

**ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS ERŐFORRÁS-VÁLSÁG:
A JÖVŐ ÉVTIZEDEK LEGNAGYOBB NEHÉZSÉGE
A TÁRSADALOM EGÉSZE ÉS A KERESZTÉNY KÖZÖSSÉG
SZÁMÁRA**

- Fenntartható-e az élet?-

SZAKJELENTÉS

Készítette:

Hetesi Zsolt asztrofizikus, tanár,
ELTE TTK Csillagászati Tanszék



KÉSZ-értekezlet
2007. április 14.

Bevezető helyett

Nehéz felfogni a mai ember számára, hogy milyen válságos helyzetben vagyunk, milyen nehézségekbe sodortuk magunkat saját életformánk következtében és annak folytathatóságának érdekében. Nemzedékünk meg fogja érni a körülöttünk lévő mesterséges világ fokozatosan gyorsuló, hatványozott ütemű összeomlását. *Ha az olvasó 1960 után született, nagyon jó esélye van rá, hogy erőszak, járványok vagy éhínség végezzen vele.*¹ Állításom rendkívül merésznek, ugyanakkor félelmetesnek tűnik. Mégis, ha gondolatmenetemet követve végigjárjuk ennek az írásnak a főbb gondolatvonulatait, nyilvánvaló lesz, hogy változás és változtatás nélkül élve a mai társadalom és annak minden jelenlegi tudása, képessége és vívmánya jórészt semmivé lesz, lakóival együtt.

Meglepő gondolataim alátámasztására a teljesség igénye nélkül felidézek néhány olyan nehézséget, vagy ha tetszik kihívást, melyek előttünk tornyosulva egyelőre lehetetlenné teszik egy olyan jövő képét, melyet talán elképzeltünk magunknak.² Az első ilyen nehézség a bolygó éghajlatának nyilvánvaló változása. További, és még megoldhatatlanabb gond az a *jelenlegi ésszel fel is alig fogható* erőforrásválság, amely tíz éven belül egyre élesebben kirajzolódva rendezetlenségbe taszithatja társadalmunkat. A világhatalmi sakkjátszma és az ember genetikai öröksége pedig mintegy megkoronázza az egész jelenségkört. Írásomban röviden³ ezekre térek ki, majd pedig kifejtem, hogy mi következik mindebből a magyar társadalom, és a keresztény közösség számára.

Érdeemes megfontolni egy történetet, a Szent Máté-sziget rénszarvasainak esetét. Egy faj, ha olyan környezetbe kerül, ahol nagy bőségben talál táplálékot, akkor komolyabb szaporodásnak indul. A szaporodásnak a táplálék elfogyása vagy a természetes ellenség vet véget. A faj a környezetében olyan változásokat is okozhat, amelyek kipusztulásához vezetnek. A szigetet, amíg nem élt rajta rénszarvas, tíz centiméter vastag rénszarvaszuzmó borította. 1944-ben egy 29 állatból álló rénszarvascsordát telepítettek a szigetre. A csorda szaporodása, mivel bőségesen volt táplálék, exponenciális függvényt követhetett. Az exponenciális függvény szerinti szaporodás azt jelenti, hogy a szaporulat mindig az éppen meglévő létszámmal arányos. 1957-ben már 1350 egyed élt ott, 1963-ban pedig 6000. Addigra lelegelték a zuzmót és 1963-1964 kemény tele végzett a csordával. A tavaszt csak 41 tehén és egy terméketlen bika élte meg. Ez a kipusztulás törvényszerű volt, mivel a rénszarvasok felszabadultak a létszámukat szabályzó hatások alól. Egyrészt nem ritkították őket a ragadozók. Másrészt nem vándorolhattak máshová, ezért a zuzmó nem újulhatott meg. Ha már állatok, akkor La Fontaine, aki meséinek végén mindig egy kérdést tesz fel: *moralité?* Azaz: tanulság? Hogy van-e tanulság, én nem tudom...

Időjáráscsinálók

A címben jelölt valakiken régen az isteneket értették, akiknek akaratától függtek az esők, a szelek és hőmérséklet. Nekik áldozva rá lehetett venni őket, hogy megszánják az embert, és alkalmas időt adjanak neki. Manapság már senki sem hiszi, hogy külön istene lenne az esőnek, vagy a Napnak, helyette azt gondolják, hogy az időjárás alakulásáért a légkört leíró állapotjelzők (nyomás, sűrűség, hőmérséklet, moláris összetétel, stb.), a besugárzás, a felszín

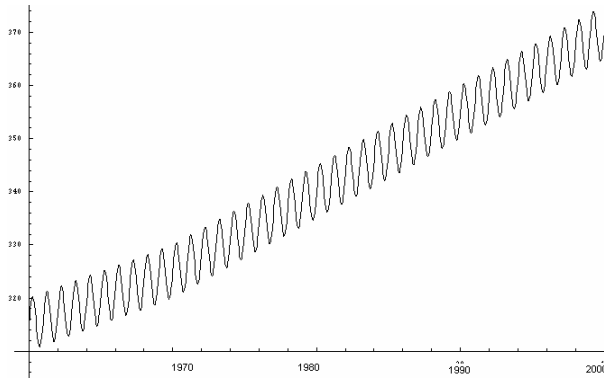
¹ Ennek valószínűsége földrésről-földrésre változó. A harmadik világban 80-90%, a ma fejlett nyugati világban kb. 40-50%. Míg a túlnépesedett Ázsiában és Afrikában a járványok és az éhínség a fő kockázati tényező, addig a jelenleg fejlett világban az erőszakos halálokok ugrásszerű növekedése jelent valós veszélyt.

² A szerző fizikus, egyetemi óraadó tanár; a cikk témájában órarend szerinti előadást tart az ELTE TTK kutató- és tanárjelölt hallgatói számára.

³ A témakörben írt egyetemi jegyzet 200 oldalnyi...

tulajdonságai, a légkör átlátszósága, stb. a felelősek. Nagyon kevesen gondolnak bele abba, hogy az időjárás alakítói a múlt század ötvenes éveitől *mi magunk vagyunk*.

A világméretű éghajlatváltozás tény, és most már nem lehet sokáig hallgatni róla.⁴ Az emberi tevékenység következtében a Föld átlaghőmérséklete 0.6 °C-ot emelkedett az ipari tevékenység előtti időhöz képest.⁵ A légköri CO₂ mennyiséget pedig az emberiség jelentősen megemelte; az ipari termelés előtti 280 ppm-hez képest most 380 ppm⁶ (Flannery, 2006). (1. ábra)



1. ábra. A légköri CO₂ mennyiségének változása 1960 és 2000 között, ppm egységekben. A növekedés oka kétségtelenül a polgárosult (civilizált) életforma és ipari termelés, az éves ingadozások (fűrészfog-alakzat) az északi félteke lombhullató erdőinek évszakos változásaival függnek össze. Vegyük észre, hogy 1970 után a növekedés mértéke a 10 ppm / évtizedről 15-18 ppm /évtizedre változott.

Köztudomású, hogy a CO₂ üvegházgáz, azaz csekély mennyisége ellenére rendkívül hatásosan megköti az éjszakai hőkisugárzást a Föld felszínéről a világűr felé.

A légkörmodellek szerint a Földnek ekkora mennyiségű szén-dioxid hatására 2-3 °C-al kellett volna fölmelegednie, de a valóság ennek harmada (Stainforth et al., 2005). Egyre nyilvánvalóbb, hogy ez annak köszönhető, hogy az ősmaradványi erőforrások elégetése rengeteg permetet (aeroszolt) és koromból megporból álló részecskéket juttat a felsőlégkörbe, mely csökkenti a bejutó napsugárzás erősségét.⁷ Sajnos azonban még a por jelenlétében is növekszik a Föld átlaghőmérséklete. Előrejelzések szerint, ha a jelenlegi ütemű CO₂-kibocsátás folytatódik (és növekszik), akkor 2050-re a Föld átlaghőmérséklete 2-5 °C-al növekedhet meg.

Az éghajlatváltozás következményei

Jelenleg sokan egyszerűen nem érzékelik a veszélyt, amely az éghajlat változásából keletkezett. Csak röviden térek ki a legfontosabbakra.

- A jelenleg a Földön élő fajok 1/3-a kipusztul ha még 2 °C-al növekszik a hőmérséklet. Ez elképzelhetetlen csapással járna bolygónk élő rendszerére (ökoszisztémájára). Az ember fennmaradása egy ilyen környezetben alig biztosítható, ennek egyszerűen az az

⁴ Jelenleg már közvetlenül mérhető a felmelegedés. A Föld egy m²-ére 235 watt teljesítmény esik a Napból. Ha hőmérsékleti egyensúly állna fenn a Föld esetében, akkor ennyit is sugározna ki. A kisugárzás azonban csak 234.15 W / m². (Hansen et al., 2005)

⁵ Teljesen nyilvánvaló az ipari forradalom hatása, mert előtte a Déli-sarki jégből vett zárványok adatai alapján a hőmérséklet nagyjából 2000 éve állandó volt.

⁶ A ppm egység azt jelenti, hogy egymillió levegőmolekulára hány db CO₂ jut (=particle per million).

⁷ Ez akkor vált bizonyossá, amikor 2001. szeptember 11-e után repülési tilalmat vezettek be az AEÁ-ban, és a nappali hőmérséklet a kondenzcsíkok hiányában tiszta légkör miatt több fokkal megnőtt.

oka, hogy az ember a tápláléklánc végén foglal helyet, ezért csúcsragadozóként fogható fel.

- Az átlaghőmérséklet növekedtével három egymástól független csapás is fenyegeti az élővilágot:
 1. A hőmérséklet növekedésével biztosan elolvad az Északi-sark jége. Ennek következtében a Golf-áramlat előterében felhígul a só sűrűsége, ez pedig magával hozza az áramlat lelassulását, hiszen azt a só sűrűségkülönbsége (gradiense) hajtja.⁸ Egész 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 át⁹).
 2. A hőmérséklet növekedésével a világtenger is melegszik, és CO₂-megkötő képessége ezzel csökken, tovább gyorsítva a felmelegedést. Továbbá a melegedés miatt összeomlik az Amazonas-medence őserdei élővilága, tovább emelve a CO₂-szintet, mintegy 150-200 ppm-el, ami akkor szintén gyorsítani fogja a felmelegedést.
 3. Ha 5 C°-ot sikerül emelni a bolygó hőmérsékletén, akkor felolvad az összefüggő jégtakaró a föld alatt Szibériában.¹⁰ Az ott található jég 10%-ban metánt tartalmaz; a vízmolekulák csapdába zárják a metánmolekulákat (klatrát-szerkezet) (Sloan, 2003). Ha mindez felszabadul (a jelenség Nyugat-Szibériában már zajlik), akkor összesen 450 milliárd tonna metán jutna a légkörbe, ami rövid távon annak felel meg, mintha 23-szor annyi CO₂ jutna ki, azaz amikor ez megtörténik a légköri viszonyok annak felelnek majd meg, mintha a CO₂ sűrűsége 3900 ppm lenne. Ennek következtében egyszerűen felforr a bolygó...
- A nagyvárosok egy részének vízhálózatára csapást jelent a fölmelegedés. Sidney víztartaléka 2 évre elegendő, mert a vízgyűjtőben a szokásos csapadék 45%-a hullik már évek óta. (Australian, 2004). A folyamatos aszályok következtében a Föld gabonatermelései az 1986-os 100 napról mára 40-50 napra zsugorodtak, a 2004-es kiugró termés ellenére is (a mezőgazdaságra más nehézségek is várnak, ld. később).¹¹

Erőforrásválság

Egy ideje egyre többen ismerték fel, hogy az ősmaradványi erőforrásokra épülő mesterséges társadalom nem tartható fenn sokáig, mert nem lesz többé olcsó erőforrás (olaj). Óriási teljesítményeink egyszerűen annak köszönhetőek, hogy rendkívül olcsón tudunk erőforrásokat rendszerbe állítani azért, hogy bármit gyártsunk, mozgassunk, vagy hogy kényelmesebben éljünk. Az átlagosnak mondható *1997-es évben annyi ősmaradványi anyagot égettünk el,*

⁸ Biztosan nem igaz az a forgatókönyv, mely szerint méterekkel nőne meg a világtengerek szintje, ugyanis az északi jég úszó jég, tehát elolvadása egy centiméterrel sem emeli a vízszintet. A víz hőtágulási tulajdonságai miatt néhány centimétert fog csak emelkedni.

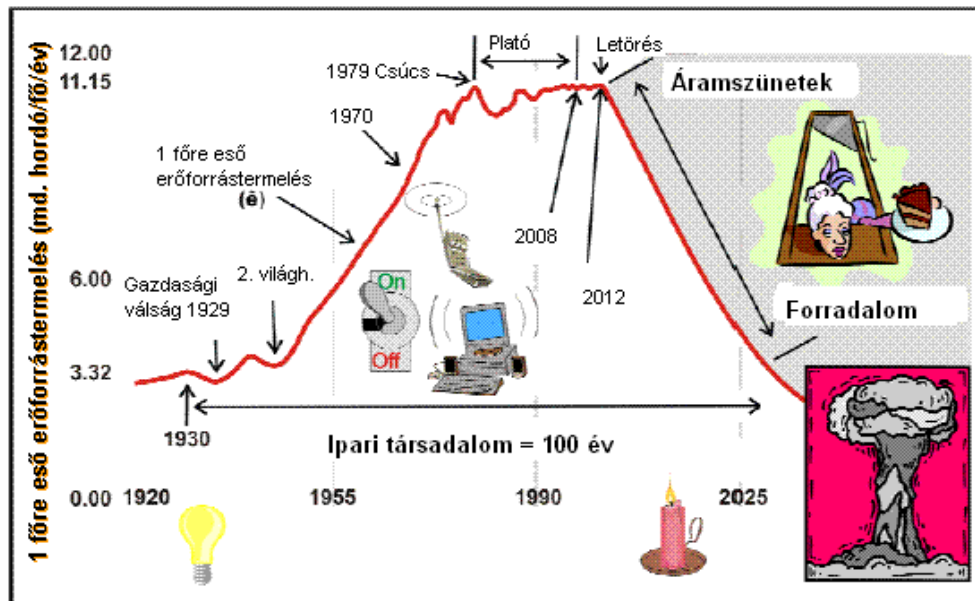
⁹ Példaként: Montreal földrajzi szélessége megegyezik Milánóéval (45° 30'), ám a hideg Labrador-áramlás miatt az évi átlaghőmérséklet 6 C°, a tél hosszú és hideg, a nyár pedig a közeli világtenger miatt hűvös.

¹⁰ Mind ez a forgatókönyv, mind az Amazonas-vidék összeomlása 2050-2070 körül válik valóssá, ha a jelenlegi kibocsátás nem csökken.

¹¹ 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 növényvédők szerek, több műtrágya szükséges, de ezzel a termelés 1980 óta már alig nő. A Föld gabonatermelései, 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 gabonatermelés azóta is csökken. Azaz pl. 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 gabonatermelései 2008-ra fogyhatnak el. Attól fogva az élelmiszerhiány évről évre nagyobb gondokat okoz majd.

amennyi a Földre 422 évnyi napsugárzás által jut el. Ebből az egyetlen tényből is világos: az ősmaradványi erőforrások nélkül nem létezhetünk!

Az 1980-as évektől kezdve mind több kutató foglalkozott a készletek kimerülésének gondolatával, ezt nevezik *olajcsúcs-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 használnánk. Ezek a folyamatok hatványozódó (exponenciális) erőforrás-felhasználást eredményeznek, ám a készletek végesek. Ezért szükségképpen elérünk egy csúcstól, amin túl az olajkitermelés a véges készletek miatt már nem növelhető. Ez az olajcsúcs (2. ábra).

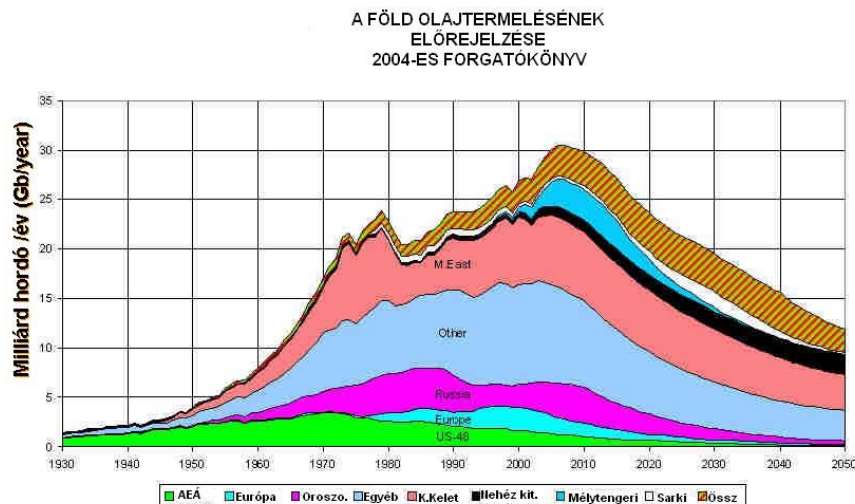


2. ábra. Az olajcsúcs jelentősége az egy főre jutó erőforrás-termelésben mutatkozik meg. A világ egy főre jutó erőforrás-előállítás 1979-ig növekedett. Lényegében az első olajválság (1973) idejében torpant meg, majd állt le véglegesen, de ennek nem a fogyás volt az oka, hanem az, hogy az OPEC szándékosan visszafogta a termelést. Az ábra értelmében azonban 2008 és 2012 között visszafordíthatatlan folyamatok indulnak meg a világban. 2008-ban a Föld eléri az olajcsúcsot, azaz a legtöbb egy évben kitermelt olajmennyiséget. 2012-ig fokozatosan csökken a kitermelés, az igények azonban növekednének. Ez egyre nagyobb gazdasági és társadalmi feszültségek forrása lesz. 2012-ben lényegében az 1970-es szint elé esik vissza az erőforrás-termelés, és az addigra felhalmozott feszültség miatt összeomlik a rendszer. Látható, hogy a hatványozott növekedést megtorpanás, majd ugyanilyen esés követi. 2030-ra véget ér az ipari társadalom, és az 1930-as szintre áll vissza az erőforrás-termelés, ha ugyan megáll akkor a csökkenés.

A fenti ábra alapvetően az erőforrás-előállítás időbeli változását mutatja, de ehhez rendkívül hasonló az olajtermelés görbéje is (3. ábra). Az olajcsúcs számos következménnyel jár rögtön a bekövetkezése után. A kitermelés csökkenése az első években 2-3% lehet, míg a világ igénye ugyanennyivel növekszik évente. Ez az olajcsúcs utáni évben már 4% hiányt jelent, amely 5 éven belül 15-20%-os be nem tömhető részhez vezet. Ebből olyan válság következik, amelyet nehezen tudunk elképzelni manapság. Az olaj adja a villamos áram termelés 40, illetve a közlekedés erőforrásainak 90%-át. Ebből látható, hogy olaj hiányában súlyos ellátási zavarok várhatóak.

Végül is a helyzet még bonyolultabb és komolyabb, mint ami az eddigiekből látszik. 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 hatványozottan (exponenciálisan) 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 biztosan a végpusztulásba juttatja a bolygót, akár azzal, hogy megkétszerezi az üvegházgázokat a légkörben és ezzel az élővilág összeomlik, akár (de inkább ezzel együtt) úgy, hogy feléli az összes elérhető olcsó ősmaradványi erőforrást, és az olcsó erőforrásokra épült társadalom összeomlik.¹²



3. ábra. A Föld olajtermelése 2050-ig, egy 2004-es, több független szakértői csoport (NASA, BP) által megerősített előrejelzés alapján. 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. Lehetséges a nehezen kitermelhető mezők felhasználása (olajpala és olajhomok lelőhelyek), de ez távolról sem olcsó (1 hordónak megfelelő erőforrás befektetése 2 hordó olajat eredményez). A visszaesés kezdetét a legtöbb szakértői csoport 2005 és 2012 közé tette, a legvalószínűbbnek 2008-at és 2009-et tekintik.

A legújabb, egyelőre még csak kevesek által ismert adatok alapján a Föld termelésének harmadát adó négy nagy szaúdi olajmező termelése 2006 óta csökken.¹³ Márpedig, amint a 3. ábra is mutatja, 2004 után már csak a közel-keleti kitermelés állt saját csúcsa előtt; azaz, *ha a közel-keleti olajkitermelés tetőzik* (márpedig ez most bekövetkezett), *akkor a bolygó elérte az olajcsúcsot*.

A részletek kifejtése nélkül vizsgáljunk meg néhány következményt.

- Az ősmaradványi erőforrások adják a villamos áramtermelés döntő részét (az olaj 7%-a, a földgáz 44%-a, a kőszén 88%-a, a víz- és atomerő 100%-a ide fordítódik). Az ősmaradványi erőforrások kiesése fokozatos áramkorlátozást, illetve teljes kimaradást okoz 5, illetve 10 éven belül. Áram nélkül a mai társadalom nem képes fennmaradni, a városi életforma megoldhatatlan nehézségekbe ütközik. Nincs szállítás, az élelmiszer nem jut el a városokba (a szállítás 90%-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 visszaesést fog elszenvedni. (Duncan, 2006)

¹² Ráadásul a fogyasztás mindenáron való növelése miatt a társadalom tudatos szellemi befolyásolása zajlik; a reklámok kemény lélektani támadást jelentenek. A fogyasztóvá silányított ember egyébként anyagföltötti vágyait a fogyasztói társadalom anyagi vágyakra korlátozza, ezzel rombolva az ember ember-voltát.

¹³ A csökkenés oka nem a termelés visszafogása, mint 1973-ban, hanem a készletek kimerülése.

- Olaj hiányában a műanyaggyártás (mely az élet egyre több területén kizárólagos, és az anyagforgalom felét teszi ki) megszűnik.
- Ősmeradványi erőforrások nélkül nem lehet műtrágyákat és vegyszereket előállítani.¹⁴ A gépek is leállnak, mindez együtt a zöld forradalom utáni mezőgazdaság végét jelenti. A termésátlagok az ötödükre esnek vissza.
- Egy előnyös következményről is szót ejtek. A növekvő erőforrás-árak miatt pénzromlás lép fel, mely többé nem áll meg. A folyamatot gazdasági válság és munkanélküliség követi, mely a fogyasztói társadalom bukásához vezet; ezzel megszűnik az anyagfölötti vágyak elnyomása, és a társadalom szűk érdekcsoportok általi kihasználása és tudati befolyásolása.
- Az összeomlás sorrendje: az erőforrás-kínálat csökken, a gazdaság zsugorodik, a közegészségügy, mint a legdrágább és legkifinomultabb ágazat, összeomlik, ezt követik a zavargások, járványok és éhínségek. A fejlődő világban a zöld forradalom utáni mezőgazdálkodás megnövekedett termésátlagai a népesség növekedését is maguk után vonták. Amikor ezekben az országokban az erőforráshiány miatt visszaesnek a termésátlagok, továbbá összeomlik a gazdaság, a valószínűsége hagyatkozva egy embernek $1/5=20\%$ esélye lesz élelemhez jutni,¹⁵ és 50-60% esélye lesz túlélni a járványokat és zavargásokat, azaz összesen 85-90% eséllyel nem maradhat életben. Az egész harmadik világ népességére nézve ez mintegy 4-4.5 milliárd ember halálát jelenti majd, körülbelül 2040-ig bezárólag.¹⁶
- A nyugati világ szerencsésebb, mert a megnőtt termésátlagokat nem követte a népesség megugrása, a termelt többletet a haszonállat-állomány eszi meg, ezért van mindennap hús a nyugatiak asztalán. Ezt a közbeeső láncszemet eltüntetve a táplálékláncból, a nyugati világ élelmezése megoldható. Azonban az igények jó részéről le kell mondani, hogy a túlélés biztos legyen. Ez, és az erőforráshiány óhatatlan zavargásokkal jár majd, így nyugaton is számítani kell 50% embervesztésre, ez mintegy 700 millió fő.¹⁷
- Az összeomlás következményeit a nyugati világot irányító nagyhatalmú pénzügyi körök felhasználhatják egy parancsuralmi világkormányzat kiépítésére. Erre vonatkozó tervek szivárogtak ki az AEÁ kormányzati szintjéről (Drábik, 2002, Korten, 1996).

A következmények súlyosságát tekintve ez az eddigi legnagyobb kihívás, ami ránk vár. Most nézzük, hogy mi az, amit nem érdemes, vagy lehetetlen megoldani, és mit tudunk tenni.

Ami nem megoldható

Sokak válasza az a fenti nehézségekre (amiket ők inkább "kihívásnak" mondanak), hogy a gazdaság a kényszer hatására majd megkeresi azt az utat, ami járható. Ráadásul egy közkeletű válasz szerint majd kitalál valami megoldást a tudóstársadalom. Többen a megújuló erőforrásokban látják a jövőt.

Úgy tűnik, hogy szinte minden vezető államférfi és közgazdász a fenti tévedések valamelyikének rabja. A tudománynak sokan természetfölötti hatalmat tulajdonítanak, pedig

¹⁴ A műtrágyagyártás rendkívül erőforrás-igényes iparág.

¹⁵ A termésátlag ötöde lesz a mainak.

¹⁶ Az észak-koreai nagy éhínség, és több millió ember halála éppen annak köszönhető, hogy Kína már nem hajlandó olcsón földgázt szállítani Észak-Koreának, amely így nem képes műtrágyát gyártani. A termésátlagok visszaesését éhínség követte, melyben 3 millió ember halt már meg, és további 4-5 millió áll az éhhalál szélén. Észak-Korea az olajért cserébe még atomprogramját is feladta (2007 elején)!

¹⁷ Az utóbbi két pont áldozatokra vonatkozó becslése jóindulatú, mert nem számol nagy háborúkkal.

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. Továbbá egyes tudománytörténészek szerint a tudomány jelenleg nincs "felfedező kedvében", a felfedezések arányában csak az 1600-as évek szintjén áll, és messze van attól a csúcstól, mely az 1870-es éveket jellemezte (Huebner 2001). Ezen összetett okok miatt úgy tűnik, hogy nincs sok esély egy átütő tudományos felfedezésre. A piac pedig, amely kikényszeríthetné a változást, már régen nem befolyásolható, nem téríthető ki a növekedés pusztító folyamatából.

Ami a további olajlelőhelyeket illeti, erről már írtam, annak esélye, hogy még vannak könnyen kitermelhető, olcsó olajat adó nagy mezők a Földön, 5%.

A megújuló és zöld erőforrások esete sem biztató. Ezek a termelés 1-2%-át teszik ki, ami egyszerűen túl kevés bármihez. Annyi fejlesztésre és építésre, illetve gyártásra már nincs sem idő, sem pedig hagyományos ősmaradványi erőforrás, amennyi akár a jelenlegi termelés 1/10-ét adná később!

Szénből ugyan még elég sok van, tetőzése, ha kiváltja az olajat és földgázt, 2040-re várható, de használata gyorsítja a világméretű éghajlatváltozást, másrészt szállítása nehézkes, és számtalan területen nem versenyezhet az olajjal, vagy a földgázzal, ilyen például a közlekedés.

Az egyik varázsszó a területen a hidrogén. Azt állítják egyes szakértők, hogy a hidrogén lehet a jövő olaja. Ez persze két okból sem működik. Egyrészt ha a hidrogént üzemanyagként szeretnénk használni, akkor elő kell állítani, ez pedig hagyományos erőforrásokat köt le, ráadásul a hidrogén nehezen szállítható, folyékonyra pedig csak -235 C°-on válik, és könnyen elillan, továbbá sokkal robbanásveszélyesebb, mint a benzin. Előállítás, és szállítása hagyományos erőforrást igényel, tehát azt kiváltani nem képes. Ráadásul, ha hagyományos erőforrásokkal (pl. földgázzal) állítják elő, több CO₂ keletkezik, mintha azt a hagyományos erőforrást közvetlenül használtuk volna fel.

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 rövidtávú előnyökre van hangolva, és ha nem mérlegel józanul, akkor azokat is választja¹⁸ (Hanson, 2007).

Ami megoldható, hazánkban is

Mivel az erőforrásválság és az ellátási nehézségek elsősorban a városokat érintik,¹⁹ ezért célszerű falura költözni, (*első előtti lépés*) hiszen a vidéki környezet még ma sem áll messze az önellátástól (pl. Erdélyben). Arra a tudásra, amit a vidék parasztsága évszázadokon át felhalmozott újra nagy szükség lesz, hiszen a földeket megint kézzel és állati igával kell művelni, vegyszerek és műtrágya nélkül. Ebben a munkában ismét foglalkoztatottá válik a

¹⁸ Ne legyenek álmoképeink a dologról. Magyarországon például minden harmadik ember gyakorlati analfabéta, azaz kizárólag a televízió formálja véleményét. Az AEÁ utolsó évekbeli hataloműzési gyakorlatában ezt érhetjük tetten. A "war on terror" valójában az olajért folyik. A világ első négy olajlelőhelye Szaúd-Arábiában, Irakban, Kuvaitban és Iránban van. Ezek után - napjaink eseményeit figyelve - tán már meg sem lepődünk annyira az AEÁ, az utolsó nagyhatalom lépésein.

¹⁹ A városok lakótelepei nem tarthatók meg. Egy tízeletes lakótelepi ház nagy erőforrás-fogyasztó és ráadásul túl magas is ahhoz, hogy a víz feljusson a tizedik emeletre. A belvárosok néhány emeletes háztömbjei fenntarthatóak, hiszen ezek akkor is álltak, amikor még nem volt ennyire jelentős az olajfelhasználás. Budapest esetében a fent említettek a lakosság felének kényszerű elvándorlásával, vagy célirányos kiköltöztetésével oldhatók meg.

falun élő lakosság 80-85%-a, megszűnik a munkanélküliség vidéken, aminek elsődleges kiváltó oka a mezőgazdaság szerkezetváltása volt az 1960-as években.

Továbbá valószínű, hogy a legszükségesebb iparcikkek kivételével (lábasok, tányérok, üveg, stb.) minden helyben fog készülni. Újra előbukkannak a rég eltűntnek hitt szakmák, a kovács, a szíjártó, a takács, a molnár, a fazekas, a tímár, a bognár és így tovább.

1. *Első feladatunk tehát a földművelés hagyományos módszereiről és kézműves mesterségről szóló még meglévő tudás ápolása és bővítése.*

A vidéki házakat (és az egyéb fenntartani kívánt épületeket) szereljük fel a következő létfontosságú berendezésekkel: napelem, fűtő kút,²⁰ melyből kézzel is húzható víz, művelésre alkalmas földterület, pince, és lehetőleg fa tüzelésére alkalmas kazán, de még jobb a kályha.

2. *Második feladatunk tehát az alapvető ellátás megszervezése (erőforrás és víz).*

Azután, még ha egyelőre csak szórakozás szintjén is, tanuljunk meg egy hasznos szakmát, vagy többilyent. A földművelés, kézművesség, ezermesterség nagyon kifizetődő tudás lesz az elkövetkező időkben. A társadalom jelenlegi állapotához szorosan kötődő, és/vagy rendkívül magas fejlettségű berendezésekhez kapcsolódó szakmák nem lesznek hasznosíthatók (az elsöre a manager és a könyvelő, a másodikra az úrhajós és a maroktelefon-tervező jó példa).

3. *Harmadszor tehát tegyünk szert olyan hasznos ismeretre, mely egyrészt segítheti túlélésünket, másrészt nagyobb értékkel ruház fel minket élve, mint holtan.*

Mivel a magasan gépesített és rendkívül kifinomult egészségügy fog először akadozni, törődünk sokat egészségünkkel, és lehetőleg váljunk függetlenné az egészségügyi rendszertől, például azzal, hogy megtanuljuk, melyik fűben-fában milyen orvosság van.

4. *Negyedszer, ismerjük meg a gyógynövényeket és vigyázzunk az egészségünkre.*

Rendkívüli csapások fogják érni az emberiséget, ez pedig mindig könnyebben kivédhető, illetve feldolgozható egy szorosan egymásra utalt közösség kereteiben. A közösség tagjai éppen úgy megoszthatják a munkát egymás között, mint ahogy azt a jelenlegi rendkívül bonyolult társadalom is megteszi - csak az ipari korszak alkonyának közösségei lényegesen kevesebb taggal is működőképeseek, hiszen a rendkívül szakosított foglalkozások eltűnnek. Egy hagyományos falunak megfelelő méretű közösség, minden szükséges foglalkozást űző taggal, és lehetőleg falun, már nagyjából 500-1000 fő esetén is fenntartható lehet.

5. *Ötödször keressük hasonló emberek barátságát, és lehetőleg együtt telepedjünk le, egy városoktól távolabb fekvő faluban.²¹*

A társadalomban már most vannak olyan magasan képzett szakemberek, akik a fent leírt válságtünetekkel (vagy egy részükkel) tisztában vannak. Az emberiség felhalmozott tudását nem szabad veszni hagyni. Minden tájegységnek szükséges lenne kiépíteni egy tudás-és tárolóközpontot, ahol van áramszolgáltatás, számítógép-központ, legalább vezetékes távbeszélő-összeköttetés vagy rádiókapcsolat a világ többi ilyen központjával; illetve az emberiség tudásának egy fontos ága nagy mértékben, és általános tudás tekintetében pedig kisebb, de átfogó részben képviselve/tárolva van.

6. *Hatodszor, halmozzunk fel minél több tudást a fejünkben, és ha tehetjük könyvek formájában is, mert azok hozzáférhetők villamos eszközök nélkül is. Keressünk hasonlóan képzett embereket, hogy együtt gondolkodhassunk. Ha van napelemünk, akkor egy hordozható számítógép jó befektetés lehet - főleg kutatók számára.*

²⁰ Közösségenként legalább egy fűtő kútra van szükség.

²¹ A vidéki ház- és földárak miatt ez egyelőre könnyen megoldható. A szerző véleménye szerint pedig a gazdasági összeomlás után a földtulajdon-jog megszűnik.

Két lehetséges jövő

Elképzelem a jövőt, kétfélet is. A *rosszabbikkal* kezdem, hogy a jót lehessen értékelni majd.

A világgazdasági rendszer tehetetlenségénél fogva mindenképpen igyekszik fenntartani arculatát. Az AEÁ erőforrásainak java része a Közel-Keleten és Közép-Ázsiában folyó tartós háborúskodásban emésződik fel. Az iszlám és a nyugati életfelfogás közötti szakadék mélyül, a két világ közötti súrlódások, összecsapások ereje egyre hevesebb. A szélsőséges iszlám erők eléri céljaikat, bizonytalanná teszi a fejlett világ olajellátását. Az egyetemesítés (globalizáció) nemkívánatos mellékhatásai felerősödik, ugrásszerűen növekszik a nemzetközi bűnözés szerepe, amely a világgazdaságba és az államéletbe beépülve annak meghatározó tényezőjévé válik.

A fogyasztói társadalom ragaszkodik a lényegéhez, a folytonos gazdasági növekedéshez. A hirdetések eszközei fokozatosan még erőszakosabbakká válnak, emiatt a még jobban hajszolt emberek élete évről évre reménytelenebbé lesz. A globalizáció egységesítő hatása egyre erősödik. Az azonossá gyúrt emberek társadalmá hallatlan veszélyek hordozójává válik. Az ugyanolyanná válás, ugyanúgy gondolkodás épp azt jelenti, hogy az emberek az állatokhoz hasonlóan kezdenek viselkedni. Ebben az ember számára természetellenes helyzetben kiszámíthatatlan, hogy változások esetén mi fog történni. Az emberekből kilúgozták az emberre jellemző erkölcsi gondolkodást, a személyes felelősség érzetét. A belőlük válsághelyzetben összeverődött tömegek bármire képesek.

A környezeti válság fenyegetéseire tekintet nélkül, minél többet kicsikarva kiaknázzák a bolygó olaj, földgáz, szén, lignit, olajpala és olajhomok készleteit. Az energiaárak ugrásszerű emelkedése így sem kerülhető el. A pazarló rendszer azonban fennmarad, még jobban pusztítva az embert éltető természetes környezetet. A szegények és a gazdagok közötti ellentét még kirívóbb lesz, a csökkenő népességű gazdag országokba való bevándorlás ellenőrizhetetlenné válik. A természeti csapások egyre nagyobb pusztításokat okoznak, amelyek feltartóztatlan népvándorlásokhoz vezetnek.

Az erőforráshiány elsősorban a szegényebb, nagy népsűrűségű országokat sújtja. A kőolaj és földgáz hiánya miatt a mezőgazdasági termelés csökken és a ma Észak-Koreában tapasztalható éhínség általánossá válik. Mivel számos ilyen helyzetbe kerülő ország atomfegyverrel is rendelkezik, világszerte elképzelhetetlenül súlyos összeütközések alakulnak ki.

A természet fokozódó szennyezettsége, a természetes környezet romlása újabb és egyre pusztítóbb betegségek sokaságának megjelenéséhez vezet. Az emberi immunrendszer nem tud alkalmazkodni a mérgezett környezet okozta végzetes változásokhoz. Az orvostudomány képtelen kezelni az újabb fertőző kórokat, az immunrendszer újabb és újabb betegségeit. Az egészségügy rendszere összeomlik.

A kaotikus folyamatok kezelhetlensége nyilvánvalóvá lesz. Az egyenként még talán megoldható kérdések hatalmas mértékben felerősítik egymás káros hatásait. A pénzügyi és gazdasági vilárendszer szétesik, a világrend összeroppan és a végítélethez hasonló viszonyok alakulnak ki. A válságba zuhanó fogyasztói társadalmak tömegei az ugyanolyanná gyúrt gondolkodásuk miatt képtelenek alkalmazkodni. A csupán a kocsivezetésre, távirányítók, maroktelefonok kezelésére kiképzett, csak a szűk szakmájához értő emberek társadalmá benuulttá válik. A rájuk zúdult balsors miatt a felbőszült emberek bűnbakokat keresnek.

A tömegek azokra a hirtelen kiemelkedő hangadókra hallgatnak, akik leginkább megérzik az akaratlanul is állatias viselkedésre beállított emberek lelke mélyén kavargó torz indulatokat. A tömegek azok ellen fordulnak, akik vezették őket és amint a 20. században is annyiszor, utólag felfoghatatlan és értelmezhetetlen borzalmakat követnek el. A legsúlyosabb zavargások a fejlettnek nevezett országokat sújtják.

Most jöjjön a *siker*es forgatókönyv.²²

A politikai-gazdasági hatalmat birtokló gazdag országok polgáraiban tudatosodik a fenyegető világméretű válság veszélye. Felismerve a fenyegetettséget, az emberek takarékoskodni kezdenek és gondolnak nemcsak maguk, hanem gyermekeik jövőjére is. Rájönnek arra, hogy a gátlástalan fogyasztás, az igazából szükségtelen javak halmozása nemcsak az életterünket pusztító tevékenység, a természetes környezet, így a jövőnk elleni véték, hanem az ő életük minőségét is rontja. Tudatosabban tervezik vásárlásaikat, csupán azzal, hogy elhalasztják például a kocsicserét, mert takarékosabb kocsikra várnak, elérik a kulcsiparágnak számító járműipar gyökeres átalakulását. Mivel a katonai jellegű megoldások sorra kudarcot vallanak, a hadipar és a nemzetközi fegyverkereskedelem veszít súlyából. A szélérőművek egyre jobban elterjednek. Az olajárak ugyan jelentősen emelkednek, de csak fokozatosan, mert a gyorsan terjedő többfeladatos termelési rendszerek²³ egyre kevesebb erőforrást használnak fel. A mezőgazdaság, ipar, kereskedelem olyan rendszerekbe szerveződik, amelyek a helyi adottságokhoz alkalmazkodva lehetőleg kevés erőforrással tartják fenn magukat. Az emberek fehérjészükségletüket elsősorban növényi fehérje fogyasztásával fedezik.

Az olajár emelkedése miatt számos, csupán cuccnak nevezhető árucikk ára annyira felszökik, hogy eltűnik a piacról. A tudatosabb vásárlások részarányának növekedése magával vonja a hirdetések visszaszorulását. Eltűnnek a hirdetésből élő kereskedelmi hang- és képcsatornák és ponyvasajtó nagyobbik része. Ezzel megszűnik az emberek idegeinek naponta több órán át történő borzolója, feszítése, a tájékoztatási szemét termelése és terjesztése. Kezdetben ez a nagy többség számára szokatlan lesz, nem tudnak majd mit tenni a rengeteg sok szabad idővel, erővel, de fokozatosan rájönnek arra, mit kezdjenek magukkal. Sokkal több idejük lesz egymásra, olvasásra, sétálásra, a gyermekekre, a tudományra, művészetekre, mozgásra. Fel fogják fedezni, mennyivel tartalmasabb így az életük. Megszabadulva a pazarló fogyasztás kényszerétől az emberek oldottabbak lesznek. Természetüknek megfelelően egyre többet foglalkoznak a szellemi értékeik gyarapításával. Visszatér az emberek életkedve, a társadalmak gyermekbaráttá válnak, a népesség előregedésének folyamata megszakad, a bolygó népessége egy adott szinten állandósul.

A mezőgazdaság gyorsított ütembe tér át a szerves módszerek használatára. A megtermelt élelmiszer mennyisége nem csökken annyira gyorsan, hogy nagyméretű éhínségek alakuljanak ki. A népesség növekedése a szegényebb országokban is megáll és a túlnépesedett országok lélekszáma nagyobb megrázkódtatások nélkül csökken arra a szintre, amit a térség magától, külső erőforrások bevonása nélkül is el tud tartani.

Sikerül megállítani az erdőterületek csökkenését, sőt világszerte hatalmas területeket adhatnak vissza a természetnek. Nem csökken tovább a fajok száma, a természetes környezet növekvő aránya csökkenti az éghajlatváltozások okozta csapások erejét. A 20. század során felhalmozott mérgező, pusztító anyagokat lassan feldolgozzák, ártalmatlanítják és ezzel

²² A jól csengő pozitív részletek többségének nincs nagyobb esélye 10-15%-nál. Van egy közepesen sikeres forgatókönyv is, ami tudásközpontokkal, és az 1930-as évek szintjén élő vidéki lakossággal, gőzvontatású vonatközlekedéssel, repülők nélkül, jelentős hiányok nélkül, talán még vidéken is korlátozott áramhasználattal, elképzelhető, és esélye 30-40% lehet.

²³ Ahol az egyes termelési ágak a másik ág többlethőjét és és/vagy hulladékát hasznosítva szintén hozzájárulnak a végtermékhez. Ilyen például a Pauli-rendszerű sörfőzés. A sörfőzdék az árpa 4%-át hasznosítják eredetileg, a többi hulladék. Itt gombákkal etetik át, utána jó állati takarmánynak. A hulladék 26%-a fehérje, ebben gilisztát tenyésztnek, amely baromfitáplálék. A tenyésztett állatok ürüléke természetes (bio) erőforrás. A visszamaradó szennyvizet megfelelő növényi és állati (hal) társulások teszik teljesen tisztává. A lúgos szennyvízbe bevezetik a sörfőzéshez alkalmazott fűtés szén-dioxidját, amely így algák tenyésztésére is alkalmas. Az új többfeladatu rendszer teljesen önálló hétszeres termelékenységu és négyszer több munkást foglalkoztat.

fokozatosan csökkentik a természet szennyeződését. Ezzel az emberiség egészségi állapota is fokozatosan javul, az egészségügy fő feladatává az egészség megőrzése, a megelőzés válik.

Az egyetemesítés ezredvégi rendszere lassan átalakul. Vívmányaiból elsősorban a világot behálózó informatikai rendszer válik maradandóvá. Ez a rendszer lehetővé teszi, hogy az emberek az őket érdeklő ismeretekhez gyorsan hozzájussanak, a legfontosabb egyetemes ágazattá a szellemi javak terjesztése válik. A látványosan kibontakozó tudományos-műszaki forradalom mindenkinek teret nyit arra, hogy képességeinek megfelelő módon tevékenykedjen. A rendkívüli helyzet kivételes alkalmat kínál az emberek szellemi megújulásához, a fogyasztói társadalom lelkiileg megalázott és megnyomorított polgárai emberibb módon kezdenek élni. Gyermekük már igazi személyiségekké válhatnak. A felszabaduló hatalmas emberi erőforrások akkora lendületet adnak az átalakulási folyamatnak, hogy száz-kétszáz éven belül az emberiség életrendjét fenntartható pályára sikerül állítanunk.

Végezetül ismét felidézem a nagy francia mesemondó alakját, és az olvasóhoz fordulok:
Moralité? Azaz: tanulság?

Hivatkozások

Australian Journal, 2004, July 2.

Drábik, J. 2002: Uzsoracivilizáció, Bp. 2002. Gold Book

Duncan, S. 2006: Social Contract, 2005-2006 winter issue

Flannery, T. 2006: *Időjárás-csinálók*, Bp. 2006. Akkord

Hansen, J. et al. 2005: Science, 308, 1341.

Hansson, J. 2007: Social Contract 2006 January

Huebner, J. 2001: *The History of Science and Technology*,

Korten, D. C. *Tőkés társaságok világalma*, Bp. 1996. Kapu

Sloan, E. D. 2003: Nature, 426, 353.

Stainforth, D. A. et al. 2005: Nature, 433, 403.

Végh László - Hetesi Zsolt: Fenntartható élet. Jegyzet, ELTE TTK, 2006.

A szerzőről

Hetesi Zsolt 1979-ben született Dombóváron, földműves családból. 2003-ban fizika és csillagász diplomát szerzett az ELTE TTK-n. 2003 óta az ELTE TTK Csillagászati Tanszék óraadó tanára. 2007-ben doktorált fizikából. A tárgykörben 2004 óta folytat kutatásokat, és tart előadásokat.