vízbontás útján** „zöld hidrogént” kívánnak előállítani. A hidrogén, ill. a belőle előállítható metán eltüzelésével (természetesen megépítendő új gázerőművekben), vagy közvetlenül üzemanyagcellákkal aztán újra villamos energia állítható elő. Görbe út és drága út! Pedig a papírízű elképzelések rendkívül attraktívak. Hiszen e hidrogéngazdaság keretében nem csak a villamos energiát, hanem az acél- és cementipar, a közlekedés és szállítás energiaigényeit, a fűtési és egyéb ipari hőigényeket, a robbanómotorok hajtóanyagait (E-Fuels), és egyes vegyipari technológiák alapanyagait is hidrogénből kiindulva kívánnák megtermelni, ill. ellátni. Cél, hogy mindezekhez ne kelljen energiahordozókat importálni. Igazán nagyratörő tervek!

Talán érdemes felemlíteni, hogy Németországban az **első ipari méretű vízbontó állomást** (üzemet) a 19. század végén a Frankfurt melletti Griesheimben helyezték üzembe, amelyet a Mains folyó duzzasztásával megépített vízerőmű látott el, akkor még hatalmas mennyiségűnek tekintett villamos energiával. A technológia alapcélja a konyhasó és kálisó oldatok bontása volt, melynek során a hidrogén, ill. a klór melléktermékként jelent meg. A klórt sajnálatos módon az első világháborúban hadigázként alkalmazták, majd később a PVC-gyártásban kapott szerepet. Az elektrolízis fő célja a nátron- vagy káliclorid előállítása volt. Természetesen a hidrogénhasznosítás is felgyorsult. Pl. a Haber-Bosch-eljárással megindult az ammóniák, és a nitrogéntartalmú műtrágyák gyártása, és egyéb vegyipari hasznosítások is megvalósultak. Az EU-ban jelenleg mintegy 300 kis és közepes méretű elektrolízis állomás üzemel, összesen kb. 7 TWh H₂ éves produkcióval. Ez a világszintű termelésnek csupán 4 %-

¹ Edgar L. Gärtner: Ein Faktencheck für Wassestoff: Das kurze Gedächtnis der Energiewender, EIKE, 26.07.2021

a. A világszinten felhasznált hidrogén mintegy évi 115 millió tonna, amelyet azonban nem csak a víz bontásával, hanem részben a földgáz (metán) átalakításából nyernek. Ennek egyszerű a magyarázata: ez utóbbi technológia hétszer kevesebb energiát igényel, mint a vízbontás. A metán molekulák ugyanis egyszerű hevítéssel H_2 és CO_2 molekulákra bomlanak. A CO_2 -t, mint semleges gázt általában a szabadba engedik, ezért a zöldek, az ilyen módon előállított hidrogént „szürke” jelzővel illetik. Ez nem felel meg a zöldek ízlésének, hiszen a szén-dioxid szabadba bocsátása nem felel meg a klímavédelmi elvárásoknak. Ezért azt szorgalmazzák, hogy a szén-dioxidot legalább földalatti tárolókba sajtolják. Ebben az esetben „kék” hidrogénről beszélnek. Nézetük szerint „türkiz” viszont a hidrogén akkor, ha a metánt úgy bontják, hogy nem szén-dioxid, hanem valamilyen hasznosítható szénhidrogén keletkezik. A lényeg, hogy „zöld” hidrogénnek csak azt fogadják el, amelyet megújuló villamosenergiával vízbontás útján állítanak elő. Kész zöld nyelvújítás. A „zöld” hidrogén ára manapság akár 19 dollár/kg, a „kék” hidrogéné 3 dollár/kg, a „szürke” hidrogén viszont már 1,5 dollárért kapható kilogrammonként. Természetesen a mögöttes beruházási költségigények is lényegesen eltérnek. Majdnem elfelejtettem, hogy a zöldek az atomerőműben termelt villamosenergiával vízbontás útján előállított hidrogénnek is adtak nevet, s az nem lehet más, mint a „vörös” hidrogén. Netán nem a zöldek olyanok, mint a vörösök?

A zöld és nem zöld hidrogén árának a metán árához viszonyított nagyvonalú becslése az **1. ábrán** látható (IEA-becslés), mely szerint megállapítható, hogy az árbecslések ma még nagyon bizonytalanok (min/max értékek nagy eltérései!), és a zöld hidrogén bizony nagyon drága.

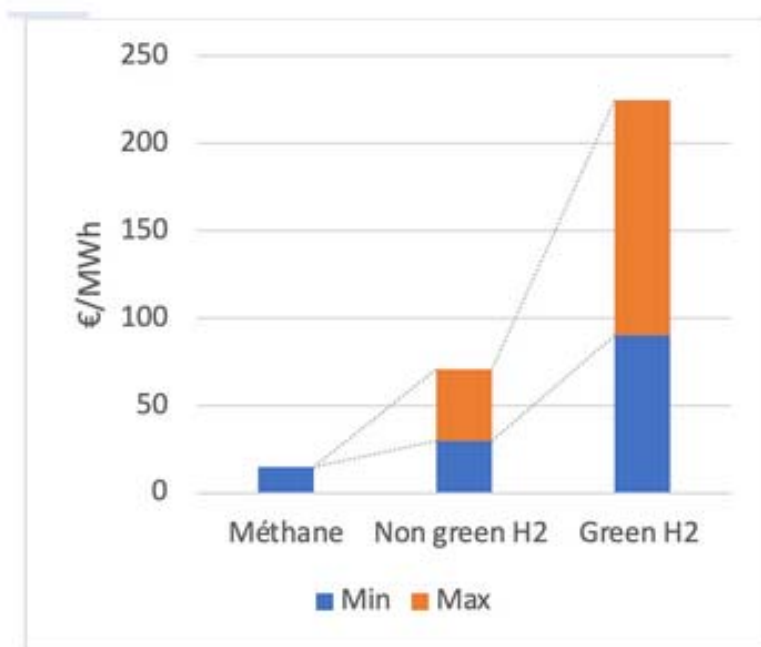


Figure 1 Present cost of hydrogen (according to IEA)

1. ábra. A hidrogén előállításának fajlagos költségei (IEA)

A metán ára (CO₂-adó nélkül) az elmúlt évben Európában átlagosan 13 €/MWh volt, a zöld hidrogéné viszont ennek 17-szerese.

Két vegyész mérnök matematikai modellt dolgozott ki a **zöld hidrogén** várható árának alakulásával kapcsolatban.² A **jelenlegi helyzethez** (adatokhoz) tartozó szemléletes eredményeket a **2. ábrán** láthatjuk, nagyvonalú tájékozódás céljából. Az ábra a megújuló villamosenergia árának (€/MWh) függvényében a kulcsrakész vízbontó állomásban termelt hidrogén önköltségét ábrázolja (LCOH, €/kg, ill. €/MWh). A **modelllezési paraméterértékek** a keretezett részben szerepelnek, mely szerint a vízbontó állomások fajlagos beruházási költségét (CAPEX) 1000 €/kW, a hatásfokot 64 %, és a 20 éves élettartamhoz tartozó diszkont rátát 8 %-os értékkel vették figyelembe. A termelt hidrogén önköltsége a vízbontó állomás adott (beépített teljesítőképességre vonatkoztatott) éves kihasználási óraszámán lineárisan változik, amint a színes egyenesek ábrázolják. A legfelső kék egyenes 1500 h/év kihasználási órászámhoz tartozik, majd lefelé haladva 2500 h/év, 4000 h/év, 6000 h/év és 8000 h/év paraméterértékekhez tartoznak a különböző színű egyenesek. A kis színes foltok, mint jellegzetes példák konkrét esetekhez tartoznak.

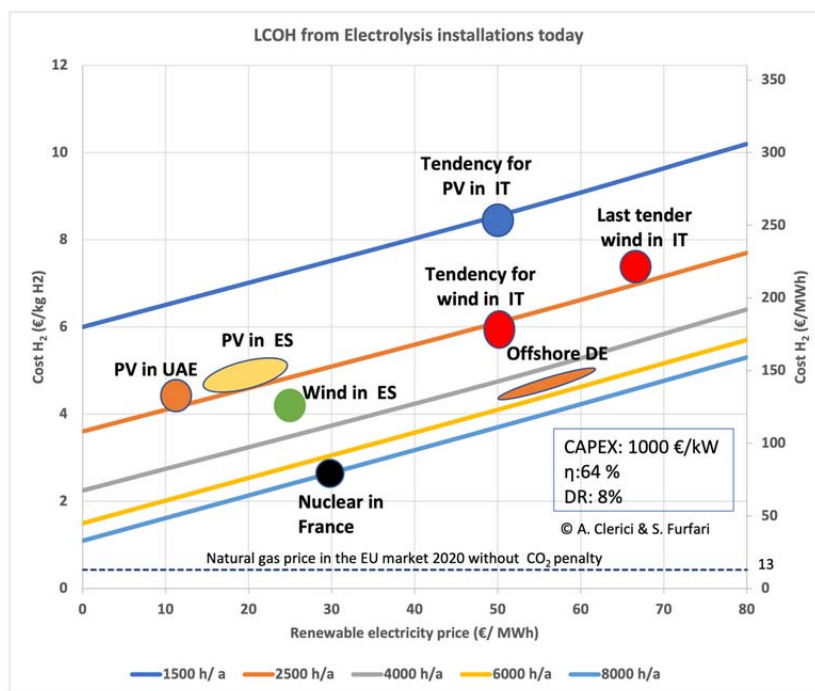


Figure 2 Present LCOH with CAPEX of the electrolyser plant at €1,000/kW, 64% efficiency and 8% discount rate and 20 years plant life according to renewable energy cost and capacity factor.

2. ábra. Az elektrolízis állomásokon előállított zöld hidrogén önköltsége (jelenleg érvényes adatokkal számolva)

Összehasonlító **vonatkoztatási esetek** a francia, már leírt (üzemidő hosszabbítással üzemelő) **atomerőművekben** termelt (fekete színnel), ill. a **Szaúd-Arábiában** üzemelő naperőművek által termelt (narancssárga) villamos energiával előállított hidrogén árait jelölik. Ezekhez

² Alessandro Cerici - Samuele Furfari: The present and future green hydrogen production cost. Science climat et energie.16. juillet 2021

viszonyítva látható a **spanyolországi** naperőművek (sárga), ill. szélerőművek (zöld), valamint a **németországi** tengeri szélerőművek termelt (Offshore DE) áramával előállított hidrogén önköltsége. Ezekon felül tájékoztatásul még az **olaszországi** (IT) várható adatok szerepelnek (piros és kék színekkel). Az ábra szerint az időjárési viszonyok eltérése miatt a hidrogén várható áraiban jelentős eltérésekkel kell számolni, hiszen a megújuló áram ára és a kihasználási óraszám is erőteljesen a helyi időjárési viszonyok függvénye.

Minden esetre az ábra szerint éppen a **vörös hidrogén** (atomerőműves változat) lenne a legolcsóbb (2,5 €/kg), miután a már leírt erőművek termelik legolcsóbban az áramot. Ennek ellenére 2021 július elején **Katherina Reiche** (CDU), mint a nemzeti hidrogéntanács (NWR) elnöke kijelentette, hogy Németország 2021-2025 évekre vonatkozó hidrogén-akciótervében a vörös hidrogén termelése kizárt. E terv szerint egyébként a német vegyipar 1,1 millió tonna hidrogént fog felhasználni évenként, és 2035-ig ez az igény megduplázódik, és a felének zöldnek kell lennie. A kék hidrogén felhasználása átmenetileg türelmi idővel még megengedett lesz. A zöld hidrogénnek egy jelentős hányadát azonban olyan európai országokból tervezik importálni, ahol az előállítási feltételek kedvezőbbek. Ehhez viszont még szigorú bizonylatolási rendszert kell kidolgozni.

A **kék hidrogén** felhasználásával kapcsolatban máris kialakult egy masszív vita az érintett ipari konszernek és a zöld lobby között. A Thyssen-Krupp Steel acélkonszern a „H2morrow” projektje keretében a Duisburgi Acélművek az Equinor norvég energiakonszernnel együttműködve át kíván állni a kék hidrogén alkalmazására. A holland tengerparttól egy meglévő gázvezetéken érkező norvég földgázt terveznek termikusan hidrogénné és széndioxiddá bontani és a szén-dioxidot egy újabb vezetéken elszállítva az Északi-tenger alatti, 2500 m mélységben levő tárolóba eltárolni. A szövetségi kormány a zöld lobby nyomására a kék hidrogén termelését nem tekinti igazán fenntarthatónak (sohasem értettem, hogy mit is értsek ezen - PE) és támogathatónak, ezért ez a projekt valószínűleg nem fog megvalósulni.

Az **EU-Bizottság** a „Hidrogén-stratégia egy klímasemleges Európáért” tervében 2025 és 2030 között olyan zöld hidrogéntermelő kapacitást kíván létesíteni, amellyel nagyságrendben évi 10 millió tonna hidrogén termelhető, amihez 40 GW elektrolízis kapacításra van szükség. Az említett matematikai modell szerzői szerint inkább 50 GW kapacításra lenne szükség. Az EU-bizottság szakértői ugyanis irreálisan magas határfokkal számolnak. Egyből 25 %-os beruházási költségkülönbség! Szerintük a figyelembe vett kihasználási óraszámok is túl magasak. Az EUROSTAT adatai alapján Európában a szélerőművek esetében átlagosan 2050 h/év, a naperőművek esetében 1150 h/év kihasználási órással lehet számolni. E miatt az EU terveikhez képest 157 GW szélerőművi, és 105 GW naperőművi többlet kapacításra van szükség. Wolfgang Reitzle, a Linde iparigáz-konszern főnöke kijelentette: számításaik szerint a célként kitűzött zöld hidrogén előállításához csak Németországban 300 000 széltornyot kellene építeni, amihez még elegendő építési terület sem áll rendelkezésre.

A **3. ábra** a 2030-ban várható hidrogén árak számítási eredményeit tünteti fel azonos ábrázolásban. Az elektrolízis állomások fajlagos beruházási költsége (100 MW-nál nagyobb teljesítőképességek mellett) lényegesen kedvezőbb (450 €/kW) és a határfok is valamivel jobb (69 %). Ennek megfelelően a költség-egyenesek lejjebb húzódnak.

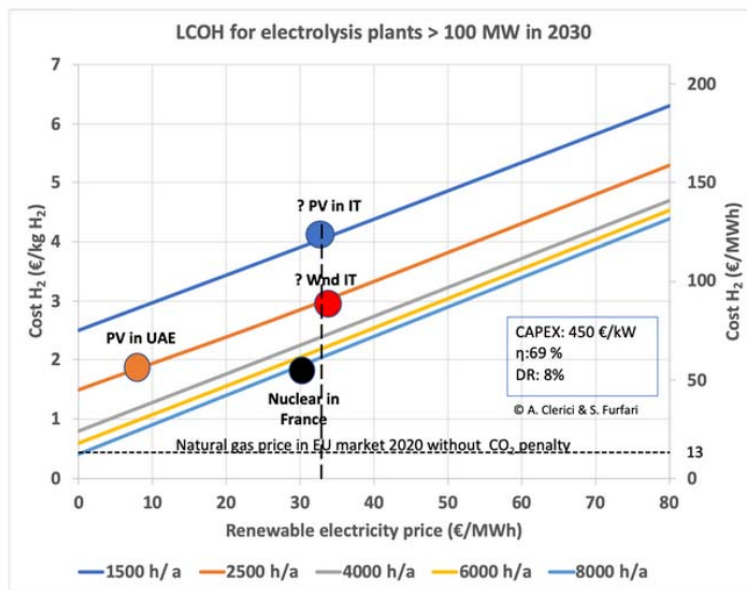


Figure 3 2030 LCOH with CAPEX of electrolyser plant at €450/kW, 69% efficiency and 8% discount rate and 20 years plant life depending on RES energy cost and capacity factor.

3. ábra. A zöld hidrogén termelésének várható önköltségei 2030-ban

Az Európai Bizottság a hivatalos célprojektjében **2050 -re** a zöld hidrogén árát 1 €/kg értékre ígéri. Ennek a bázispontnak a figyelembevételével készült a **4. ábra**. A szerzők szerint ez teljesen irreális célkitűzés. A fajlagos beruházási költség (200 €/kW) és az elérendő hatásfok (75 %) sem tekinthető reálisnak. (Vigyázat: a vízszintes tengely itt rövidebb).

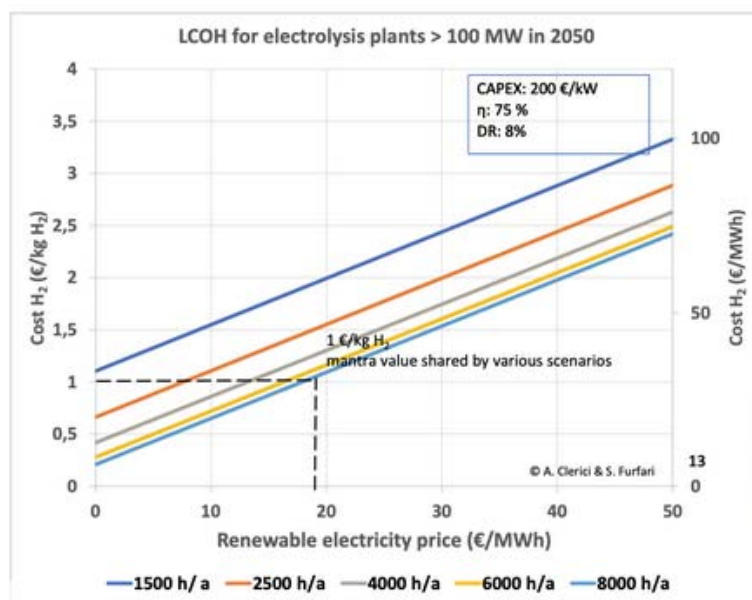


Figure 4 2050 LCOH with CAPEX of the electrolyser plant at €200/kW, 75% efficiency and 8% discount rate and 20 years plant life depending on renewable energy cost and capacity factor.

4. ábra. A zöld hidrogén termelésének várható önköltségei 2050-ben

És ki fogja fizetni a hatalmas költségeket? – kérdezik a szerzők. Szerintük az EU-Bizottság „Green Deal” -je a 450 milliós európai lakosság életkörülményeinek romlását fogja eredményezni.

Samuel Furfari, a számítások és a cikk egyik szerzője korábban az EU energia igazgatóságán dolgozott, és ma az európai mérnöki társaság elnöke, és így alapos betekintése van az energiapolitika és a technika összefüggéseibe. Ezért jogosan aggódik az EU-Bizottság ambiciózus hidrogén-programja miatt. Egy korábbi publikációjában felsorolja azokat a műszaki és gazdasági hibákat, amelyek a hidrogéntermeléssel kapcsolatos elképzelésekben és tervekben szerepelnek.

Összefoglalóan csak annyit mondhatunk, hogy az EU által meghirdetett hidrogéngazdaság nem más, mint hidrogén-utópia. Ennek ellenére még sok-sok pénzt fognak ráköltetni, amíg véglegesen meg nem bukik.

(Petz Ernő, 2021. 08. 02.)