

- *Miért, mit csináltál ötvenhatban?*
- Megválasztottak a KFKI forradalmi bizottsága elnökének.
- *Mondanál erről kicsit többet?*
- Október 23-a után a KFKI-ban is nagy volt az izgalom, óriási gyűlést szerveztek, amelyen a kutatók és a dolgozók megválasztották a forradalmi bizottságot és annak elnökét. Demokratikus szavazással óriási többséggel engem választottak elnöknek. A padból, ahol ültem, mindössze két mondatot szóltam az emberekhez, közöltem velük, mikor és hol vehetik át a fizetésüket. Ennyi volt a programbeszédem. Az elnökség nagyon józanul és higgadtan vezette a gyűlést. Emlékszem, valaki felszólalt és nagyon csúnyán kirohant a párttagok ellen. Ne elvtársazzunk itt... meg hasonlót kiabált. Többen helyeseltek, kezdett agresszívvá válni a hangulat. Erre felállt egy vékony, sovány kutató és ezeket mondta: „Ha a kolléga nem ismerne, bemutatkozom, én vagyok a KFKI párttitkára. Tudom, most a dolgok megváltoztak. A kommunista párt egy kis párt lesz. Az a véleményem, ennek hasznát látjuk, mert akik eddig karrierizmusból léptek be, azok most kiszóródnak. Kisebb, de tiszta párt lesz a kommunistáké.” Az emberek hangulata egycsapásra megváltozott, lehiggadtak, az indulatuk elszállt.
- *A kritikus helyzetek, ha másra nem, arra jók, hogy megismerjük embertársaink valódi énjét.*
- Ez igaz. Amikor a gyűlésnek vége lett, egymás között megállapítottuk, az összejövetelem ez a felszólalás volt a legbátrabb és a legerkölcösebb. Szegény fiú, nemsokára, viszonylag fiatalon meghalt.
- *Graff György volt, rögzítsük nevét.*
- Ezt meg honnan tudod?
- *Professzor úr, én készültem!*
- Jó, jó, de ennyire?
- *Igazán nem szándékom a sebek fölszaggatása, de mikor elvállaltad a forradalmi bizottság elnöki*

*tisztségét, nem érezted, itt most repedés keletkezett a politikától való tartózkodásod páncélján?*

– De igen, igazad van. Úgy éreztem, mindezt a KFKI-ért teszem. Azért az intézetért, ami szívszerelmem volt, aminek fölépítésében erőm megfeszítésével részt vettem, ahol több épületsarok, berendezés kedves gyermekemként köszönt vissza. Hittem abban, hogy tekintélyemmel, tudásommal képes leszek megvédeni az Intézetet, az értékeket mindenféle kilengéssel szemben. Jánossyval is beszélünk erről, biztosítottam, abban a pillanatban, amint itt rend lesz, az én szerepem megszűnik, és újból övé a kormánybot. A KFKI-ban nem is történt a kritikus napokban rendbontás, később a sorok rendeződtek és visszaállt a régi munkarend.

Egy idő múlva azonban a KFKI pártvezetése megkért, jöjjenek és beszéljünk a történelekről. Hosszú vita után a párttitkár ezt mondta: – Lehet, hogy a professzor úr sok jót csinált, lehet, hogy csak jót csinált, de a reakciók zászrajára mégiscsak a Simonyi név volt ráírva. Most pedig a dolgozók azt mondhatják, igen, a kisembereket kirúgjuk, az igazgatóhelyetteshez bezzeg nem merünk nyúlani. Kifejtette álláspontjukat: Ők arra kérnek, mondják le igazgatóhelyettesi tisztségemről, maradjak osztályvezető. Mondtam, én ennek semmi értelmét nem látom, majd befejeztük a véleménycserét.

Azután megindult a harc. Rá kellett jönnöm, ilyen körülmények között képtelen vagyok dolgozni, vezetni. Addig azt hittem, itt iskolát teremthetek. Sok nagy fizikus körül nem alakult ki iskola. Volt bennem egy határozott érzés: ha mindenki mindent megad, szerényebb kvalitásaimmal is, szorgalommal, munkabírással, emberismeretemmel teremthetek ilyet. Rájöttem, a körülmények ezt nem teszik lehetővé, el kell mennem. Így, bár hivatalosan soha nem kértem rá, lemondtam, munkatársaimnak írtam egy búcsúlevelet, és 1957. december 31-én végleg becsuktam magam mögött az ajtót a KFKI-ban.

## VÉLEMÉNYEK

# ENERGIA, CIVILIZÁCIÓ, KULTÚRA, TÚLÉLÉS – II.

Szergényi István

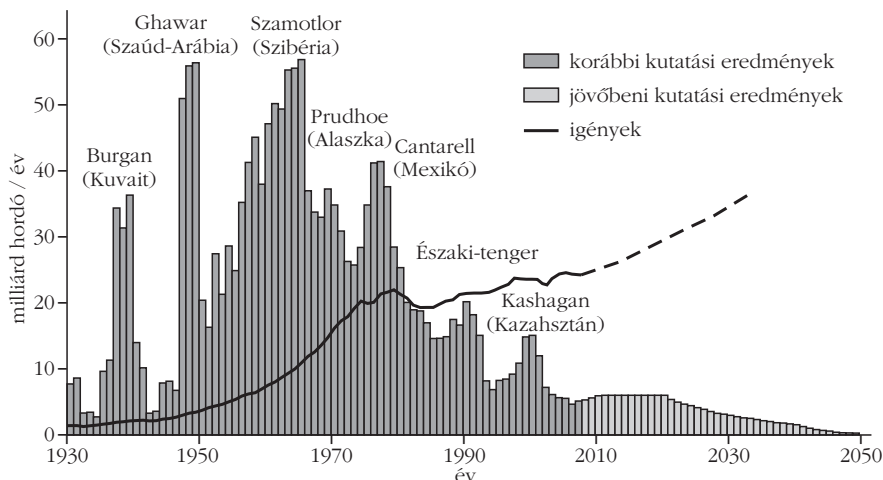
az ENSZ EGB Energia Bizottságának volt elnöke

## Az energiáról gondolkodók jövőképei

A globálisan jelentkező energetikai problémák várható következményeit lényegében két alapvetően eltérő

– pesszimista és optimista – szemléletben tárgyalják, a laikus média pedig ugyancsak e két megközelítés szerint ismerteti azokat. Vélelmezhető, hogy az egymástól eltérő véleményeket az egyes szereplők szak-

A *Fizikai Szemle* szerkesztőbizottsága az 1972-ben meghirdetett VÉLEMÉNYEK sorozatát az olvasók kérésére tovább folytatja ez évben is. A szerkesztőbizottság állásfoglalása alapján „a *Fizikai Szemle* feladatául vállalja el, hogy teret nyit a fizikai kutatásra és fizika oktatására vonatkozó véleményeknek, ha azok értékes gondolatokat tartalmaznak és építő szándékúak, függetlenül attól, hogy egyeznek-e a lap szerkesztőinek nézetével, vagy sem”. Ennek szellemében várjuk továbbra is olvasóink, várjuk a magyar fizikusok leveleit.



1. ábra. A kőolajlelőhelyek felfedezése és az olajfelhasználás. A legjelentősebb vagyonok közül először találták meg a kuvaiti Burgan-mezőt, majd a szaúd-arábiai Ghawart. Ez utóbbi önmagában a világtermelés körülbelül 6%-át adja, az összesen több tízezer mezőből. Ha túljut a termelési csúcson, többek szerint az a világtermelés tetőzését is fogja jelenteni. <http://peakoildebunked.blogspot.com/2005/09/119-will-world-peak-when-ghawar-peaks.html>; <http://www.hubbertpeak.com/SA> (forrás: <http://www.planetforlife.com/oilcrisis/oilstuation.html>).

mai meggyőződése mellett a személyes alkatuktól függően szintén befolyásolt világlátásuk is alakítja. Fő vonalaikban mégis célszerű tudni róluk.

A pesszimisták arra figyelmeztetnek, hogy a fosszilis energiák kimerülése a Föld lakosainak nagy tömegeire nézve akár végzetes hatást is gyakorolhat. Fred Hoyle szerint: amint elfogynak a fosszilis energiahordozók, nem leszünk képesek megtartani technológiai civilizációnkat, „csak egy dobásunk van”. Richard C. Duncan<sup>1</sup> [1] „Olduvai elmélete” alapján az energiatermelés már 2025 tájára bekövetkező csökkenése a népesség fogyását is maga után vonja majd. James Lovelock<sup>2</sup> véleménye az, hogy a Föld „beépített” korrekciós lehetőségeit túlhaladtuk, a bolygó pedig „meghibásodott üzemmódba” került. Többek szerint: amint az erőforrás-kínálat csökken, a gazdaság zsugorodni fog, a közegészségügy – mint a legdrágább és legkifinomultabb ágazat – szétesik, ezt követik majd a zavargások, a járványok és az éhínségek. D. Meadows [2] azt állítja, hogy az életminőség elképzelhetetlen mértékben romlik majd. El kell búcsúznunk az olcsó energiától, a búza ára is oly mértékben nő majd, hogy a szegény országok nem tudják megfizetni.<sup>3</sup> Dmitrij Orlov [3] a várható összeomlást öt lépcsőben jósolja bekövetkezni, amely a pénzügyi válsággal kezdődik, azt a kereskedelmi, a politikai és szociális válság követi, és a kulturális válsággal teljesedik be.

<sup>1</sup> Richard C. Duncan, a San Diego-i Egyetem professzora.

<sup>2</sup> Lovelock felkérést kapott a NASA-tól a marsi élet lehetőségének kutatására. Ekkor fejlesztette ki Gaia-elméletét, amely szerint a Föld egy élő organizmus.

<sup>3</sup> Arra a kérdésre, hogy milyennek látja Magyarországot esélyeit a sötét jövőképekben, a *Föld Napja* alkalmából 2005-ben Magyarországon járt D. Meadows a következő választ adta: „aránylag jónak. Egy ilyen kicsi és homogén társadalomban könnyebb változásokat elérni a fenntartható fejlődés megvalósítására. Jó az ország mezőgazdasági potenciálja, és a viszonylagos gazdasági elmaradottság előnyt jelent a máshol már bekövetkezett fejlődési zsákutcák kikerülésében.”

Az optimisták kevesebben vannak: Peter Atkins oxfordi egyetemi tanár szerint a természettudomány még sohasem találta szembe magát olyan akadállyal, amit ne tudott volna leküzdeni, és ezt alkalmas időben meg is fogja tenni. Robin M. Mills geológus-közgazdász is hasonló véleményen van, szerinte az olajhiány – ha lesz is – nem fogja az ipari civilizáció végét jelenteni. Az olaj kiváltásának lehetőségében hisz Oláh György Nobel-díjas is [4]. Ennek egyik járható útját a metanol-gazdaság széleskörű elterjesztésében látja.<sup>4</sup>

De nemcsak az energia konkrét kérdéseit lehet optimistán vagy pesszimistán megítélni, hanem az egész emberi társadalom jövőjét is. A szolidaritás globális

forradalmára lenne szükség ahhoz, hogy a jelenlegi társadalmak rövid távú céljairól át lehessen térni azokra a globális – többek között energetikai – távlati célok követésére, amelyeket egy kölcsönösen függő világ megkövetel. Paul D. Raskin a Tellus Institute<sup>5</sup> megalapításával pedig elindította a „The Great Transition Initiative” (GTI) tevékenységét. Lester R. Brown<sup>6</sup> a *B-4.0 Terü* [5] című művében keresi a kiutat abból a zsákutcából, amelybe a világ belesodródott. Ezáltal szándékozik munkáját világméretű hálózattá szélesíteni, fókuszálva a környezeti politikára, az energiarendszerekre, az ivóvíz-ellátásra, valamint a klímaváltozás problémájára, és igyekszik szembeszállni a jövőre vonatkozó pesszimizmussal.

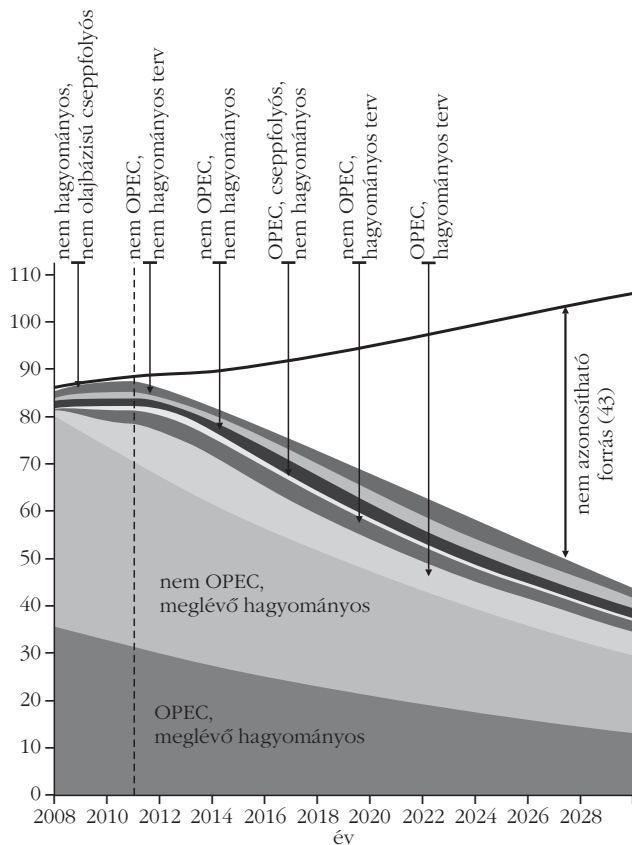
## Energiatermelési kilátások

A világ jelenlegi 12 milliárd tonna olaj-egyenértékű összes energiafelhasználásának négyötöde fosszilis energia, az ahhoz tartozó infrastrukturális kiépítettséggel. Közülük a kőolajat jogosan nevezik a társadalmak vérellátásának. Nemcsak a nyugati civilizáció, hanem a legtöbb fejlődő ország is egyre nagyobb függőségbe kerül az importtól. Márpedig a világ hagyományos olajtermelése – az olajvagyonok megtalálásának csúcását évtizedek óta elhagyva (1. ábra) – a tetőzés környezetében van, hiszen az 2005

<sup>4</sup> A metanol ipari előállításának elterjedése hozzájárulhat az energiaproblémák megoldásához. Üzemanyagcellákban hidrogén helyett szén-dioxidból előállított metilalkoholt használva a fő termékei az elektromos áram, a hő, a víz és a szén-dioxid. Ha ez utóbbit sikerül visszacirkulálni, a metanol reverzibilis energiahordozóként szerepelhet.

<sup>5</sup> A Tellus Intézet missziója: előmozdítani a fejlődést, és fenntartani a világ civilizációját.

<sup>6</sup> Lester R. Brown a Worldwatch Institute és az Earth Policy Institute alapítója.



2. ábra. A világ cseppfolyós üzemanyagforrásai a következő két évtizedben. A hagyományosan termelő, ma is működő mezőkből a 2030-ra prognosztizált kőolajigény csupán fele részben lesz kielégíthető. (Lényeges többletermelésre elsősorban csak a közel-keleti és a Kaszpi-tengert körülvevő országoknak van esélye). Ezért nő a jelentősége a nem hagyományos olajoknak és a megújuló energiaforrásoknak, bár ezek bevonása az igények kielégítésébe nem több a becsült cseppfolyós szénhidrogén igények 10–20%-ánál (forrás: EIA.AEO2009).

óta gyakorlatilag nem nő,<sup>7</sup> holott az emberiség a jövőben is egyre többet igényel(ne) belőle. Egyesek szerint a termelés a tetőzést elérve egy darabig azonos, vagy hullámzó szinten (platón) marad, mások szerint viszont szinte szinte azonnal évi 2–6%-os visszaesés következik. Az igények és a termelés közötti különbséget megújuló bázisú üzemanyagokból, illetve nem hagyományos olajokból kell(ene) kielégíteni (az így kiegészült forrásokat nevezik „liquid fuel”-nek<sup>8</sup>). De ezek a lehetőségek nem látszanak megnyugtatóknak, hiszen a különbség túlnyomó részének rendelkezésre állása egyelőre „nem azonosítható forrás” (2. ábra). Ebben szerepet játszik az, hogy előállításuknál figyelembe kell venni az úgynevezett „energetikai megtérülést” (EROEI),<sup>9</sup> vagyis azt az arányt, amelyik az egységnyi befektetett energiával kinyerhető mennyiséget fejezi ki. Ez határozza meg termelésük értelmét, tehát nem csak annak „drágasá-

<sup>7</sup> Az ASPO-USA szerint a világtermelés 98%-át adó 42 (12 OPEC és 30 nem-OPEC) legnagyobb olajtermelő országból 30 már elérte a termelés tetőzését, vagy túl is jutott a termelési csúcson.

<sup>8</sup> Közéjük sorolandók a bio-üzemanyagok és a cseppfolyós hidrogén.

<sup>9</sup> EROEI: Energy Return on Energy Invested

gáról” vagy környezeti hatásáról van szó. Ezért félrevezető az EROEI ismerete nélkül kijelenteni a nem hagyományos szénhidrogének mennyiségének „hatalmas” voltát (Sia Conseil) [6]. A hagyományos olajok árproblémáját befolyásolja, hogy a kínálat zömét adó fejlődő országok nagyrészt szénhidrogén-exportjuk bevételeiből élnek, és vagyonuk csökkenése következtében – kivitelek mennyiségi mérséklődése esetén – jövedelmeiket csak árak emelésével tudják megőrizni. A vevőknek arra kell felkészülniük, hogy az eladók előbb-utóbb „el fognak menni” az árakban addig a határig, ameddig a vásárlók képesek lesznek fizetni. Ezt egyedül a kereslet csökkenése ellensúlyozhatja (recesszió a vásárlói oldalon, olcsóbb alternatív energia stb.).

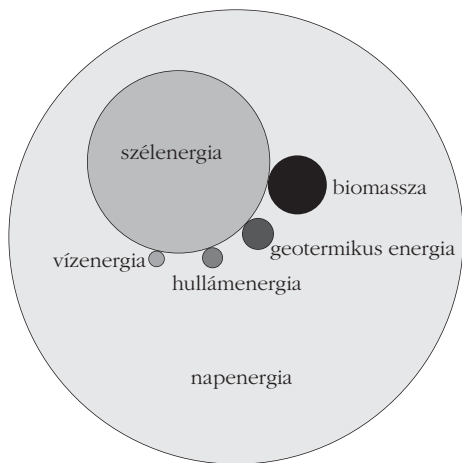
A probléma a földgáznál néhány évtizeddel később (a szénnél pedig a még távolabbi jövőben) fog jelentkezni.

Az elektromos energiát évtizedek óta méltán hívhatjuk a társadalmak idegrendszerének. Amennyiben megoldódik a villamos meghajtású gépkocsik gyártása,<sup>10</sup> tömegtermelésének valamelyik változata jelentős mértékben helyettesítheti az olajat. A váltás más területeken is bekövetkezhet (ez alól a legnagyobb kivétel – mint százezernyi szerkezeti anyag, műanyag, gyógyszer és növényvédőszer alig nélkülözhető alapanyaga<sup>11</sup> – a petrokémiai nyersanyagként történő felhasználás). Így távlatilag a nem-fosszilis energiára alapozott villamosenergia-termelés lehet a civilizáció megmentője, de ennek feltétele a villamos energia növekvő mennyiségű rendelkezésre állása. A világon felhasznált évi körülbelül 20 ezermilliárd kWh villamos energia kétharmadát jelenleg fosszilis energia bázisán termelik. A jövőbeni lehetőségek a „tisza technológiákat” alkalmazó szén-, valamint a megújuló bázisú erőművekben, továbbá az uránvagyon végessége miatt a fissziós atomerőművek új generációiban, később (csak remélhetően) a fúziós erőművekben történő előállításban rejlenek. Mindez folyamatos kutatásokat igényel. Az atomerőműveknél azért hangsúlyozzuk az új generációjuk létesítésének szükségességét, mert a kinyerhető ismert uránvagyon (a *World Nuclear Association* szerint 5,4 millió tonna<sup>12</sup>) meghatározó a nukleáris fejlesztésben [7]. Mivel az atomerőművek üzemeltetése már most évi 68 ezer tonna uránt igényel, lényegesen jobb uránhasznosítású atomerőművek generációinak tömeges termelésbe állítására van/lenne szükség.

<sup>10</sup> Amennyiben például villamos meghajtásúra sikerülne terelni a teljes közúti közlekedést, e célból körülbelül 1500 darab többlet 1000 MW-os villamoserőműre lenne szükség. Ez több mint háromszorosa a jelenleg üzemelő atomreaktorok számának. Nem felelkezhetünk meg arról sem, hogy a világ körülbelül egy milliárdos gépkocsiallómanya évente mintegy 50 millióval nő.

<sup>11</sup> Természetesen később számításba jöhet a jelenlegi petrokémiai bázisú vegyipari termékek előállítása szén vagy mezőgazdasági hulladék bázison is. Az így előálló termékpaletta azonban nem biztos, hogy majd le tudja fedni a minőségi igényeket.

<sup>12</sup> Az uránvagyon több mint 60%-a négy országban (Ausztrália, Kazahsztán, Kanada és Oroszország) van.

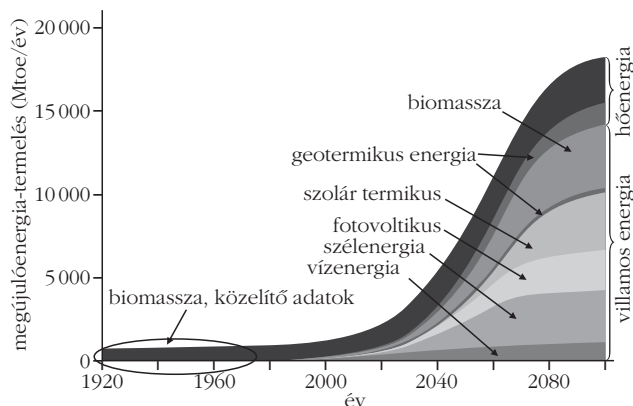


3. ábra. A megújuló energiák potenciális aránya (forrás: WBGU).

## A megújuló energiákról

Mai megítélés szerint a megújuló energiáknak egyre nagyobb szerepet kell kapniuk. Az egymáshoz viszonyított (potenciális) arányokat a 3. ábra szemlélteti. Lester R. Brown szerint nemzedékünk kihívása: egy olyan új gazdaság felépítése, amelyet nagymértékben megújuló energiaforrások működtetnek, amely magasan diverzifikált szállítási rendszerrel rendelkezik, és amelyik mindent újra hasznosít és újra felhasznál. Ennek az átalakulásnak eddig soha nem látott sebességgel kell megtörténnie.<sup>13</sup>

Ha sikerül energetikai forradalmat végrehajtani, a megújuló energiaforrások termelése a század közepére – az L-B Systemtechnik szerint – megközelítheti a jelenlegi teljes energiafelhasználást (4. ábra). Ennek akár nagyobb része is megjelenhet villamos energiában, amelynek előállításában a szél-, a biomassza és a napenergia lehet a domináns. Ez utóbbi szerepe főként arra alapozható, hogy az intenzív kutatásoknak köszönhetően rohamosan nő a fotovillamos átalakítás határfoka.<sup>14</sup> Mindazonáltal igazi áttörésére csak hosszú távon – várhatóan a század második felében – lehet számítani. Ez, mint egy távoli vízió, húzóereje lehet az egyébként több irányban folytatandó kutatómunkának. A rapszodikus rendelkezésre álló szél- és napenergia hatékony hasznosítása érdekében meg kellene oldani a magas hőmérsékletű szupravezetést és a villamos energia tárolását is. Ennek a kutatásfejlesztési feladatai még előttünk állnak. A megújuló energiaforrások szempontjából a biomasszát úgy célszerű figyelembe venni, hogy előállítása ne a gabonatermelés rovására történjék, mert a gabona is egyre



4. ábra. A megújuló energiák felhasználásának prognosztizált felfutása (forrás: L-B Systemtechnik).

inkább stratégiai termék lesz. (Magyarország számára ez kitörési lehetőség!) A geotermikus energiának világszerte eltérőek a lehetőségei. Hazánk e szempontból viszonylag kedvező helyzetben van.<sup>15</sup> Az energia-váltás előmozdítását – a kutatások mellett – a nagy múltú gépgyártási hagyományaink felelevenítésével is támogatni kell!

A helyzet reális megítélésénél figyelembe kell venni, hogy mind a már alkalmazott, mind a jövőbeni energiafajták szolgálatba állításának milyen a vagyoni megalapozottsága (amire példát az előbbiekből az uránról láttunk). A figyelmet arra is ki kell terjeszteni, hogy van-e elegendő (ritka)fém, illetve katalizátor (például platina) alapanyag stb., valamint arra is, hogy melyek az egyes energiatermelési módzatok környezeti következményei. E mellett nem utolsó szempont az sem, hogy mekkora a különböző energiafajtákhoz tartozó EROEI. Meg kell említeni továbbá, hogy fontos az időtényező szerepe. A tapasztalatok alapján a jövőre nézve is az állapítható meg, hogy a megújuló és a nem hagyományos energiáknál a technológiák tökéletesedése következtében várhatóan javul, a hagyományos energiafajtáknál viszont a készletek egyre nehezebb hozzáférhetősége miatt minden bizonnyal romlik az EROEI.<sup>16</sup>

Fel kell hívni továbbá a figyelmet arra is, hogy a nagyobb bőségben, illetve kevesebb szennyezést okozó energiafeleségekre történő átállás tempóját – akár a megújuló energiaforrásokra, akár az atomerőművek újabb generációira gondolunk – a szóban forgó mennyiségek, az infrastruktúra-váltás inerciája, valamint az határozza meg, hogy az egyes új energiafajtának is megvannak a sajátos vagyoni, kitermelési, és az említettek értelmében kutatásokhoz kötött technológiai feltételei. Azt is hozzá kell tenni, hogy a várható energia-váltás az energetikán kívüli (gépipar, vegyipar stb.) területeken szintén számottevő kutatómunkát feltételez. Ennek megfelelően az átállás csak fokozatos lehet.

<sup>13</sup> L. Brown négy fontos célkitűzést határoz meg: az éghajlat stabilizálását, a népességszám stabilizálását, a szegénység megszüntetését és a Föld ökológiai rendszereinek helyreállítását. Ez a szerző szerint feltétlenül kiegészítendő a jövő energiaellátásának a megalapozásával.

<sup>14</sup> Nicola Armaroli és Vincenzo Balzani 2006-ban leírt feltételezése szerint napenergiával – 10%-os konverziós határfokot feltételezve – a Föld termőterületének 0,16%-án meg lehetne termelni a világon jelenlegi villamosenergia-szükségletét.

<sup>15</sup> Kurunczi Mibály szerint Magyarországon a nagy és a sekély mélységű termálpotenciál együttesen 100–110 PJ/év.

<sup>16</sup> Ezzel kapcsolatban tudni való, hogy a ma elterjedt technológiák mellett a hidrogén előállításához több energiára van szükség, mint amennyi belőle visszanyerhető.

A civilizáció jövőjét a következő néhány évtized technológiai eredményei fogják megalapozni. Ezeket az évtizedeket azonban át kell vészelni!

## A tudomány és a kutatás jelentősége

A természeti kincsek fogyatkozása és a környezet érzékelhető romlása miatt az emberiség legfőbb és végső tartaléka az e fenyegetéseket egyedül kivédeni képes(?) tudás, azaz egy más minőségű energia: a szellemi (ami természetesen metafora, és közvetlenül nem mérhető kJ-ban). Az embernek a természetben kezdettől fogva rejlő lehetőségeket a tapasztalat és a kutatómunka által van esélye felismerni, kibontakoztatni, a technológiával pedig saját szolgálatába állítani. Ily módon kell előkészíteni és végrehajtani egy soron következő nagy energiaváltást is. Az említett nagy számú kihívás oldaláról érkező impulzusok igazán pozitív hajtóerőként a jövőről gondolkodók számára azonban csak akkor tudnának produktívan hatni, ha azokat integráltan sikerül átlátniuk. A változások tempója gyorsul, így az idő fokozottan sürgeti a közöttük levő sokrétű és egyre átláthatatlanabb kapcsolat minden eddiginél alaposabb elemzését. *Mielőtt a specializáció, az egyes területeken felhalmozódó ismeretmeg és az emberi elme korlátai, valamint sok egyéb miatt végleg kiesik a kezünkől a természeti folyamatok uralásának gyepője, szükség van/lenne valamiképpen használhatóvá, kezelhetővé szintetizálni ezt az óriási arzenált, segítségével keresendő a maitól bizonyára lényegesen eltérő jövőbe vezető országút.* A világháló óriási lehetőséget, sőt segítséget nyújt az emberiségnek a problémák megoldásában, de az emberi elmében rejlő asszociációs készséget és intuíciót nem képes helyettesíteni.

Szellemi energiáink tehát – amint erre általánosságban korábban is utaltunk – hozzájárulhatnak hazánk és az egész világ energetikai fejlődéséhez. Gondoljunk csak a magyar iskolarendszerekből kikerültek közül akár a külföldre szakadt *Teller Ede*, *Wigner Jenő*, *Neumann János* és sok más kiválóság eredményeire, akár az itthon maradottakéra! Vissza kell térni sikeres oktatási hagyományainkhoz!

## A paradigmaváltás szükségszerűsége

„Nincsenek örök barátaink és örök ellenségeink, csak örök érdekeink vannak, és az a kötelességünk, hogy ezeket az érdekeket kövessük.” (*Lord Palmerton*<sup>17</sup>)

Adott korban valamely társadalmi szinten elfogadottá vált tudományos felfogást – de általános szemléletmódot, követett életvitelt is – *paradigmának* nevezhetünk. Az utóbbi évtizedekben a fejlett országok körében eluralkodott a „piac mindent megold” paradigmája. Amennyiben azonban különböző okok miatt

<sup>17</sup> Viscount Palmerston (1784–1865) két ízben volt Nagy Britanniá miniszterelnöke.

túl sok, e paradigma által kezelhetetlen anomália halmozódik fel – és a globális kihívások sokasága most erre utal –, forradalmi változásra van szükség. Az ennek eredményeként létrejövő új paradigma radikálisan eltér az előzőtől. Véleményem szerint – még ha csak az energetikát tekintjük is – hármas paradigma-váltásra van szükség: a közgondolkodásban, a közgazdasági elméletben és gyakorlatban, valamint az energiapolitikákban [8].

Nyilvánvaló, hogy a *közgondolkodásban* meg kell változtatni a nyugati világ túlzottan fogyasztásorientált tudatát, ami az etikai érzés/értékek újraesztésével, mozgósításával kezdhető el. Ez minden bizonnyal az egyik, talán a legnagyobb feladat lesz. Ennek érdekében szükséges, hogy az állam segítse elő az emberi tőke gyarapítását az oktatási rendszer fejlesztésével. A felnövő nemzedékeket kellő tudással kell felvértezni a változó energetikai körülményekhez való alkalmazkodáshoz, a „jövősokk” átélése nélkül. Az IMD svájci gazdaságkutató 58 országot áttekintő vizsgálata alapján Magyarországon 2001 és 2010 között az oktatási rendszer színvonala példátlan módon a tizedikről a negyvennyolcadik helyre, a természettudományi tárgyak oktatása a második helyről a negyvenkettedik helyre, a jól felkészült mérnökök rendelkezésre állása pedig az ötödik helyről szintén a negyvenkettedik helyre zuhant vissza. Ezt a tragikus folyamatot vissza kell fordítani! A jövő legnagyobb tartaléka a tanuló ifjúság. Az oktatott anyag szempontjából fontos lenne – új vonásként – a meglévő ismereteket szintetizálni is, hogy annak alapján rendelkezésre álljon majd fakultatív tananyag az annak elsajátítására fogékony diákok számára. Ez azért volna jelentős, mert az *összetetté vált problémák megválaszolásához transzdiszciplináris erőfeszítésekre van/lesz szükség, és arra is, hogy mielőbb legyenek olyanok is, akik azokat gyakorolják.*<sup>18</sup> Ezt a gondolatot inspirálja az energetika is, tekintve, hogy az mindennel összefügg. A felnőtt társadalmat pedig tájékoztatni kell – a médiát is bevonva – a világ energiahelyzetéről, valamint arról, hogy az egyes ember mit tehet az energiaellátottság fenntarthatósága érdekében.

*Közgazdasági* vonalon új – a neoliberalizmust meghaladó – elméletet és gyakorlatot kell kidolgozni és megvalósítani a gazdaság sikeres működtetéséhez. *Véleményem szerint az energiaellátás mindenre kiterjedő következményei különösképpen sürgetik az áttérést a pénz vezérelte gazdaságról a természethez igazodó fejlesztésekre.* A megoldás keresésekor a természeti rendszereket (erőforrásvagyon, környezet) mielőbb elébe kell helyeznünk a pénzügyi szempontoknak! A szállítás drágulása felértékeli a helyi termelés (a lokális gazdaság) szerepét, különösen az energiaigényes mezőgazdaságban, ezáltal a hazai termőföldét és a élelmiszer-termelését, valamint a vízvagyó-

<sup>18</sup> A szerző másfél évtizede kezdeményezte *Pungor Ernő* akadémikus, a Magyar Mérnökök és Építészek Világszövetsége akkori elnökének támogatásával a Szövetség keretében e célból egy munka kidolgozását, az elgondolás azonban akkor nem valósult meg. A problémák egyre összetettebb volta miatt ma fokozottan aktuális lenne.



nét is, de lehetőség szerint minden egyéb területen is. A vidékfejlesztéssel összhangban a gazdasági prioritások közé célszerű sorolni a helyi élelemtermelést, ez utóbbinak elsőbbséget adva még a mezőgazdasági ipari célú hasznosításával (üzemanyaggyártás) szemben is. Szükség esetén az sem kizárt, hogy felmerül majd bizonyos emberi tevékenységek lassításának, korlátozásának kényszere is.

Fokozott súlyt kell helyezni a külpolitikára itt Európában, sőt Magyarországon is! Ezért választottam e pont mottójául Lord Palmertson bon mot-ját.<sup>19</sup> A külpolitika energetikai fontosságára a közelmúltból is lehetne példákat sorolni. Ezúttal mégis egy régebbit említünk: az Egyesült Államok elnöke 1944 elején a külügyminisztériumát(!) bízta meg az olajkérdés – szakértői véleményekre alapozott – tanulmányozásával. Az így szerzett információkkal felvértezett Roosevelt elnök a II. világháború vége felé a Jaltai Konferenciánál hazatérőben (1945. február) a Szezei-csatornánál leghorgonyzott Quincy cirkálón találkozott *Ibn Szaúd* királlyal, és biztosította Szaúd-Arábiát<sup>20</sup> az Egyesült Államok barátságáról és támogatásáról az azóta is tartó olajszállítások fejében<sup>21</sup> (5. ábra).

## Összegzés

E rövid cikkben csak vázlatos eszmefuttatásra volt lehetőség. Záró gondolatunk is csak néhány mondatnyi terjedelmű. A legfontosabb látni, hogy mint a történelemben megannyiszor, most is az emberi tudáson és etikai érzéken van a sor. A kormányzatoknak a nemzetközi kapcsolatok építése mellett az (etikai) nevelést, az energiatudatosságra irányuló oktatást, a tudományt, a természettudományos kutatást, valamint a technológia-fejlesztést fokozottan támogatnia kell!

<sup>19</sup> *The Washington Times* (<http://www.washingtontimes.com/news/2010/feb/23/energy-geopolitics-deserves-center-stage>) hangsúlyozza, hogy „jelenleg a nyugati politikusok – szemben az orosz, a kínai és az iráni politikusokkal – nem fordítanak kellő figyelmet az energetikát érintő eurázsiai folyamatokra”. (Az 1993-ban elfogadott magyar energiapolitika még így fogalmazott: „számolni kell – európai összefogás keretében – a világ második legnagyobb földgázforrásával rendelkező iráni lelőhelyek elérésével”. Politikai okokból ezek az elképzelések lekerültek a napirendről, Kína viszont évről-évre egyre nagyobb figyelmet fordít Oroszországra és az Iránt is magába foglaló Kaszpi-térség energiaforrásaira. Lehet, hogy ez utóbbiakról Európa lemarad?

<sup>20</sup> Az Amerikai Egyesült Államok a világ legnagyobb kőolaj-importőre. A második legjelentősebb beszállítója Kanada után Szaúd-Arábia ma is.

<sup>21</sup> Tudni való, hogy az amerikai olajkoncessziós ügyben már 1933-ban szerződést kötöttek a szaúdi uralkodóval, de a nagyarányú olajkitermelés csak 1944 után indult meg. A világ messze legnagyobb olajmezőjét (Ghawar) 1948-ban találták meg és 1951-ben indult a kitermelés (1. ábra).



5. ábra. Roosevelt elnök találkozója Ibn Szaúd királlyal.

Túlélésünk, civilizációink megmaradásának legfőbb záloga az e területekre történő befektetés. Az emberiség sorsa a jövőben is szellemi síkon fog eldőlni!

Ezzel kapcsolatban azonban hangsúlyozni kell – amint azt *Aszódi Attila* a japán földrengés atomerőművi következményeivel foglalkozó harmadik helyzetelemzése is rögzíti:<sup>22</sup> „alapelv, hogy ha a tudományban új ismeretek merülnek fel, akkor az alapján a létesítmények biztonságát újra kell értékelni. A japán események ismeretében feltétlenül szükséges az európai atomerőművekben megvizsgálni a dízelgenerátorok működőképességét és a súlyos balesetkezelési utasítások érvényességét.” E közlemény írásának idején még nem tudható, hogy miként záródik le a baleset, a végleges következtetések levonásának sincs itt az ideje, és az sem tudható, hogy a világ közvéleménye miként fog reagálni a katasztrófára.

## Irodalom

1. Richard C. Duncan: *Sliding Towards a Post-Industrial Stone Age*. Institute on Energy and Man., 1996.
2. Meadows D. Randers J., Meadows D.: *A növekedés batárai – barminc év múltán*. Kossuth kiadó, 2005.
3. Dmitry Orlov: *The Five Stages of Collapse*. 2008. febr. 22. <http://www.energybulletin.net/node/40919>
4. George A. Oláh, Árpád Molnár: *Hydrcarbon Chemistry*. Second Edition. Publ. By John Wiley & Sons, Inc., Hobocen, New Jersey
5. *A B-4.0 terv. Mozgósítás a civilizáció megmentésére*. [http://www.earth-policy.org/images/uploads/book\\_files/PB4\\_Hungarian.pdf](http://www.earth-policy.org/images/uploads/book_files/PB4_Hungarian.pdf)
6. Sia Conseil: *Les opportunités et les obstacles de l'exploitation des gaz non conventionnels en Europe*.
7. World Nuclear Association. (<http://www.world-nuclear.org/info/inf75.htm>)
8. Szigényi I.: Paradigmaváltás az energetikában civilizációnk megtartása érdekében. *Magyar Energetika* 2009. december.

<sup>22</sup> Aszódi Attila, BME Nukleáris Technikai Intézet: *Újabb (3.) helyzetelemzés a japán földrengés atomerőművi következményeiről*. 2011. március 16.