

A világ helyzete, éghajlat, erőforrások, gazdaság. Az első elemzés bővítése

PostDateIcon szeptember 30th, 2009 | Hetesi Zsolt

Közzétéve Hetesi Zsolt engedélyével.

Forrás:

http://ffek.hu/blog/hetesi_zsolt/vilag_helyzete_eghajlat_eroforrasok_gazdasag_első_elemzes_bovitese

Bevezető

Amíg a múlt század az egyre növekvő fogyasztás, bővülő lehetőségek ideje volt az egész emberiség számára, a most zajló század a fokozatos, vagy viharos leépülések százada lesz. Az elkövetkező 10 év meg fogja mutatni, hogy az olcsó erőforrások hogyan tűnnek el, és hogy mit fog ez jelenteni a világ és a mi számunkra. Változás és változtatás nélkül élve a mai társadalom és annak minden jelenlegi tudása, képessége és vívmánya jórészt semmivé lesz, lakóival együtt.

Alaptétel: A növekvő népesség és/vagy fogyasztás növekvő erőforrás-felhasználást kíván, mely gerjeszti a népességnövekedést. Ebben a visszacsatolásban áll a lényeg. A felhasználás és a népesség is nő, ugyanakkor a bolygó véges, ráadásul két súlyos nehézség (ebből következően) most egyszerre lép fel.

Az első ilyen nehézség a bolygó éghajlatának nyilvánvaló változása. Önmagában ez is elég lenne ahhoz, hogy aggodalommal szemléljük jövőnket, még inkább gyermekeink jövőjét, de további gond az erőforrásválság. A koronát a folyton növekvő gazdaság felfogása és emberi természetünk teszi fel erre: akadályozva a váltás lehetőségét. Az energiafogyasztás növekedését nagyjából 2000 óta nem tudta kielégíteni a Föld kincseinek zabolátlan megcsapolása sem: néhány év lappangás után eljött a mai gazdaság legnagyobb válsága. Merre tovább?

Ahogy a történelmi ismereteink gyarapodtak, felismerhettük, mennyire gyakori a történelem során a virágzó társadalmak hanyatlása, pusztulása. Bár számos esetben az embertől független éghajlati vagy környezeti változások is álltak az összeomlások mögött, az esetek többségében a hanyatlás oka elsősorban az, hogy az ember kellően át nem gondolt, ki nem kísérletezett módon viszonyult környezetéhez. Felélte annak erő- és nyersanyagforrásait, nem hagyva őket megújulni, elsorvasztotta azokat. Tekintsük át egy történelmi példát, közülük az egyik legtöbbet idézett a Húsvét-sziget társadalmának pusztulása.

A Húsvét-sziget

A Húsvét-sziget területe durván 160 négyzetkilométernyi, minden más lakható szárazföldtől hatalmas távolságra fekszik. Éghajlata meleg égövi, valaha termékeny talaja ma már sovány. Kopár a sziget, csak a tengerparton sorakozó hatalmas kőszobrok hívják fel magukra a figyelmet. Alig kétezer tengődő őslakost találtak a felfedező 1722 húsvétján a kietlen, pusztaszigeten. Nem láttak ott egyetlen fát, de még egyetlen három méternél magasabbra növekvő bokrot sem, a növényzet fűfélékből, sásból és páfrányokból állt és áll ma is. Hasonlóan szegényes az állatvilág is. Egyetlen őshonos szárazföldi állat sem lelhető a rovarokon kívül, nincsenek sem denevérek, sem szárazföldi madarak,

sem csigák vagy gyíkok. Egyedüli háziállat a tyúk. Alig egy évtizede az alapos régészeti feltárások feltárták, milyen volt a sziget valaha és a leletekből megismerhettük pusztulásának megdöbbentő történetét.

Valóságos édenkert volt egykor a Húsvét-sziget, meleg égövi, elsősorban óriáspálmákból álló őserdővel, annak igen gazdag növény és állatvilágával. Mivel a szigeten nem éltek ragadozók, háborítatlan fészkelőhelye volt a tengeri madaraknak. Lakói, a csendes-óceáni térséget benépesítő polinéziai hajósok, 800-1100 körül érkeztek a szigetre. Jól boldogultak, eleinte a sziget adottságaihoz alkalmazkodva éltek. Fő táplálékuk a hal volt. Mivel a parti vizekben nagyon kevés a hal, kint a nyílt tengeren halásztak. További eledelül a szigeten élő madarak, az ott termő gyümölcsök, valamint a magukkal hozott polinéziai termények és a tyúk szolgált. Eleinte a fa főleg a fatörzsből kivájt csónakok készítéséhez, épületfának és tűzfának kellett. Terményeiket a pálmafák közötti területeken nevelték, a pálmák védték a talajt a pusztulástól, óvták a kiszáradástól és fenntartották a termékenységet.

Nagyon műveltek voltak a szigetlakók. Virágzásának korszakában a gazdag és termékeny szigeten hétezer, egyes becslések szerint hússzezer ember élhetett. Nem egyik napról a másikra következett be a pusztulás ami nagyrészt a szoborállítások következménye volt. Óriási szobraikat az ősök tiszteletére emelték, a szertartásaik ezeknél folytak. Tűzhányói kőzetekből kőszerszámokkal faragták őket. 10-20 méter magasak is vannak közöttük, a legnagyobb 270 tonna tömegű. Ezeket a kőbányától a tengerpartig sokszor csaknem tíz kilométer távolságra kellett szállítaniuk. Pálmafák törzsein görgetve, kötelekkel húzták őket, az őslakók elmondása szerint végzett vontatáshoz 70 felnőtt összehangolt munkájára volt szükség. Köteleket egy, a szigeten őshonos fa rostjaiból csináltak. Nagyjából 900 szobrot készítettek, ezek közül négyszázat már nem tudtak felállítani. Ott hagyták őket a kőbányákban, vagy szállításuk maradt abba.

1200-1600 között készült a kőszobrok többsége, az utolsót a szájhagyomány szerint 1680-ban faragták ki. 1280 körül kezdték a görgetéshez használt pálmák nagybani irtását. Kiszedték a fák tövét is és a maradékokat felégették. 1450 tájt az egyébként kétezer évig is elélő óriás pálmafajta végleg eltűnt és 1650-re valamennyi fás szárú növény kiveszett a szigetről. Főképpen a vontatáskor útjukba eső terület letarolásával pusztíthatták el az őserdőt. Ezután fa hiányában száraz sással, fűvel főztek és nem tudtak többé csónakokat készíteni. Ettől fogva az étrendből hiányoztak a nyílt tengeren fogott halak és delfinek, amelyek addig a fő fehérjeforrások voltak. Kiveszett az összes őshonos szárazföldi madár, eltűnt a tengeri szárnyasok jó része is.

Ezután földművelésből éltek. Húsnak ott volt a szigetlakók által hozott tyúk. Ám az erdők irtása miatt a hőség, szárazság, eső, szél gyorsan pusztította a talajt, évi 3 méternyi sávban tűnt el az emelkedőkről. Védekezésként a szigetlakók a sziget területének a felére úgy egymilliárd, átlag kétkilós követ hordtak. Ezzel lassították a talaj eltűnését, mert az nem száradt ki annyira, védte a szélről, esőtől és a hőmérsékleti ingadozásoktól. De a föld egyre soványabban termett. Éhínség kezdődött. Kőből erődített, úgy 2 méter magas falú tyúkólakat kezdtek építeni, miközben ők maguk ezeknél kisebb faházakban laktak. Lándzsákat készítettek. Lázadások törtek ki, elsöpörték a vezető rétegeket, törzsfőket és papságot. Felbomlott a rend, a nagycsaládok egymásnak estek, tombolt az erőszak. Sokan barlangokba költöztek, melyeket jobban védhettek. Éhségükben megettek mindent, amit lehetett. Ráfanyalodtak az általuk behurcolt patkányokra is, majd elterjedt az emberevés. (Diamond: Összeomlás, Typotex, 2008)

Vannak szigetek, ahol szintén emberevással végezték, de néhány hasonló szigeten édeni körülményeket találtak a felfedezők. Nem szükségszerű, hogy egy emberi közösség elpusztítsa önmagát. Mai szóhasználatnál élve a Húsvét-sziget társadalma jóval fejlettebb volt, mint más, a természettel összhangban élő szigetlakó társadalom. Magasabb szintű volt a munkamegosztás, az emberek jóval többet dolgoztak, mint egy ma fejletlennek nevezett szigeten. Míg ott csak magának és családjának halászott valaki, addig a húsvét-szigeti halásznak fogni kellett a kőfejtőknek, kőfaragóknak, kötélverőknek, vontatóknak, a szoborállítóknak és a vezetőknek is. Így a társadalmi össztermék, a GDP is sokszorosa volt annak, mint a természetnek megfelelően élő társadalmaké. Bizony ezért nem jó annyit dolgozni. Látjuk, a Húsvét-szigeten emberevésig vezetett a sok-sok munka, a nagyszerű szervezettség, a gazdasági növekedés, a magas GDP. Legyünk nagyon óvatosak azzal, amit ma a társadalom fejlettségének, gazdasági növekedésnek és teljesítményének neveznek.

Éghajlatváltozás tények és jövőbeli helyzet

Az ipari forradalom és a társadalom gyors változása miatt a légköri üvegházgázok gyorsuló mértékben növekvő részarányt képviselnek, az emberi tevékenység 40%-al emelte meg a szén-dioxid szintet. Nagyon valószínű, hogy a Föld átlaghőmérséklete 0.6 C°-ot emelkedett az ipari tevékenység előtti időhöz képest az emberi tevékenység következtében. A Föld elmúlt 400 ezer éves történetéből megbízható adatok állnak rendelkezésünkre, miszerint a földi átlaghőmérséklet és a légkör szén-dioxid szintje együtt változott, periodikus jégkorszakokat és jégmentes időszakokat képezve. E két adatsor tehát együtt változott, azaz a változást valószínűleg ugyanazon külső hatás, a Föld Nap körüli pályájának többféle változása okozta. Napjainkban az emberi tevékenység ezt az egyensúlyt felborította, ugyanis maga is szén-dioxid kibocsátó lett. A szén-dioxid szintje elérte a 380 milliomodrész, ami 40%-al haladja meg az ipar előtti szintet. A hőmérséklet, elmozdulva az egyensúlyból, kb. 4 fokot emelkedik majd, ha követi a CO₂ görbét.

Előrejelzések szerint, ha a jelenlegi ütemű CO₂-kibocsátás folytatódik (és növekszik), akkor 2050-re a Föld átlaghőmérséklete 2-5 C°-al növekedhet meg. Ennek a következő súlyos következményei lehetnek:

- A fajok egy része már kipusztult az emberi hatások miatt, most ez gyorsulni fog. Az emberiség túléléséhez 23 nagy élőrendszer működése szükséges, ezekből 15 jelentősen sérült, többségük visszavonhatatlanul, állapítja meg a Millennium Ecosystem Assessment 2007-es jelentése.
- Az átlaghőmérséklet növekedtével a század első negyedének végére elolvad az Északi-sark jége. Ennek következtében a Golf-áramlat előterében felhígul a só sűrűsége, ez pedig magával hozza az áramlat lelassulását. Nyugat-Európa átlaghőmérséklete 4-5 C°-al fog csökkenni, a legrosszabb következmények a világtengerek mentén fekvő országokra várnak (az atlanti éghajlat szinte eltűnik és a helyét a belső, kemény szárazföldi éghajlat veszi át[1]). A grönlandi jég elolvadása (kb. 2050-re) megemeli a tengerszintet néhány méterrel.
- A hőmérséklet növekedésével a világtenger is melegszik, és CO₂-megkötő képessége ezzel csökken, tovább gyorsítva a felmelegedést.[2]

- Továbbá a melegedés miatt összeomlik az Amazonas-medence őserdei élővilága, tovább emelve a CO₂-szintet.
- Felolvad az összefüggő jégtakaró a föld alatt Szibériában.[3] Az ott található jég 13%-ban metánt tartalmaz; összesen 450 milliárd tonna metán jut a légkörbe, ami rövid távon annak felel meg, mintha 23-szor annyi CO₂ jutna ki. Ha a folyamat gyorsabb lesz, mint a metán 17 éves légköri lebomlási időtartama, akkor a következmények nagyon súlyosak lehetnek.
- A nagyvárosok egy részének vízhálózatára jelenleg is csapást jelent a fölmelegedés.
- A folyamatos aszályok következtében a Föld gabonatartalékai az 1986-os 100 napról mára 40-50 napra zsugorodtak.[4]

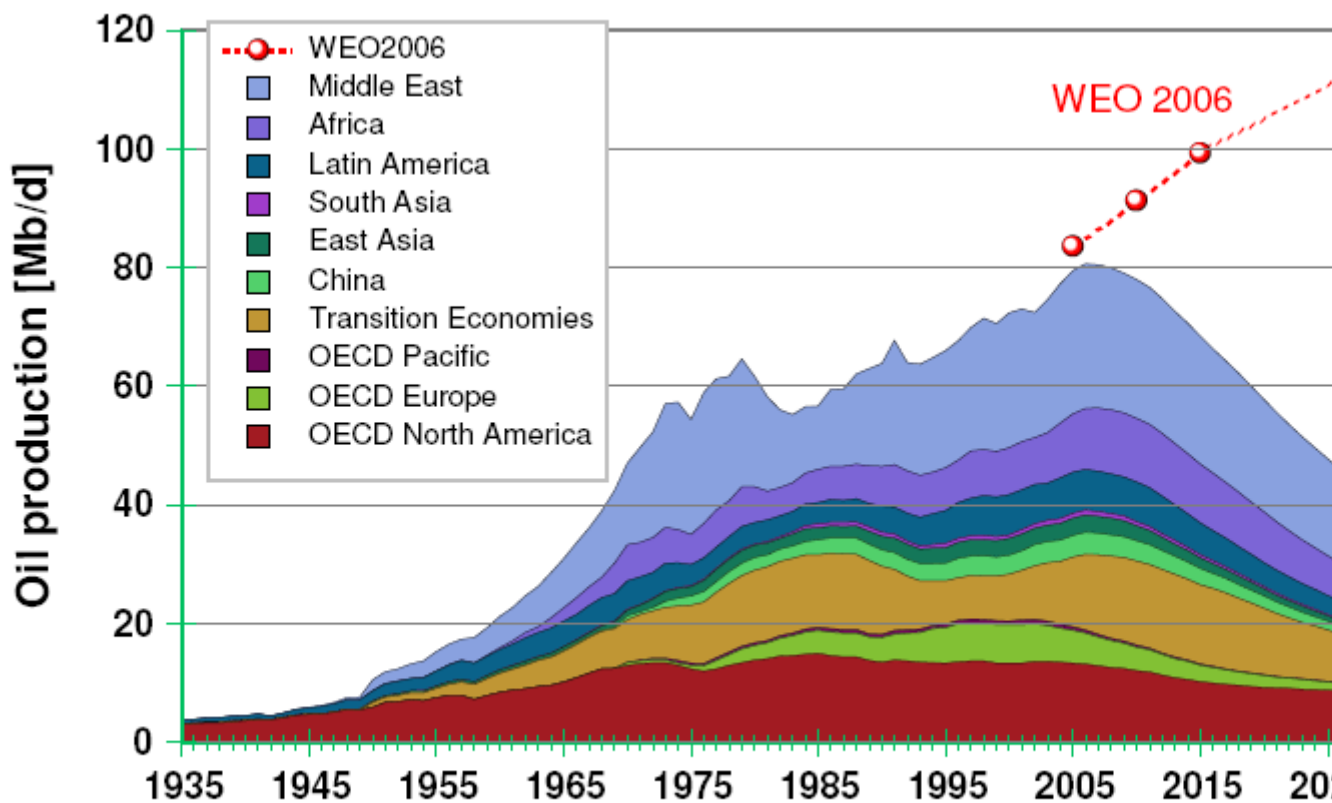
Utalásképpen kitérünk arra is, hogy az éghajlatkutatók egy része nem számol az erőforrásválság okozta energiafogyasztás-csökkenéssel, mely miatt 2020 körül elkezdi csökkenni a CO₂-szint a légkörben, ezzel a legsúlyosabb következmények kikerülhetnek. Azonban a 200 éves növekedés hatása nem tűnik majd el ilyen gyorsan, a következményeket tehát komolyan kell venni.

Erőforrás-válság

Óriási teljesítményeink annak köszönhetőek, hogy rendkívül olcsón tudunk erőforrásokat rendszerbe állítani azért, hogy bármit gyártsunk, mozgassunk, vagy hogy kényelmesebben éljünk. De ennek ára van. Az USA éves fogyasztása erőforrásokból 3-szor több, mint amit a területén élő növényzet összesen megköt.

Az 1980-as évektől kezdve mind több kutató foglalkozott a készletek kimerülésének gondolatával, ezt nevezik olajhozam-csúcs elméletnek (peak oil theory). A dolog lényege a következő. A Földön a lélekszám növekszik, és legalább ezért növekedni kell az energiatermelésnek is. Egyébként már az is igaz, hogy egy ember is többet fogyaszt, mint korábban, így állandó népesség mellett is egyre több erőforrást használunk. Ezek a folyamatok hatványozódó (exponenciális) erőforrás-felhasználást eredményeznek, ám a készletek végesek. Ezért szükségképpen elérünk egy csúcst, amin túl az olajkitermelés a véges készletek miatt már nem növelhető. Ez az olajkitermelési csúcs (1. ábra).

Az olajcsúcs számos következménnyel jár rögtön a bekövetkezése után. Az olaj adja a teljes energia 40, a villamos áram termelés 7, illetve a közlekedés erőforrásainak 90%-át. Ebből látható, hogy olaj hiányában súlyos ellátási zavarok várhatóak. A geofizikusok egybehangzó becslése alapján könnyen (=1 hordó erőforrás ráfordításával 5-8 kitermelt hordó) olajból már nincs több a Földön; illetve annak esélye, hogy nagy mezők (mint pl. a szaúdi Ghawar, mely a világtermelés tizedét adja) már nincsenek feltáratlanul, 95%. Ezt az is alátámasztja, hogy 2001-ben 8 nagy mezőt fedeztek fel, 2002-ben 3-at, 2003-ban, és azóta egyet sem (a két friss brazil mező nem nagy mező, összesen 12-20 milliárd hordós lehet)[5]. Lehetséges a nehezen kitermelhető mezők felhasználása (olajpala és olajhomok lelőhelyek), de ez távolról sem olcsó (1 hordónak megfelelő erőforrás befektetése 2-3 hordó olajat eredményez). A ki/be energiaarányról, vagy kinyerhetőségről fontos tudni, hogy amikor 8/1-től, vagy más még megtérülő kitermeléstől indul, az 1/1 felé tart. 1/1-nél már nem nyerünk energiát a kitermeléssel, ilyenkor „merül ki” az adott mező. A világ összes mezője gyorsan 1/1 felé tart.



1. ábra. A Föld olajtermelése 2030-ig, egy 2006-ból való előrejelzés alapján. A piros szaggatott vonal mutatja a gazdaság által elvárt növekedést. (Forrás: EWG)

Ugyan van még némi szenünk és földgázuk, azonban ezekből is egyre több fogy, ráadásul bányászatuk és szállításuk olajat igényel.[6] Szénből az export csúcsa (azaz a piacon mozgó összes szén mennyiségi csúcsa) 2008-ban lehetett, a tényleges kitermelési csúcs 2020-ban. Gázra ugyanezek az adatok 2010-2014 és 2015-20.

A részletek kifejtése nélkül vizsgáljunk meg néhány következményt.

- Az ősmaradványi erőforrások adják a villamos áramtermelés 66%-át (az olajmennyiség 7, a földgáz 44, a kőszénmennyiség 88, a víz- és atomenergia 100%-a áramfejlesztésre fordítódik). Az ősmaradványi erőforrások kiesése fokozatos áramkorlátozást, illetve teljes kimaradást okoz. Áram nélkül a mai társadalom nem képes fennmaradni, a városi életforma megoldhatatlan nehézségekbe ütközhet. Ha nincs szállítás, az élelmiszer nem jut el a városokba (a szállítás 95%-a olaj alapú); áram nélkül megszűnik a vízellátás, a tájékoztatás és a hírközlés. Mivel a fejlett világ a kapcsolattartásra egyre jobban a világhálót és a hordozható telefon-rendszert használja, ezért ez a terület is komoly visszaesésre készülhet.

- Ősmaradványi erőforrások nélkül nem lehet műtrágyákat és vegyszereket előállítani.[7] A gépek is leállhatnak, mindez együtt a zöld forradalom utáni mezőgazdaság végét jelentheti. A termésátlagok ekkor a harmadukra-ötödükre esnének vissza, ebből súlyos éhínségek következnek. [8]
- A Marshall-görbén az árindex fölfelé, a termék-kibocsátás balra (csökkenően) mozdul el, a következmény: árszínvonal-növekedés, fogyasztáscsökkenés, tartós világválság.

A következmények súlyosságát tekintve ez az eddigi legnagyobb válság, ami ránk vár. Most nézzük, hogy mi az, amit nem érdemes, vagy lehetetlen megoldani, és miben felesleges hinni.

Nem segít a mai közgazdaság

A közgazdászok döntő többsége nincs tisztában a fent ismertetett helyzettel, ezért a gazdasági nehézségekre a folytonos gazdasági növekedés hamis képét ajánlják - sőt erőltetik - megoldásként. Csakhogy a mindenáron növekvő gazdaság veszélye kettős. Az erőforrás- és nyersanyagigény a gazdasággal együtt hatványozottan növekszik. A társadalom nyersanyag-felhasználása már így is megegyezik a teljes élővilág nyersanyagforgalmával, a fénymegkötéssel (fotoszintézis) felhalmozott növényi erőforrások felét az ember hasznosítja. Az erőltetett gazdasági növekedés a végpusztulásba juttatja a bolygót,[9] hiszen alapállításunk: A növekvő népesség és gazdaság növekvő erőforrás-felhasználást kíván, mely gerjeszti a népességnövekedést. Ebben a visszacsatolásban áll a lényeg. A felhasználás és a népesség is nő, ugyanakkor a bolygó véges.

Nem segít a tudomány és az egyéb erőforrások

A tudománynak sokan természetfölötti hatalmat tulajdonítanak, pedig eredményei mögött a fizika törvényei állnak - és nem utolsósorban erőforrás-felhasználás. "Üzemanyag" nélkül a tudomány sem működik; s mivel a tudomány rendkívül kifinomult vívmányokat használ, ezért működése roppant erőforrás-igényes.

Ami a további olajlelőhelyeket illeti, a felfedezések egyre csökkennek, az igény nő, kinyílt az olló, és napról napra nyílik.

Összességében is igaz, hogy bármelyik zöld erőforrást 40-szeresére kellene felskálázni néhány év alatt ahhoz, hogy lépést tartsunk az ősmaradványi források fogyásával. Számszerűen: az önkényesen kiválasztott 2015 decemberéig például világszerte naponta nagyjából 400 MW új erőforrást kellene rendszerbe állítani az összeomlás elkerülésére. Összehasonlításképpen: Paks egy blokkja 440 MW villamos teljesítményű. Ha hasonlittal kívánunk élni, akkor ez azt jelenti, hogy hadigazdálkodás szintjén kellene előállítani ilyen erőforrásokat.

A világ tehát kétségtelenül egy energiaválság kezdetén van. A szállítás 90%-a olaj alapú, a villamos ellátás 66%-a pedig fosszilis forrásokra épül. Az olajexport csökkenése már most bénítóan hat a gazdaságra, nagyon közel van ugyanez a szénre és a földgázra is. Mindezek alapján sürgősen ki kell találni, hogy mivel helyettesítjük a Föld energiaigényében fellépő hiányt, mely 2012-re 20%-os lehet az elvárt növekedéshez képest. Emlékeztetőül: az 1979-es olajválságot, mely áramszünetet, 3 napos munkahetet, kiürült autópályákat, és sok más rosszat hozott nyugaton 9%-os hiány okozta.

Tisztázandó

Amikor arról beszélünk, hogy ki kell váltani a fogyasztó olajat, földgázt és szenet, akkor jusson eszünkbe, hogy a villamos áram 66%-a ezekből készül, a teljes energiatartóból pedig 87%-ot tesznek ki, az olaj a közlekedésben szinte kizárólagos. Ugyanakkor a mai mezőgazdaság, gyárpar, acélgártás, műanyaggyártás, stb. mind rendkívül erősen függ ezektől. Kiváltásuk során figyelembe kell venni, hogy

- Amivel kiváltanánk, annak a nyersanyagát is hagyományos erőforrásokkal bányásszuk, szállítjuk, alakítjuk
- Amivel kiváltanánk, azt is le kell gyártanunk, amihez hagyományos erőforrást kötünk le,
- Amíg gyártjuk ezeket, elveszünk az egyébként is fogyasztó erőforrásokból; tehát a gyártás, felállítás, üzembe helyezés során ezek a szerkezetek nettó energianyelők, azaz többet vonnak el, mint amit termelnek,
- Egyelőre nincs olyan megoldás, ami kizárólagos lehetne, tehát több dolgot kell egyszerre gyártani,
- A gyártás és az élettartam során előfordulhat, hogy nagyon rossz energiamérleget kapunk (kinyerhetőség (EROEI) > 1 alapkövetelmény[10]). A szélkerekek EROEI-je 27, napelemekre is 10-15, de pl. az újonnan felfedezett olajmezőkre 3, olajpalára és olajhomokra, 2, és a kitermelés során ezek mindegyikére igaz, hogy az EROEI tart az 1-hez.
- Bármit választunk is, 40-szeresére kell felskáláznunk 4-5 év alatt ahhoz, hogy képes legyen kiváltani az ősmaradványi források fogyasztását.

Mi van a tarsolyunkban? Hidrogén, metanol, bioüzemanyagok, atomenergia, megújulók. Vegyük őket sorra.

Hidrogéngazdaság, hatékonyság-elemzés

A hidrogéngazdaságon a lenti ábrán jelölt séma értendő. Így minden utat végig kell számolni, hogy teljes energiamérleget mondhassunk a folyamat egészére.

Gyártás --> (Tömörítés/eolsztás/tárolás/végátalakítás) --> Felhasználás

A hidrogéngazdaság folyamatsémája.

Többféle elképzelés él arra vonatkozóan, hogy milyen módon lehet a fenti séma szerinti működő hidrogéngazdaságot kialakítani. A négy legelterjedtebb:

- (I) elektrolízissel gyártott, 20 Mpa nyomás alá helyezett hidrogén, az út mentén elosztva kutakba, ahol 10 MPa-n tárolják. Majd kocsikba töltés előtt 40 MPa-ra növelik a nyomást, hogy a tankolás gyors legyen, a kocsik 35 Mpa-n használják.
- (II) elektrolízis állítja elő, majd cseppfolyósítják és úgy terjesztik és hasznosítják.
- (III) in situ előállítás a kutak mellett, majd tárolás 10 MPa-n, 40 MPa-s tankolás, majd 35 MPa a kocsikban (ez az (I) módosítása)
- (IV) elektrolízissel előállított hidrogén fém-hidrátokban tárolása

A fent említett négy forgatókönyv energiaigénye a felhasználható H₂ HHV-jának (fűtőértékének) százalékában:

Módszer

I

II

III

IV

E(be)/E(ki)

1,69

2,12

1,69

1.95*

EROEI

0,59

0,49

0,59

0,51

*: kivéve belőle a fémhidrát gyártását! (úgy több lenne)

A folyamatok energiamérlege egyik esetben sem haladja meg az EROEI > 1-et. Az elemzés végén úgy tűnik, hogy a hidrogéngazdaság nem érdemel akkora figyelmet, mint amekkorát tulajdonítanak neki. A jelenlegi technológiával a hidrogéngazdaság túl bonyolult és több energiát használ, mint amennyit ad, ráadásul nincs kiépítve hozzá az elosztórendszer.

Metanolgazdaság

A metanolgyártás eddigi legelterjedtebb útja, a szénhidrogénekből történő előállítás (azaz minden most említett eljárás) nagy CO₂ kibocsátással jár. Ennek csökkentése fontos feladat, egy lehetséges alternatíva a metanol-előállítás szintézisgázból, mely utóbbi biomassza elgázosításával készül. Erre a célra bármilyen biomassza megfelelő, beleértve a fát, fahulladékot, fűvet, gázt, mezőgazdasági terményt, mezőgazdasági hulladékot, állati hulladékot és a kommunális szemetet is. Nem feltétlenül szükséges olyan mezőgazdasági terményt használni, mely élelmiszer is, mint a kukoricából, vagy nádcukorból előállított etanol.

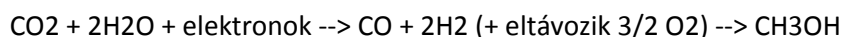
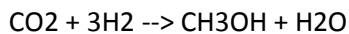
Biomassza (széntartalom és víztartalom/szennyvíziszap) --> Szintézisgáz --> CH₃OH

Sokkal fontosabb, hogy a CO₂ katalitikus hidrogénezése szintén metanolhoz vezet. Ebben az eljárásban a hidrogén víz elektrolíziséből származik. Ugyanide vezet a CO₂ elektrokémiai redukálása is.

D.: Katalitikus hidrogénezés: olyan kémiai reakció, melyben H₂ molekula hozzáadása történik létező molekulához. A folyamat normál körülmények között csak katalizátor segítségével megy végbe, magas hőmérsékleten nélküle is.

D.: Elektrokémiai redukció: olyan kémiai reakció, melyben elektromosság hatására oxidáció/redukció történik.

A fenti reakciókhoz szükséges (főként villamos) energiát megújuló források, vagy atomenergia szolgáltatathatná.



A szükséges CO₂ nyerhető a fosszilis források elégetésekor az égéstermékéből, vagy egyéb ipari folyamat kibocsátása során is. Egyelőre az még nem lehetséges, hogy a levegőben található 380 ppm koncentrációjú CO₂ kinyerése a folyamatot ellássa alapanyaggal.

A metanolgazdaság egyik fontos kérdése az energetikai hatékonyság. Energetikailag a folyamat vizsgálata szűkebben véve a következőkből áll: a CO₂ befogásának energiája, a kémiai átalakítás energiája (szintézisgáz, elektrolízis). Nyilvánvaló, hogy a metanol nem energiaforrás, hanem energiátároló, éppúgy, mint a hidrogéngáz. EROEI mutatója 1 alatti. Ennek magyarázata abban rejlik, hogy a metanol elégetése során legfeljebb annyi energia szabadulhat fel, amennyit a molekula kötése hordoznak (illetve kevesebb, mert nem atomok keletkeznek az égés során, hanem CO₂ és H₂O), azaz a háttérben álló ok a hőtan első főtétele, az energia megmaradásáról.

Ugyanez igaz a hidrogénre is, de ha a két energiátároló anyagot hasonlítjuk össze, akkor a metanol előnyösebb.

Atomenergia, fúziós erőművek

Az emberiség egyre nagyobb energiasűrűségű forrásokat használt a történelem során, a fától jobb a szén, attól az olaj, és így tovább. Mindezek a felsorolt folyamatok úgy termelnek energiát, hogy közben átalakítják az atomok elektronhéjait. Az elektronhéj jellemző energiái néhány eV (elektronvolt, $1,6 \cdot 10^{-19}$ J) nagyságrendűek. Azonban az emberiség a 20. században már felfedezte, hogyan hasznosítsa az atommagban rejlő energiákat is. Ezek az energiák milliószor nagyobbak, mint az elektronhéjból nyerhető energiák, MeV-es tartományba esnek.

Amikor 1942-ben kísérleti céllal elindult az első atomreaktor a chicagói stadionban, már sejthető volt, hogy nemcsak katonai, hanem polgári alkalmazása is lesz. Az energiaforrás bőségesnek látszott, és a kor csúcsteljesítményét képviselte. 1953-ban egy amerikai reaktor termelt kísérleti jelleggel áramot, majd 1954-ben, Obnyinszkban beindult az első hálózatra termelő atomerőmű. Azóta mintegy 366 GW kapacitást tesznek ki összesen az atomerőművek, Magyarországon Paks 4 blokkja 2000 MW villamos teljesítménnyel az országos igénynek jelenleg mintegy 30%-át elégíti ki, a teljes fogyasztásban azonban a részaránya csökken.

A Föld villamos áram-termeléséből jelenleg 439 reaktor veszi ki a részét, összesen 372 GW villamos teljesítménnyel.

A legtöbb reaktor 20-25 éves, de tekintélyes számban vannak öregebbek is, egy másodlagos csúcs van 34 éves kornál is. 2009-ben 5 reaktort zárnak majd be és 42 épül, de nem mind fejeződik be. A reaktorok 2007-ben a világ villamos termelésének 14,5%-át adták (2776 TWh-val), a teljes energiaigényből pedig 2.1%-al részesül a nukleáris energia. A villamos áram termelésében 1998 volt a „csúcs-év”, ekkor 18% származott atomerőművekből.

Többek szerint az olaj- és gázkészletek fogyását több atomerőmű rendszerbe állításával kell pótolni, mások hevesen tiltakozna ez ellen, ugyanis az atomenergia veszélyessége kétségszövegbevonhatatlan, bár túlhangsúlyozott. Itt a következő szempontokat vesszük figyelembe:

- Uránkészletek

- Építendő erőművekre Becslés a megfelelő növekedésre vonatkozóan

- - Új technológiák szerepe: IV. generációs reaktorok, gyors szaporítóreaktorok

- - Fúziós technológia

Uránkészletek

Jelenleg a következő fontos izotópjai léteznek a természetben: U238 (99.275%), U235 (0.72%), U234 (0.005%), a zárójel a gyakoriságot mutatják. A 238-as urán a Föld keletkezésénél kétszer nagyobb, a 235-ös urán 100-szor nagyobb részarányban volt jelen, de az urán bomlik, más elemmé alakul, idővel az egész Föld tömegéhez képest aránya csökken, és az izotópok egymáshoz képesti aránya is.

Az urán az egész földkéregben elszórtan megtalálható, koncentrációja változó, átlagosan 3-5 milliomodrász[11]. Az urán dúsabban is előfordul, uránszurokérc formájában, itt a sűrűsége ezerszeres: 5-8 ezer milliomodrász, azaz 0.05-0.08%. Vannak olyan lelőhelyek is, ahol ez 0,1-0.25%, sőt Kanadában előfordul 10% körüli urántartalom is. A legnagyobb termelő Kanada (a világtermelés

27,9%-ával) és Ausztrália (22,8%). Nagyobb termelők még: Kazahsztán (10,5%), Oroszország (8,0%), Namíbia (7,5%), Niger (7,4%), Üzbegisztán (5,5%).

Fontos kérdés a Föld mélyén lévő, még gazdaságosan kitermelhető készletek nagysága, hiszen a technikai előrehaladás mellett ez szabja meg az atomenergia helyét a jövőbeli energiamérlegben.

Az uránkészletekből 2.3 millió tonnát már kitermeltek, jelenleg már csak Kanadában vannak olyan ércek, melyekben az urántartalom meghaladja az 1%-ot. A világ többi részén ez az arány 0.1% alatt van, és a bizonyított készletek harmada esetén ez 0.06% alatti. Fontos megjegyezni, hogy minél kisebb a relatív urántartalom az érceben, annál drágább kinyerni belőle a hasznosítható anyagot, és 0,01-0,02%-os urántartalom alatt az EROEI <1 miatt nettó energianyelővé válik az uránbányászat.

Jelenleg az erőművek 67 ezer tonna uránt igényelnek évente, ebben 42 ezer tonnát biztosít a kitermelés, a maradék 25 ezer tonnát az 1980 előtt felhalmozott készletek adják. Mivel ez a készlet 10 éven belül kimerül, ezért a kitermelést 50%-al meg kell növelni, hogy fedezze az igényeket.

A Föld jelenleg ismert készletei 4.5 millió tonna kitermelhető uránt tartalmaznak, ebben benne van az a készlet is, melynél az EROEI már majdnem 1. Ez árban 130 \$/kg-os uránt jelent. Ezen felül józanul feltehető, hogy még vannak fel nem fedezett készletek is, összesen 2.53 millió tonna mennyiségben.

Összefoglalva:

Készletfajta[12]

Mennyiség (millió tonna)

Kumulatív mennyiség (Mt)

Valószínűség

Tetőzés, ellátási gondok kezdete

Kifogyás

Bizonyított (RAR)

3.297

3.297

biztos

2010

2060

Következtetett (IR)

1.446

4.743

magas

2030

2080

Feltételezett

2.519

7.262

közepes

2060

2100

Spekulatív

4.557

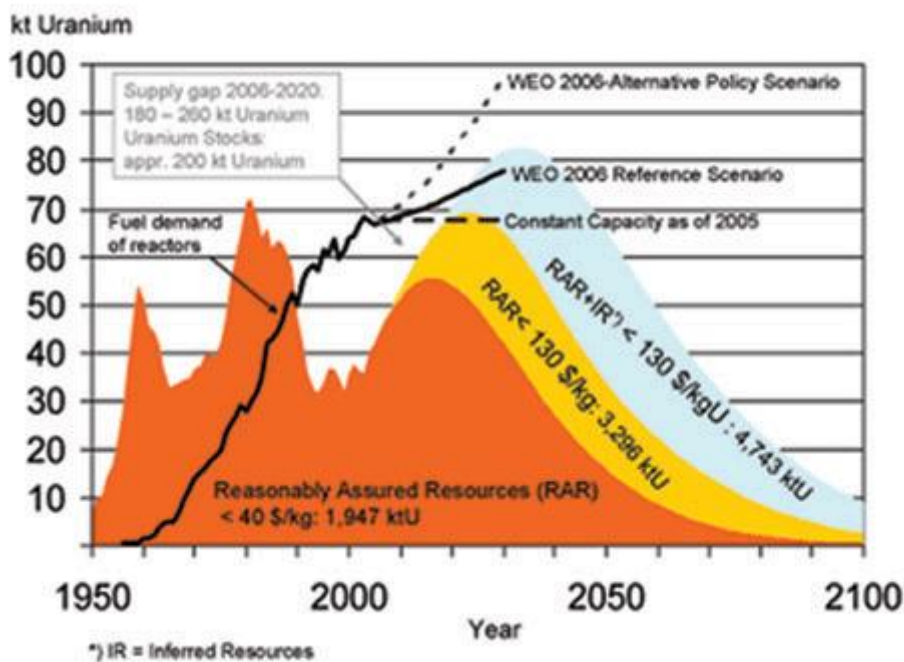
11.819

kicsi

-

-

Egy ábra még jobban segítheti a megértést



3. ábra Az urántermelés alakulása, ha csak a táblázat első sorának alacsony költségű részét vesszük (40 \$/kg-os készletek, narancsszín), ezzel még a jelenlegi kapacitás sem látható el zavarok nélkül (Constant capacity, 2005 szaggatott vízszintes vonal). Ha az összes bizonyított készletet kibányásszák, akkor a jelenlegi kapacitás ellátható 2010-ig zavar nélkül (halványsárga), de már ez sem teszi lehetővé a reaktorok számának növelését. A jelenlegi készletekből következtetett további készletek is tetőznek 2030-ra (kék), ráadásul ez már drága is. A feltételezések ezen az ábrán nem szerepelnek. Jól látszik, hogy a sok erőművet építő forgatókönyv (Alternative policy scenario, meredek szaggatott vonal) nem tartható, mert az 1990 előtti tartalékok elfogytával már csak az előttünk álló termelésre hagyatkozhatunk; és a termelés mindhárom készletet figyelembe véve lassabban nő a csúcstól, mint az „alternative policy” által szabott kapacitásnövekedés. (EWG, Uranium Report)

A készleteket jelentősen túlbecsülték az 1980-as években, azokon mostanában 20-30%-os csökkentést hajtottak végre (pl. USA, Franciaország esete). Ebből kiindulva várható, hogy amikor a kitermelés tetőzik akkor kiderül, hogy a maradék készletek kisebbek, mint most hisszük.

Magyarország ellátása uránból pillanatnyilag kizárólag Oroszországtól függ.

Reaktorok

Egy reaktor hosszú élettartalmú beruházás, felépítése is sokáig tart, az engedélyekkel együtt tíz évre tehető. Ha a Föld áramigényében, az ősmaradványi források okozta hiányt atomenergiával kívánánk

fedezni, hetente kellene egy atomerőművet építeni, 5 éven keresztül. Ekkor az uránkészletek sokkal hamarabb kimerülnének, kb. 7 év alatt.[13] Az így nyert energia egyébként nem lenne alkalmas szállításra, mezőgazdálkodás segítésére, stb. csak áramtermelésre. Az atomenergia, éppen a reaktorok építése, és nyersanyagaik előállítása során használt hagyományos energia miatt nem alkalmas a CO₂ kibocsátás csökkentésére. A WEO jelentése szerint is csak 16%-ban járulnak hozzá az új erőművek a klíma védelméhez. Ahhoz, hogy a jelenlegi atomerőművi villamos kapacitást szinten tartsa a világ, már kellene épülni új erőműveknek, melyek a bezárandók helyére állnak, ez nem történik jelenleg.

Új utak I.: tenyésztőreaktor/szaporítóreaktor

Az urán több, mint 99%-a a jelenlegi reaktorokban nem hasznosítható ²³⁸U izotóp. Ezért fejlesztették ki az ún. tenyésztőreaktorokat, melyekben a jelenlévő hasadóképes urán fűtőanyag hasításán túl olyan magreakciók is vannak, hogy a reaktorban jelenlévő neutronok befogásával az ²³⁸U átalakul hasadóképes (tehát fűtőelemként hasznosítható) anyaggá, plutóniummá. Egy másik lehetőség, amikor ²³³U-t használnak, ami tóriumból képződik a szaporítóreaktorokban. Így a hagyományos reaktorokhoz képest, melyek a természetben található urán 1%-át hasznosítják, ezek a reaktorok jobban ki tudják használni az uránércet, azaz velük a meglévő ércnek nem 1, hanem jóval több (szinte 100) százaléka hasznosítható.

A szaporítóreaktorok terén a 1960-as években nagy lelkesedés volt, aztán ez az olcsó olaj megjelenésével eltűnt. Manapság ismét az érdeklődés középpontjába került ez a fajta reaktor, hiszen az olaj és földgáz fogytán van. Sajnos, azok az országok, melyek kísérleteztek vele, noha csúcstechnikát képviseltek, nem jutottak átütő eredményre (USA, Oroszország, Izrael, Japán és Franciaország). Újabban India próbált tóriumot szaporító reaktort előállítani, de egyelőre nagy nehézségekkel találták szembe magukat. Egy olyan rendszer pedig, mely még kísérleti állapotú jelenleg, nem tudja pótolni a néhány éven belül kezdődő olajhiányt.

A másik nehézség a plutónium, illetve tórium hiánya. Ezt a két forrást hagyományos atomerőművekben állítják elő, és pillanatnyilag annyira kevés van belőlük, hogy plutóniumos reaktor mintegy 60, tóriumos reaktor még kevesebb indulhatna be. A szaporítás pedig lassú, a plutónium esetén 2035-re csak 3-szor lenne több plutóniummal működő erőmű.

Új utak II.: mageszítő/fúziós erőmű

A múlt század közepére a fizikusok megértették, hogy mi adja a Nap kimeríthetetlennek tűnő energiáját. A Nap belsejében a villamos taszítást legyőzve hidrogén atommagok egyesülnek héliummá, eközben pedig energia szabadul fel. A mageszülést idegen szóval magfúzióknak hívják.

Azóta törik a tudósok a fejüket azon, miként lehetne a mageszítést lehozni a Földre. Ez részben sikerült is, hiszen a hidrogénbomba is ezen az elven alapul, csak ott nem lehet szabályozni az energia termelését, az pillanatok alatt szabadul fel. A mageszítő erőművekben nagyon sok nehézséggel kell szembenézni. A hőmérséklet több millió fok, így nem lehet tartályban tárolni a

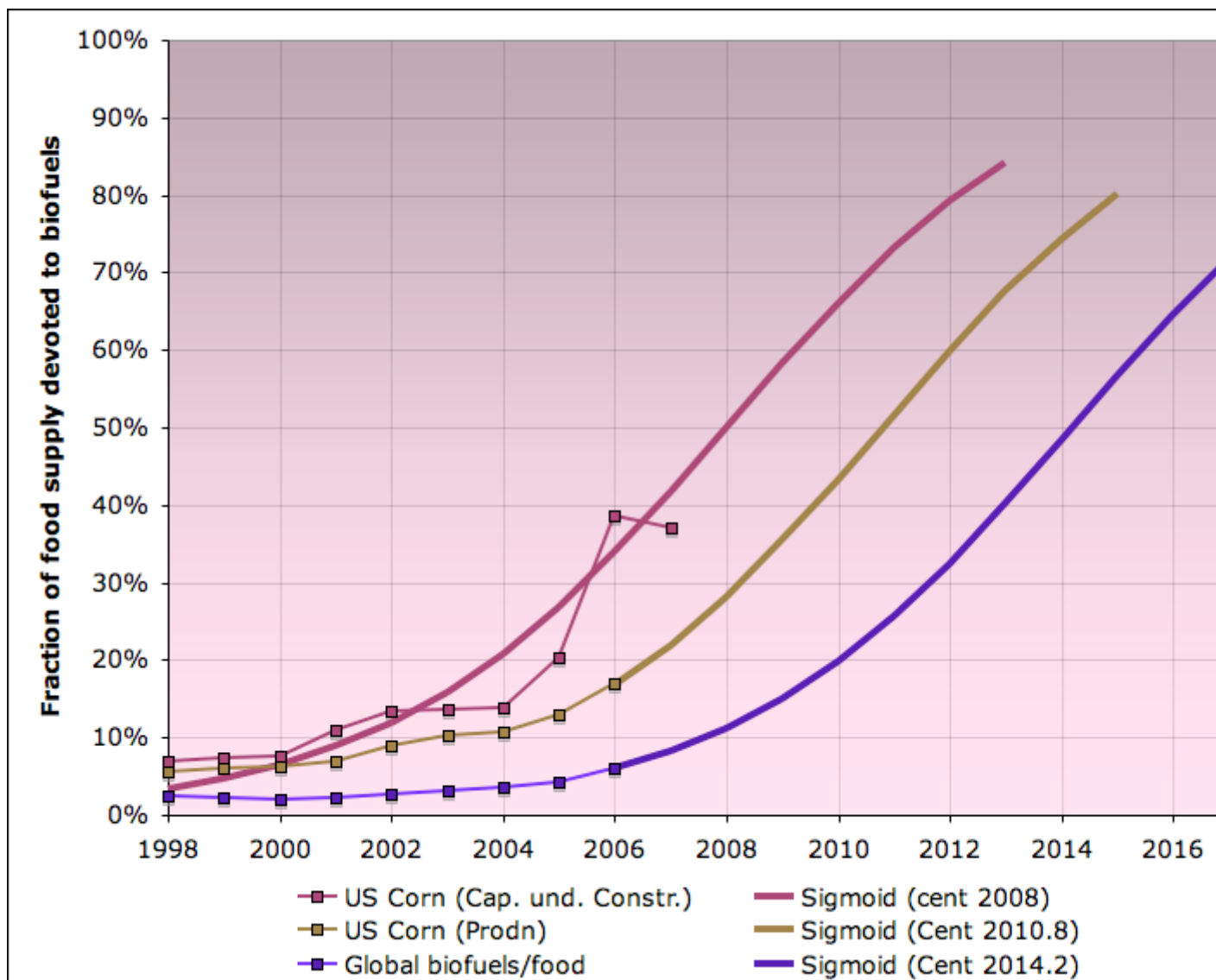
fűtőanyagot, hanem mágneses erőterrel kell együtt tartani, mert a mágneses térrel a töltött részecskéket együtt lehet tartani. A magegyesítés "üzemanyaga" trícium, ez a hidrogén egyik izotópjá (azonos rendszámú változata). Egyelőre nem áll belőle elég rendelkezésre. Ha a magegyesítés helyét lítiumköpeny veszi körül, akkor a fúzió során keletkező neutronok a lítiumból tríciumot tudnak képezni, ez megoldhatja az "üzemanyag" igényét.

Mindeddig azonban sem azt nem sikerült elérni, hogy a neutronok nyalábját azon a sűrűségen tarthassák, ami a folytonos trícium-képzéshez kell, sem pedig azt, hogy folytonos üzemben működhessen az a kísérleti erőmű Franciaországban, ahol az Európai Közösség kutatói próbálnak működő erőművet kikísérletezni.

Az 1960-as években 1980-ra, 1980-ban 2000-re, most 2030-ra ígérik, hogy elkészül. Az olaj fogyása miatti hiányt nem képes enyhíteni, ha egyáltalán elkészül valaha is. (Adatok forrása: IAEA, WNA)

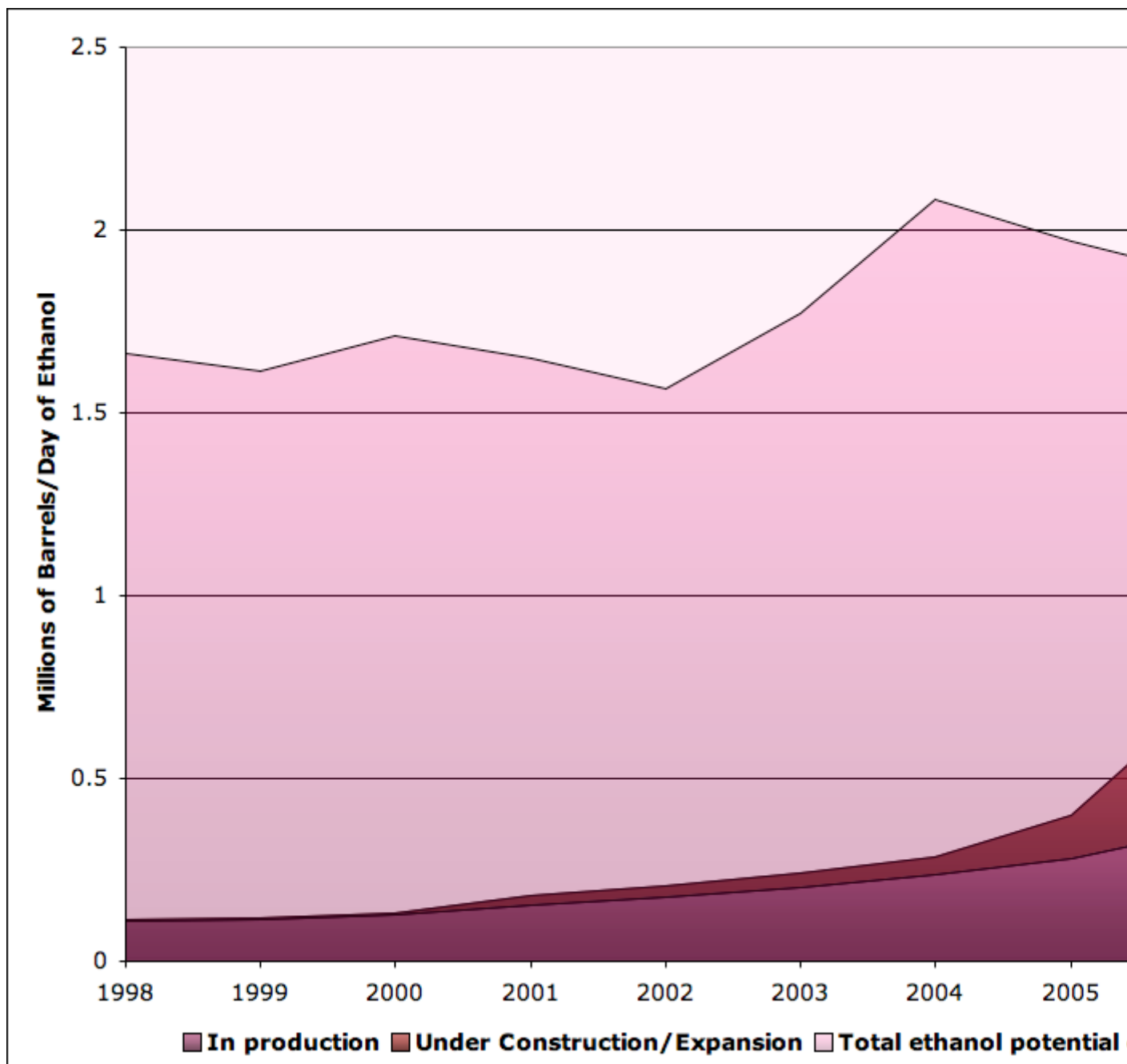
Bioüzemanyagok

A világméretű (kukorica,cukornád) → etanol átalakítás tavaly nyáron az élelmiszerek árának robbanásához vezetett az ENSZ szakértői szerint. Nem is csoda, hiszen az alábbi ábrán látszik, hogy a világ gabonájának már 7%-a, az USA kukoricájának pedig 18%-a ment bioüzemanyagokra 2006-ban. Látszik a folytonos vonalakkól, hogy ebben az ütemben 2010-re komoly gondok várhatóak világszerte, hiszen egyébként is kevés az alapélelmiszer.



5. ábra. A világ bioüzemanyag/élelmiszertermés aránya (kék), az USA kukoricaterméséből bioüzemanyagra fordított arány (sárga) és az USA feldolgozókapacitásának növekedése (lila).

Az USA esetén különösen szembeötlő, hogy a jelenlegi erőfeszítések és az esetleges teljes USA-beli kukoricatermés feldolgozása is csekély eredménnyel járt, illetve járna.



6. ábra. A jelenleg feldolgozott (sötétlila), épülő és tervezett (középlila) kukoricából származó etanol mennyisége. A világoslila a teljes USA kukoricatermés etanollá alakításából származó üzemanyagmennyiséget mutatja, millió hordó olajekvivalens egységben.

Az USA teljes napi olajigénye 20.5 millió hordó/nap. Ebből az etanolgazdaság jelenleg 850 ezer hordót fedez (4%), a teljes kapacitás pedig 2,3 millió hordó, (11%). (Forrás: TOD)

Zöld energia, gyorsaság, takarékoság

Sokat hivatkoznak arra, hogy zöld erőforrásokkal, vagy atomenergiával majd megoldjuk a nehézségeket, csak kicsit takarékoskodni kell. Az igazság az, hogy az energiahatékonyság növelése, vagy a takarékoság nem elég. Mindkét folyamat, kiindulva a múltbeli tapasztalatokból egyenes arányban nő csak, azaz a megtakarított energia lineáris függvény szerint nő. Az erőforrások kimerülése viszont hatványfüggvény alapján növekszik, a versenyt ők nyernék, egy idő után sokkal gyorsabb a kimerülés, mint a takarékosággal és a hatékonyságnöveléssel nyert energia.

Az Egyesült Államokban az 1980-as években végeztek arra vonatkozó számításokat, hogy mi történik ha a kormányok ráébrednek, hogy 20-25 év múlva elkezdnek csökkenni a hozamok az ősmaradványi források terén, és elkezdődnek a befektetések a kiváltásukra, még a bőséges olaj korszakában. Ilyenkor a társadalom számára az ősmaradványi kitermelés tetőzése idején némi takarékoságra van szükség, mert a felhasználható erőforrások 20%-a az új források építésére fordítódik, kb 10-15 éven át. Azonban ezt a társadalom elviseli és túléli. Utána pedig olyan erőforrásokat használ, melyek fenntartható pályán tartják. Ha azonban az átállással megvárja az emberiség a piac „láthatatlan szabályozó kezének” közbeavatkozását, akkor a következő történik. A piac nem tesz addig lépéseket, míg az ősmaradványi források el nem kezdenek kimerülni. Ekkor megkezdődik új erőforrások gyártása, azonban a folyamat 20-30 évig tart, és a gyártás felemészti a rendelkezésre álló energia 75-80%-át, ami majdnem biztosan a társadalom összeomlásához vezet.

Új erőművek és erőforrások rendszerbe állításával tehát 15 év lemaradásunk van, és az ár 4-5-ször több lesz így, mint lett volna a higgadt felkészülés közben. A megújulók 1%-os arányát kéne felhúzni 40%-re 4-5 év alatt, ez csodaszamba menne.

A megújulók, vagy az atomerőművek részaránya ugyanis legjobb esetben hatványozottan növekedhet, azaz bizonyos időnként megkétszereződik. Jelen esetben a megújulók közül a szélenergia, vagy a napenergia részaránya 3-3,5 évente kétszereződik meg. Tehát 10 év múlva, amikor már égetően ki kellene váltani az ősmaradványi erőforrások 87%-os részarányát, legjobb esetben 25-32%-os részarányt érhetnek el, ha 5%-ról indulnak (ami a megújulókra kissé túlzó, a valóság 1%) és ha közben nem történik meg, ami eddig mindig megtörtént az ilyen források bevezetése során, a hatványozott növekedés nem kezd el lassulni.

Pár szót ejtek a takarékoságról és az energiahatékonyságról is. Míg a hatékonyságnövekedés lineárisan nő (évi pár %) (vagy az energia/GDP lineárisan csökken), addig az energia-kimerülés exponenciális. A takarékoság kezdetben nagy lendületet vehet, később egyre kevésbé lehet már újabb dolgokon spórolni, vagy lemondani róluk. A takarékoság energetikai hatása hiperbolikus függvényhez hasonló megtakarítás, idővel csökken. A kinyerhető energia csökken, a takarékoság által megfogható energia hiperbolikusan csökken, a hatékonyságnövelés pedig legfeljebb lineáris. A teljes hozzáférhető energia (kitermelt, megspórolt, hatékonysággal megspórolt összessége) együttes esése hosszú távon exponenciális. Ugyanis egy idő után a takarékoság 0-val közelíthető, a hatékonyság csak lineárisan nő, és amire hat (termelt energia), az pedig exponenciálisan esik, mely esés dominánssá válik, határértékben. Ha a nettó energiacsúcs a kezdő évben van, akkor intenzív (kezdetben 25%, majd 12,5%, stb.) takarékoság és évi 0,2 egység hatékonyságnövelés (kezdet 1 egység) a hozzáférhető energia esését kb. 6 évvel tolja el.

Konklúzió: minden erőfeszítés (takarékoság, hatékonyságnövelés) megtételével, az exponenciális esés az energia-hozzáférésben elodázható, de nem kerülhető ki.

Abban sem nagyon bízhatunk, hogy az emberiség képes lesz nagy léptékeken összefogni. A piaci társadalom nagyon erősen kiélezte fogyasztói ösztöneinket, amelyek természetes genetikai örökségünk legmélyebb rétegeiben vannak; ezért olyan rendkívül hatékony a fogyasztásra és felhalmozásra felhívó reklám. Az ember genetikailag a rövid távú előnyökre van hangolva, és ha nem mérlegel józanul, akkor azokat is választja. És ezt mi sem bizonyítja jobban, mint a gazdasági válság, mely még éppen csak elkezdődött.

Gazdasági válság

Zajosak mostanság a tőzsdék, egymást érik a szakértők, akik még egymással sem értenek egyet. Minden nap megígérik, hogy most már kifelé megyünk a válságból, estére pedig általában kiderül, hogy a helyzet rosszabb lett. Magyarország mindeközben a csőd közelébe jutott. Ugyanakkor a nyár elején még történelmi magasságon állt az olajár, most pedig a fele, 60-70 dollár körüli, pedig az év végére nem tartottak elképzelhetetlennek 180-200 dollárt sem a fekete arany hordójáért, többek között e sorok írója is gondolt erre a lehetőségre. Mi történik valójában? Mennyire komoly a helyzet, mit tehetünk?

Fékevesztett világgazdaság

A helyzet komolysága miatt megint, mint mostanában oly sokszor, az energiafelhasználás kérdését kell elsőnek elővennünk. Mint írtuk, a világ erőforrásainak túlnyomó része (87%-a) három, évmilliókkal ezelőtt keletkezett „szénhidrogén-lerakat” felhasználására épül, az olajra, földgázra és a kőszénre. A kitermelés görbéje egy haranggörbére emlékeztet. A kőolaj kitermelésének ez a csúcsa épp most köszöntött ránk, de a tetőzés nem hirtelen folyamat volt, a kitermelés 3 év óta lapos, nem tudott nőni. A kereslet túllépett a kínálaton, nőttek az olajárak.[15]

Ha a Földön előállított energiamennyiséget nézzük, akkor még meglepőbb dolgot vehetünk észre: a Föld energiatermelése nagyjából 2000 körül tetőzött. Erre engednek következtetni többek között az Egyesült Államok széntermelési adatai, az USA GPD-jének megtorpanása 2000 óta, és számos tünet. A jó minőségű, antracitos kőszénből, melynek a legnagyobb a fűtőértéke, egyre kevesebbet bányásznak, és hiába nő mellette a barnaszén és a lignit tömege, annyival rosszabb a fűtőértékük, hogy nem tudják ellensúlyozni a feketeszén kiesését. A világg piacra egyre kevesebb jó fűtőértékű szén jut.

A kőolajtermelésnek is csak arra futja mostanában, hogy szinten tartsa magát, érdemi növekedésre nem képes. (10. ábra)

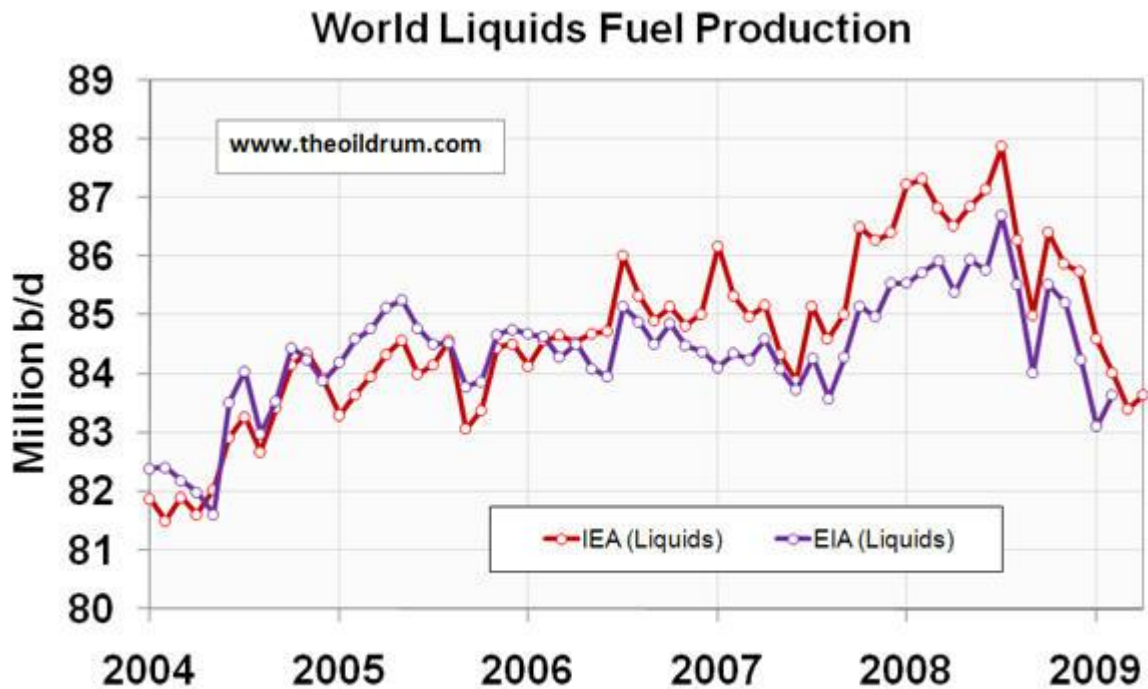


Figure 1 - World liquids production from January 2004 to May 2009.

10. ábra. Az olajkitermelés napi alakulása 2004 januárjától 2008 szeptemberéig. Látható, hogy 2004 közepétől lényegesen nem nő a kitermelés. A legtöbb olajat az óriási erőfeszítéssel növelt termelés során 2008 júniusában hozták a felszínre a világon. Mivel most gazdasági válság van, valószínűleg ez lesz minden idők legnagyobb kitermelt mennyisége egy nap alatt, azaz az olajtermelés csúcsa. (Oilwatch Monthly, 2009 April)

Márpedig a mai társadalom energia nélkül nem létezhet. És a rengeteg vacak gyártásához, a naponta 240 ezerrel növekvő népességhez, a mindennapi élet egyre több területéhez olcsó energia kell, ami jórészt a múlté. Az egy főre jutó energiafelhasználás tulajdonképpen már a '70-es évek vége óta nem nő, ezért aztán mindenféle trükkökhöz kellett folyamodni azért, hogy a gazdaság továbbra is kapjon egyre több külső erőforrást. Ez kezdetben az olcsó olajból származó többlet ipari termékek eladhatósága miatt nem okozott gondot, amerikai termékek uralták a világot. De a tőkenövelés miatt sok vállalat átköltöztette gyárait a fejlődő országokba, és innentől az amerikaiak a pénzforgalommal próbálták uralni a világot, és a mögötte lévő fedezet (termelés) eltűnt. Ugyan a dollár egyeduralmódó lett a világban, de az amerikai gazdaság kizárólag a pénzösszeg növelésével törődött, és nem valódi javak előállításával. Azaz egyre nőtt a fedezetlen pénz forgalma. Ilyenkor pedig egy nagyon fontos dolog történik, mint már fent írtuk: az elérhető többletenergia megszűnésével annak helyét pénzügyi trükkökkel igyekeznek kitölteni. A pénzügyi trükkök közé tartozik jelzalogot adni azoknak az amerikaiaknak, akikről látszik, hogy nagyon nehezen tudják majd visszafizetni új házuk árát. A hitelezők és a gazdaság gurui arra alapoztak, hogy hosszú távon eddig mindig nőttek a részvények értékei, nőtt a gazdaság. Pedig nincs olyan természeti törvény, hogy ez mindig így lesz (emögött a növekedés mögött főképp olcsó energia állt a '90-es évekig). Meg is történt a baj: megállt a növekedés. Ez ad választ arra a kérdésre, hogy miért váltak hitelképtelenné hirtelen amerikai középosztálybeliek milliói, miért kezdődött meg az ingatlanléggömb kipukkadása. De mitől állt meg a növekedés?

A középosztály megrendül

Olyan nincs, hogy egy három évtizedig jól működő rendszer véletlenül kezd el összedőlni, világválságot okozva. Jó oka volt annak, hogy az amerikai felelőtlenség, az ingatlanok jelzáloghitel-piaca összeomlott. Előbb már írtunk róla, hogy olyan emberek is vehettek fel ilyen hitelt, akik ezzel végzetesen eladósodtak, és az új ház szolgált fedezetül a jelzáloghitelhez (a végén már egy ház két hitelhez is!). A bizalom a gazdaság örök növekedésében nagy csapdát állított. A fogyatkozó olajshordók miatt az olajár 2008 elejétől júliusig hordónkénti 100 dollárról 150 környékére mászott fel. Ilyenkor a világgazdaság 5-6%-a az olajszámla kifizetésére fordítódik már. Ez az ún. olajteher. Az olajteher a '90-es években, amikor 20-30 dollár volt a hordónkénti ár, csak 1% körül mozgott. Azt még bírta a gazdaság. De ahogy elkezdődött az árnövekedés 2003-ban, egyre többen voltak kénytelenek lemondani az olaj használatáról. Először a harmadik világ tehetősebb rétegei, aztán a fejlődő országok szűk társadalmi rétegei, akik néhány évig, hónapig kocsiba ülhettek, tették le azt. Végül a válság elérte a fejlett országok alsó rétegeit is. A nyáron a 140-150 dolláros ár miatt elkezdett csökkenni a megtett mérföldek száma az autós nemzetnek számító Egyesült Államokban. Ez jelezte, hogy az erejét megfeszítő középosztály nem bírta tovább: lejjebb kellett adni az életszínvonalat. Kevesebb benzint használt, és már nem tudta fizetni a ház törlesztését sem. Elveszett a ház, és vele az amerikai álom is. Elkezdtek csökkenni a házáruk.

Összefoglalva: kitermelés-csökkenés --> áremelkedés --> fogyasztáscsökkenés --> jelzálogpiaci válság

Erre az időre rengeteg adósság halmozódott fel a jelzálogpiacon. A dominók tovább dőltek. A kisebb bankokat a nagyobbak követték. A felelőtlenül előre kifizetett hatalmas összegek nem voltak behajthatók, visszahívhatók. Nem volt más hátra: az államnak kellett beavatkozni, nehogy az egész gazdaság összedőljön. Így is egy csomó dominó dőlt el. És a válság még nem ért véget. Mert míg a növekvő olajtermelés korában egy egység olajból két egység gazdasági növekedés származott, most egy egység olaj eltűnése a kitermelés csökkenése miatt két egységet vesz le a gazdaságból. Maga Soros György nyilatkozott úgy, hogy a világgazdaság motorja, az amerikai fogyasztó egyre kevesebbet fogyaszt. Új hajtóerő után kell nézni.[16]

Hogy megértsük, miért van ekkora hatással minden mindenre, meg kell néznünk közelebbről a pénz hálózatát a világban.

A hálózatok hibája: a túlterheltség tovaterjedése

A gazdaságot egy hálózat (mint pl. a számítógépes hálózat) mintájára képzelhetjük el. A számítógépek kapcsolataiban is vannak csomópontok, ahova sok kapcsolódás (link) fut be. Ennek van megfelelője a gazdaságban is. Ha egy csomópont túlterheltté válik, a forgalom máshova, egy másik csomópont felé terelődik. Mi történik, ha új útvonalak és csomópontok nem létesülnek, de a forgalom nő? Ezzel a meglévő csomópontok közül egyre több túlterhelt lesz, egyre több esik ki a forgalom továbbításából. A túlterheltség tovaterjed az egész hálózatra.

Ez éppen most folyik a gazdaságban. Az energiatermelés csúcsa miatt az energiaágazat egyre újabb ágazatokat kapcsol magához. Például, amint a nyersolaj (crude & condensate, C&C) kitermelése csökkenni kezdett, kiegészítették az olaj fogalmát. Nemcsak a nyersolaj számít bele, hanem minden "olajféleség"(all liquids). Ezzel a lépéssel az energiarendszerhez csatolták a környezetet, mert az olajpala kitermelése holdbéli tájat eredményez, a több szén-dioxid kibocsátás miatt nő világ átlaghőmérséklete. A kitermelés továbbra sem tudott növekedni, ezért a bioüzemanyagok bevonásával (és a mezőgazdaság olajfüggésével) csatolódt a rendszerhez az élelmiszer-termelés.

Így aztán az olajellátás készlethiány miatt fellépet kritikussága átcsorgott a közlekedésre, az élelemre, a környezetre is. Átfogó rendszer alakult ki, mely lefedi a világgazdaság, sőt lassan a társadalom egészét. Ha tehát az energiaágazat válságba jut, pusztul, akkor ez utóbbiak is hanyatlásnak indulnak. Ugyanis az egyik ágazat túlterheltsége a másokra és a harmadikra átmenve kibillenti az egyensúlyból az egészet, és mivel minden kapcsolva van, előbb-utóbb minden belekerül a darálóba.

És mi közvetít mindezen terek között? A pénz. Az első és legerősebb kapocs a pénzvilág a felsorolt területek között. Ezért aztán itt mérhetővé válnak a kritikusság hatásai, és a haladása a válság pénzvilágon keresztül szabályozza az egész folyamat sebességét.

Tehát amikor már nem lehetett érdemben több energiát előteremteni, akkor kezdték el a "több pénz több energia helyett" folyamatot. Az azonban nem látszik egykönnyen, hogy ez nem több értéket, hanem több adósságot jelent, mert a pénz végső soron nem energia, csak látszólag az. Amikor ez a folyamat csődöt jelentett (bedőlt a jelzálogpiac), akkorra már összekapcsolódott minden, és most azt látjuk július óta, hogy az előtte egymástól alig függő tőzsdei folyamatok most erősen együtt változnak (csökkennek).

A kölcsönös függés az olajár, a TED mutató[17] és pl. a Balti Hajózási Mutató (BDI) között jelenleg 80-90%, míg előtte 40%-os volt! Ez azt jelzi, hogy az energiaár együtt mozog a szállítással (BDI), és az USA hitelpiacával (TED). 2008. október végének nagy híre[18], hogy a Volvo kamiongyár 99.3%-al kevesebb megrendelést kapott a 2008. év harmadik negyedében, mint az előző év azonos időszakában;[19] látható, hogy a szállítási területek válsága egyre mélyebb. A tengeri és a szárazföldi szállítás 80-90%-os visszaesése nemsokára az ipar nyersanyaghiányához vezet. Egy adat: az a bizonyos BDI 10 ezer pontról 700 pont környékére esett vissza. A kikötőben állnak a hajók, üresen, vagy tele, nincs tőke az indításukra, akkora a válság. Hitel meg nincs. Sem hajókra, sem a rakományukra, a szállítási terület válsága nem oldódik meg egykönnyen. Továbbá az élelemár együtt mozgása a többi említett mutatóval is nő, azaz a világ kritikussá vált. Milyen hatása lesz mindennek az olajkitermelésre?

Az olajkitermelés csúcsa most volt

Sokak szerint egyáltalán nem baj, ha ilyen alacsony az olajár, hiszen így tovább elég lesz, ráadásul úgy tűnik még sincs akkora baj vele, mint az olajkitermelés csúcsát terjesztő szakértők jelezték: ugyanannyi kocsi jár, mint annak előtte.

Először is nézzük, hogy jó-e az alacsony olajár? Sajnos nem, hiszen azt jelzi, hogy a válság elpusztította a fizetőképes kereslet egy részét, és világválságot okozott. A megtett út hossza csökkenni kezdett,[20] és azt is lehetett hallani, hogy a kis légitársaságoktól az egyre nagyobbakig gyűrűző csódhullámot keltett a drága kerozin miatti nyereségcsökkenés, vagy veszteségessé válás. Akik ennek örülnek (mert látszólag eltűnt az olajválság), azok hasonlóak ahhoz az emberhez, aki az égő házat eloltó árvíznek örül.

A magas ár miatt kismértékű túltermelés volt 2008 júliusában. Ugyanekkor pörgött fel a válság, fogyasztott napi 1 millió hordóval kevesebbet Kína az olimpia körüli levegőtisztítási hadjárat miatt, ekkor esett ki jó néhány finomító a Mexikói-öbölben, illetve az USA legnagyobb partközeli olajkikötője. Mindezek miatt a fogyasztás váratlanul csökkent, és az ár augusztus végére visszaesett 100 dollár környékére. A kezdődő pénzügyi válság miatt az emberek elkezdtek eladni a részvényeiket és helyette állampapírokat vettek. Az USA-nak van a legtöbb állampapírja a világon, így az amerikai fizetőeszköz az állampapírokba áramló pénzek miatt erősödni kezdett. Az euró-dollár aránya is 1.65-ről 1.2-re csökkent. Ez levitte az olajárát 80 dollár környékére szeptemberre. Ezzel együtt a kezdődő válság miatt csökkent a fogyasztás is. Ez összefügg a hitelek bedőlésével is, mint írtunk róla. Amikor ennyire készlethiányos a piac, kicsi hiány nagy emelkedést és kicsi többlet nagy árcsökkenést tud előidézni. Most is részben ez történt. Ilyen helyzetben még a spekulációs tőke is távozik az olajpapírok piacáról, és a 20 dollár körüli spekulációs ártöbblet is eltűnik: az olaj ára beállt a 60-65 dolláros szintre, és a mélyülő válság miatt lassan araszolt lefelé, tovább, 45 dollárig, jelen sorok írásakor is csak alig jött feljebb onnan, egy ideig vsz. nem is fog. Miért történt, hogy a pénzügyi mozgások nem hagyták érintetlenül az olajpapírok kereskedését sem? Mert innen volt a legkönnyebb kivenni a pénzt, innen is vették ki először. Rövid távon (és a végén) ez utóbbi, hosszabb távon a kereslet csökkenése okozta az áresést. Ha nincs elég pénz az emberek zsebében, kevesebbet fogyasztanak.

Ennek a gazdasági válságnak az olaj szempontjából nem az a legfontosabb hatása, hogy pillanatnyilag csökken az ár. A következmények sokkal súlyosabbak:

- - A régebben feltárt óriási mezők hozama ebben az évben 6.7%-al apad.[21] Ebben a kimerülési adatban azonban benne vannak az ún. EOR-készletek[22] is, melyeket csak többletráfordítással lehet kitermelni; jellemzően víz-, nitrogén- vagy gőzbefecskendezéssel. Egyszóval az EOR-készletek drágák. Ha alacsony az ár, akkor ezeket nem termelik ki, sőt nem fogják megnyitni a költséges új mezőket sem, azaz a kőolajtermelés csúcса most volt, 2008 júliusában (7. ábra). Ez valójában sokkal nagyobb, 9% körüli kimerülési mutatót jelent a létező mezőkre nézve. Mit okoz ez a kitermelésben? További, mintegy 3 millió hordó/nap kitermelés eltűnését jövő év nyaráig. Ezzel a kitermelés az idei nyár 75 millió hordó/nap-jához képest visszaesik 69-70 millió hordó/nap környékére, azaz 5-6 millió hordó/nap-nyi termelés tűnik el egy év alatt. Ekkora kitermelés eltűnése hiányokhoz fog vezetni.
- - A kitermelés gyors esése miatt az ár újra megnő, emiatt majd mégis megkezdődik az új mezőkön a kutak kiépítése, de ekkor már hozamuk nem lesz elég a régi mezők 9%-os hozamkiesésének ellensúlyozására. Arra lesz csak elég, hogy az akkori termelést, azaz a 70 millió hordó/nap-ot szinten tartásuk. Azt az 5 millió hordó/nap-os esést, amit a pénzügyi válság okozott már soha nem lesz képes a termelés ledolgozni. A mai kitermelés szinten tartására (azaz a 2005 óta tartó fennsík meghosszabbítására) akkor lett volna 2010-ig lehetőség, ha most beindulnak a tervezett új mezők.

- - A jövőre vonatkozóan összefoglalóan a következőt mondhatjuk el: a kitermelés esése elkerülhetetlen. Mivel a világ mindig annyi olajat fogyaszt, amennyi a kitermelés, ez a fogyasztás kényszerű csökkenéséhez, és a kielégítetlen igények növekedéséhez, egyszerűen árnövekedéshez vezetnek. A világ jövőre ugyanilyen válsággal, valószínű ellátási nehézségekkel és mindezek mellé sokkal drágább hordónkénti olajjával lesz kénytelen szembenézni.
- A gazdasági válság egyszer véget ér. A fellendüléshez energia kell, de nem lesz elég belőle. Ez lesz az utolsó válság a mindig növekvő gazdaság történetében.[23]

Most van az utolsó alkalom a mai világ történetében, hogy áttérjünk fenntartható pályára, később esélyeink csak romlanak. Ha a vezető politikusok – akikről sorra kiderül, hogy a fenti eseménysor értelmezésére képtelenek – továbbra is a gazdasági növekedés ábrándját kergetik, a gazdaság összeomlása elkerülhetetlen.

Spekuláció, vagy mégsem?

Még egy érvet szoktak emlegetni azok, akik nem látják át az olajpiacot, de szeretnének hozzáértőnek tűnni. Szerintük az olaj árának tartós emelkedésében a spekulációs befektetések játszottak döntő szerepet, annak semmi köze a kereslet-kínálat alakulásához. A kitermelés laposságát ellenben azzal magyarázzák ugyanezen szakértők, hogy a kereslet nem növekedett, tehát itt viszont elismerik a kereslet-kínálat szabályozó szerepét. Ez a gondolatmenet azonban hibás.

Ha igazuk lenne, akkor már 2005 óta tartó spekulációról lenne szó, mely értelmetlen dolog: az olajpapírokat vásároló és aztán eladó spekulánsok nem valódi olajat akarnak, hanem pénzt tárolnak ezekben a papírokból. Éppen ezért azok vétele és eladása semmilyen hatással nincs a kereslet és a kínálat tartós alakulására. Rövidtávon sok olajpapír vásárlása persze felviszi az árat, eladása pedig le (az előbbi történt a 2008-as nyár elején, az utóbbi pedig októberben), de sosem tartósan, csak hetekre, esetleg hónapokra. Hosszú távon a kereslet a döntő, mint az a 2005-2008 közötti árnövekedésben látható volt.

A mezőgazdaság helyzete

A szállítási terület bedőlése, és az alacsony árak miatt lassan nem éri meg vetni. Sok helyen nem is fognak, így aztán a jövő év még élelemhiányt is okozhat. Jelenleg ugyanis nyugaton (Magyarországon is) annyira alacsonyak lettek a felvásárlói árak, hogy hiába csökkent az olajár, lassan nem éri meg gazdálkodni. Az élelemhiány önnön magában nem lenne világméretű, de féltő, hogy a megfelelő szállítási források híján az lesz.

Európa és Magyarország helyzete

A lehetséges európai hitelválság vizsgálata előtt érdemes egy pillantást vetni Európa gázellátottságra. Az Európában, főképp az Északi-tengeren termelt gáz kitermelése 2008-ban tetőzik. A csökkenő termelés és a növekvő felhasználás növekvő behozatalt jelent. Az Európában felhasznált gáz 25%-a orosz behozataltól származik, és az északi-tengeri mezők apadásával nőni fog, nőnie kellene. Ezt az oroszok nem képesek biztosítani. A GAZPROM két nagy mezője, a Jamburg és az Urengoj évente 85-90 milliárd m³-el kevesebb gázt ad, kimerülőben van. Az oroszok arra képesek, hogy pótolják ezt, de arra nem, hogy növeljék is az eladott mennyiséget. Európa egyre drágább gázzal fog szembesülni a jövőben, vagy sürgősen elkezd takarékoskodni.

Megjegyzés: az itt található változat folyamatos frissítés és átírás eredménye. Nem állíthatom, hogy minden hibát kiküszöböltünk, az interneten terjedő verziókhöz képest mindig ez az aktuális.

[1] Példaként: Montreal földrajzi szélessége megegyezik Milánóéval (45° 30'), ám a hideg Labrador-áramlás miatt az évi átlaghőmérséklet 6 C°, a tél hosszú és hideg, a nyár pedig a közeli világtenger miatt hűvös. Az észak-atlanti térség tengeráramlatai már 30%-al lelassultak.

[2] Egyes kísérletek szerint viszont a planktonok szén-dioxid-megkötése nő, csökkentve az erősítő visszacsatolást.

[3] Mind ez a forgatókönyv, mind az Amazonas-vidék összeomlása 2050-2070 körül válik valósággá, ha a jelenlegi kibocsátás nem csökken.

[4] Az iparosított mezőgazdálkodás, a zöld forradalom mára elérte a határait. Az alkalmazott módszerek egyre jobban szegényítik a talajt és rontják a termelés feltételeit. Ezért a befektetett erőforrásokat növelni kell, egyre újabb növényvédő szerek, több műtrágya szükséges, de ezzel a termelés 1980 óta már alig nő. A Föld gabonatartalékai, e múlt évet is belevéve hetedik csökkennek. 2004-ben a Föld legfőbb gabonatermő vidékein, mint hazánkban is, minden addiginál több gabona termett, ennek ellenére a gabonatermés azóta is csökken. A tavalyi aszályok és az ideai nehézségek a rizs vetésekor világméretű éhínséget képesek kirobbantani 2008-2009-ben; 2008-ban az első jelek már láthatók voltak, a 2009-es száraz nyár a déli féltekén pedig csak tetézheti ezt. Ebben az évben is több gabonát fogunk elfogyasztani, mint amennyi megtermett. Hiába a termelési csúcs, a Föld lakossága naponta csaknem negyed millióval nő. A világ gabonatermésének az első 2000-es évtizedben fogyhatnak el. Attól fogva az élelmiszerhiány évről évre nagyobb gondokat okoz majd.

[5] Rendszeresen nem veszi a sajtó tekintetbe, hogy a mező nagysága nem azonos a belőle kinyerhető olaj mennyiségével, hanem attól jóval több.

[6] Megjegyzem, hogy sokkal kevesebb van, mint állítják, érdemes elolvasni az EWG szénjelentését. A szerint a kitermelés már 2010-től alatta marad a növekvő igényeknek, melyeket az olaj fogyasztása támaszt (azaz a kitermelés 2010 után nem sokkal tetőz). Az energiában mért mennyiség már csökken, ugyanis nő a kis energiatartalmú barnaszén és lignit aránya a bányászat során.

[7] A műtrágyagyártás rendkívül erőforrás-igényes iparág. Valószínűleg egyébként a mezőgazdaságnak fog a legtöbb olaj jutni.

[8] Az észak-koreai nagy éhínség, és több millió ember halála éppen annak köszönhető, hogy Kína nem volt hajlandó olcsón földgázt szállítani Észak-Koreának, amely így nem volt képes műtrágyát gyártani. A termésátlagok visszaesését éhínség követte, melyben 3 millió ember halt már meg, és további 4-5 millió áll az éhhalál szélén.

[9] Ráadásul a fogyasztás mindenáron való növelése miatt a társadalom tudatos szellemi befolyásolása zajlik; a reklámok kemény lélektani támadást jelentenek. A fogyasztóvá silányított ember egyébként anyagföldről való vágyait a fogyasztói társadalom anyagi vágyakra korlátozza, ezzel rombolva az ember ember-voltát.

[10] EROEI: Energy Returned On Energy Invested; be/ki energia-arány. Ha 1, vagy 1-nél kisebb, többet teszünk bele a dologba, mint ami kijön. Ld. korábban.

[11] Ez azt jelenti, hogy egymillió atomra hány uránatom jut.

[12] http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG_Uraniumreport_1...

[13] „A világ teljes villamoság-igénye atomerőművekkel hat évig lenne fedezhető.” Forrás: www.feasta.org/documents/energy/nuclear_power.pdf

[14] World Energy Organization

[15] A kitermelő országok által külföldre eladott olaj mennyisége már előbb, 2005 körül elkezdett csökkenni, az áremelkedést igazából ez okozta. Ennek az az oka, hogy a kitermelő országokban a hazai fogyasztás is nő, ezért az eladott olaj mennyisége nemcsak az apadó mezők miatt csökken, hanem ez miatt is (Export Land Modell).

[16] Soros ezt a zöld erőforrásokban látja.

[17] Ez a mutató az amerikai gazdaság „hogylétét” fejezi ki, pontos jelentése számunkra most lényegtelen.

[18] <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601039&sid=a7AhRhE4NJIM&refer=home>

[19] 2007 Q3: 41 800 eladott Volvo kamion; 2008 Q3: 155 darab eladott kamion!

[20] Mert nem ránézésre állapítjuk meg mennyi a kocsi, hanem mérjük azt....

[21] Forrás: IEA.

[22] Enhanced Oil Reserves (Megnövelt olajkészletek)

[23] Az itt közölt előrejelzéseim 2008. októberiek. 2008. decemberében az IEA ugyanezeket tette közzé. Forrás: <http://www.netcastdaily.com/broadcast/fsn2008-1213-2.mp3>

<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aV0wbL7Jbyqo>