



## A globális éghajlatváltozás okai és következményei

### 1. Miattunk változik a klíma?

Igen, a földfelszíni átlaghőmérséklet növekszik, és ezt jelentős részben az emberi tevékenység okozza. Ezt ma már nagyon nagy biztonsággal mondhatjuk. Az ENSZ 1988-ban létrehozta azt a több mint ezer kutatóból álló Kormányközi Testületet, amelynek angol rövidítése IPCC. Aki ismeri a természettudományos publikációk és különösen a tudományos testületek állásfoglalásának világát, az tudja, hogy a bulvársajtóval szemben nem a szenzációk hajhászása jellemzi. Tehát amikor az IPCC ötödik jelentésében úgy fogalmaz, hogy Földünk felszíne a műszeres jelentések kezdete óta jelentősen melegszik, és *highly probable* (rendkívül valószínű), hogy ennek hátterében az üvegházhatású gázok emberi tevékenység miatt növekvő koncentrációja áll, akkor ezt a hétköznapi nyelvre úgy fordíthatjuk, hogy *teljesen biztos*. Az üvegházhatású gázok nem az ördögtől – és nem is csak az embertől – valók. *Kellemetlen igazság* című könyvében *Al Gore* gyönyörű ábrák és képek segítségével magyarázza a globális éghajlatváltozás lényegét. Ő használja a „tündérbolygó” kifejezést, arra utalva, hogy a Vénusz az üvegházhatású gázok koncentrációja nagyon nagy, ezért a hőmérséklet az emberi élethez túl forró, a Marson viszont alig vannak üvegházhatású gázok, ezért ott dermesztő hideg van. Ez a mi Földünk viszont egy „tündérbolygó”, ahol a hőmérséklet éppen abba a szűk tartományba esik, ahol kialakulhatott az élővilág változatossága, és benne az ember. Ezt veszélyeztetjük az elmúlt jó kétszáz évben azzal, hogy a légkörbe óriási mennyiségű szén-dioxidot, metánt, dinitrogén-oxidot, klórozott-fluórozott szénhidrogéneket, vízgőzt és egyéb üvegházhatású gázokat ergetünk. Az éghajlatváltozás szempontjából a leglényegesebb kérdés a szén-dioxid koncentrációja, úgy becsülik, hogy 80%-ban ez a gáz okozta és okozza a változásokat, mégpedig annak következtében, hogy szenet, kőla-

jat és földgázt égetünk. A szén-dioxid koncentrációja az iparosodás kora előtt 0,028% volt, ami a tudományban megszokott módon, milliomodrészben kifejezve 280 ppm. 2015. május 6-án az Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériumának Országos Óceáni és Légköri Igazgatósága (NOAA) azt jelentette, hogy 2015 márciusában a globális légköri szén-dioxid koncentráció átlépte a 400 ppm-es határt. Ha most nézek rá a honlapjukra, azt látom, hogy 2016 májusában az érték már 404,21 ppm volt, és nagyon félek, hogy az olvasó ugyan ezen a helyen néhány hónap múlva még magasabb értéket fog találni.

A közelmúltban még egy rekord veszélybe került, vagy talán már meg is dőlt. Az Egyesült Királyság Meteorológiai Hivatala azt az adatot közölte, hogy a 2015. január és szeptember közötti földfelszíni átlaghőmérséklet 1,02 fokkal magasabbak voltak, mint az 1850 és 1900 közötti átlagértékek. Az ipari forradalom kezdetét jelző 1750-es évből senkinek sincsenek pontos adatai, ezért lehetnek kis különbségek annak megítélésében, hogy 1750-hez viszonyítva mikor léptük át az 1 Celsius fokos határt, de az biztos, hogy már jóval meghaladtuk az 1 fokot. A trend teljesen egyértelmű. A műszeresen mért 150 év alatt a legmelegebb 16 évből 15 a 2000 és 2015 közötti időszakban volt. Az eddig mért legmelegebb év 2015 volt. De valószínűleg csak addig, míg 2016 nem ér véget. Mi, itt Magyarországon 2016 nyarát kegyelmi időnek éljük meg. Meleg van, néha 30 fok is, de kánikula alig. Viszonylag gyakran esik az eső, jól érzi magát a kertünkben a padlizsán. Am a globális változásokat nem aszerint kell megítélnünk, hogy nekünk most éppen mennyire van melegünk. A legfrissebb hírekhez nem kell tudományos közleményeket olvasnunk, elég a magyar lapokat kezünkbe vennünk. A HVG 2016. augusztus 11-ei számában arról olvashatunk, hogy a Közél-Kelet és Észak-Afrika a klímaváltozás egyik legnagyobb

vesztése. Az 50 fok feletti hőhullámok tényleg elviselhetetlenek, a csapadék egyre kevesebb, gyakoribbakká válnak a homokviharok. Az ENSZ környezetvédelmi programja szerint évente 230 ezer ember hal meg a kíméletlen éghajlat miatt, többen, mint a háborúkban. Nem csoda, hogy egyre nő a menekültek száma. Persze mondhatnánk, hogy a Közél-Kelet is csak egy térsége a bolygónknak, nálunk most éppen elviselhetetlen a nyár, nálunk meg kellemes. Am sajnós a trendek egyértelműek. 2016. július 31-én egy magyar honlapon is megjelent a hír: a NASA friss adatai szerint a mérések kezdete óta most először fordult elő, hogy a földfelszíni átlaghőmérséklet tekintetében (2015. novembere óta) hét egymást követő hónap is rekord meleget hozott. Az előzetes adatok alapján már valószínűsíthető, hogy minden idők legmelegebb májusát minden idők legmelegebb júniusa követte.

### 2. Direkt jó, ha kicsit melegebb lesz?

Még mindig vannak olyanok, akik a globális éghajlatváltozásra csak legyintenek, de egyre nehezebb dolguk van. Ha a tények hatására kénytelen-kelletlen beismerik, hogy a klíma valóban melegszik, akkor hozzáteszik, hogy nincs ezzel semmi baj. Áltudományos klímaskeptikus nézetek szerint a szén-dioxid koncentráció növekedésének hatására fokozódik a fotoszintézis intenzitása, tehát jobban fognak nőni termesztett növényeink. Mit számít itt 1-2 fok? Sajnos a klimatológusok arra hívják fel a figyelmet, hogy rengeteget. Megfűrták és elemezték a grönlandi és antarktisi kilométeres vastagságú jégtakarót, ebből tudjuk, hogy a jégkorszakok alatt Földünk középhőmérséklete csupán 4-5 fokkal volt alacsonyabb. Ez pedig azt jelentette, hogy fél Európát vastag jégtakaró borította, Magyarország területén pedig fátlan tundra-vegetáció tengődött. Lehet arra hivatkozni, hogy a klíma mindig változott, de tudni kell, hogy az

ember felemelkedését és megmaradását éppen az elmúlt 10 ezer évben tapasztalható viszonylag stabil klíma tette lehetővé. A civilizációra alkalmas életfeltételeket veszélyezteti az a szén-dioxid mennyiség, amit az elmúlt kétszáz évben a légkörbe pumpáltunk. Most 1 fokos emelkedésnél tartunk, de a növekedés egyáltalán nem lineáris. Ha néhány éven belül nem történik határozott beavatkozás, akkor „pillanatok alatt” – mondjuk egy évszázadon belül – 4-5 fokos átlaghőmérséklet emelkedés várható, siralmas következményekkel. Ez „csak” még egyszer akkora átlaghőmérséklet-emelkedés, mint amennyit a jégkorszakok óta melegekedett a klíma, de az emberi civilizáció ennyit már aligha viselne el, és a folyamat tovább folytatódna. Jól hangzik, hogy semmi baj, legfeljebb eltolódnak az éghajlati övek, nálunk beérik a banán, a gabonatermesztés pedig északra tolódik. Am *Vida Gábor* arra hívja fel a figyelmet (Interjúkötet a klímaváltozásról, 2016), hogy a gabonarégió északra tolódásának vannak akadályai. Európa belsejében, így Ukrajnában is, kiváló minőségű *csernozjom* talajokat találunk. Északon viszont a gabonatermesztésre alig használható silány *podzol* talajok a jellemzők, azokon aligha fognak búzát termeszteni. Ez csak egy példa arra, hogy a mezőgazdaságban is nagy bajok lesznek – ha tétlenül nézzük a változásokat.

Ma már nemcsak a tudósok, hanem az újságírók is globális felmelegedés helyett inkább globális éghajlatváltozásról beszélnek, hiszen a melegebb klímából következik a csapadék mennyiségének és eloszlásának változása, és az is, hogy a rendkívüli természeti jelenségek gyakorisága megnő. Említett könyvében *Al Gore* sorba veszi a „csapásokat”. A hőhullámokat és aszályokat, a hurrikánok pusztítását, a környezeti menekültek szenvedéseit. Célja azonban nem az, hogy katasztrófával fenyegetse az olvasókat, hanem hogy tudatosítsa bennük: „A globális felmelegedés nem csak a tudományról szól, és nem csak politikai téma. Valójában erkölcsi kérdés.”

### 3. Az atyák bűne

Abban, hogy a globális felmelegedés miért erkölcsi kérdés, néhány természettudományos ténynek fontos szerepe van. Az első, hogy a kéményekből, kipufogókból, földekről a levegőbe kerülő szén-dioxid eloszlik a légkör alsó rétegében, a

troposzférában. Ez azt jelenti, hogy ha Amerikában felelőtlenek, és nem csökkentik a szén-dioxid kibocsátást, akkor lehet, hogy emiatt a Fülöp-szigeteket tarolja le egy tájfún.

Ráadásul a szén-dioxid tartósan megmarad a légkörben. Nehéz meghatározni, hogy pontosan mennyi ideig, de kb. 20-150 évig, az egyszerűség kedvéért azt mondhatjuk, hogy 100 évig. Gondoljunk bele, hogy Nagy-Britanniában az elmúlt 100 évben mennyi vasat és szenet bányásztak, hány mérőföldet hajóztak és autóztak, mennyi gépet és whiskyt gyártottak, és közben mennyi szén-dioxidot engedtek a levegőbe. Teljesen érthető, ha a klímátárgyalásokon az ún. fejlődő országok képviselői között vannak olyanok, akik azt mondják, hogy ők még csak most kezdik az iparukat fejleszteni, a briteknek (és más iparosított országoknak) nincs erkölcsi alapjuk, hogy ez ellen szóljanak.

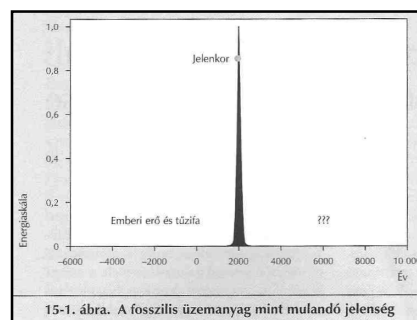
### 4. A fosszilis üzemanyagok kora

A washingtoni Worldwatch Institute *A világ helyzete, 2013* című kötetében *T. W. Murphy, Jr.* kaliforniai fizikus arról ír, hogy korunkat a történetírók minden bizonnyal „a fosszilis üzemanyagok kora” néven fogják emlegetni. Nagyjából kétszáz évről van szó, bár különböző szerzők a korszak kezdetét más-más évszámhoz kötik. A modern gőzgép kifejlesztése – 1769 – szükséges feltétele volt a nagyüzemi szénbányászat megkezdésének, de igazán jelentőssé csak 1890-től vált, ezért van, aki a későbbi dátumot jelöli meg a fosszilis üzemanyagok korának kezdeteként. Azt, hogy meddig tart, nem tudjuk, de biztos, hogy nagyon közel vagyunk a végéhez. A korszak lényegét megfogalmazhatjuk romantikusan: Az ipari forradalom első szakaszában feltalálták a szénfűtésű gőzgépet, aminek segítségével előbb Nagy-Britanniában, majd Európa és Észak-Amerika több régiójában csodálatos fejlődés indult meg. Az ártermelés megsokszorozódott, a mezőgazdaság termelékenysége megnőtt, elképesztő technológiai fejlődés indult meg. A fosszilis tüzelőanyagok korának későbbi szakaszában már a kőolaj és földgáz volt a fő hajtóerő, az ipari módszerekkel előállított élelmiszerek lehetővé tették, hogy a Föld népessége 7 milliárd före növekedjék (sőt, ha az előrejelzések beválnak, elérje a 9 milliárdot), eljött az űrkorszak, a robotok és számítógépek kora.

*Murphy* gondolatait felhasználva próbálkozhatunk egy kevésbé dialittas megfogalmazással is: A fosszilis tüzelőanyagok korában az évmilliók során növényi és állati maradványokból képződött ásványi kincseket az emberiség kétszáz év alatt elégette. A fosszilis energiahasználat hatására az emberi népesség és az ipari tevékenység robbanásszerűen megnőtt, de egyre inkább jelentkeztek a növekedés árnyoldalai is. A fosszilis energiaforrások végső kimerülését megelőzte a globális éghajlatváltozás, a biológiai sokféleség pusztulása, a vizek és talajok elszennyeződése...

### 5. Milyen jövő áll előttünk?

Az amerikai fizikus tanulmánya bemutat egy egyszerű és megrázó ábrát:



Ha az emberiség energiaszükségletét egy időskálán ábrázoljuk, a 19. század közepétől-végétől a 21. század közepéig-végéig terjedő időszak hegyes lándzsaként jelenik meg. 2016-ban alighanem a lándzsa csúcsának közelében járunk. A San Diego-i fizikus megfogalmazása szerint hamarosan belépünk az ismeretlenbe: „egy olyan erőforrás elvesztésének korába, amely a növekedés és fejlődés vitathatatlan motorja volt”. *Murphy* kétféle folytatást tart lehetségesnek. Az örök optimista technokraták szerint a fosszilis tüzelőanyagok megadták a kezdeti energialeketet egy folyamatosan növekvő és fejlődő technológiai társadalom kialakításához, most ez következik. Sajnos számolni kell a másik változattal is, azzal, hogy a társadalom nem tudja megfelelő módon pótolni a fosszilis tüzelőanyagokat, ezért a népesség száma és életmódja visszaesik majd az iparosodás előtti szintre. *Murphy* megfogalmazásából úgy tűnik, hogy ez egy durva összeomlás után következhet be, de sokan reménykedünk abban, hogy ha az emberi értelem és önmérséklet nagyobb teret kap, akkor elviselhető mértékű válság vagy válságok sorozata után

elérhetjük a népesség és a fogyasztás olyan szintjét, amely az ember számára hosszú távon is lakhatóvá teszi Földünket. Ennél optimistább változattal én nem szolgálhatok, mindjárt megpróbálom megmagyarázni, hogy miért. Mielőtt előre nézünk, fejezzük be a történelmi értékelést *Wolfgang Sachs* gondolatával. *A világ helyzete, 2013* kötetben magyarul is megtalálhatók a Wuppertal Intézet főmunkatársának szavai: „Utólag visszanézve az euroatlanti fogyasztói fejlődési út speciális esetnek tűnik; sehol és semmikor nem lehet megismételni. A gyarmatokon a biológiai forrásokhoz, a földkéregben pedig a fosszilis nyersanyagokhoz való hozzájutás lényeges feltétele volt az euroatlanti civilizáció felemelkedésének... Az éghajlati káosz és a növekedés korlátai arra utalnak, hogy az euroatlanti fejlődés elmúlt 200 éve zárójeles fejezet marad a világtörténelemben.”

## 6. A párizsi klímacsúcs

Annak alapján, amit a globális éghajlatváltozásról írtam, az olvasó talán érti, hogy 2015. decemberében milyen izgalommal lestem az ENSZ párizsi klímavédelmi csúcstalálkozójáról érkező híreket. Egyáltalán nem voltam egyedül. Eleinte talán csak a környezetvédelem ügyére fogékony emberek figyeltek fel arra, hogy a világ vezető államai feltűnően magas szinten képviselték magu-

kat a komoly tárgyalásokat bevezető közös fényképezkedéseken, aztán már arról érkeztek hírek, hogy a klímaszkeptikusok végre a partvonalon kívülre kerültek. Komoly emberek már nem próbálják tagadni az éghajlatváltozás tényét.

December 10. után Magyarországon is olyan volt a hangulat, mintha egy világbajnoki fődöntő végeredményét várnánk. Végül értesültünk a megállapodás tényéről, és kicsit később a tartalmáról is. Az eredmény legrövidebben talán így foglalható össze: a globális melegeedésnek az iparosodás előttihez képest +2 °C alatt kell maradnia, és erőfeszítéseket kell tenni azért, hogy ne haladja meg a +1,5 °C-ot. A derülátók azt hangsúlyozták, hogy valamennyi résztvevő ország aláírta az óriási jelentőségű megállapodást, a borúlátók azt, hogy a megállapodás semmi konkrétumot nem tartalmaz. A *Guardian* című brit lapban rendszeresen publikáló *George Monbiot* tudományos újságíró és aktivista két rövid mondatban jól kifejezte a lényegét. „Ahhoz képest, ami Párizsban történhetett volna, ez egy csoda. Ahhoz képest, amire szükség lenne, katasztrófa.”

De hát mire lenne szükség?

A *Nature* című tekintélyes brit tudományos folyóirat 2015. január 8-ai számában megjelent *Cristophe McGlade* és *Paul Ekins* cikke arról, hogy mennyi fosszilis tüzelőanyagot kell a földben hagynunk, ha a globális felmelegedést 2 °C alatt akarjuk

tartani. A számítás nem tűnik nagyon bonyolultnak, csak merészen következetesnek. Ahhoz, hogy a 21. század végére legalább 50% esélyünk legyen arra, hogy a melegeedés 2 °C alatt maradjon, 2050-ig az emberiség összesített szén-dioxid kibocsátásának nem szabad meghaladnia az 1100 gigatonnát. Ám ha a föld alatt rejtőzõ fosszilis készleteket felhasználnánk, azok becsült szén-dioxid kibocsátása ennek 3-szorosa lenne. Kiszámolták, hogy ha komolyan gondoljuk célunk megvalósítását, akkor 2050-ig a földi kőolajkészletek harmadának, a földgázkészletek felének és a szénkészletek több mint 80%-ának a földben kell maradnia. Csak azóta, hogy a cikket lektorálták, közlésre alkalmasnak nyilvánították és megjelentették, eltelt 2,5 év. A kitermelés pedig folyamatosan zajlik, a földalatti készletekből légköri szén-dioxid lesz.

**Gadó György Pál**

*A fentiekben a szerző Fogyasztói szokásaink és életvitelünk következményei címen megjelent tanulmányának 3. fejezetét közöltük. A hivatkozott irodalom jegyzékét is tartalmazó eredeti tanulmány forrása: Kodácsy-Simon Eszter (szerk.): Értelmes szívvel. Etikái témák az evangélikus oktatásban. Luther Kiadó, Budapest, 2016.*

(Folytatjuk)

## Zöld út egy szerethető temetőhöz

Ebben a művében *Zámbó Zoltán* előbb röviden vázolja a temetők mai állapotát, amelyet a sok életidegen anyag – kő, vas, beton, márvány, műanyag – és a folyamatosan termelődő rengeteg szemét miatt lehangolóan tart.

A második részben, a további mondanivaló megalapozásaként, Isten létéről, mibenlétéről van szó – segítségül hívja az ókori bölcsék megállapításait, a halálközeli élményt átéltek tudását és a személyes tapasztalatokat egyaránt.

Ezt követően a halálról alkotott elképzelések körüljárása következik, az előző rész természetes folyamánként eljutva ahhoz a reményt nyújtó, megnyugtató felismeréshez, hogy nincs „utolsó út”, „végső búcsú”, „örök nyugalom”, csak átmenet egy másik, magasabb rendű létformába: az isteni szeretet csodálatos honába.

A leghosszabb szakasz arról a zöld útról szól, amelyen az előzőekben leírtak alapján itt a Földön járnunk kell ahhoz, hogy Isten tetszését elnyerhessük, s a sokszínű és gazdag földi élővilágot, valamint az emberi civilizációt megőrizhessük.

Ezen az úton haladva egy olyan temetőbe léphetünk be, amely virágaival, fáival, bokraival, méhzümmögésével és madárénekével a természet része, amelyben nincsen semmilyen természetidegen, azaz le nem bomló vagy mérgező anyag, s amely nem a halálról, hanem az életéről szól.

Ez a temető lehetőséget nyújt az emlékezésre, az emlékezésre, a teremtett világ egységének átélésére, tudva azt, hogy a szerény jelzéseként szolgáló fejfák alatt senki sincsen eltemetve, csupán szeretteink legutolsó, legbelső földi ruhája: halandó teste porlad a rögök alatt, s hogyha innen eltávozzunk, odaát majd ők várnak ránk.

**A szerk.**

*A könyvet a Magyar a magyarért Alapítvány jelentette meg 2016 decemberében, forgalmazza a Bookline és a Libri könyvkiadó.*

*Ld. még a szerző rövid írását 2016. októberi számunkban: Alom egy másfajta temetőről*