

Számoljunk – számoljatok!

Számos cikkünkben bizonyítottuk, hogy a klímavédelem célkitűzései nem valósíthatók meg. A célkitűzések tartalmi és a határidők is teljesíthetetlenek. A villamosenergia-termelés dekarbonizációja, az energiaigényeknek csupán megújuló energiákból való ellátása, a teljes e-mobilitás és a hidrogéngazdaság sem megvalósítható. Röviden: a klímavédelem illúzió! Állításaink viszonylag egyszerű, nagyvonalú számításokkal már bizonyíthatók. Állandóan azt hajtogatjuk, hogy a klímavédők végre ne csak az ideológiákat hirdessék, ne csak megalapozatlan állításokat hangoztassanak, hanem **számoljanak**. A politikusoknak egyenesen megbocsájthatatlan bűne, hogy ők sem számolnak. Röviden két újabb számsort mutatunk be.

Dr.-Ing. Detlef Ahlborn és **Dr. rer. nat. Horst Heidsieck** vezető energetikai szakemberek, Annalena Baerbock, a német zöld párt elnöke és egyúttal a párt kancellárjelöltje, és Svenja Schulze környezetvédelmi miniszterasszony felületes és szakmaiatlan kijelentéseire felháborodva ismertet számszerű adatokat.¹

Hogy az állítólagosan végső megoldást jelentő **Power-to-X** technológiák – amelyeknek során a szél- és naperőművekben termelt „zöld” villamosenergiával vízbontással hidrogént, és abból szükség szerint szintetikus tüzelőanyagokat (pl. metánt) és hajtóanyagokat (pl. dízel olajat) állítanak elő – mennyire **anti-energieffektívek**, a szerzők bevezetőként egy összehasonlító példát ismertetnek. Kereken 100 évvel ezelőtt Svájcban úttörő jelleggel villamosították a Gotthardbahn vasútvonalat. Áramellátására egy tározós vízerővet építettek. Ennek **hatásfoka 90 %**, ami azt jelenti, hogy a tárolt víz hasznosítható helyzeti energiájának 90 %-a mozgási energiává, majd villamos energiává alakítható. Az erőmű még ma is működik. Azt is fontos megjegyezni, hogy az ilyen vízerőmű **rugalmasan szabályozható**, szolgáltatott villamos teljesítménye mindenkor a fogyasztói igények változásához igazodva módosítható.

Mindenekelőtt hangsúlyozandó, hogy a szél- és naperőművek teljesítménye **nem szabályozható**, teljesítményük az időjárási viszonyoktól függően változik, a változások kiszámíthatatlanok és gyakoriak. A változás 0 MW és a beépített teljesítőképesség 60-70 %-a között változik.

Németországban jelenleg a szél+naperőművi kapacitás megközelíti a 110 GW értéket. Összevetésül: a fogyasztói csúcsigény 70 és 80 GW között változik. Ezzel a kapacitással ma már az évi áramigény 50 %-a biztosítható. De szélcsendes időszakokban és éjszaka gyakorlatilag a teljes fogyasztói igényt az atomerőművek és a hagyományos erőművek, ill. kisebb mértékben áramimport fedezi. Ez a jelenlegi helyzet, de mi lesz az atomerőművek leállítása (2022) és a szénerőművek leállítása során ill. után (2038)? A hiányzó energiát tárolt energiából kell fedezni, amelynek primer forrása az ennek megfelelően kiépítendő szél+naperőművi kapacitás. Hogy mekkora kapacitás kiépítésére van (lenne) szükség? Javasolom ezt is kiszámítani. A tárolandó energiamennyiség nagyságrendjét figyelembe véve jelen ismereteink szerint csak a **Power-to- Gas technológia** jöhet szóba.

¹ Dr.-Ing. Detlef Ahlborn és Dr. rer. nat. Horst Heidsieck Der Kern der Sache. EIKE, 18. 06. 2021.

Persze a politikusok és a kormányt kiszolgáló intézetek (Fraunhofer IWES, Agora) könnyen elintézik. Baerbock elnök asszony szerint a hálózat képes az energiatárolásra, az említett intézetek pedig azzal nyugtatják a kormányzatot, hogy a szél- és naperőművi kapacitás növekedésével, ill. nagyobb területen való szétszórta telepítésével a teljesítmény ingadozásokban kiegyenlítő hatás fog bekövetkezni. **Egyik állítás sem igaz!**

A teljes hidrogéngazdaság megvalósításához annyi megújuló „zöld” villamos energiát kellene termelni, hogy mindenfajta energiaigény abból fedezhető legyen. A szélcsendes időszakokban hiányzó **villamosenergia** a hidrogénből közvetlenül, vagy metánná való átalakítása után új gázerőművekben termelhető meg (Power-to-Gas technológia). A **hőigények** ellátására vagy teljesen új hidrogéntüzelésű berendezések fejlesztése és alkalmazása jöhet elvileg szóba (?), vagy a hidrogénből szintetikus **tüzelőanyag** előállítására kerül sor (Power-to-Heat technológia), a szállítás és közlekedés számára pedig szintetikus **hajtóanyagokat** (E-Fuels) kell előállítani. Mindegyik ágon több soros **energiaátalakítási** folyamatról van szó. Tudjuk viszont, hogy minden energiaátalakítás **veszteségekkel** jár, amit a **hatásfokkal** jellemezünk. A számszerű vizsgálatok során egyrészt a soros energiaátalakítási folyamatok eredő hatásfokát érdemes meghatározni, másrészt a **méreteket, mennyiségeket** kell felmérnünk, amelyekre a végső energiaformához tartozó energiaigény fedezéséhez szükség van (természetesen a hatásfokok figyelembevételével!). E helyen csupán egy-egy példát tudunk ismertetni. Minden átalakítási technológiát azért kell számba venni, mert a hőellátást (pld. a fűtési rendszereket) csak hosszú idő alatt lehet(ne) közvetlen villamos fűtéssel kiváltani, és az e-mobilitást is csak hosszú átmeneti idő alatt lehet(ne) megvalósítani. Ugyanis reálisan azzal kell számolni, hogy a hagyományos, általában gázfűtésű rendszerek, és a belsőégésű robbanómotorok még sokáig üzemben maradnak.

A szerzők hangsúlyosan felhívják az „áramromantikuskok” figyelmét arra, hogy az energiaátalakítások **fizikai törvényeken** nyugsznak. **Aurél Stodola**², svájci fizikus az 1910-ben megjelent híres „Die Dampfturbinen” c. könyvében figyelmezteti a feltalálókat, hogy a termodinamika második főtétele szerint a hőenergia nem alakítható át teljes mértékben mechanikai (majd villamos) energiává, mely törvényt Rudolf Clausius már 1850-ben megfogalmazta. Erről a hidrogéngazdaság jelenlegi úttörői szívesen megfeledkeznek.

Először nézzük hát a **hatásfokok** várható számszerű értékeit (a szerzők számításai szerint):

- a zöld villamos energia - hidrogén – metán - villamosenergia energialánc eredő hatásfoka 25-30 %;
- a zöld villamos energia – hidrogén – metán - fűtési hő energialánc eredő hatásfoka 55-60 %;
- a zöld villamos energia – hidrogén – metán – szintetikus hajtóanyag („E-Fuels”) – mechanikai munka (robbanómotorok) energialánc eredő hatásfoka 11-12 %;

Az utóbbi esetben ez azt jelenti, hogy a fogyasztói feladat ellátásához 88 %-kal több „zöld” primer villamosenergiát kell előállítani. Az első pont szerinti végső villamos energia előállításához pedig 70-75 %-kal több primerenergiára van szükség. És a végső energiát még

² Stodola Aurél Felvidéken, Liptószentmiklóson született 1850. máj. 11.én. Az említett könyvének szerencsés birtokosa vagyok. PE.

el is kell szállítani a fogyasztókhoz. A villamosenergia-ellátás esetében ehhez teljesen át kell alakítani a hálózati vezetékrendszert (különösen, ha az e-töltőállomások rendszerét is létre kel(lene) hozni.

Dehát ez csupán elméleti eszmefuttatás, hiszen az energiaátalakító létesítményeket (pl. vízbontó állomásokat, új gázerőműveket) meg kell építeni, azokat üzemeltetni is kell, és a tetejében még önfogyasztással is rendelkeznek. Hát van mit számolni: a hatásfokokat szorozni, a beruházási összegeket és költségeket összeadni. Stodola, a magyar lelkével forog a sírjában!

A **mennyiségek** szemléltetésére a szerzők egy jellemző példát ismertetnek. A Frankfurti repülőtér évi kerozin fogyasztása a vírus-járvány előtt 5,4 millió köbméter volt. Ennyi kerozin energiatartalma 50 TWh (Terawattóra). A szintetikus hajtóanyag gyártásához optimista esetben is ennek duplájával számolhatunk, azaz 100 TWh primer „zöld” villamosenergiára volna szükség. Ez kb. megfelel a jelenlegi 30 000 szárazföldi szélerőmű évi termelésének. Tehát az összes szárazföldi szélerőmű termelése egyetlen repülőtér hajtóanyag szükségletének előállítására lenne elegendő. Eligazodásképpen: Németország évi hajtóanyag szükséglete, (a forrástól függően) 52 ill. 110 millió tonna, azaz 65 ill. 135 millió köbméter. Ennek szintetikus hajtóanyaggal való kiváltása valóban reális opció lehet? A számok alapján biztosan nem.

2019-ben Németország földgázfogyasztása 89 milliárd köbméter volt. A földgáz fűtőértéke 10,1 kWh/ m³, ezzel szemben a hidrogéné „csak” 3,0 kWh/m³. Ha feltételezzük, hogy a földgáztüzelésű berendezések átállíthatók hidrogéntüzelésre, akkor 300 milliárd köbméter hidrogénre lenne szükség csak az épületek fűtésére. Összehasonlításként: ez kb. 50 %-kal nagyobb, mint amennyi földgázt 2020-ban Oroszország exportált. És honnan származzék ez a hidrogén mennyiség? – kérdezik a szerzők. Ha viszont a berendezések átalakítása nélkül metántüzelésre állnának át, akkor kérdés, hogy a hidrogénből való metángyártáshoz honnan veszik a szén-dioxidot. Hiszen erről sem volt eddig szó.

Fenti soraimban javasoltam, hogy a klímavédők kiszámíthatnák, hogy a „zöld” megújuló villamos energia - hidrogén - metán - villamos energia energiaátalakítási lánc alkalmazása esetén (Power to Gas technológia) mekkora szél+naperőművi kapacításra lenne szükség. A szerzők saját számításaik alapján erre is választ adnak. Abból indulnak ki, hogy egy hosszabb szélcsendes időszakban (amely akár két hétig is eltarthat, és ezért erre kell méretezni) a maximális fogyasztói csúcsigényt is el kell látni (a tárolt energiából). Tehát ebből a csúcsteljesítményből kell kiindulni. Ha a fentiekben ismertetett pesszimistább 25 %-os eredő hatásfokból indulunk ki, akkor az említett teljesítmény 4-szeresével számolhatunk. Viszont még azt is figyelembe kell venni, hogy a „zöld” villamosenergiából eltárolni csak a mindenkori fogyasztó igények feletti ún. többlettermelésből lehet. Ez a helyzet viszont csak nagy szélességeket esetén alakul ki, tehát jelentősen időjárásfüggő. Az időjárási viszonyok statisztikai adatainak figyelembevételével, ill. a már rendelkezésre álló mintegy két évtizedes tapasztalati tények alapján e miatt is legalább 4-szeres termelői kapacitásnövelésre van szükség (hogy a túlermelési területek által reprezentált tárolt energiák összessége elegendő legyen). Ez azt jelenti, hogy e gondolatmenet alapján a csúcsteljesítmény-igény 16-

szorosának megfelelő „zöld” erőművi kapacitást kell biztosítani. 2038-ig, ill. 2050-ig ez megvalósítható? Biztosan nem.! De egyébként sem.

Tanulság: Mielőtt az összes atomerőművet és szénerőművet leállítanák, érdemes a részletes analíziseket elvégezni. Persze Németországban a szakma el is végzi, de a kormányzat inkább a gondolatgyáraknak és az áramálmódosítóknak hisz, közöttük az említett két okos miniszter asszonynak.

Még egy érdekes adalék: az EIKE honlapján megjelenő cikkek után általában számos hozzászólás olvasható. Az ismertett cikk után egy vízgazdálkodási szakértő felhívja a figyelmet arra, hogy a Power-to-X technológiákhoz szükséges hidrogén előállításához, pontosabban a vízbontáshoz Németországban nem lenne elegendő, megfelelő tisztaságú vízforrás, tehát importálni kellene még vizet is. Hát még ez is! „A szegény embert még az ág is húzza.” Hát még a klímavédőt.

A bukás garantált! – állítjuk mi energetikai szakemberek. Érdemes lenne ránk figyelni, noha nem vagyunk okos miniszterek.

(Petz Ernő, 2021. 06. 25.)