

A fenntarthatóság kulcskérdései

Szarka László^{1, 2, 3}

¹ MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet, Sopron (2010. június 30-ig)

² MTA Titkárság, Kutatóintézeti Főosztály, Budapest (2010. július 1-től)

³ Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron

Rövid összefoglalás

A Föld Bolygó Nemzetközi Éve (International Year of Planet Earth 2007-2009) tíz témakörének (felszín alatti vízkészlet, természeti katasztrófák, Föld és egészség, éghajlatváltozás, energia- és nyersanyagkincs, óriásvárosok, a Föld mélye, óceánok, talaj, valamint Föld és Élet) áttekintése alkalmat ad a globális környezeti kihívások beazonosítására. A legkorlátozóbb környezeti tényezők az energiához, egyes nyersanyagokhoz (ritkaföldfémekhez), az édesvízhez, a talajhoz és az ökológiai rendszerekhez kötődnek. A problémák alapvető oka a fogyasztói igények állandó növekedése, amely egyrészt a népességnövekedésből, másrészt a jólét fokozódásából adódik. A matematika bizonyosságával állítható, hogy a növekedési fázis belátható időn belül megakad, hiszen a Föld energia-, víz- és talajkészlete, továbbá egyes nyersanyagok mennyisége (valójában a litoszféra, hidroszféra és atmoszféra forrás- és nyelőkapacitása is) véges. Az alapp probléma tehát teljesen független a Föld éghajlatváltozásának éppen aktuális tendenciájától. Amíg a világ egyetlenegy környezeti paraméterre, az ún. „globális felmelegedés”-re koncentrál, esély sincs arra, hogy szembenézzen az igazi környezeti kihívásokkal. Jó jel, hogy az ICSU 2010 őszi „Global Sustainability” tanulmánya mintha már túllépne a „global warming” elleni kampányon.

Bevezetés: A témaválasztás dilemmája

Amikor előadás tartására kértek fel, azt terveztem, hogy – a soproni MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet igazgatóhelyetteseként és a Nyugat-magyarországi Egyetem környezettudományi MSc szakjának felelőseként – a dunántúli elektromágneses (mélyszerkezeti és felszín közeli) geofizikai méréseink eredményeit foglalom össze, illetőleg a föld- és környezettudomány geofizikai vonatkozásait mutatom be. Miután azonban júliusban az MTA Kutatóintézeti Főosztály vezetője lettem, úgy gondoltam, a soproni geofizikai témákat illő meghagynom valamelyik következő közgyűlésre egy fiatalabb kollégámnak. A 2008-as VEAB-tudományünnepi rendezvényen – a Földév alkalmából – ugyan már bemutattam egy globális környezeti körképet [1], de egyrészt a problémakörök rendszerezése terén azóta jelentős előrehaladás történt, másrészt a felismert rendszer markánsan különbözik attól a jelenleg domináns szemlélettől, amely szerint a globális felmelegedés volna korunk legjelentősebb környezeti kihívása.

A tudomány alapvető céljai – Gyulai József akadémikus megfogalmazását [2] némileg kiegészítve, de még mindig nagyon leegyszerűsítve – a következők: (1) az emberi léttartam meghosszabbítása (elsősorban az élettudományok révén), (2) az emberi élet tartalmasabbá tétele (elsősorban a társadalomtudományok révén), (3) az emberiség létének meghosszabbítása, azaz az ún. "fenntarthatóság" (1. ábra). Előadásomban a fenntarthatóság kulcskérdéseivel foglalkozom. A Föld Bolygó Nemzetközi Éve (és a Biodiverzitás Nemzetközi Éve) alapján számba veszem a leglényegesebb kihívásokat, majd azokkal,

amelyekkel kapcsolatban a legtöbb félreértéssel lehet találkozni (az éghajlattal, a természeti katasztrófákkal és az energiával) külön is foglalkozom.

A Föld Bolygó Nemzetközi Éve

A Földév tíz témája (felszín alatti vizek, természeti veszélyek, Föld és egészség, éghajlatváltozások, természeti erőforrások, óriásvárosok, a Föld mélye, óceánok, talaj, Föld és élet) terén a következő főbb megállapítások [1], [3], [4] tehetők:

Felszín alatti vizek: a felszín alatti vízkészletet (az ivóvízbázist) az emberiség sokkal nagyobb ütemben fogyasztja, mint ahogyan az visszapótlódik;

Természeti veszélyek: a természeti katasztrófák számának az utóbbi évtizedekben tapasztalt növekedése elsősorban a sérülékenység (vulnerability) fokozódásából származik;

Föld és egészség: orvos-geológus együttműködéssel hárommilliárd ember egészségén lehetne javítani;

Éghajlatváltozások: a) A Föld története éghajlatváltozások története, és természetesen a mi jövőnk is erősen fogja befolyásolni az éghajlat alakulása, b) első alkalommal történik meg, hogy egy faj: a Homo sapiens vált a földi környezet megváltoztatásának egyik tényezőjévé;

Természeti erőforrások: kritikus nyersanyagokból (ritkaföldfémekből) hiány várható; a jövőbeni energiaellátás kérdőjelekkel teli (a szénhidrogén néhány évtizedre, a szén néhány évszázadra elég; a „megújulók” iránti elvárások túlzók);

Óriásvárosok: cél az óriásvárosok *fenntarthatóbbá* tétele (amely bevallottan fenntarthatatlanságot jelent);

A Föld mélye: az emberi tevékenység manapság már geológiai hatótényezőként is figyelembe veendő, hiszen az emberiség egy nagyságrenddel több üledéket mozgat meg, mint a geológiai folyamatok együttevén;

Óceánok: az óceánok mélye számos tudományos meglepetést tartogat (biológiai alapfelismerések, nyersanyag- és energia, környezeti kockázatok);

Talaj: A Föld valószínűleg képes ugyan ellátni 9 milliárd embert, de az ökoszisztéma és a biodiverzitás feláldozásával, ráadásul úgy, hogy nem (vagy alig) marad hely biomassza-termelés számára;

Föld és Élet: Veszélyben van a globális ökológiai rendszer.

A Földév témáitól a fenntarthatóságig

A Földév tíz témája közül a felszín alatti vizek, a természeti erőforrások (elsősorban az energia – a fosszilis energia –; és egyes nyersanyagok, mindenekelőtt a ritkaföldfémek), a talaj témája a Föld véges forráskapacitásáról, az ökológiai rendszerek összeroppanásának veszélye a Föld toleranciájáról („nyelőkapacitásáról”) szól. Figyelembe véve az emberiség szükségleteinek megállíthatatlannak tűnő növekedését, valamint azt, hogy a fenntarthatóságot a leginkább korlátozó tényezők akadályozzák, úgy gondolom, ezeket kell előtérbe állítanunk. Az éghajlatváltozás véleményem szerint kevésbé korlátozó tényező, mint az előbb felsoroltak: volt már hidegebb és melegebb is a Földön, de a víz-, talaj-, energia- és nyersanyagkészletek, valamint az ökológiai rendszerek sohasem voltak létükben veszélyeztetve egyetlen faj által.

A Nobel-díjas Smalley az emberiség előtt álló tíz legnagyobb probléma közül azokat vette előre [5], amelyeknek a megoldása annak feltétele, hogy a rangsorban utánuk következővel érdemben foglalkozni lehessen. E megfontolást érvényesítve az energia a legalapvetőbb, hiszen az időegység alatt elérhető energia mennyisége alapvetően behatárolja mindenféle emberi tevékenység lehetőségét, még a víznyerését is. Az energia és a víz együttes

alapfeltételeit jelentik az élelmiszertermelésnek, azaz a talaj hasznosításának. Az összes további tényező csak ezután következhet, hiszen ha nincs elegendő energia, víz és élelmiszer (talaj), akkor értelmetlen bármiféle környezeti kérdésről beszélni. A társadalom működésének feltétele az elegendő energia, édesvíz, talaj (élelem) és az élhető környezet. A Smalley-féle osztályozásban szereplő különféle társadalmi tényezők csak az összes előző feltétel rendelkezésre állása esetén értelmezhetők. A Földév az összes Smalley-féle természeti tényezővel (energiával, édesvízzel, talajjal, környezettel) foglalkozott, sőt az ásványi nyersanyagokkal is, amelyek Smalley-nél nem szerepelnek, de a modern társadalom szükségleteihez nélkülözhetetlenek (2. ábra).

A Föld energiaforrásai és nyersanyagkincsei, víz- és talajkészletei iránti igény egyre nő, és ennek oka a népesség növekedése, valamint a szinte mindenütt eluralkodó globális fogyasztói szemlélet. A fenntarthatóság legfőbb akadályát tehát éppen az a fogyasztói társadalom jelenti, amelynek döntéshozói a leghangosabban hirdetik a fenntarthatóságot.

Éghajlatváltozások

„A klímának a diluvium óta történt elváltozásait már a történet is szemmel kíséri. A jégkorszak szinte kikezdését képezi az európai embertörténetnek, melyet a nedves, esős időjárás s az Európára kiterjedő átlag egyforma klíma jellemezett. Mikor az Alpeseiken túl a Rajna s a Duna jégárjai lenyúltak a lapályba, akkor s azontúl jó sokáig a Parnassuson s a Helikonon gyönyörű erdők pompáztak s az Eufrát hosszában kövér legelők képezték a pátriárák örömet. Miután pedig érezhetőbben kilengett a klímának ingája s utána lassan-lassan megváltozott az élet, egészen más arculatot öltött a föld. A jégárak a hegyeken mindjobban megolvadtak s karcsú remek pinia helyet adott Görögországban a görcsös, gumós parti fenyűnek; a mesés hegyekről levándorolt az erdő s az erdővel a termőföld s nyomorék bokrok iparkodtak eltakarni a szegényedő Hellasz meztelenségét. Mialatt pedig Görögország elsorvadt, Babilon fölött a pusztai szél vágat s hordja a homokot ingyenes sírdombul a régi dicsőségnek színtere fölé. Az egyes vidékek sorvadásáról, minek következtében a lápos vidékből erdős, az erdős vidékből puszta s abból sivatag lesz, már megemlékeztem; a Szahara, Arábia, Ázsiának Arábiától északra nyúló tartományai, Görögország, Olaszország és Spanyolország szolgálnak az újkorban az elszáradásnak szomorú példáiul.

Az égőveknek ilyenén változása tagadhatatlan tény...” [6]

Éghajlatváltozás tehát volt, van és lesz emberi beavatkozás nélkül is. A több tízezer éves léptékű, periodikus éghajlatváltozást például a Föld pályaelemeinek változása idézi elő, sőt az évszakok szabályszerű váltakozásáért is alapvető csillagászati-földfizikai összefüggések felelősek. A múltban tapasztalt éghajlatváltozásokat több más természeti tényező, így pl. a naptevékenység változása, a galaktikus kozmikus sugárzás (ezzel összefüggésben a felhőképződés), az óceáni áramlási rendszerek, illetve mindezek kölcsönhatásai is okozhatták. Mindezek a jelenkori változásokban is közrejátszhatnak, de a földfelszín és a Föld hidrológiai rendszerének megváltoztatása, sőt a légköri aeroszolok szerepe sem zárható ki. A nemzetközi és a hazai sajtó, a politikai döntéshozók túlnyomó része, továbbá a kutatók nagyobbik része szerint az emberiség számára a globális felmelegedés jelenti a legsúlyosabb környezeti problémát, amelyet az üvegházhatásnak (konkrétan: a széndioxid-kibocsátásnak) tulajdonítanak. A tudományos vita azonban nem ért, nem érhet véget, hiszen nem ismerjük az éghajlatváltozás jövőbeni trendjét, okait, továbbá elhanyagolunk más, lényegesebb környezeti problémákat. Ugyanakkor a hivatalos („mainstream”) IPCC állítások is rendszeres korrekcióra szorulnak [7]. A környezeti problémák sokaságából az ún. "globális

felmelegedés" kiemelése ugyanúgy tudománytalan, mint az éghajlatváltozások lehetséges okai közül egyetlenegynek a kizárólagos hangsúlyozása.

Figyelemre méltó, hogy Michael Ghil (École Normale Supérieure, Paris / University of California at LA) a budapesti Meteorológiai Tudományos Napokon 2010. november 19-én az éghajlati modellezés korlátjának nevezte a mögöttes fizikai folyamatok hiányos ismeretét [8].

Arra, hogy meggyőző tudományos bizonyítékok híján is miért hangsúlyozzák olyannyira a CO₂-t, négy lehetőséget találtam: 1. Mert mégis igaz (kizárni ezt sem lehet), 2. Mert „érthető” (az emberek a bonyolult összefüggéseket úgysem értenék meg), 3. Mert diplomatikusan (tudatosan kerüli a kétségtelenül feszültségkeltő valódi problémákat), 4. Mert ezt kívánja az ezt propagálók érdeke. Tekintettel arra, hogy a CO₂-kibocsátás kérdését kezdettől fogva összekapcsolták a széndioxid-kereskedelemmel (azaz a 21. századi "bűnbocsátó cédulák" rendszerével), a negyedik változatot tartom a legvalószínűbbnek.

Természeti katasztrófák

A globális felmelegedésnek tulajdonítják a természeti katasztrófák számának növekedését. Tény, hogy a legutóbbi száz (hatvan) évben egyre több a természeti katasztrófa, és az is igaz, hogy a hidrometeorológiai katasztrófák száma sokkal nagyobb mértékben nő, mint a geológiai és biológiai jellegűeké. A München Viszontbiztosító (Munich Reinsurance Company, az a biztosító, ahol a biztosítók kötnek biztosítást) munkatársai, [9]) a katasztrófák számnövekedésének okait a következőképpen rangsorolták: 1. népesség-növekedés, 2. életszínvonal-növekedés, 3. az emberek egyre inkább sűrűn lakott településeken laknak, és itt halmozódnak fel az értékek is, 4. a települések és az ipar egyre inkább elfoglalják az egyébként természeti veszélyeknek különösen kitett területeket, 5. a modern társadalom egyre inkább sérülékeny, azaz egyre érzékenyebb a természeti veszélyekre, 6. növekvő biztosítási gyakoriság, 7. a környezeti feltételek változása. A környezeti változást, mint okot, tehát hat másik, nála fontosabb előzi meg. Érdekes, hogy ezek mindegyike emberi („társadalomtudományi”) eredetű. Szem előtt tartva, hogy a természeti katasztrófák a természet és az ember kölcsönhatásának megnyilvánulásai, nyomban belátható, hogy a katasztrófák számának és nagyságának növekedését kétségkívül maga az ember okozza.

Következtetés: a katasztrófák (e nemkívánatos kölcsönhatások) számát nem "CO₂-visszafogás"-sal csökkenthetjük (amint azt sugallják), hanem az emberiség környezetterhelésének (igényének) jelentős mérséklésével.

Energia- és nyersanyagkincs

Az évmilliárdok alatt elraktározott napenergia-konzervek (az ún. „fosszilis” energiák) könnyebben kitermelhető felét az emberiség lényegében két évszázad alatt feléli. A jövőben az emberiség a természeti folyamatok megcsapolt energiáiból (az ún. „megújuló” energiákból) szeretné ellátni magát, de az ismert „megújuló” energiafajták területi energiasűrűsége olyan kicsi, hogy a maival összemérhető igényeket véleményem szerint nem lehet ezekből kielégíteni. (A helyzet olyan, mintha egy hatalmas vagyron felelőtlen felélőjének egy idő után minimálbérből kellene megélnie.) Ha pedig valamilyen felfedezésnek köszönhetően mégis sikerülne megtermelni a mai szint fenntartásához szükséges energiát (például magfúzió révén), a természetátalakítás (azaz a természetpusztítás) intenzitása még tovább fokozódna [10]. Hasonlóan pazarlóan bánunk a földből származó nyersanyagokkal is. Az előrejelzések szerint az informatikában és a napenergia-hasznosításban kulcsfontosságú egyes ritkaföldfémekből néhány éven belül nyomasztó hiány alakulhat ki.

Hogyan tovább?

A diagnózisból egyenesen következik a gyógymód: energia-, anyag- és víztakarékosság, a termőterület kímélése, természetközeli életmód, valamint – mindezek érdekében – a globális fogyasztói társadalom, egyáltalán a fogyasztói szemlélet visszaszorítása lenne szükséges. Az igazi megoldásra Al Gore *Kellemtelen igazság* című könyve is rámutat, de ez a magyar kiadásból (bizonyíthatóan szándékosan) kimaradt (3. ábra): *„Rajtunk múlik, hogy – a demokráciával és istenadta képességünkkel élve – megvitatjuk-e egymással, milyen jövőt akarunk és hogy erkölcsi választássá tegyük azt a kérdést, hogy megváltoztassuk-e vezérlő elveinket és viselkedésünket, mert ha így folytatjuk, gyermekeinkre és unokáinkra és az egész emberiségre egy értékcsökken, lepusztult és ellenséges bolygót hagyunk hátra.”* [11a, 11b]

Manapság szinte közfelfogássá vált az a nézet, miszerint bármilyen környezeti probléma az „éghajlatváltozás” részeként tárgyalandó. Mivel pályázati elvárás lett, még a tudományos közösségeken belül is megfigyelhető az éghajlatváltozási paradigmához történő igazodás. Annak állítása, hogy nem az éghajlatváltozás korunk legnagyobb kihívása, nem azt jelenti, hogy nem kell a környezeti kérdésekkel foglalkozni. Éppen ellenkezőleg. A probléma sokkal súlyosabb, mint amilyennek az éghajlatváltozási paradigma fényében látszik. Az éghajlatváltozás fokozatosságával szemben a források kiapadása (és a nyelők telítődése) ugyanis elkerülhetetlen katasztrófához vezet. Az International Council for Science (ICSU) – együttműködve a International Social Science Council-lal (ISSC) – 2010 októberi tanulmánya túllépni látszik „a felmelegedés elleni harcot” hirdető szemléleten [12], és a globális fenntarthatóság érdekében a természet- és társadalomtudományok fokozott együttműködésének szükségességét hirdeti meg.

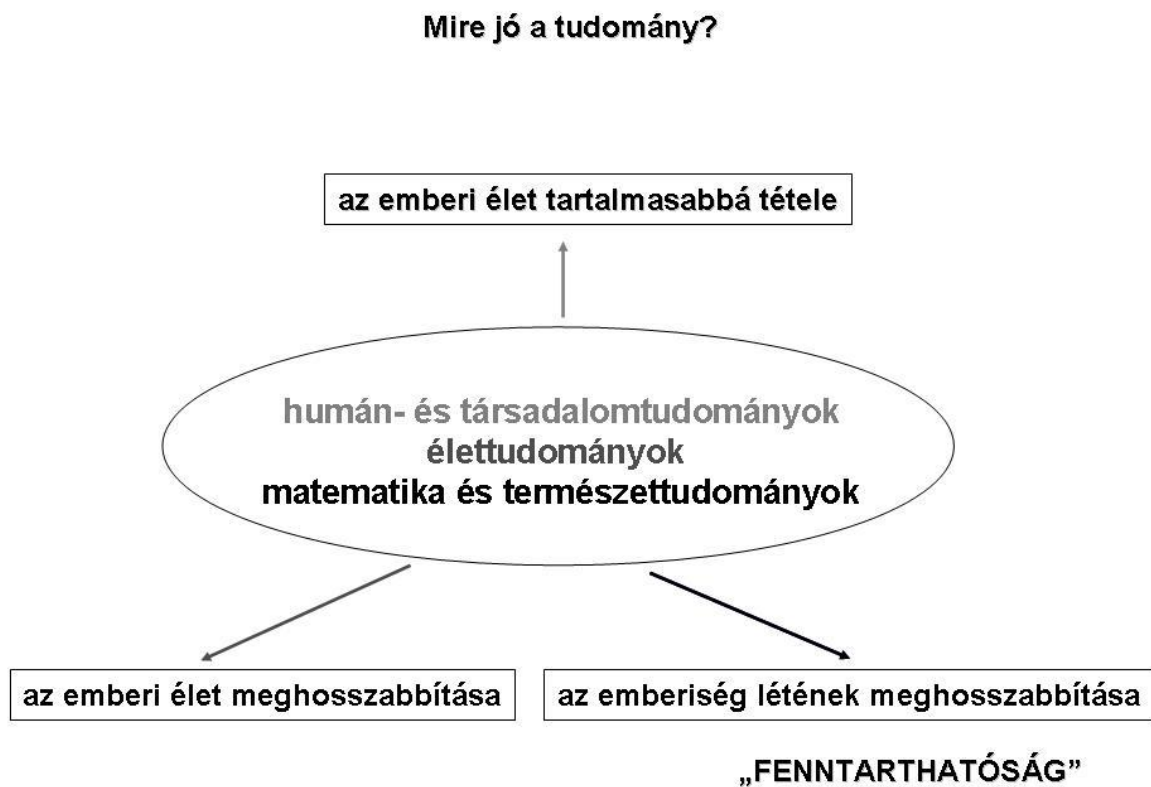
Magyarország környezeti potenciálja – elsősorban gazdag víz- és termőföldkészlete okán – egyenesen irigylésre méltónak mondható. Eljött az ideje, hogy a hazai viták – a sehová sem vezető általános „global warming” helyett – konkrét kérdésekről szóljanak.

Irodalom

- [1] Szarka L. 2009: Globális kihívások „A Föld Bolygó Nemzetközi Éve” szemszögéből. In: Fenyvesi Ottó (szerk.): MTA VEAB Tudományos előadások 2009. Veszprém: MTA VEAB, 2009. 31–49. Az ENSZ Akadémia 2008 keretében elhangzott változat: www.menszt.hu/a_tarsasagrol/ensz_akademia_2008/ensz_akademia_2008_programja/szarka_laszlo_eloadasa
- [2] Gyulai J. 2010: magánközlés.
- [3] Szarka L. 2008: Globális kihívások „A Föld Bolygó Nemzetközi Éve” tükrében. In: Gömbös E. (szerk.): Globális kihívások, Millenniumi Fejlesztési Célok és Magyarország: ENSZ-Akadémia 2008. Budapest, Magyar ENSZ Társaság, 21–34.
- [4] Szarka L., Brezsnaynszky K. 2011: Globális környezeti alapkérdésekről. Megjelenés alatt "A környezetipar lehetőségei Magyarország újraiparosításában" c. MTA RKK (Pécs, szerk.: Fodor István) c. kiadványban
- [5] Smalley R. 2003: Top Ten Problems of Humanity for Next 50 Years, Professor R. E. Smalley, Energy & NanoTechnology Conference, Rice University, May 3, 2003.
- [6] Prohászka O. 1903: Föld és Ég. Buzárovits Gusztáv Kiadója, Esztergom
- [7] Szarka L. 2010: Mozaikok az éghajlatkutatáshoz. Magyar Tudomány 2010. május, 609. <http://www.matud.iif.hu/2010/05/13.htm>
- [8] Ghil M. 2010: Az éghajlat mint dinamikai rendszer (angol nyelvű előadás). Meteorológiai Tudományos Napok, Budapest, 2010. november 18–19:
- [9] Smolka, Anselm; Hollnack, Dirk: Geo-risks: Global trends, losses and risk management. Geo Risks Research, Munich Reinsurance Company, Germany. 33UGC, Oslo, 2008, TG415L
- [10] Szarka L. 2010: Szempontok az energia és a környezet kapcsolatához. Magyar Tudomány, 171, 609–611. <http://www.matud.iif.hu/2010/08/08.htm>
- [11a] Szarka L. 2007: Kellemetlen igazság. Természet Világa 138. évf. 4. sz.
- [11b] Szarka L. 2009: „Globális felmelegedés” és kritikai gondolkodás. Gondolatok Václav Klaus: Kék bolygó zöld béklyóban című könyve kapcsán. Természet Világa, 140. évf. 5. sz.
- [12] ICSU 2010. Earth System Science for Global Sustainability: The Grand Challenges. International Council of Science, Paris

Ábrajegyzék

1. A tudomány alapvető céljai
2. Az emberiség előtt álló kihívások fontossági sorrendje a Földév alapján, a Smalley-féle rendszerrel összehasonlítva
3. Al Gore: An Inconvenient Truth (Kellemetlen igazság) c. könyve amerikai és magyar változatának címlaprészlete és 296. oldala



1. ábra

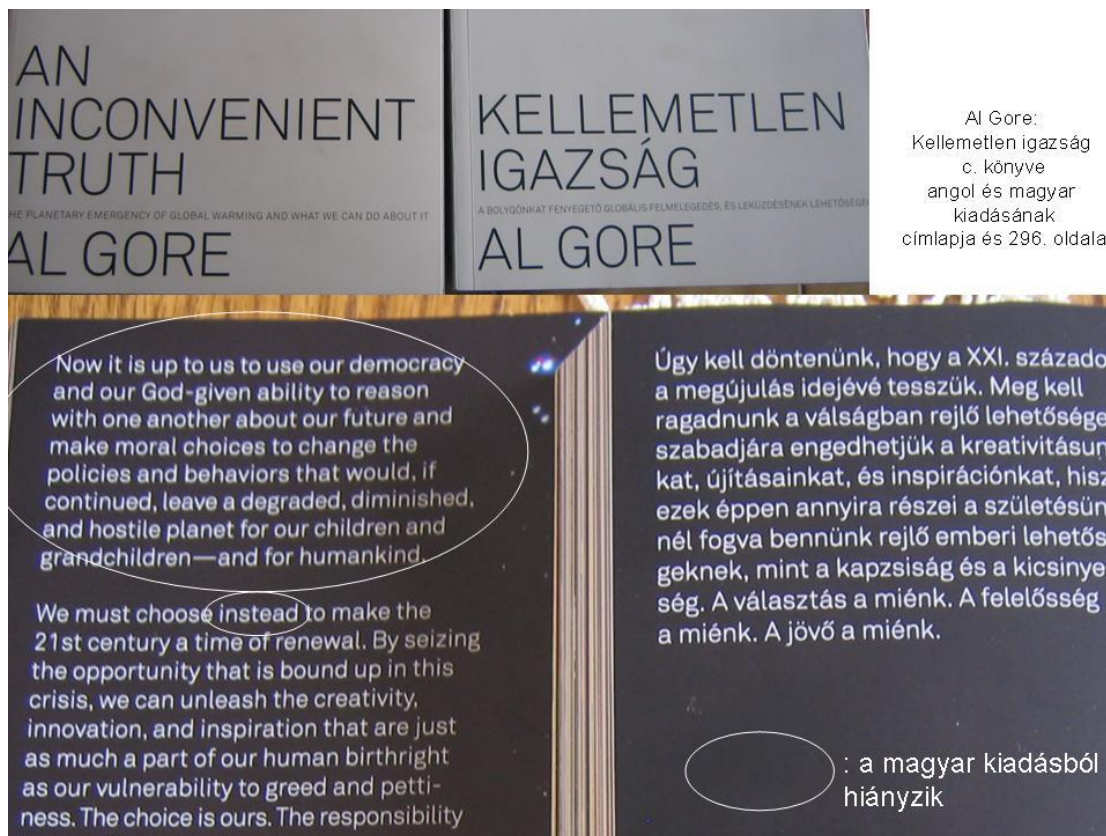
A FENNTARTHATÓSÁGI PROBLÉMÁK FONTOSSÁGI SORRENDJE



Smalley (2003) sorrendje:

1. energia, 2. édesvíz, 3. talaj, 4. környezet, 5. szegénység,
6. terrorizmus és háború, 7. betegségek, 8. oktatás, 9. demokrácia, 10. népesség

2. ábra



3. ábra