Életünk az energia

(valóban megoldás-e a megújulók alkalmazása?)

LIVO LÁSZLÓ okl. bányamérnök, ügyvezető (MARKETINFO Bt., Salgótarján)

Mindennapi kényelmünk legfőbb feltétele zavartalan energia fogyasztásunk, különösképpen villamos energia biztosítása. A köztudatba kerültek olyan „új" módszerek, melyek a fosszilis energiahordozók kiváltását célozzák. Valóban nyugdíjazni lehet a szenet, olajat, földgázt? A cikk a kérdés megválaszolását szeretné segíteni.

Talán nem tekinthetjük túlzásnak a cím megállapítását. Ugyanis létfeltételeinket vizsgálva azt mondhatjuk, hogy életünk első feltétele ma is a megfelelő összetételű levegő. Majd a jó minőségű ivóvíz, közvetlen utána pedig az (villamos) energiát említhetjük meg. Hiszen a villamos energia biztosítja ivóvízellátásunkat, kellemes klímánkat, egymás közötti kommunikációnkat, élelmiszereink nívós feldolgozását, eltarthatóságát. Ugyancsak az energia teszi lehetővé helyváltoztatásunkat, közlekedésünket, az életünkhöz szükséges anyagok, termékek szállítását közelre és távolra egyaránt. Napjainkban a fennmaradásunkhoz szükséges energiát döntő mértékben fosszilis energiahordozókból nyerjük, illetve állítjuk elő.

Ha visszanézünk a múltba és a régmúltba, azt látjuk: nem volt ez mindig így. A történelem előtti időkben az ember már ismerte a tüzet, erre utalnak pl. az Afrikában lelt 1,7 millió éves hamumaradékok. A történelem előtti időktől a szélenergia segítette a vízi, de pl. Kínában a szárazföldi közlekedést is [1], [8]. A víz energiáját többek közt malmokban, később a kovácsműhelyekben is hasznosította az ember. Az erdők fogyásával azonban a 9. század környékén megjelent a szénbányászat [1], bár a kínai gazdaság ebben is jelentősen megelőzte a mi világunkat [8]. Megállapítható tehát, hogy az emberiség létének hajnalától ismerte és alkalmazta mind a fosszilis, mind a ma megújuló energiahordozóknak nevezett lehetőségeket szükségletei kielégítésére.

A környezetvédelem sem korunk találmánya, hiszen 1273-ban Londonban a szén használatát már rendeletileg korlátozták a kellemetlen szag és a füst miatt [1].

A megújuló energiahordozók fajtái

Tekintsük át röviden a megújulónak nevezett energiahordozók fő gyűjtő kategóriáit. Elöljáróban a definíció: Megújulónak azt az energiahordozót nevezzük, melynek rendelkezésre álló mennyisége emberi mértékkel mérve végtelennek tűnik.

Ilyenek elsősorban a Naptól származó energiahordozók, úgymint a hő, a szél, a vízi- és a tengerjárási energiák (árapály, áramlatok), a földkéreg geometrikus energiája. Azután itt van az élő szervezetek által termelt biomassza, amibe beleérthetjük a legnagyobb tömegűt, az emberiség által „gyártott" jelentős mennyiségű hulladékot, illetve szemetet is.

Ez utóbbi gyakran kimarad a felsorolásokból, pedig léte és szaporodása kettős gondot okoz számunkra. Elsősorban veszélyezteti a létfeltételeinket, úgymint az emberi fogyasztásra alkalmas vizek minőségét és mennyiségét, valamint a levegő tisztaságát, fertőzések és kórokozók forrása volt, s ma is az. Másodsorban a hulladék tárolása értékes területeket foglal el a földi élettérben. A hulladék, a szennyezés mennyisége a technika, a technológia fejlettségi szintjének növekedésével folyamatosan dagad egyre szűkebb egészséges életteret hagyva a gyors ütemben növekvő létszámú emberiség számára.

Adatgyűjtésünk és potenciálvizsgálatunk módszerei

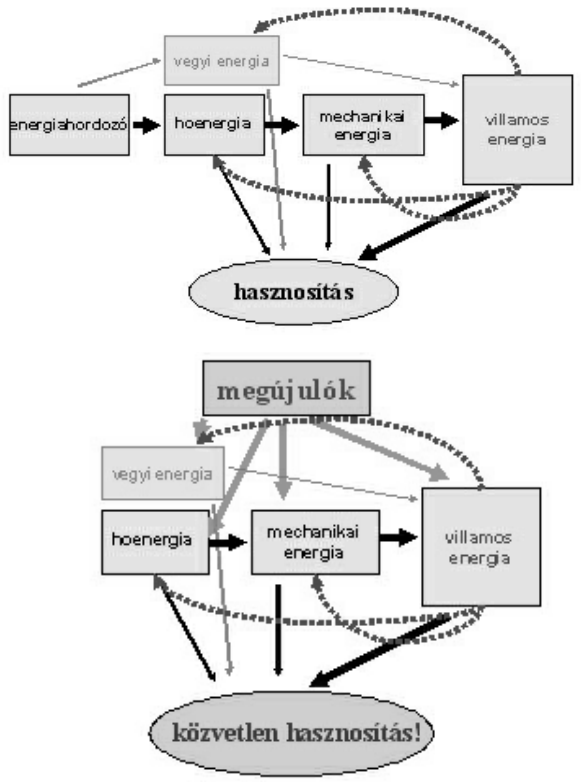
A továbbiakban csupán a hazai megújuló energiahordozókban rejlő kiaknázási lehetőségeket, a hazai megújuló potenciált vizsgálom. Annál is inkább, mert a felsorolt irodalmak a világban rejlő lehetőségeket, illetve felhasználási terveket, példákat részletesen taglalják. Nem foglalkozom technológiai megfontolásokkal, sem politikai és még kevésbé közgazdasági, illetve üzleti megközelítéssel, csupán azt adom közre, amit a tárgyban műszakilag megtudtam, és hitelt érdemlőnek tartok.

Feltételezem természetesen, hogy a gyűjtésünkben szereplő energiahordozókból való energia kinyerés technológiája ismert, hozzáférhető és alkalmazható. Az, hogy az energia kinyerését milyen körülmények között érdemes, illetve kell megtenni, nem munkám tárgya.

Manapság az internet és a média korában mindannyian ki vagyunk téve egy olyan adat- és információ özönnek, mely még soha sem borította el az emberiséget. A bőség zavara arra késztetett, hogy a gyűjtött információkat akkor építsem be dolgozatom közlései közé, ha az több eredeti forrásból összecsengő, és kiállták az egymással való ütköztetés próbáját is. Ennek megfelelően a potenciálszámításokat általam nagyra becsült tudós személyiségek munkáiból ollóztam.

Miért érdemes a megújulókkal foglalkozni?

A továbbiakban erre a kérdésre keresem a választ. Vizsgálatához tekintsük az energia átalakításának általános folyamatát az *1. ábra* segítségével.



1. ábra: *Az energiaátalakítás folyamata*

Kirajzoltam az általános folyamatot, melynek során a szerves eredetű energiahordozókból, mint a fa, szén, olaj és gáz, de még a hasadó anyag is, villamos energia lesz. Mindőjükben közös, amit az ábra jól mutat, hogy a villamos energia kinyeréséhez többszöri energia átalakítás szükséges valamilyen hatásfok mellett. Ami egyedenként minden esetben jóval kisebb, mint 100%. Könnyen belátható, hogy a folyamat eredő hatásfoka általában meg sem közelítheti a 80%-ot. Mindannyian tudjuk, hogy pl. a termikus körfolyamatokkal megvalósított hő-mechanikai energia átalakítás miatt az eredmény csak sokkal rosszabb lehet (max. 50%), a veszteség pedig a környezet hőterhelését (hőszennyezését?) okozza.

A megújulók esetében a helyzet az, hogy többnyire egy lépcsőben lehet villamos energiává alakítanunk az energiahordozót. Ez esetben a hatásfok jóval nagyobb. Gondoljuk csak el, a szél, a víz pl. a villamos generátort közvetlenül meghajtja, a napelem közvetlenül egyenáramot ad stb. Inkább azt részletezem, ahol ez nincs így, mint a hulladékok esetében is. Itt azonban jelentős a kényszer arra, hogy megszabaduljunk tőle, tehát pl. közvetlen hőtermelésre elfogadható hatásfokkal felhasználható. Ide tartozik a szeméttelepeken, szennyvíztelepeken termelődő biogáz esete is. A keletkező inert gázok rontják ugyan az alkalmasságot és a hatásfokot is, azonban gázmotorban vagy tisztítás után közvetlen hőnyerésre ez is alkalmas. Nem utolsó sorban szintén újra termelődő hulladéktól szabadít meg bennünket. A hasznosságot tehát összességében érdemes szemlélni [9].

A biodízelről és a bioetanolról már jobban megoszlanak a vélemények, annyit azonban bízvást kimondhatunk, hogy segíthet hiányt pótolni addig, míg valami egyszerűbb módját ki nem találjuk a közlekedésnek.

Érdekes átfedés a biomassza gyűjtőfogalom. Hazánkban ugyanis főként a fát értik alatta a hivatalos szervek, ami szerves energiahordozó az ő összes „rossz" tulajdonságával együtt. A megújuló ez esetben csalóka meghatározás, ugyanis az erdő megújul néhány emberöltő alatt, de véleményünk szerint nem tekinthető korlátlanul megújulónak. Másrészt az ember természettel szembeni térnyerése is pusztítja az erdőterületet (lakóparkok, bio-üzemanyag alapanyag ültetvények, utak stb.). Azt is mérlegelni kellene pl., hogy az erdő akár időszakos hiánya a levegő széndioxid egyensúlyát menynyire bontja meg. Nem járul-e hozzá nem kívánt mértékben a sokat emlegetett üvegházhatáshoz?

A geotermia is érdekes kérdés. Nem bővelkedünk ugyanis nagy hőmérsékletű felszínközeli gőz előfordulásokban. Vannak viszont nem túl nagy mélységben fekvő forró kőzeteink és szépszámú, szintén a világátlagnál jóval kisebb mélységben lévő hévíz rezervoárjaink is. Ezek egy kis része alkalmas lehet közvetlen villamosenergiatermelésre mely témában a MOL és más cég is végez már kutatásokat is [2]. Kimondottan segítség e tárgyban a korábbi, ma már nem használt olajkutató fúrások egy része. Bár a forróvíz-, illetve a hőnyerés fúrási, kútkiképzési üzemeltetési követelményei az olaj-, illetve a gázkutakétól eltérőek.

A geotermia regionális jelentősége mellett a helyi energiagondokat is orvosolhatja a talajszondás hőszivattyús hőenergia-nyerés. Ezzel gazdaságosan megoldható kisebb-nagyobb közintézmények, ipari üzemek, irodaházak, bevásárló központok, társas- és magánházak fűtése és hűtése is. (Főként, ha új beruházásról van szó.) [4], [3]

Végül, de nem utolsó sorban néhány szó a vízi energiáról. Szokás mondani, hogy itt a Kárpát-medencében nincsenek nagy esésű, bővizű folyók. Ezt tényként el is fogadhatnánk, azonban a részletesebb vizsgálat kimutatja, hogy néhány meglévő és meg nem valósult országos jelentőségű vízi erőmű mellett, ha regionális, vagy helyi energiaellátásban gondolkodunk, bizony érdemes lehet folyóinkat is energiatermelésre fogni. Ugyancsak el nem hanyagolható eredmény az ilyen vízi műveknél, hogy kellően körültekintő tervezés és kivitelezés mellett nemcsak az árvízveszélyt csökkentik, de a mezőgazdasági területek vízellátását is szabályozhatóvá teszik.

A megújulók jelentős részének kellemes tulajdonsága, hogy alkalmazásuk nem jár széndioxid termeléssel. Ez alól a biomassza (a bio-üzemanyag is) kivétel. Megemlítjük, hogy az atomenergia szintén nem üvegház gáz kibocsátó, bár készletei végesek.

Hazai megújuló energiahordozó lehetőségeink

Természetes, hogy az egyes pontban felsorolt lehetőségek hazai meglétét nagyon sok tényező befolyásolja. Ezek a teljesség igénye nélkül: hazánk földrajzi elhelyezkedése, a geológiai-, klimatikus-, időjárási-, társadalmi, geopolitikai, technikai fejlettségi viszonyok stb.

Viszont, ami a természetben helyileg rendelkezésre áll, számos lehetőséget nyújt az energianyerésre. Így a fosszilis energiahordozókon kívül barátunk a napfény, a szél, a víz, a geotermia és nem utolsó sorban a biomassza is.

Hazánkban számottevő mennyiségben nyerhető energia:

- Biomasszából, ezen belül háztartási- és az ipari hulladék egy részéből, a fából, az energia-ültetvényekből, a mezőgazdasági növényi-, állati hulladékokból, a szennyvíziszapokból. A szemétlerakók gázképződéséből hő-, illetve villamos energia, más részéből, mint a speciális (pl. génkezelt) szemes termés ültetvényekből gépjármű hajtóanyag készíthető.
- Napenergia, mikor a napkollektorokkal melegített víz vagy más hő közvetítő közeg segítségével közvetlenül hőenergiát, használati melegvizet vagy gőzfejlesztés után ezzel meghajtott villamos generátorral váltóáramot, napelemekkel (fotoelektromos hatás) közvetlenül felhasználható egyenáramot vagy inverterrel átalakítva a villamos hálózatba adható frekvenciájú váltóáramot állíthatunk elő.
- Szélenergia, amikor a szél erejével forgatott szélkerékkel hajtott villamos generátoron termelt egyen- vagy váltakozó áramot közvetlenül felhasználjuk vagy megfelelő frekvencián a villamos hálózatba tápláljuk.
- Vízi energia, amikor a víz erejével (helyzeti és/vagy mozgási energiájával) közvetlenül munkagépeket hajtunk meg vagy villamos generátor segítségével egyenáramot vagy az ellátó hálózatba táplálható frekvenciájú váltakozó áramot állítunk elő.
- Geotermikus energia, mikor a Föld hőenergiáját közvetlenül fűtésre, illetve hűtésre vagy a földkéregből nyert forró vizet vagy gőzt, esetleg hőszállító segédközeget áramoltatva télen fűtésre, nyáron hűtésre vagy villamosenergia-termelő generátor meghajtására használjuk fel.

Az *1. táblázatban* egy országjelentésben közreadott adatsort láthatunk a megújulók hazai felhasználásáról.

1. táblázat: *Megújuló energiahordozóval megtermelt/megtermelhető hő- és villamos energia összesített hőértékben*

Megújuló energiafajta	PJ/év	
	2002	2010
Vízenergia	1,92	3
Szélenergia	0,01	1
Geotermia	3,6	8
Napkollektor	0,06	1,52
Fotovillamos	0,0006	0,06
Tűzifa	24	38
Egyéb szilárd hulladék	3	5
Biogáz	0,023	0,023
Települési szennyvíz gáz	0,12	0,3
Hőszivattyú	0,04	0,1
Egyéb növényi hulladék		
(tartalmazza az energiaerdőt)	3,87	12
Biohajtóanyag	0	A szabályozó rendszer
		változásától függően alakul
Szemétégetés	1,6	3
Összesen (kerekítve)	**38,2**	**72**

Forrás: Mo. környezetértékelése 2002 [7]

Lassan megközelítjük az eredeti kérdést, hogy a jövőben milyen súlyú „megújuló" lehetőségeink vannak energiaéhségünk csökkentésére?

Előre kell bocsátani, két dolgot. Az első, hogy az ún. megújuló energiák (illetve energiahordozók) mind-mind országhatárainkon belül, államunk tulajdonában állanak rendelkezésre. A másik, hogy ezek mellett számos más lehetőségünk is van energia nyerésére, beszerzésére. Lehetőségünk például az a szűkös, de korántsem kevés ásványkincs (szén, olaj, gáz, hasadó anyag), mely szintén határainkon belül van, aztán meg az import energiahordozó feldolgozása, no meg az energiaimport.

Rajtunk múlik, mit és hogyan teszünk. Egyetértve a tárgyban előttünk szólókkal, e fontos kérdésben mindannyiónknak nagy a felelőssége, hogy a lehetőségeket milyen formában és mértékben használjuk ki. Ezért hazánknak szüksége van egy naprakész stratégiára, de az is hasznos, ha ez regionális és helyi (kisközösségi) szinten is megvan. Olyan stratégia, mely jól szolgálja energia érdekeinket, helyén és értékén kezelve az összes fosszilis és megújuló energiahordozókat, energianyerési (beszerzési) lehetőségünket.

Hazánk megújuló energiapotenciája

A következőkben a tények tükrében összefoglalom a vonatkozó kutatások eredményét. Ha az *1. táblázat* adatait tekintjük, azt mondhatjuk, hogy a kérdés nem látszik nagy horderejűnek. Tudjuk ugyanis, hogy Magyarország összes energia fogyasztása évente kevéssel több mint 1 EJ/év, (exajoule/év), azaz kb. 1000 PJ/év (petajoule/év). Ehhez képest az a mennyiség, mely a 2002-ben közreadott *1. táblázatban* szerepel, valóban jelentéktelen: 0,382%. A 2010-re tervezett 72 PJ/év sem jelentős növekmény.

A lehetőségünk természetesen nem ennyi. A hazai megújuló energiapotenciál tárgyában illetékes körök között folyamatos viták zajlanak. A *2. táblázat* első oszlopában a Magyar Tudományos Akadémia hivatalos álláspontját idézem:

2. táblázat: *A hazai megújuló energiapotenciál és kihasználtsága*

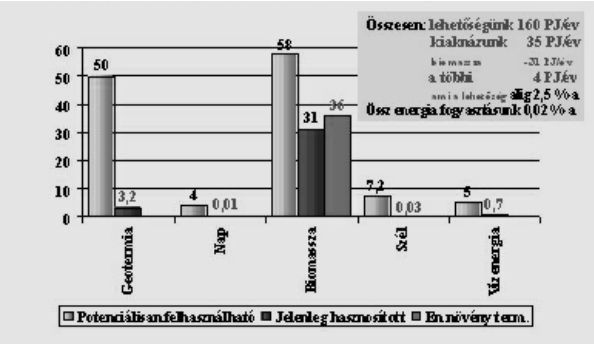
Energiafajta	Potenciál (MTA 2006) PJ/év [2]	Meglévő kapacitás PJ/év (KSH 2006)	Termelés (tény) (2006) PJ/év [7]
Víz	14,4	1,50	0,70
Geotermia	63,5	4,00	3,60
Nap	18,3	0,08	0,10
Biomassza	265,0	32,70	49,20
Szél	532,8	0,60	0,16
Összesen	**894**	**38,34**	**53,76**

Ha az összesen sort nézzük, az igen bíztató, ugyanis a 894 PJ/év potenciál éves fogyasztásunk majdcsak 90%-a. A címben szereplő kérdésre megfogalmazhatjuk a választ, miszerint igen jó megoldás lehet a megújulók alkalmazása.

Ha megnézzük a következő oszlopot, látjuk a meglévő kapacitást. Ez az érték jól egybevág az *1. táblázat* tervével. Ha az utolsó oszlopot is megszemléljük, láthatjuk azt, hogy mennyit termeltünk ezzel a kapacitással a megújuló energiából 2006-ban. Itt már van némi bizonytalanság az adatokban. Általánosságban elmondható, hogy a különböző megújulók üzemkészsége is különböző. Egyedül a földhő az, mely egész esztendőben évszaktól függetlenül változatlan intenzitással áll rendelkezésre. Gondoljuk csak arra, hogy a szél sem fúj örökké, meg a Nap sem süt, csupán kitüntetett napszakokban. A folyók vize is változó mennyiségű évszakonként. Egy, ami bizonyos, hogy a szemét és a hulladék közel azonos mennyiségben képződik egy évben. Bár részletekben menve itt is kimutatható némi szezonalitás. (Azt pedig, hogy a meglévő kapacitásokkal mennyit termelnek objektív és szubjektív tényezők szinte véletlenszerű kombinációjától függ, ami az energia előállító létesítmények szerkezetének nem kívánatos igénybevételét okozza.)

Az igazán szomorú megállapítást a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KVVM) tette, mint az a *2. ábrából* kiderül. Ugyanis azt mutatja be, hogy a biomassza nagy része az erőművekben elégetett külföldről és belföldről származó fa. (Ha belegondolunk, minden szenes erőművünk éget fát is, nem is kis mennyiségben.) Veszélyben az erdőink? Csupán ez lenne a lehetőségünk? És a rengeteg kommunális hulladék? Az igazi eredmény az lenne, ha arról tudnánk beszámolni, hogy a városokban és a feldolgozóiparban képződött égethető hulladék is villamos-, illetve hőenergiává alakul, biztosítva kényelmünket.

A *2. ábrából* is kitűnik, hogy megújulók terén sok még a tennivalónk. A pozitív pedig az, hogy ehhez a lehetőségünk is megvan. Hogy mennyire, az kiderül a *3. táblázatbó*l. Kikerestük ugyanis, hogy egy-egy tudományterület illusztris képviselői hogyan látják hazánk lehetőségeit az adott megújuló energiaforrás terén. Ezt foglaltuk ebbe a táblázatba.



2. ábra: *Megújuló energiaforrások Magyarországon (a KVVM szerint)*

Láthatjuk, hogy elszomorodásra nincs okunk, ugyanis a rendelkezésre álló elvi lehetőség energiafogyasztásunk többszöröse. Természetesen ezt az adatsort a megfelelő higgadtsággal kell kezelnünk. Ugyanis, mint azt már korábban írtam, a lehetőségben meghatározó a földrajz, a geológia, a terepviszonyok, a mikroklíma, az időjárás változásai, a geopolitikai helyzet, a beruházási és az ellátási lehetőségek, nem utolsóként említve a vásárlói igényeket.

3. táblázat: *Megújuló energiák elvi potenciálja Magyarországon*

Energiafajta	PJ/év
Víz	44
Geotermia	264
Nap	420
Biomassza	276
Szél	620
Összesen	**1624**

Persze a lehetőség igénybevétele a helyszínen körültekintő tervezést és kivitelezést kíván. Ezután jól kihasználható a megújulók eddig még nem emlegetett előnye a fosszilis energiahordozókkal szemben. Az, hogy a rájuk alapozott létesítmények élettartama jóval hosszabb és az üzemeltetési költségek (az egyszerűbb szerkezet miatt is) jelentősen kisebbek, fosszilis társaikénál.

Legközelebbi és középtávú lehetőségeinket vizsgálva azonban nem kell attól tartanunk, hogy nyugdíjazni kellene a föld mélyének kincseit. Hazánk fosszilis energiahordozó vagyona jelentős [6], [10], melyet modern (környezetkímélő) technológiákkal célszerű felhasználni még akkor is, ha meglévő erőműparkunkat ennek érdekében felújítani, fejleszteni, kiegészíteni szükséges.

Azt, hogy melyik módszer alkalmazását érdemes hosszú távon megcéloznunk, nem könnyű eldönteni. Azonban létbiztonságunk megköveteli e döntés meghozatalát és folyamatos korrekcióját.

IRODALOM

[1] *Dr. Bobok Elemér – Dr. Tóth Anikó:* Megújuló Energiák (Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2005)

[2] *Mádlné Szőnyi Judit:* A Geotermikus Energia (Grafon Kiadó, Nagykovácsi, 2006)

[3] *Michael Parfit – Sarah Leen:* Szabadon! (National Geografic Magyarország, 2005/8. 26-49)

[4] *Kruppa Márton:* Földhő (National Geografic Magyarország 2005/8 50-53)

[5] *Dr. Füst Antal – Dr. Hargitai Róbert:* Az energiabázis változása és a szén jövője (BKL Bányászat 2007/2. 6-12)

[6] *Dr. Kovács Ferenc:* Energiaigények, az energiahordozók várható arányai a XXI. században (BKL Bányászat 2007/2 13-21)

[7] www.kvvm.hu

[8] *Dr. Egely György:* Borotvaélen (Egely Kutató-Fejlesztő Kft. Budapest, 2002)

[9] *Rakonczai János:* Globális környezeti problémák (Lazi Könyvkiadó, Szeged, 2004)

[10] *Dr. Bocsi Ottó – Livo László:* Egy lehetőség Salgótarján és környéke energia gondjainak orvoslására

Tagtársunk Livo László 1977-ben szerzett oklevelet az NME Bányamérnöki Karán. Tanszéki mérnök, majd az MTA kutatómérnöke. A Nógrádi Szénbányák megszűnésekor annak technikai főmérnöke. 1990 óta mérnökirodát vezet.