

QUO VADIS MEGÚJULÓ ENERGIÁK?

Dr. SZABÓ Lóránt

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar,

Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet

Környezetmérnöki szekció

Kivonat: *Megújuló energiák alkalmazása az atomkorszak küszöbén reneszánszukat élik. Jelenlegi energiahasznosítás három fő területe osztható: hő előállítása, járművek hajtása és villamos energiatermelés. Az elektromosság jelentősen hozzájárult az ipar dinamikus növekedéséhez. Jelen korunk legnagyobb energiagazdálkodási kihívása az, hogy létezik-e olyan energiaforrás, amely biztosítja a fenntartható fejlődést anélkül, hogy ne fokozná Földünk légkörének szennyezését, és ne gyorsítaná bolygónk pusztulását. Magyarországon 2021-ben 48,5 TWh villamos energiát használtunk fel. A termelésünk 35,8 TWh volt, viszont 12,7 TWh villamos energiát importáltunk. Az egyes energiaforrások közül az atomenergia áll az első helyen 44,7%-kal. Az előkelő harmadik dobogós helyen a fotovoltaiikus (PV) villamos energiatermelés helyezkedik el.*

Kulcsszavak: *megújuló energiák, erőművek, magyarországi energiahelyzet, hidrogéncella*

BEVEZETÉS

Földgáz jelenleg a legelterjedtebben használt fosszilis energiaforrás. Összetétele miatt a legtisztább tüzelőanyag. Fosszilis energiaforrások emberi léptékben mérve nem tudnak megújulni, ezért egy idő után elfogynak. A legfrissebb elemzések szerint ez már belátható időben megtörténhet. A megoldást a megújuló energiaforrások nyújthatják. Megújuló energiaforrásnak nevezzük az energiahordozók azon csoportját, amelyek emberi időléptékben képesek megújulni, azaz nem fogynak el, ellentétben a nem megújuló energiaforrásokkal. Megújuló energiaforrások az alábbiak:

- napenergia,
- biomassza energia
- szélenergia,
- vízenenergia,
- geotermikus energia,
- ár-apály energia,
- tenger hullámozgásából és áramlásából kinyerhető energia.

A hétköznapi embernek az alternatív (megújuló) energia egyet jelent a napenergiával, pedig a napelem csak a harmadik leggyakrabban használt megújuló energiaforrás, a szél- és a vízenenergia után. Ennek az oka, hogy egyrészt a napenergia hasznosítása növekszik a legrohamosabban az utóbbi évtizedben. A folyamatosan változó technológiaváltás valójában nem fenntartható, mert véges a gyártási folyamatokhoz szükséges nyersanyagfedezet. Állandóan frissülő technológiák iszonyatos

gyorsasággal merítik ki Földünk nyersanyag tartalékát, ez viszont meggyorsítja fenntartható fejlődés rendszerének összeomlását.

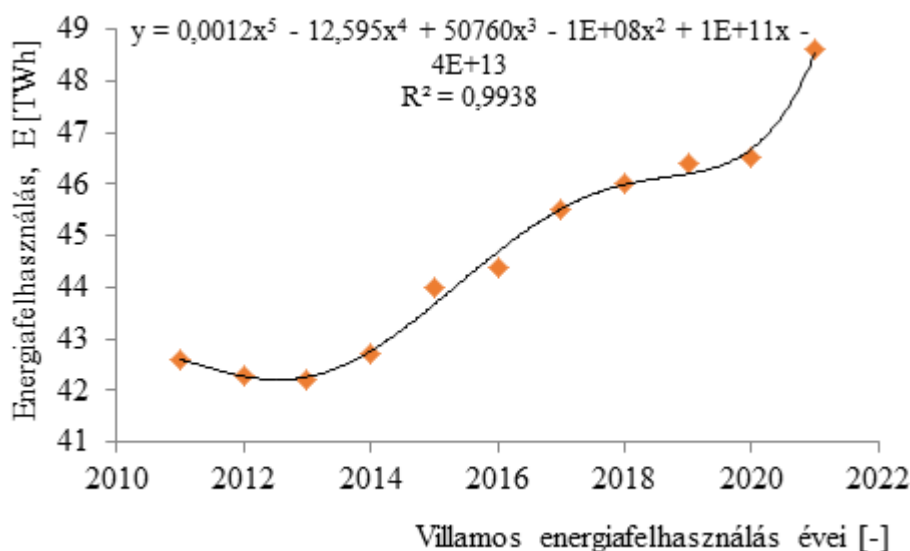
Az elektromos autó, a nap- és szélenergia zsákutca, akár a bioetanol és -diesel. Valamint kifogyhatnak az élelmiszerkészleteink, és úgy látszik a klímaváltozás már nem megállítható. A valóság az, hogy elkéstünk: a civilizációnk a túlfogyasztás miatt elkerülhetetlenül összeomolhat néhány évtizeden belül.

[1]

MAGYARORSZÁGI VILLAMOS ENERGIAHELYZET

Magyarország 2021-ben rekordmennyiségű, 48,56 TWh villamos-energiát használt fel a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) adatai szerint. Az alábbiakban a hazai villamos energiatermelés főbb adatai kerülnek bemutatásra.

Az áramfelhasználásunk 4,3%-kal nőtt 2020-hoz képest, ami jóval meghaladja az elmúlt évtized átlagát (1. ábra).



1. ábra. Magyarország villamos energiafelhasználása TWh-ban (2011-2021)

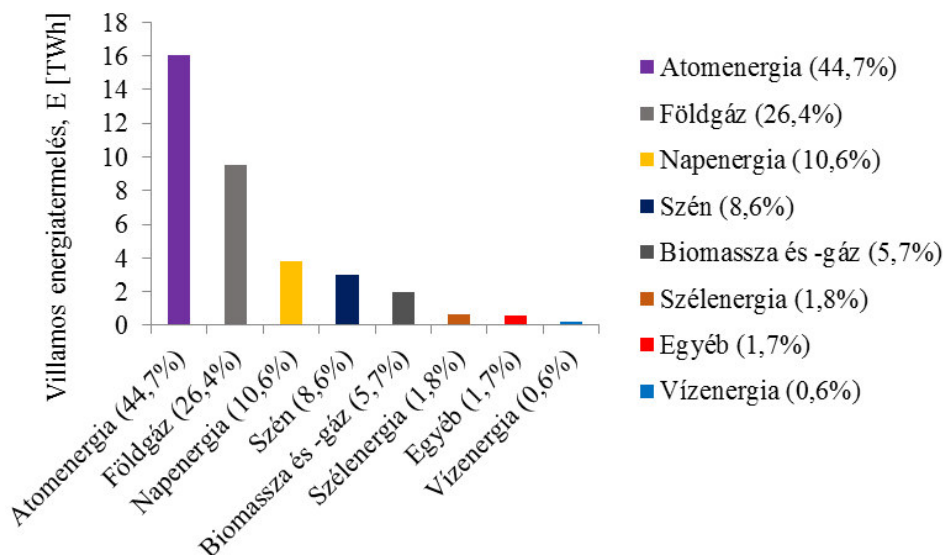
A termelésünk 35,8 TWh-t ért el, ami 2,7%-kal magasabb az előző évinél, de a 2008-as 40 TWh-s rekordtól még mindig elmarad. Múlt évben 12,8 TWh villamos energiát importáltunk, az import aránya 26,3% volt. A legtöbb áramot sorrendben Szlovákiából, Ausztriából és Ukrajnából vásároltuk.

Az egyes energiaforrások közül továbbra is az atomenergia állt az első helyen 44,7%-kal. Itt lényeges változás nem történt, a 16 TWh-s adat szinte teljesen megegyezik az előző évek termelésével, azonban növekvő termelése ellenére némileg csökkent a részaránya. Öt évvel korábban még igaz volt a mondás, hogy a termelésünk felét Paks biztosítja, de az évek során ez az arány fokozatosan egyre kisebb lett.

A földgáz megőrizte második dobogós helyét. Változás történt a képzeletbeli dobogó harmadik helyén, amelyre a napenergia lépett a 3,8 TWh-s termeléssel. A tetőre szerelt napelemes rendszerek számának növekedése mostanra elérte azt a szintet, ahol a hatásuk már tapasztalható, ezért a MEKH az idei adatpublikációjában közzétette a 50 kW_p alatti rendszerek termelését is, amely 2021-ben 1,37 TWh volt, ez a teljes napenergiás hozam 36%-a. A napenergia fotovoltaikus (PV) alkalmazása egy év alatt 54%-os növekedést eredményezett, és 10,6%-os arányt ért el, ezen belül a háztartási méretű kiserőművek (HMKE) - az állami támogatásoknak köszönhetően - 61%-kal növekedtek.

Negyedik helyre szorult vissza a szén felhasználású hőerőművek 3 TWh-val, ami közel 20%-os csökkenés egy év alatt, és a teljes termelésünk 8,6%-át tette ki.

Az ötödik helyen a biomassza/biogáz állt 2 TWh-val (5,7%), majd pedig a szélenergia következett 0,65 TWh-val (1,8%). Míg a sereghajtó vízenergiából nyert villamos energia 0,22 TWh-val. (2. ábra).

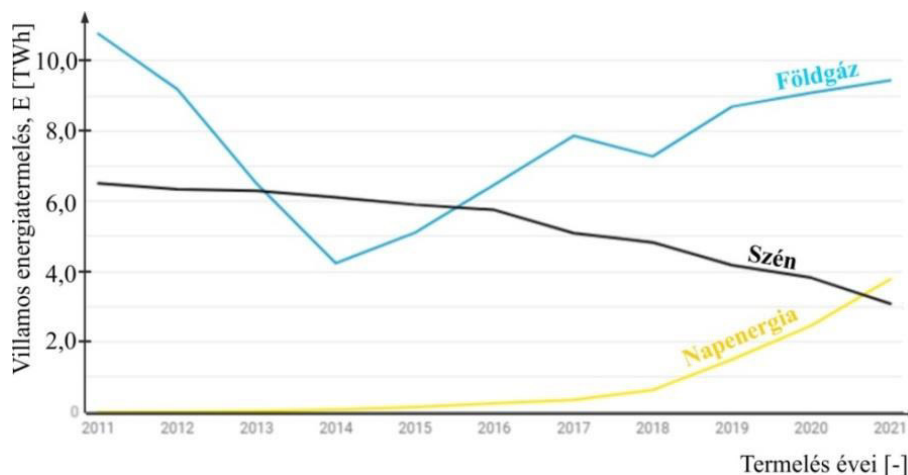


2. ábra. Magyarország villamos energiatermelése TWh-ban (2021)

Villamos energiatermelésünk főbb szegmenseit nézzük, akkor az elmúlt évtizedünk energiamixe így fest:

- atomenergia (44,7%),
- fosszilis (földgáz + szén) energia (35%),
- megújuló energiák (20,3%).

Napenergia és fosszilis (földgáz és szén) energiahordozók által termelt villamos áram elmúlt évtizedes alakulást mutatja a 3. ábra. [2]

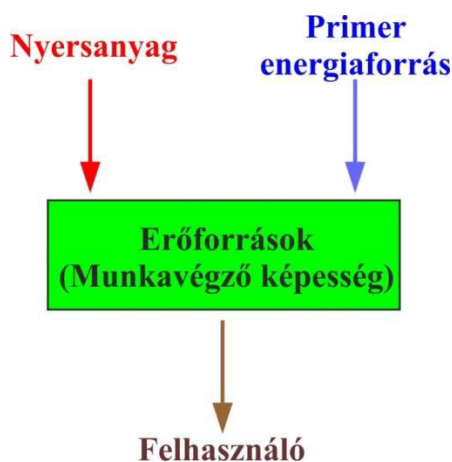


3. ábra. Földgázból, szénből és PV napenergiából előállított villamos energia [2]

MEGOLDÁS KERESÉS NYERSANYAG- ÉS ENERGIELLÁTÁSRA

Talán furcsán hangzik első olvasatra, hogy megújuló energiaforrás nincsen. Primer energiaforrás megújuló: mint pl. a víz folyik, szél fúj és a Nap süt (ha napszak és időjárás engedi). Napból származó primer energiát a mai kor civilizált embere közvetlenül nem tudja hasznosítani általában, át kell alakítani napkollektorral illetve –elemmel. PV elektromos energia előállítása sem megújuló, hiszen a napelem önmagában nem energiaforrás, benne nem rejtezik energia. Átlagos működési élettartamuk kb. 25 év, ezt követően olyan kémiai átalakulás következik be, hogy alkotóelemeit csak nagy ráfordítással lehetne újrahasznosítani. A napelem működésének kb. első hat évében csak azt energiát termeli meg, ami előállítására fordítódott. Napelem cellák gyártása esetén jelenleg még főleg fosszilis energiákat használunk. [1]

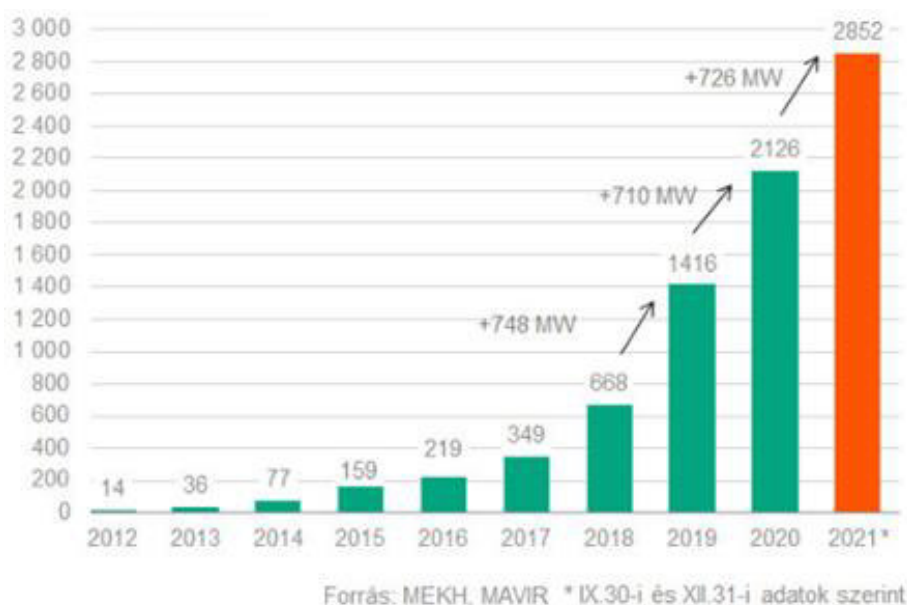
Felhasználó fogyasztó (ipari és lakossági) számára munkavégző képességű erőforrás kell. Ehhez szükségeltetik primer energiaforrás (zöld energia, ezen belül a megújuló energiák és fosszilisok), valamint nyersanyag (4. ábra). A gyengébb keresztmetszet a nyersanyag, mert készleteink belátható időn belül biztosan kimerülnek. A rendszerbe belépő primer energiaforrások (megújulók) nem merülnek ki, mert a Napból érkező hőmérsékleti sugárzás még milliárd évekig fogja biztosítani a földi élethez szükséges energiát.



4. ábra. Erőforrások nyersanyag és primer energiaforrások kapcsolata

2010 a magyarországi napenergia térhódításának kezdete, ekkor lépte át az egy MW_{peak} (MW_p) az összesített beépített napelemes kapacitást. Jelenleg kb. 2 ha területen elhelyezhető egy 1 MW_p teljesítményű naperőmű. Napelemes erőművek telepítésénél fontos szempont, hogy lehetőleg „újrahasznosított” felületeket használjunk napelemek telepítéséhez. Pl. a tető egy ilyen felület, zöldberuházás esetén pl. meddőhányó. A jó minőségű magyar mezőgazdasági területeket lehetőleg ne a naperőművek céljára hasznosítsák. Hazánkban szigorúak a termőföldek nem mezőgazdasági hasznosításra vonatkozó előírások. Mezőgazdasági művelésre 7,32 millió ha áll rendelkezésre. Kb. a 45 TWh teljes magyar villamos energiafogyasztásunknak megfelelő mennyiségű villamos energiát állítsunk elő termőföldre létesített napelemparkokkal, ehhez 0,15 millió ha a területre lenne szükség, persze ez sem elhanyagolható terület.

Utóbbi években ugrásszerűen megnőtt a teljes magyarországi beépített fotovoltaiikus kapacitás. 2022 évvégére pedig túllépheti a 3000 MW_p teljesítményt (5. ábra). Ez a beépített névleges teljesítmény már összevethető a Paksi Atomerőmű tényleges 2026,6 MW-os zöldteljesítményével (a 4 reaktor együttes üzemével), amely időben állandó energiát szolgáltat.



5. ábra. Magyarországi beépített összes PV elem teljesítménye MW_p-ben (2012-2021)

Hazai jövőt tekintve a 2025-ig terjedő időszakban Magyarország további 3,4 GW_p-kel mintegy 6,4 GW_p-re növelheti naperőművei beépített teljesítőképességét. Az előrejelzés szerint így a következő négy évben éves átlagban még a 2021-es rekordot is meghaladóan, 850 MW-tal nőhet a hazai fotovoltaiikus kapacitás, amivel az adott időtávon a 12. legnagyobb bővülést felmutató ország lehetünk az EU-ban.

Magyarországi vízennergiából termelt villamos energia nem tölt be számottevő szerepet. Rendelkezésünkre álló 1000 MW-os potenciálból (amelyből gazdaságosan kb. 700 MW-ot érdemes kiépíteni) 57 MW-ot hasznosít a meglévő 37 erőmű. [3] Újabb vízerőművek megépítése a nem megfelelő földrajzi elhelyezkedés (nagy esésű folyók hiánya) és a társadalmi ellenállás is akadályozza. Vízerőművek teljesítménye az (1) alapján számítható

$$P = C_{erőmű} \cdot Q \cdot H \quad (1)$$

ahol:

- $C_{erőmű}$ erőmű konstans (számolása $C_{erőmű} = \rho \cdot g \cdot \eta = 7500 \text{ kg} / \text{m}^2 \text{s}^2$),
- Q vízhozam [m³/s],
- H esésmagasság [m].

A víznek nagy a sűrűsége, ha esése és hozama megfelelő (amelyek arányosak az erőmű teljesítményével), akkor a hatékonysági mutatója a vízerőműveknek 100 feletti, míg a hőerőműnél 40, a napellemnél pedig 3.

A magyarországi vízpotenciál megoszlása a következő:

- Duna 72%,
- Tisza 10%,
- Dráva 9%,
- Rába, Hernád 5%,
- Egyéb 4%.

A teljes hasznosítás esetén kinyerhető energia 7,0 - 7,5 TWh/év lenne, ez az energia hiányzik a magyar energiaellátásban (többet tudna állandóan termelni, mint Paks egy blokkja). A valóságban viszont:

- a Dunán nincs villamos energiatermelésre szolgáló létesítmény,
- a Tiszán a Tiszalöki Vízerőmű és a Kiskörei Vízerőmű található 12 MW és 28 MW teljesítménnyel,
- a Dráván jelenleg nincs erőmű,
- a Rábán és a Hernádon, ill. mellékfolyóikon üzemel a hazai törpe vízművek többsége,
- egyéb vizeken nincs működő energiatermelő rendszer.

A hazai kis-és törpe vízerőművek nagy része a kedvezőbb adottságokkal rendelkező Nyugat-Dunántúlon, a Rába baloldali vízgyűjtő területének kisvízfolyásain található.

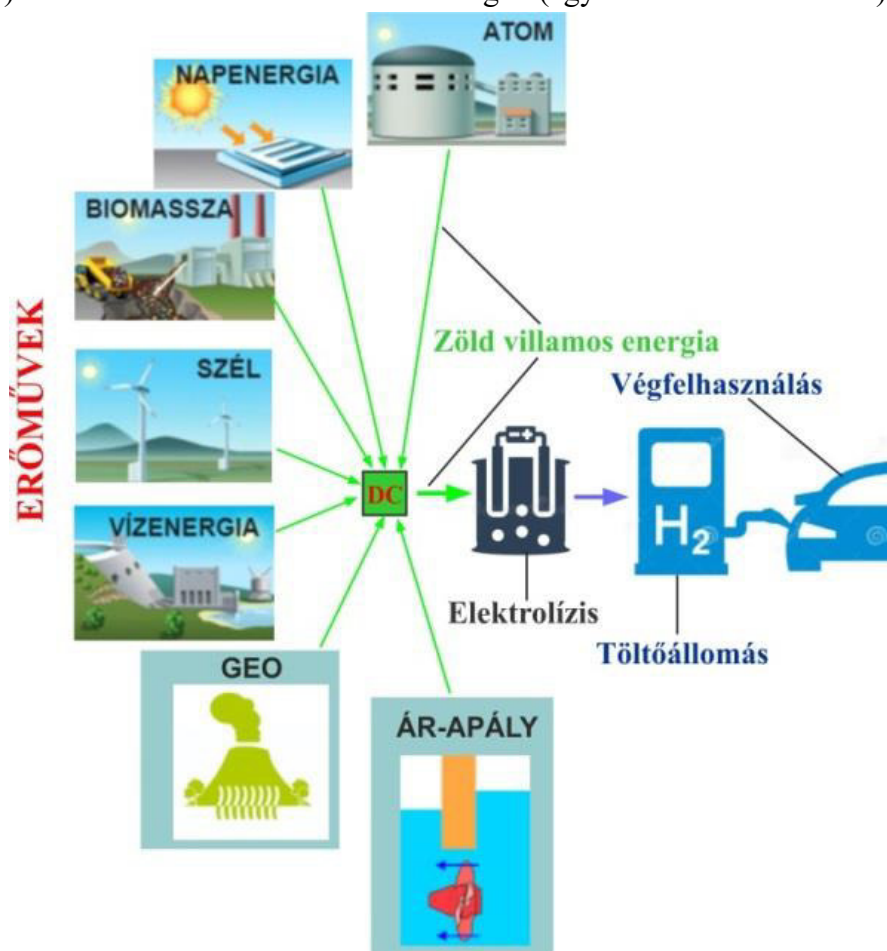
Az energetikai célra hasznosítható biomasszát szerves anyagok, hulladékok vagy kifejezetten az energiaágazat céljaira termesztett növényi nyersanyagok alkotják. Villamos energiát hőerőművekben a biomassza anyagok elégetésével előállított vízgőz erejével is tudunk termelni. Elmúlt évekre visszatekintve a biomassza energetikai célú hasznosítása növekvő tendenciát mutat.

A magyarországi szél erőmű parkok száma 37, összesen 172 szélturbinával, 330 MW beépített teljesítménnyel. A legtöbb szél erőmű hazánk északnyugati részén üzemelnek. A 2016-ban megjelent kormányrendelet olyan feltételrendszert ír elő szél erőmű létesítésével kapcsolatban, amely a beépítésre szánt területtől mért legalább 12 km-es védőtávolságot határoz meg. Így hazánkban gyakorlatilag lehetetlenné teszi új szél erőművek létesítését a sűrű településhálózat miatt. Ha ezen jogi szabályozás életben marad, akkor bő 10 év múlva nem számolhatunk a szél erőművek villamos energiatermelésével. Hazánk, Magyarország Kárpát-medence közepén fekszik és óriási geotermikus kincset rejt a földkéreg alattunk. Így kiaknázatlan lehetőségekkel rendelkezik a geotermikus energia hasznosítása terén, most elsősorban ne a hévizekre és a talajszondás (ami nemcsak geotermikus energiából származik) fűtésre gondoljunk, hanem a távfűtési rendszerekre és geotermikus villamos erőművekre. Hazánk geotermia szempontjából nagyhatalomnak számít, hiszen a geotermikus gradiens 60 K/km, ami a kontinentális átlag kétszerese. Hazánkban jelenleg a 2018-ban üzembe helyezett Tura Geotermikus Erőmű beépített 3 MW villamos teljesítménnyel és 7 MW hő teljesítménnyel üzemel. Remélhetőleg a turai példát követve több geotermikus erőmű fog hamarosan üzemelni.

ÖSSZEFOGLALÁS

Széleskörűen előállított és felhasznált villamos energia nagyon sok előnye mellett rendelkezik egy-két hátrányos tulajdonsággal is: veszélyes az élszervezetre és klasszikusan nem tárolható. Jövőben a

tárolhatóságra az üzemanyagcellák adhatnak megoldást. Az elektromos hajtáson belül a hidrogén üzemanyagcellás hajtás előnye az akkumulátoroshoz viszonyítva, hogy a nagyobb mennyiségű hidrogén üzemanyag a jármű viszonylag kisebb súlynövekedésével tárolható. A járművek nagyobb hatótávolsága és az üzemanyag gyors töltése (kb. 3 perc). Az elkövetkező években az üzemanyag cellák alkalmazása járművek (személyautó, teherautó, busz, mozdony, hajó, repülő) területén a bevezetését tervezik. A hidrogén akkor tekinthető zöld, megújuló energiának, ha az elektrolízishez megújuló (zöld) erőművek termelik az villamos energiát (egyen- és váltakozó áram) (6. ábra).



6. ábra. Zöld energia sémája a hidrogénhajtáshoz

Remélhetőleg az emberiség (közel 8 milliárd) nagy része a túlfogyasztás miatt nem tudja a Föld alapvető életfeltételeit véglegesen lerombolni. Erre csak valami nukleáris katasztrófa, vagy nagyméretű meteorit becsapódása lenne képes.

„Amennyiben ez nem következik be, nem lesz olyan mértékű változás, ami a földi életet lehetetlenné teszi. Csak épp a modern társadalom, a mi világunk omlik össze. Akik eddig sem használtak villamos energiát, és nem a szupermarketben vették az ennivalót, azoknak mindez ezután sem fog kelleni.

Vannak olyan törzsi kultúrák a Csendes-óceáni szigeteken, vagy az Amazonas esőerdőinek a belsejében, akiknek szinte mindegy, hogy a modern technikai civilizáció összeomlik. Ők túl fogják élni. De a nagyvárosokba zárt modern társadalmaknak nincs B-terv, ott technológia és energia nélkül egyszerűen nem lehet majd életben maradni. Az Amazonas-menti őserdőben csak annyit fognak

észrevenni az egészből, hogy jó, eltűntek azok a villogó és mozgó csillagok és fura hosszúkás felhők az égről.” [1]

HIVATKOZÁSOK

- [1] Balavány, Gy. (2022):<https://24.hu/belfold/2022/06/10/nyersanyagok-globalis-krizis-klimavaltozas-gelencser-andras-interju/>
- [2] <https://villanyautosok.hu/2022/02/26/igy-termelt-aramot-magyarorszag-2021-ben/>
- [3] Tóth, L. (2016): *Hagyományos és megújuló energiarendszerek*, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p64
- [4] <https://g7.hu/tech/20220211/a-magyar-napelemek-mar-paksot-is-lepipaljak/>
- [5] <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220207/magyarorszagon-nott-az-egyik-legnagyobb-at-naperomu-kapacitas-az-eu-ban-524961>

Szerző:

Dr. SZABÓ Lóránt
Óbudai Egyetem RKK Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet
Magyarország, 1034, Budapest, Doberdó u. 6.
Telefon: +(36) (1) 666 5942 E-mail: szabo.lorant@rkk.uni-obuda.hu