

HORVÁTH BALÁZS

A beteg bolygó

HORVÁTH BALÁZS

A beteg bolygó

A fenntarthatatlanság
és a betegség kultúrtörténete



TYPOTEX

A könyv kiadását a Magyar Tudományos Akadémia és a könyvkiadói program keretében a Nemzeti Kulturális Alap támogatta.

nka
Nemzeti Kulturális Alap



Hungarian edition © Horváth Balázs, Typotex, Budapest, 2019
Engedély nélkül semmilyen formában nem másolható!

Lektorálta: Vida Gábor

ISBN 978 963 493 061 7

Kedves Olvasó!
Köszönjük, hogy kínálatunkból választott olvasnivalót!
Újabb kiadványainkról, akcióinkról a www.typotex.hu
és a [facebook.com/typotexkiado](https://www.facebook.com/typotexkiado) oldalakon értesülhet.

Typotex Kiadó
Alapította Votisky Zsuzsa, 1989
A kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók
és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.
Felelős kiadó: Németh Kinga
Főszerkesztő: Horváth Balázs
Felelős szerkesztő: Kovács Zoltán
Tördelés: Jutai Péter
Borítóterv: Borbás Marci
Készült a Multiszolg Bt. nyomdájában
Felelős vezető: Kajtor Bálint

Tartalom

ELŐSZÓ	15
BEVEZETÉS	18
A KÖNYV FELÉPÍTÉSE	20
1. RÉSZ	
VILÁGLÉPTÉKŰ PROBLÉMÁK	23
1. FEJEZET	
AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS, ÉS AMI MÖGÖTTE VAN	25
Éghajlati problémák	25
Energiagondok	33
Megújuló energiaforrások: a megoldás?	41
Talajok és mezőgazdaság	51
2. FEJEZET	
HANYATLÓ SOKFÉLESÉG	56
A biodiverzitás	56
Az erdők sorsa	67
Népességnövekedés	71
Létezésünk ára	74
Minden jó irányba halad! (Vagy mégsem?)	76

2. RÉSZ

A VILÁG ÉS AZ EMBER TÖRTÉNETE 81

Történelem – ahogy az iskolában nem tanultuk 82

1. FEJEZET

A VILÁGEGYETEM TÖRTÉNETE 85

Világképek és módszerek fejlődése 85

A nagyságrendek meghatározása 86

A világegyetem mérete 89

A világegyetem kora 94

Az idő kezdete 106

2. FEJEZET

A CSILLAGOKTÓL A FÖLDI ÉLETIG 110

A csillagok élete 110

A Naprendszer kialakulása 116

Az élet eredete 122

Élet a Földön 124

Árnyékbioszféra 125

Az élet elterjedése a világegyetemben 126

Értelmes élet? 129

3. FEJEZET

A BIOSZFÉRA TÖRTÉNETE AZ EMBER ELŐTT 130

Az őslégkör kialakulásától az első élőlényekig 130

A fotoszintézis éghajlat-alakító tényezővé válik 133

Az élet kibontakozása és a tömeges kihalások 135

Az éghajlatváltozásokkal sújtott bioszféra 139

4. FEJEZET

AZ EMBER MEGJELENÉSE A BIOSZFÉRÁBAN	145
Ilyenek vagyunk: a főemlősök jellemzői és eredete	145
Terjedelmes rokonság	149
A közös ős keresése	152
A déli majom	153
Új lehetőség a szavannákon	155
A vadászó emberfélék	157
Két lábon hűvösebb és kényelmesebb	161
A vízben még hűvösebb és kényelmesebb? (Egy alternatív elmélet)	163
Az első emberek	165

5. FEJEZET

NAGY AGGYAL, DE MAGÁNYOSAN	170
Új keletű magányosság	170
Evolúció hiányzó láncszemekkel	171
Primitív főemlősök és felsőbbrendű szamarak	174
A tűzhasználat és a nyelv	177
Miért van ekkora agyunk?	179
Közvetlen elődeink	183

6. FEJEZET

GYŐZZÖN A JOBB?	187
A lenézett unokatestvér	187
Riválisok együttélése	193
Egy faj vagy két faj?	196
A növekvő agy	201
Ádám és Éva	204
Éntudat	206
Szociális képességek, részvétel a csoporttagok iránt	207
A szimbolikus gondolkodásmód és a nyelv	209
Szimbolikus gondolkodásmóddal a jövőbe?	213

7. FEJEZET

A VILÁGHÓDÍTÓ LETELEPSZIK 216

A vándorló ember és hódításainak áldozatai 216

Az első élelmiszer-termelők – és az utolsó vadászó-gyűjtögetők 223

A fokozatos áttérés forгатókönyve 227

Az élelmiszer-termelési centrumok és a háziasítás 233

8. FEJEZET

A FELTARTÓZTATHATATLAN ÉLETMÓD 240

Miért kezdtünk el mezőgazdálkodni? Okok, negatív következmények,
erőszakos terjedés 240

A terjedő mezőgazdaság 251

9. FEJEZET

VÁRATLAN KÖVETKEZMÉNYEK 255

Népsűrűség, haszonállatok, népességnövekedés 255

Az első civilizációk; az írás és a fémek feltalálása 259

A társadalom átalakulása 263

Európai hódítások az újkor küszöbén: fegyverek, puskapor és kórokozók 269

Miért épp Európa? Okok és következmények 276

10. FEJEZET

KIŰZETÉS ÉS FORRADALOM 281

Nyelvek és gének 281

Találmányok 287

A tudományos-technikai-energetikai forradalom 290

A civilizációk sorsa 293

Az édenkerttől a Római Birodalomig 294

Civilizációk leszálló ágban 298

3. RÉSZ	
ÉLETTARTAM A TÖRTÉNELEM ELŐTTI IDŐKBEN ÉS MA	303
1. FEJEZET	
A FOGAMZÁSKOR VÁRHATÓ ÉLETTARTAM	305
Meddig élünk? A születéskor várható élettartam és egyéb mutatók	305
Idősek a népességben	310
A fogamzáskor várható élettartam	314
2. FEJEZET	
ÉLETTARTAM-CSÖKKENTŐ TÉNYEZŐK	317
A táplálkozás, a káros szenvedélyek és az FVÉ	317
A légszennyezés mint élettartam-csökkentő tényező	320
Abortuszok és fogamzásgátlók	322
3. FEJEZET	
AZ ÉLETTARTAM JÖVŐJE	327
Az FVÉ és a jövő	327
A gyűjtögető-vadászó élettartam	330
Gyakori ellenérvek	335
Mi a helyes kérdés?	338
4. RÉSZ	
EGÉSZSÉG A TÖRTÉNELEM ELŐTTI IDŐKBEN ÉS MA	343
1. FEJEZET	
AZ ALULTÁPLÁLTSÁG KORA	345
Az elmúlt tízezer év	345

Gyűjtögető-vadászók: éhezés vagy jóltápláltság?	351
Éhezés „korszerűen”	356
Civilizált alultápláltság	358
A probléma valószínű nagyságrendje	361
Erkölcsei megfontolások	362

2. FEJEZET

AZ EGÉSZSÉG DIADALÚTJA? – A TÁPLÁLKOZÁS	365
A természeti népek egészségi állapota	366
A gyűjtögető-vadászó táplálkozás	366
A !kungok táplálkozása	373
Válogatás az ehető növények között	378
A legfontosabb busman csemege: a mongongó	379
A hadza táplálkozás	385
Vadászat, gyűjtögetés és vándorlás	386

3. FEJEZET

EDZETTSÉGBEN VERHETETLEN	390
Fizikai erő és állóképesség	390
Az edzettség mai értelme	394
A civilizált edzetlenség	395
A civilizált tisztaság	398

4. FEJEZET

ÉLETMÓDBA KÓDOLT BETEGSÉGEK	402
Néhány civilizációs betegség, amely a gyűjtögető-vadászónál ritka	402
Egyéb civilizációs betegségek	406
A civilizált egészség számokban	413
Fogaink állapota	417
Miben szenvednek és halnak meg a természeti népek?	418

5. FEJEZET**VÉDTELENÜL AZ ANYAMÉHBEN** 423

Az embriók egészsége a civilizációban 423

Mérgek a méhben 426

Az intrauterin ható mérgekkel kapcsolatos tanulságok 432

Ivarsejtek és egészség 433

6. FEJEZET**AZ EGÉSZSÉG JÖVŐJE** 436

De mi is az egészség egyáltalán? 436

A természeti népek egészsége és a civilizált oktatás 440

Az egészség jövője 441

Kórokozók reneszánsza 450

Remények és nehézségek 454

A hajlott kor egészsége a civilizációban 457

Extrém árnyoldalak – A filozófia mezsgyéin 458

Két újabb szempont 461

Befejező gondolatok 465

Irodalomjegyzék 467*Internetes hivatkozások* 480*Név- és tárgymutató* 487

Édesapám, Horváth Lajos emlékének

Előszó

„A probléma igazi természetének megragadása az első lépés a megoldás felé.”

(Dieter Helm: The Carbon Crunch)

Néhány évvel ezelőtt, a Magyar Fenntarthatósági Csúcson egy hölgy a közönség soraiból azt a kérdést intézte a jelen lévő szakértőkhöz, hogy körülbelül hány embert lenne képes fenntarthatóan eltartani a Föld. Hosszú ideig egyikük sem válaszolt. Végül a résztvevők egyike azzal ütötte el a dolgot, hogy a kérdés nem is jó, mert téves irányba fordítaná érdeklődésünket. Másik élményem egy rádióműsorhoz kapcsolódik, amelyben két szakértő beszélgetett a fenntarthatóságról. Egyikük megjegyezte: talán igaz, hogy fenntarthatatlanok vagyunk, de csak azért, mert még sosem éltünk ilyen jól, mint most. Lehet, hogy az őskorban tiszta volt a levegő és a víz, de rengetegen éhen haltak, megfagytak stb. Ma pedig olyan kevesen éheznek, hogy az fajunk történetében példátlan. A környezeti problémák eredete az, hogy a fejlődésnek ára van, és mi egyszerűen ilyen messzire jutottunk az ember életminőségének javításában.

Az évek során kénytelen voltam felismerni, hogy az első beszélgetésben megfogalmazott kérdéssel igenis érdemes foglalkozni, mi több, van rá tudományos válasz. És kevés fontosabb dolog van, mint a válasz mögött húzódó tényeket megismerni. A második beszélgetésben elhangzott megjegyzésről pedig úgy gondolom, hogy egyszerűen téves. Még ennél is nagyobb probléma azonban, hogy a tévedés számos további tévedésnek is az alapjául szolgál. Meglátásom szerint a politika, de még a környezetvédelem és a fenntarthatóság ügyei is azért mennek rossz irányba, mert a véleményformáló szakemberek számos olyan dologgal nincsenek tisztában, amelyekről már középiskolás korukban is tanulhattak volna. (Rögtön hozzáteszem: nem a tanárok és nem is a saját hibájukból nem tették.)

E könyv megírásának gondolata körülbelül tíz évvel ezelőttre nyúlik vissza. Akkoriban fejeztem be a doktori munkámat, és végre lett időm olyan könyvekre, amelyeket már régóta szerettem volna elolvasni. Jó pár, a tudomány élvonalába tartozó – de egészen különböző területeken tevékenykedő – szerző művének elolvasása után aztán kisebb meglepetéssel tapasztaltam, hogy némelyik területen még annál is tájékozatlanabb vagyok, mint addig gondoltam. A tudomány

már rég nem ott tart, ahol a mi középiskolai vagy egyetemi oktatásunk befejeződött (és többnyire befejeződik ma is). Az évek során sok művelt emberrel, köztük környezetvédelmi szakemberekkel volt alkalmam beszélgetni ezekről a számomra meglepetést okozó eredményekről, és azt tapasztaltam, hogy tudatlanságommal nem vagyok egyedül. A múlt század közepe óta a természettudomány különféle ágai olyan új eredményeket produkáltak, amelyek jó részéről – bár az adott területen dolgozó kutatók számára sokszorosán igazolt evidenciának számít – az értelmiség túlnyomó része vagy egyáltalán nem hallott, vagy csak tévinformációkkal rendelkezik. Sőt, sokszor rendíthetetlenül hisz épp az ellenkezőjében annak, ami tudományos tény. Hosszú évek beszélgetései és tapasztalata nyomán lassan meggyőződésemmé vált, hogy az emberiség azért hoz sorozatosan rossz döntéseket bármilyen környezetvédelmi jelentőséggel bíró kérdésben, mert a politikai vezetők és tanácsadók tudományos vilásképe egyaránt elavult (nem is beszélve azokról az emberekről, akik őket megválasztják). A természettudomány és a technika több évszázados történetének tanulsága az, hogy a globális civilizáció problémái – paradox módon – nem azáltal oldhatók meg, hogy az egyes tudományos részterületek specialistái tudásukat tovább mélyítik. Ez is fontos, de a megoldások megtalálását a megfelelő mélység hiányánál ma sokkal inkább hátráltatja az, hogy az egymástól távol eső tudományterületeknek már meglévő vívmányai (mémjei) nem találkoznak ugyanazokban az elmékben, és nem tudják kifejteni egymásra hatásukat. A szükséges mémek találkozása sajnos nemcsak az átlagemberek vagy a politikusok, hanem a szakemberek agyában is elmarad, holott egymásra találásuk a környezetvédelemben is új utakat nyithatna meg. Ez a könyv, valamint a vele együtt megjelenő „ikertestvérei” – *Erkölc és civilizáció* és *A fenntarthatóság pszichológiája* – nem más, mint kísérlet egy olyan, környezetvédelmi szempontból releváns memkészlet összeállítására, amely szemléletformáló hatással bír, és amely a globális problémákat új megvilágításba helyezheti.

Meggyőződésemm, hogy az a szemlélet, amellyel ma az iskolát elhagyjuk, és amelyben szinte minden, magát józannak tartó művelt ember hisz, számos ponton téves. Ez a mindannyiunkban jelen levő tévedéskészlet rengeteg probléma forrása, mégis olyan mélyen gyökerezik, hogy nyilvánosan nem lehet megkérdőjelezni, hacsak nem öntelten mosolygó arcokat kíván látni maga körül az ember. Könnyen be lehetne bizonyítani, hogy nincs igazuk, de a köznapi életben nincs lehetőség egy több száz oldalas tényhalmazt a mosolygók elé tárni, és nem is lenne sok értelme egyben rájuk zúdítani. Ezért írtam ezt a könyvet (és a másik kettőt, amelyekre a szövegben többször is fogok hivatkozni). Bízom benne, hogy eljut azokhoz, akiknek készült, és azt a hatást váltja ki, amiért eredetileg nekifogtam.

Egy szerző számára mindig nagy megtiszteltetés, ha a könyvesboltba betérő olvasó a több ezer kötet közül az övét választja. Hiszen a szűkre szabott időbe ma már csak a legfontosabb művek férhetnek bele. Ószintén remélem, hogy a könyv elolvasása még azokban sem hagy majd negatív érzelmeket, akik addigi

világnézetükben sértve érzik magukat, s akiknek ezért csalódást okoz. Céлом semmiképpen nem ez, hanem az, hogy a tágabb kitekintésre vágyó olvasónak ne kelljen a szabadidejét és a vagyonát olyan ismeretek megszerzésére fordítania, amivel igazság szerint már a középiskolában találkoznia kellett volna. Talán a tanítványaim közül is beleolvas néhány, ami számomra külön öröm lenne. Sőt, szeretném, ha előadásaim egyik segédtankönyve lehetne. Harmadrészt, bevallom, önző célok is vezéltek: az elmúlt években minden szabadidőmben csak olvastam, és magam is szerettem volna még egyszer átgondolni az egészet – és mi lehetne erre a célra jobb, mint egy könyv megírása?

Bevezetés

„A problémákat nem új információk segítségével oldjuk meg, hanem azáltal, hogy rendszerbe foglaljuk azt, amit már régóta tudunk.”

(Ludwig Wittgenstein)

Sok mondanivalóm van, és ennek megfelelően e könyv is heterogén. A világegyetem, majd az ember létrejöttével kezdődik, foglalkozik a mezőgazdálkodás és az első civilizációk kialakulásával, majd annak magyarázatában mélyed el, hogyan és miért romlott meg az ember testi és lelki egészsége. Közben számos meglepő tényről lesz alkalmunk megismerkedni, amelyek a tudomány különféle területeiről származnak. Ezekben a tényekben semmi különös nincs, és egyedül azért lesznek sokaknak meglepőek, mert fiatalon nem találkoztunk velük az iskolában. Esetleg még akkor sem, amikor a megfelelőnek tűnő szakot elvégeztük az egyetemen!

Hadd nyugtassak meg előre mindenkit: ebben a könyvben nem lesz semmi bonyolult. Nehogy valaki megjedjen olyan fura hangzású szavak emlegetésétől, mint pl. az antropológia vagy az evolúció. Ha ön járt középiskolába, vagy legalábbis értően tud olvasni (és ha idáig eljutott, akkor ezt feltételezem), akkor ön is meg fog tudni birkózni mindazzal, amivel én.

Még egy lényeges dologra kell felhívnom a figyelmet. A könyvben nagyrészt nem a saját kutatásaim eredményeit mondom el, de mindenhol idézem azt a forrást, ahonnan merítettem. Ahol lehetett, igyekeztem az adott terület legtekintélyesebb művelőinek munkáit felhasználni. A könyvben szereplő legtöbb megálapítás ezért nem az én véleményem, sokszor még csak nem is azé, akit idéztem, hanem sokszorosan igazolt, szilárd, a tudományos közvélemény által elfogadott elmélet.* (Ha valaki egy ilyen nem ért egyet, akkor a kifogásai részletes indok-

* A felső indexbe tett arab számokkal jelzett források az internetről származnak. Ezek nem feltétlenül estek át szakértői lektoráláson, ez azonban nem jelenti azt, hogy az általuk közölt információ ne lenne hiteles. Sokszor nem is törekedtem az elsődleges forrás megadására, hanem megelégedtem egy tudománynpszerűsítő lap összefoglalójával. Ennek megvan az a hátránya, hogy esetleg kivíthatom vele egyes „peer-review-fetisiszták” rosszallását, ugyanakkor előnye, hogy az olvasó számára megkönnyíti az információ ellenőrzését (ahonnan többnyire már az elsődleges forrás felkutatása sem nehéz). A szempontok mérlegelése után végül az olvasóbarát megoldás mellett döntöttem.

lását tartalmazó értekezését a *Nature* című lap szerkesztőségébe kérem eljuttatni.) A fejezetek másik része, ahol az addig sorra vett tudományos eredményeket a saját logikámnak megfelelően csoportosítom és kommentálom, már a személyes látásmódomat tükrözi. Ha valaki ezekkel nem ért egyet, akkor a kritika címzettje valóban én vagyok. Minden értelmes, jó szándékú és kulturált stílusban előadott bírálatot, hozzászólást szívesen fogadok.

Mindenhol világos különbséget teszek aközött, ami tapasztalati tény, ami tudományosan elfogadott elmélet, ami egyes nagy tekintélyű tudósok álláspontja, és ami pusztán az én következtetésem. Vitatkozni csak az utóbbi hárommal lehet. A széles körben elfogadott elméletekkel úgy, hogy tudományos vizsgálatokat végzünk, és a meglevőnél jobb elméletet dolgozunk ki, a nagy tudósok meglátásaival és az én véleményemmel pedig úgy, hogy ha valaki józan érvekkel bizonyítja, a gondolatmenetünkbe hiba csúszott. Amivel nem lehet vitatkozni, azok a kísérleti tények és a megfigyelt valóság. Kérem, hogy ezt tartsák tiszteletben. A könyvben többször is hangsúlyozni fogom: az általam levont következtetést bírálhatják, de amire alapoztam, az kísérleti tény vagy sokszorosan igazolt elmélet, esetleg egy jelentős tudós mérvadó álláspontja. Tessék nyugodtan az enyémtől különböző következtetéseket levonni, de ne tessék figyelmen kívül hagyni azokat a tényeket és a tényekre alapozott elméleteket, amelyekre a következtetéseimet alapoztam. Sokszor tapasztaltam, hogy a látásmódom nem azért különbözik másokétól, mert ők másképp következtetnek, hanem azért, mert ők jó pár tudományos tényről nem tudnak, amelyekkel nekem egy-egy könyvben szerencsém volt találkozni. Sajnos azt is sokszor tapasztaltam, hogy ha e tényekre valaki felhívja a figyelmüket, elutasítják azokat annak ellenére, hogy erre érvanyaguk nincs. És a legszomorúbb, hogy a legtöbben utólag sem próbálnak meg utánanézni, igazuk van-e, inkább tovább őrzik ignoráns világképüket. Épp azért került a könyv végére részletes irodalomjegyzék, hogy mindenki különösebb fáradság nélkül megtalálhassa azt a forrást, amelynek a valódiságában kételkedik.

A könyv felépítése

„A tudományban nem az új tények megismerése az igazán fontos, hanem az, hogy új módon gondolkozzunk a régiekről.”

(William Bragg Nobel-díjas fizikus, kémikus, matematikus)

Vannak, akik a teremtés koronájának tartják az emberi fajt, és azt hiszik, minden miértünk van. Én úgy gondolom, hogy – talán megbocsát a kedves olvasó, ha Jared Diamond, Richard Dawkins és Szent-Györgyi Albert nyomán én is így nevezem magunkat – közönséges majmok vagyunk, akik tévedésben vannak saját szerepüket és fontosságukat illetően, ráadásul még az egészségük is megromlott – nem kis részben épp azért, mert tévedésben vannak. Remélem, elég bizonyítékot tudok majd felvonultatni ahhoz, hogy a könyv végére legmegrögzöttebb olvasóm is egyetértson velem (ha eddig másként gondolkodott volna).

E cél elérése érdekében a könyvben található információk több logikai csoportot képviselnek. Egy részük a múlttal, másik részük a jelennel, harmadik részük a jövővel foglalkozik. A múlttal foglalkozó rész csillagászati, evolúciós vagy antropológiai szempontokat követ, és fő célja, hogy megalapozza a későbbi fejezeteket. A jelennel foglalkozó részekben azt fogjuk vizsgálni, hogy pontosan mi is az, ami létrejött. Legfőképpen, hogy milyen a bioszféra jelenlegi helyzete, és benne az emberé. A világ sok táján persze sokféleképpen élnek ma is emberek, alapvetően mégis csak két fajta életmód létezik (bár az egyik épp eltűnőben van): a vadászó-gyűjtögető és a mezőgazdálkodó. Meg kell vizsgálnunk mind a kettőt, lehetőleg minél kevesebb elfogultsággal, hogy jól értékelhessük a helyzetünket. Ebben tudományos vizsgálatok és hivatalos statisztikák számadatai lesznek a segítségünkre.

Végül a könyv a jövőnkre vonatkozóan is tesz óvatos kijelentéseket. Miután áttekintettünk néhány alapvető tudnivalót, végre feltehetünk olyan kérdéseket – és erre több fejezetben is sor kerül –, amiket addig nem lett volna értelme. A könyvet a következtetéseimmel akartam kezdeni, de tökéletesen tisztában voltam vele, hogy azok kellő alátámasztás híján kevesek egyetértésével találkoznának. Az első mondatok után elvetnék mint holmi kitalációt. Így viszont, hogy a szükséges ismereteket előtte logikus sorrendben tárgyaljuk, a következtetések

levonásának nincs akadálya. Ráadásul bármikor módom van az alapozó ismeretekre hivatkozni, és nem kell a szöveget minduntalan védekező közbeszúrásokkal megszakítanom. Hiszen önnek és nekem most már ugyanaz a tudás van a birtokunkban.

A fejezetek egy része tehát a megelőző részek információi alapján tett következtéseimet tartalmazza, az egyetleneket, amelyekre meglátásom szerint logikusan gondolkozva juthatunk. Ön gondolkozhat másképp; ebben az esetben azonban arra kérem, hogy eltérő véleményét hasonló alapossággal indokolja meg, legalább önmagának. Egyetemi hallgatóimtól is azt kérem, hogy legyenek kritikusak, vitatkozzanak velem, és ha tévednék, bizonyítsák be.

Mivel *A beteg bolygó* humánökológia-könyv, amely a természet és az ember viszonyát vizsgálja a természet- és a társadalomtudományok eszközeivel,¹ elsőként célszerű az általunk okozott környezeti problémák felé fordítanunk a figyelmünket. Kevés dolog mond többet az embernek a természettel kialakított viszonyáról, mint azok a károk, amelyeket benne okoztunk. Lássuk hát először ezeket!

1. RÉSZ

VILÁGLÉPTÉKŰ PROBLÉMÁK

„Úgy vélhetnők, bármely bolond képes bölcsen választani a jólét és a pusztulás két lehetősége közül; ebben az esetben tulajdonképpen a kellemes és a fájdalmas között kell dönteni. Úgy látszik, mintha az ember az utóbbit választotta volna, és a svábbogarak birodalmát kívánná megteremteni.”

(Szent-Györgyi Albert: Az örült majom)

1. fejezet

Az éghajlatváltozás, és ami mögötte van

Éghajlati problémák

2013 januárja Európa és Amerika számára is sokáig emlékezetes marad. Közben nálunk abszolút melegrekordok dőltek meg (pl. Kaposváron január 5-én 16,3 fokot mértek, 2 és fél fokkal magasabbat az országban ezen a napon valaha mért-nél²), az Egyesült Államokban kiterjedt területeken dermesztő fagy köszöntött be, több mint négyezer repülőjáratot töröltek, és rendkívüli vészhelyzetet kellett kihirdetni.³ Texas és Oklahoma egyes területein napi hidegrekordok dőltek meg, a chicagói állatkertben pedig a jegesmedvéket és a pingvineket nem merték kien-gedni a levegőre a gondozóik.⁴ Ugyanezekben a napokban Dél-Amerikában soha nem látott nyári hőség uralkodott.

A fosszilis energiahordozók néhol lehűlést, néhol felmelegedést okozó hatása meglepő lehet, de még ennél váratlanabb összefüggések is lehetségesek. A tény például, hogy Izland, Hawaii, Indonézia, Ecuador, Mexikó, a Fülöp-szigetek és Pápua Új-Guinea vulkánjai napjainkban feltűnően aktívak, arra indított egyes kutatókat, hogy összefüggést tételezzenek fel a klímaváltozás és a vulkáni aktivi-tás között. Elméletük szerint felmelegedések alkalmával, amikor a szárazföldek jégtakaróikból gyors ütemben veszítenek (az Antarktisz például évente 40 mil-liárd tonnányit), a mélyben a nyomásviszonyok oly módon változnak meg, hogy a magma felszínre törésének esélye megnövekszik. Vannak arra utaló jelek, hogy ez a múltban is így volt a jégkorszakok befejeződésekor.⁵ A 12 ezer évvel ezelőtől 7 ezer évvel ezelőttig terjedő ötezer év során ugyanis a vulkáni aktivitás a korábbi globális szint 2–6-szorosára növekedett (Huybers–Langmuir 2009).

Kilátásainkat nem javítja, hogy a kibocsátott CO₂ legalább harmada mintegy (50–)100 évig (MacKay 2009), negyede pedig talán további 10 000 évig a lég-körben marad (Gore 2013). A légkörből kitisztuló hányad sorsa sem feltétlenül megnyugtató, hiszen a vizekben való oldódása miatt az óceánok vize savasodik. Az ipari forradalom előtti időkhöz (pH=8,2) képest a világtengerek kémhatása 0,1-del savanyúbb lett, és ma pH=8,1 értékkel jellemezhető. Nem tűnik nagy vál-tozásnak, pedig a logaritmikus skála miatt ez 30%-kal több hidrogéniont jelent.

Előrejelzések szerint a század végére további 0,3–0,4-es pH-csökkenés várható, ami az elmúlt 20 millió évben példa nélküli (Abbasi–Abbasi 2010).

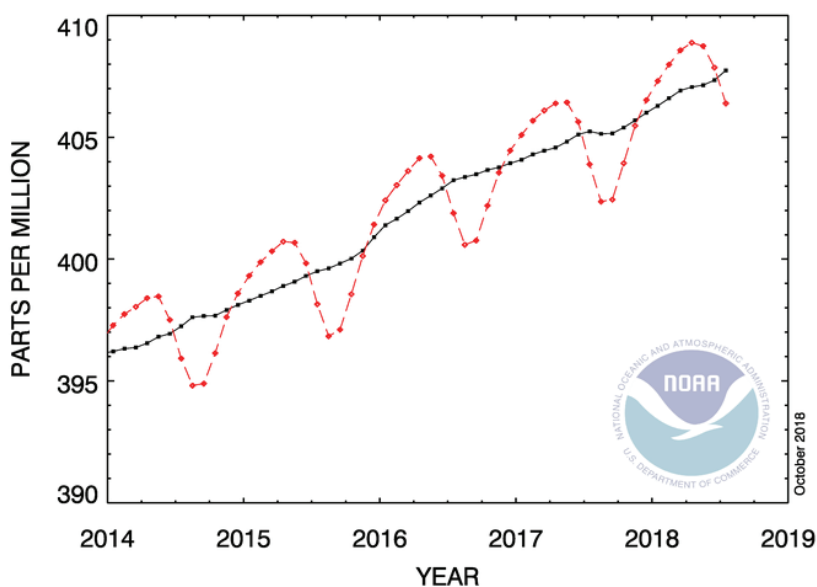
Természetesen a CO_2 -on kívül más üvegházgázok is léteznek, amelyek mennyiségét az ember megnövelte. Az összes üvegházhatás 66–85%-át a vízgőz okozza, a szén-dioxid ehhez csak 9–26%-ot, a metán 4–9%-ot tesz hozzá (Vida 2012). E gázok közül a metán a legrövidebb tartózkodási idejű (10 év), a dinitrogén-oxid viszont 100–200 évig is az atmoszférában marad. Ha a jelenlegi trendek folytatódna, a CH_4 , a N_2O , a freonok és a troposzférikus ózon a CO_2 -dal együtt már 2030-ra olyan hőviszatarató hatást fog kifejteni, mintha az ipari forradalom előtti időkhöz képest megdupláztuk volna a CO_2 koncentrációját (Goudie 2013).

Minden erőnket latba kellene vetnünk, hogy visszafogjuk a széndioxid-kibocsátást, de ebben eddig enyhén szólva nem voltunk túl sikeresek. Az 1997-ben megszületett és 2005-ben érvénybe lépett Kiotói Egyezmény óta (2012-ig) a CO_2 -emisszó csaknem 50%-kal növekedett (Vida 2012). Miért is csökkenne, ha a világ szénfogyasztása 2000 és 2010 között több mint 70%-kal nőtt, és jelen pillanatban is meredeken növekszik? Még Európa is, amely végtelenül büszke szén-dioxid-kibocsátása utóbbi években tapasztalható csökkenésére, ha beszámítaná a Kínában számára gyártott és a kontinensre importált áruk szénlábnyomát, szén-dioxid-kibocsátása növekedését lenne kénytelen megállapítani. Nagy-Britannia energiafejlesztése például 1990 és 2005 között a szénről a gáz felé tolódott (amely kWh-nként feleannyi CO_2 -kibocsátással jár), az acélt és a különféle vegyszereket azonban, amelyet korábban maga állított elő, most egyre inkább Kínából hozza be. Az, hogy ezeket ott ma is a szén energiájára alapozva gyártják, a szennyezés szempontjából nem túl kedvező körülmény. Az importra való átállás tehát csak a brit miniszterelnök asztalán fekvő környezetvédelmi jelentéseken mutat jól, globális szempontból a levegőszennyezés növekedésével egyenértékű (Helm 2012).

Szintén látványos volt az USA szén-dioxid-kibocsátásának csökkenése a 2014-et megelőző nyolc évben, amit az ország akkori elnöke nem is habozott a világ elé tárni. A probléma itt az, hogy a szénről a gázra való, egyre növekvő mértékű átállást a palagáz fokozódó kinyerésével valószínűsítették meg. A palagáz kitermelése pedig együtt járt a metán egy részének légkörbe szökésével, ami legalább olyan mértékben növelte az üvegházhatást, mintha ugyanazt az energiát szénerőművekben fejlesztették volna (Vida 2017). Egy újabb példa arra, hogyan válhat egy előnyösnek gondolt intézkedés hátrányossá, miközben papíron továbbra is minden rendben marad.

Kína évtizedünkben két nagy fosszilis (többnyire szén)erőművet helyez üzembe hetente, ami azt jelenti, hogy az évente hozzáadott teljesítmény körülbelül meg egyezik Nagy-Britannia teljes elektromos kapacitásával. De mivel a távol-keleti ország villamosenergia-fejlesztése 80%-ban szénre alapozott (míg a szigetországé csak 30%-ban), Kína levegőszennyezésének az éves növekménye is kétszer annyi, mint a teljes brit szennyezés. India, ahol a lakosság egynegyede elektromosság

nélkül él, várhatóan hetente egy nagy fosszilis erőművet fog építeni. Ahhoz, hogy csak India és Kína erőműveinek növekedő szén-dioxid-kibocsátását itt Európában ellensúlyozni tudjuk, hetente 1000 db 2 MW-os szélerőművet kellene üzembe helyeznünk. És mivel egy tanulmány szerint az autók száma 2005 és 2050 között 2,3 milliárddal növekedni fog a világon (számuk 2010-ben 1 milliárd volt,⁶ és a növekményből 1,9 milliárd várhatóan a fejlődő országokban talál majd gazdára), a kőolajfogyasztás további emelkedése is valószínű. A földinél a klímára 2–4-szer károsabb légi közlekedés intenzitása úgyszintén növekszik, évente 4–6%-kal, és ez az ágazat továbbra is fosszilis energián fog alapulni (Helm 2012).



1. ábra. A CO₂-koncentráció ppm (milliomodrész) egységben a Mauna Loa hegyen (Hawaii-szigetek) (Forrás: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends>)

A folyamatnak nem látszik a vége. 2010-ben az emberiség 6%-kal több CO₂-ot juttatott a légkörbe, mint a megelőző évben. Ismét kiderült, hogy a valóság még az IPCC 2007. évi jelentésében „legrosszabb”-ként szerepeltetett forgatókönyvnél is tud rosszabbat produkálni. Pedig e forgatókönyv teljesülése esetén is már 4 fokos melegedéssel számolhattunk volna a század végére (Vida 2012). Az 1. ábrához hasonló grafikonokra pillantva úgy tűnik, mintha a görbe meredeksége egyre nagyobb lenne. Valóban, ha az egyes évtizedekre átlagolt CO₂-kibocsátásokat vizsgáljuk, nyilvánvalóvá válik, hogy a gáz légköri koncentrációja

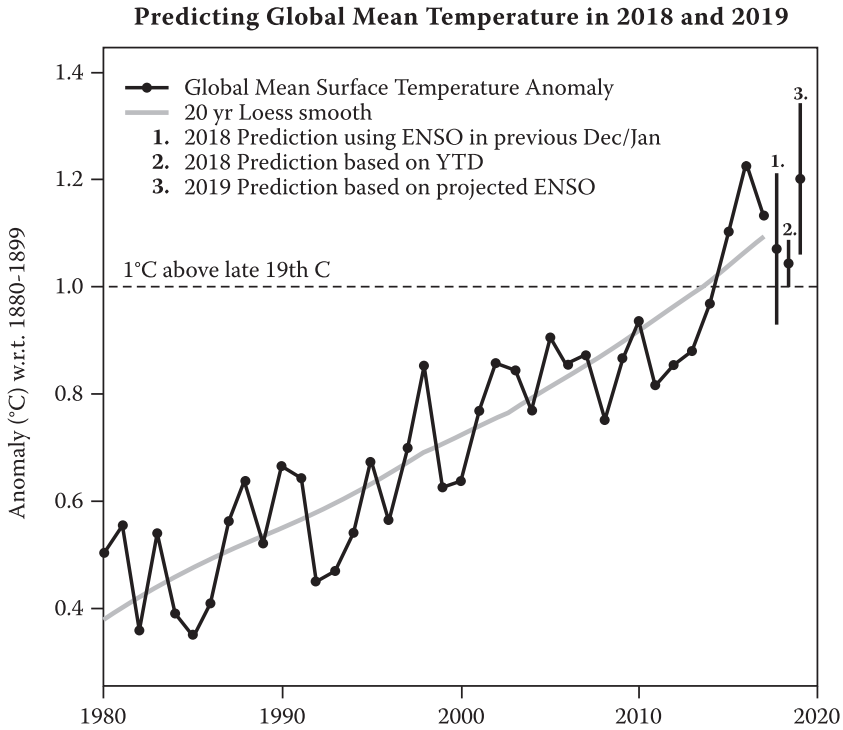
az elmúlt fél évszázadban tényleg gyorsulva növekedett. A 2000–2009. évek átlagos éves növekménye $(1,62 + 1,58 + 2,53 + 2,29 + 1,56 + 2,52 + 1,76 + 2,22 + 1,60 + 1,89)/10 = 1,957$ ppm volt, míg 2010–2014-ben az öt évre számított átlag elérte a $(2,43 + 1,84 + 2,66 + 2,05 + 2,32)/5 = 2,26$ ppm-et. A 2017 júliusa (403,89 ppm) és 2018 júliusa (406,39 ppm) közötti növekedés 2,5 ppm. Az emelkedés gyorsulása egyértelmű.

Egy internetes oldal (<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html>) videója pár percbe sűrítve mutatja be, hogyan változott az elmúlt 800 000 évben a légköri CO₂-koncentráció. A gáz koncentrációja mindvégig a 170–300 ppm tartományban mozgott (jégkorszakok idején ezen belül az alacsonyabb, két jégkorszak között a magasabb értékek voltak jellemzők), amiből csak 1900 táján lépett ki, ma pedig már jóval 400 ppm felett vagyunk (2018. szeptember: 405,51 ppm). Ilyen magas értékekre nem volt példa az elmúlt 2 millió, de talán 30 millió⁷ évben sem, növekedésének tempója pedig tízszeresen meghaladja az 56 millió évvel ezelőtti éghajlatváltozásban tapasztalt mértéket (Vida 2012). Sőt, ha a szén-dioxid mellett a metánt és egyéb gázokat is figyelembe vesszünk, akkor légkörünk üvegházgáz-koncentrációja – szén-dioxid-egyenértékben – meghaladja a 480 ppm-et, amely már bőven túl van az IPCC által a biztonságos felső határának tekintett 450 ppm-en is (Vida 2017). Az éghajlatváltozásra az üvegházgázokon túl más magyarázat nem nagyon van. A Nap sugárzásintenzitása ugyan – tizenegypár éves ciklusokban – változik, de az elmúlt évtizedekben semmiféle növekedés nem történt, amit a megfigyelt melegedésért felelőssé tehetnénk.⁸

A melegedés tempója évtizedünkben hihetetlenül gyors. 2011-ben még „csak” 0,8 °C-kal jártunk az 1880–1899. évek átlagos szintje felett, de mivel a rákövetkező öt év mindegyike melegebb volt az előzőnél, ennyi idő elég volt a hőmérséklet újabb fél foknyi emelkedéséhez. Az eddigi legmagasabb globális felszíni hőmérsékletet, amely egyébként az előbb említett viszonyítási szintet 1,2–1,3 °C-kal haladta meg, 2016-ban mérték. A 2016-os csúcs után 2017 a második, 2018 a negyedik legmelegebb évnél bizonyult 1850 óta, mióta rendszeres felszíni hőmérsékletmérések folynak. Az, hogy az utóbbi négy év egyben a négy legmagasabb hőmérsékletű év is, és 2019 az előrejelzések szerint csatlakozik hozzájuk ötödiknek (2. ábra), önmagában is több mint elgondolkodtató.

Annak a többlétezőnek a 93%-a, amit az üvegházhatású gázokban nekünk köszönhetően feldúsult légkör csapdába ejt, nem a szárazföldek, hanem az óceánok melegedésére fordítódik. Akkora hőről van szó, ami másodpercenként öt Hirosimára ledobott atombomba energiájával egyenértékű. Az óceánok vizének hőtartalma a szárazföldekénél jóval egyenletesebben növekszik (lásd az alábbi oszlopdiagramon). Itt sokkal kisebb mértékben tapasztalhatók azok az időnkénti visszaesések,⁹ amelyek a szárazföldi hőmérsékletek esetében gyakran előfordulnak (például 2010 vagy 2016 után).

A hőmérsékletek változását szemléltető görbék rapszodikus lefutása inkább a méréseink hiányosságát jellemzi, mint a valóságot. Az a 2016-os év például, amely



2. ábra. A globális szárazföldi átlaghőmérséklet 1980 és 2020 között. A hullámzó görbe kirajzolt pontjai tényleges értékek (1980–2017), a különálló három pont előrejelzés (2018–2020). Az utóbbiakon áthaladó függőleges szakaszok a becslések bizonytalansági tartományát jelölik. Az egyenletesen emelkedő vonal a hullámzó görbe „kisimításának” eredménye. A vízszintes szaggatott vonalat, azaz a XIX. század végénél egy fokkal magasabb globális hőmérsékletet először 2015-ben léptük át, azóta minden év ennél melegebb volt.

a szárazföldeken a legmelegebb volt, az óceánok hőtartalmában enyhe visszaesést hozott. Ha a kettőből közös adatsort szerkesztenénk, az óceánok eleve egyenletesebb melegedése még egyenletesebb képet mutatna. Ha pedig a tengerszinttől fölfelé és lefelé is több kilométer távolságig minden egyes köbméternyi anyag hőmérsékletét és fajhőjét pontosan ismernénk, és figyelembe vennénk a víz halmazállapot-változásait, valamint a kémiai energiává alakuló fényhányadot is, akkor a globális görbék látványos visszaesései teljesen eltűnnének. A Föld hőtartalma ugyanis egyenletesen növekszik, de folyton változó térbeli eloszlásban, amit a bolygó felszínének több ezer pontján, de esetleg nem a melegedés aktuális helyén elhelyezett hőmérőink nem feltétlenül adnak vissza.