

Carl Sagan

Milliárdok
és
milliárdok

AKKORD KIADÓ

A fordítás alapjául szolgáló eredeti kiadás:
Carl Sagan
Billions and Billions
HEADLINE BOOK PUBLISHING, 1997

Fordította:
Dr. Both Előd

Fedélterv:
Nagy Krisztina

Copyright © 1998 The Estate of Carl Sagan

Hungarian translation © Dr. Both Előd, 2000
Hungarian edition © Akkord Kiadó, 2000

ISBN 963 7803 74 2

Felelős kiadó: Földes Tamás
Felelős szerkesztő: Várlaki Tibor
Lektorálta: Dr. Abonyi Iván
Típoграфия: Haiman Ágnes
Tördelés: Simon Attila
Készült a Borsodi Nyomda Kft.-ben
Felelős vezető: Ducsay György

Carl Sagan a Cornell Egyetemen a csillagászat és az űrtudományok „David Duncan” professzora és a Bolygókutató Laboratórium igazgatója, a Kaliforniai Műszaki Egyetem Sugárhajtás Laboratórium tiszteletbeli vendégkutatója, valamint a világ legnagyobb, az űrkutatás híveit tömörítő szervezete, a Planetary Society alapítója és társelnöke volt.

Dr. Sagan úttörő jellegű kutatásait és sokrétű ismeretterjesztő munkáját a NASA, a Nemzeti Tudományos Akadémia és a Nemzeti Tudományos Alap egyaránt legmagasabb kitüntetéseiivel ismerte el.

Carl Sagan kora egyik legeredetibb és legmerészebb gondolkodója volt. Hozzájárult számos új kutatási terület megnyitásához, többek között bevonta a tudományos kutatás körébe a Földön kívüli élet keresését. 1996 decemberében halt meg, közvetlenül azután, hogy a könyv megírását befejezte.

A Milliárdok és milliárdok dicsérete

[Sagant] mindazok gyászolták, akik nagyra becsülték képességét, ahogyan a tudomány csodáit és izgalmát meg tudta osztani másokkal... *A Milliárdok és milliárdok* [egyike] a tudományos ismeretterjesztés mesterműveinek... szigorú racionalitás és elegáns kifejezőmód... pompás emléket állít a nagyszerű tudományos írónak.

Robin McKie, Observer

A nép tudósának utolsó megszólalása... Sagan küldetése az [volt], hogy a kormányok, az emberek és a tudós kollégák meglássák a tudomány értelmét, és világosan fejezzék ki magukat.

Tim Radford, Guardian

*Húgomnak, Carinak,
a hatmilliárd egyikének*

Tartalom

<i>1. A mennyiségek ereje és szépsége</i>	6
Milliárdok és milliárdok	6
A perzsa sakktáblája	16
Hétfő esti vadászok	29
Isten pillantása és a csöpögő csap	40
Négy kozmikus kérdés	56
Napok sokasága, világok sokasága	65
 <i>2. Mit őriznek meg a konzervatívok?</i>	72
A postán érkezett világ	72
Környezet: hol a megfontoltság?	78
Krózus és Kasszandra	88
Lyuk az égen	95
Csapda: a világ felmelegedése	114
Kiút a csapdából	138
A vallás és a természettudomány szövetsége	161
 <i>3. Az érzelmek és az értelem összeütközése</i>	174
A közös ellenség	174
Abortusz: lehetünk-e egyidejűleg életpártiak és választáspártiak	191
A játék szabályai	211
Napjaink Gettysburgjei*	225
A XX. század	239
Az árnyak völgyében	250
 <i>Epilógus - írta: Ann Druyan</i>	259
 <i>Köszönetnyilvánítás</i>	266
 <i>Irodalomjegyzék</i>	268
 <i>Az illusztrációk jegyzéke</i>	272

* Ann Druyannal közösen

1. A mennyiségek ereje és szépsége

Milliárdok és milliárdok

Vannak egyesek... akik úgy vélik, hogy a homok (szemcséinek) száma végtelen... Vannak egyesek, akik bár nem tartják végtelennek, oly számosnak vélik, hogy akkora számnak még senki sem adott nevet... Én azonban megpróbálok olyan nagy számokat mutatni, amelyek nemcsak a Földével azonos mennyiségű homok szemcséinek számát múlják felül,... hanem az egész Világegyetem tömegével azonos homokét is.

*Arkhimédész
(kb. Kr e. 287-212)
A homokszámláló*

Sohasem mondtam. A becsületszavamra. Nos annyit mondtam, talán 100 milliárd galaxis és 10 milliárd billió csillag létezhet. Nehéz a nagy számok emlegetése nélkül beszélni a Kozmoszról. Sokszor emlegettem a milliárdot a *Kozmosz* című televíziós sorozatban is, amelyet rengeteg ember látott. Sohasem mondtam azonban így ki: „milliárdok és milliárdok”. Egyrészt ez így kissé pongyolán hangzik. *Hány* milliárd lehet a „milliárdok és milliárdok”? Néhány milliárd? Húszmilliárd? Százmilliárd? A „milliárdok és milliárdok” meglehetősen határozatlan kifejezés. Amikor átdolgoztuk és felújítottuk a sorozatot, akkor ellenőriztem, így most meglehetősen biztos vagyok benne, hogy sohasem mondtam.

Johnny Carson - akinek *Tonight Show (Ma esti show)* című műsorában az évek során csaknem harmincszor szerepeltem - viszont kimondta. Kordbársony zakót és garbót vett fel egy zilált frizurájú parókához. Megpróbált rám hasonlítani, valamiféle hasonmásomat alakítani, amikor a késő esti tévéműsorban elhangzott a szájából a „milliárdok és milliárdok”. Általában zavarni szokott, ha a személyemet utánozzák, miközben a saját zagyva

szövegüket mondják, amit azután másnap a kollégák és az ismerősöktől az én szememre vetnek. (A jelmez ellenére Carson - aki egyébként komoly amatőr csillagász - gyakran beszélt a hasonmásomként komoly tudományos kérdésekről.)

Meglepő módon a „milliárdok és milliárdok” rám ragadt. Az emberek megszerették a hangzását. Még mostanság is gyakran megállítanak az utcán, repülőgépen vagy társaságban, és bátoritanul arra kérnek, ugyan mondjam már ki - csak az ő kedvéért -, hogy „milliárdok és milliárdok”.

„Tudják, hogy ezt én valójában sohasem mondtam”, magyarázom ilyenkor.

„Nem baj”, válaszolják. „Azért csak mondja!”

Sokszor hozzászoktam, hogy Sherlock Holmes sem mondta soha, hogy „Alapvető, kedves Watsonom” (legalábbis Arthur Conan Doyle könyveiben nem); Jimmy Cagney sohasem mondta, hogy „Te mocskos patkány”; Humphrey Bogart pedig sohasem mondta, hogy „Játszd újra, Sam!”. De mondhatták volna, mert ezek a kifejezések szilárdan beivódtak a köztudatba.

Gyakran idézik ezt az általam soha ki nem mondott együgyű kifejezést a számítógépes magazinokban („Carl Sagan szavaival élve ehhez byte-ok milliárdjaira és milliárdjaira van szükség”), az újságolt közgazdasági bevezető cikkeiben, a profi sportolók jóvedelmének tárgyalásakor és sok hasonló összefüggésben.

Egy ideig valamilyen gyerekes sértődöttség miatt ki nem ejtettem volna a számon és le nem írtam volna ezt a kifejezést, még akkor sem, amikor erre kértek. De később túltettem magam az egészen. Most tehát álljon itt az utókor kedvéért, feketén-fehéren: „Milliárdok és milliárdok.”

Mitől lehet ilyen népszerű a „milliárdok és milliárdok” kifejezés? Sokáig a „millió” volt a köznyelvben a nagy számok érzékeltetésének a kulcsszava. Az elképzelhetetlenül gazdag embert milliomosnak nevezték. A Föld népessége Jézus Krisztus korában talán 250 millió lehetett. Az 1787-es Alkotmányozó Nemzetgyűlés csaknem 4 millió amerikai nevében ült össze, míg a második világháború kezdetén az Egyesült Államok lakossága 132 millió volt. A Nap és a Föld közepes távolsága 150 millió kilométer. Az első világháborúban mintegy 40 millió ember vesztette életét, a másodikban 60 millió. Egy esztendő 31,7 millió másodpercből áll

(amint annak könnyű utánaszámolni). Az egész világon az 1980-as évek végéig felhalmozott nukleáris fegyverek robbanóereje 1 millió Hirosima elpusztításához elegendő. Hosszú időn keresztül számos különböző célra a „millió” volt a nagy szám lényegének a kifejezője.

Az idők azonban változnak. Ma már sok milliárdos él közöttünk - és ez nem csak az inflációnak köszönhető. Pontosan ismerjük a Föld korát, ami 4,6 milliárd év. Az emberiség lélekszáma 6 milliárd körül jár. Két születésnapunk között a Föld egymilliárd kilométert tesz meg Nap körüli pályáján (a Föld sokkal gyorsabban száguld a Nap körül, mint amilyen tempóban a *Voyager* űrszondák távolodnak tőlünk). Négy B-2-es bombázó ára egymilliárd dollár (bár egyesek szerint 2 vagy akár 4 milliárd is lehet). Az Egyesült Államok védelmi kiadásai, ha a titkos és a költségvetés más helyein elrejtett tételeket is figyelembe vesszük, meghaladják az évi 300 milliárd dollárt. A becslések szerint az Egyesült Államok és Oroszország között kirobbanó, széles körű nukleáris háborúnak az első csapások során egymilliárd áldozata lenne. Egy tenyérnyi négyzet minden oldala mentén egymilliárd atom helyezkedik el. A mindenséget galaxisok és csillagok milliárdjai alkotják.

Amikor 1980-ban először mutatták be a *Kozmosz* című tévésorozatot, az emberek már készen álltak a milliárd fogalmának befogadására. Az egyszerű millió már kissé elértéktelenedett, divatjamúlttá és szegényessé vált. Ráadásul a két szó hangzása kissé hasonló is, néha hajlamosak vagyunk össze is keverni. Ezért a *Kozmoszban* tudatosan, a megszokottnál hangsúlyosabban ejtettem ki a milliárd szót¹, amit talán néhány néző egyéni akcentusnap, esetleg beszédhibának vélt. A másik végletet azok a tévékritikusok képviselték, akik szerint a hangsúlyosan ejtett milliárd nehézkesnek, mesterkéltnek tűnt.

Erről eszembe jut egy régi anekdota egy planetáriumi előadóról, aki elmondta a hallgatóságnak, hogy 5 milliárd év múlva a Nap felfúvódik és vörös óriássá alakul, elnyeli a Merkúrt és a Vé-

¹ Az amerikai szóhasználat szerint, mint később látni fogjuk, a mi milliárdunknak a „billion” szó felel meg, ennek megfelelően itt hangsúlyosan és öblösen, zárhangként ejtett „b” hangról van szó - a fordító megjegyzése.

nuszt, sőt talán még a Földet is felfalja. Az előadás után a hallgatóság soraiból egy izgatott ember fordult hozzá.

„Bocsánat, uralom, ugye Ön azt mondta, hogy a Nap 5 milliárd év múlva fogja felégetni a Földet?”

„Igen, nagyjából akkor.”

„Hála istennek! Egy pillanatra azt hittem, hogy 5 milliót mondtott.”

Nos, 5 millió vagy 5 milliárd év, a saját személyes életünk szempontjából egyre megy, a különbségnek csak a Föld mint égitest sorsát illetően van jelentősége. A millió és a milliárd közötti különbségtétel más esetekben viszont létfontosságú, például akkor, ha a nemzeti költségvetésről, a világ népességéről vagy a nukleáris háború áldozatairól beszélünk.

Bár a „milliárdok és milliárdok” népszerűsége még nem halványodott el teljesen, már ezek a számok is kezdenek bizonyos értelemben kisszerűvé, rövidlátóvá és túlhaladottá válni. Sokkal divatosabb szám kezd feltűnni a látóhatáron vagy legalábbis annak közelében. Nemsokára beköszönt a *billió* kora.

A világ katonai kiadásai jelenleg megközelítik az évi 1 billió dollárt. A fejlődő országok a nyugati világ bankjainak összesen 2 billió dollárral tartoznak (szemben az 1970-es 60 milliárddal). Az Egyesült Államok kormányának éves költségvetése megközelíti a 2 billió dollárt. Országunk adóssága 5 billió dollár körül van. A Reagan-korszakban felvetett, de műszakilag kétséges csillagháborús tervek becsült összköltsége 1 és 2 billió dollár között volt. A Föld összes növényének együttes tömege 1 billió tonna. A billió magától értetődően kapcsolódik a csillagok világához is. A Naprendszer és a hozzánk legközelebbi csillag, az Alfa Centauri távolsága mintegy 40 billió kilométer.

A millió, a milliárd és a billió közötti keveredés járványszerűen terjed a mindennapi életben, szinte alig akad olyan hét, hogy valamelyik tévéműsorban ne tévesztené össze valaki ezeket a nagy számokat (elsősorban a milliót és a milliárdot)². Ezért talán megbocsátják, ha egy pillanatig elidőzőm ezeknél a fogalmaknál.

² Hazánkban inkább a milliárd és a billió összetévesztése a gyakori, elsősorban azért, mert az amerikai billiót gyakran - figyelmetlenségből vagy tájékozatlanságból - billióként fordítják magyarra - a fordító megjegyzése.

A millió ezerszer ezerrel egyenlő, vagyis az egyes után hat darab nulla következik. A milliárd ezerszer millió, tehát az egyes után kilenc darab nullát kell írni. Végül, a billió ezerszer milliárd (vagy milliószor millió), ahol az egyest tizenkét nulla követi.

Ez legalábbis az európai szóhasználat. Amerikában kicsit más a rendszer, ott az európai milliárdot billiónak, az európai billiót trilliónak nevezik és így tovább. A milliárd fogalmával a magam részéről először gyerekkoromban, bélyeggyűjtőként találkoztam. Birtokomba került egy 1923-as postatiszta német bélyeg, „50 milliárd” felirattal. Németországban akkoriban érte el a tetőpontját az infláció, egyetlen levél feladása 50 milliárd márkába került. (Ez volt az a korszak, amikor az emberek talicskával vitték magukkal a pénzüket, ha a péknél vagy a fűszeresnél be akartak vásárolni.) Minthogy azonban napjainkban az egész világ az Egyesült Államok befolyása alatt áll, ezek az alternatív fogalmak visszaszorulóban vannak, a „milliárd” immár csaknem teljesen eltűnőfélben van.³

A nagy számok meghatározásának egyértelmű módja, ha megszámloljuk, hány nulla áll az egyes mögött. Ha túlságosan sok a nulla, akkor azonban ez is kissé unalmas, és magában rejtje a tévedés veszélyét. Ezért a nullákat hármas csoportokba rendezve szoktuk leírni, a csoportok között pedig térközöket (betűközöket) hagyunk. Eszerint tehát a billiót a következőképpen írhatjuk: 1 000 000 000 000. (A betűközök helyett egyes országokban pontokat vagy vesszőket szokás tenni.⁴) A billiónál nagyobb számok esetében is egyszerűen csak meg kell számolni, hány hármas csoport nullát tartalmaz a szám. Sokkal egyszerűbb lenne azonban, ha nem kellene mindig számlolgatni, sem egyesével, sem hármasával, hanem a számot azzal jellemeznénk, hány nullát tartalmaz az egyes után.

³ Ilyennek látszik a világ, Amerikából nézve. Mi azért nyugodtan ragaszkodjunk a jól bevált milliárdhoz. Ebben a könyvben a magyar nyelv és szóhasználat szabályainak megfelelően természetesen a billiont mindvégig milliárddnak fordítottam - a *fordító megjegyzése*.

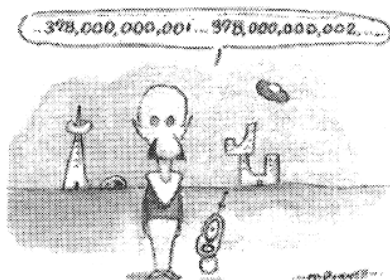
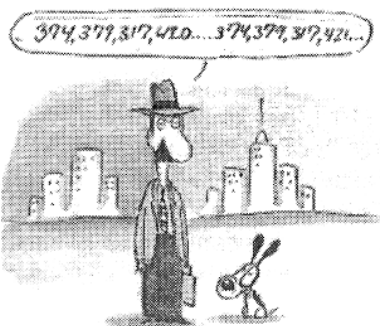
⁴ Ez további zűrzavar forrása, nem beszélve a tízedesvesszővel, illetve egyes országokban a tízedesponttal való összetévesztés lehetőségéről - a *fordító megjegyzése*.

A természettudósok és a matematikusok, gyakorlatias észjárásuknak köszönhetően, pontosan így járnak el. Ezt a jelölésmódot a számok normálalakjának, exponenciális vagy hatványkitevős írásmódjának nevezzük. Leírjuk a 10-es számot, azután tőle jobbra, kicsit feljebb, az úgynevezett felső indexbe odairjuk mellé, hány nulla csatlakozna az egyeshez, ha hagyományos formában írnánk le a számot. Eszerint $10^6=1\ 000\ 000$; $10^9=1\ 000\ 000\ 000$; $10^{12}=1\ 000\ 000\ 000\ 000$ és így tovább. Ezeket a kis felső indexeket hatványkitevőnek, vagy egyszerűen kitevőnek nevezzük, a 10^9 kiejtése tíz a kilencediken, a 10^{12} -é tíz a tizenkettediken és így tovább. (Kivételt képez a 10^2 és a 10^3 , ahol a tíz a másodikon, illetve a tíz a harmadikon forma mellett a tíz a négyzetten, illetve a tíz a köbön alak is helyes és elterjedt.) A hatványkitevő értéke egyúttal a szám nagyságrendjét is jelzi. Ez a szó azonban - más matematikai és természettudományos kifejezésekhez, például a paraméterhez hasonlóan - lassanként kezd beszivárogni a köznyelvbe, bár kissé elmosódó és torzuló jelentéssel.

A teljesség kedvéért megemlíjük, hogy a számok hatványkitevős írásmódja még egy fantasztikus előnyt rejt. Két normálalakban leírt nagy számot nagyon egyszerűen összesorozhatunk, ehhez elegendő a hatványkitevőiket összeadni. Eszerint $1000 \cdot 1\ 000\ 000\ 000$ a következőképpen írható és számítható ki: $10^3 \cdot 10^9=10^{12}$. Lássunk egy gyakorlati példát a sokkal nagyobb számok világából is: ha egy átlagos galaxis 10^{11} csillagot tartalmaz és a Világegyetemben 10^{11} galaxis található, akkor a Kozmoszt 10^{22} csillag alkotja.

A matematikával hadilábon álló emberek közül sokan idegenkednek a számok hatványkitevős alakjától (jóllehet ez egyáltalán nem teszi bonyolultabbá a nagy számok fogalmának megértését, sőt inkább egyszerűsíti azt). Hasonló ellenérzést tapasztalhatunk például a szedők esetében, akik nagy előszeretettel írnak 109-et a 10^9 helyett (bár az Akkord Kiadó szedői dicséretes kivételt képeznek, mint a fentebbi bekezdések tanúsítják).

Néhány önálló névvel illetett nagy számot a 13. oldalon található táblázat tartalmaz. Ezek között általában ezerszeres vagy milliószoros a különbség. A billiónál nagyobb számoknak ezt az elnevezését szinte soha nem használjuk. Ha másodpercenként egyet számlálnánk, akkor több mint egy hétbe telne, mire egytől



A szám neve	teljes alakja	hatványkitevős alakja	Mennyi ideig tartana 1-től az adott számig elszámolni (ha éjjel-nappal másodpercenként egyet számolnánk)?
egy	1	10^0	1 másodperc
ezer	1 000	10^3	17 perc
millió	1 000 000	10^6	12 nap
milliárd	1 000 000 000	10^9	32 év
billió	1 000 000 000 000	10^{12}	32 000 év (több mint amióta civilizáció létezik a Földön)
(ezer billió)	1 000 000 000 000 000	10^{15}	32 millió év (több mint amióta ember él a Földön)
trillió	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}	32 milliárd év (több mint a Világegyetem életkora)

Az ennél is nagyobb számok elnevezése⁵: kvadrillió (10^{24}), kvintillió (10^{30}), szextillió (10^{36}), szeptillió (10^{42}), oktrillió (10^{48}). A Föld tömege 6000 kvadrillió gramm, azaz 6 kvadrillió kilogramm vagy 6000 trillió tonna.

⁵ A megnevezések sora természetesen tetszés szerint tovább folytatható – a lektor és a fordító megjegyzése.

egymillióig elszámolnánk. Fél életünk beletelne, mire egymilliárdig eljutnánk. Ha viszont egytrillióig szeretnénk ugyanilyen sebességgel, egyesével elszámolni, ahhoz a Világegyetem eddig eltelt élete sem lenne elegendő.

Ha már némi jártasságra tettünk szert az exponenciális számok világában és megbarátkoztunk a nagy számokkal, akkor könnyen kifejezhetjük, nagyjából hány mikroba él egy teáskanálnyi talajban (10^8), hány homokszem található a Föld összes tengerparti strandján együttvéve (mintegy 10^{20}), hány darab élőlény él a Földön (10^{29}), hány atom alkotja a Föld összes élőlényét (10^{41}), vagy éppen hány atommag található a Napban (10^{57}), hány elemi részecske (elektron, proton és neutron) építi fel a Világegyetemet (10^{80}). Ez nem jelenti azt, hogy el is tudunk *képzeln*i valamiből egymilliárd vagy egytrillió darabot - erre senki sem képes. A hatványkitevős írásmóddal viszont legalább kezelni tudjuk ezeket a nagy számokat, valamint számolni tudunk velük. Meglehetősen szép eredmény olyan autodidakta lényektől, akiknek a kezdet kezdetén még semmijük sem volt, és társaikat is csak az ujjaik segítségével hívásával tudták megszámlálni.

A számok hatványkitevős írásmódját szavakkal is ki tudjuk fejezni. Ehhez a mértékegységek nevéhez illeszthető ún. prefixumokat (előtagokat) használjuk. Eszerint például az elektron átmérője 1 femtométer (10^{-15} m), a sárga fény hullámhossza fél mikrométer (0,5 μ m), szabad szemmel a tizedmilliméteres (10^{-4} m) rovarokat még észre tudjuk venni, a Föld átmérője 6300 kilométer (6,3 Mm), egy hegy tömege 100 petagramm (10^{17} g). A prefixumok teljes listáját a 15. oldalon található táblázat tartalmazza.

A valóban nagy számok nélkül elképzelhetetlen a modern tudomány. Tévedés lenne azonban azt gondolni, hogy ezek a számok a modern kor szülöttei.

Az indiai aritmetika már ősidők óta használja a nagy számokat. Egyes indiai újságokban napjainkban is találkozhatunk a lakh rúpia vagy a crore rúpia megjelölésekkel. A lakh és a crore mellett az indiai számirás a nagy számok megjelölésére számos más előtagot használ. Ezek jelentése a következő: das=10; san=100; hazar=1000; lakh= 10^5 ; crore= 10^7 ; arahb= 10^9 ; carahb= 10^{11} ; nie= 10^{13} ; padham= 10^{15} és sankh= 10^{17} . Mielőtt az európaiak meg-

semmisítették volna a maja civilizációt, Mexikó őslakosai olyan időskálát dolgoztak ki, amelyhez képest eltörpült az a néhány ezer

atto	a	10^{-18}
femto	f	10^{-15}
piko	p	10^{-12}
nano	n	10^{-9}
mikro	m	10^{-6}
milli	m	10^{-3}
centi	c	10^{-2}
deci	d	10^{-1}
deka	dk	10^1
hekto	h	10^2
kilo	k	10^3
mega	m	10^6
giga	G	10^9
tera	T	10^{12}
peta	P	10^{15}
exa	E	10^{18}

év, amit akkoriban az európaiak a világ teremtése óta eltelt időnek hittek. A Quintana Roo-beli Coba környékén található, pusztuló szobrok feliratának tanúsága szerint a maják 10^{29} évesnek tartották a Világegyetemet. A hinduk úgy gondolták, hogy a világ jelenlegi reinkarnációja $8,6 \cdot 10^9$ éves, ami csaknem telitalálat. A Kr. e. III. században élt szicíliai görög matematikus, Arkhimédész A homokszámláló című munkájában úgy vélekedett, hogy a Kozmoszt 10^{63} homokszem alkotja. Amikor tehát igazán nagy dolgokról-volt szó, a milliárdok és milliárdok már akkor sem sokat számítottak.

A perzsa sakktáblája

Nem létezhet ennél univerzálisabb és egyszerűbb nyelv, amely hibáktól és kétértelműségektől mentes, amely méltóbb lenne a természet dolgai közötti változatlan kapcsolatok kifejezésére... [A matematika] az emberi elme azon képessége, amelynek célja, hogy kárpótoljon az élet rövidségéért és érzékszerveink tökéletlenségéért.

Joseph Fourier
A hő analitikus elmélete,
Bevezető értekezés (1822)

Ahogy először hallottam a történetet, aszerint Perzsiában történt az eset. De történhetett volna akár Indiában vagy Kínában is. A lényeg az, hogy nagyon régen történt. A Nagyvezér, a Király fő tanácsadója, kitalált egy új játékot. A játékot hatvannégy, piros és fekete mezőre osztott, négyzet alakú táblán mozgatott figurákkal kellett játszani. A legfontosabb figura a Király volt. A második legfontosabb a Nagyvezér, amint az egy a Nagyvezér által kitalált játéktól méltán elvárható. A játék célja az ellenséges király elfogása volt, ezért perzsa nyelven a *shahmat* nevet kapta, ahol a *shah* a királyt, a *mat* pedig a halált jelentette. A játékot oroszul még ma is *sahmatinak* nevezik, ami talán valamilyen forradalmi érzés utáni sóvárgást sugall. Angolul már csak az utolsó lépés „chessmate” megnevezése emlékeztet kissé az eredeti perzsa szóra. Természetesen a sakkjátékról van szó. A játék az idők múlásával kissé átalakult, a figurák, a lépések és a szabályok fejlődtek. A Nagyvezért már csak egyszerűen Vezérnek, vagy egyes nyelvekben Királynőnek nevezik, és hatalma is sokkal félelmetesebb, mint eredetileg.

Rejtély, hogy egy király mi örömét lelte egy „Halál a Királyra!” elnevezésű játékban. De, a történet szerint legalábbis, olyannyira tetszett neki a játék, hogy megkérte a Nagyvezért, nevezze meg, milyen jutalmat kér nagyszerű találmányáért cserébe. A Nagyvezér azonnal megadta a választ. Mivel szerény embernek tartotta magát, legalábbis ezt mondta a Királynak, ezért csupán szerény jutalmat kért. Tekintettel arra, hogy az általa

kitalált játék nyolc sorba és nyolc oszlopba rendezett mezőkön folyt, azt kérte, hogy a Király az első mezőre tetessen egyetlen búzaszemet, a másodikra kettőt és így tovább, egészen az utolsóig, mindegyikre kétszer annyit, mint az előzőre. A Király méltatlanul csekélynek ítélte az ajándékot a ragyogó találmány jutalmául. Kincseket, táncosnőket, palotákat kínált inkább... A Nagyvezér azonban szerényen lesütötte szemét - és hajthatatlan maradt. Csupán aprócska gabonakupacokat kért. A király magában álmélkodott tanácsadója alázatosságán és mértékletességén, de végül beleegyezett a kérés teljesítésébe.

Amikor azonban a Királyi Gabonatár felügyelője elkezdte kiszámolni a jutalmat, a Királyt kínos meglepetés érte. Eleinte tényleg nem túl sok gabonaszemről volt szó: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024... Mire a számítások során a hatvannegyedik mezőhöz értek, a gabonaszemek száma irtózatosan nagyra nőtt. A szám nem kevesebb, mint tizenennyolc és fél trillió búzaszem volt, amit a túloldali keretben leírt módon könnyen ellenőrizhetünk. Talán a Nagyvezér a rostos táplálékokat részesítette előnyben.

Vajon mennyi lehet tizenennyolc és fél trillió búzaszem tömege? Ha minden egyes búzaszem csak egy milliméteres, akkor az egész mennyiség mintegy 75 milliárd tonnát nyomna, ami messze meghaladja a Sah gabonatárolójában elhelyezhető búza mennyiségét. Olyannyira, hogy ez a világ *jelenlegi* éves búzatermelésének is mintegy 150-szerese. Nos a történet itt véget ér, nem tudjuk meg, mi történt ezután. Lehet, hogy a Király szégyenében és a matematikában való járatlansága fölött érzett bánatában egész királyi hatalmát átadta Nagyvezérének, de az is lehet, hogy a történeteken okulva, kitalált egy még újabb, „Halál a Nagyvezérre!” nevű játékot. Talán sohasem fogjuk megtudni.

Lehet, hogy a perzsa sakktábla története csak mese. Az ókori perzsák és indiaiak azonban ragyogó matematikusok voltak, és jól tudták kezelni a folyamatos kétszerezésekkel adódó roppant nagy számokat. Ha a sakkjátékot történetesen nem 64 (8x8), hanem mondjuk 100 (10x10) mezőre találták volna ki, akkor a fenti eljárással kapott gabonaszemek együttes tömege meghaladná a Föld tömegét. A számok azon sorozatát, ahol minden egyes számot az előző tag egy állandó értékkel történő megszorzásával kapunk meg, mértani sorozatnak (régies kifejezéssel mértani ha-

ladványnak) nevezünk. Az így leírt folyamat az exponenciális növekedés.

Kiszámítjuk, mennyivel maradt adósa
a Király a Nagyvezérnek

Ne ijedjenek meg! A számítás igazán egyszerű. Ki akarjuk számítani, hány szem búzát kellett volna a perzsa sakktáblára tenni.

A következőkben egy elegáns (és tökéletesen pontos) módszert mutatunk be.

A hatványkitevő azt fejezi ki, hányszor kell a 2-t önmagával megszorozni, tehát $2^2=4$; $2^4=16$; $2^{10}=1024$ és így tovább. Jelöljük S-sel a sakktáblára tett összes gabonaszem számát, ha az első mezőre 1, a hatvannegyedik négyzetre pedig 2^{63} búzaszemet helyezünk. Eszerint tehát:

$$S=1+2+2^2+2^3+ \dots +2^{62}+2^{63}$$

Ez utóbbi egyenletnek szorozzuk meg mind a két oldalát ket-tővel:

$$2S=2+2^2+2^3+2^4+ \dots +2^{63}+2^{64}$$

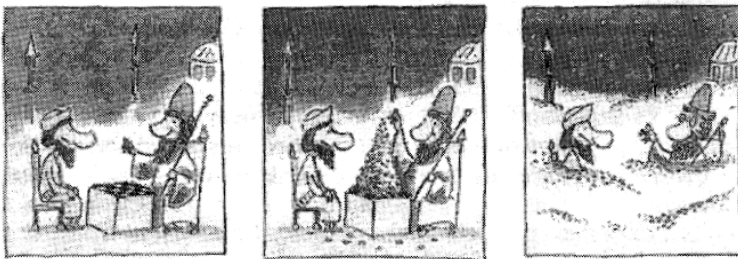
Vonjuk ki ezután az első egyenletet a másodikból:

$$2S-S=S=2^{64}-1,$$

ami a kérdésünkre adott pontos válasz.

De vajon mennyi lehet körülbelül ez a szám a megszokott tízes számrendszerben? 2^{10} körülbelül 1000, azaz 10^3 (2,4%-os pontossággal). Eszerint $2^{20}=2^{(10 \cdot 2)}=(2^{10})^2=\text{körülbelül } (10^3)^2=10^6$, ami a tíz hatszor önmagával megszorozva, azaz egymillió. Hasonlóan kapjuk, hogy $2^{60}=(2^{10})^6=\text{körülbelül } (10^3)^6=10^{18}$. Ennek értelmében $2^{64}=2^4 \cdot 2^{60}=\text{körülbelül } 16 \cdot 10^{18}$, vagyis a 16-os számot tizenennyolc nulla követi, ami 16 trillió búzaszemet jelent. Ha nem kerekítünk, akkor az eredmény 18,6 trillió szem.

Az exponenciális sorok az élet nagyon sok - közhírt és kevésbé ismert - területén fontos szerepet játszanak. Ha például valamelyik ősünk kétszáz évvel ezelőtt, tehát nem sokkal a Függetlenségi Nyilatkozat elfogadását követően elhelyezett volna a javunkra 10 dollárt a bankban, és sikerült volna ötszázalékos, állandó kamatos kamatot kialakítania, akkor ez a pénz mostanra már $10 \cdot (1,05)^{200}$, azaz nem kevesebb, mint 172 925,81 dollárt érne.

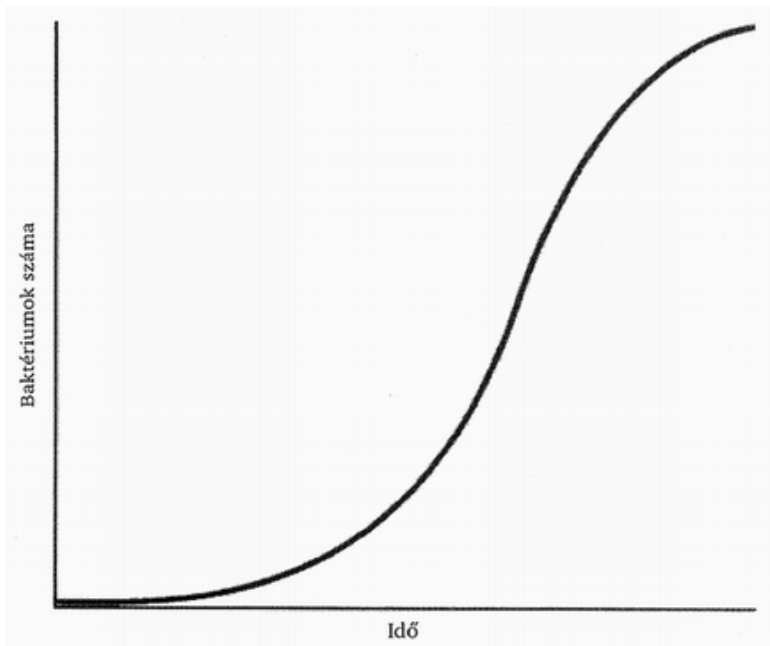


Kevés ős gondoskodik azonban ilyen előrelátóan és nagylelkűen távoli leszármazottai boldogulásáról, egyébként is, annak idején 10 dollár még hatalmas összegnek számított. (Az $(1,05)^{200}$ kifejezés azt jelenti, hogy az 1,05-öt 200-szor egymás után meg kell szorozni önmagával.) Ha ősünknek sikerült volna hatszázalékos kamatot kicsikarni, akkor most egymillió dollárt meghaladó összeg állna a rendelkezésünkre, hétszázalékos kamat mellett 7,5 millió dollárunk lenne, a hihetetlenül magas 10 százalékos kamat esetén pedig valóban tetemes összeg, 1,9 milliárd dollár ütné a markunkat.

Hasonló a helyzet az infláció esetén is. Ha az inflációs ráta ötszázalékos, akkor egy dollár egy év elteltével már csak 0,95-öt ér, két év elteltével $(0,95)^2 = 0,91$ dollárt, tíz év múlva 0,61 dollárt, húsz év múlva pedig már csak 0,37 dollárt. Mindezzel pontosan tisztában vannak azok a nyugdíjasok, akik dollárban rögzített összegű juttatást kapnak, de az összeget nem igazítják hozzá az infláció mértékéhez.

A legközismertebb helyzet, ahol az ismétlődő kétszerezések következtében előálló exponenciális növekedés fontos szerepet játszik, a biológiai szaporodás. Tekintsünk először legegyszerűbb

esetként egy olyan baktériumot, amelyik osztódással szaporodik. Bizonyos idő elteltével a két utód mindegyike kettéosztódik. Mindaddig, amíg a környezetben elegendő táplálék áll rendelkezésre és nem kerül be például valamilyen mérgező anyag, a baktériumtörzs exponenciálisan szaporodik. Nagyon kedvező körülmények között akár tizenöt percenként megkétszereződhet a számuk. Ez azt jelenti, hogy óránként négyszer, naponta pedig kilencvenhatszor duplázódik meg a baktériumok mennyisége. Bár egyetlen baktérium tömege csupán egybilliomod gramm, egy nap elteltével a féktelen ivartalan szaporodás eredményeképpen utódai együttes tömege akkora lesz, mint egy hegy tömege, másfél nap múlva pedig a Föld, két nap múlva a Nap tömegét is meghaladja a baktériumok mennyisége... Hamarosan az egész Világegyetem semmi másból nem áll, csak baktériumokból. Nem túl rózsás kilátások, még szerencse, hogy ez így sohasem következhet be. Miért nem? Azért, mert az efféle exponenciális



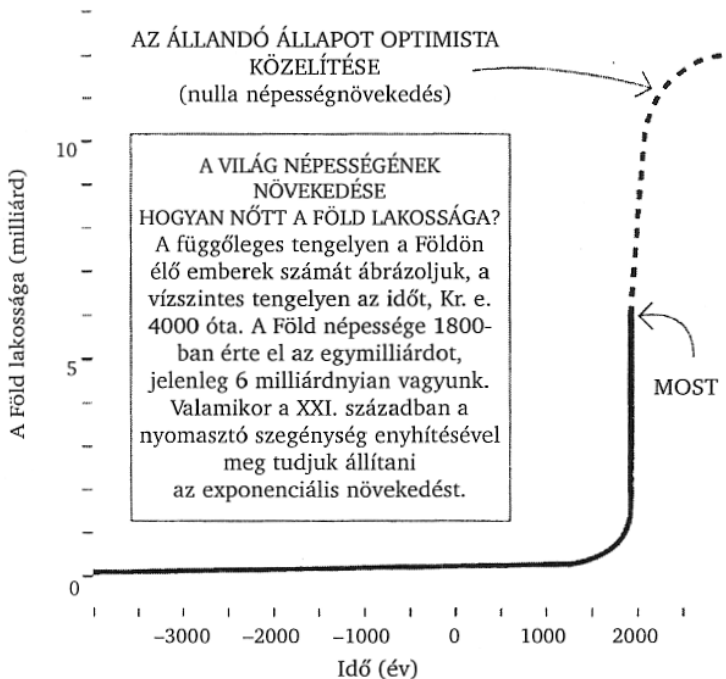
növekedésnek előbb-utóbb mindig gátat vet valamilyen természetes akadály. Elfogy a rovarok tápláléka vagy megmérgezik egymást, esetleg a túlságosan nagy tömegben szégyenérzetük visszatartja őket a szaporodástól. Az exponenciálisok nem növekedhetnek a végtelenségig, hiszen akkor az égvilágon mindent felfalnának. A növekedés ennél jóval hamarabb eléri természetes határát. Az exponenciálisnak induló görbe ellaposodik.

Ez a felismerés nagyon fontos segítséget nyújt például az AIDS járvány elemzéséhez. Manapság a világ sok országában az AIDS-fertőzöttek száma exponenciálisan növekszik. A kétszereződés ideje egy év körül van. Ez tehát azt jelenti, hogy évről évre az előző évihez képest kétszer több AIDS-esetet regisztrálnak. Az AIDS katasztrofális mértékben megtizedeli az emberiséget. Ha elterjedése továbbra is exponenciális ütemű lenne, akkor tíz év alatt az ezerszeresére, húsz év alatt pedig az egymilliószorosára nőne a betegek száma. Az eddig AIDS-szel megfertőzöttek számának egymilliószorosa azonban sokkal több, mint a Föld teljes népessége. Ha nem állnának természetes akadályok az AIDS exponenciális terjedésének útjába és a betegség a jövőben is éppoly végzetes kimenetelű lenne, mint eddig (és nem sikerülne megtalálni a gyógyszerét), akkor hamarosan minden ember meghalna AIDS-ben.

Úgy tűnik azonban, hogy egyes emberek immunisak az AIDS-szel szemben. Ugyanakkor az Egyesült Államok Közegészségügyi Szolgálatának járványügyi központja adatai szerint a betegek számának kétszereződése Amerikában csaknem teljes egészében a betegségnek legjobban kitett, de a népesség egészétől szexuális szempontból szinte teljesen elszigetelt csoportokon belül volt megfigyelhető. Ezen csoportokba elsősorban a homoszexuális férfiak, a vérzékenységben szenvedők és az intravénás drogosok tartoznak. Ha nem találjuk meg az AIDS gyógyszerét, akkor a közös fecskendőt használó intravénás drogosok mind meghalnak, pontosabban csaknem mindannyian, hiszen kis százalékban közöttük is megtalálhatóak a természetes ellenálló képességgel felvértezettek. Ugyanez a helyzet azon homoszexuális férfiak

esetében is, akiknek több partnerük van és azokkal nem biztonságos szexet folytatnak, viszont nem fenyegeti ekkora veszély azokat, akik megfelelő módon óvszerrel védekeznek, illetve akik hosszú időn keresztül monogám kapcsolatban élnek. Természetesen ebben az esetben is biztonságban vannak az AIDS-szel szemben eredendően immunis személyek. Azok a szigorúan heteroszexuális párok, akik az 1980-as évek eleje óta szigorúan monogám kapcsolatot tartanak fenn, valamint akik figyelnek a biztonságos szexre és nem osztoznak másokkal a fecskendőkön - és mint tudjuk, sokan vannak ilyenek - lényegében szintén el vannak szigetelve az AIDS-től. Miután azonban a legveszélyeztetettebb demográfiai csoportok megbetegedésszámát leíró görbék ellaposodnak, más csoportok lépnek a helyükbe. Jelenleg Amerikában erre azok a mindkét nemű, heteroszexuális fiatalok az esélyesek, akikben a szenvedély eluralkodik az elővigyázatosság fölött és ezért nem biztonságos szexuális kapcsolatot folytatnak. Sokan közülük meg fognak halni, néhányan viszont szerencsések lesznek és természetes eredetű védettségüknek vagy önmegtartóztató magatartásuknak köszönhetően megússzák a járványt. Ezután azonban újabb csoport lép a helyükbe, mint legjobban veszélyeztetett - talán a homoszexuális férfiak következő generációja. Végül mindannyiuk együttes exponenciális görbéje is lelaposodik, így végső soron a járváynak sokkal kevesebb áldozata lesz, mint amennyi a Föld lakossága. (Jóllehet ez csekély vigasz az áldozatok és szeretteik számára.)

Az exponenciális növekedés kulcsfontosságú szerepet játszik a Föld népesedési válságában is. Az emberiség történetének legnagyobb részében a Föld népessége állandó volt, a születések és az elhalálozások szinte tökéletesen kiegyenlítették egymást. Ezt a helyzetet „állandó állapotúnak” nevezhetjük. A mezőgazdaság felfedezése után - amikor vetni és aratni kezdték azokat a gabonaszemeket, amelyekre a Nagyvezér vágyott - bolygónk népessége növekedni kezdett, belépett abba az exponenciális szakaszba, amely a legkevésbé sem emlékeztetett már a korábbi állandó állapotról. Mostanában a Föld népessége negyvenévenként megkét-



szereződik. Amint arra Thomas Malthus angol lelkész már 1789-ben rámutatott, a Föld lakossága exponenciálisan nő - Malthus ezt mértani haladvány szerinti növekedésként írta le. A növekedés mértéke túlszárnyalja az élelmiszer-termelés bármilyen elképzelhető emelkedését. Sem a Zöld Forradalom, sem a talaj nélküli, mesterséges táplálóoldatokban történő növénytermesztés, sem a sivatagok virágzóvá tétele nem képes úrrá lenni a népesség exponenciális ütemű növekedésén.

Erre a problémára sincs Földön kívüli megoldás. Korunkban mintegy 240 000 ember születik a Földön naponta. Egyelőre nagyon távol állunk attól, hogy naponta 240 000 embert kijuttassunk a világűrbe. Sem a Föld körüli pályán keringő állomások, sem a Holdon vagy más bolygókon létesítendő telepek nem képesek semmissé tenni a népességrobbanást. Még ha lehetséges is lenne a Föld minden lakóját a fény sebességénél gyorsabban szárguldó űrhajókon távoli csillagok bolygóira küldeni, itt a Földön

semmi sem változna - úgy egy ezredév alatt a Tejútrendszer minden lakható bolygója túlnépesedetté válna. Hacsak nem fékezzük le szaporodásunk tempóját. Sohase becsüljük alá az exponenciális növekedést.

A 23. oldalon látható ábra a Föld népességének növekedését mutatja. Jelenleg a meredek exponenciális növekedés szakaszában vagyunk (vagy éppen kilábalóban abból). Sok ország - például az Egyesült Államok, Oroszország és Kína - azonban már elért vagy rövidesen elér egy olyan állapotot, amikor népességük növekedése megáll, megközelítik az állandó állapotú helyzetet. Ezt az állapotot nulla népességnövekedésnek (NNN) is nevezhetjük. Mégis, az exponenciális növekedés mindent átható ereje miatt elég, ha az emberiség egy kis csoportja továbbra is exponenciális ütemben szaporodik, a Föld népessége ugyancsak exponenciálisan nőni fog, annak ellenére, hogy számos ország már az NNN állapotba jutott.

Világszerte statisztikai adatokkal alaposan alátámasztott összefüggés áll fenn a szegénység és a születésszám között. Legyen szó akár kis, akár nagy országokról, akár kommunista vagy kapitalista társadalmi berendezkedésről, katolikus vagy mohamedán országokról, nyugati vagy keleti államokról - csaknem minden esetben kimutatható, hogy az exponenciális növekedés akkor lassul le vagy áll meg, ha megszűnik a nyomasztó szegénység. Ezt a folyamatot demográfiai átalakulásnak nevezzük. Ezért a más országoknak az önellátóvá válásukhoz nyújtott segítség nem pusztán az emberi tisztesség megnyilvánulása, hanem azoknak a gazdag országoknak is jól felfogott érdeke, amelyeknek módjukban áll segíteni. A világ népesedési problémáinak egyik kulcsfontosságú tényezője a szegénység.

Érdekes megfigyelni a demográfiai átalakulás alóli kivételeket. Egyes országokban az egy főre jutó jövedelem magas, ennek ellenére továbbra is magas a születések száma. Ezekben az országokban azonban a fogamzásgátló eszközök csak nehezen vagy alig hozzáférhetőek, és/vagy a nőknek nincsen tényleges politikai hatalmuk. Nem nehéz megérteni az összefüggést.

Jelenleg mintegy 6 milliárd ember él a Földön. Negyven év múlva, ha a kétszereződés üteme nem változik, már 12 milliárdnyian leszünk, nyolcvan év múlva 24 milliárd, százhusz év múlva

pedig 48 milliárd ember él majd bolygónkon... Kevesen hiszik azonban, hogy a Föld képes lenne ennyi embert eltartani. Az exponenciális növekedés iszonyú ereje miatt a világméretű szegénység kezelése most sokkal olcsóbb és emberségesebb megoldásnak tűnik, mint bármilyen más megoldás, ami évtizedek múlva megvalósítható lesz. Az tehát a feladatunk, hogy világszerte végrehajtsuk a demográfiai átmenetet és megszelídítsük az exponenciális növekedést. Ehhez fel kell számolni a nyomasztó szegénységet, széles körben hozzáférhetővé kell tenni a biztonságos és hatékony születésszabályozási módszereket és valódi politikai (végrehajtó, törvényhozó, bírói, katonai és a közvéleményt befolyásoló intézményekben elért) hatalomhoz kell segíteni a nőket. Ha ez nem sikerül, akkor ezt valamilyen más, általunk sokkal kevésbé irányítható folyamat fogja megtenni.

Miről is van szó...

A maghasadás gondolata 1933 szeptemberében, Londonban Szilárd Leó emigráns magyar fizikus fejében született meg. Szilárd arra volt kíváncsi, hogy az ember képes lehet-e felszabadítani az atommagokban rejlő óriási energiamennyiséget. Azt a kérdést tette fel saját magának, mi történne, ha egy neutront belelőnénk egy atommagba. (Minthogy a neutronnak nincs elektromos töltése, nem taszítják el a magban lévő protonok, ezért közvetlenül a magba irányítható.) Amidőn a Southampton Row egyik útkereszteződésében a piros lámpánál várakozott, felsejlett neki, hogy esetleg lehetne olyan anyagot találni, amelynek atommagjából az egyetlen neutron becsapódása után két neutron repülne ki. Az *utóbbi* neutronok mindegyike újabb neutronokat lökhetne ki más atommagokból. Szilárd lelki szemeivel már maga előtt látta a láncreakciót, ahol exponenciálisan növekedő számú neutron kétfelé szaggatja az atommagokat A Strand Palace Hotel-beli kicsiny szobájában még aznap este kiszámította, hogy néhány kilogramm anyagból annyi energia szabadulhat fel, amennyi egy kisebb város egész évi energiaszükségletét fedezni képes, feltéve persze, hogy rábírható az illető anyag a szabályozott láncreakcióra. Ha viszont az energia hirtelen szabadul fel, akkor elegendő ahhoz, hogy ugyanezt a várost letörölje a Föld felszínéről. Szilárd végül kivándorolt az Egyesült Államokba,

ahol szisztematikusan keresni kezdte azt a kémiai elemet, amelynek magját egy neutron becsapódása hatására több neutron hagyja el. Az urán ígéretes jelöltnek látszott. Szilárd rávette Albert Einsteint, hogy írja meg híressé vált levelét Roosevelt elnöknek, sürgetendő, hogy az Egyesült Államok építsen atombombát. Szilárd meghatározó szerepet játszott 1942-ben Chicagóban az első szabályozott láncreakció megvalósításában, ami végső soron megnyitotta az utat az atombomba készítése felé. Élete hátralévő részében Szilárd annak a fegyvernek a veszélyeire hívta fel a figyelmet, amelyet korábban ő maga gondolt ki. Más úton is rádöbbsent tehát az exponenciális növekedés borzalmas erejére.

Mindenkinek két szülője van, négy nagyszülője, nyolc dédszülője, tizenhat ükszülője, és így tovább. Az időben visszafelé haladva generációnként mindig megkétszereződik az egyenesági őseink száma. Könnyen belátható, hogy őseink összeszámlálása hasonló a perzsa sakktábla problémájához. Ha a generációk mondjuk huszonöt évenként követik egymást, akkor hatvannégy generációnyi idő $64 \times 25 = 1600$ év, nagyjából ennyi idővel ezelőtt következett be a Római Birodalom bukása. Eszerint minden ma élő embernek Kr. u. 400 környékén tizennyolc és fél trillió őse kellett, hogy legyen, legalábbis számításunk eredménye szerint. És akkor még nem is beszéltünk az oldalági rokonokról. Ez azonban messze több nemcsak a Föld akkori, hanem mai lakosságánál is, sőt az emberiség történetében összesen valaha élt emberek számánál is. Valamit tehát elhibáztunk a számolásban. De mit? Nos feltételeztük, hogy minden egyes egyenesági ősünk különböző személy. Ez azonban nyilvánvalóan nem igaz. Ugyanaz az ősünk több különböző leszármazási útvonalon is kapcsolatban áll velünk. Minden egyes rokonunkkal sokszoros rokoni szálak fűznek tehát össze, méghozzá annál többszörösekké ezek a szálak, minél távolabbi rokonunk az illető.

Valami hasonló igaz az egész emberiségre is. Ha elegendően messzire megyünk vissza az időben, akkor bármely két, ma élő ember közös őse megtalálható. Ha az Egyesült Államokban új elnököt választanak, akkor mindig akad valaki - általában Angliában -, aki felfedezi, milyen rokoni kapcsolatban áll az új elnök az angol királynővel. Úgy tűnik, mintha ez csak az angol anyanyelvű

embereket kötné össze egymással. Ha két ember ugyanahhoz a nemzethez vagy ugyanazon kultúrkörhöz tartozik, esetleg a világnak ugyanazon, kicsiny szegletében lakik, és családfájuk nyilvántartása pontos, akkor valószínűleg ténylegesen megtalálható a közös ős. Akár megtaláljuk ezt a személyt, akár nem, a kapcsolatok nyilvánvalóak. Rokonok vagyunk az egész Földön, mindenki mindenkinek.

Az exponenciális folyamatok másik ismert megnyilvánulása a felezési idő. A radioaktív, úgynevezett „szülőelemek” - például a plutónium vagy a rádium - valamilyen más, talán biztonságosabb, ún. „leányelemekké” bomlanak el, azonban nem egyik pillanatról a másikra. A radioaktív bomlás statisztikai folyamat. Létezik egy bizonyos időtartam, amely idő alatt az adott anyagmennyiség fele elbomlik, ezt nevezzük felezési időnek. Mire újra eltelik a felezési idő, a maradék fele ismét elbomlik. Az ezután megmaradt anyag felének elbomlásához ismét ugyanennyi időre van szükség és így tovább. Ha például a felezési idő egy év lenne, akkor egy év alatt az anyag fele bomlana el és fele maradna eredeti állapotában. Két év elteltével már csak a felének a fele, tehát a kiinduló mennyiség negyede maradna elbomlatlanul, három év alatt a nyolcada, tíz év alatt az ezredrésze, és így tovább. A különböző elemek felezési ideje eltérő. A felezési idő ismerete nagyon fontos, ha például meg akarjuk tervezni, hogyan kell kezelni az atomerőművek radioaktív hulladékát vagy ha a nukleáris háború során a Földre hulló radioaktív csapadékról elmélkedünk. A radioaktív anyag mennyisége az idő múlásával exponenciálisan csökken, hasonló módon, mint ahogy a perzsa sakktáblára tett búzaszemek száma exponenciálisan növekedett.

A radioaktív bomlás alapvetően fontos módszert ad a kezünkbe a múlt feltérképezéséhez. Ha ugyanis meg tudjuk mérni valamely mintában a radioaktív szülőelem és a leányatomok mennyiségét, akkor ki tudjuk számítani, mennyi ideje jött létre a minta. Ezzel a módszerrel lehet például meghatározni, hogy az úgynevezett torinói lepel nem Jézus Krisztus halotti leple, hanem kegyes csalás a tizennegyedik századból (ekkor vonták kétségbe hitelét egyházi hatóságok)⁶. A radioaktív kormeghatározásnak köszönhetően tudjuk, hogy őseink már évmilliókkal ezelőtt tábornizet

gyűjtöttak, hogy a legrégebbi ősmaradványok 3,5 milliárd évesek, maga a Föld pedig 4,6 milliárd éves. A Világegyetem természetesen még ennél is sok milliárd évvel öregebb. Ha megértjük az exponenciális görbe viselkedését, akkor a Világegyetem számos titkának megfejtéséhez használható kulcsot kapunk a kezünkbe.

Ha csak minőségileg ismerünk valamit, akkor tudásunk meglehetősen bizonytalan. Ha mennyiségileg is ismerjük - tehát meg tudjuk ragadni valamely, számszerűen kifejezhető tulajdonságát, ami megkülönbözteti más dolgoktól -, akkor kezdünk mélyebb ismeretekre szert tenni. Legalább részben felfogjuk a szépségét, részesülünk az erejéből, és általa megértünk más dolgokat. Ha viszont ódzkodunk a mennyiségektől, akkor ez annyit jelent, hogy megfosztjuk magunkat bizonyos jogainktól, és feladjuk a világ megértésének és megváltoztatásának leghathatósabb lehetőségét.

Hétfő esti vadászok

A vadászösztön ... eredete a faj evolúciójának nagyon távoli múltjába nyúlik vissza. A vadászösztönnek és a harci szenvedélynek sokféle közös megnyilvánulását figyelhetjük meg... Minthogy az emberi vérszomjasság ennnyire ősi részünk, nagyon nehéz kitörölni gondolkodásunkból, különösen, ha a küzdelem vagy a vadászat valamilyen szórakozás része.

William James, Pszichológia, XXIV (1890)

Nem tehetünk róla. Vasárnap délutánonként és hétfő esténként minden ősszel minden mást félredobunk, hogy huszonkét aprócska, ide-oda rohangáló ember képét figyeljük, akik egymásnak mennek, elesnek, feltápaszkodnak és egy állat bőréből készített, hosszúkás tárgyat rugdosnak. Egyszer-másszor a játékosok és az egy helyben ülő nézők mozgásukkal fejezik ki a játék menete fölött érzett elragadtatásukat vagy kétségbeesésüket. Szerte Amerikában az emberek (csaknem kizárólag a férfiak) a képernyőkre meredve egyszerre tapsolnak vagy morajlanak fel. Mindez így leírva ostobaságnak tűnik. De ha valaki egyszer kitanulja a csinját-bínját, akkor nehéz ellenállni, tapasztalatból tudom.

Az atléták futnak, ugranak, ütnek, csúsznak, dobznak, rúgnak és küzdenek - mi pedig felvillanyozódunk annak láttán, hogy van, aki ezt ilyen nagyszerűen csinálja. Leteperik egymást a földre. Arra törekszenek, hogy megragadjanak, megüssenek vagy meg-rúgjanak egy gyorsan mozgó, fekete vagy fehér tárgyat. Egyes játékokban megpróbálnak a kapunak nevezett helyre terelni valamit, más játékokban a résztvevők tovarohannak, azután „hazatérnek”. A csapatmunka a dolog lelke, mi pedig csak ámulunk, hogyan illeszkednek össze a részek egyetlen, ujjongó egészzé.

Ezek azonban nem azok az előnyös tulajdonságok, amelyekkel legtöbbünk a kenyerét keresné. Miért érzünk mégis valamiféle kényszert arra, hogy futó vagy ugráló embereket nézzünk? Miért kultúrák fölötti ez a késztetés? (Az ókori egyiptomiak, perzsák, görögök, rómaiak, maják és aztékok is üztek labdajátékokat. A lovaspóló tibeti eredetű.)

Vannak olyan sportsztárok, akik éves jövedelme ötvenszerese az elnökének, másokat pedig visszavonulásuk után választanak meg

valamilyen magas pozícióba. Ezek a sportolók nemzeti hősök. De tulajdonképpen miért? Valami olyan okról lehet szó, amely a politikai, társadalmi és gazdasági rendszerek sokfélesége ellenére mindent áthatóan egységes. Valami nagyon ősi eredetű tulajdonság.

A legtöbb nagy sportegyesület valamilyen országhoz vagy városhoz kötődik, tehát magán viseli valamiféle hazafiság vagy polgári büszkeség elemeit. A csapatunk *minket* képvisel - azt a helyet, ahol mi élünk, a mi népünket - azokkal a másféle fickókkal szemben, akik máshonnan jöttek, ahol valamilyen ismeretlen, sőt talán ellenséges népek laknak. (Igaz, hogy a „mi” játékosaink legtöbbször *valójában* nem is idevalósi. Pénzért megvásárolható emberek, akik saját, jól felfogott érdekük szerint gyakorta átpártolnak egy másik városhoz, természetesen illő fizetség fejében. Így alakul át könnyűszerrel a pittsburghi kalóz kaliforniai angyallá, miközben a San Diego-i atya előlép St. Louis-i érsekké, az aranyálmam harcosát pedig megkoronázzák Sacramento királyává. Néha egy egész csapat felkerekedik és átvándorol egy másik városhoz.)

A versenysportok jelképes, alig leplezett összecsapások. Ez a megállapítás persze aligha újdonság. A cherokee indiánok lacrosse nevű, kétkapus ütős labdajátékukat „a háború kisöccsének” nevezték. Vagy említhetnénk Max Rafferty, Kalifornia egykori közoktatási főfelügyelőjének véleményét, aki a főiskolai (amatőr) futballt mélységesen elítéli, azt mondja, olyanok, mint a „dilisek, férgek, komcsik és loboncos hajú, nagypofájú beatnikek gyülekezete”, ugyanakkor kijelenti, hogy „a (profi) futballisták ... tiszta, ragyogó, harcos szelleműek, ami maga Amerika”. (Ezen érdemes eltűnődni.) Vince Lombardi egykori profi futball edző gyakran idézett mondása szerint csak egyetlen dolog számít, a győzelem. A Washingtoni Rézbőrűek volt kapitánya, George Allen ugyanezt így fogalmazta meg: „A vereség maga a halál.”

Valójában ugyanolyan természetességgel emlegetjük a győzelmet és a vereséget a háborúban, mint ugyanezt a játékban. Az Egyesült Államok hadseregének egyik toborzó tévéreklámjában látható, amint egy fegyveres hadgyakorlat közben az egyik tank megsemmisíti a másikat. A győztes harckocsi parancsnoka a film felirata szerint így kommentálja az esetet: „Ha győzünk, az az

egész csapat győzelme - nem csak egyetlen emberé.” A sport és a csata között egészen nyilvánvaló a kapcsolat. A szurkolók angol megnevezése (fan) például a fanatikus szó rövidülése útján alakult ki. Ezek a fanatikusok hírhedtek, hiszen a tettelegességtől sem riadnak vissza, sőt néha még gyilkosságra is képesek, ha valaki gúnyt űz kedvenc csapatuk vereségéből. Hasonlóan viselkednek akkor is, ha megakadályozzák őket a győzelem ünneplésében vagy ha igazságtalannak érzik a játékvezető egyik-másik ítéletét.

A brit miniszterelnök 1985-ben kénytelen volt elítélni a részeg brit labdarúgó-szurkolók garázda viselkedését, akik rátámadtak az olasz táborra, mert azok szemtelenül viselkedtek saját csapatuk bíztatásakor. Több tucat ember vesztette életét, amikor a lelátó összeomlott. Három elkeseredett küzdelmet hozó labdarúgó-mérkőzést követően 1969-ben salvadori tankok lépték át Honduras határát, a salvadori bombázók pedig hondurasi kikötőket és katonai létesítményeket támadtak. A „futballháború” áldozatainak száma ezrekre rúgott.

Egyes afgán törzsek tagjai korábbi ellenségeik levágott fejével játszották a lovaspólót. A mai Mexikóváros helyén 600 évvel ezelőtt labdajátékok üzésére alkalmas stadion volt, ahol a pompás ünneplőruhába öltözött nemesek egyenruhába öltözött csapatok versengését figyelhették. A vesztes csapat kapitányát lefejezték, a korábbi vesztesek koponyáit pedig állványokon tették közszemlére - ami talán még ösztönzőbben hatott, mint maga a győzelem íze.

Tegyük fel, hogy szórakozottan ide-oda kapcsolgatunk tévékészülékünkön a csatornák között, amikor olyan mérkőzés közvetítésére akadunk, amelynél egyik csapathoz sem fűz semmiféle kötődés - mondjuk Myanmar barátságos röplabdameccset játszik Thaiföld ellen. Hogyan döntjük el, hogy melyik csapatnak szurkoljunk? De várjunk csak egy pillanatig! Muszáj egyáltalán valamelyik csapatnak szurkolnunk? Nem tudnánk egyszerűen csak élvezni a játék szépségét? Legtöbbünknek problémát okoz ez a közönyös hozzáállás. Mi is részt akarunk venni a küzdelemben, az egyik csapat tagjának akarjuk érezni magunkat. Egyszerűen csak úrrá lesz rajtunk ez az érzés, és máris azon vesszük észre magunkat, hogy valamelyik csapatnak szurkolunk. „Hajrá Myanmar!” Kezdetben csapathűségünk ingadozó lehet, eleinte az

egyiket buzdítjuk, azután a másikat. Néha a gyengébbiknek drukkolunk. Máskor, szégyenletes módon átpártolunk a leendő győztes oldalára, különösen ha már sejteni lehet a meccs végkimenetelét. (Amikor a csapat több szezonon keresztül tartósan rosszul szerepel, a szurkolók hajlamosak átpártolni máshová.) Erőfeszítés nélküli győzelmet keresünk. Bele akarunk sodródni egy kicsiny, biztonságos és győztes háborúba.

1996-ban Mahmoud Abdul-Raufot, aki akkor a Denver Nuggets egyik védője volt, a Nemzeti Kosárlabda Szövetség (NBA) felfüggesztette. Miért? Mert Abdul-Raul megtagadta, hogy felálljon a mérkőzés előtt kötelezően eljátszott nemzeti himnusz alatt. Az Egyesült Államok zászlaja számára a mohamedán hite ellen fellépő elnyomást jelképezte. A csapat legtöbb játékosa - bár más vallású volt - támogatta Abdul-Raufot, hogy joga legyen ily módon kifejezni hitét. Harvey Araton, a *New York Times* kiváló sportújságírója tanácstalanul állt a helyzet előtt. Szerinte a nemzeti himnusz eljátszása a sportesemények előtt „nézzünk szembe a ténnyel, olyan hagyomány, amely mai világunkban abszolút értelmetlenség, szemben azzal, amikor ez a gyakorlat kialakult, nevezetesen a második világháború idején játszott baseballmérkőzések előtt”. Araton véleménye szerint „senki sem azért jár sportmérkőzésekre, hogy kifejezze hazafias érzelmét”. Ezzel szemben az én véleményem szerint a sportesemények igenis jelentős részben a hazafiságról és a nemzeti érzésről szólnak.⁶

A legrégebbi ismert atlétikai eseményt 3500 évvel ezelőtt, az ókori Görögországban rendezték. Az eredeti olimpiai játékok idejére a városállamok között dúló összes háborút felfüggesztették. A játékok fontosabbak voltak a háborúknál. A férfiak mezítelenül álltak rajthoz, nők nem indulhattak a versenyeken. A Kr. e. VIII. században az olimpiai játékok futásból (még hozzá *rengeteg* futásból), ugrószámokból, dobószámokból (többek közt gerelyvetésből) és (néha a vesztes haláláig tartó) birkózásból álltak. Bár ezek egyike sem volt csapatsport, mégis mindegyik kulcsfontos-

⁶ A válság végül megoldódott, mert Abdul-Rauf beleegyezett, hogy állva hallgatja a nemzeti himnuszt, ezzel szemben megengedték neki, hogy a himnusz éneklése helyett imádkozhasson.

ságú szerepet játszik a modern csapatsportokban. Az ott csillogtatott képességek fontos szerepet játszottak a kezdetleges technológiájú vadászatban. A vadászatot hagyományosan sportnak tekintjük, legalábbis mióta a vadászok nem eszik meg az elejtett zsákmányt - amit persze a gazdagok sokkal könnyebben megtehettek, mint a szegények. A vadászat már az első fáraók ideje óta a katonai arisztokrácia kedvelt időtöltése volt. Oscar Wilde aforizmája az angol rókadadászatról - „a kimondhatatlan a megehetetlen megszerzéséért” - szépen kidomborítja ezt a kettősséget. A rögbi, a futball, a jégkorong és a rokon sportok elődeit megvetően csak „a csőcselék játékainak” nevezték, amit a vadászat helyett játszottak - hiszen azok a fiatal emberek, akiknek dolgozniuk kellett a megélhetésükért, aligha jutottak hozzá, hogy vadászgassanak.

Az első háborúk fegyverei minden bizonnyal a vadászat szerzői voltak. A csapatsportok nem csupán az ősi háborúit stilizált, kései visszatükrözései, hanem a csaknem elfeledett, vadászat iránti vágyat is kielégíteni hivatottak. Minthogy a sportban lelt örömünk ilyen mélyen gyökerezik és ennyire széles körben elterjedt, valahol nagyon mélyen belénk kell legyen ivódva, nem is csupán a tudatunkba, hanem a génjeinkbe. A mezőgazdaság kialakulása óta eltelt 10 000 év távolról sem volt elég ahhoz, hogy az ilyesféle hajlamok a fejlődés során eltűnjenek. Ha meg akarjuk érteni a lényegüket, távolabbra kell visszamennünk az időben.

Az emberi faj sok százezer éves (az emberszabásúak családja pedig sok millió éves). Ennek az időszaknak csupán a három százalékában folytattunk letelepedett életmódot, földműveléssel és állatok háziasításával. Erre az időre esik az egész írott történelem. Az első kilencvenhét százalékban viszont már létrejött csaknem minden, amit emberi tulajdonságnak tartunk. A történelmünkre vonatkozó egyszerű számolgatással megtudtunk tehát valamit azokról az időkről, amikor az életét vadászással és gyűjtögetéssel fenntartó néhány közösséget még nem rontotta meg a civilizáció.

Vándorolunk. Kicsinyeinkkel és minden holminkkal a hátunkon. Vándorolunk - követjük a vadat és forrásokat keresünk. Kis időre tábort verünk, azután továbbállunk. Hogy csapatunk élelemhez jusson, a férfiak többnyire vadászni járnak, a nők főként

gyűjtögetnek. Hús és krumpli. Egy tipikus vándorló csapat néhány tucat emberből áll, ez tulajdonképpen egy tágabb értelemben vett család, a rokonokkal és a sógorsággal. Évente egyszer azonban sok százan összegyűlünk, akik ugyanazt a nyelvet beszéljük és azonos a kultúránk. Összegyűlünk, hogy vallási szertartásokat végezzünk, kereskedjünk, házasságokat kössünk és történeteket meséljünk egymásnak. Rengeteg történet szól a vadászatról.

Elsősorban a vadászokról szeretnék beszélni, akik férfiak. Az asszonyok azonban jelentős társadalmi, gazdasági és kulturális szerepet játszanak. Ők gyűjtik össze a létfontosságú terményeket - a csonthéjas magvakat, a gyümölcsöket, a gumókat és a gyökereket, valamint a gyógynövényeket Kisebb állatokra is vadásznak, és ők tartják számon az állatok mozgására vonatkozó stratégiai tudást. Néha a férfiak is gyűjtögetnek, amellet kiveszik a részüket a „házimunkából” (bár házak egyelőre még nincsenek). A vadászat azonban - mindig élelemszerzés céljából, sohasem szórakozásból - minden arra képes férfi egész életén át tartó fő foglalatossága.

A még csak nem is serdülő fiúk ijaikkal és nyilaikkal már madarakat és kisebb emlősöket cserkészték be. Felnőttkorukra a fegyverforgatás mesterei lettek, értettek a zsákmány bekerítéséhez, elejtéséhez és feldarabolásához, és ők szállították vissza a húsdarabokat a táborba. A fiatal emberek számára az első nagy testű emlősállat elejtése jelentette a felnőtté válást. Beavatási szertartásán bemetszették a mellét és a karját, a vágásokat gyógynövényekkel dörzsölték, így mire a sebek begyógyultak, tetovált mintázat keletkezett. A hadi kitiüntetések szalagjaihoz hasonlóan a mellét ékesítő forradások is sokat elárultak viselőjük harci tapasztalatairól.

A patanyomok összevisszaságából pontosan meg tudjuk mondani, hány állat járt arra, megállapítjuk fajukat, nemüket, korukat, azt, hogy van-e közöttük sánta, mennyi ideje jártak erre, milyen messze lehetnek most. Némely fiatal állatot szemtől szembe el lehet kapni, másokat csúzlival vagy bumerággal ejtünk el, vagy egyszerűen egy pontosan és nagy erővel eldobott kővel terítjük le őket. Azokat az állatokat, amelyek még nem tanultak meg félni az embertől, bátran meg lehet közelíteni és bunkósbottal agyon lehet ütni. Az elővigyázatosabb zsákmány nagyobb távolságból történő

elejtéséhez lándzsát vetünk vagy mérgezett nyilat lövünk ki. Néha szerencsénk van, és ügyes rohammal egy egész csordát tudunk csapdába csalni vagy addig hajtjuk őket, amíg egy sziklaszirtról a mélybe zuhannak.

A vadászok között létfontosságú a csapatmunka. Ha nem akarjuk elijeszteni a zsákmányt, akkor jelbeszéddel kell értekeznünk egymással. Ugyanezen okból uralkodnunk kell az érzelmeinken, a félelem és a diadalmámor egyaránt veszélyes. Kétségek gyötörnek az áldozatunkat illetően. Tiszteljük az állatokat, felismerjük a velük való rokonságunkat és azonosulunk velük. Ha azonban túlságosan mélyen eltöprengünk intelligenciájukon vagy kicsinyeik iránti odaadásukon, ha megsajnáljuk őket vagy ha túlságosan közeli rokonainknak kezdjük érezni a vadakat, akkor csökken az elszántságunk, kevesebb élelmet viszünk haza, ezáltal veszélybe sodorjuk egész csapatunkat. Kénytelenek vagyunk érzelmileg távolságot tartani tőlük.

Gondoljuk végig az alábbiakat. Hímnemű őseink évmilliókon keresztül vadak nyomában szökdécseltek, kövekkel vaddisznókat vágtak agyon, rohantak az újszülött antilop után, és ha utolérték, legyűrték a földre, kiáltásaikkal működő riadóláncot alkottak, vadászkutyákat futtattak és megpróbálták a varacskosdisznó-csordát a szél ellenében halálra rémíteni. Nem nehéz elképzelni, hogy pusztá létük múltott azon, milyen ügyes vadászok voltak és mennyire tudtak együttműködni egymással. Kultúrájuk legnagyobb része a vadászat világa körül forgott. A jó vadászok egyúttal jó harcosok is voltak. Azután hosszú idő - mondjuk sok ezer évszázad - múltán a természetes hajlam a vadászatra és a csapatmunkára sok fiúgyermeknek már feleszületett tulajdonsága lesz. Miért? Azért, mert az alkalmatlan vagy kevésbé lelkes vadászok kevesebb utódot nemzenek. Nem hiszem, hogy a génjeinkben hordoznánk, hogyan kell egy kődarabból lándzsahegyet pattintani, vagy miként kell a tollakat a nyílvevőre tűzni. Ezt a vadászok megtanulják vagy maguktól kitalálják. De a vadászatban lelt gyönyörűség - az, fogadni mernék, *beépült* a szervezetünkbe. A természetes kiválasztódás hozzásegítette őseinket, hogy kiváló vadászokká formálódjanak.

A vadászó-gyűjtőgető életmód sikerének legékeesebb bizonyítéka az az egyszerű tény, hogy ez az életforma mind a hat kontinensen elterjedt és évmilliókon keresztül fennmaradt (nem is beszélve az emberen kívüli főemlősök vadászösztönéről). Ezek a nagy számok önmagukért beszélnek. Tízezer generáció elteltével, amelyek számára a vadászat jelentette az éhezés elől az egyetlen menekvést, ezek a hajlamok nem múlnak el egyik pillanatról a másikra, hanem még mindig bennünk vannak. Ki vagyunk éhezve a használatukra vagy legalább a pótlásukra. Erre nyújtanak lehetőséget a csapatsportok.

Lényünk egy része továbbra is csatlakozni szeretne bátor és rettenthetetlen férfiak valamilyen kalandos hajszában részt vevő csoportjához. (Ezt a különféle szerepjátékok során is megfigyelhetjük, de ennek tudható be a számítógépes játékok népszerűsége a serdületlen és serdülő fiúk körében.) A hagyományos férfi-erények - a hallgatagság, a leleményesség, a szerénység, a pontosság, a következetesség, az állatok alapos ismerete, a csapatmunkára való készség és a természet szeretete - mind a vadászó-gyűjtőgető korszak körülményeihez való alkalmazkodásnak köszönhetőek. Még ma is csodáljuk ezeket a jellemvonásokat, bár magunk sem tudjuk, miért.

A sporton kívül számos más pótlékot is találunk. Serdülő fiatalok még mindig felismerjük az ifjú vadászt, a reménybeli harcost - akik háztetőkön ugrálnak, bukósisak nélkül motoroznak és a mérkőzés után megkeserítik a győztes csapat életét. Segítő kéz hiányában az ősi ösztönök kicsit a háttérbe szorulnak (bár a gyilkosságok aránya a mi társadalmunkban nagyjából ugyanakkora, mint a túlélő vadászó-gyűjtőgető közösségek esetében). Megpróbáljuk elérni, hogy a megmaradt gyilkolási ösztön lehetőleg ne más emberek ellen forduljon. Ez azonban nem mindig sikerül.

Ha arra gondolok, milyen erősek ezek a vadászösztönök, aggodni kezdek. Attól tartok, hogy a hétfő esti foci nem elegendő levezetés a modern vadászok számára, amikor levetik munkaruhájukat, farmernadrágjukat vagy mellényes öltönyüket. Arra az ősi örökségre gondolok, amely szerint lepleznünk kell az érzéseinket és érzelmi távolságot kell tartanunk azoktól, akiket megölünk, és ez megkeseríti a játék örömét.

Észak-amerikai kosárlabda (NBA)	Amerikai futball (NFL)	Japán I. osztályú baseball-liga	Észak-amerikai I. osztályú baseball-liga	Busman csoportok elnevezése
Sólymok	Kardinálispintyek	Sólymok	Kékszajkók	Hangyászmedvék
Ragadozó madarak	Sasok	Fecskék	Kardinálispintyek	Elefántok
Kosok	Vadászsólymok	Pontyok	Sárgarigók	Zsiráfok
Bikák	Hollók	Bövények	Ördögsugarak	Impalák
Grizzlyk	Tengeri sólymok	Oroszlánok	Marlinek	Sakálók
Kanadai erdei farkasok	Delfinek	Tigrisek	Farkaskölykök	Rinocéroszok
Lódarazsak	Medvék	Cetek	Tigrisek	Ősz antilopok
Aranyrögök	Bengáli tigrisek	Az öböl csillagai	Gyémánthátúak	Vadmacskák
Klipperek	Csőrök	Bátrak	Világkiállítások	Hangyák
Forróság	Vadlovak	Harcosok	Bátrak	Tetvek
Dugattyúk	Csikók	Tengerészek	Sörfőzők	Skorpiók
Rakéták	Jaguárok	Sárkányok	Kópék	Teknősök
Sarkantyúk	Oroszlánok	Óriások	Indiánok	Keserű dinnyék
Szuperszonikusok	Párducok	Orionok	Ikrek	Hosszú gyökerek
Lovagok	Kosok	Kék hullám	Jenkik	Tartórudak
Kelták	Sugárhajtóművek		Vöröszoknisok	Kutterek
Királyok	Kalózok		Fehérszoknisok	Nagyszájúak
Térdradrágosok	Paripák		Atléták	Hidegek
Ellenzékiek	Főnökök		Fővárosiak	Hasmenésesek
Tavi gőzösök	Cowboyok		Királyiak	Koszos harcosok
Hálók	49-esek		(Phillies)	Harcosok
Poroszkálók	Olajosok		Kalózok	Tulajdonosok
76-osok	Málhás lovak		Tengerészek	Nemi szervek
Úttörők	Hazafiak		Csavargók	Rövidlábúak
Harcosok	Rablók		Óriások	
Dzsessz	Réz bőrűek		Angyalok	
Varázslat	Szentek		Atyák	
Napok	Acélosok		Csillagok	
Bűvészek	Vikingek		Sziklások	
	Óriások		Vörösök	
	Barnák			

Vadászó és gyűjtögető őseink nem jelentettek veszélyt saját maguk számára, mert gazdálkodásuk egészséges volt (sokuknak több szabadideje volt, mint nekünk); mert nomádként éltek, ezért kevés saját tulajdonuk volt, így szinte ismeretlen volt a lopás, és irigység is alig fordult elő; mert a kapzsiságot és az önteltséget nemcsak a társadalom elleni véteknek tartották, hanem az elmebajhoz közeli állapotnak; mert a nőknek tényleges politikai hatalmuk volt, stabilizáló szerepet tölthettek be, és korrigálták a rossz irányú ráhatásokat, még mielőtt a fiúk mérgezett nyilakkal kezdtek lövöldözni; és mert amikor valaki súlyos bűnt követett el - például gyilkosságot-, akkor a közösség együtt ítéltkezett és büntetett. Sok vadászó-gyűjtögető törzs az egyenlőségen alapuló demokráciában élt. Nem voltak főnökök. Nem volt politikai vagy

Csapatok és totemek

A „totemisztikus” csapatneveket a túloldali táblázatban felülről lefelé az alábbi kategóriák szerinti sorrendben soroljuk fel: madarak, halak, emlősök és egyéb állatok, növények és ásványok, műszaki fogalmak, emberek, ruhadarabok és foglalatosságok, mitológiai, vallási, csillagászati és geológiai fogalmak, színek.

Általában a csapatok nevei valamilyen városnévhez kapcsolódnak, például a Seibu-i oroszlánok, a Detroiti tigrisek vagy a Chicagó-i medvék. Oroszlánok és tigrisek és medvék... sasok és tengeri sólymok... lángnyelvek és napok. Bár vannak a környezeti és kulturális különbségekből adódó eltérések, megállapítható, hogy a vadászó-gyűjtögető közösségek világszerte hasonló neveket viselnek, amit egyúttal családjelvénynek, törzsjelvénynek, azaz totemnek is tekintenek.

Jellegzetes totemlistát állított össze az éveket a helyszínen töltő Richard Lee antropológus a Botswanában, a Kalahári-sivatagban élő busmanok körében, jórészt akkor, amikor még nem érte el az európai befolyás ezeket a törzseket (lásd a túloldali táblázat jobb szélső oszlopa). A Rövidlábúak minden bizonnyal a Vöröszoknisok és a Fehérsoknisok unokatestvérei lehetnek, a Harcosok a Rablókkal, a Vadmacskák a Bengáli tigrisekkel, a Kutterek a Klipperekkel állhatnak rokonságban. Természetesen adódnak különbségek a technológiai környezet eltérései miatt is, de talán azért is, mert az egyes csoportok különböző mértékben szókimondóak, más az önismeretük és a humorérzékük. Nehéz például elképzelni, hogy egy amerikai sportklubot Hasmenéseknek nevezzenek. Személy szerint mégis az a csoport a kedvencem, amely tagjainak bizonyára nincsenek önkifejezési problémáik: a Nagyszájúak. Nem utolsósorban pedig a Tulajdonosoknak nevezett csoport, akiknek az érkezése bizonyára nem lufis megdöbbenést keltene egy szálloda recepcióján.

szervezeti hierarchia, ezért senki sem ábrándozott az előrejutásról. Nem volt senki, aki ellen fellázadhattak volna.

Nos ha néhány száz évszázadnyira az elérni vágyott állapottól kátyúba jutottunk, ha (nem a saját hibánkból) a környezetszennyezés, a társadalmi hierarchia, gazdasági egyenlőtlenség, a nukleáris fegyverek és a hanyatló remények korában találjuk magunkat, kőkorszakbeli érzelmekkel, de a kőkorszak szociális biztonsága nélkül - akkor talán megbocsátható az a kis hétfő esti foci.

Isten pillantása és a csöpögő csap

*Midőn felkelsz a keleti látóhatáron,
Minden országot betöltöttél a szépségeddel...
Bár messze vagy, sugaraid mégis itt vannak a Földön.
Ekhnaton: Himnusz a Naphoz (kb. Kr. e. 1370)*

A fáraókori Egyiptomban, Ekhnaton korában egy mára már elfeledett, egyistenhívő vallás hívei imádták a Napot, a fényt pedig Isten pillantásának vélték. Akkoriban a látást a szemből kiinduló érzékelésnek tartották, ahogy ma a radar működik. Valami elindult a szemből és megérintette a látott tárgyat. A Nap - amely nélkül a csillagokon kívül aligha látnánk egyebet - simogatta, megvilágította és felmelegítette a Nílus völgyét. A kor fizikai ismereteinek tükrében egy a Napot Istenként tisztelő generációtól aligha meglepő, hogy a fényt Isten pillantásának tekinti. Harminchárom évszázaddal később egy mélyebb, bár jóval prózaibb hasonlat segítségével alaposabban megérthetjük a fény természetét.

Tegyük fel, hogy a fürdőkádban ülünk, és csöpög a csap. Mondjuk másodpercenként egyszer egy vízcsepp hull a kádba. Parányi hullámokat kelt, melyek szép, szabályos körökként szétterjednek. A kád széléről a hullámok visszaverődnek. A visszaverődő hullám gyengébb, olyannyira, hogy két vagy három visszaverődés után már elenyészik a szemünk elől.

Eközben egyre újabb hullámok érkeznek a kád felénk eső végébe, amelyek mindegyikét egy-egy később lehullott vízcsepp keltette. Gumikacsánk fel-le himbálódzik a vízen, amint az újabb hullámfrontok elérik. Világosan látható, hogy a mozgó hullám egyes helyein a vízszint magasabb - ezek a hullámhegyek -, míg közöttük a hullámvölgyekben valamivel alacsonyabb.

A hullámok gyakorisága, vagy idegen szóval frekvenciája egyszerűen úgy értelmezhető, hogy milyen gyakran érik el az újabb hullámvonulatok a megfigyelőhelyünket - esetünkben másodpercenként egyszer. Minthogy minden vízcsepp csak egyetlen hullámot kelt, a frekvencia megegyezik a csöpögés ritmusával. A hul-

lámok „hullámhossza” egyszerűen a szomszédos hullámhegyek közötti távolságot jelenti, esetünkben ez mintegy tíz centiméter lehet. Márpedig ha másodpercenként ér el bennünket egy-egy újabb hullám, melyek egymástól tíz centiméterre vannak, akkor a hullám terjedési sebessége tíz centiméter másodpercenként. Rövid gondolkodás után rájövünk tehát, hogy a hullám sebessége a frekvencia és a hullámhossz szorzata.

A fürdőkád vagy az óceán vizének felszínén kétdimenziós hullámokat figyelhetünk meg, amelyek egy pontszerű forrásból kiindulva, a víz felszínén koncentrikus körök formájában terjednek tovább. A hanghullámok ezzel szemben háromdimenziósak, ezek a hangforrástól minden irányban kiindulva terjednek a levegőben. A hullámhegyeknél a levegő enyhén összesűrűsödik, a hullámvölgyeknél kissé ritkább lesz. A fülünk képes felfogni ezeket a hullámokat. Minél gyakrabban érkeznek fülünkbe a hullámhegyek (minél nagyobb a frekvencia), annál magasabb hangot hallunk.

A zenei hangok magassága csupán attól függ, milyen gyakran érkeznek fülünkbe a hanghullámok. A normál C hang esetében másodpercenként 263 hullámhegy hatol be a fülünkbe, ezt a frekvenciát 263 hertznek nevezzük.⁷ De vajon mekkora lehet a normál C hang hullámhossza? Milyen messze lennének egymástól a hullámhegyek, ha a hanghullámok közvetlenül láthatóak volnának? A tengerszinten a hang mintegy 340 métert tesz meg másodpercenként (mintegy 1200 kilométert óránként). Akárcsak a fürdőkád hullámai esetében, a hullámhosszt itt is a terjedési sebesség és a frekvencia hányadosaként kapjuk meg, vagyis a normál C hang hullámhegyei mintegy 1,3 méterre vannak egymástól - ez nagyjából egy kilencéves gyermek magasságának felel meg.

Egy sor olyan kérdést lehet feltenni ezzel kapcsolatban, ami látszólag zavarba hozhatja a természettudományt, például: „Mit jelent a normál C egy születésétől fogva süket ember számára?” Nos a válasz egyszerű, pontosan ugyanazt, amit mindannyiunk számára: 263 hertz frekvenciájú rezgést, egy pontosan megadható, egyedi frekvenciájú hanghullámot, amely egyetlen más zenei

⁷ A normál C-nél egy oktávval magasabb, ún. felső C frekvenciája 526 hertz, a két oktávval magasabb C-é 1052 hertz és így tovább.

hangra sem jellemző, csakis erre az egyre. Ha képtelenek vagyunk közvetlenül meghallani, akkor minden további nélkül láthatóvá tehetjük egy hangerősítő és egy oszcilloszkóp segítségével. Ez természetesen nem ugyanaz, mintha a fülünkkel érzékelnénk ugyanezt a hangot, hiszen példánkban inkább a látásra, mintsem a hallásra hagyatkoztunk, de hát annyi baj legyen. Az információ teljes egészében rendelkezésünkre áll. A húr hangjában a pizzicatót vagy a staccatót éppúgy felismerhetjük, mint a különböző hangszíneket. Felidézhetjük azokat az emlékeinket, amikor már korábban is „hallottuk” a normál C-t. Lehet, hogy a normál C elektronikus megjelenítése érzelmileg nem ugyanazt a hatást váltja ki, mint amit a halló ember átél, azonban ez is csak gyakorlat kérdése. Nem említjük olyan zenei géniuszokat, mint Beethoven példáját, ám kijelenthetjük, hogy az is érzékelheti a zenét, aki teljesen süket.



A Brown fivérek szivességéből

Fejtegetésünk megoldást ad arra a régi találós kérdésre is, amely szerint ha az erdőben kidől egy fa, de senki sincs a közelben, aki hallaná, van-e ott azért hang? Természetesen ha a hangot a hallás folyamatával határozzuk meg, akkor a definíció szerint nem lehet jelen hang. Ez azonban mérhetetlenül antropo-

centrikus meghatározás lenne. Nyilvánvaló, hogy amikor a fa kidől, hanghullámok indulnak ki, amelyek mondjuk egy magnetofonnal könnyűszerrel rögzíthetők. A felvétel visszajátszva azután bárki ráismer az erdőben kidőlő fa robájára. Semmiféle rejtély nincs tehát ebben.

Az emberi fül azonban nem érzékeli tökéletesen a hanghullámokat. Léteznek olyan frekvenciák (amikor másodpercenként húsznál kevesebb hullámhegy jut a fülünkbe), amelyek túlságosan alacsonyak ahhoz, hogy meghallhassuk azokat, bár a cetek például éppen az ilyen mély hangok segítségével kommunikálnak egymással. Hasonlóképpen, olyan frekvenciák is vannak (ha másodpercenként 20 000-nél több hullám érkezik), amelyek túlságosan magasak ahhoz, hogy a felnőtt ember képes legyen felfogni, jóllehet a kutyáknak semmilyen nehézséget nem okoz az ilyen magas hangok meghallása (sőt reagálnak is, ha ilyen magas hangú síppal hívjuk őket). Vannak azonban olyan hangtartományok, mondjuk az egymillió rezgés másodpercenként, amelyek az ember számára közvetlenül érzékelhetetlenek és mindig is felfoghatatlanok lesznek. Érzékszerveinknek, bármily tökéletesen is alkalmazkodtak környezetükhöz, alapvető fizikai korlátai vannak.

Számunkra magától értetődő, hogy hanghullámok segítségével közöljük mondanivalónkat. Főemlős rokonaink természetesen ugyanígy tesznek. Az ember társas lény, de az egyedek függetlenek, ezért kommunikációs képességünk mögött valóságos igény húzódik meg. Midőn az elmúlt évmilliók során agyunk minden korábbit felülmúló sebességgel fejlődött, és kialakultak az agykéregnek a nyelvi kifejezésre szakosodott területei, szókészletünk is szaporodásnak indult. Egyre több és több dolgot tudtunk hangok segítségével kifejezni.

Vadászó-gyűjtögető életmódot folytató őseink számára alapvetően fontos volt a nyelv a napi tevékenység megtervezéséhez, a gyermekek tanításához, a barátságok elmélyítéséhez. Hangokkal lehetett figyelmeztetni a társakat a rájuk leselkedő veszélyre, vagy vacsora után a tűz mellett ülve és a csillagokat bámulva történeteket lehetett mesélni. Végül az ember felfedezte a fonetikus írást, ezért a hangokat papíron rögzíthettük, majd a teleírt lapra pillantva fejünkben beszélni hallottunk valakit. E felfedezés az el-

múlt néhány ezer év alatt oly széles körben elterjedt, hogy ma már szinte figyelemre sem méltatjuk nagyszerűségét.

A beszéd valójában nem egyik pillanatról a másikra továbbítja az információt. Amikor valamilyen hangot adunk ki, hangsebességgel terjedő hullámokat indítunk útnak a levegőben. Gyakorlati okok miatt ez csaknem pillanatszerűen történik. A nehézséget az okozza, hogy kiáltásunk csak nagyon korlátozott távolságra hallatszik el. Nagyon kevés olyan ember van, aki összefüggő és értelmes párbeszédet tud folytatni valakivel, aki száz méterre van tőle.

Egészen a közelmúltig az emberi népesség sűrűsége meglehetősen alacsony volt. Alig volt alkalom arra, hogy olyasvalakivel kommunikáljunk, aki száz méternél távolabb van tőlünk. Kóborló családunk tagjait kivéve szinte soha, senki nem került olyan közel hozzánk, hogy szóba elegyedhessünk vele. Azon ritka alkalmakkor, amikor ez mégiscsak megtörtént, általában barátságtalanok voltunk. Az etnocentrizmus - saját csoportunk másoknál feltétlenül jobbnak tartása - és az idegengyűlölet - az idegentől való félelem miatt az „előbb lőj, azután kérdezz” felfogás - mélyen belénk ivódott. E tulajdonságok azonban semmiképpen sem csak az ember sajátosságai; a majmok közé tartozó távoli rokonaink, de sok más emlős is hasonlóan viselkedik. Ezen viselkedési minták kialakulását legalábbis elősegítette és támogatta az a tény, hogy a beszéd csak kis távolságra képes elhatolni.

Ha hosszú időn keresztül másoktól elszigetelten élünk, akkor lassanként eltérő irányokban fejlődünk. Az ő harcosaik részének például a párduc bőrének viselésére, ahelyett, hogy sastollakkal élcésítenék fejüket, amit a mi környezetünkben mindenki divatosnak, megfelelőnek és ésszerűnek tart. Végül a nyelvük is kezdett eltérni a miénktől, Isteneik különös neveket kaptak, akik különleges szertartásokat és áldozatokat vártak el híveiktől. Az elszigeteltség a sokféleség táptalaja, márpedig kicsiny lélekszámunk és korlátozott kommunikációs képességünk garantálta az elszigeteltséget. Az emberiség nagy családja, amely Kelet-Afrika egy kicsiny szögletében néhány millió évvel ezelőtt fejlődött ki, elvándorolt, részekre szakadt, sokfélévé vált és csoportjai idegekké váltak egymás számára.

E folyamat fordítottja, az emberiség nagy családja törzseinek

egymáshoz közelebb kerülése, majd újraegyesülése, az emberfajták közötti különbségek eltűnése csak egészen a közelmúltban és kizárólag a technika fejlődésének köszönhetően következett be.

A ló háziasítása lehetővé tette, hogy néhány nap alatt több száz kilométer távolságra küldjünk üzeneteket (és oda mi is eljussunk). A vitorlánhajók műszaki fejlődésének köszönhetően lassan bár, de bolygónk legtávolabbi zugaiba is eljuthattunk: a XVIII. században két év alatt lehetett Európából Kínába vitorlázni. Addigra az egymástól távol lakó emberi közösségek már elküldték követeket egymás udvarába, és megkezdődött a gazdasági szempontból fontos árucikkek cseréje. A XVIII. századi kínaiak számára azonban az európaiak oly egzotikus lénynek számítottak, mintha csak a Holdon élnének és viszont. Bolygónk valódi egységgé válásához, az elszigeteltségek felszámolásához olyan technológiára van szükség, amellyel a lovas futárnál vagy a vitorlás hajónál gyorsabban tudunk híreket továbbítani, amely az információt a világ minden részére eljuttatja, és amely elég olcsó ahhoz, hogy legalább időnként az átlagember is hozzájusson. A technológiai fejlődés a távíró feltalálásával és a tenger alatti távírókábelek lefektetésével érte el ezt a szintet. Jelentős fejlődést hozott az ugyan ezen kábeleket használó telefon feltalálása, majd a rádió, a televízió és a távközlési műholdak feltalálását követően a fejlődés robbanásszerűvé vált.

Ma már rendszeresen a fény sebességével kommunikálunk egymással, rutinszerűen, mintegy mellékesen, másodpercnyi tanakodás nélkül. A vágató ló vagy a vitorlás hajó sebességéhez képest a fénysebesség csaknem százmilliószoros ugrást jelent. Világunk működésének legalapvetőbb titkai, amelyeket Einstein speciális relativitáselmélete önt formába, rávilágítanak, hogy nem küldhetünk a fényénél nagyobb sebességgel információt. Egyetlen évszázad leforgása alatt elértük a természet által engedélyezett legnagyobb sebességet. Ez a technológia oly hatékony és következményei oly messzehatóak, hogy társadalmunk - magától értetődően - még fel sem ocsúdott.

Tengerentúli telefonbeszélgetés folytatásakor világosan érzékeljük a kérdésünk befejezése és a válasz kezdete közötti rövid szünetet. Ezt a késlekedést az okozza, hogy bizonyos időbe telik, mire hangunk eléri a telefont, a kábelekben terjedő elektromos

jelek formájában megérkezik a közvetítőállomásra, mikrohullámmokként feljut a geostacionárius pályán keringő távközlési mesterséges holdra, amely lesugározza a vevőállomásra, ahonnan ismét elektromos jelekként, kábelon terjed tova. Miután így körberohanta a fél világot, megrezgeti a kézibeszélő hangszóróját, hanghullámokat kelt a levegőben, melyek beszélgetőtársunk fülébe jutnak, ahonnan elektrokémiai jelek formájában üzenet indul az agyába, hogy felfoghassa szavaink értelmét.

A Föld felszíne és a geostacionárius pálya közötti távolságot a fénysugár oda-vissza mintegy negyed másodperc alatt teszi meg. Minél messzebb van egymástól az adó és a vevőállomás, annál hosszabb ideig tart az útja. Az *Apollo* program Holdon tartózkodó űrhajósaival folytatott párbeszéd közben a kérdés és a válasz közötti időkésés jóval hosszabb volt. Nem csoda, hiszen a fény (vagy a rádiójelek) oda-vissza futási ideje a Föld és a Hold között 2,6 másodperc. Húsz percbe telik, mire a Mars körül keringő űrszonda rádióadása eléri a Földet. 1989 augusztusában azokat a képeket sikerült felfognunk, amelyeket a *Voyager-2* űrszonda a Neptunusról, holdjairól és gyűrűiveiről készített. A bolygórendszer peremvidékéről küldött, a fény sebességével száguldó tudósítás öt óra alatt érkezett meg hozzánk. Ez volt az egyik leghosszabb távú távolsági beszélgetés az emberi faj történetében.

A fény sok szempontból hullámként viselkedik. Képzeliük el például, amint a fény egy sötét szobában két egymással párhuzamos résen halad át. Milyen képet láthatunk a réseken mögé helyezett vetítőernyőn? A válasz: a réseken képet látunk, pontosabban egymással párhuzamos, világos és sötét vonalak sorozatát, az úgynevezett „interferenciaképet”. Az egyenesen haladó lövedékkel ellentétben a hullámok a két rést elhagyva különböző irányokban terjednek tovább. Ahol az ernyőn hullámhegy hullámheggyel találkozik, a rés fényes képe alakul ki, „erősítő” interferenciát tapasztalunk. Ahol viszont hullámhegy hullámvölgygel találkozik, ott sötét csíkot látunk, mert „kioltó” interferencia lép fel. Ez a hullámszerű viselkedés legbiztosabb jele. Ugyanezt tapasztalhatjuk, ha megfigyeljük a hullámok útjába helyezett mólóba vágott két résen keresztülhaladó

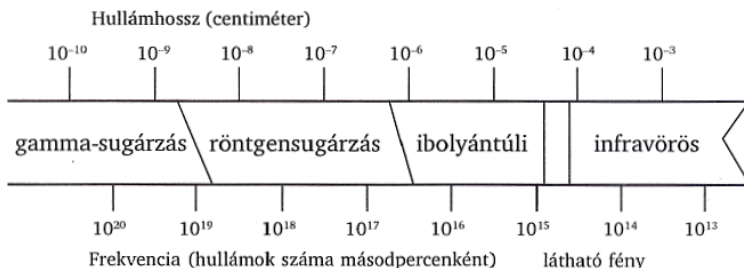
víz hullámok viselkedését.

Mindennek ellenére a fény *együttal* parányi, fotonoknak nevezett golyócskák áramaként is viselkedik. Ez a közönséges fotocellák működésének alapja (például a fényképezőgépekben vagy a napelemes számológépekben). Minden egyes beérkező foton kiüt egy elektront a fényérzékeny felületről. Ha sok foton érkezik, sok elektron válik szabaddá, elektromos áram kezd folyni. Hogyan képes a fény egyidejűleg részecske is és hullám is lenni? Célravezetőbb lenne, ha valami másra gondolnánk, sem hullámra, sem pedig részecskére, hanem valami olyasmire, ami nem hozható nyilvánvaló kapcsolatba a bennünket körülvevő, hétköznapi világ érzékelhető dolgaival, és amely bizonyos körülmények közt inkább hullámtulajdonságait mutatja ki, míg más körülmények közt inkább részecskeként viselkedik. Ez a részecske-hullám kettősség egy további megalázó tényrt juttat eszünkbe: a Természet nem mindig teljesíti várakozásainkat és elvárásainkat, nem feltétlenül úgy működik, ahogy azt mi kényelmesnek és könnyen érthetőnek véljük.

Mégis a fényt legtöbb esetben főként a hanghullámokhoz hasonlíthatjuk. A fényhullámok is háromdimenziósak, frekvenciájuk, hullámhosszuk és sebességük van (utóbbi a fénysebesség). Meghökkenő módon azonban terjedésükhöz nincs szükség közvetítő közegre, például vízre vagy levegőre. A Nap és a távoli csillagok fénye egyaránt elér hozzánk, jóllehet a közöttünk elterülő tér csaknem tökéletes vákuum. A világűrben dolgozó űrhajósok rádiókapcsolat híján még akkor sem hallanak egymást, ha csupán néhány centiméterre lennének egymástól. Ott ugyanis nincs levegő, ami továbbítaná a hanghullámokat. Ugyanakkor azonban az űrhajósok tökéletesen látják egymást. Ha viszont kissé előrehajolnak, csak annyira, hogy sisakjuk egymáshoz érjen, máris hallhatják egymást. Ha eltávolítjuk az összes levegőt a szobánkból, nem halljuk meg ott lévő ismerősünk jajkiáltását, viszont kifogástalanul látni fogjuk, amint levegő után kapkod és megfullad.

Szemünk csak a közönséges, látható fényre érzékeny, ennek frekvenciája nagyon nagy, 600 billió ($6 \cdot 10^{14}$) hullám éri másodpercenként a szemgolyónkat. Mivel a fény sebessége 30 milliárd ($3 \cdot 10^{10}$) centiméter (300 ezer kilométer) másodper-

cenként, ezért a látható fény hullámhossza 30 milliárd és 600 billió hányadosa, azaz 0,00005 centiméter ($3 \cdot 10^{10} / 6 \cdot 10^{14} = 0,5 \cdot 10^{-4}$). Ez túlságosan kicsiny ahhoz, hogy megpillanthassuk, még akkor sem láthatnánk őket, ha valamilyen módon maguk a hullá-

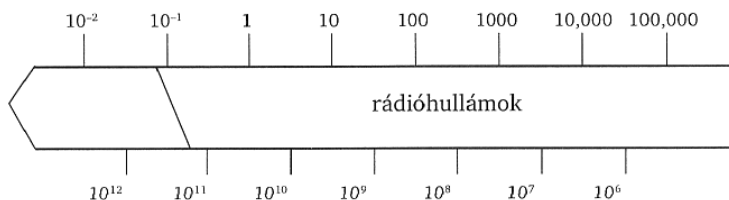


mok lennének megvilágítva. Ahogy a különböző frekvenciájú hanghullámokat különböző magasságú hangokként érzékeljük, a különböző frekvenciájú fénycsugárzások különböző színeknek felelnek meg. A vörös fény frekvenciája mintegy 460 billió ($4,6 \cdot 10^{14}$) hullám másodpercenként, a lila fényé pedig mintegy 710 billió ($7,1 \cdot 10^{14}$) hullám másodpercenként. E két határ közt helyezkednek el a szivárvány jól ismert színei. Minden egyes szín meghatározott frekvenciának felel meg.

Korábban már szóba került, mit jelenthet a zenei hang a születése óta süket ember számára. Ennek analógiájára most megkérdezhetjük, mit jelentenek a színek egy születésétől kezdve vak ember számára. A válasz most is egyértelmű és félreérthetetlen: a hullám frekvenciáját, amit optikai úton éppúgy érzékelni és mérni lehet, mint más eszközökkel a zenei hang frekvenciáját. A megfelelően képzett és a szükséges eszközökkel felszerelt vak ember meg tudja különböztetni a rózsaszínt az alma vagy a vér piros színétől. A megfelelő spektrometriai könyvtárak segítségével sokkal finomabb összetételbeli különbségeket képes megállapítani, mint az, aki pusztán a szemére hagyatkozik. Valóban létezik a vörös szín valamiféle érzete, amelyet a látó emberekből a 460 billió hertz körüli frekvenciájú rezgések váltanak ki. Nem hiszem, hogy ez az érzés minőségileg más lenne, mint egyszerűen a 460 billió hertzes rezgések érzékelése. Az ügy tehát korántsem olyan

rejtélyes, mint amilyen szép tud lenni.

Hasonlóan a fülünk számára felfoghatatlanul magas vagy mély hangokhoz, léteznek olyan fényfrekvenciák, azaz színek, amelyek kívül esnek a szemünk által felfogható tartományon. Vannak jó-



val nagyobb frekvenciájúak (egészen a milliárdszor milliárd⁸ - 10^{18} - hullám/másodperces gamma-sugarakig) és sokkal alacsonyabb rezgésszámúak (a hosszúhullámú rádiósugárzás másodpercenként egyetlen rezgéséig). Ha végigszaladunk a teljes elektromágneses színtéren a legnagyobb frekvenciáktól a kisebbek irányában, akkor a következő széles sávokat találjuk: gamma-sugarak, röntgensugárzás, ibolyántúli fény, látható fény, infravörös sugárzás és rádióhullámok. Mindezen hullámok vákuumban is képesek terjedni. Mindegyikük éppúgy teljes jogú tagja az elektromágneses hullámok nagy családjának, mint a közönséges látható fény.

Az egyes frekvenciatartományok vizsgálatára sajátos csillagászati módszerek alakultak ki. Az égbolt a különböző sugárzási tartományokban felettébb eltérő képet mutat. A gamma-sugarak világában például a fényes csillagok láthatatlanok. A titokzatos gamma-kitörések, amelyeket a Föld körül keringő gamma-csillagászati műholdak fedeztek fel, mindeddig szinte egyáltalán nem voltak kimutathatók a látható fényben. Ha csak a látható fény tartományában vizsgálnánk a Világegyetemet, mint ahogyan azt a csillagászat történetének legnagyobb részében tettük, akkor nem szerezhethetnénk tudomást az égbolt gamma-forrásainak létezéséről. Ugyanez elmondható a röntgenforrásokról, vagy az ibolyántúli, az infravörös és a rádiótartomány jellegzetes égitestjeiről (és termé-

⁸ Tudom, tudom. Nem tehetek róla, tényleg ilyen szapora a rezgés.

szetesen a sokkal egzotikusabb neutrínó-, kozmikus sugárzás és -
talan - gravitációshullám-forrásokról is).

Elfoglaltak vagyunk a látható fény irányában. Akár azt is kijelenthetjük, hogy láthatófény-soviniszták vagyunk. Ez az elektromágneses sugárzások egyetlen olyan tartománya, amelyre a szemünk érzékeny. Ha a testünk képes lenne rádióhullámok kibocsátására és felfogására, akkor már őseink is kommunikálhattak volna nagy távolságban lévő társaikkal. Ha röntgensugarakat tudnánk kibocsátani és felfogni, akkor beláthattunk volna a növények, emberek, állatok és ásványok egyébként a szemünk elől rejtve maradó belsejébe. Vajon miért nem fejlődtek ki az emberben a más sugárzásokra érzékeny szemek?

Minden anyag csak meghatározott frekvenciájú fénysugarakat nyel el, másokat nem. A különféle anyagok más-más frekvenciákat kedvelnek. A fény és az anyag kémiai szerkezete között természetes harmónia van. Bizonyos frekvenciákat, például a gamma-sugarakat lényegében minden anyag válogatás nélkül elnyel. Nem sokat érnénk egy gamma-sugarakkal működő zseblámpával, mert fényét a levegő rövid úton elnyelné. A világútból jövő gamma-sugaraknak nagy utat kell megtenniük a Föld légkörében, ezért maradéktalanul elnyelődnek, még mielőtt elérnék a felszínt. Itt, a Föld felszínén, a gamma-sugarak tartományában, meglehetősen sűrű sötétség uralkodik, amit csak néha tör meg például az atomfegyverek felvillanása. Ha meg akarjuk figyelni a Tejútrendszer középpontja irányából jövő gamma-sugárzást, akkor műszereinket a világűrbe kell juttatni. Nagyjából hasonló a helyzet a röntgensugarak, az ibolyántúli fény és a legtöbb infravörös frekvencia esetében is.

Másrészt viszont, a legtöbb anyag csak gyengén nyeli el a fényhullámokat. A levegő például általában teljesen átlátszó a látható fény számára. Fénylátásunk egyik oka tehát éppen az, hogy a fénynek ez a fajtája akadálytalanul lejut a légkörön keresztül odáig, ahol élünk. A gamma-sugarakra érzékeny szem a légkörben csak korlátozottan lenne használható, hiszen a tárgyak legtöbbje koromfekete lenne. A természetes kiválasztódás tehát jó munkát végzett.

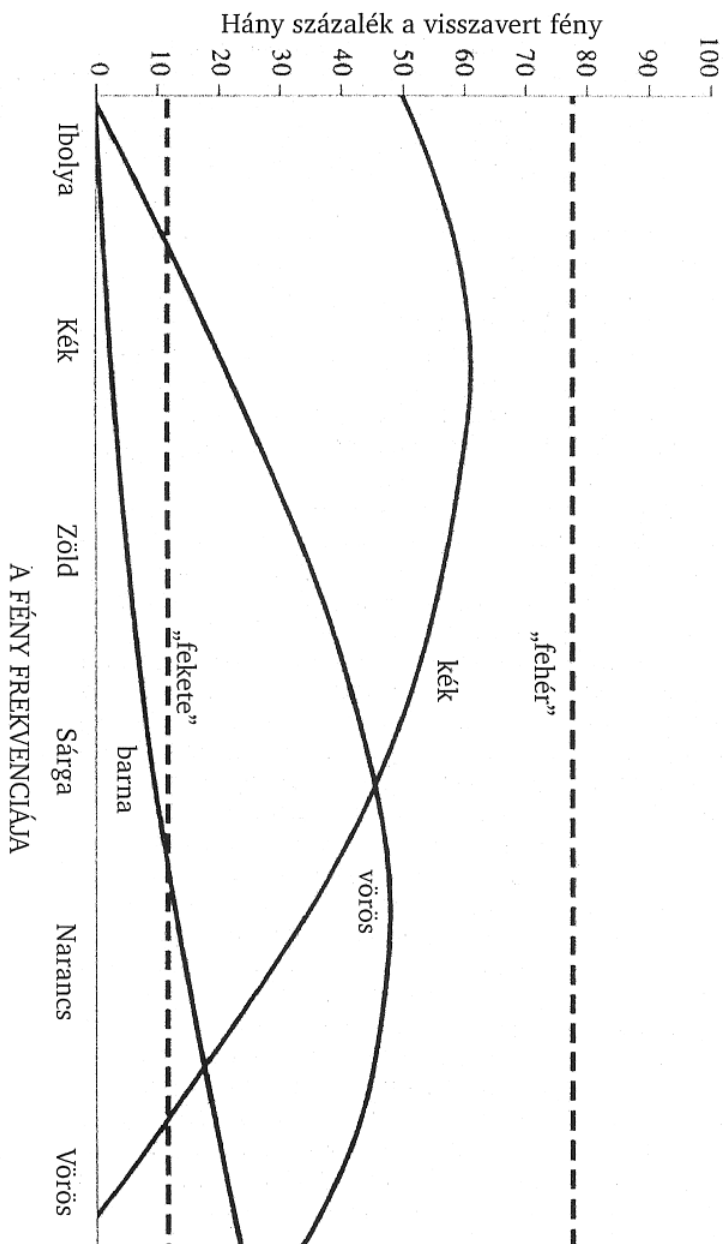
A másik ok, amiért pontosan a látható fényt vagyunk képesek érzékelni, az, hogy a Nap ebben a tartományban sugározza ki a

legtöbb energiát. A nagyon forró csillagok fényük legnagyobb részét az ibolyántúli tartományban bocsátják ki. A nagyon hűvös csillagok főként infravörös sugarakat bocsátanak ki. A Nap azonban, amely bizonyos szempontból átlagos csillagnak tekinthető, energiája legnagyobb részét éppen látható fényként sugározza szét. Érdekes, hogy az emberi szem nagyon pontosan ugyanarra, a színekép sárga részébe eső frekvenciatartományra a legérzékenyebb, ahol a Nap a legfényesebb.

Elképzelhető-e hogy valamely más bolygó lakói ettől nagyon eltérő frekvencián látnak a legjobban? Számomra ez egyáltalán nem tűnik valószínűnek. Lényegében minden, a Világegyetemben számottevő mennyiségben előforduló gáz a látható fény számára átlátszó, az ehhez közeli frekvenciákon viszont átlátszatlan. A legalacsonyabb hőmérsékletűek kivételével a csillagok energiájuk legnagyobb részét vagy teljes egészét a látható tartományban sugározzák ki. Csupán véletlen egybeesésnek tűnik, hogy az anyag átlátszósága és a csillagok energiasugárzása szempontjából ugyanaz a szűk frekvenciasáv a legmegfelelőbb. Ez az egyezés nemcsak a mi Naprendszerünkben áll fenn, hanem az egész Világegyetemben, mert az összefüggés a sugárzások, a kvantummechanika és a magfizika alapvető törvényeiből következik. Előfordulhatnak persze kivételek, de azt hiszem, hogy a más világok lakói, ha egyáltalán léteznek, valószínűleg majdnem teljesen ugyanazokat a frekvenciákat látják, mint mi.⁹

A növények a vörös és a kék fényt nyelik el, a zöldet pedig visszaverik, ezért látszanak zöldnek. Grafikonon is ábrázolhatjuk, hogy a különböző színekből mennyit ver vissza egy tárgy vagy növény. Ami a kéket nyeli el, és a vöröset veri vissza, vörösnek látszik, ami a vöröset nyeli el és a kéket veri vissza, azt kéknek látjuk. Fehérnek azokat a tárgyakat látjuk, amelyek a különböző színeket nagyjából egyforma arányban verik vissza. Ugyanez igaz

⁹ Aggodalommal tölt el, hogy esetleg valamilyen láthatófény-sovinizmus megzavarhatja a következtetésemet. A hozzánk hasonló élőlények, akik szintén csak a látható fényt érzékelik, arra a következtetésre juthatnak, hogy az egész Világegyetem minden egyes lakójának a látható fényt kell látnia. Tudva azt, hogy történelmünk a sovíniszta megnyilvánulások mily gazdag tárháza, nem tudom leplezni saját gondolatmenetem fölött érzett gyanakvásomat. Amennyire azonban meg tudom állapítani, kijelentésem a fizikai törvények folyománya, nem az emberi önhittsége.



azonban a szürke és a fekete testekre is. A fekete és a fehér közötti különbség tehát nem színbeli eltérés, hanem csupán a visszavert fény mennyisége eltérő. A fogalmak viszonylagosak, nem abszolútak.

A természetben talán a frissen hullott hó a legfényesebb anyag. Ennek ellenére ez is csupán a ráeső napfény mintegy hetvenöt százalékát veri vissza. A számunkra hozzáférhető legsötétebb anyagok egyike, a fekete bársony csak a ráeső fény néhány százalékát veri vissza. A fekete és a fehér ellentétként történő szembeállítás fogalmilag téves, a fehér és a fekete között ugyanis fizikailag szinte semmi különbség sincs, a két szín azonos, csak a visszavert és az elnyelt fény aránya különböző.

Az emberek között a legtöbb „fehér” ember sem igazán fehér, vagyis egyáltalán nem hasonlít a frissen hullott hó (vagy a fehér hűtőszekrény) színére, míg a „feketék” bőrszíne a legkevésbé sem hasonlít a fekete bársonyra. Ezek a fogalmak viszonylagosak, pontatlanok és megtévesztőek. Az emberi bőr fényvisszaverő képessége, vagyis az, hogy a ráeső fény hány százalékát veri vissza, tág határok között változik, egyénenként eltérő. A bőrben található festéket legnagyobb részt a melanin nevű szerves molekula alkotja, amelyet a szervezet a fehérjékben gyakori, tirozin nevű aminosavból építi fel. Az albínók örökletes betegségben szenvednek, szervezetük nem termel melanint. Bőrük és hajuk ezért tejfehér. Szemük szivárványhártyája rózsaszín. Az albínó állatok ritkák a természetben, mert bőrük csak csekély védelmet biztosít a Nap sugárzása ellen, ráadásul csak nehezen tudják álcázni magukat. Az albínók élete általában rövidebb társaikénál.

Az Egyesült Államokban csaknem mindenki barna színű. Bőrünk valamivel több fényt ver vissza a színek vörös vége közelében, mint a kékhez közelebbi frekvenciákon. Semmivel sincs több értelme a magas melanintartalmú egyéneket „színeseknek” nevezni, mintha az alacsony melanintartalmú embereket „kifakultaknak” mondanánk.

A bőr visszaverő képességében csak a látható fényben és az azal közvetlenül szomszédos frekvenciatarományokban van jelentős különbség. Ibolyántúli vagy infravörös fényben Észak-Európa és Közép-Afrika lakói egyformán feketének látszanak, ezeken a

frekvenciákon ugyanis nemcsak a melanin, hanem csaknem minden szerves molekula elnyeli a fényt. A fehér bőr anomális viselkedése csak a látható fényben válik lehetővé, ahol sok molekula átlátszó. A színek legnagyobb részében minden ember fekete.¹⁰

A napfény olyan hullámok keveréke, amelyek a szivárvány egyes színeinek felelnek meg. Valamivel több sárgát tartalmaz, mint vöröset vagy kéket, részben emiatt látjuk a Napot sárgának. Mindezen fénysugarak ráesnek mondjuk egy rózsza szirmaira. Miért látjuk mégis pirosnak a rózsát? Azért, mert a vörös kivételével az összes többi szín nagy előszeretettel nyelődik el a szírom anyagában. A fénysugarak keveréke megvilágítja a rózsza szirmait. A hullámok összevissza ugrándoznak a szírom felszíne alatt. Ahogy a fürdőkádban tapasztaltuk, a hullám minden egyes visszaverődés után gyengébb lesz. A kék és a sárga sugarakból azonban minden egyes visszaverődéskor valamivel több nyelődik el, mint a vörösekéből. Összességében ez azt eredményezi, hogy nagyszámú belső visszaverődés után bármely más színűnél több vörös színű fénysugár verődik vissza. Emiatt tudunk a vörös rózsza szépségében gyönyörködni. A kék vagy lila virágokban ugyanez a folyamat játszódik le, azzal a különbséggel, hogy ezek szirmaiban a vörös és a sárga nyelődik el nagyobb arányban, tehát a sokszori visszaverődés után a fényben megnő a kék és a lila színű összetevők aránya.

Létezik a természetben egy jellegzetes szerves festékanyag, amelynek sok élénk színű virág köszönheti a színét, többek között a rózsza vagy az ibolya, amelyek színe oly jellegzetes, hogy a virágot és a színt ugyanazon névvel jelöljük. Ez a vegyület az antocianin. Figyelemre méltó, hogy a tipikus antocianin savas közegben vörös, lúgos közegben kék, vízben pedig lila színű. A rózsák tehát azért vörösek, mert enyhén savas kémhatású környezetben tartalmazznak antocianint. Az ibolya ugyancsak az antocianinnak köszönheti élénk színét, azonban ebben a virágban a vegyület enyhén lúgos közegben fordul elő. (Megpróbálkoztam ezeket a tényeket rímbe szedni, de sajnos nem sikerült.)

¹⁰ Ez az egyik oka annak, amiért az afroamerikai (vagy a más országokban használt ennek megfelelő kifejezések) sokkal pontosabb megjelölés, mint a „fekete” vagy a spanyol eredetű „néger”.

A kék festékanyag a természetben alig fordul elő. Ezt az állítást jól szemlélteti, hogy a Földön és más égitesteken alig találunk kék színű kőzeteket vagy kék homokot. A kék festékszemeseknek nagyon bonyolult szerkezetűeknek kell lenniük, az antocianinok például mintegy húsz speciális szerkezetbe rendeződött atomból állnak, amelyek mindegyike nehezebb a hidrogénnél.

Az élőlények leleményesen használják a különböző színeket. Elnyelik a napfényt, és a fotoszintézis révén a pusztá levegőből és vízből táplálékot állítanak elő. Színek figyelmeztetik az anyamadarat arra, hol van fiókáik tágra nyitott csőre. Párzásra hívnak, felkeltik a megporzást végző rovar figyelmét, álcáznak és bújtatnak, végül, legalábbis az ember esetében, egyszerűen gyönyörködtetnek. Mindez azonban csakis azért lehetséges, mert a csillagok fizikája, a levegő kémiája és az evolúció folyamatának nagyszerű gépezete tökéletes harmóniát teremtett a környezet és a benne élő lények között.

Ha más világokat veszünk szemügyre, megvizsgáljuk légkörük és felszínük kémiai összetételét, amikor nagy erőfeszítések árán megpróbáljuk megérteni, miért barna a Szaturnusz Titán nevű holdjának légkörében lebegő pára és miért rózsaszínű a Neptunusz pörül keringő Triton dinnye héjára emlékeztető felszíne, akkor a fényhullámok tulajdonságaira támaszkodunk, amelyek alig különböznek attól, amit a fürdőkád vizének fodrozódásakor megfigyeltünk. A Földön és bárhol másutt megfigyelhető színek mind csakis attól függenek, milyen hullámhosszú napsugarak verődnek vissza valamely anyagról a legszívesebben. Ezért egyáltalán nem nevezhető pusztán költői képnek, ha úgy gondolunk a Napra, mint ami megsimogat mindent, amit csak elér, a napfényt pedig Isten pillantásának tekintjük. Sokkal mélyebben megérthetjük azonban a világ jelenségeit, ha ehelyett a csöpögő vízcsapra figyelünk.

Négy kozmikus kérdés

*Amidőn a magas mennynek még nem volt neve,
És a szilárd földet alatt sem neveztük el...
Még senki sem font nádkunyhót, és mocsár sem volt,
Amikor még egyetlen isten sem létezett,
Akit névvel illettünk volna, és szándékaikra sem derült fény –
Az volt a pillanat, amikor az istenek megszülettek...*

*Enuma elish¹¹, a babiloni teremtmésmítosz
(Kr. e. III. évezred vége)*

Minden kultúra kialakította saját teremtmésmítoszait, amikor megpróbálták megérteni, honnan ered a Világegyetem és minden, ami benne található. A mítoszok csaknem mindegyike alig több a mesemondók által kigondolt történeteknél. Korunknak is megvan a maga teremtmésmítosza. Ez azonban szilárd tudományos alapon nyugszik, és valahogy így hangzik...

Táguló, és a közönséges emberi értelem által felfoghatatlanul hatalmas és ősi Világegyetemben élünk. A benne található galaxisok az Ősrobbanásnak nevezett óriási erejű robbanás maradványaként, mind messzebbre rohannak egymástól. Némely tudósok véleménye szerint Világegyetemünk csupán egyike a nagyszámú - vagy talán végtelenül sok - zárt univerzumnak. Közülük egyesek egy ideig növekszenek, majd összeomlanak, élnek, majd egyszerre csak elpusztulnak. Mások örökkön-örökké tágulnak. Akad, amelyik oly finom egyensúlyban van, hogy számos - vagy talán végtelenül sok - tágulás és összehúzódás követi egymást. A mi Világegyetemünk, vagy legalábbis mostani reinkarnációja, mintegy 15 milliárd évvel ezelőtt, az Ősrobbanással jött létre.

Abban a többi világban a természet más törvényei uralkodhatnak és az anyag eltérő formái létezhetnek. Sokukban nem lehetséges az élet, mert nincsenek napok és bolygók, sőt talán még a hidrogénnél és a héliumnál összetettebb kémiai elemek sem. Megint mások bonyolultsága, sokfélesége és gazdagsága mellett

¹¹ "Enuma elish" a mítosz első szavai, mintha a Teremtés könyvének a „Kezdetben teremté” címet adnánk. A szavak jelentése nagyjából megegyezik a mi teremtmésszavunkkal vagy a görög eredetű „genezis”-szel.

eltörpül a mi világunk. Ha léteznek is ezek a világok, sohasem leszünk képesek feltárni titkaikat, még kevésbé meglátogatni őket. Van azonban éppen elég tennivalónk a magunk háza táján is.

Világegyetemünket mintegy 100 milliárd galaxis alkotja, melyek egyike a Tejútrendszer. Előszóretettel nevezzük a „*mi galaxisunknak*”, jóllehet semmilyen értelemben nem birtokoljuk. A Tejútrendszer gázból, porból és mintegy 400 milliárd csillagból áll. Ezek egyike, egy isten háta mögötti spirálkarban a Nap, a mi csillagunk, amely legjobb tudomásunk szerint hétköznapi, unalmas és átlagos. A Tejútrendszer középpontja körüli, 250 millió évig tartó keringése közben a Napot parányi világok sokasága kíséri. Ezek némelyike bolygó, míg a többiek holdak, kisbolygók, üstökösök. Mi, emberi lények, az egyike vagyunk annak az 50 millió fajnak, amelyek az egyik kisebb bolygón, a Naptól számított harmadik, és Földnek nevezett égitesten kifejlődtek. A Naprendszerünkhöz tartozó világok közül immár hetvennek a felderítésére küldtük el űrszondáinkat, sőt, küldöttünk közülük négynek - a Holdnak, a Vénusznak, a Marsnak és a Jupiternek - a felszínére is leszálltak vagy a légkörébe hatoltak. Titokzatos küldetések részesei lettünk.

A jóslás kudarcra ítéltetett műfaj. Bár Charles McKay szavaival „égünk a vágytól, hogy behatoljunk a jövőnd sűrű sötétségébe”, ez a kaland rendszerint nem szokott túl jól sikerülni. A természettudományban a legfigyelemreméltóbb felfedezések általában egyúttal a legváratlanabbak is, ahol nemcsak a meglévő tudásunkat terjesztjük ki némileg, hanem valami merőben új dologra is bukkanunk. Ennek az az oka, hogy a természet sokkal leleményesebb, kifinomultabb és választékosabb, mint az ember. Bizonyos értelemben tehát örültség megpróbálkozni azzal, hogy kitaláljuk, melyek lehetnek a következő évtizedek legfontosabb csillagászati felfedezései, teremtményszunk következő felvonásai. Másrészt viszont nyilvánvaló a műszerek folyamatos fejlődése, ami a lélegzetelállító, új felfedezéseknek legalább a reményével kecsegtet.

Egyéni alkat és vérmérséklet kérdése, hogy egy csillagász mit tart tudományága négy legérdekesebb problémájának, természetesen mások az én választásomtól merőben eltérő témákat jelöl-

nének meg. A továbbiakban említhető rejtélyek közé tartozik például, hogy miből állhat a Világegyetem anyagának ma még ismeretlen kilencven százaléka; a hozzánk legközelebbi fekete lyukak azonosítása; az a bizarr és vitatott eredmény, melynek értelmében a galaxisok távolsága kvantált, vagyis a galaxisok egymástól mért távolsága csak meghatározott értékeket és azok többszöröseit veheti fel, köztes értékeket nem. Ugyancsak itt említhetjük a gamma-viharok természetét, amelyekben egyik pillanatról a másikra az egész Naprendszerrel egyenértékű anyag robban fel; azt a látszólagos ellentmondást, mely szerint a Világegyetem életkora esetleg rövidebb lehet, mint a benne található legöregebb csillagoké (amely ellentmondást valószínűleg feloldotta a Hubble-űrtávcső adataiból levont legújabb követ-keztetés, amely szerint a Világegyetem kora 15 milliárd év).¹² Az érdekesítő talányok közé tartozik az üstökösök Földre hozott anyagának laboratóriumi vizsgálata, aminosavak keresése a csillagközi térben és a legősibb galaxisok természete.

Ha nem csökkentik az egész világon drasztikusan a csillagászat és az űrkutatás támogatását, akkor az alábbi négy kérdés¹³ tűnik felettebb ígéretesnek:

1. Létezett-e valaha élet a Marson? A Mars bolygó ma csontszáraz, fagyott sivatag. Szerte a felszínén azonban épségben megmaradt, ősi folyóvölgyek maradványai láthatók. Hasonlóképpen az ősi tavak, sőt óceánok nyomai is felismerhetőek. A felszín kráterekkel borítottsága alapján hozzávetőlegesen megbecsülhetjük, mikor lehetett a Mars melegebb és nedvesebb. (A módszert a Hold felszínének kráttersűrűsége, valamint az *Apollo* program űrhajósai által a Holdról a Földre hozott kőzetminták - radioaktív elemek felezési ideje segítségével megállapított - életkora alapján kalibrálták.) A válasz: négymilliárd évvel ezelőtt, tehát szinte pontosan ugyanakkor, amikor a Földön megjelent az élet. Elképzelhető-e vajon,

¹² Ezzel az ellentmondással és annak a legújabb mérési eredmények alapján történet feloldásával foglalkozik John Gribbin: *Az idő születése* című könyve (Akkord Kiadó, 2000) - a fordító megjegyzése.

¹³ Az ötödikkel a következő fejezetben foglalkozunk.

hogy egymás szomszédságában keringett két, nagyon hasonló környezeti feltételekkel megáldott égitest, és az egyikén kialakult az élet, a másikon pedig nem? Avagy kialakult az élet az ősi Marson is, csak az éghajlat titokzatos megváltozása letörölte a bolygó felszínéről? Vagy létezhetnek talán oázisok vagy más menedékek, talán a felszín alatt, ahol valamilyen életformák mind a mai napig átvészelhették a mostoha körülményeket? A Mars tehát két alapvető talányt tartogat a számunkra: a múltbeli vagy a jelen élet esetleges létezése, valamint annak a magyarázata, hogy miért esett egy eredetileg a Földhöz hasonló bolygó a tartós jégkorszak fogságába. Ez utóbbi kérdés gyakorlati jelentőségű is számunkra, akik előszeretettel rugdossuk környezetünket hol erre, hol arra, anélkül, hogy beavatkozásaink következményeivel pontosan tisztában lennénk.

Amikor a *Viking* űrszonda 1976-ban leereszkedett a Mars felszínére, beleszimatolt a légkörbe. Sok olyan gázt talált, amelyek a Föld atmoszférájában is előfordulnak - például szén-dioxidot -, míg felettebb csekély mennyiségben talált például ózont, ami pedig a Föld légkörének jellemző alkotórésze. Sőt mi több, meghatározták a molekulák változatainak gyakoriságát is, vagyis az izotóp-összetételt, ami sok esetben eltért a megfelelő molekulák földi izotóp-összetételétől. Tény, hogy felfedeztük a Mars légkörének egyedi ujjlenyomatát.

Ezután különös dologra derült fény. Az Antarktisz jégtakaróján meteoritokat - a világűrből a Földre hullott köveket - találtak, amelyek a fagyott hórétegek tetején heverték. Egyeseket a *Viking* program idején fedeztek fel, másokat később, de a lényeg az, hogy mindegyik a *Viking* űrszondák küldetését megelőzően hullott a Földre, némelyik több tízezer évvel korábban. A tiszta antarktisi jégtakarón nem volt nehéz észrevenni őket. A legtöbb így összegyűjtött meteoritot ugyanabba a houstoni intézetbe vitték, ahol az *Apollo* program idején a holdközeteket gyűjtötték.

A NASA költségvetése azonban az idő tájt mélyponton volt, így éveken keresztül a meteoritokon még csak az előzetes vizsgálatokat sem lehetett elvégezni. Egyesekről később kiderült, hogy a Holdról származnak - egy valaha a Hold felszínébe csapódó kisbolygó vagy üstökös szétspriccelte a világűrbe a környékről a közeteket, a darabok hosszabb-rövidebb űrbeli

sodródás után éppen az Antarktiszra hullottak le. A meteoritok közül egy vagy kettő a Vénuszról érkezett. Végül, bármilyen meglepően is hangzik, néhány a Mars légkörének félreismerhetetlen „ujjlenyomatát” viselte magán, tehát a Marsról érkezett.

A NASA Johnson Űrközpont tudósai 1995-96-ban végre hozzájutottak, hogy alaposabban is megvizsgálják az egyik - ALH84001 jelű - meteoritot, amely marsi eredetűnek bizonyult. A kődarab semmilyen szempontból sem látszott különlegesnek, barnás színe miatt leginkább egy krumplira hasonlított. Amikor a mikrokémiai szerkezetét megvizsgálták, bizonyos fajta szerves molekulákat találtak, nevezetesen policiklikus aromás szénhidrogéneket, angol nevük rövidítésével úgynevezett PAH-vegyületeket. Önmagában még e felismerések egyike sem volt különösebben figyelemre méltó. Szerkezetüket tekintve ezek a molekulák a fürdőszobacsempék hatszögletű mintájára emlékeztetnek, ahol minden egyes rácspontban egy szénatom ül. A PAH-vegyületek a közös meteoritokban és a csillagközi anyag szemcséiben egyaránt előfordulnak, de gyanítják jelenlétüket a Jupiteren és a Titánon is. Előfordulásuk önmagában semmiképpen sem utal az élet jelenlétére. A PAH-vegyületekből a vizsgált antarktisi meteorit belseje felé haladva azonban egyre több volt, ami arra enged következtetni, hogy az anyag nem a földi kőzetekből (vagy például az autók kipufogógázából) származó szennyeződés, hanem a meteorittal együtt érkezett a Földre. Mindazonáltal, a szennyezetlen meteoritokban a PAH-vegyületek nem utalnak az élet jelenlétére. Emellett további olyan ásványokat is találtak, amelyek a Földön az élet előfordulásával állnak kapcsolatban. A legizgatóbb eredmény az egyes kutatók által nanofossziliáknak nevezett képződmények felfedezése volt. Ezek parányi, egymáshoz kapcsolódó gömböcskék, akárcsak bizonyos földi baktériumkolóniák. De vajon bizonyosak lehetünk-e abban, hogy nem léteznek ehhez hasonló szerkezetű marsi vagy földi ásványok? Kielégítő ez a bizonyíték? Az ufókkal kapcsolatban éveken keresztül azt hangoztattam, hogy a rendkívüli állítások rendkívüli bizonyítékokat igényelnek. Nos, a marsbéli élet mellett szóló bizonyítékok egyelőre nem eléggé rendkívüliek.

Ez azonban még csak a kezdet. Ráirányítja a figyelmünket az

adott marsi meteorit más részeire. Elvezet más marsbeli eredetű meteoritokhoz. Egészen más típusú meteoritok keresésére ösztönöz az antarktisi jégmezőn. Arra utal, hogy ne csak a Marsról származó vagy ott található, mélyen eltemetett köveket keressük, hanem a felszín közelében is találhatunk valamit. Sürgetővé teszi a *Viking* biológiai kísérleteiből kapott talányos eredmények újraértékelését, néhány kutató szerint ugyanis ezek az élet jelenlétére utalnak. Arra ösztönöz, hogy űrszondákat küldjünk a Mars különleges helyeire, ahol legtovább megőrződhetett a meleg éghajlat és a nedvesség. Megteremti a marsi exobiológia tudományát. Ha szerencsések leszünk és akár csak egyetlen egyszerű mikrobát találunk a Marson, akkor csodálatos lehetőség birtokába jutunk, mert összehasonlíthatunk két, egymáshoz közeli bolygót, melyek mindegyikén, fejlődésük korai szakaszában megjelent az élet. Igaz, előfordulhatott, hogy az életet a meteorbecsapódások szállították az egyik világból a másikba, vagyis nem szükségszerű az egymástól független eredet. A felfedezett életformák szerves kémiája és alaktana alapján még ezt is képesnek kell lennünk eldönteni. Lehetséges, hogy az élet csak a két bolygó egyikén jött létre, de később egymástól függetlenül fejlődött mindkét világban. Ez esetben megfigyelhetnénk a több milliárd éven keresztül tartó, egymástól független fejlődés végeredményét, ami valóságos kincsesbánya lehet a biológusok számára. Ha pedig különlegesen nagy szerencsénk van, akkor egymástól valóban független életformákra bukkanhatunk. Vajon amazoknak is nukleinsavakra épül a genetikai kódja? Milyen genetikai kódot használnak? Azok is fehérjéket használnak az enzimfolyamatok katalizálására? Bármilyen legyen a válasz ezekre a kérdésekre, abból a biológia egész tudománya csak nyerhet. Bármilyen lesz a kutatás végkimenetele, arra következtethetnénk, hogy az élet sokkal szélesebb körben elterjedt jelenség annál, mint ahogy azt ma a legtöbb tudós véli.

Az elkövetkező évtizedre nagyszabású tervek születtek a Mars kutatására. Több ország is automata keringőegységeket, leszállóegységeket, a felszínen közlekedő járműveket és a felszín alá behatoló penetrátorokat szándékozik küldeni a bolygóra. Mindezt azért, hogy válaszolhassunk az imént tárgyalt kérdésekre. Mindezen kísérletek megkoronázását talán már 2005-ben - az jelenti

majd, amikor az első automata űrszonda a Mars felszínén és mélyén gyűjtött talajmintát hoz a Földre.

2. Megszülehet-e az élet a Titán vegykehájában? A Titán a Szaturnusz nagy holdja, rendkívüli világ. Légköre tízszer sűrűbb a Földénél, fő alkotórésze a nitrogén (akárcsak a Földének), amelllett metán (CH_4) alkotja. Az amerikai *Voyager* űrszonda számos egyszerű, szerves molekulát mutatott ki a Titán légkörében, olyan szén alapú vegyületeket, amilyenek jelen lehettek a földi élet megszületésekor is. A holdat átláthatatlan, vöröses párártég burkolja be, melynek tulajdonságai azonosak azzal a vörösesbarna, szilárd anyagával, amit laboratóriumi körülmények között állítottak elő, úgy, hogy a Titán légkörét szimuláló gázkeverékbe energiát tápláltak. Ezt az anyagot elemezve kiderült, hogy abban a földi élet számos alapvető kémiai építőköve megtalálható. Mivel a Titán nagyon messze van a Naptól, a víz csakis jég formájában fordulhat elő. Ezért arra kell gondolnunk, hogy a hold legjobb esetben is csak tökéletlenül hasonlít az élet kialakulásakor létezett Földre. Az időnként becsapódó üstökösmagok energiája azonban meg tudja olvasztani a felszín anyagát. A számítások szerint a Titán felszínének egy átlagos pontja a hold 4,5 milliárd éves történetéből nagyjából egy évezreden keresztül víz alatt állt. A NASA *Cassini* nevű űrszondája 2004-ben érkezik majd meg a Szaturnusz rendszeréhez. Az Európai Űrügynökség által épített *Huygens* szonda leválik róla és lassan belemerül a Titán légkörébe, hogy elérje a titokzatos felszínt. Talán akkor majd megtudjuk, milyen messzire jutott már a Titán az élet létrehozásának útján.

3. Létezik-e valahol másutt intelligens élet? A rádióhullámok fénysebességgel utaznak. Ennél semmi sem képes gyorsabban menni. Ha megfelelő a frekvenciájuk, akkor akadálytalanul keresztülhatolnak a csillagközi téren éppúgy, mint a bolygók légkörén. Ha a legnagyobb földi rádiótávcsövet egy másik csillag bolygóján találhatók, ugyanilyen rádiótávcső felé fordítanánk, akkor a két műszer még több ezer fényév távolságból is hallaná egymás adását. Éppen ezért a meglévő rádiótávcsöveinket annak ellenőrzésére is használjuk, hogy nem küld-e nekünk valaki, valahonnan üzenetet. Mindaddig semmi bizonyosságot nem találtunk, akad-

nak azonban zavarba ejtő „események”, amelyek szinte minden olyan kritériumnak megfelelnek, amelyek szerintünk a Földön kívüli civilizációk rádióadásainak ismérvei. Az egyetlen kivétel: hiába fordítjuk vissza a távcsövet és vizsgáljuk újra percekkel, hónapokkal vagy évekkel később az égbolt gyanús pontját, a jelzések sohasem ismétlődnek meg. A kutatási programnak még csak az elején tartunk. Egy valóban alapos keresés akár egy vagy két évtizedig is eltarthat. Ha rábukkannánk a Földön kívüli értelemre, akkor a Világegyetemről alkotott képünkkel együtt mi magunk is megváltoznánk. Ha viszont hosszan tartó, módszeres keresés ellenére sem találunk semmit, akkor elgondolkodhatunk a földi élet ritka és értékes voltáról. Akármelyik is lesz az eredmény, megéri kutatni.

4. Hogyan keletkezett a Világegyetem és mi lesz a sorsa? Meglepő, de a modern asztrofizikában már küszöbön áll, hogy bepilantsunk a Világegyetem keletkezésének rejtelseibe, megismerjük természetét és sorsát. A Világegyetem tágul, minden egyes galaxis a Hubble-törvénynek megfelelően távolodik az összes többitől. Ez a rendezett mozgás az egyike ama három bizonyítéknak, amelyek szerint a Világegyetem - vagy legalábbis mostani reinkarnációja - egy elképesztő nagyságú robbanással vette kezdetét. A Föld tömegvonzása elegendően erős ahhoz, hogy a feldobott hő visszahulljon, a szökési sebességet elérő rakétára viszont ez már nem igaz. Ugyanez a helyzet a Világegyetemmel kapcsolatban is: ha nagyon sok anyag alkotja, akkor ennek gravitációja lelassítja, majd megállítja a tágulást. A táguló Világegyetem összeomló Világegyetemmé alakul át. Ha viszont nincsen jelen elegendő mennyiségű anyag, akkor a tágulás örökké tart. A napjainkig leltárba vett anyag mennyisége kevés a tágulás lelassításához, jó okunk van azonban feltételezni, hogy létezik egy jó adag sötét anyag, amely nem árulja el egykönnyen létezését a csillagászoknak, hiszen nem sugároz fényt. Ha kiderülne, hogy a Világegyetem tágulása csak átmeneti állapot, amit végső soron összehúzódás vált fel, akkor magától értetődően annak a lehetősége is felmerül, hogy a Világegyetem esetleg végtelen sok ilyen tágulásból és összehúzódásból álló cikluson mehet keresztül, így végtelenül öreg lehet. Márpedig a végtelenül

őreg Világegyetem esetében nincs szükség keletkezésre vagy teremtésre, az mindig is létezett. Ha viszont nincsen elég anyag a tágulás lefékezéséhez, akkor ez összhangban áll a Világegyetem semmiből történt keletkezésével.

Mélyenszántó és nehéz kérdések ezek, amelyeket minden emberi kultúrkör így vagy úgy, de megpróbált megválaszolni. Csak napjainkban van reális esélyünk a válaszadásra. Nem kitalált történetekkel, hanem valóságos, megismételhető és igazolható megfigyelések alapján.

Úgy gondolom, komoly esélye van annak, hogy az elkövetkező egy vagy két évtizedben a felsorolt négy terület mindegyikén megdöbbentő felfedezések tanúi lehetünk. Természetesen számos egyéb kérdést is felvet a modern asztrofizika, amelyekkel a fentiek helyettesíthetők lehetnének. Mindamellett legjobb tudásommal is csak annyit jelenthetek ki, hogy a legmeghökkenőbb felfedezések kétségtelenül azok lesznek, amelyeknek egyelőre még az előrejelzéséhez sem vagyunk elég bölcsek.

Napok sokasága, világok sokasága

*Mily csodálatos és elképesztő rendszert tár elénk a Világegyetem
fennkölt hatalmassága! Napok sokasága, Földek sokasága...!*

*Christian Huygens,
Újabb feltevések a planetáris világokról,
azok lakóiról és keletkezéséről (1670 körül)*

A Jupiter körüli pályára álló *Galileo* űrszondáról 1995 decemberében levált egy légkörkutató egység, behatolt a Jupiter kavargó, zavaros atmoszférájába, ahol felizzott és elpusztult. Útközben rádióadója a Földre sugározta tapasztalatait. Négy értékes műszeresomag vizsgálta száguldása közben a Jupitert. A bolygót a földi és az űrtávcsövek is megfigyelték. A főként kőzetekből és fémekből álló Földdel ellentétben a Jupitert legnagyobbbrészt hidrogén és hélium alkotja. A bolygó olyan óriási, hogy a belsejében ezer földgolyó férne el. Mélyében a légköri nyomás már akkora, hogy az elektronok leszakadnak az atomokról, a hidrogén forró fémmé alakul át. Feltételezések szerint ez a helyzet lehet az oka annak, hogy a Jupiter kétszer annyi energiát ont ki magából, mint amennyit a Naptól kap. A *Galileót* süllyedése legmélyebb pontján végleg elsodró szélrohamokat valószínűleg nem a napfény kelti, hanem a bolygó mélyéről eredő energia. Úgy tűnik, hogy a Jupiter legbelső részében kőzetekből és vasból álló mag található, amelynek tömege többszöröse a Földének. Ezt öleli körül a hidrogén és a hélium mérhetetlen óceánja. A fémeshidrogén-zóna, különösen pedig a sziklás mag elérése még legalább évszázadokon vagy évezredekken keresztül meghaladja az emberiség képességeit.

A Jupiter belsejében olyan óriási a nyomás, hogy ott aligha képzelhető el az élet - még a mi magunktól jelentősen eltérő életformák létezése sem. Néhány tudós, köztük jómagam is, megpróbáltunk elképzelni egy Jupiter-típusú bolygó légkörében is kifejlődésre képes életközösséget, valami olyasmit, mint a halak és a mikrobák a Föld óceánjaiban. Ilyen mostoha környezetben nagyon nehéz elképzelni az élet kialakulását, de ma már tudjuk, hogy a kisbolygók és az üstökösök becsapódásai egyik bolygóról

a másikra továbbítják az anyagot. Így az is lehetséges, hogy az ősföld korai történetében szép számmal előforduló becsapódások valamelyike eljuttathatta a primitív élő szervezeteket bolygónkról a Jupiterre. Ez a feltevés azonban csak pusztá spekuláció.

A Jupiter körülbelül 5 csillagászati egység távolságban kering a Naptól. A csillagászati egység (röviden cse) a Föld és a Nap közepes távolsága, vagyis mintegy 150 millió kilométer. A Jupiter belső hője és a bolygó hatalmas atmoszférájában működő üvegházhatás nélkül a hőmérséklete csak mínusz 160 Celsius-fok lenne. Nagyjából ilyen dermesztő fagy uralkodik a Jupiter holdjai felszínén - márpedig ez aligha elég az élet fenntartásához.

A Jupiter és a Naprendszer legtöbb más bolygója ugyanabban a síkban kering a Nap körül, mintha legalábbis egy hanglemez vagy CD egymástól elkülönülő barázdáiba kényszerítené valami őket. Mi ennek az oka? Miért nem zárnak be a pályasíkok különböző szögeket egymással? Már Isaac Newton, a zseniális angol matematikus és fizikus, aki elsőként jött rá arra, hogy a bolygókat a gravitáció tartja pályáikon, is különösnek tartotta, hogy nincsenek a Naprendszerben nagy hajlásszögű pályákon keringő bolygók. Utóbbi tényből arra következtetett, hogy a Naprendszer történetének kezdetén Isten bizonyára az összes bolygó mozgását azonos síkban indította el.

Pierre Simon Marquis de Laplace francia matematikus, valamint később az ünnepelt német filozófus, Immanuel Kant azonban rájött, hogy történhetett mindez isteni beavatkozás nélkül. A sors fintora, hogy munkájuk éppen a Newton által felfedezett fizikai törvényeken alapult. A Kant-Laplace-hipotézis röviden a következőképp foglalható össze: képzeljünk el egy szabálytalan alakú, lassan forgó gáz- és porfelhőt a csillagok közötti térben. Nem nehéz ezt elképzelni, hiszen a valóságban is nagyon sok ilyen felhő létezik. Ha a felhő sűrűsége elegendően nagy, akkor különböző részeinek egymásra gyakorolt tömegvonzása legyőzi az anyag véletlenszerű belső mozgását, a felhő elkezd összehúzódní. Eközben forgása egyre sebesebbé válik, mint a karjait maga felé húzó, piruettező jégtáncosé. A forgás nem akadályozza a felhő összehúzóódását a forgástengely irányában, az erő merőleges, egyenlítői síkban azonban lassítja azt. A kezdetben szabálytalan alakú felhő lapos koronggá alakul át. Ezért az ennek

a korongnak az anyagából összetömörülő bolygók nagyjából ugyanazon síkban fognak keringeni. A jelenség magyarázatához tehát elegendőnek bizonyultak a fizika törvényei, nem volt szükség természetfeletti közbeavatkozásra.

Meg lehetett tehát jósolni, hogy a bolygók kialakulása előtt léteznie kellett egy ilyen, korong alakú felhőnek. A jóslat azonban csak akkor tekinthető bizonyítottnak, ha más csillagok körül ténylegesen sikerül megfigyelni ilyen korongokat. Amikor felfedezték a Tejútrendszerhez hasonló, de azon kívüli spirálgalaxisokat, akkor Kant úgy gondolta, hogy *ezek* a megjósolt preplanetáris korongok, ezért a bolygók keletkezésének „nebuláris hipotézisét” bizonyítottnak tekintette. (A köd jelentésű nebula szó görög eredetű, onnan honosodott meg például az angolban is.) Később azonban ezekről a spirális alakzatokról kiderült, hogy nagyon távoli, csillagokkal teleszórt galaxisok, nem pedig a csillagok és a bolygók közelünkben fekvő születési helyei. A csillagok körüli porkorongok felfedezése akkoriban túlságosan nehéz feladatnak bizonyult.

Csak több mint egy évszázaddal később, a Föld körül keringő csillagvizsgálóknak köszönhetően sikerült igazolni a nebuláris hipotézist. Ha megfigyeljük a Naphoz hasonló, de fiatal csillagokat, amilyen a Nap úgy 4-5 milliárd évvel ezelőtt lehetett, akkor azt tapasztaljuk, hogy e csillagok több mint a felét lapos, porból és gázból álló korong veszi körül. Sok esetben a csillag közelében nem látunk gázt és port, mintha ott már az anyag bolygókká tömörült volna. A bizonyíték nem perdöntő, de határozottan azt sugallja, hogy a miénkhez hasonló csillagok körül gyakran, ha csak nem mindig, bolygók keringenek. Az ilyen felfedezéseknek köszönhetően a Tejútrendszerben található bolygók száma akár több milliárd is lehet.

De vajon mi a helyzet a bolygók tényleges kimutatásával? Elismerem, hogy a csillagok roppant messze vannak - a legközelebbi is csaknem egymillió csillagászati egységre -, a bolygók pedig a látható tartományban csak a rájuk eső fényt verik vissza. Technikánk azonban rohamléptekkel fejlődik. Vajon nem lennének-e képesek a Jupiter nagyobb, a közeli csillagok körül keringő unokatestvéreit kimutatni, ha nem is a látható fény tartományában, de legalább az infravörösben?

Az elmúlt néhány év során az emberiség történelmének új szakaszába léptünk, hiszen immár képesek vagyunk más csillagok bolygóit is megfigyelni. Az elsőként felfedezett és hitelt érdemlően igazolt bolygórendszert egy meglehetősen furcsa csillag körül sikerült megtalálni: a B 1257+12 ugyanis egy sebesen pörgő neutroncsillag, egy valaha a Napnál is nagyobb tömegű, de később szupernóvaként felrobbant csillag maradványa. A neutroncsillag mágneses tere befogja és olyan mozgásra kényszeríti az elektronokat, hogy azok a világítótornyokhoz hasonlóan rádiósugár-nyalábot küldenek a csillagközi térbe. Ez a sugárnyaláb 0,0062185319388187 másodpercenként - merő véletlenségből - a Föld irányába halad. Ezért nevezzük a B 1257+12-t pulzárnak. Tengelyforgási periódusa meghökkenítő pontossággal állandó. A mérések rendkívüli pontosságának köszönhetően a jelenleg a Penn Állami Egyetemen dolgozó Alex Wolszczen „ugrásokat” volt képes felfedezni a forgási sebességben, ami a periódus utolsó néhány tizedesjegyének megváltozásaként mutatkozott meg. Mi okozza ezeket az ugrásokat? Csillagremegések vagy a neutroncsillag belsejében lejátszódó más folyamatok? Néhány év alatt a periódus pontosan úgy változott, mintha bolygók keringenének a B 1257+12 körül, amelyek enyhén ide-oda lökdösik a csillagot. A mennyiségi egyezés oly pontos volt, hogy ellenállhatatlanul adódott a következtetés: Wolszczen felfedezte az első, Naprendszeren kívüli bolygókat. Ami a legérdekesebb, ezek nem hatalmas, Jupiter méretű bolygók. Kettő közülük valószínűleg csak alig nagyobb tömegű a Földnél, és a Nap-Föld távolságtól (1 cse) alig eltérő meszszebségben keringnek csillaguk körül. Számíthatunk-e vajon élőlények jelenlétére ezeken a bolygókon? Sajnos a neutroncsillag körül az elektromosan töltött elemi részecskék elképesztő tömege rohangál, ami az ott keringő Föld-szerű bolygók felszíni hőmérsékletét jóval a víz forráspontja fölé emeli. Nem valószínű, hogy rövid időn belül fel tudjuk keresni ezt a tőlünk 1300 fényévre fekvő rendszert. Egyelőre még az is rejtély, hogy vajon ezek a bolygók túléltek-e a neutroncsillagot létrehozó szupernóva-robbanást, vagy éppen ellenkezőleg, a robbanás után, annak törmelékéből születtek.

Nem sokkal Wolszczen korszakalkotó felfedezése után számos

további, bolygó méretű égitestet fedeztek fel (elsősorban Geoff Marcy és Paul Butler a San Francisco Állami Egyetemen) más, de ebben az esetben közönséges, a Naphoz hasonló csillagok körül. Az alkalmazott módszer a fent említettől eltérő, sokkal bonyolultabb volt. Ezeket a bolygókat hagyományos, optikai távcsövekkel, közeli csillagok színpéjében mutatkozó periodikus változások nyomon követése útján fedezték fel. A csillag hol távolodik tőlünk, hol pedig közeledik felénk, amint arra színpéjvonalai hullámhosszának megváltozásából a Doppler-effektus alapján következtetni tudunk - hasonlóan ahhoz, amint a kürt hangját magasabbnak vagy mélyebbnek halljuk, attól függően, hogy a kocsí közeledik vagy távolodik. Valamilyen láthatatlan test rángatja tehát a csillagot. Ismét egy láthatatlan világot sikerült tehát felfedeznünk, a megfigyelt periodikus elmozdulások ugyanis pontosan olyanok, mintha a csillag közelében egy bolygó keringene.

Az így felfedezett bolygók a Pegazus, a Szűz, illetve a Nagy Medve csillagképben található 51 Pegasi, 70 Virginis és 47 Ursae Maioris csillagok körül keringenek. Hasonló bolygókat találtak 1996-ban a Rák csillagkép 55 Cancrī elnevezésű csillaga körül. Később a τ (tau) Bootis és υ (üpszilon) Andromedae jelű, valamint több halványabb csillag körül is sikerült bolygókat találni.¹⁴ A felsorolt csillagok közül a 47 Ursae Maioris és a 70 Virginis tavasszal az esti égbolton szabad szemmel is megfigyelhető. Csillagászati viszonylatban meglehetősen közel vannak. Úgy tűnik, hogy legkisebb bolygók valamivel kisebbek a Jupiternél, a nagyobbak pedig néhány Jupiter tömegűek. Legmeglepőbb az, hogy milyen közel keringenek csillagaikhoz, 0,05 cse-re az 51 Pegasitól, illetve valamivel több, mint 2 cse-re a 47 Ursae Maioristól. Ezekben a rendszerekben előfordulhatnak kisebb, Föld-szerű, eddig még fel nem fedezett bolygók is, de a rendszerek általános képe mindenképpen eltér a mi Naprendszerünkétől.

A Naprendszerben a kisebb, Föld-szerű bolygók a Naphoz közelebb, a Jupiterhez hasonló óriásbolygók pedig attól távolabb

¹⁴ A Naprendszeren kívüli bolygók, az ún. exobolygók felfedezésének körülményeire és részletes adataira vonatkozóan Almár Iván *A SETI szépsége* c. könyvére utalunk - a fordító megjegyzése.

keringenek. Úgy tűnik, hogy az említett négy csillag esetében a Jupiter típusú bolygók a rendszer belső részén találhatók. Egyelőre senki sem érti, hogyan fordulhat ez elő. Azt sem tudjuk, hogy ezek valóban Jupiter típusú bolygók-e, kiterjedt, hidrogénből és héliumból álló légkörrel, a mélyebb rétegekben fémes hidrogénnel, a legmélyén pedig Föld-szerű, kőzetekből álló maggal. Tudjuk viszont, hogy a Jupiterhez hasonló bolygók légköre még a csillaghoz ilyen közel sem párolog el. Valószínűtlennek tűnik, hogy ezek a bolygók a rendszerük peremvidékén keletkeztek és valamilyen úton-módon onnan vándoroltak a csillaguk közelébe. Mindamellet előfordulhat, hogy az ősi, nagy tömegű bolygók mozgását az ősköd lefékezte és ettől közelebb sodródtak a csillaghoz. A legtöbb szakember kitart amellett, hogy a Jupiterhez hasonló bolygó nem keletkezhetett ilyen közel a csillaghoz.

Miért nem? Legelfogadottabb elképzeléseink szerint a Jupiter a következőképpen keletkezett: a nebuláris korong külső részén, ahol a hőmérséklet nagyon alacsony, jégből és kőzetekből álló világocskák tömörültek össze, ugyanúgy, ahogy Naprendszerünk külső részén az üstökösmagok és a jeges holdak megszülettek. Ezek a fagyos testecskék kis sebességgel egymásnak koccantak, összetapadtak, majd fokozatosan akkorára híztak, hogy a köd anyagából magukhoz tudták ragadni a hidrogént és a héliumot, a Jupiter-szerű test tehát belülről kifelé haladva épült fel. Ezzel szemben, a csillag közelében a hőmérséklet feltételezhetően olyan magas, hogy a jég nem tud összetömörülni, ezért az egész folyamat dugába dől. Kíváncsi lennék azonban arra, létezhetnek-e olyan nebuláris korongok, ahol még a helyi csillag közelében is csak fagypon alatti a hőmérséklet.

Akárhogy is, Föld tömegű bolygókat találtunk egy pulzár körül, négy Jupiternyi pedig a Naphoz hasonló csillagok körül, a miénkhez hasonló naprendszerek tehát aligha lehetnek tipikusak. Ez kulcsfontosságú, ha ki akarjuk dolgozni a bolygórendszerek keletkezésének általános elméletét. Annak ugyanis meg kell engednie a bolygórendszerek sokféleségét.

Még újabban az asztrometriának nevezett módszer segítségével egy a Naphoz nagyon közeli csillag, a Lalande 21185 körül legalább két, de valószínűleg három Föld-szerű bolygót sikerült találni. Ebben az esetben éveken keresztül nagyon pontosan nyo-

mon követték a csillag elmozdulását, különös tekintettel az esetleg körülötte keringő bolygók hatására fellépő imbolygásra. A Lalande 21185 pályájának apró rendellenességeiből következtetni lehetett a bolygók jelenlétére. Itt tehát legalább kissé ismerős, a miénkre némileg hasonlító bolygórendszert találtunk. Úgy tűnik, hogy a közvetlen kozmikus szomszédságunkban legalább két, de inkább három alapvetően eltérő típusú bolygórendszert sikerült felfedeznünk.

Ami az élet lehetőségét illeti az ilyen Jupiter-szerű óriásokon, az semmivel sem valószínűbb, mint magán a Jupiteren. Az azonban valószínű, hogy ezeknek a Jupiter-szerű világoknak holdjaik vannak, mint ahogy a Jupiter körül is tizenhat kisebb égitest kering. Minthogy ezek a holdak azzal az óriással együtt, amely körül keringenek, közel vannak a csillagukhoz, hőmérsékletük - leginkább a 70 Virginis esetében - kedvező lehet az élet számára. Ezek a tőlünk harmincöt-negyven fényév távolságra lévő világok elég közel vannak ahhoz, hogy elgondolkozzunk arról, hogy egyszer majd odaküldhetünk egy nagyon gyors űrszondát, amelyik utódaink számára adatokat közvetít onnan.

Eközben sok más módszert is kidolgoztak a kutatók. A pulzárok periódusának követésén és a csillagok radiális sebességéből adódó Doppler-eltolódás mérésén túl meg kell említeni a földi és a még inkább a világűrbe helyezett interferométereket, a Föld légkörének nyugtalanságát kompenzálni képes földi távcsöveket, a gravitációs lencsék felhasználását a távoli, nagy tömegű égitestek kutatására, és egyes csillagok fényének csak űrtávcsövekkel észlelhető, csekély elhalványodását, amikor valamelyik kísérőjük éppen elhalad előttük. Mindezen módszerek az elkövetkező néhány évben olyan kiforrottá válnak, hogy figyelemre méltó eredményeket adhatnak. Küszöbön áll, hogy kísérőik után nyomozva végigvizsgáljuk a közeli csillagok ezreit. Valószínűnek tartom, hogy az elkövetkező évtizedekben a hatalmas Tejútrendszer közelünkbe eső szegletében legalább az idegen bolygórendszerek százairól tudunk majd adatokat gyűjteni. Talán akad közöttük néhány aprócska, kékes fényű világ, vízóceánokkal, oxigénlégkörrel és a csodálatos életről árulkodó jelekkel.

2. Mit őriznek meg a konzervatívok?

A postán érkezett világ

*Mi a világ? A daru csőréről lerázott
holdsütötte vízcseppek.*

*Dogen (1200-1253),
„Wake on Impermanence”
Lucien Stryk és Takashi Ikemoto
Japán zen versek: A daru csőre
(New York: Grove Press, 1973)*

A világ postán érkezett, „Törékeny” jelzéssel. A repedt poharat ábrázoló címkét a csomagolópapírra ragasztották. Óvatosan nyitottam ki a csomagot, attól félve, hogy csak törött kristályt vagy üvegcserepeket találok. A küldemény azonban ép maradt. Két kézzel kiemeltém és a napfény felé tartottam. Átlátszó, félig vízzel teli gömb volt, amelyre alig észrevehetően felragasztották a 4210-es számot. A 4210-es számú világ. Sok hasonló világnak kell léteznie. Vigyázva a hozzá tartozó lucite állványra helyeztem, és alaposan szemügyre vettem.

Odabent élőlényeket láttam - ágak hálózátát, melyek közül egyeseket zöld, szálás szerkezetű algák borítottak és hat vagy nyolc kis állatot, legtöbbjük rózsaszínű volt és úgy tűnt, mintha az ágak körül szökdecselnének. Ezenkívül más lények százai is jelen voltak, oly nagy számban, mint a halak a Föld óceánjaiban, ezek a lények azonban mind mikroszkopikus méretűek voltak, túlságosan kicsinyek ahhoz, hogy szabad szemmel megpillanthassam őket. A rózsaszínű állatok nyilvánvalóan az apró tengeri rákok valamilyen megfelelően igénytelen változatai lehettek. Nyüzgésük azonnal magára vonta az ember figyelmét. Néhányuk ráakaszkodott az ágakra és tíz lábon sétált, miközben számtalan egyéb nyúlvány hullámozott mögöttük. Egyikük

minden figyelmét és tekintélyes számú végtagját egy zöld szál elfogyasztásának szentelte. Az ágakat úgy borította be az alga, mint Georgia vagy Észak-Florida fáit a fátyolmoha. Közöttük újabb rákok úsztak, olyan sebesen, mintha legalábbis sürgős randevújuk lenne valahol távolabb. Néha, amikor más környezetbe értek, megváltoztatták a színüket. Az egyikük halovány, szinte áttetsző volt, egy másik narancssárga, a szégyenpír vörös árnyalatával.

Ezek a lények bizonyos mértékig természetesen különböztek tőlünk. Csontvázuk kívül volt, vizet lélegeztek be, szájukhoz zavaróan közel pedig valamiféle végbélnyílás volt található. (Kényesek voltak azonban jó megjelenésükre és tisztaságukra, egy pár speciális ollójuk volt, ecsetszerű sörtékkal. Néha egyikük-másikuk maga is egy jó kefének látszott.)

Más szempontból viszont felettébb hasonlatosak voltak hozzánk, amit nehéz volt nem észrevenni. Volt agyuk, szívük, vérük és szemük. Úszásra használt végtagjaik csapkodása, ahogy előre felé hajtották magukat a vízben, félreismerhetetlenül a céltudatosság benyomását keltette. Amikor megérkeztek úticéljukhoz, egy odaadó ínyenc pontosságával, gyengédségével és buzgóságával láttak hozzá az algaszálakhoz. Ketten közülük, akik a többiekénél vállalkozóbb kedvűek voltak, zsákmányt kerestek világuk óceánjában, magasan az algák fölött úsztak, és egykedvűen vizslatták birodalmukat.

Kis idő elteltével már meg tudtam különböztetni az egyes lényeket. A rákok időnként vedlenek, ledobják régi vázukat, hogy helyet csináljanak az újnak. Később észrevevesszük a levetett vázat, amint áttetsző halotti lepelként, mereven lóg le az egyik ágról, miközben egykori lakója frissen csillogó új páncéljában rohan a dolgára. Amott valamelyiknek hiányzik az egyik lába. Vajon valamilyen öldöklő csata nyomát látjuk, amit esetleg egy párzásra érett, szépséges nőstény kegyeiért vívtak?

Bizonyos szögből rátekintve, a víz felszíne tükörként működik, így a rákocska megpillanthatja saját tükörképét. Vajon képes-e felismerni önmagát? Sokkal valószínűbb, hogy a tükörképet egy idegen ráknak véli. Más szögből nézve a görbült üveg felnagyítja őket, ekkor fogom fel, milyenek is valójában.

Észreveszem például, hogy bajszuk is van. Ketten versenyt úsznak a vízfelszín felé, de képtelenek legyőzni a felületi feszültséget, ezért visszapattannak a felületi hártýáról. Azután kissé megriadva - legalábbis így képzem - lágyan, függőlegesen lesüllyednek az edény fenekéig. Mellékesen keresztbe fonják a karjaikat - legalábbis így látszik - mintha az egész hőstett említésre sem méltó, rutinszerű gyakorlat lett volna. Nagyszerű látvány!

Ha a görbült felületű kristályedényen keresztül tisztán látom a rákot, akkor feltételezhetően ő is lát engem, vagy legalábbis hatalmas, zöld és barna kerületű fekete korongként - a szememet. És tényleg, néha, amikor azt figyelem, milyen hévvel tömi magába az algát, úgy tűnik, mintha egy pillanatra megmerevedne és visszanézne rám. Összeér a tekintetünk. Kíváncsi lennék rá, mit gondol, mit is lát tulajdonképpen.

Miután egy-két napig nagyon lekötött a munkám, egyik reggel fölkeltem, és pillantásom a kristályvilágra esett... Úgy nézett ki, mindannyian tovatűntek. Szemrehányást tettem magamnak. Senki sem kért arra, hogy etessem őket, vitaminokat adjak nekik, cseréljem a vizüket vagy állatorvoshoz vigyem őket. Csupán arra kellett ügyelnem, hogy ne érje őket túlságosan erős fény és ne legyenek túl hosszú ideig sötétben, a víz hőmérséklete pedig mindig 5 és 30 Celsius-fok között legyen. (Feltételezem, hogy ennél melegebb vízben már nem ökoszisztémát, hanem ráklevest kapunk.) Lehet, hogy figyelmetlenségemmel megöltem őket? Nemsokára azonban észreveszem, hogy az egyik ág mögöl egy csáp nyúlik ki, majd hamarosan megállapítom, hogy az egész társaság jó egészségnak örvend. Igaz, csupán rákokról van szó, mégis egy idő után úgy érezzük, aggódunk és szurkolunk értük.

Ha felelősséggel tartozunk egy olyan parányi világért, mint ez, és lelkiismeretesen gondoskodunk a megfelelő hőmérsékletről és megvilágításról, akkor - bármit is gondoltunk kezdetben - végső soron törődni kezdünk azzal, aki *odabent* él. Ha azonban megbetegszenek vagy elpusztulnak, alig tehetünk valamit a megmentésükért. Bizonyos értelemben sokkal erősebbek és hatalmasabbak vagyunk náluk, ők azonban olyan dolgokra is képesek, amire mi nem - például vizet lélegeznek be. Képességeink korlátozottak, fájdalmasan végesek. Felmerülhet a kérdés, nem kegyetlenség-e

ezeket a lényeket a kristálybörtönükben tartani. Megnyugtathatjuk azonban magunkat azzal, hogy ott legalább nem kell tartaniuk a szilás cetektől, az olajfoltoktól és a rákleves fűszereitől.

A kísérteties, levedlett burkok és a nagy ritkán elpusztult rákok teste nem sokáig maradt meg. Részben a többi rák, részben ennek a kis világnak az óceánjában nyüzsgő, láthatatlan mikroorganizmusok sokasága felfalta a maradványokat. Mindez arra figyelmeztet, hogy ezek a lények önmagukban működésképtelenek, *szükségük van* egymásra. Gondoskodnak egymásról, méghozzá úgy, ahogyan én képtelen vagyok gondoskodni róluk. A garnélarákok oxigént vesznek fel a vízből és szén-dioxidot lélegeznek ki. Az algák viszont szén-dioxidot vesznek fel a vízből és oxigént bocsátanak ki magukból. A két szervezet tehát egymás kilélegzett gázaiból él. A szilárd hulladékok ugyancsak körbejárnak a növények, az állatok és a mikroorganizmusok között. Ennek a kicsiny Paradicsomnak a lakói roppant bensőséges kapcsolatban állnak egymással.

A garnélarákok létezése sokkal bizonytalanabb, mint bármely más élőlényé. Az algák sokkal tovább élhetnek a rákok nélkül, mint a rákok az algák nélkül. A rákok algával táplálkoznak, de az algák főként a fényt eszik. Végül - máig sem tudom miért - a rákok kezdtek kipusztulni, egyik a másik után. Elérkezett a nap, amikor már csak egyetlenegy maradt életben. Látszólag mogorván majszolgatta az algák ágacskáit, mígnem ő is társai sorsára jutott. Kissé magam is meglepődtem, de mindegyiküket megsirattam. Feltételezem, talán azért, mert kicsit megbarátkoztam velük. Másrészt viszont bizonyosan azért, mert ijedten fedeztem fel az ő világuk és a miénk közötti párhuzamokat.

Egy akváriummal ellentétben ez a kis világ zárt ökológiai rendszert alkot. Csak a fény jut be a rendszerbe, azonkívül semmi, se élelem, se víz, se tápanyagok. Mindent újra kell hasznosítani. Akárcsak a Földön. A mi nagyobb világunkban mi, növények, állatok és mikroorganizmusok ugyancsak egymásból élünk, egymás salakanyagait lélegezzük be és esszük meg, egymásra vagyunk utalva. A mi világunkban is a fény az élet fenntartója. A Nap fénye, amely keresztülhatol a tiszta levegőn,

a növények magukba szívják és felhasználják az energiáját ahhoz, hogy a szén-dioxidból és a vízből szénhidrátokat és más tápanyagokat állítsanak elő, amelyek viszont az állatok táplálékául szolgálnak.

A mi világunk kísértetiesen hasonlít erre a parányira, mi magunk pedig olyanok vagyunk benne, mint a kis garnélarákok. Van azonban legalább egy nagyon fontos különbség. A rákocskákkal ellentétben mi képesek vagyunk megváltoztatni a környezetünket. Ugyanazt okozhatjuk magunknak, mint amit a kristálygömb gondatlan tulajdonosa okozhat a rákoknak. Ha nem vagyunk elég körültekintőek, akkor bolygónk a légköri üvegházhatás következtében túlmelegedhet, egy atomháború vagy egy olajmező kiterjedt égése következtében kihűlhet és elsötétedhet (vagy elpusztulhat, ha nem törődünk a kisbolygók és üstökösök becsapódásának veszélyével). A savas eső, az ózonréteg elvékonyodása, a kémiai szennyeződések, a radioaktivitás, a trópusi őserdők kiirtása és a környezet ellen intézett számos egyéb támadás révén kicsiny világunkat alig ismert irányokba taszigáljuk. Fejlettnek mondott civilizációnk megváltoztathatja azt az érzékeny biológiai egyensúlyt, amely a földi élet négymilliárd éves története alatt óriási erőfeszítések árán kialakult.

A rákfélék, mint például a garnélarák, sokkal öregebbek, mint az emberek vagy a főemlősök, vagy akár az emlősök. Az algák hárommilliárd éves múlttal büszkélkedhetnek, jóval az első állatok előtt már megjelentek, valamikor nem sokkal a földi élet kialakulása után. Nagyon hosszú időn keresztül a növények, az állatok és a mikrobák mind együttműködtek egymással. A kristályszférában az élőlények rendszere ősi képet mutat, sokkal ősibbet, mint bármely általunk ismert kulturális berendezkedés. Az együttműködésre való hajlamot az evolúció folyamata fájdalmas módon termelte ki. Az együttműködésre képtelen vagy alkalmatlan szervezetek elpusztultak. Az együttműködés beépült a túlélők génjeibe. *Természetükből* adódóan készek az együttműködésre. Ez a túlélés kulcsa.

Mi, emberek azonban új jövevények vagyunk, hiszen csak néhány millió éve jelentünk meg. Mostani technikai civi-

lizációnk csupán néhány száz éves múltra tekinthet vissza. Nincsenek közelmúltbeli tapasztalataink a fajok közötti (sőt a fajon belüli) önkéntes együttműködésről. Szinte kizárólag rövid távon gondolkodunk, alig foglalkoztat a távolabbi jövő. Nincs garancia arra, hogy elég bölcssek leszünk az egész bolygónkra kiterjedő, zárt ökológiai rendszer megértéséhez, vagy hogy ha mégis felfogjuk ennek jelentőségét, akkor ennek megfelelően módosítani tudjuk viselkedésünket.

Bolygónk oszthatatlan. Észak-Amerika lakói a brazil esőerdőkben termelődött oxigént lélegzik be. Az amerikai Közép-Nyugat környezetszennyező ipara miatt savas eső pusztítja Kanada erdősegeit. Az ukrainai nukleáris baleset következtében megnőtt radioaktivitás Lappföld gazdaságát és kultúráját veszélyeztette. A Kínában elégetett szén Argentínát is felmelegíti. Az Új-Foundlandon működő légkondicionálóból kiszabaduló CFC-gázok (klórfluorkarbonok, klórfluorozott szénhidrogének, freongázok) Új-Zélandon fokozzák a bőrrák veszélyét. A fertőző betegségek rohamos tempóban terjednek el bolygónk legtávolabbi zugaiban is, megfélézésükhöz pedig az egész világra kiterjedő összefogásra van szükség. Az atomháború vagy egy kisbolygó becsapódása természetesen mindenki számára azonos veszélyt jelent. Akár tesszik, akár nem, az embert szoros kapcsok fűzik nemcsak embertársaival, hanem a szerte a világon élő növényekhez és állatokhoz egyaránt. Életünk kölcsönösen egymásra utalt.

Ha nem adatott meg az az ösztönös tudás, hogyan kell technológizált világunkat biztonságos és kiegyensúlyozott ökológiai rendszerré alakítani, akkor *ki kell számítanunk*, mit kell tennünk. Folytatni kell a tudományos kutatást, és a technológiai fejlődésben nagyobb szerénységre van szükség. Valószínűleg túlzott remény lenne abban bízunk, hogy valahonnan az égből eljön majd a nagy Ökoszisztéma Ápoló és helyrehozza környezetvédelmi balfogásainkat. Ezt nekünk kell megtennünk.

Ez nem lehet kivitelezhetetlenül nehéz. A madarak - amelyeknek az értelmi képességeit hajlamosak vagyunk lebecsülni - pontosan tudják, hogy nem szabad a saját fészükbe piszkítani. A rákok agya nem nagyobb egy textilfoszlánynál, de ezt ők is tudják. Az algák is tudják és az egysejtű mikroorganizmusok is. Itt az ideje, hogy mi is rádöbbenjünk.

Környezet: hol a megfontoltság?

*Ez az új világ biztonságosabb, úgy hírlík
A régi bajai veszélyt jelentenek.*

*John Donne: A világ anatómiája -
Az első évforduló (1611)*

Alkonyatkor néha előfordul, hogy a repülőgépek kondenzcsíkja rózsaszínűnek látszik. Ha derült az ég, akkor különösen szép a környező kék éggel alkotott kontraszt. A Nap már lenyugodott, a látóhatárt rózsás ragyogás tölti be, elárulva, hol rejtőzik a Nap. A sugárhajtású repülőgép azonban olyan magasan száll, hogy onnan még látszik a majdnem lenyugvó, vöröses színű napkorong. A hajtóművekből kiáramló vízpára azonnal kicsapódik. A nagy magasságban uralkodó fagyos hőmérsékleten a hajtóművek vékony, vonal alakú felhőt képeznek maguk mögött, ezt világítják meg a lenyugvó Nap vöröses sugarai.

Néha a különböző repülőgépek egymást keresztező kondenzcsíkjai egyszerre láthatóak, mintha valaki óriás, ákombákom bűtűket rajzolt volna az égre. Ha odafönt erős szél fúj, a kondenzcsík oldalirányban hamar eltérül, és a repülőgép útját kirajzoló, elegáns, nyílegyenes vonal helyett szabálytalan alakú, elmosódott, egyenesnek aligha nevezhető nyomokat látunk, melyek hamar eltűnnek a szemünk elől. Ha erősen figyeljük, amint a kondenzcsík keletkezik, általában észrevesszük azt az aprócska tárgyat, amely a vonalat létrehozza. Az emberek legtöbbször sem a gép szárnyait, sem a hajtóműveket nem látja, csupán egy mozgó pontot, amelyet keskeny rés választ el a vonal elejétől, mégis érezzük a pont és a csík közti kapcsolatot.

Ahogy sötétedik, észrevesszük, hogy a pont maga is világít. Rendszerint egy fényes, fehér pontot látunk. Néha egy villogó vörös vagy zöld lámpát is észrevehetünk, esetleg mindkettőt.

Olykor vadászó-gyűjtögető őseink helyébe képzelem magamat, vagy nagyszüleim helyébe, amikor még ők is csak gyerekek voltak, amint felnéznek az égre és megpillantják a jövőnek ezeket az elképesztő és bámulatot keltő csodáit. Az emberiség egész története során csak a XX. században jelent meg az ember az

égbolton. Kétségtelen, hogy lakóhelyemen, New York állam északi részén jóval nagyobb a légiforgalom, mint a Föld legtöbb más pontján. Aligha van azonban olyan hely a Földön, ahol az égre pillantva legalább alkalmanként ne vennénk észre a titokzatos üzeneteket odafirkantó gépeinket. Arra az égre rajzolnak, amit oly sokáig az istenségek kizárólagos birodalmának gondoltunk. Műszaki fejlődésünk már olyan szintet ért el, aminek befogadására a szívünk mélyén sem szellemileg, sem érzelmileg nem tudtunk még megfelelően felkészülni.

Kicsit később, amikor felragyognak a csillagok, néha észreveszek közöttük egy fényes, mozgó pontot, amely alkalmanként ragyogóan fényes. Lehet stabil a fénye, de előfordul, hogy kacsingat rám, néha pedig párosával jelennek meg. Ezek már nem húznak maguk után üstökösszerű csóvát. Akadnak olyan pillanatok, amikor az égen ragyogó „csillagok” tíz, vagy akár húsz százaléka is emberkéz alkotta szerkezet, amelyet a felületes szemlélő könnyen összetéveszthet az óriási távolságból felénk ragyogó „igazi” csillagokkal. Sokkal ritkábban, jóval napnyugta után egy-egy olyan, rendszerint halvány fénypontot is észreveszek, amelyik nagyon lassan és finoman mozog. Csak úgy tudok meggyőződni arról, hogy valóban mozog, ha megfigyelem, amint hol az egyik, hol a másik csillag mellett elhalad, a koromfekete égen ugyanis a szem nem tudja mihez viszonyítani a magányos fénypont elmozdulását. Ezek nem repülőgépek, hanem mesterséges holdak. Olyan szerkezeteket is készítettünk, amelyek másfél óránként körülrepülik a Földet. Ha különösen nagyok vagy nagyon jól verik vissza a rájuk eső napsugarakat, akkor szabad szemmel is láthatóak. Messze a sűrű légkör teteje fölött, a közeli világűr feketeségében róják köreiket. Olyan magasan keringenek, hogy még akkor is láthatják a Napot, amikor itt már csaknem koromsötét éjszaka van. A repülőgépekkel ellentétben nincs saját fényük. A bolygókhoz és a Holdhoz hasonlóan csak a róluk visszaverődő napfénynek köszönhetően világítanak.

Az égbolt nem sokkal a fejünk fölött kezdődik. Beleértjük a Föld vékony és ritka légkörét, valamint az azon túli, hatalmas Kozmoszt. Olyan eszközöket is építettünk már, amelyek ezekbe a távoli birodalmakba is eljutnak. Ehhez annyira hozzászoktunk,

hogy gyakran el sem jut a tudatunkig, milyen óriási vívmány ez.

A szinte már hétköznapivá váló ürrepülések jól példázzák, milyen hatalom van a birtokunkban. A nagy hatalom azonban nagy felelősséggel jár.

Technikai színvonalunk olyan szintet ért el, hogy - nemcsak tudatosan, hanem figyelmetlenségből is - immár veszélyt jelentünk magunk számára. A tudomány és a technika milliók életét mentette meg, sok más ember jólétét növelte, bolygónkat lassan szerves egységgé forrasztotta, ugyanakkor azonban oly mértékben megváltoztatta a világot, hogy nagyon sok ember már nem érzi otthon magát benne. Egy sor új veszedelmet hoztunk létre, amelyeket alig látunk, alig értünk. A nem egykönnyen orvosolható problémák komoly kihívást jelentenek a hatalmon lévők számára.

Ha valahol, akkor itt különösen fontos, hogy a széles közvélemény tisztában legyen a tudomány eredményeivel. Sok tudós azt állítja, hogy valós veszélyt jelent, ha továbbra is úgy intézzük ügyeinket, ahogy eddig, technikai civilizációnk pedig nem más, mint jól álcázott csapda. Ha viszont komolyan vennénk az összes ilyen rettenetes fenyegetést, az nagyon sokba kerülne. Az érintett iparágak számottevő haszontól esnének el. Saját szorongásunk fokozódna. Elég okunk van arra, hogy megpróbáljuk elhessegetni az intelmeket. Lehetséges, hogy csak vészmadár az a sok tudós, aki a küszöbön álló katasztrófákra figyelmeztet. Talán perverz módon örömeiket lelik abban, hogy a többi emberben rémületet keltenek. Nincs kizárva, mindez csak arra jó, hogy további kutatási támogatásokat csikarjanak ki kormányaiktól. Végső soron vannak olyan tudósok is, akik azt tartják, hogy aggodalomra semmi ok, az állítások még nincsenek bizonyítva, a környezet majd kijavítja önmagát. Természetesen nagyon szeretnénk hinni nekik. Vagy mégsem? Ha igazuk van, jelentős mértékben csökkennek a terheink. Ne ugorjunk tehát bele mindenbe! Legyünk óvatosak! Lassan a testtel! Várjuk meg, amíg valóban megbizonyosodunk a bajról!

Másképp viszont az is előfordulhat, hogy csak naivan optimisták, akik megnyugtathatnak a környezet állapotát illetően vagy egyszerűen csak nem akarnak ujjat húzni a hatalommal, vagy éppen

azok támogatják őket, akik hasznát húznak a környezet tönkretételéből. Akkor viszont ne késlekedjünk! Javítsuk ki, ami elromlott, még mielőtt kijavíthatatlanná válik!

Ezek után hogyan döntsünk?

Felsorakoztathatók az érvek és az ellenérvek az absztrakciókkal, a láthatatlan bajokkal és az ismeretlen fogalmakkal, kifejezésekkel kapcsolatban. Néha még az olyan szavak, mint a „megtévesztés” vagy „félrevezetés” is elhangzanak a fenyegető veszélyeket leíró képeket illetően. Mennyit ér ebben a helyzetben a tudomány? Hogyan lehet az átlagembert tájékoztatni a valós helyzetről? Nem tudnánk fenntartani egy nem részrehajló, de nyílt semlegességet, miközben hagyjuk, hogy a résztvevők megvívják harcukat, mi pedig addig várunk, amíg a bizonyítékok teljesen egyértelműekké válnak? Végül is, a rendkívüli állítások rendkívüli bizonyítékokat igényelnek. Röviden, miért kell azoknak, akik hozzám hasonlóan azt hirdetik, hogy *bizonyos* rendkívüli állítások esetében nem árt kételkedni és óvatosnak lenni, ugyanakkor azzal érvelniük, hogy más rendkívüli állításokat komolyan kell venni és sürgősen további megfontolás tárgyává kell tenni.

Minden generáció úgy gondolja, hogy a saját problémái egyediék és végzetes fenyegetést jelentenek. És mégis, eddig minden generáció megérte a következőt. Az újszülött él, és köszöni, jól érzi magát.

Akármilyen érdemei voltak is egykor ennek az érvelésnek - amellet, hogy természetesen hasznos ellenpontot jelentett a hisztériával szemben -, napjainkra meggyőző ereje jócskán megfogyatkozott. Néha szokták a Földünket körülvevő „levegőóceánt” emlegetni. Ám légkörünk legszámottevőbb részének vastagsága csupán 0,1 százaléka a Föld átmérőjének. Ez magában foglalja az összes üvegházgázt is. A Föld légkörének vastagsága még akkor sem éri el bolygónk átmérőjének 1 százalékát, ha a sztratoszféra magasan fekvő rétegeit is hozzászámítjuk. Az „óceán” megjelölés nagy tömegre és megzavarhatatlanságra utal. A Föld átmérőjével összehasonlítva azonban légkörünk csak olyan vékony, mint a lakkréteg vastagsága a nagy iskolai földgömbön, annak méretéhez

képest. Ha az élővilágot védő ózonréteget lehoznánk a sztratoszférából a Föld felszínére, vastagsága úgy aránylana a Föld átmérőjéhez, mint egy a négymilliárdhoz. Teljességgel láthatatlan lenne. Sok űrhajós számolt be a napsütötte félgömb látóhatárán feltűnő, finom, vékony, kékes ragyogásról, ami a földi légkör teljes vastagságának felel meg. A látvány hatására általában azonnal, spontán módon átérzik a légkör törékenységet és sérülékenységet. Elmondják, hogy aggódnak érte. Nos van rá okuk.

Napjainkban olyan új körülményekkel találjuk szembe magunkat, amilyenekre még nem volt példa az emberiség történelme során. Amikor az emberi faj története sok százezer évvel ezelőtt útjára indult, legfeljebb egy ember élt a Földön száz négyzetkilométerenként, a technika két legkorszerűbb vívmányát pedig a kőbalta és a tűz jelentette. Akkoriban az ember képtelen volt arra, hogy világviszonylatban számottevő változásokat okozzon a környezetben. Ilyesminek még a gondolata sem merülhetett volna fel. Túlságosan kevesen voltunk és túl gyengének bizonyultunk. Az idő múlásával azonban a technika fejlődött, lélekszámunk exponenciális ütemben gyarapodott. Napjainkban minden négyzetkilométerre átlagosan száz lakos jut, bár többségünk városokba zsúfolódik össze. Félelmetes műszaki fegyvertár áll a rendelkezésünkre, melynek igazi erejét azonban csak részben vagyunk képesek felfogni és irányítani.

Minthogy életünk parányi mennyiségben jelen lévő gázoktól függ, például az ózontól, az ipari fejlődés akár az egész bolygóra kiterjedő mértékű, súlyos környezeti károkat okozhat. A technológia felelőtlen használatára vonatkozó szankciók gyengék, azokat gyakorta félvállról veszik, és csaknem mindig, az egész világon alárendelik az egyes nemzetek vagy vállalatok rövid távú érdekeinek. Ma már képesek vagyunk arra, hogy akár előre megfontolt szándékkal, akár véletlenül, megváltoztassuk globális környezetünket. Ma még csak tudományos viták tárgya, hogy milyen messzire juthatunk a beharangozott bolygóméretű katasztrófák létrehozásában. Az azonban már nem vitás, hogy képesek vagyunk ilyen katasztrófákat okozni.

Lehetséges, hogy a tudomány születményei túlságosan nagy teljesítményűek és túl veszélyesek a számunkra. Talán még nem

nőttünk fel hozzájuk. Bölcs dolog lenne-e egy pólyás csecsemőnek kézi lőfegyvert adni ajándékba? Megtehetjük-e ugyanezt egy óvodás gyermek, egy a serdülőkort még el nem ért fiatal vagy egy tinédzser esetében? Vagy talán fogadjuk el azoknak az érveit, akik a polgári életben senkinek a kezébe se adnának lőfegyvert, mert mindannyian tudunk olyan esetekről, amikor gyerekek megvakítottak valakit, éppen csak mert dühbe gurultak. Sokszor úgy tűnik, hogy ha legalább a fegyver nem lett volna a kezük ügyében, a tragédia elkerülhető lett volna. (Természetesen mások a kézfegyverek tartása mellett szóló érveket sorakoztatnak fel, amelyek bizonyos körülmények között valóban helytállóak. Hasonló a helyzet, mint a tudomány veszélyes eredményei esetében.) Még bonyolultabb lenne a helyzet, ha a fegyver ravaszának meghúzása után az áldozat és a gyilkos is csak évtizedek múlva venné észre, hogy valakit eltalált a lövedék. Ebben az esetben még sokkal nehezebb lenne érzékelni a fegyvertartás veszélyeit. A hasonlat persze kicsit sántít, de valami ilyesmi történik a modern ipari technológiák világméretű környezeti hatásai esetében is.

Számomra úgy tűnik, jó okunk van arra, hogy kérdéseket tegyünk fel, megbeszéljük a problémákat, új intézményeket hozunk létre és új módon kezdünk gondolkodni. Valóban, az előzőkenység olyan erény, amely még azokra az ellenfeleinkre is hatással lehet, akik a legkitartóbb, józan kérlelésre is süketek. Képtelenségnek látszik megpróbálkozni azzal, hogy mindenkit rábírjunk egy új szemléletű gondolkodásmódra. Ugyanakkor előfordulhat, hogy tévedünk, és ellenfeleinknek van igaza. (Tudjuk, hogy ez megtörténhet.) Végül, nagyon ritkán történik meg, hogy egy vita során az egyik fél érvei meggyőzik a másikat. (Thomas Jefferson kijelentette, hogy ilyet sohasem tapasztalt, de ez a vélekedés talán túlságosan sommás. A tudományban például mindig megtörténik.) Mindezek az érvek azonban nem elegendőek ahhoz, hogy félszegen kitérjünk a nyilvános viták elől.

A jobb gyógykezelési módszerek, gyógyszerek, mezőgazdasági technikák, a közlekedés és a távközlés fejlesztése, a háborúk új, pusztító fegyverei, az ipari termelés nem szándékos mellékhatásai és a régóta fennálló világképekkel szembeni, nyugtalanító kihívások révén a tudomány és a technológia drámai módon meg-

változtatta életünket. Sokan közülünk erőszakosan ide-oda csapkodnak, hogy lépést tartsanak a fejlődéssel, és néha még így is csak lassan fogják fel az új vívmányok következményeit. Az ősi emberi hagyományok szerint a fiatalok gyorsabban képesek megragadni a változások lényegét, mint mi, többiek - és ez nemcsak a személyi számítógépek kezelésére vagy a videofelvevők programozására vonatkozik, hanem a világról és magunkról alkotott új nézetek befogadására is. A változások mostanában tapasztalható üteme sokkal gyorsabb az emberi élettartamnál, olyan gyors, hogy eltávolítja egymástól a generációkat. Könyvünknek ez a középső része azoknak a kedvező és kedvezőtlen környezetvédelmi fejleményeknek a megértéséről és befogadásáról szól, amelyeket a tudomány és a technika fejlődésének köszönhetünk.

Elsősorban az ózonréteg elvékonyodásával és a globális felmelegedéssel fogok foglalkozni, mert ezek a legjellegzetesebbek azon problémák közül, amelyekkel szembe kell néznünk. Az emberiség által kifejlesztett technológiának és terjeszkedésünknek sok egyéb aggasztó környezeti következménye is van, például nagyon sok faj teljesen kipusztul, amikor a rák, a szívbaj vagy valamilyen más, halálos kór létfontosságú gyógyszerét ritka vagy veszélyeztetett fajok egyedeiből lehet előállítani, de ilyen káros hatás a savas eső is. A nukleáris, a biológiai és a vegyi fegyvereket, valamint a mérgező vegyi anyagokat (köztük a radioaktív mérgeket) gyakran a legszegényebb és legvédtelenebb emberek lakhelyei közelében tárolják. Egy váratlan, bár más kutatók által vitatott felfedezés szerint Amerikában, Nyugat-Európában és néhány más területen újabban a spermaszám határozott csökkenése figyelhető meg, valószínűleg a női nemi hormonokat utánzó vegyi anyagok és műanyagok elterjedésének hatására. (A csökkenés egyesek szerint olyan meredek, hogy ha továbbra is ugyanilyen ütemben folytatódik, akkor a nyugati világban élő férfiak a XXI. század közepére terméketlenné válnak.)

A Föld rendhagyó világ. Mai ismereteink szerint az egész Naprendszerben ez az egyetlen lakott bolygó. Mi, emberek, egyike vagyunk az élettől nyüzsgő világ sok millió fájának.

Ugyanakkor a legtöbb valaha létezett faj ma már nincs jelen a Földön. A dinoszauruszok 180 millió évi zavartalan életet követően pusztultak ki. Az utolsó szálig. Egyetlen példány sem maradt belőlük. Bolygónkon egyetlen faj fennmaradására sincs garancia. Mi még csak egymillió éve vagyunk itt, de máris mi lettünk az első olyan faj, amelyik rendelkezik az önmaga megsemmisítéséhez szükséges eszközökkel. Ritkák és értékesek vagyunk, mert élünk és mert gondolkodni tudunk. Abban a kiváltságos helyzetben vagyunk, hogy befolyásolni és talán irányítani is tudjuk saját jövőnket. Hiszem, hogy kötelességünk harcolni a földi élet fennmaradásáért, természetesen nemcsak a sajátunkért, hanem mindannyiunkért, emberekért és más fajokért, azokért, akik előttünk érkeztek és akiknek lekötöztettjei vagyunk, és mindazokért, akik - ha elég bölcssek vagyunk - utánunk fognak érkezni. Nincs sürgetőbb ügy, nincs megfelelőbb szándék, mint fajunk jövőjének megóvása. Csaknem minden problémánkat emberek okozták, így csak az emberek tudják megoldani azokat. Ennél egyetlen társadalmi megállapodás, egyetlen politikai rendszer, egyetlen közgazdasági hipotézis és egyetlen hittétel sem lehet fontosabb.

Valahol, legalább a tudata lassan mozduló legmélyén mindenkit hatalmába kerítenek különféle aggodalmak, szorongások. Ezekről szinte sohasem lehet teljesen megszabadulni. Legtöbbjük természetesen a hétköznapi életünk dolgaival függ össze. Túlélésünk szempontjából nyilvánvaló értéket képviselnek ezek az agyunkban halkán duruzsoló figyelmeztetések, korábbi ballépéseink gyomrunkat még ma is görcsbe rándító emlékei, és tudatunk próbálkozásai, milyen válaszokat adhat a fenyegető problémákra. Sokunk számára a szorongás egyetlen tárgya, hogy gyermekeinket táplálékhoz juttathassuk. Az efféle szorongás egyike az evolúció kompromisszumainak, hiszen utódaink szempontjából kétségtelenül hasznos, bár a jelen generáció számára kellemetlen. A megoldást az jelentheti, ha képesek vagyunk kiválasztani azokat a problémákat, amelyek miatt valóban aggódnunk kell. Valahol a mindig vidám, de bárgyú tökfilkó és a valami miatt egyfolytában, betegesen aggodalmaskodó között leledzik az az elmeállapot, amelyet magunkénak

óhajtánánk tudni.

A bulvárlapokat és a világvégét hirdető szekták, híveit nem számítva, az embereknek egyetlen olyan csoportja létezik, akik hivatásszerűen aggódnak olyan új katasztrófák miatt, amilyenekre még nem volt példa az emberiség írott történelme során. Ezek a hivatásos aggodalmaskodók a tudósok. Ők azok, akik megpróbálják megérteni, hogyan működik a világunk, miközben néha észreveszik, hogy akár egészen másképpen is történhetnének a dolgok. Ha itt egy kissé erre lökjük, amott arra taszítjuk, akkor a végkimenetel gyökeresen különböző lesz. Minthogy mi, emberek általában jól alkalmazkodtunk a környezetünkhöz - a meteorológiai értelemben tekintett éghajlattól egészen a politikai klímáig -, bármely környezeti változás zavaró, kellemetlen és költséges. Ezért természetesen elvárjuk a tudósoktól, hogy legyenek meglehetősen biztosak előrejelzéseik helyességében, még mielőtt nekilátnánk, hogy megvédjük magunkat valamilyen képzelt veszélytől. Az állítólagos veszedelmek közül egyik-másik oly súlyos azonban, hogy spontán adódik a felismerés, miszerint akkor is érdemes komolyan venni, ha bekövetkezésének csupán elenyészően csekély a valószínűsége.

A hétköznapi életünk szorongásai is hasonlóképpen működnek. Biztosításokat kötünk, és óva intjük gyermekeinket attól, hogy idegenekkel szóba elegyedjenek. Szorongásaink ellenére bizonyos veszélyekre egyáltalán nem figyelünk fel. „Amitől nagyon féltünk, az sohasem következett be. A bajok mindig szinte a semmiből zúdultak ránk”, mesélte egyszer egy ismerősünk feleségemnek, Annie-nek és nekem.

Minél nagyobb a katasztrófa, annál nehezebb megtalálni a helyes egyensúlyt viselkedésünkben. Vagy örökre el akarjuk felejteni a fenyegető veszélyt, vagy minden erőnket a baj elkerülésére akarjuk fordítani. Nehéz józanul mérlegelni a körülményeinket és legalább átmenetileg félretenni aggodalmainkat. Túlságosan nagynek tűnik a tét. A következő fejezetekben bemutatok néhány aggasztónak látszó emberi tevékenységet azzal kapcsolatban, mennyire törődünk bolygónkkal és hogyan alakítjuk politikánkat. Megpróbálom mindkét fél nézeteit bemutatni, de készséggel elismerem, hogy a tények súlyának mérlegelése alapján kialakítottam a saját álláspontomat. Ahol az emberek okozzák a bajokat,

ott az emberek meg tudják találni a megoldást. Szeretném bebizonyítani, hogy jó néhány problémánk igenis megoldható. Lehet, hogy Önök bizonyos esetekben más problémákat fontosabbnak tartanak, vagy a bemutatott esetben más megoldást választanának. Mindamellet remélem, hogy könyvem e részének olvasása közben késztetést fognak érezni arra, hogy mélyebben elgondolkozzanak a jövőről. Nem akarom szükségtelenül újabakkal gyarapítani meglévő szorongásainkat, hiszen van mindannyiunknak éppen elég, de véleményem szerint van néhány olyan közös problémánk, amelyeket még nem gondolt végig elég ember. A mai cselekedeteink jövőbeli következményeiről való elmélkedésnek büszke hagyományai vannak a főemlősök körében. Ez az egyik titka annak, hogy az emberiség nagyban és egészében oly sikeres történetet tudhat a háta mögött itt a Földön.

Krózus és Kasszandra

Bátorság kell ahhoz, hogy féljünk.

Montaigne

Esszék, III. 6. (1588)

Az Olümposzon lakozó Apollón (Apollo) a Nap istene volt. Sok más feladata is volt emellett, többek között neki kellett próféciákat készítenie. Ez volt Apollón egyik specialitása. Az Olümposz istenei amúgy mindannyian egy kicsit látták a jövőt, Apollón volt azonban az egyetlen, aki eme ajándékot rendszeresen felajánlotta az emberek számára. Jósdákat létesített, a leghíresebbet Delphoiben (Delphi), ahol felszentelte a papnőjét. A papnőt Püthiának hívták, mert egyik reinkarnációja a python óriáskígyó volt. A királyok és a nemesek, de néha az egyszerű emberek is rendszeresen elutaztak Delphoibe, és kérték a papnőt, árulja el a jövőt.

A kérelmezők egyike Krózus (Kroisosz), Lüdia (Lydia) királya volt. Neve a mérhetetlen gazdagság jelzőjeként maradt az utókorra. Talán azért kapcsolódik Krózus neve a gazdagsághoz, mert uralkodása alatt találták fel királyságában a pénzérméket, amelyeket Krózus a Kr. e. VII. században veretett. (Lüdia Anatóliában, a mai Törökország területén helyezkedett el.) A cserépből készült pénz jóval korábbi, sumér találmány volt. Krózus ambíciói azonban messze túlterjedtek kicsiny országa határain. Ezért - Hérodotosz *História* című művének tanúsága szerint - fejébe vette, hogy lerohanja és uralma alá hajtja Perzsiát, Nyugat-Ázsia akkori szuperhatalmát. (II. vagy Nagy) Kürosz a perzsák és a médek egyesítésével létrehozta a hatalmas perzsa birodalmat. Ez magától értetődően alaposan felzaklatta Krózust.

Tudni szerette volna, hogy bölcs dolog-e megindítani a támadást, ezért elküldte követeit a delphi jósdába. Képzeli el, amint Krózus küldöttei megérkeznek Delphoibe fényűző ajándékaikkal, amelyek még egy évszázaddal később, Hérodotosz korában is közszemlére voltak téve Delphoiben. A követ Krózus nevében a következő kérdést tette fel: „Mi történik, ha Krózus háborút indít Perzsia ellen?”

Püthia habozás nélkül így válaszolt: „El fog pusztítani egy hatalmas birodalmat.”

„Az istenek velünk vannak”, gondolta Krózus. „Eljött a támadás ideje!”

Nekigyürkőzött tehát, és számba véve alkirályságait, összegyűjtötte zsoldoshadseregét. Krózus megtámadta Perzsiát - és megszégyenítő vereséget szenvedett. Nemcsak Lúdia államhatalma omlott össze, hanem ő maga is szomorú sorsra jutott. Élete végéig a perzsa királyi udvarban valamilyen szárnalmas tanácsadói posztot kellett betöltenie. A számkivetett exkirály gyakran középszerű hivatalnokoknak adott apróbb tanácsokat. Olyan visszás helyzet volt ez, mintha Hirohito császárnak élete végéig egy jelentéktlenebb washingtoni irodában kellett volna tanácsadóként dolgoznia.

Az igazságtalan helyzet mélyen sértette őt. Végül is ő betartotta a szabályokat. Püthia tanácsát kérte, a jósnőt busásan megfizette, ám az félrevezette. Ezért újabb követet küldött a jósdába (immár szerényebb lehetőségeire való tekintettel sokkal csekélyebb ajándékkal), és feltette a kérdést: „Hogy tehetted ezt velem?”. Íme a válasz, Hérodotosz *Históriája* szerint:

Apollón jóslata úgy szólt, hogy ha Krózus háborút indít Perzsia ellen, akkor el fog pusztulni egy hatalmas birodalom. Ha elég megfontolt lett volna, akkor a válasz ismeretében újabb kérdést tett volna fel, nevezetesen azt, hogy a jóslatban az ő saját birodalmáról vagy Küroszéről van-e szó. Krózus azonban nem értette a választ, de nem is tett fel újabb kérdést. Ezért senki más nem okolhat a kudarcért, csakis saját magát.

Ha a delphoi jósda csak azt a célt szolgálta volna, hogy megkoppasszák a rászedhető uralkodókat, akkor természetesen valamilyen kifogásra lett volna szükség, hogy megmagyarázzák az elkerülhetetlen melléfogásokat. A leplezett kétértelműség azonban a jósda munkájának szükséges kelléke volt. Mindamellet Püthia története tanulságos. Még a jövődölések esetében sem elég egyszerűen csak kérdezni, hanem értelmes kérdéseket kell feltenni, akkor is, még akkor is, ha a jósok pontosan azt mondják, amit hallani szeretnénk. A politikusoknak sem szabad a válaszokat

vakon elfogadni, hanem meg kell érteniük azokat. Nem szabad megengedniük, hogy saját egyéni érdekeik a problémák megértésének útjába álljanak. A jövődöléseket roppant elővigyázatossággal szabad csak napi politikává transzformálni.

Ez a tanács teljes mértékben elfogadható a modern jósdák, a tudósok, az agytrösztök, az egyetemek, az ipari kutatóintézetek és a Nemzeti Tudományos Akadémia tanácsadó testületei számára. A politikusok - néha vonakodva ugyan - elküldik kérdéseiket a jósdának, ahonnan megkapják a választ. Napjainkban a jósdák gyakorta kérdés és kérés nélkül is elküldik válaszaikat. A válasz rendszerint sokkal bonyolultabb kifejezéseket tartalmaz, mint a kérdés, hiszen szó lehet benne mondjuk a metil-bromidról, a cirkumpoláris örvényekről, klórfluorozott szénhidrogénekről vagy a nyugat-antarktiszi jégmezőről. A jóslatokat gyakran matematikai valószínűségek formájában fejezik ki. A becsületes politikus számára szinte lehetetlen a válaszban ráakadni egy egyszerű igenre vagy nemre. Ennek ellenére, a politikusoknak el kell dönteniük, tegyenek-e valamit, és ha igen, akkor mit. Az első lépés a probléma megértése. Ehhez a modern jósdáknak és jóslataik természetéből adódóan a politikusoknak - sokkal inkább, mint korábban bármikor - érteniük kell a tudományhoz és a technikához. (Ezen igény ellenére a republikánus többségű Kongresszus ostoba módon megszüntette saját Műszaki Fejlesztési Hivatalát. Ráadásul az Egyesült Államok Kongresszusának tagjai között szinte egyáltalán nincsenek tudósok. Hasonló a helyzet a világ más országaiban is.)

Fennmaradt egy másik történet is Apollón jósdájával kapcsolatban, amelyik legalább olyan híres és legalább annyira idevágó, mint az előző. Ez Kasszandra (Cassandra) trójai hercegnő története. (Az eset nem sokkal azelőtt történt, hogy a mükénéi görögök lerohanták Tróját és ezzel kezdetét vette a trójai háború.) Kasszandra volt Priamosz király leányai közül a legeszebb és a leggyönyörűbb. Apollón, aki (szinte az összes többi görög istenhez és istennőhöz hasonlóan) folyamatosan prédára vadászott a vonzó emberek körében, beleszeretett a szépséges királylányba. Az azonban, bár ez szinte sohasem fordul elő a görög mitológiában, ellenszegült az isten közeledésének. Ezért Apollón megpróbálta megvesztegetni a lányt. De vajon mit adhatott volna Kasszandrának? A lány már

hercegnő volt, gazdag, szép és boldog. Mégis volt egyvalami, amit Apollón felkínálhatott neki. Odaigérte neki a jövőbe látás képességét. Az ajánlat ellenállhatatlan volt. A lány beleegyezett. Valamit valamiért. Apollón látnoki képességekkel áldotta meg a lányt. Ezután azonban Kasszandra - botrányos módon - visszatáncolt. Visszautasította egy isten ajánlatát.

Apollón felbőszült. Ő azonban már nem tudta visszavenni ajándékát, a jövőbe látás képességét, hiszen ő isten volt. (Bármit is gondoljanak erről Önök, az istenek megtartják a szavukat.) Ehelyett azzal a kegyetlen, de leleményes átokkal sújtotta Kasszandrát, hogy attól fogva senki se higgyen a jóvendöléseinek. (A történetet nagyrészt Aiszhülosz *Agamemnón* című drámája alapján idéztem fel.) Kasszandra megjövendölte saját népének Trója elestét. Ám azok ügyet sem vetettek rá. Megjósolta a hódító görög vezér, Agamemnón halálát. Ügyet sem vetettek rá. Még saját korai halálát is előre látta, de arra sem figyelt oda senki. Nem akarták hallani. Kigúnyolták, nevetség tárgyává tették. A görögök és a trójaiak egyaránt „a sok szomorúság asszonyának” nevezték. Napjainkban talán felmondának neki, mint a „balsors és a mélabú profétájának”.

Egy megejtő pillanatban ő maga sem érti, hogy lehet, hogy a fenyegető katasztrófákról szóló jóvendöléseit figyelmen kívül hagyják, holott, ha hinnének neki, elkerülhető lenne a baj. Kasszandra így szól a görögökhöz: „Hogy lehet az, hogy nem értetek engem? Pedig túlságosan is jól ismerem a nyelveteket.” Nem Kasszandra görög kiejtésével volt azonban a probléma. A válasz (általam kissé kibővítve) így hangzott: „Látod, ez a helyzet. Néha még a delphoi jósda is téved. Néha kétértelműek a jóvendöléseik. Nem lehetünk biztosak a dolgunkban. Márpedig ha még Delphoiben sem bízhatunk, akkor természetesen a te jóslataidnak sem adhatunk bizonyossággal hitelt.” Ez lehetett a Kasszandrának adott válasz lényege.

Hasonló helyzetbe került a trójaiakkal is: „megjósoltam honfitársaimnak az összes szerencsétlenséget”, mondja. Azok azonban nem bíztak a jósnő látnoki képességében, ezért

hamarosan elpusztultak, akárcsak maga Kasszandra.

Az iszonyatos jövődölésekkel szembeni ellenállás, amit már Kasszandra is tapasztalt, ma is felismerhető. Ha baljós előrejelzéssel kell szembenéznünk, amelyben nem egykönnyen befolyásolható erők is szerephez jutnak, akkor természetes törekvésünk, hogy elveszük vagy figyelmen kívül hagyjuk az előrejelzést. A veszély mérsékléséhez vagy elkerüléséhez időre, energiára, pénzre és bátorságra van szükség. Lehet, hogy emiatt meg kell változtatnunk értékrendünket. Ráadásul nem minden előrejelzett katasztrófa következik be, még abban az esetben sem, ha tudósok készítették az előrejelzéseket. A tengerekbe jutó növényvédő szerek következtében nem pusztult ki az egész tengeri élővilág. Etiópia és a Szahel-övezet katasztrófája ellenére nem az egész világra kiterjedő éhínség jellemezte az 1980-as éveket. Dél-Ázsia élelmiszer-termelését 1991-ben nem vetette vissza jelentősen a kuvaiti olajkutak égésének füstje. A szuperszonikus légi közlekedés nem fenyegeti az ózonréteget - jöllehet mindezen előrejelzések komoly tudósok szájából hangzottak el. Amikor újabb, kellemtelen előrejelzéssel kerülünk szembe, hajlamosak vagyunk efféle kijelentéseket tenni: „valószínűtlen.” „Balsors és mélabú.” „Sohasem tapasztaltunk semmi olyat, ami akár csak távolról is emlékeztetne erre.” „Csak meg akarnak rémíteni mindenkit.” „Rombolja a közerkölcsöket.”

Sőt mi több, ha a fenyegető katasztrófa bekövetkeztét meggyorsító tényezők régóta fennállnak, akkor maga az előrejelzés felér egy közvetett vagy kimondatlan szemrehányással. Miért engedjük mi, egyszerű állampolgárok, hogy ez a vészhelyzet kialakuljon? Nem szerezhettünk volna róla tudomást hamarabb? Nem vagyunk-e mi magunk is felelősek a helyzetért, amiért nem tettünk megfelelő lépéseket, hogy a kormány vezető tisztségviselői intézkedjenek a veszély megelőzése érdekében? És mivel az efféle elmélkedés felettébb kellemtelen - hiszen saját magunk figyelmetlensége és tétlensége sodorja veszélybe magunkat és szeretteinket -, ezért bizonyos fokig érthető módon olyan hibás magatartás alakulhat ki, hogy hajlamosak vagyunk lesöpörni az asztalról az egész kérdéskört. Sokkal meggyőzőbb bizonyítékokra

lenne szükség, hajtogatjuk, ahhoz, hogy komolyan vegyük. Csábító a lehetőség, hogy kisebbítsük a veszély érzését, elhessegezzük a gondolatot, majd teljesen megfedkezünk róla. Ezt a pszichiáterek által jól ismert magatartást az igazság visszautasításának nevezzük, de mondhatnánk azt is, hogy felülkerekedik „a tagadás ősi szelleme”.

Krózus és Kasszandra történetei a súlyos veszély árnyékát előrevetítő jóslatokra adott politikai válaszok két szélsőségét példázzák. Maga Krózus képviseli az egyik végletet, aki naivan, kritikátlanul, elfogadja a jóslatot (rendszerint azzal a határozott ígérettel, hogy minden a legnagyobb rendben van). Ezt a magatartást kapzsiság vagy valamilyen egyéb jellemhiba motiválhatja. A másik végletet a kasszandrai jóslatokra adott görög és trójai válaszok jelentik, ők ugyanis közönyösen és hajthatatlanul elutasították a veszély lehetőségét. A politikus feladata az, hogy e két szélsőség zátonyai között megtalálja a megfontolt haladást lehetővé tevő, biztonságos középutat.

Tételezzük fel, hogy tudósok egy csoportjának véleménye szerint jelentős környezeti katasztrófa fenyeget. Tegyük fel továbbá, hogy a katasztrófa megelőzése vagy hatásának enyhítése anyagi és szellemi ráfordításokat tekintve egyaránt sokba kerül, ugyanakkor gondolkodásmódunk számára is kihívást jelent, vagyis politikailag is nagy árat kell érte fizetni. Melyik lehet az a pont, amikor a politikusok már komolyan fogják venni a tudományos előrejelzéseket? A modern jóslatok esetében léteznek megfelelő módszerek azok helyességének ellenőrzésére. Ez annak köszönhető, hogy a természettudományok eszköztárában megtalálhatók a hibajavító eljárások, nevezetesen olyan szabályok, amelyek már több alkalommal is beváltak. Az e szabályokat betartó gondolkodásmódot természettudományos módszernek nevezzük. Ezzel kapcsolatban számos különböző felfogás létezik, melyek közül néhányat *Korok és démonok (The Demon-Haunted World)* című könyvemben vázlatosan bemutatam. A tekintélyelvű érvelés („nem jó, mert én nem ezt mondtam”) nem sokat nyom a latban. A mennyiségi előrejelzés útján rendkívül hatásosan lehet kiválasztani a hasznos ötleteket a képtelenségek közül. A részle-

tes elemzéssel kapott eredményeinknek mindig összhangban kell lenni azokkal az ismeretekkel, amelyeket egyébként már megszerztünk a Világegyetemről. Az élénk vita mindig jó jel. Ha egymással versengő kutatócsoportok egymástól függetlenül, hasonló következtetésekre jutnak, akkor azt feltétlenül komolyan kell venni. És így tovább, hosszan sorolhatnánk a természettudományos módszer főbb ismérveit. Ugyanakkor a politikusok rendelkezésére állnak a különféle döntési módszerek, melyek segítségével megtalálhatják az elhamarkodott cselekvés és a teljes passzivitás közötti arany középutat. Ehhez azonban nem kevés érzelmi fegyelmezettségre van szükség, és mindenekelőtt tudatos és természettudományosan képzett polgárookra, akik képesek önmaguk is megítélni, mennyire súlyos valamely veszély.

Lyuk az égen

...ez a gyönyörű alkotmány, a föld, nekem csak egy kopárhegyfok; ez a dicső mennyezet, a lég, ez a felettem függő kiterjedt erősség, ez arany tűzekkel kirakott felséges boltozat, no, lássátok, mindez előttem nem egyéb, mint indok és dögletes párák összeverődése.

William Shakespeare

Hamlet II. felv. II. szín, 308.

(1600-1601)

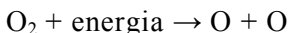
(Arany János fordítása)

Gyerekkoromban mindig villanyvonatra vágytam. A szüleim azonban csak tízéves koromban engedhették meg maguknak, hogy megleljenek vele. Akkor is csak egy használt vonatra futotta, de az legalább jó állapotban volt. Nem hasonlított a mai, legkisebb nyomtávú, ujjnyi hosszú kocsikat vontató miniatűr modellekre. Maga a mozdony lehetett vagy két és fél kiló. A készlethez egy szeneskocsi, egy személykocsi és egy zárfékező kocsi is tartozott. Az egymásba illeszthető fémsínek háromfélék voltak egyenesek, ívesek, valamint volt egy gyönyörűen kidolgozott kereszteződés is, amelynek köszönhetően nyolcas alakú pályát is lehetett építeni. Később a spórolt pénzemen vettem egy zöld, műanyag alagutat. Élvezettel figyeltem, amint a diadalmasan pöfögő kis mozdony fényszórói szétszlatják a sötétséget.

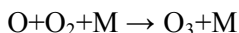
A villanyvonattal töltött boldog órák emlékéhez jellegzetes, enyhén édeskés, egyáltalán nem kellemetlen illat emléke kapcsolódik. A különös szag a transzformátorból jött, ami nagybacska fekete doboz volt, a belőle kiálló piros csúszkával tudtam szabályozni a vonat sebességét. Ha valaki megkérdezte volna, mire jó a doboz, valószínűleg azt válaszoltam volna, hogy az alakítja át a lakásunk falából jövő elektromos áramot olyan árammá, amilyenre a mozdonynak szüksége van. Csak sokkal később tudtam meg, hogy a különös illat egy bizonyos anyag szaga volt, amelyik akkor *keletkezett, amikor az áram levegőn haladt keresztül*. Ez az anyag az ózon.

A bennünket körülvevő levegő, amit belélegzünk, mintegy húsz százalék oxigént tartalmaz, ám nem az O betűvel jelölt atomokat, hanem az O₂ jelű molekulákat, ahol a 2-es index azt jelenti, hogy két atom kémiai úton egyetlen molekulává kapcsolódik össze. Ez a molekuláris oxigén éltet bennünket. Belélegezzük, egyesítjük a táplálékainkat alkotó molekulákkal, a folyamat energiáját pedig hasznosítjuk. Az ózon az oxigén sokkal ritkább változata, ahol az atomok másként kapcsolódnak egymáshoz. A vegyület jele O₃, ami arra utal, hogy a kémiai erők itt három oxigénatomot kapcsolnak össze egyetlen molekulává.

Transzformátoromnak volt egy kis hibája. Halk sercegés kíséretében aprócska szikrák ugráltak a belsejében egyik helyről a másikra. A szikrák energiája felszakította az oxigén-molekulákat összetartó kémiai kötést, valahogy így:



(A nyíl az átalakulás *irányát* jelzi.) A magányos oxigénatomok (O) azonban boldogtalanok, kémiai szempontból erősen reakcióképesek, arra vágnak, hogy egyesülhessenek egy közelben lévő molekulával, amit meg is tesznek:



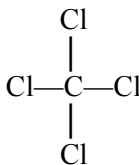
Itt az M bármilyen más molekulát jelenthet, amely önmaga ugyan nem vesz részt a reakcióban, de elősegíti azt. Az M molekulát katalizátornak nevezzük. Számos megfelelő M molekula található a környezetünkben, mindenekelőtt a molekuláris nitrogén.

Nos ilyesféleképpen keletkezett az ózon a transzformátoromban is. Hasonló reakció játszódik le a gépkocsik motorjában és az ipari égési folyamatok során, miközben idelent, a Föld felszíne közelében erős reakcióképességű ózon keletkezik, ami hozzájárul a szmoghoz és az ipari eredetű légszennyeződéshez. Ennek tudatában már nem is érzem olyan édesnek az ózon illatát. A legnagyobb veszélyt azonban nem az jelenti, hogy túlságosan sok van belőle idelent, hanem az, hogy túl

kevés van belőle odafent.

Mindent felelősségteljesen, gondosan, a környezetre tekintettel csináltunk. Az 1920-as évekre széles körben elismertté vált, hogy a hűtőszekrény hasznos találmány. A kényelmi és a közegészségügyi szempontok egyaránt mellette szóltak, a gyümölcs-, zöldség- és tejtermelők nagy távolságra is el tudták szállítani portékáikat, az élelmiszerek mégis ízletesek maradtak, ezért mindenki szeretett volna hűtőszekrényhez jutni. (Nem kellett többé a jégtömbökkel bajlódni, mi rossz lehetne ebben?) A szerkezetek hűtőközege, amelynek felmelegítése és lehűtése a hűtőhatást biztosította vagy ammónia, vagy kén-dioxid volt. A két gáz mindegyike, amellet hogy mérgező, még undorítóan rossz szagú is. Rémesen kellemetlen volt, amikor a hűtőközeg szivárogni kezdett. Égető szükség volt valamilyen helyettesítő anyagra, amely a megfelelő körülmények közt folyékony halmazállapotú volt, keringeni tudott a hűtőszekrény belsejében futó csőígyóban, de akkor sem okozott nagyobb bajt, ha a hűtőrendszer kilyukadt vagy ha az egész kiszolgált készülék az ócskavastelepre került. Mindamellet jó lett volna olyan anyagot találni, amelyik nem mérgező, nem gyúlékony, nem okoz korróziót, nem izgatja a kötőhártyát, nem csalogatja a rovarokat, de még a macskát sem zavarja. Sajnálatos módon úgy tűnt, hogy a természetben se égen se földön nem található a kívánalmaknak megfelelő anyag.

Az Egyesült Államok és a náci Németország vegyészei azonban felfedeztek egy olyan molekulacsaládot, amely addig sohasem létezett a Földön. Ezek az úgynevezett klórfluorkarbonok (CFC-gázok, kloro-fluoro-karbonok, klórfluorozott szénhidrogének, halogénezett szénhidrogének, freongázok), amelyek egy vagy több szénatomból, valamint a hozzájuk kapcsolódó klór- és/vagy fluoratomokból állnak. Az egyikük szerkezeti képlete például ilyen:



(ahol C a szénatomot, Cl a klórt, F pedig a fluort jelöli). Az új vegyületek hihetetlenül sikeresnek bizonyultak, messze felülmúlták kifejlesztőik legmerészebb várakozásait is. Nemcsak a hűtőszekrények, hanem a légkondicionáló berendezések hűtőközegeként is széles körben elterjedtek. Emellett széles körben alkalmazták őket az aeroszolos szórópalackokban hajtógázként, szigetelőhabok készítéséhez, ipari oldószerként és tisztítószerként (különösen a mikroelektronikai iparban). A leghíresebb ilyen anyag, a freon a DuPont védjegyzett terméke. Évtizedeken keresztül használták, anélkül, hogy a legcsekélyebb káros hatása mutatkozott volna. Mindenki úgy vélte, hogy a lehető legbiztonságosabb anyagok közé tartoznak. Magától értetődően ennek következtében hamarosan a vegyipar jelentős része függött a CFC-gázoktól.

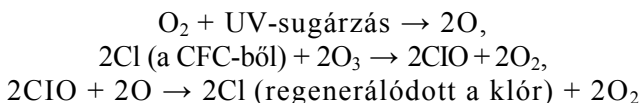
Az 1970-es évek elejére a szóban forgó anyagok termelése elérte az évi egymillió tonnát. Tételezzük fel, hogy mondjuk az 1970-es évek elején Ön a fürdőszobájában a tükör előtt állva dezodort porlaszt a testére. A palackból kiáramló CFC-hajtógáz magával sodorja az illatszer parányi cseppecskéit. A CFC-molekulák nem tapadnak a testére, hanem visszapattannak, akár csak a falakról, és ott kavarognak a tükör előtt a levegőben. Végül egy részük az ablak melletti vagy az ajtó alatti résen keresztül kiszivárog. Néhány nap vagy hét múlva a kifűjt gázmennyiség már teljes egészében kint van a szabad ég alatt. A CFC-gázok molekulái nekiütöznek a levegőmolekuláknak, a házaknak, a távírópóznáknak, majd a konvekciós áramlatoknak és az általános légkörzésnek köszönhetően a szelek szárnyán szétterjednek bolygónk egész légkörében. Nagyon kevés kivételtől eltekintve ezek a molekulák nem esnek szét és nem lépnek kémiai reakcióba más újukba kerülő molekulákkal. Gyakorlatilag teljesen semlegesek. Néhány év múltán a felső légkörben találják magukat.

Természetes körülmények között az ózon ott fenn a magasban, mintegy huszonöt kilométerrel a Föld felszíne fölött keletkezik. A Nap ibolyántúli (UV) sugárzása - ami a tökéletesen szigetelt transzformátorokban átütő szikráknak felel meg - O atomokká szakítja szét az O₂ molekulákat. A magányossá váló atomok a kétatomos oxigénmolekulákkal egyesülve ózont képeznek, akár csak a transzformátorokban.

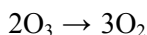
Ebben a magasságban a CFC-molekula akár száz évig is épség-

ben eléldégélhet, mire a Nap ibolyántúli sugárzása megszabadítja klóratomjaitól. A klór az ózonmolekulák szétroncsolásakor katalizátormént működik, tehát önmaga épségben kerül ki a folyamatból. Több évbe telik, mire a klór leszivárog a légkör alsó részébe, ahonnan azután az eső kimossa. Ezen idő alatt egyetlen klóratom 100 000 ózonmolekula tönkretételéből veszi ki a részét.

A kémiai reakció a következőképpen játszódik le:



A folyamat végeredményben tehát az alábbi változást jelenti:



Két ózonmolekula szétesett, miközben három közönséges oxigénmolekula keletkezett, a klór pedig érintetlenül éli világát, készen a további gaztettekre.

Na és? Ki törődik vele? Néhány láthatatlan molekulát, valahol magasan, fenn az égből elpusztít néhány, ugyancsak láthatatlan, de itt lenn a Földön készített molekula. Miért kellene emiatt aggódnunk?

Azért, mert az ózonréteg véd meg bennünket a Nap ibolyántúli sugárzásától. Ha a felső légkör teljes ózonmenyiségét lehoznánk a Föld felszíne közelébe, akkor az itteni nyomáson és hőmérsékleten az mindössze három milliméter vastag réteget alkotna. Ez alig több mint a kisujjunkon a körmünkre ránövő bőr hossza, ha nem túl gondosan manikűröztünk. Ez nem valami sok ózont jelent. Mégis ez az összes ózon, ami megvéd minket a Nap tüzes és perzselő, hosszú hullámhosszú ibolyántúli sugaraitól.

Az ibolyántúli sugarak legtöbbet emlegetett veszélyes következménye a bőrrák. A világos bőrű emberek különösen sérülékenyek, a sötét bőrűeket viszont a természet bőkezűen ellátta a fénytől védő, melanin nevű festékanyaggal. (A napfény hatására történő leégés a szervezet alkalmazkodása, mert a

megnövekedett UV sugárzás hatására több melanin termelődik.) Olybá tűnik, mintha valamilyen távoli, kozmikus bíróság igazságot szolgáltatna ebben az ügyben, hiszen a bőrrák elsősorban a CFC-gázokat felfedező fehér bőrű embereket sújtja, míg a sötét bőrűek, akiknek semmi közük e nagyszerű találmány megszületéséhez, a természet védelmét élvezik. Napjainkban tízszer annyi rosszindulatú bőrrákot regisztrálnak, mint az 1950-es években. Bár ennek egy része valószínűleg a pontosabb nyilvántartásnak tudható be, egyértelműnek tűnik az ózon fogyása miatti erősebb UV sugárzás hatása. Ha a helyzet sokkal rosszabbra fordul, akkor a fehér bőrű embereknek bármiféle szabadtéri tevékenységükhöz speciális védőruhát kellene viselniük, legalábbis a nagy tengerszint fölötti magasságokban és a magas földrajzi szélességeken.

Bár a megerősödő ibolyántúli sugárzás közvetlen következményeként kialakuló bőrrák milliók számára jelent halálos veszélyt, mégsem ez a legrosszabb. Még csak nem is a szürkehályog gyakoribb előfordulása. Sokkal súlyosabb az a tény, hogy az ibolyántúli sugárzás az immunrendszert - a szervezet betegségek elleni védelmi apparátusát - is károsítja, természetesen ismét csak azok esetében, akik kellő védelem nélkül mennek ki a napsütésre. Bár ez is komoly gondnak tűnik, az igazi veszély másban rejlik.

Ha az élőlényeket szerte a Földön felépítő szerves molekulákat ibolyántúli sugárzásnak tesszük ki, akkor a molekulák szétesnek vagy az élő szervezet számára káros kémiai kötések jöhetnek létre. Az óceánokat legnagyobb tömegben benépesítő élőlény az úgynevezett fitoplankton, a vízfelszín közelében lebegő, parányi, egysejtű növények. Ezek nem képesek elrejtőzni a Nap UV sugárzása elől, hiszen lételemük a napfény. Egyik napról a másikra tengetik életüket, de fény nélkül elpusztulnak. Kísérletek tanúsága szerint már a mérsékelt erősségű ibolyántúli sugárzás is súlyosan károsítja ezeket az Antarktisz körüli tengerekben, de másutt is nagy tömegben előforduló egysejtű növényeket. A sugárzás további növekedése még inkább nyomorúságos helyzetbe hozza őket, ami végül tömeges kipusztulásukhoz vezet.

Az antarktiszi vizekben végzett első mérések tanúsága szerint az óceán felszíne közelében megdöbbentően erőteljes csökkenés-

nek indult ezen mikroszkopikus növények mennyisége - a fogyás akár huszonöt százalékot is kitehet. A fitoplankton egyedeit méretüknél fogva nem borítja olyan szívós, ellenálló, az UV sugárzást elnyelő bőr, mint az állatokat és a magasabb rendű növényeket. (A fitoplankton tömeges kipusztulása láncreakciószerű következményekkel jár az óceáni táplálékláncra nézve. Emellett csökken a fitoplankton által a légkörből kivont szén-dioxid mennyisége, ami viszont fokozza a globális felmelegedést. Ez egyike azon sokféle kapcsolatnak, ahogyan az ózonréteg elvékonyodása és a Föld felmelegedése összefügg egymással, jöllehet alapján véve nagyon különböző kérdésekről van szó. Az ózon fogyása az ibolyántúli sugárzás tartományában lejátszódó jelenségekkel függ össze, a felmelegedést viszont a látható fény és az infravörös sugárzás okozza.)

Az óceánokat érő megnövekedett mennyiségű ibolyántúli sugárzás azonban nem csupán a parányi növények világában érzeti káros hatását, hiszen ezek táplálékul szolgálnak az egysejtű állatok (a zooplankton) számára, amelyekkel viszont az apró tengeri rákok táplálkoznak (amilyenek a 4210. számú, üveggömbbe zárt világomban is éltek). A kis rákokat, a krillt a kisebb halak, azokat viszont a nagyobb halak fogyasztják, míg utóbbiak a delfinek, a bálnák és az ember táplálékai. A tápláléklánc legalján elhelyezkedő egysejtű növények kipusztulása esetén az egész lánc összeomlik. A szárazföldön és a vizekben egyaránt nagyon sok, hasonló tápláléklánc létezik, melyek mindegyike érzékenynek tűnik az UV sugárzás növekedésére. Így például a rizs gyökerén megtelepedő, a levegő nitrogénjét megkötő baktériumok ugyancsak UV-érzékenyek. Az ibolyántúli sugárzás növekedése tehát veszélyezteti a rizstermeszt, ezen keresztül pedig az egész emberiség étel- és táplálék-ellátását. A mérsékelt égövi növények laboratóriumi vizsgálata azt mutatja, hogy közülük is nagyon sok érzékeny a közeli ibolyántúli sugárzásnak az ózonréteg elvékonyodása következtében fellépő erősödésére.

Ha nem akadályozzuk meg az ózonréteg fogyását és ezáltal előidézzük a Föld felszínén az ibolyántúli sugárzás erősödését, akkor részleteiben ismeretlen, de aggasztóan súlyos megpróbáltatásoknak tesszük ki bolygónk élővilágának

egész rendszerét. Nem tudjuk pontosan, milyen bonyolult kapcsolatok működnek, milyen összefüggések állnak fenn az egyes élőlények között, és milyen következményei lehetnek annak, ha leseprünk az élővilág színpadáról egy különösen sérülékeny mikrobafajt, amelynek lététől a nagyobb élőlények élete is függ. Vadul rángatjuk az élővilág egész bolygónkra kiterjedő hálóját, de nem tudjuk, hogy ennek következtében csak egyetlen szál marad a kezünkben, vagy az egész háló a szemünk láttára elemi száaira szakad szét.

Senki sem tételezi fel, hogy küszöbön áll a teljes ózonréteg maradéktalan eltűnése. Hacsak hihetetlen makacssággal egyáltalán nem leszünk hajlandóak tudomásul venni a minket fenyegető veszélyt, akkor nem kell arra számítanunk, hogy a Föld felszíne éppoly kietlen pusztasággá válik, mint amilyené a megszüretlen UV sugárzás a Mars felszínét változtatta. Számunkra azonban már az is roppant veszélyt jelent, ha az ózon mennyisége világviszonylatban csupán tíz százalékkal csökken, márpedig a legtöbb tudós véleménye szerint a CFC-gázok *jelenlegi* mennyisége a légkörben végső soron ekkora csökkenéshez vezethet.

Sherwood Rowland és Mario Molina a Kalifornia Egyetem irvine-i részlegében 1974-ben először figyelmeztetett a CFC-gázok veszélyére. Rámutattak, hogy ha évente néhány millió tonna ilyen anyag kerül a sztratoszférába, az súlyosan károsíthatja az ózonréteget. Ezt követően mások, szerte a világon további kísérleteket és számításokat végeztek, amelyek egybehangzóan alátámasztották Rowlandék megállapítását. Kezdetben az ellenőrző számításokat végző egyes tudósok úgy találták, hogy a helyzet kevésbé súlyos, mint ahogyan azt Rowland és Molina felvázolta, más számítások azonban még az övéknél is aggasztóbb eredményeket adtak. Mindez megszokott az új tudományos felfedezések esetében, hiszen a többi tudós tisztában akar lenni azzal, milyen szilárd alapokon áll az új tétel. Végül azonban a pontosabb számítások többé-kevésbé egybehangzóan Rowland és Molina munkájához hasonló eredményeket adtak. (A két kutató munkáját 1995-ben megosztott kémiai Nobel-díjjal ismerték el.)

A DuPont, amely évente 600 millió dollár nagyságrendben értékesített CFC-gázokat, fizetett hirdetéseket jelentetett meg a

napilapokban és tudományos folyóiratokban, valamint több kongresszusi bizottság előtt is kijelentette, hogy a CFC-gázoknak az ózonrétegre gyakorolt hatását egyelőre nem szabad bizonyított tényként kezelni, egyes kutatók eltúlozták a tényleges veszélyt, amellet érvelésük tudományos szempontból megkérdőjelezhető. A hirdetésekben szembeállították egymással azokat az „elméleti tudósokat és törvényhozókat”, akik a CFC-gázok aeroszolokban történő használatának betiltása mellett szálltak síkra, azokkal a „kutatókkal és az aeroszolipar képviselőivel”, akik az időt húzva várakozó álláspontra helyezkedtek. Érveik szerint „elsősorban más vegyi anyagok a felelősek” a helyzetért, valamint arra figyelmeztettek, hogy „az idő előtti törvényi tiltás egy egész iparágat tehet tönkre”. Azt állították, hogy „hiányoznak a bizonyítékok”, továbbá ígéretet tettek arra, hogy három évig tartó kutatássorozatot kezdenek, melynek befejezése után kellene csak cselekedni. A nagy hatalmú és nyereséges óriáscég nem volt hajlandó évente sok százmillió dollárt kockára tenni néhány fotokémikus kétes állítása miatt. Csak ha az elméletet minden kétséget kizáróan sikerül bebizonyítani, tartották a cég illetékesei, akkor kell majd fontolóra venni a szükséges intézkedéseket. Időnként a cég hajlott arra, hogy elég lenne a CFC-anyagok gyártását akkor felfüggeszteni, amikor az ózonréteg már helyrehozhatatlanul károsodott. Addigra azonban már nem maradnának vevőik.

Ha egyszer a halogénezett szénhidrogének már felkerültek a légkörbe, semmilyen módon nem lehet eltávolítani őket onnan (és nem lehet idelentről az itt szennyező anyagnak számító ózont valahogy felpumpálni a magasba, ahol éppen hiány van belőle). Ha a CFC-gázok bekerültek a légkörbe, nagyjából egy évszázadon keresztül éreztetik hatásukat. Éppen ezért Sherwood Roland több tudóstársával és a washingtoni székhelyű Nemzeti Erőforrás-védelmi Tanáccsal együtt a halogénezett szénhidrogének betiltását sürgette. Az Egyesült Államok, Kanada, Norvégia és Svédország már 1978-ban megtiltotta a CFC-gázok szórópalackok hajtógázként történő alkalmazását. A világ klórfluorkarbon termelésének csak kis része került azonban a szórópalackokba. A közvélemény aggodalmát az intézkedéssel mégis átmenetileg lecsillapították, figyelmét más kérdések felé terelték, miközben a légkör CFC-tartalma tovább növekedett. A légkörben már kétszer annyi klór

volt, mint amikor Rowland és Molina megkondította a vészharangot, és négyszer annyi, mint az 1950-es években.

A Brit Antarktisz Kutatóállomáson, a legdélibb kontinens Halley-öblében dolgozó kutatócsoport éveken keresztül rendszeresen mérte a fejük fölötti ózon mennyiségét. 1985-ben elképesztő mérési eredményekről számoltak be, bejelentették, hogy a tavaszi időszakban az ózon mennyisége a felére csökkent az előző évek során mért értékhez képest. A felfedezést a NASA egyik mesterséges holdja is megerősítette. Ma már az Antarktisz fölött az ózonréteg kétharmada hiányzik. Az Antarktisz fölött hatalmas lyuk tátong az ózonpajzson. A jelenséget az 1970-es évek vége óta minden évben sikerült kimutatni. Sár az ózonréteg telente regenerálódik, azonban az ózonhiányos időszak évről évre hosszabb ideig tart. A jelenség fellépését egyetlen tudós sem jelezte előre.

Természetesen a lyuk felfedezését követően felerősödtek a klórfluorkarbonok betiltását követelő hangok (amihez hozzájárult annak a felfedezése is, hogy a CFC-gázok hozzájárulnak a széndioxidnak tulajdonított üvegházhatáshoz). Úgy tűnt azonban, hogy az ipari vezetők képtelenek felfogni a probléma lényegét. Richard C. Barnett, a CFC-gyártók által létrehozott „Szövetség a Felelősségteljes CFC-politikáért” elnöke így panaszkodott: „A klórfluorkarbonok gyors és teljes körű betiltása, amit egyesek követelnek, borzalmas következményekkel járna. Egyes iparágakat fel kellene számolni, mivel nem létezik helyettesítő termék - a beteg tehát egyszerűen belehalna a kezelésbe.” Ebben az esetben azonban nem a „néhány iparág” jelenti a beteg páciens, hanem maga a földi élet.

A Vegyipari Termelők Szövetsége úgy vélte, hogy az Antarktisz fölötti ózonlyuk „globális jelentősége nagyon valószínűtlen... A meteorológiai tényezők még a világ másik, felettébb hasonló területén, az Arktiszon is meg tudják akadályozni a hasonló helyzet kialakulását.”

Legújabbán az ózonlyuk *belsejében* sikerült kimutatni az erősen reakcióképes klór jelenlétét, ami segít egyértelművé tenni a kapcsolatot a klórfluorkarbonokkal. Az Északi-sark térségében végzett mérések azonban kimutatták, hogy az ózonlyuk *igenis* kifejlődik az Arktisz fölött is. Egy 1996-ban írott, „A

klórfluorkarbonoknak a sztratoszféra klórháztartásában játszott döntő szerepe műholdas mérésekkel történő igazolása” című tanulmány arra a (tudományos cikkhez képest) szokatlanul határozott következtetésre jutott, miszerint a CFC-gázok „minden kétséget kizáróan” szerepet játszanak az ózon fogyásában. Néhány jobboldali rádiós kommentátor elképzelése szerint a tűzhányókból és a tengeri hullámok tajtékjából a légkörbe jutó klór is szerepet játszhat a jelenségben, kimutatták azonban, hogy ez legfeljebb az ózon pusztulásának öt százalékáért lehet felelős.

A közepes északi földrajzi szélességek fölött, ahol a Föld népességének legnagyobb része él, az ózon mennyisége 1969 óta folyamatosan csökkenni látszik. Fellépnek természetesen különféle ingadozások, és a vulkanikus eredetű aeroszolok leülepedésükig valóban akár éveken keresztül is csökkenthetik a sztratoszferikus ózon mennyiségét. Mindamellett az, hogy (a Meteorológiai Világszervezet adatai szerint) minden év egyes hónapjaiban az északi félgömb közepes földrajzi szélességei fölött harmincszázalékos csökkenés mutatható ki, ami egyes területeken 45 százalékot is elérhet, elegendő ok arra, hogy riadót fújjunk. Nem szükséges egymás után több hasonló év adataira várni annak belátásához, hogy az elvékonyodó ózonréteg alatt az élővilág komoly veszélynek van kitéve.

A kaliforniai Berkeleyben betiltották a gyorsételeket melegen tartó, halogénezett szénhidrogének felhasználásával készülő, fehér, hőszigetelő habok gyártását. A McDonald's cég kötelezettséget vállalt, hogy csomagolóanyagaiban a legveszélyesebb halogénezett szénhidrogéneket más anyagokkal helyettesíti. A kormányzati ellenintézkedésekre és az esetleges fogyasztói bojkottra számító DuPont 1988-ban, tehát tizennégy évvel a halogénezett szénhidrogének veszélyének azonosítását követően, végre bejelentette, hogy beszünteti a CFC-gázok gyártását - bár az intézkedést csak 2000-re vezetik be teljeskörűen. Más amerikai gyártók azonban még ennyit sem ígértek. Az Egyesült Államok azonban csak a világ klórfluorkarbon termelésének harminc százalékát adja. Nyilvánvaló, hogy az ózonréteget hosszú távon fenyegető világméretű problémák megoldásának is az egész világra ki kell terjednie.

A klórfluorkarbonokat használó országok küldöttei 1987 szept-

temberében Montrealban összeültek, hogy tárgyalásokat kezdjenek a CFC-anyagok használatát korlátozó nemzetközi egyezményről. Eleinte Nagy-Britannia, Olaszország és Franciaországi lobbija saját, tekintélyes vegyipar által befolyásolt kormánya csak vonakodva ült a tárgyalóasztalhoz. (Attól tartottak, hogy a DuPont titokban már kifejlesztett valamilyen helyettesítő anyagot, miközben a CFC-gázokkal kapcsolatban időhúzó politikát folytatott. Az Egyesült Államok a halogénezett szénhidrogének betiltása érdekében tett erőfeszítéseket, a konkurens országok viszont attól tartottak, hogy ezt csak azért teszi, hogy kedvezőbb világpiaci helyzetbe juttassa az egyik jelentős amerikai vállalatot.) Egyes országok, mint például Dél-Korea, részt sem vettek az értekezleten. A kínai küldöttség nem írta alá a megállapodást. Donald Hodel amerikai belügyminiszter, a Reagan-kormány tagja konzervatív politikusként idegenkedett az állami ellenőrzés bevezetésétől. Állítólag azt javasolta, hogy a CFC-anyagok korlátozása helyett viseljen mindenki napszemüveget és kalapot. Ez a megoldás sajnálatos módon nem alkalmazható a földi életet fenntartó tápláléklánc legalján elhelyezkedő mikroorganizmusok esetében. Végül e jó tanács ellenére az Egyesült Államok mégiscsak aláírta a Montreali Jegyzőkönyvet. Mindez elég meglepő volt, hiszen a Reagan-kormányzatra hivatali idejének utolsó időszakában éppen a környezetellenes kirohanások voltak a jellemzőek (hacsak nem igazak a DuPont európai versenytársainak aggodalmai). Csak az Egyesült Államokban 90 millió járműbe szerelt légkondicionálót és 100 millió háztartási hűtőszekrényt kellett volna lecserélni. Ez komoly áldozatot jelentett a környezet megóvása érdekében. Jelentős érdemeket szerzett Richard Benedick nagykövet, a montreali tárgyalásokon részt vevő amerikai küldöttség vezetője, valamint Margaret Thatcher brit miniszterelnök, aki eredetileg vegyész lévén megértette a kérdés jelentőségét.

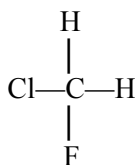
A Montreali Jegyzőkönyvet később további, Londonban és Koppenhágában aláírt kiegészítő egyezményekkel is megerősítették. E sorok megírásáig összesen 156 ország csatlakozott a megállapodáshoz, többek között a volt Szovjetunió utódállamai, Kína, Dél-Korea és India. (Egyes országok

feltették a kérdést, hogy miért van az, hogy bár a CFC-gázok alkalmazásából Japán és a Nyugat hasznot húzott, nekik viszont éppen akkor kell lemondaniuk a hűtőszekrények és a légkondicionálók használatáról, amikor saját iparuk kezdene kifejlődni. A kérdés kétségtelenül jogos, de a problémának csupán szűk szeletére vonatkozik.) A halogénezett szénhidrogének termelésének teljes megszüntetését először 2000-re irányozták elő, később ezt 1996-ra módosították. Kína, amelynek CFC-felhasználása az 1980-as évek során évente húsz százalékkal növekedett, beleegyezett, hogy beszünteti a CFC-gázok alkalmazását, és nem kíván élni az egyezmény által biztosított tízéves haladék lehetőségével. A DuPont a CFC-gázok visszaszorításáért folytatott harc élére állt, és kötelezte magát arra, hogy más országoknál hamarabb szünteti be a termelésüket. A légkörben előforduló halogénezett szénhidrogének mennyisége mérhetően csökkenni kezdett. A problémát egyedül az jelenti, hogy először *teljesen* be kell szüntetni a halogénezett szénhidrogének termelését, majd ezt követően száz évig kell várni, hogy a légkör megtisztuljon. Minél több időt vesztegetünk el és minél több ország csak ígéretet, annál nagyobb a veszély.

Nyilvánvaló, hogy a probléma magától megoldódna, ha sikerülne egy olcsóbb és hatékonyabb, a CFC-gázokat helyettesítő anyagot találni, amely nem okoz kárt sem bennünk, sem pedig a környezetben. De mi van akkor, ha nem találunk ilyen helyettesítő anyagot? Mi van akkor, ha a legmegfelelőbb helyettesítő sokkal drágább, mint a halogénezett szénhidrogének? Ki fizeti meg a kutatás költségeit és kinek kell az árkülönbözetet állnia? A fogyasztónak, a kormánynak vagy a vegyiparnak, amely utóbbi belerángatott minket ebbe az áldatlan állapotba (és amely mindebből jókora hasznot is húzott)? Nyújtsanak-e segítséget a fejlődő országoknak a klórfluorkarbonok előnyeiből részesült ipari országok, amelyek mindezen előnyökből nem részesülhettek? Mi van akkor, ha húsz esztendőre van szükség annak bebizonyításához, hogy a helyettesítő anyag nem rákkeltő? Mi a helyzet az Antarktiszt övező Déli-óceán felszínére jelenleg is özönlő ibolyántúli sugárzással? Mi a helyzet a mostantól a termelés

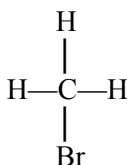
teljes leállításáig még megtermelendő és az ózonréteg felé emelkedő klórfluorkarbonokkal?

Végül is sikerült egy helyettesítő anyagot - pontosabban szólva valamilyen szükségmegoldást - találni. A CFC-gázokat átmenetileg pótolni lehet az úgynevezett HCFC-anyagokkal, amelyek hasonló felépítésű molekulák, azonban hidrogén-atomokat is tartalmaznak. Szerkezeti felépítésük például ilyen lehet:



Ezek is károsítják az ózonréteget, de sokkal kevésbé. A CFC-gázokhoz hasonlóan ezek is jelentős mértékben hozzájárulnak a globális felmelegedéshez és - különösen a kezdeti időszakban - drágábbak azoknál. Megfelelnek viszont a legfontosabb és legsürgősebb követelménynek, megvédik az ózonréteget. A HCFC-gázokat a DuPont fejlesztette ki, de - a cég legalábbis esküszik rá - csak a Halley-öbölben tett felfedezést *követően*.

A bróm egyetlen atomja negyvenszer hatékonyabban rombolja a sztratoszféra ózonmolekuláit, mint a klór. Szerencsére azonban a bróm a klórnál sokkal ritkábban fordul elő. A bróm csak a tűzoltókészülékekben használt halonból és az alábbi szerkezetű, a talaj vagy a tárolt gabona füstöléssel történő fertőtlenítésekor használatos metil-bromid formájában kerül a légkörbe:



Az 1994-96 közötti időszakban az ipari országok megegyeztek abban, hogy 1996-tól 2030-ig fokozatosan

beszüntetik ezen anyagok termelését. Minthogy egyes halonoknak egyelőre nincs megfelelő helyettesítő anyaguk, csábító a lehetőség, hogy - tiltás ide vagy oda - továbbra is alkalmazni kell azokat. Időközben majd csak megszülethet valamilyen ragyogó felfedezés, egy olyan kiváló anyag, amely hosszú távon is át tudja venni a HCFC-gázok szerepét. Lehetséges, hogy mesterségesen elő tudunk állítani valamilyen megfelelőbb új molekulát, de az sincs kizárva, hogy a fejlődés más irányt vesz, például feltalálják az akusztikus hűtőszekrényt, amelyben semmilyen veszélyes folyadék cirkuláltatására nem lesz szükség. Íme egy nagyszerű, új találmány lehetősége, amelynek anyagi haszna mellett hosszú távon is óriási jelentősége lenne bolygónk egésze és a rajta élő fajok javára. Örömmel látnám, ha a hidegháború végeztével egyre inkább fölöslegessé váló, nukleáris fegyverek fejlesztésével foglalkozó laboratóriumokban felhalmozott óriási kutatási kapacitást ilyen nemes célok szolgálatába állítanák. Ugyancsak örülnék, ha nagylelkűen felajánlott ösztöndíjakat és ellenállhatatlanul csábító díjakat ajánlanának fel újfajta, hatékony, kényelmes, biztonságos és olcsó légkondicionálók és hűtőszekrények kifejlesztéséért, amely eszközöket a fejlődő országok helyi ipara is gyártani tudna.

A Montreali Jegyzőkönyv nemcsak a benne rögzített változások nagyságrendje, hanem azok iránya miatt is fontos. Talán a legmeglepőbb, hogy akkor egyeztek meg a halogénezett szénhidrogének betiltásában, amikor még nem volt nyilvánvaló, hogy van-e az anyagnak elfogadható alternatívája. A montreali konferenciát az ENSZ Környezetvédelmi Programja védnökkéségével rendezték. A program igazgatója, Mostafa K. Tolba az elért egyezményt úgy jellemezte, mint „az első olyan, valóban az egész világra kiterjedő nemzetközi szerződés, amely minden egyes emberi lény számára védelmet nyújt”.

Bátorító, hogy képesek vagyunk az új és váratlan veszélyek felismerésére, az emberi faj egy ilyen kritikus kérdésben képes az összefogásra és az együttműködésre, a gazdag országok hajlandónak mutatkoznak a költségek korrekt megosztására, azok a cégek pedig, amelyek a legtöbbet vesztik az ügyön, képesek gondolkodásmódjukat megváltoztatni és

új lehetőségeket keresni. A halogénezett szénhidrogének betiltása olyasvalamire mutat példát, amit a matematikában létezéselméletnek neveznek - amikor is megmutatjuk, hogy valami, ami köztudottan lehetetlennek tűnik, az mégiscsak megvalósítható. Mindez óvatos bizakodásra adhat okot.

Úgy tűnik, hogy amikor maximális volt a sztratoszférában lévő klór mennyisége, akkor négy klóratom jutott egymilliárd egyéb molekulára. Jelenleg a klór részaránya már csökken. Részben a bróm káros hatásának következtében azonban egyhamar nem várható az ózonréteg regenerálódása.

Nyilvánvalóan egyelőre túl korai lenne abban a tudatban hátradólni a fotelünkben, hogy az ózonréteget végérvényesen megmentettük. Meg kell győződnünk arról, hogy valóban a világon mindenütt abbahagyták a káros anyagok előállítását. Jelentősen fokozni kell a betiltott gázok pótlására alkalmas anyagok kutatására fordított erőfeszítéseinket. Átfogóan és folyamatosan ellenőriznünk kell az ózonréteg állapotát (földi állomásokról, repülőgépekről és mesterséges holdakról egyaránt)¹⁵, legalább olyan gondossággal, mint ahogy egy szív működési zavarokkal küszködő hozzátartozónk egészségi állapotát figyeljük. Tisztában kell lennünk vele, milyen további megterhelést jelentenek az ózonréteg számára az esetenkénti vulkánkitörések, a folytatódó globális felmelegedés vagy további, újonnan felfedezett vegyületek légkörbe jutása.

Röviddel a Montreali Jegyzőkönyv aláírását követően a sztratoszférában csökkenni kezdett a klór mennyisége. 1994-től kezdődően már a klór és a bróm együttes mennyisége is csökkent a sztratoszférában. Ha a bróm mennyisége önmagában is csökkenni kezdene, akkor a becslések szerint valamikor a századfordulón elkezdődhetne az ózonréteg lassú regenerációja. Ha 2010-ig nem lépett volna életbe a halogénezett szénhidrogének korlátozása, akkor a sztratoszférában a klór mennyisége a mai szint háromszorosaig emelkedett volna, az antarktisi ózonlyuk pedig a XXII. század közepéig fennmaradt volna. Az ózon tavaszi csökkenése

¹⁵ A NASA (Nemzeti Légügyi és Űrkutatási Hivatal) és a NOAA (Nemzeti Óceáni és Légköri Igazgatóság) óriási erőfeszítéseket tett, hogy adatokat gyűjtsenek az ózonréteg elvékonyodására és annak következményeire vonatkozóan.

az északi félgömb közepes földrajzi szélességű területei fölött is meghaladta volna a harminc százalékot, ami Rowland Irvine-kollégája, Michael Prather szerint igen nagy érték.

Az Egyesült Államokban még mindig tapasztalható némi ellenállás a légkondicionálókat és a hűtőszekrényeket gyártó iparágak, néhány szélsőséges „konzervatív” és a Kongresszus republikánus tagjai részéről. Tom Delay, a kongresszusi republikánus többség frakcióvezetője 1996-ban azon véleményének adott hangot, miszerint „a klórfluorkarbonok betiltását alátámasztó tudományos eredmények vitathatóak”, a Montreali Jegyzőkönyv létrejötté pedig „a médiahisztériának köszönhető”. John Doolittle, a képviselőház egy másik republikánus tagja kitartott amellett, hogy a CFC-gázok és az ózonréteg elvékonyodása közötti oksági kapcsolat „még vita tárgyát képezi”. Amikor egy újságíró felhívta a figyelmét arra a kritikus és kételkedő hangvételű, átfogó szakértői tanulmányra, amely éppen azokat a tudományos cikkeket foglalta össze, amelyek kimutatták ezt a kapcsolatot, akkor Doolittle így válaszolt: „Nem akarok belemenni ebbe a szakértői tanulmányosdi lárifáriba”. Pedig az országnak jobb lett volna, ha megteszi. A szakértői tanulmány ugyanis kitűnő „lárifáridetektor”. A Nobel-díj Bizottság mindenestre másként vélekedett. A díjat Rowlandnak és Molinónak ítélték - akiknek a nevét minden iskolás gyereknek meg kellene ismernie -, ezáltal elismerték: „hozzájárultak ahhoz, hogy megmeneküljünk egy olyan globális környezeti problémától, amelynek katasztrofális következményei lehettek volna”. Nehéz felfogni, miért ellenzik a „konzervatívok” a környezet védelmét, holott ettől függ mindannyiunk élete, beleértve a konzervatívokat és gyermekeiket is. Tulajdonképpen mit is akarnak a konzervatívok akkor megőrizni?

A Nimbus-7 műhold mérései alapján például megállapították, hogy a legveszélyesebb UV-hullámhosszokon a Föld felszínét elérő sugárzás Chile és Argentína déli részein egy évtized leforgása alatt tíz százalékkal nőtt. A közepes északi földrajzi szélességeken, ahol a Föld népességének legnagyobb része él, a növekedés körülbelül feleakkora volt. A NASA új, nagyszabású, „Küldetés a Föld bolygóhoz” nevű műholdas programja keretében legalább egy évtizeden keresztül folytatja az ózon mennyiségének és az ezzel összefüggő légköri jelenségeknek a nyomon követését. A munkába időközben saját űrprogramjukkal és saját műholdjaikkal Oroszország, Japán és az Európai Űrügynökség tagországai is bekapcsolódtak. Ezek az erőfeszítések ugyancsak azt jelzik, hogy az emberiség komolyan vette az ózonréteg vékonyodása által okozott veszélyt.

Az ózon történetének a lényege nagyon hasonló sok egyéb környezeti veszélyhez. Valamilyen anyagot juttatunk a légkörbe (vagy legalábbis erre készülünk). Valahogy nem vizsgáljuk meg elég körültekintően ennek környezeti hatásait - például azért, mert a vizsgálat túlságosan sokba kerülne, vagy késleltetné a termelés megindítását és ezáltal csökkentené a profitot, vagy azért, mert az illetékesek hallani sem akarnak az ellenérvekről, vagy mert a legkiválóbb tudósok sem szereznek tudomást arról, hogy mi készül, vagy egyszerűen csak azért, mert emberek vagyunk, ezért esendők, és megfélemtünk valamilyen tényező figyelembevételéről. Azután hirtelen, teljesen váratlanul szemtől szembe találjuk magunkat valamilyen, az egész világra kiterjedő hatású veszéllyel, amelynek a legbaljóslatúbb következményei csak évtizedek vagy évszázadok múlva jutnak érvényre. A problémát nem lehet helyileg vagy rövid távon orvosolni.

Mindezen esetekben nagyon világos, mit kell tennünk. Nem mindig vagyunk elég gyorsak vagy elég okosak, hogy előre lássuk cselekedeteink minden következményét. A halogénezett szénhidrogének felfedezése például briliáns eredmény volt. De bármilyen ügyesek is voltak az akkori vegyészek, mégsem voltak elég ügyesek. Pontosan azért, mert a CFC-gázok olyan roppantul közömbösek, elég hosszú ideig megmaradhatnak ahhoz, hogy elérjék az ózonréteget. A világ bonyolult. A légkör vékony. A természet nehezen megfogható. Mi viszont nagyon is képesek vagyunk arra, hogy bajt okozzunk. Sokkal gondosabbaknak kell lennünk és sokkal kevésbé szabad elnézőeknek lennünk, amikor bolygónk sérülékeny légkörének szennyezéséről van szó.

Ki kell dolgoznunk a planetáris higiénia szigorúbb követelményrendszerét, és lényegesen nagyobb tudományos kapacitást kell mozgósítanunk világunk megfigyelése és megértése érdekében. El kell kezdenünk nemcsak nemzetünk és generációnk (még kevésbé egy adott iparág profitja) nevében gondolkodni, hanem az egész sérülékeny Föld nevű bolygó, valamint az eljövendő generációk érdekeit egyaránt szem előtt kell tartanunk.

Az ózonlyuk az égre van írva. Először úgy tűnt, hogy mérhetetlen önteltségünket fejezi ki, még mielőtt egy boszorkány a koty-

valékával halálos veszedelembé sodort mindannyiunkat. De talán valójában a történet arról szól, hogy végre megtaláltuk magunkban az együttműködés rejtett képességét a globális környezet védelme érdekében. A Montreali Jegyzőkönyv és kiegészítései az emberi faj nagyszerű diadalát és dicsőségét jelentik.

Csapda: a világ felmelegedése

Csapdát állítottak saját maguknak.

Közmondások könyve, I. 18.

Háromszázmillió évvel ezelőtt a Földet hatalmas kiterjedésű mocsarak borították. Amikor a páfrányok, a zsurlók és a mohatelepek elpusztultak, betemette őket a mocsok. Telt, múlt az idő, a növényi maradványok egyre mélyebbre kerültek a föld alá, miközben átalakultak a ma szénnek nevezett, kemény, szerves anyaggá. Más helyeken és más korokban hatalmas mennyiségű egysejtű növény és állat pusztult el és süllyedt a tenger fenekére, ahol maradványaikat betemette az üledék. Ott érlelődött földtörténeti korokon át az eltemetett szerves anyag, miközben alig észrevehetően apró lépésekben a kőolajnak és földgáznak nevezett szerves anyagokká alakult át. (A földgáz egy része ősi, tehát nem biológiai eredetű, hanem már a Föld keletkezésekor is jelen volt.) A bolygónkon megjelenő ember eleinte csak véletlenszerű alkalmakkor találkozott ezekkel az anyagokkal, amikor azok valahogy a felszínre kerültek. Ha a föld mélyéből kiszivárgó olaj egy villámcsapástól lángra lobbant, az emberek azt hitték, hogy az „örök világosságot” látják, ami az ősi Perzsia tűzimádó vallásában központi szerepet játszott. Kora európai szakértői közül szinte senki sem hitt Marco Polónak, aki azzal a képtelen történettel állt elő, miszerint Kínában olyan fekete köveket bányásznak, amelyek elégnek, ha meggyújtják őket.

Végül az európaiak is rájöttek, hogy ezek a könnyen szállítható, energiában gazdag anyagok mégiscsak jók lehetnek valamire. Sokkal jobbak, mint a fa. Fűthetjük velük a házainkat, kohóinkat, gőzgépet hajthatunk, elektromosságot termelhetünk, energiával láthatjuk el az ipart, vonatokat, autókat, hajókat és repülőgépeket hajthatunk. Meggyőzőek voltak a katonai alkalmazás lehetőségei is. Ezért azután megtanultuk a köszén bányászatának mesterségét, és mély lyukakat fúrtunk a földbe, melyeken keresztül a fölötté fekvő vastag közetrétegek súlyától

összepréselt kőolaj és földgáz a felszínre lövellt. Végso soron ezek az anyagok váltak a gazdasági élet meghatározó tényezőivé. Ezek tartják mozgásban az egész világra kiterjedő technikai civilizációnkat. Nem túlzás azt állítani, hogy bizonyos értelemben ezek működtetik az egész világot. Amint azonban az lenni szokott, ennek is ára van.

A köszenet, a kőolajat és a földgázt fosszilis tüzelőanyagoknak nevezzük, mert legnagyobbbrészt ősi növények és állatok maradványaiból, idegen szóval fosszíliaiból keletkeztek. A bennük tárolt energia lényegében az a napenergia, amelyet az ősi növények életük folyamán szervezetükben összegyűjtöttek. Civilizációnk annak köszönheti működését, hogy elégetjük azoknak az alacsonyabb rendű élőlényeknek a maradványait, amelyek sok százmillió évvel az első emberek megjelenése előtt népesítették be a Földet. Olyan ez, mint valamilyen hátborzongatóan kannibalisztikus szertartás, amikor őseink és távoli rokonaink maradványainak felélése révén tartjuk fenn magunkat.

Az Egyesült Államok olajimportjának mintegy harminc százaléka a Perzsa-öböl térségéből származik. Az évbizonyos hónapjaiban az Egyesült Államok olajszükségletének több mint a felét importból biztosítja. Az Egyesült Államok fizetésimérleg-egyensúlyában mutatkozó hiány nagyobbik feléért az olaj a felelős. Az Egyesült Államok hetenként egymilliárd dollárnál nagyobb összeget költ külföldről származó kőolaj vásárlására. Japán olajimportja körülbelül ugyanennyit tesz ki. Kína - az autózással kapcsolatos, még csak kibontakozó fogyasztói igények következtében - valamikor a XXI. század elején ugyancsak elérheti ezt a szintet. Hasonló számok vonatkoznak Nyugat-Európára is. A közgazdászok olyan forgatókönyveket elemeznek, amelyek szerint az olaj árának emelkedése fokozza az inflációt, ami megemeli a kamatokat, ezáltal csökkenti a befektetési kedvet az iparban, ezért kisebb lesz a munkahelyek száma, végso soron pedig gazdasági visszaesés következik be. Lehet, hogy mindez nem következik be, mindazonáltal ez az olajhoz való szenvedélyes ragaszkodásunk egyik lehetséges következménye. Az olajért folytatott küzdelem olyan tettekre ragadtat egyes országokat, amelyeket azok egyébként erkölcstelen viselkedésnek és meggondolatlan cselekedetnek tartanának. Tekintsük példaként az alábbi, 1990-ből

származó idézetet, amelyben az egyik hírügynökség rovatvezetője, Jack Anderson egy széles körben elterjedt vélekedést foglal össze: „Bármily népszerűtlen is az elgondolás, az Egyesült Államoknak továbbra is a világ csendőrének kell maradnia. Egészen egyszerű és önző okból kifolyólag, az amerikaiaknak ugyanis szükségük van arra, amiye a világ többi részének van, mindenekelőtt kőolajra.” Bob Dole szerint, aki akkor a Szenátus kisebbségi képviselőcsoportjának vezetője volt, a 200 000 fiatal amerikai férfi és nő életét kockára tevő Öböl-háborúnak egyetlen oka volt: az OLAJ.

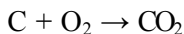
Amikor ezeket a sorokat írom, a nyersolaj hordónkénti (barrel) ára 20 dollár¹⁶, a világ hitelesnek tekintett, vagyis bizonyított kőolajkészlete pedig csaknem egybillió hordó. Az olajkészlet összértéke tehát mai áron húszbillió dollár, ami az Egyesült Államok államadósságának - ami a legnagyobb a világ összes országa közül - a négyszerese. Valóban találó tehát a fekete arany megnevezés.

A világ teljes kőolajtermelése nagyjából 20 milliárd hordó évente, vagyis évről évre bizonyítottan létező készleteink két százalékát felhasználjuk. Joggal gondolhatunk tehát arra, hogy készleteink meglehetősen hamar, úgy ötven éven belül elapadnak. Eközben azonban egyre újabb és újabb lelő-helyeket sikerül feltárni. Az eddigi előrejelzések, amelyek szerint ekkor és ekkor a világ kőolajkészlete kifogy, egytől egyig alaptalannak bizonyultak. Kétségtelen, hogy a Föld mélye véges mennyiségű olajat, gázt és szenet rejt. Csupán ennyi olyan ősi élőlény létezett, amelyek saját testük maradványaival hozzá tudnak járulni kényelmünkhöz és jólétünkhöz. Ennek ellenére valószínűtlennek tűnik, hogy rövid időn belül kimerülnének fosszilis tüzelőanyag-készleteink. Az egyetlen problémát az okozza, hogy egyre többbe kerül az új lelőhelyek feltárása és kitermelése, márpedig a világgazdaság instabil állapotba kerülhet, ha az olajárak ugrásszerűen változhatnak, az országok pedig háborúzni is hajlandóak egymással az áhított nyersanyagok megszerzése érdekében. Végül, nem szabad megfeledkeznünk a környezetvédelem költségeiről sem.

¹⁶ A könyv fordításakor - 2000 nyarán - a kőolaj hordónkénti ára 30 dollár körül ingadozik - a fordító megjegyzése.

A fosszilis tüzelőanyagokért fizetett árat ugyanis nem csak dollárban kell kifejezni. Az ipari forradalom kezdeti időszakában Angliában a „sátán malmai” szennyezték a levegőt és járványszerűvé tették a légúti megbetegedéseket. A Holmes és Watson, Jekyll és Hide, Hasfelmetsző Jack és áldozatai történeteiből jól ismert, „bableveshez hasonló sűrűségű” hírhedt londoni köd a háztartási és ipari eredetű légszennyezés - mindenekelőtt a szén elégetésének - káros következménye volt. Napjainkban az autók okádják kipufogógázaikat a levegőbe, amitől városainkat ellepi a szmog. Ez éppen a szennyező anyagokat létrehozó emberek egészségére, boldogságára és termelékenységére van kedvezőtlen hatással. Tisztában vagyunk a savas eső jelenlétével és az olajfoltok által okozott ökológiai zűrzavarral. Ennek ellenére az eddigi uralkodó álláspont szerint az egészségünkre és a környezetünk állapotára mért mindezen csapásokkal szemben bőséges kárpótlást jelentenek a fosszilis tüzelőanyagok nyújtotta előnyök.

Mostanában azonban a világ kormányai és nemzetei fokozatosan kezdenek tudatára ébredni a fosszilis tüzelőanyagok elégetése egy másik káros következményének. Nevezetesen arról van szó, hogy ha elégetünk egy darab szenet, egy liter kőolajat vagy egy köbméter földgázt, akkor a fosszilis tüzelőanyagot egyesítjük a légkört alkotó oxigénnel. Ez a kémiai reakció szabadítja fel a tüzelőanyagban 200 millió évvel ezelőtt elraktározott energiát. Amikor azonban egy szénatomot (C) egy oxigénmolekulával (O₂) egyesítünk, létrehozunk egy szén-dioxid-molekulát (CO₂):



Márpedig a CO₂ üvegházhatású gáz.

Mely tényezők határozzák meg a Föld átlaghőmérsékletét, azaz bolygónk éghajlatát? A Föld középpontjából a felszíne irányába felszivárgó hő mennyisége elhanyagolható ahhoz képest, amennyi energiát a Nap ont a Föld felszínére. Valójában ha a Nap megszűnne működni, a Föld felszíni hő-

mérséklete oly mélyre süllyedne, hogy a légkör megfagyna, a nitrogén és az oxigén tíz méter vastag hótakaró formájában burkolná be bolygónkat. Nos pontosan tudjuk, mennyi hő áramlik a Napból a Föld felszínére. Ki tudjuk-e vajon számítani, hogy ennek hatására milyen hőmérsékletűre kell bolygónk felszínének felmelegednie? Nos a számítás tulajdonképpen roppant egyszerű, azt már az alapfokú csillagászati vagy meteorológiai kurzusokon is oktatják - a matematikai módszerek hatékonyságának újabb szép példájaként.

A Föld felszíne által elnyelt napsugárzás mennyiségének egyenlőnek kell lennie a Föld által a világűrbe kisugárzott energiával. Általában hajlamosak vagyunk megfeledkezni arról a tényről, hogy bolygónk is sugároz, hiszen ha éjjel elrepülünk föltötte, semmiféle sugárzásnak sem látjuk a nyomát (kivéve természetesen a nagyvárosok fényét). Ennek azonban az az oka, hogy szabad szemmel végzett megfigyelésünket a látható fény tartományában végezzük, hiszen szemünk csak ezt képes felfogni. Ha képesek lennénk érzékelni a színekép vöröson inneni részébe eső, úgynevezett termikus infravörös sugárzást is - amelynek hullámhossza a sárga fényének mintegy hússzorosa -, akkor láthatnánk a Föld saját, halványan derengő fényét. A Szahara valamivel fényesebben ragyogna az Antarktisznál, a nappali félgömb pedig világosabbnak látszana az éjszakainál. Ezen a hullámhosszon azonban nem a Föld felszínéről visszaverődő napsugárzást látnánk, hanem bolygónk testének saját, kisugárzódó hőjét érzékelnénk. Minél több energia éri bolygónkat a Napból, annál többet kell kisugároznia a világűrbe. Minél forróbb a Föld, annál több láthatatlan sugárzást bocsát ki magából. (Ellenkező esetben ugyanis a Föld energiaháztartása folyamatosan többletet mutatna, bolygónknak tehát melegednie kellene - *a fordító megjegyzése.*)

A beérkező és a Földet felmelegítő sugárzás a Nap fényességétől és a földfelszín visszaverő képességétől függ. (Ami nem verődik vissza a világűrbe, azt elnyeli a talaj, a felhők vagy a levegő. Ha a Föld tökéletes fényvisszaverő tulajdonságú lenne, akkor a ráeső napfény egyáltalán nem tudná felmelegíteni.) A közvetlenül visszavert napfény természetesen túlnyomórészt a színekép látható tartományába esik. Nem kell mást tennünk, mint felírjuk a beeső energia mennyiségét (ami attól függ, mennyi

napsugárzást nyel el a Föld) és a kimenő energiát (ami a Föld hőmérsékletétől függ). A két mennyiséget egymással egyenlővé téve egyszerűen megkapjuk a Föld elméletileg várható középhőmérsékletét. Gyerekjáték! Egyszerűbb nem is lehetne! Számoljuk csak ki, mi lesz az eredmény!

Nos számításaink eredménye szerint a Föld átlaghőmérsékletének mínusz húsz Celsius-foknak kellene lennie. Az óceánoknak fenéig be kellene fagyniuk, miközben mi mindannyian jégcsap-pá dermednénk. A Föld az élet bármely formája számára lakhatatlan lenne. Hol a hiba a számításunkban? Valóban elrontottunk valamit?

Nos a hibát nem a tényleges számolás során követtük el. Egyszerűen figyelmen kívül hagytunk valamit: az üvegházgázok hatását. Kimondatlanul feltételeztük, hogy a Földnek nincs légkör. Jóllehet, a látható fény számára a földi légkör átlátszó (kivéve Denvert, Los Angelesét és jó néhány más nagyvárost), az infravörös sugárzás számára azonban sokkal kevésbé áthatolható. Említettük viszont, hogy a Föld saját sugárzása döntően az infravörös tartományba esik. Ez óriási különbséget jelent. A légkörben itt az orrunk előtt előfordulnak olyan gázok - a szén-dioxid, a vízgőz, egyes nitrogén-oxidok, a metán, a halogénezett szénhidrogének -, amelyek véletlenül éppen az infravörös sugarakat nyelik el nagy előszeretettel, bár ugyanezen gázok a látható fény tartományában tökéletesen átlátszóak. Ha ezen anyagokból vékony réteget helyezünk el a Föld felszíne közelében, akkor a napfény továbbra is akadálytalanul eléri a felszínt. Amikor azonban a felszín vissza akarja sugározni a felvett hőt a világűrbe, ezt az említett, az infravörös sugárzást elnyelő gázok megakadályozzák. Ezek ugyanis a látható tartományban átlátszóak, az infravörösben viszont részben átlátszatlanok. Ennek eredményeképpen a Földnek valamennyire fel kell melegednie, hogy új egyensúlyi állapotot érjen el a bejövő napfény és a kibocsátott infravörös sugárzás között. Ha számításunk során figyelembe vesszük, mennyire átlátszatlanok az infravörös sugárzás számára az említett gázok, mennyire akadályozzák meg a Föld saját hőjének kisugárzását, akkor megkapjuk a helyes eredményt. Eszerint - évszakokra, földrajzi szélességre

és napszakra átlagolva - a Föld felszínének mintegy plusz tizenhárom Celsius-fokosnak kell lennie. Ezért nem fagynak be az óceánok és ezért felel meg tökéletesen a földi éghajlat fajunk és civilizációnk számára.

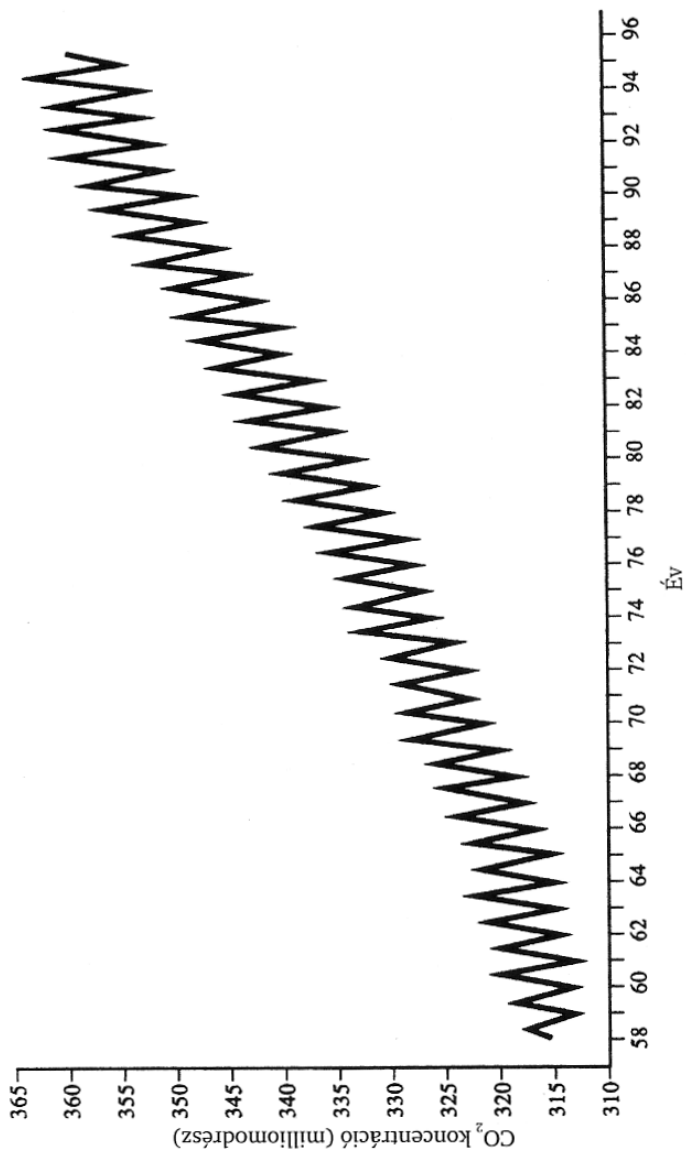
Életünk tehát a Föld légkörének csupán csekély hányadát kitevő, láthatatlan gázok kényes egyensúlyán múlik. A kismértékű üvegházhatás kedvező jelenség. Ha viszont az üvegházgázok mennyiségét megnöveljük - amint azt az ipari forradalom kezdete óta folyamatosan tesszük -, akkor több infravörös sugárzás nyelődik el a légkörben. A takaró vastagabbá válik. A Föld tovább melegszik.

A közvélemény és a politikusok számára mindez kissé elvontnak tűnhet - a láthatatlan gázok éppúgy, mint az infravörös takaró vagy a fizikusok számításai. Ha nehéz, súlyos pénzügyi kihatású döntéseket kell hozni, nem kellene-e valamivel több bizonyíték arra nézve, hogy valóban *létezik* az üvegházhatás és hogy a jelenség túlzott fellépése veszélyes lehet? A természet volt olyan szíves, és a legközelebbi bolygósomszédunk képében intő példát állított elénk. A Vénusz bolygó csak valamivel van közelebb a Naphoz, mint a Föld, egybefüggő felhőtakarója azonban olyan fényes, hogy magát a bolygó felszínét kevesebb napsugárzás éri, mint a Földet. Az üvegházhatás nélkül felszínének hűvösebbnek kellene lennie a Földénél. Átmérője és tömege csaknem pontosan ugyanakkora, mint a Földé, ezért mindebből naivan arra a következtetésre juthatunk, hogy a bolygó felszíne kellemes, a földihez hasonló környezetet nyújthat, amely a jövőben akár turistautak célpontja is lehet. Ha viszont az egyébként jórészt kénsavcsepkekből álló felhőtakarón keresztül űrszondát küldenénk a bolygóra, amint azt a szovjetek meg is tették az úttörő jelentőségű *Venyerá* kutatószondák révén, akkor a bolygó körül rendkívül sűrű, főként szén-dioxidból álló légkört találnánk, amelynek nyomása a bolygó felszínén kilencvenszerese a földfelszíni légnyomásnak. Ha a szonda belsejéből kidugunk egy hőmérőt, amint azt a *Venyerák* esetében meg is tették, akkor megállapíthatjuk, hogy a Vénusz felszíni hőmérséklete mintegy 470 Celsius-fok, vagyis olyan forróság uralkodik ott, hogy az ón vagy az ólom megolvadna. Nagyobb a forróság, mint bármely háztartási sütő belsejében, ami a nagy tömegű szén-dioxid-légkör által okozott

üvegházhatásnak tudható be. (A bolygó légkörében kisebb mennyiségben vízpára és más, az infravörös sugarakat elnyelő gázok is előfordulnak.) A Vénusz az élő példa arra, milyen kellemetlen következményei lehetnek annak, ha a légkörben túlságosan megnő az üvegházhatású gázok mennyisége. Különösen azok figyelmébe ajánlható, akik a különféle beszélgetős rádióműsorokban ideológiai alapon úgy vélekednek, hogy az egész üvegházhatás pusztá humbug.

Ahogy egyre többen leszünk a Földön és ahogy növekszik civilizációnk műszaki teljesítőképessége, úgy egyre több, az infravörös sugárzást elnyelő gázt juttatunk a légkörbe. Léteznek olyan természetes folyamatok, amelyek kivonják a légkörből ezeket a gázokat, napjainkban azonban már olyan ütemben termeljük a különféle szennyező anyagokat, hogy azzal egyetlen természetes eltávolító mechanizmus sem képes lépést tartani. A fosszilis tüzelőanyagok elégetésétől kezdve egészen az erdők kurtásáig (a fák CO_2 -t vonnak ki a légkörből és azt faanyaggá alakítják) mi emberek évente 7 milliárd tonna széndioxid légkörbe juttatásáért vagyunk felelősek.

A túloldali ábrán megfigyelhetjük a légkör szén-dioxid-tartalmának időbeli növekedését. Az adatok a Hawaii-szigeteken létesített Mauna Loa légkörkutató obszervatóriumból származnak. Hawaii nem tartozik a világ legfejlettebb ipari övezetei közé, ugyanakkor kiterjedt erdőirtás sem tapasztalható a szigeteken (ami ugyancsak többlet-szén-dioxidot juttatna a légkörbe). A légköri szén-dioxid mennyiségének Hawaii fölött kimutatott időbeli növekedése a Föld legkülönbözőbb helyein végzett emberi tevékenység következménye. A bárhol a világon a légkörbe jutó szén-dioxidot az általános légkörzés szétteríti egész bolygónk fölött, így az többek közt Hawaiira is eljut. A grafikonon jól megfigyelhető a légkör széndioxid-tartalmának éves periódusú ingadozása. Ezt a lombhullató fák okozzák, amelyek nyáron, amikor zöldellnek, CO_2 -t vonnak ki a légkörből, télen viszont nem, hiszen akkor lombjukat lehullatják. Erre az éves ingadozásra rakódik rá egy félreérthetetlenül felismerhető, folyamatos növekedés. A CO_2 részaránya a légkört alkotó gá-



zokon belül jelenleg 350 milliomodrész, azaz minden egymillió gázmolekula közül 350 szén-dioxid, ami több, mint eddig bármikor az emberiség története során. A halogénezett szénhidrogének mennyisége növekszik a leggyorsabban - évente mintegy öt százalékkal - a CFC-ipar ugyanis világszerte fellendülőben van, bár az utóbbi időben a termelést már kezdik visszafogni.¹⁷ További üvegházhatású gázok is kerülnek a légkörbe, például bizonyos mezőgazdasági és ipari munkafolyamatok következtében metán.

Nos ha tudjuk, mennyi üvegházhatású gázt eresztünk a légkörbe, továbbá azt állítjuk, hogy tisztában vagyunk azzal, mennyire teszi mindez átlátszatlanná a légkört az infravörös sugárzás számára, akkor vajon ki tudnánk-e számítani, mennyivel nőtt meg bolygónk átlaghőmérséklete az utóbbi néhány évtizedben a légkörbe jutó CO₂ és egyéb gázok hatására? Igen, ki tudjuk számítani. Óvatosaknak kell azonban lennünk. Nem szabad megfélemednünk a Nap működésének tizenegy éves ciklikusságáról, továbbá arról, hogy a naptevékenységi ciklus során csekély mértékben bár, de változik a Nap által kisugárzott energia mennyisége. Figyelembe kell vennünk, hogy a tűzhányók időnként ledobják a hegy tetejét, miközben parányi kénsav-csepecskéket eresztenek a sztratoszférába. Ezáltal a légkör több fényt ver vissza a világűrbe, vagyis a Föld enyhén lehűl. Számítások szerint egy nagy erejű kitörés akár éveken keresztül csaknem egy Celsius-fokkal csökkentheti a Föld középhőmérsékletét. Arról sem szabad megfélemednünk, hogy az alsóbb légkör tele van különféle, ipari eredetű, kéntartalmú szemcsékkel, amelyek amellet, hogy idelent károsítják az emberek egészségét, odafent hozzájárulnak a Föld lehűléséhez. Hasonló hatása van a felszín megbolygatott helyeiről a szél által felkapott és tovább sodort, a levegőben lebegő ásványi eredetű pornak is. Ha mindezeket a tényezőket - sok továbbival egyetemben - figyelembe vesszük, valamint az éghajlatkutatók által kidolgozott legponto-

¹⁷ Ismételten emlékeztetünk arra, hogy a halogénezett szénhidrogének egyrészt elbontják az ózonréteget, másrészt hozzájárulnak az általános felmelegedéshez. A két - egymástól alapvetően különböző környezeti hatást sokan és sok helyütt összekeverik.

sabb számítási módszereket használjuk, akkor az alábbi végkövetkeztetésre jutunk: a XX. század folyamán a fosszilis tüzelőanyag-on elégetése következtében a Föld átlaghőmérsékletének néhány tized Celsius-fokkal kellett megnőnie.

Természetesen szeretnénk ezt az előrejelzést a megfigyelt tényekkel összevetni. Vajon valóban megnőtt-e egyáltalán a XX. század folyamán a Föld átlaghőmérséklete, és ha igen, akkor tényleg a számításaink szerinti mértékben? Ebben az esetben ismét ropant elővigyázatosaknak kell lennünk. Csak a nagyvárosoktól távol végzett hőmérsékletmérések eredményeit szabad figyelembe vennünk, mert a városok az odakoncentrálnódó ipari tevékenység és a növényzet viszonylagos hiánya következtében valójában melegebbek a környező vidéki területeknél. Megfelelően átlagolni kell a különböző földrajzi szélességeken, tengerszint fölötti magasságokban, évszakokban és napszakokban gyűjtött adatokat. Tekintettel kell lennünk a szárazföldeken, illetve a vizek fölött végzett mérések közötti különbségekre. Ha mindezen tényezőket messzemenően figyelembe vesszük, akkor azt tapasztaljuk, hogy eredményeink összhangban vannak az elméleti várakozásokkal.

A XX. században a Föld átlaghőmérséklete valamicskével - egy Celsius-foknál kevesebbel - magasabb lett. A görbe számottevő ingadozásokat mutat, amit a globális éghajlati jel zajának kell tekintenünk. Mindamellet 1860 óta a tíz legmelegebb év az 1980-as és 1990-es években következett be, annak ellenére, hogy a Fülöp-szigeteki Mount Pinatubo tűzhányó 1991-es felrobbanása érzékelhető lehűlést okozott. A Mount Pinatubo robbanása húsz-harminc millió tonna kén-dioxidot és különféle aeroszolt juttatott a Föld légkörébe. A finom szemcsék mintegy három hónap leforgása alatt teljesen körülvették a Földet. Két hónap elteltével a felhő a Föld felszínének még csak kétötödét borította be. Ez volt századunk második legnagyobb erejű vulkánkitörése (amelyet csak az alaskai Mount Katmai 1912-es kitörése múlt felül). Ha számításaink helyesek és a közeljövőben nem következik be újabb, nagy erejű vulkanikus robbanás, akkor az 1990-es évek végére visszaállhat az emelkedő tendencia. Ez így is történt: 1995 volt a feljegyzések szerinti legmelegebb év, amelynek középhőmérséklete kismértékben bár, de felülmúlta az addigi rekordot.

Van még egy módszer annak ellenőrzésére, hogy az éghajlatkutatók jól végzik-e a dolgukat. Megkérhetjük őket, végezzenek visszamenőleg számításokat. A Föld története során többször ment keresztül jégkorszakokon. Vannak olyan módszereink, amelyekkel következtetni tudunk a hőmérséklet múltbeli ingadozásaira. Vajon a klimatológusok előrejelzései (pontosabban „hátrajelzései”) összhangban vannak-e ezekkel az eredményekkel?

A földi éghajlat történetére vonatkozóan fontos következtetéseket vonhatunk le a Grönlandot és az Antarktiszt borító jégsapkából vett mélységi fúróminták elemzéséből. Az ehhez szükséges mélyfúrások módszereit éppen a kőolajiparban fejlesztették ki, ily módon pontosan azok, akik a fosszilis tüzelőanyagok kitermeléséért felelősek, jelentős mértékben hozzájárultak tevékenységük káros következményeinek tisztázásához. A fúrómagok aprólékos fizikai és kémiai elemzése révén bebizonyosodott, hogy a Föld középhőmérséklete és a légköri szén-dioxid mennyisége egymással szinkronban változott: minél több CO_2 volt a légkörben, annál melegebb volt a Föld. Az elmúlt néhány évtized világméretű hőmérsékletváltozási tendenciáinak kutatásában használt számítógépes modellek az üvegházhatású gázok mennyiségének ősi változásaiból kiindulva pontosan kiadják a jégkorszakok éghajlatát. (Természetesen senki sem gondol arra, hogy valamilyen jégkorszak előtti civilizáció kevésbé hatékony üzemanyag-felhasználású autókkal közlekedett, miközben óriási mennyiségű üvegházgázt juttatott a légkörbe. A CO_2 mennyiségének bizonyos ingadozása természetes úton is létrejön.)

Az elmúlt néhány százezer évben a Föld több jégkorszakon ment keresztül. Húszezer évvel ezelőtt Chicago helyén két kilométer vastag jégtakaró fedte a szárazföldet. Most éppen két jégkorszak között, egy úgynevezett interglaciális időszakban járunk. Az egész Földre vonatkozóan a jégkorszakokban és az interglaciálisokban számított átlaghőmérsékletek *különbsége* mindössze három és hat Celsius-fok között lehet. Ezt a tényt azonnali vészjelzésként kell felfognunk, kiderült ugyanis, hogy már néhány fokos hőmérsékletváltozásnak is súlyos következményei lehetnek.

Ezzel a módszereik helyességét igazoló tapasztalattal a tarso-lyukban az éghajlatkutatók már bátran megjósolhatják, milyenné

válhat a Föld éghajlata, ha tovább folytatjuk a fosszilis tüzelőanyagok elégetését, és továbbra is elképesztő tempóban okadjuk a légkörbe az üvegházhatású gázokat. A különböző kutatócsoportok - a delphoi jósdá mai megfelelői - számítógépes modelleket fejlesztettek ki a hőmérséklet változásának előrejelzésére. Arra kíváncsiak, mennyivel nő meg az átlaghőmérséklet, ha mondjuk a légkörben lévő szén-dioxid mennyisége megkétszereződik. A fosszilis tüzelőanyagok jelenlegi ütemű elégetése esetén ez a helyzet egyébként valamikor a XXI. század végére várható. A modellszámításokat végző legfontosabb mai jósdák a Nemzeti Óceáni és Légköri Igazgatóság (NOAA) Geofizikai Folyadékdinamikai Laboratóriuma Princetonban, a NASA Goddard Űrtudományi Intézete New Yorkban, a Nemzeti Légkörkutatói Központ Boulderben (Colorado), az Energiaügyi Minisztérium Lawrence Livermore Nemzeti Laboratóriuma Kaliforniában, az Oregon Állami Egyetem, a Hadley Éghajlat-előrejelzési és Kutatói Központ Nagy-Britanniában, valamint a Max Planck Meteorológiai Intézet Hamburgban. Mindezen intézmények kutatóinak előrejelzése szerint az átlagos hőmérsékletemelkedés valahol egy és négy Celsius-fok között várható.

Ez a növekedés gyorsabb bármilyen korábbi, a civilizáció megjelenése óta bekövetkezett változásnál. Az alacsonyabb érték esetén némi küzdelem árán talán legalább a fejlett, ipari társadalmak képesek lesznek alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez. Ha az előrejelzett magasabb érték válna valóra, akkor a Föld éghajlati térképe drámai mértékben átrajzolódna, ami a szegény és a gazdag országokra nézve egyaránt katasztrofális következményekkel járna. Bolygónk nagyobb részén az erdőségek és a vadon élő állatok egymástól elszigetelt területekre lennének kénytelenek visszahúzódní. Az élőlények képtelenek lennének az éghajlatváltozás sebességének megfelelő tempóban új élőhelyekre vándorolni. Jelentős mértékben felgyorsulna a fajok kipusztulása. A termények és az emberek tömeges szállítása válna szükségessé.

A felsorolt kutatócsoportok egyike sem állítja, hogy a légkör szén-dioxid-tartamának megkétszereződése esetén a Föld átlaghőmérséklete csökkenne. Egyikük sem állítja, hogy a változás több tíz vagy több száz fokot tenne ki. Olyan lehetőség van a birtokunkban, ami az ókori görögöknek nem adatott meg: számos

különböző jósdához fordulhatunk, majd összehasonlíthatjuk próféciáikat. Ha ezt meg tesszük, kiderül, hogy az előrejelzések nagyjából ugyanazt mondják. A válaszok jól egybecsengnek a témakörben készített legelső előrejelzések adataival, többek között a Nobel-díjas svéd kémikus, Svante Arrhenius eredményeivel, aki már a század elején hasonló eredményekre jutott, bár mai kollégáinál sokkal kevésbé részletesen ismerte a széndioxid infravörös-elnyelési sajátosságait és a Föld légkörének tulajdonságait. Az összes kutatócsoport által alkalmazott fizikai módszerek helyesen adják meg a Föld jelenlegi hőmérsékletét, valamint a más bolygókon, elsősorban a Vénuszon kialakuló üvegházhatás mértékét. Természetesen előfordulhat, hogy valamilyen egyszerű tényről mindannyian megfeledkeznek. Mindamellet a különböző csoportok eredményei közötti feltűnően jó összhang arra int bennünket, hogy az előrejelzéseket komolyan kell venni.

Vannak azonban további nyugtalanító előjelek is. Norvég kutatók vizsgálatai szerint az északi sarkvidéket borító jégtakaró kiterjedése 1978 óta csökkent. Ugyanebben az időszakban óriási hasadékok keletkeztek az Antarktisz jégmezőin. 1995 januárjában a Larsen-jégnyúlvány 4200 négyzetkilométer területű darabja szakadt bele az Atlanti-óceánba. A Föld minden részén figyelemre méltó mértékben visszahúzódtak a magashegyi gleccserek. A világ számos helyén fordulnak elő szélsőséges időjárási helyzetek. A tenger szintje folyamatosan emelkedik. Önmagában a fentiek közül még egyik tendencia sem jelentene bizonyítékot arra nézve, hogy az adott folyamatért nem a természetes eredetű ingadozások, hanem civilizációnk működése a felelős. Így együttesen azonban feltétlenül aggodalomra adnak okot.

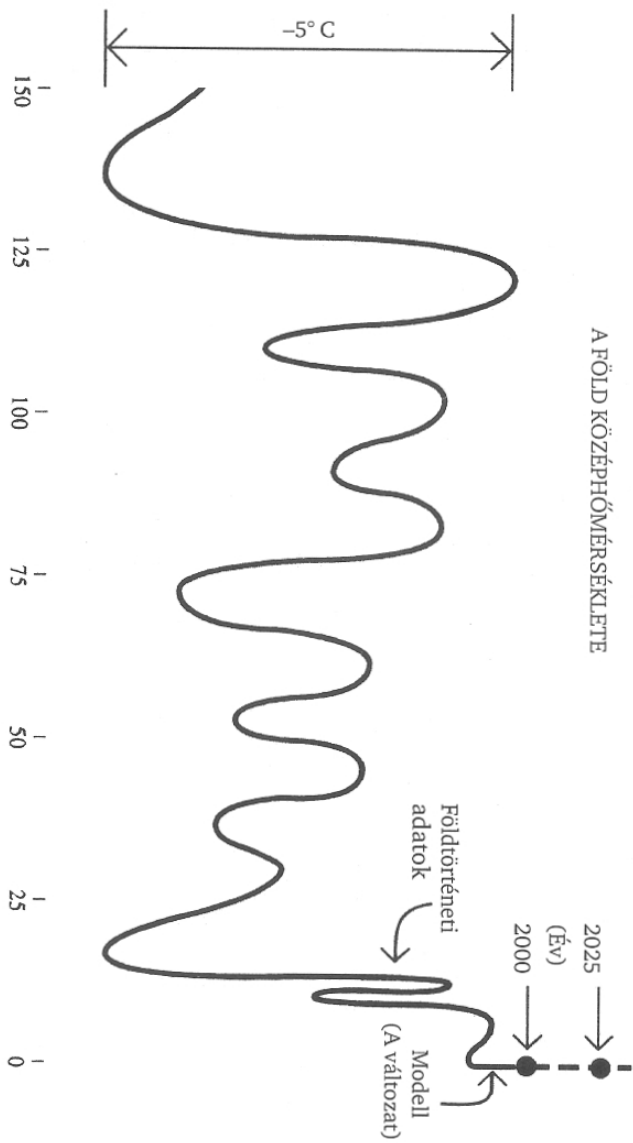
Egyre több éghajlati szakértő jutott a közelmúltban arra a következtetésre, hogy immár kimutathatóak az ember okozta világméretű felmelegedés jelei. Az Éghajlat-változási Kormányközi Testületet (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) alkotó 25 000 tudós képviselői egy átfogó vizsgálat eredményeképpen 1995-ben arra a következtetésre jutottak, hogy „a bizonyítékok mérlegelése arra utal, hogy már megfigyelhető mértékű az éghajlatra gyakorolt emberi hatás”. Bár a bizonyítékok Michael MacCracken, az Egyesült Államok Globális Változás

Kutatási Programjának igazgatója szerint egyelőre még nem „minden kétséget kizáróak”, mégis „egyre kényszerítőbb erejűek”. Thomas Karl, az Egyesült Államok Éghajlati Adatközpontja munkatársa szerint valószínűtlen, hogy a megfigyelt felmelegedést természetes eredetű ingadozás okozná. „Kilencvenkilencvenöt százalékos annak a valószínűsége, hogy nem vezetnek félre az adatok.”

A túloldali ábra nagyon hosszú időtartamot fog át. A bal szélén 150 000 évvel ezelőtt járunk, kőbaltát használunk és roppant elégedettek vagyunk magunkkal, amiért igánkba hajtottuk a tüzet. A Föld hőmérséklete az évezredek során a jégkorszakok és az interglaciálisok között ingadozik. A változások teljes amplitúdója, vagyis a leghidegebb és a legmelegebb időszakok átlaghőmérsékletének különbsége mintegy öt Celsius-fok. E határok között kanyarog a görbe sok tízezer éven keresztül. A legutolsó jégkorszak végét követően már íjat és nyilat használunk, háziasított állataink vannak, elkezdjük a földet művelni és letelepszünk, majd fémből készült fegyvereket használunk, városokat építünk, rendőrséget hozunk létre, adókat vetünk ki és lélekszámunk exponenciális növekedésnek indul. Kibontakozik az ipari forradalom és hamarosan atomfegyverekre teszünk szert (mindezen felfedezések jobbára a görbe folytonos vonallal ábrázolt szakaszának a legvégére esnek). Ezt követően elérkezünk a jelenkorba, a folytonos vonal végéhez. A továbbiakban szaggatott vonallal az üvegházhatás figyelembevételével számított előrejelzések eredményeit ábrázoltuk. Az ábráról világosan leolvasható, hogy most (vagy ha a jelenlegi tendencia folytatódik, akkor a közeljövőben) nemcsak *évszázadunk*, hanem az elmúlt *150 000 év* legmelegebb időszakát éljük át. Mindez világosan érzékelteti az emberi faj által kiváltott globális változás nagyságát, de egyúttal azt is, hogy ehhez fogható éghajlatváltozás még nem volt az emberiség történetében.

A globális felmelegedés önmagában nem jelenti az időjárás

A FÖLD KÖZÉPHŐMÉRSEKLETE



rosszabbra fordulását. Megnöveli azonban a kedvezőtlen időjárás valószínűségét. A kedvezőtlen időjárás természetesen nem azonos a globális felmelegedéssel, de az összes számítógépes modell egybehangzó tanúsága szerint a globális felmelegedéssel szükségszerűen együtt jár, hogy gyakoribbá válnak a kedvezőtlen időjárási események, a szárazföldek belső részén a súlyos aszályok, a tengerparti vidékeken a heves viharok és áradások, egyes helyeken az átlagosnál jóval hidegebb és melegebb időszakok. Ezeket mind bolygónk átlagos hőmérsékletének viszonylag mérsékelt növekedése idézi elő. Ezért téves egyes napilapok vezércikkjeinek az az állítása, miszerint például a Detroitban januárban tapasztalható rendkívüli hideg kétségbe vonja a globális felmelegedés tényét. Az időjárási katasztrófák sokba kerülnek. Egyetlen példát említünk csak: az Egyesült Államok biztosítási ágazata egyetlen hurrikán (az 1992-es Andrew) következtében 50 milliárd dolláros nettó veszteséget volt kénytelen elkönyvelni, ami egyébként csak töredéke az 1992. évi teljes veszteségeiknek. A természeti katasztrófák évente több mint 100 milliárd dollár kárt okoznak az Egyesült Államoknak. A világszerte fellépő károk ennél jóval tetemeesebbek.

Az időjárás változásai hatással vannak a fertőző betegségeket terjesztő mikroorganizmusokra is. A kolera, a malária, a sárgaláz, a dengue-láz és a hantavírusos tüdőgyulladás utóbbi időben történő ismételt felbukkanása feltételezhetően mind az időjárás változásával áll kapcsolatban. Az egészségügyi szervek legújabb becslése szerint a trópusi és szubtrópusi éghajlatú területek kiterjedése és a maláriaszúnyogok ennek következtében történő elszaporodása miatt a jövő század végére a mostaninál évente 50-80 millióval több maláriás megbetegedés fordul elő. Hacsak nem teszünk ellene valamit. Az ENSZ 1996-ban készült egyik jelentése a következőképpen érvel: „Ha a kedvezőtlen közegészségügyi folyamatok valószínűsíthetően az éghajlatváltozás következményei, akkor ezúttal nincs lehetőségünk arra, hogy további bizonyítékokra várjunk, mielőtt cselekszünk. A várakozó állaspontra helyezkedés legalábbis gondatlan-

ság lenne, de rosszabb esetben értelmetlenség.”

A jövő századra vonatkozó éghajlati előrejelzések eredménye attól függ, hogy továbbra is a jelenlegi ütemben juttatunk-e a légkörbe üvegházhatású gázokat, netalán még fokozzuk is a tempót, vagy sikerül visszafogni a folyamatokat. Minél több üvegházgáz van a légkörben, annál melegebb lesz. A hőmérséklet akkor is jelentősen megnő, ha csak mérsékelt növekedést tételezünk fel. Mindezek azonban az egész Földre vonatkozó átlagok, egyes helyek sokkal hidegebbé válnak, mások az átlagosnál jobban felmelegednek. Nagy területekre jósolnak súlyos aszályt. Számos előrejelzés szerint a világ nagy gabonatermelő körzetei Dél- és Délkelet-Ázsiában, Latin-Amerikában és Afrika Szaharától délre fekvő vidékein forróbb éghajlatúvá válnak és elsivatagosodnak.

A közepes földrajzi szélességeken fekvő, mezőgazdasági termékeket exportáló egyes országok (például az Egyesült Államok és Kanada) eleinte gabonaexportjuk növekedése révén még nyerhetnek is az ügyön. A szegény országokat mindenképpen súlyosabban fogja érinteni a felmelegedés. A XXI. században a szegény és a gazdag országok közötti szakadék emiatt és más okok miatt is tovább fog szélesedni. Sokmilliónyi ember, akiknek a gyermekei éheznek és nekik maguknak már nincs veszteni valójuk, súlyos és tényleges problémát okoznak majd a gazdagoknak, amint arra a forradalmak története megtanított.

Az aszály okozta világméretű mezőgazdasági válság bekövetkeztének a valószínűsége 2050 körül válik számottevővé. Egyes tudósok szerint kicsi, talán csak tíz százalék a valószínűsége annak, hogy a globális felmelegedés következtében 2050-re a világ mezőgazdasága kiterjedt válságba jut. Átmenetileg egyes területeken - például Kanadában vagy Szibériában - még kedvezőbbre is fordulhat a helyzet (feltéve, hogy a talaj alkalmas a mezőgazdasági művelésre ezeken a helyeken), miközben az alacsonyabb szélességeken fekvő országok alaposabban megsínylik a változásokat. Ha azonban elég sokáig várunk, akkor az éghajlat az egész világon kedvezőtlenebbre fordul.

A Föld felmelegedésével együtt a tengerek vízszintje

megemelkedik. A jövő század végére a vízszint több deciméterrel, vagy akár egy méterrel is magasabb lehet a jelenleginél. Ennek részben a felmelegedő tengervíz hőtágulása, részben pedig a gleccserek és a sarkvidékek jégtömegének a megolvadása az oka. Az idő múlásával a vízszint tovább emelkedik. Senki sem tudja mikor, de elérkezik az a pillanat, amikor az előrejelzések szerint Polinézia, Melanézia és az Indiai-óceán sok lakott szigete örökre a hullámsírba merül és eltűnik a Föld színéről. Elég érthető módon már megalakult a Kis Szigetországok Szövetsége, amely harcosan szembehelezkodik az üvegházgázok légkörbe kerülésének minden formájával. A tenger szintjének emelkedése pusztító következményekkel jár Velence, Bangkok, Egyiptom, New Orleans, Miami, New York és általában a Mississippi, a Jangce, a Sárgafolyó, a Rajna, a Rhöne, a Po, a Nílus, az Indus, a Gangesz, a Niger és a Mekong folyók völgyének sűrűn lakott területei számára. Az emelkedő tengervíz egyedül Bangladesben több tízmillió embert üldöz el a lakóhelyéről. Óriási, eddig ismeretlen problémát jelentenek a környezetvédelmi menekültek, hiszen ahogy nő a népesség és pusztul a környezet, úgy lesz a társadalmi berendezkedés egyre kevésbé alkalmas a gyors változások kezelésére. De vajon hová fognak ezek az emberek menekülni? Hasonló problémákkal kell majd Kínának is szembenéznie. Ha továbbra is úgy élünk és tevékenykedünk, ahogy eddig, akkor a Föld évről évre melegebb lesz; az aszályok és az áradások egyre pusztítóbbakká válnak; számos város, tartomány vagy egész ország tűnik el a tenger hullámaiban - hacsak nem teszünk világszerte hősies erőfeszítést igénylő műszaki ellenintézkedéseket. Hosszú távon még iszonyúbb következményekkel kell számolnunk, mert összeomlik és belecsúszik az óceánba a nyugat-antarktiszi jégmező, ami hirtelen jelentősen tovább növeli a vízszintet, ezért csaknem minden tengerparti város víz alá kerül.

A globális felmelegedés modelljei különféle jelenségeket jósolnak meg - például a hőmérséklet alakulását, az aszályt, az időjárás változását, a tenger vízszintjének emelkedését -, amelyek a néhány évtizedtől egy-két évszázadig terjedő időszakon belül más-más időpontban válhatnak érzékelhető-

vé. A következmények mindenesetre oly ijesztőeknek tűnnek, elhárításuk pedig olyan költséges, hogy sokan sok helyütt komoly erőfeszítéseket tettek annak érdekében, hogy valamilyen hibát találjanak az okfejtésben. Egyes próbálkozásokat pusztán a tudományos gondolkodással együtt járó, az új elképzelésekkel szembeni kételkedés motivált, másokat az érintett iparágak profitja. A próbálkozások egyik kulcsfontosságú tényezője a visszacsatolás.

A globális éghajlati rendszerben a pozitív és a negatív visszacsatolás működése egyaránt megfigyelhető. A kettő közül a pozitív visszacsatolás a veszélyesebb. Íme egy példa a pozitív visszacsatolásra: az üvegházhatás következtében a hőmérséklet kissé megemelkedik, ezért a sarkvidéki jégtakaró egy része megolvad. A sarki jég azonban világosabb színű a nyílt tengernél. A jég egy részének megolvadása miatt a Föld egésze kissé sötétebbé válik. Ennek következtében valamivel több napfényt nyel el, aminek hatására még jobban felmelegszik, még több jég olvad el, és így tovább. A változás - önmagát minden határon túl erősítve - folytatódik. Ez tehát a pozitív visszacsatolás. Egy másik példa a pozitív visszacsatolásra a következő: ha valamivel több CO_2 kerül a légkörbe, akkor a Föld felszíne - beleértve az óceánokat is - kissé felmelegszik. A melegebb víz valamivel gyorsabban párolog, tehát több vízpára jut a légkörbe. A vízgőz viszont ugyancsak üvegházhatású, ezért több hőt képes elnyelni, ami tovább növeli a hőmérsékletet.

A visszacsatolás másik fajtája a negatív visszacsatolás. Ezek sokkal barátságosabbak. Íme, egy példa: melegítsük fel a Földet, mondjuk úgy, hogy valamivel több szén-dioxidot juttatunk a légkörébe. Mint az előbb láttuk, ennek hatására több vízpára kerül a levegőbe, ettől azonban megnő a felhők mennyisége. A felhők világos színűek, vagyis több napfényt vernek vissza a világűrbe, végső soron tehát kevesebb napsugárzás éri el a földfelszínt. A hőmérséklet kezdeti megnövekedése olyan folyamatokat indított el, amelyek végső soron a hőmérséklet csökkenését eredményezik. Vagy nézzünk egy másik lehetőséget: kerüljön valamivel több szén-dioxid a légkörbe. A növények általában szeretik a több szén-dioxidot, ettől

gyorsabban nőnek, ezáltal viszont csökkentik az üvegházhatást. A negatív visszacsatolás a globális felmelegedés termosztátjaként működik. Ha szerencsénk van, akkor a negatív visszacsatolású folyamatok az erősebbek, ezért a felmelegedés talán önszabályozó lehet. Ebben az esetben kellemes helyzetben lehet részünk, hiszen anélkül követhetjük Kasszandra ügyfeleit, hogy osztoznunk kellene a sorsukban.

Csupán az a kérdés, kiegyenlítik-e egymást a pozitív és a negatív visszacsatolású folyamatok, és ennek köszönhetően lezárhatjuk-e a kérdés további tárgyalását. Nos ebben senki sem teljesen biztos. A helyes választ akkor kaphatjuk meg, ha megpróbáljuk visszamenőleg kiszámítani, hogy az üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése és csökkenése a jégkorszakok idején milyen hatást gyakorolt a világméretű felmelegedésre, illetve lehülésre. A másik lehetőség, hogy a kiinduló paraméterek szisztematikus változtatásával arra kényszerítjük a számítógépes modellt, hogy a történelmi adatokkal összhangban álló eredményeket adjon. Az ily módon kalibrált modell automatikusan számot ad a természetes éghajlati folyamatok ismert és ismeretlen visszacsatolási mechanizmusairól. Még így is előfordulhat azonban, hogy a jövőben a Föld olyan éghajlati helyzetbe kerül, amilyen az elmúlt 200 000 év alatt még sohasem fordult elő, ezért olyan visszacsatolási folyamatok indulhatnak meg, amelyenről még csak nem is lehet tudomásunk. Tudjuk például, hogy a tőzegtelepek sok metánt zárnak magukba (ami néha a kísértetiesen libegő fénytűnemény, az úgynevezett lidércfény megjelenéséhez vezet). Elképzelhető például, hogy a Föld felmelegedése következtében a tőzegtelepek metántartalma az eddiginél gyorsabb ütemben bugyog a felszínre. Márpedig a metán üvegházhatású gáz, ami tovább melegíti az éghajlatot, így máris előállt egy újfajta, pozitív visszacsatolást eredményező folyamat.

Wallace Broecker (Columbia Egyetem) felhívja a figyelmet a Kr. e. 10 000 körül bekövetkezett gyors felmelegedésre, amely közvetlenül megelőzte a mezőgazdaság kialakulását. A változás olyan meredek volt, hogy az szinte instabilitást okozott az óceán-légkör rendszer működésében. Véleménye szerint ha a Föld éghajlatát túlságosan drasztikusan toljuk el egy bizonyos irány-

ban, akkor az könnyen átléphet valamilyen küszöböt, majd az egész rendszer robbanásszerű hevességgel megindul egy más paraméterekkel jellemezhető egyensúlyi állapot felé. Véleménye szerint most éppen egy ilyen átbillenés határára érkezünk. Ebben az esetben a helyzetünk még rosszabb, sőt sokkal rosszabb.

Akárhogy is, elég magától értetődő, hogy minél gyorsabban változik az éghajlat, annál nehezebben tudja a rendszer - bármily alkalmazkodóképes is legyen - utolérni önmagát és stabilizálódni. Kérdés, hogy nagyobb valószínűséggel feledkezünk-e meg a kellemetlen hatású visszacsatolásokról, mint a kellemesekről. Nem vagyunk elég ügyesek ahhoz, hogy mindent előrejelezzünk. Ez természetesen nyilvánvaló. Azt hiszem, valószínűtlen, hogy a tudatlanságunk folytán figyelmen kívül hagyott tényezők összességében megmentenének bennünket. Lehet, hogy így lesz. De hajlandóak lennénk erre feltenni az életünket?

A környezetvédelmi kérdések súlyossága és jelentősége jól tükröződik a különféle szakmai szervezetek összejövetelén is. Az Amerikai Geofizikusok Egyesülete például a földtudománnyal foglalkozó szakemberek világviszonylatban legnagyobb szervezete. A közelmúltban (1993) tartott éves gyűlésükön egy egész ülésszakot szenteltek a Föld történetében előfordult meleg időszakoknak, azzal a céllal, hogy alaposabban megértsék, mik lehetnek a globális felmelegedés következményei. A legelső előadó azonban arra figyelmeztetett, hogy „mivel a jövőben a felmelegedés nagyon gyors lesz, nincs a földtörténeti múltban analógiája az üvegházhatás okozta, XXI. századi felmelegedésnek”. Négy félnapos ülésen foglalkoztak az ózonréteg fogyásával, három ülésen pedig a felhőzet és az éghajlat közötti visszacsatolással. További három ülést szenteltek a múltbeli éghajlat általános vizsgálatának. J. D. Mahlman (NOAA) már előadása elején megjegyezte, hogy „az Antarktisz fölötti, figyelemre méltóan nagy ózonhiány 1980-as évek elején történt felfedezése mindenkit tökéletesen váratlanul ért”. Az Ohio Állami Egyetem Byrd Sarkkutató Központjának munkatársai előadásukban Nyugat-Kína és Peru gleccsereiből

származó jégminták elemzése alapján a Föld jelenlegi felmelegedése mellett szóló bizonyítékokat sorakoztattak fel, összehasonlítva a mai adatokat az elmúlt 500 év történetére vonatkozóakkal.

Figyelembe véve, milyen vitatkozó természetű a tudományos közösség, figyelemre méltó, hogy egyetlen olyan előadás sem hangzott el, amely azt állította volna, hogy az ózonréteg elvékonyodása vagy a globális felmelegedés csak félrevezetés vagy érzéki csalódás lenne. Azt sem állította senki, hogy az Antarktisz fölött mindig is létezett az ózonlyuk vagy hogy a légköri szén-dioxid mennyiségének megkétszereződése esetén a globális felmelegedés számottevően kevesebb lenne négy foknál. Pedig busás jutalom illetné azt, aki ki tudná mutatni, hogy nem is létezik az ózonréteg elvékonyodása vagy hogy a globális felmelegedés jelentéktelen mértékű. Számos erős és gazdag iparág és magánszemély húzna nagy hasznot abból, ha az utóbbi állítások bizonyulnának igaznak. Amint azonban azt a tudományos ülések programja alátámasztani látszik, ez valószínűleg csak kétségbeesett reménykedés.

Technikai civilizációnk tehát valóságos veszélyhelyzetet teremtett saját maga számára. A fosszilis tüzelőanyagok szerte a világon mindenütt egyformán károsítják a légzőszervek egészségi állapotát, az erdők, a tavak, a tengerpartok és az óceánok életét, valamint a világ éghajlatát. Egészen biztos, hogy senki sem akar szánt szándékkal kárt okozni. A fosszilis tüzelőanyagokra épülő iparágak vezetői egyszerűen csak megpróbálják némi profithoz juttatni saját magukat és részvényeseiket, aminek érdekében olyan termékeket állítanak elő, amelyekre mindenkinek szüksége van, és aminek folytán hozzájárulnak annak az országnak a katonai és gazdasági erejéhez, amelyben éppenséggel tevékenykednek. A kárt tehát nem szándékosan okozták, sőt szándékaik emberségesek voltak. Ráadásul a fejlett világban legtöbbünk bőséggel részesült a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó előnyökből. Végül, a gondok létrejöttéhez sok ország több generációja egyformán hozzájárult. Mindezen tények érzékeltetik, nem alkalmas az idő arra, hogy egymásra mutogassunk. Nem egyetlen ország, egyetlen nemzedék vagy egyetlen iparág rángatott bele mindannyiunkat

ebbe a mocskos helyzetbe, ezért egyetlen ország, egyetlen nemzedék vagy egyetlen iparág sem képes önerejéből kimászni a szorult helyzetből. Ha el akarjuk kerülni az éghajlatváltozás veszélyeinek a legrosszabb irányban történő beteljesedését, akkor egyszerűen mindannyiunknak, hosszú időn keresztül együtt kell dolgoznunk. A legfőbb akadály természetesen a tehetetlenség, a változásokkal szembeni ellenállás, valamint az egész világot behálózó, óriási, egymással összefonódó ipari, gazdasági és politikai érdekeltségek, amelyek mind a fosszilis tüzelőanyagok hasznélvezői, jöllehet éppen a fosszilis tüzelőanyagok minden baj okozói. Az Egyesült Államokban ahogy gyűlnek a globális felmelegedés súlyosságára vonatkozó bizonyítékok, úgy zsugorodik a politikai akarat, hogy valamit tegyünk.

Kiút a csapdából

Őszintén szólva sohasem félhet az, aki azt hiszi, hogy vele semmi sem történhet... Félelmet csak azok éreznek, akik elhiszik, hogy történhet velük valami... Az emberek nem hiszik ezt el, amikor nagy jólétben élnek, vagy legalábbis úgy gondolják, mert ennek következtében arcátlanná, megvetővé és nemtörődömmé válnak... De ha megérik a bizonytalanság kínját, akkor lehet valamilyen halovány remény a megmenekülésre.

Arisztotelész (Kr. e. 384-322)

Retorika, 1382^b29

Mit kell tehát tennünk? Minthogy a most a légkörbe kerülő szén-dioxid évtizedeken keresztül ott marad, még a jelentős mértékű technológiai önkontroll áldásos hatása is csupán egy generáció elteltével válik érzékelhetővé - bár a világméretű felmelegedéshez hozzájáruló egyéb gázok hatása sokkal gyorsabban csökken. Meg kell különböztetnünk a rövid távú ellenintézkedéseket és a hosszú távú megoldást, szem előtt tartva, hogy mindkettőre egyaránt szükség van. Úgy tűnik, amilyen gyorsan csak lehet, ki kell dolgoznunk egy új, az egész világra kiterjedő energetikai rendszert, amely a jelenleginél jóval kevesebb üvegházhatású gázt és egyéb szennyező anyagot kelt. Ebben az esetben azonban az „amilyen gyorsan csak lehet” kifejezés akár évtizedeket is jelenthet, különösen ami a megvalósítást illeti. Már eközben is csökkentenünk kell a károkat, nagyon gondosan figyelniük kell arra, hogy az átmenet minél kevesebb kárt okozzon a világ társadalmi és gazdasági berendezkedésében, és az intézkedések következtében ne csökkenjen az életszínvonal. Az egyetlen kérdés az, hogy mi kezeljük a válságot vagy az kezel bennünket.

A Gallup egy 1995-ben végzett felmérése szerint az amerikaiak csaknem kétharmada környezetvédőnek tartja magát és a környezet védelmének elsőbbséget adna a gazdaság növekedésével szemben. Legtöbbjük beleegyezne az adók felemelésébe, ha az így keletkező többletbevétel kizárólag környezetvédelmi célokra lenne fordítható. Mégis kiderülhet,

hogy mindez megvalósíthatatlan, például azért, mert a hagyományos ipari érdekszövetségek olyan nagy hatalmúak és a fogyasztói érdekképviselések olyan gyengék, hogy a dolgok jelenlegi menetében nem várható érdemi változás, legfeljebb akkor, amikor viszont már túl késő lesz. Elképzelhető az is, hogy a nem fosszilis tüzelőanyagokon alapuló civilizációba történő átmenet olyan mély hatást gyakorol törekény világra, hogy az gazdasági káoszt okoz. Magyarán szólva, nagyon körültekintően kell megfontolnunk, merre haladjunk tovább. Létezik egy természetes törekvés is az idő húzására. Eszerint ez teljesen ismeretlen terület. Nem kellene megfontoltabban haladnunk? De ha csak egy pillantást vetünk az előre jelzett éghajlati térképekre, akkor felismerjük, hogy nem szabad az időt húznunk, meggondolatlanság túlságosan lassan haladni.

Bolygónk legnagyobb CO₂-kibocsátója az Egyesült Államok. A második legnagyobb CO₂-kibocsátó Oroszország és a volt szovjet tagköztársaságok. A harmadik helyen a fejlődő országok állnak, ha az összeset együtt vesszük számításba. Ez utóbbi fontos tény, a probléma tehát nemcsak a fejlett ipari országokat érinti, mert a tarlók felégetésével, az erdők kiirtásával és felégetésével mezőgazdasági területek nyérése céljából, a tűzifa égetésével a fejlődő országok is jelentékenyen hozzájárulnak a globális felmelegedéshez. Ugyanakkor a fejlődő országokban a legmagasabb a népszaporulat. Még ha nem is sikerül elérniük Japán, a Csendes-óceán környéki országok vagy a Nyugat életszínvonalát, ezek az országok a probléma egyre nagyobb részét fogják jelenteni. A helyzet súlyosságát tekintve ezután Nyugat-Európa következik, majd Kína és csak ezután Japán, amely a világ energetikai szempontból egyik leghatékonyabban működő országa. Ismét csak azt tudjuk tehát hangsúlyozni, hogy a globális felmelegedés az egész világ problémája, ezért a megoldásnak is globális léptékűnek kell lennie.

A problémák gyökerének kezeléséhez szükséges változások léptéke csaknem ijesztő, különösen azon politikusok számára, akik elsősorban olyan dolgok végrehajtásában érdekeltek, amelyek haszna még hivatali idejükben megmutatkozik. Ha a

helyzet jobbításához szükséges program két-, négy- és hatéves alprogramokból tevődik össze, akkor a politikusok könnyebben támogatják az ügyet, mert az egyes részprogramok haszna esetleg éppen akkorra időzíthető, amidőn újraválasztásuk esedékes. A politikusok számára azonban sokkal kevésbé szimpatikusak a húsz-, negyven- vagy hatvanéves lefutású programok, hiszen mire ezek eredményei beérnek, ők már nemcsak hivatalukból, de az élők sorából is távoznak.



Az üvegházhatás,
*amit a szén, a kőolaj és a földgáz elégetése okoz,
veszélyezteti a globális környezetet.*

Természetesen elővigyázatosaknak kell lennünk, nehogy olyan hebehurgyán cselekedjünk, mint Krózus, és utólag jöjjünk rá, hogy óriási költséggel olyasvalamit végeztünk el, ami fölösleges, ostobaság vagy éppen veszélyes. De legalább ilyen felelőtlenség figyelmen kívül hagyni a fenyegető katasztrófát és naivan abban bizakodni, hogy majd csak elmúlik magától. Nem tudnánk valamilyen középutas politikai választ

találni, amely arányban áll a probléma súlyosságával, de amely akkor sem dönt romlásba - például valamilyen *deus ex machina* negatív visszacsatolás révén -, ha túlbecsültük a helyzet súlyosságát?

Mondjuk egy hidat vagy egy felhőkarcolót akarunk tervezni. Megszokott dolog, hogy a megrendelő kívánságára a különféle katasztrofális hatásokkal szemben azok reálisan várható nagyságánál sokkal ellenállóbbra tervezzük az építményt. Miért? Azért, mert a híd vagy a felhőkarcoló összeomlásának a következményei olyan súlyosak, hogy biztosra kell mennünk. Nagyon megbízható garanciákkal kell rendelkezünk. Véleményem szerint ugyanezt a megközelítést kell alkalmaznunk a helyi, a regionális és a világméretű környezeti problémák esetében is. Ebben az esetben viszont, amint említettem, jelentős ellenállással kell számolnunk, részben azért, mert a problémák kezeléséhez a kormánytól és az ipartól rengeteg pénzre van szükség. Emiatt egyre inkább azt tapasztaljuk, hogy egyesek lekicsinylik a globális felmelegedés várható következményeit. De a híd vagy a felhőkarcoló erősebb szerkezetűre építéséhez is több pénzre van szükség. Ez a költségtöbblet a nagyméretű műszaki alkotások létesítésének szükségszerű és elfogadott velejárója. Azok a tervezők és kivitelezők, akik lecsípnek egy-egy sarkot vagy eltekintenek az efféle elővigyázatosságtól, mert nem akarják a pénzt előre nem látott, váratlan eseményekre pocsékolni, nem nevezhetők megfontolt tőkéseknek. Ezek az emberek közönséges bűnözők. Pontos szabályok léteznek arra nézve, hogyan kell olyan hidakat és felhőkarcolókat építeni, amelyek nem omlanak össze. Vajon nem lehetnének a potenciálisan sokkal veszélyesebb környezeti kérdéseket szabályozó törvényeink és erkölcsi előírásaink is?

A következőkben az éghajlatváltozással összefüggő néhány praktikus javaslatot szeretnék fölvetni. Azt hiszem, ezek számos, bár kétségtelenül nem az összes szakértő egyetértésével találkozhatnak. Csupán a kezdetet jelentik, próbálkozást a probléma kezelésére, de a helyzet súlyosságának megfelelő szinten. Nagyon nehéz lenne a globális felmelegedést sem-

missé tenni, és a Föld éghajlatát visszacsinálni olyanra, amilyen mondjuk az 1960-as években volt. A javaslatok más vonatkozásban tekinthetők mértéktartóaknak: a globális felmelegedéstől függetlenül is nagyszerű érvek szólnak a megvalósításuk mellett.

Ha műholdakról, repülőgépekről, hajókról és a földről a megfigyelő műszerek legszélesebb arzenáljával folyamatosan figyelemmel kísérjük a Nap, a légkör, a felhőzet, a szárazföldek és az óceánok jelenségeit, akkor csökkenteni tudjuk a bizonytalanság jelenlegi szintjét. Azonosítani tudjuk a visszacsatolásokat, megfigyelhetjük a helyi szennyeződések és hatásukat, követni tudjuk az erdők elsorvadását és a sivatagok térhódítását, követni tudjuk a sarki jégsapkák és a gleccserek, valamint az óceánok vízszintjének változásait. Megvizsgálhatjuk az ózonréteg kémiaiáját, megfigyelhetjük a vulkanikus törmelék szétszóródását és annak az éghajlatra gyakorolt hatását, továbbá nagyon pontosan meg tudjuk mérni, mennyi energiát szállít a Nap sugárzása a Földre. Soha eddig nem álltak rendelkezésünkre ilyen nagy teljesítőképességű eszközök a globális környezet tanulmányozására és megóvása érdekében. Bár a programban több ország mesterséges holdjai is részt vesznek, a főszerep mégis a NASA automatikus földmegfigyelő rendszeréé, amelyet a „Küldetés a Föld bolygóhoz” elnevezésű program keretében működtetnek.

Ha üvegházhatású gázok kerülnek a Föld légkörébe, az éghajlat nem reagál azonnal. Úgy tűnik, hogy egy évszázadba telik, mire a teljes hatás kétharmada érzékelhetővé válik. Ha tehát holnap teljes egészében megszűntetnénk a CO_2 és más szennyező gázok légkörbe jutását, az üvegházhatás akkor is legalább a XXI. század végéig fokozódna. Ez súlyos érv amellet, hogy a probléma halogató kezelése, a várakozó álláspont kialakítása rendkívül veszélyes.

Amikor 1973-79 között kitört az olajválság, megemeltük az adókat, hogy visszaszorítsuk a fogyasztást, kisebb autókat kezdtünk gyártani és lecsökkentettük a megengedett legnagyobb sebességet. Most, amikor ismét bővében vagyunk a kőolajnak, csökkentettük az adókat, újra nagyobb autók készülnek és a sebességhatárokat is megemeltük. Semmi jele az

előrelátó, hosszú távú gondolkodásnak.

Ha meg akarjuk akadályozni az üvegházhatás további növekedését, akkor a világnak kevesebb, mint a felére kellene csökkentenie a fosszilis tüzelőanyagoktól való függését. Rövid távon elválaszthatatlanok vagyunk a fosszilis tüzelőanyagoktól. Az Egyesült Államok lakossága a világénak öt százaléka, energiafelhasználása azonban csaknem huszonöt százaléka. Az Egyesült Államok CO₂-termelésének csaknem a feléért a gépkocsik a felelősek. Az Ön gépkocsija is több szén-dioxidot bocsát ki évente, mint amennyi a saját tömege. Nyilvánvaló, hogy ha 100 kilométeren a gépkocsink kevesebb üzemanyagot fogyaszt, akkor kevesebb széndioxidot is bocsát ki a légkörbe. Csaknem minden szakértő egyetért abban, hogy még óriási lehetőségek vannak a gépkocsimotorok hatékonyabbá tételére. Miért nyugszunk bele - mi önjelölt környezetvédők - abba, hogy autónk tizennégy liter benzint fogyaszt 100 kilométerenként? Ha csak hét litert fogyasztana, akkor feleannyi szén-dioxidot füstölne a légkörbe, három és fél literes fogyasztás mellett pedig csak negyedannyit. Ez a példa világosan érzékelteti a nyereség maximalizálására törekvő, rövid távú gondolkodásmód és a környezeti károkat hosszú távon is megelőzni szándékozó előrelátás közötti konfliktust.

Detroitban úgy tartják, hogy senki sem akar üzemanyag-takarékos autót vásárolni. Ezek az autók kisebbek és ezért kevésbé biztonságosak, nem gyorsulnak olyan jól (bár végsebességük feltétlenül meghaladja a megengedett maximumot), ráadásul drágábbak is. Az kétségtelenül igaz, hogy az 1990-es évek közepén az amerikaiak egyre inkább a benzinfaló autókat és teherautókat hajtják, lehetőleg nagy sebességgel, hiszen az üzemanyag meglehetősen olcsó. Ezért az amerikai autóipar harcolt és közvetett úton jelenleg is harcol az ésszerű változások ellen. 1990-ben például a Detroit irányából jövő erőteljes nyomás hatására a Szenátus (kis többséggel) elvetette azt a törvénytervezetet, amely megkövetelte volna az amerikai autók lényegesen üzemanyag-takarékosabbá tételét. 1995-96-ban pedig számos államban enyhítettek a korábban már bevezetett üzemanyag-takarékossági intézkedéseken.

Nem feltétlenül szükséges azonban az autók méretét csökkenteni, bár a kisautók biztonságosabbá tételére is vannak megfelelő

módszerek, mint például az ütközés energiáját elnyelő szerkezetek alkalmazása, a szétmorzsolódó vagy alakjukat rugalmasan visszanyerő alkatrészek, az összetett szerkezetek, és a mind a négy ülés előtti légzsák. A férfiváérésük mámorában tomboló fiatalembereken kívül a többiek ugyan mit veszíthetnek azzal, ha lemondunk arról, hogy autónk az indulástól számított néhány másodpercen belül túllépje a megengedett legnagyobb sebességet? Ezzel szemben mennyit nyerhetünk ezzel? Útjainkon már ma is közlekednek olyan nagy gyorsulású, benzinüzemű gépkocsik, amelyek öt-hat liter körül fogyasztanak 100 kilométeren. Ezek az autók ugyan drágábbak, amikor megvásároljuk őket, de természetesen később jóval olcsóbb az üzemeltetésük. Az Egyesült Államok kormányának becslése szerint a többletköltség három év alatt megtérül. Akik azt gondolják, senki sem fog ilyen autót venni, azok alábecsülik az amerikai emberek intelligenciáját és környezetvédelmi törődését, valamint a nemes cél érdekében mozgósító hirdetések erejét.

Sebességkorlátozást vezettünk be, kötelezővé tettük a jogosítvány megszerzését, emellett az emberi életek megóvása érdekében az autóvezetőkre számos egyéb korlátozás is vonatkozik. A gépkocsik elismerten veszélyes üzemnek minősülnek, ezért a kormány kötelessége bizonyos előírásokat kidolgozni arra nézve, hogyan kell az autókat gyártani, karbantartani és vezetni. Még inkább igaz ez akkor, amikor felismerjük a globális felmelegedés súlyosságát. Részesültünk a globális civilizáció áldásaiból, ezek után nem vagyunk képesek kissé változtatni a viselkedésünkön, hogy megóvjuk a civilizációt?

Egy új, biztonságos, hatékony üzemanyag-felhasználású autóosztály kifejlesztése során sok új technológiai eljárás alakulna ki, és roppant jövedelmező lenne azok számára, akik a műszaki fejlődés élvonalába tartoznak. Az amerikai autóipar szempontjából az jelenti a legnagyobb veszélyt, hogy ha túl sokáig ellenállnak a változásoknak, akkor a külföldi versenytársak fogják kifejleszteni (és szabadalmaztatni) az új technológiákat. Detroitnak különleges és önös érdeke fűződik az új, az üvegházgázok kibocsátásától mentes autók kifejlesztéséhez: ezen múlik ugyanis túlélésük. Ez nem ideológiai vagy politikai előítéletek kérdése. Ez hitem szerint az üvegházhatás miatti felmelegedés egyenes

következménye.

A három nagy, detroiti székhelyű autógyártó cég - melyeket a szövetségi kormány erre ösztökél és ennek érdekében részben pénzügyileg is támogat - nehézkesen bár, de egymással együttműködve megpróbál kifejleszteni egy olyan autót, amelyik csak 3,5 litert fogyaszt 100 kilométeren, illetve ezzel egyenértékű üzemanyagot használ a nem benzinüzemű autók esetén. Ha a benzin adója emelkedne, akkor ez arra kényszerítené az autógyártókat, hogy gazdaságosabb fogyasztású autókat készítsenek.

Később bizonyos mértékben megváltozott a hozzáállás. A General Motors elektromos autó fejlesztésével foglalkozik. „Egyesíteni kell a környezetvédelmi és az üzleti szempontokat”, tanácsolta 1996-ban Dennis Minano, a GM részvénytársasági ügyekért (együttműködésekért) felelős alelnöke. „Amerika kezd ráébredni, hogy ez jót tesz az üzletnek... Ma már sokkal bonyolultabb a piac. Az emberek aszerint ítélnek meg, hogy mennyire törődsz a környezetvédelemmel, és ezt hogyan építed be az üzletmenetedbe. Azt mondják: »Nem fogjuk magukat zöldeknek nevezni, de megállapítjuk, hogy alacsony a káros anyagok kibocsátása vagy jó az újrahasznosítási programjuk. Azt fogjuk mondani, hogy maguk a környezetért felelősséget érezve dolgoznak.« „ A szölamok tehát már megváltoztak. Én azonban kíváncsian várom a General Motors három és fél liter fogyasztású sedanját.

Mi az az elektromos autó? Rákapcsoljuk a hálózatra, feltöltjük az akkumulátorokat, és már mehetünk is. A legjobb ilyen autók összetett (kompozit) anyagokból készülnek, több száz kilométert képesek megtenni egyetlen feltöltéssel, és sikeresen megfeleltek a szabvány szerinti törési próbákon. Ha azonban környezetvédelmi szempontból valóban kiváló minősítést akarnak szerezni, akkor a nagy tömegű, ólmos-savas akkumulátorok helyett valamilyen más megoldást kell találniuk, hiszen az ólom halálos mérég. Arról sem szabad megfeledkezni, hogy az elektromos autót feltöltő villanyáram is jön valahonnan. Ha mondjuk egy széntüzelésű erőműből, akkor éppen a globális felmelegedés ellen nem tettünk semmit, bármilyen jó is, hogy a városok és az autópályák levegője tisztább marad.

Hasonló fejlesztéseket lehet végrehajtani a fosszilis tüzelőanya-

gokon alapuló gazdaság más területein is. A széntüzelésű erőműveket hatékonyabbá lehet tenni; a nagyméretű, forgó ipari berendezéseket át lehet alakítani úgy, hogy különböző sebességgel működhessenek; az izzólámpák helyett minél szélesebb körben el kell terjeszteni a fluoreszcens fényforrásokat. Sok esetben a műszaki fejlesztés hosszú távon gazdasági hasznot is hoz, ugyanakkor segít kiszabadulni a tengerentúli olajtól való kockázatos függésünkből. A globális felmelegedés miatt érzett aggodalmunktól függetlenül számos más tényező is indokolja, hogy növeljük az üzemanyagkészleteink felhasználásának hatékonyságát.



Az atomenergia

*használata nem termel üvegházgázokat,
viszont más, jól ismert veszélyeket rejtget.*

Hosszú távon azonban nem elegendő az, hogy hatékonyabban vonjuk ki a fosszilis tüzelőanyagokból a bennük tárolt energiát. Az idő múlásával egyre többen leszünk a Földön és egyre több energiára lesz igényünk. Tudunk-e valamilyen alternatívát találni az energiatermelésre a fosszilis tüzelőanyagokkal szemben,

ami nem termel üvegházhatású gázokat, így nem melegíti fel a Földet? Az egyik ilyen, széles körben elterjedt lehetőség a maghasadás, amely nem a fosszilis üzemanyagokban tárolt kémiai energiát szabadítja fel, hanem az anyag szívébe zárt magenergiát. Nem léteznek nukleáris hajtású autók vagy repülőgépek, atommeghajtású hajók és atomerőművek azonban sokféle működnek. Az atomerőművekben termelt energia ideális körülmények között nagyjából ugyanannyiba kerül, mint amelyet szén- vagy olajtüzelésű erőművekben állítunk elő, azonban az atomerőműben nem keletkeznek üvegházhatású gázok. Egyáltalán nem. Mindamellet...

Three Mile Island és Csernobil példája azonban arra figyelmeztet, hogy az atomerőművekből ugyancsak veszélyes, radioaktív anyagok szabadulhatnak ki. Az erőművek boszorkánykonyhájában hosszú élettartamú radioaktív hulladékok kotyvaléka keletkezik, amit valahol biztonságosan tárolni kell. A „hosszú élettartamú” ezúttal *valóban* hosszú időt jelent, sok izotóp felezési ideje több évszázad vagy évezred. Ha el akarjuk ásní ezt az anyagot, akkor biztosaknak kell lennünk abban, hogy nem szivároghat elő a tárolóhelyéről, hogy beszennyezze a talajvizet vagy más kínos meglepetést okozzon. Ezt a biztonságot nemcsak évekig kell garantálni, hanem sokkal hosszabb időre, mint amennyire egyáltalán bármikor a múltban biztonsággal tervezni tudtunk. Máskülönben kénytelenek lennénk azt mondani utódainknak, hogy ez a hulladék az ő gondjuk, *nekik* kell örködni felette és *számukra* jelent veszélyt, mert nem tudtunk biztosabb módszert találni az energiatermelésre. (Ugyanazt tennénk tehát, mint amit most a fosszilis tüzelőanyagok esetében cselekszünk.) Van ezenkívül egy további probléma is. A legtöbb atomerőmű uránt vagy plutóniumot használ, az energiatermelő folyamat során pedig - a reaktor típusától függően - ugyancsak e két anyag keletkezik. Mindkét anyag nukleáris fegyverek készítésére is felhasználható. Ez állandó kísértést jelent a hitvány országok és terroristacsoportok számára.

Ha az atomerőművek biztonságos működtetésének, a radioaktív hulladékok elhelyezésének és a fegyverkezés veszélyének a kérdése megoldódna, ezzel ki lehetne váltani a fosszilis tüzelőanyagokat vagy legalábbis fontos, átmeneti szükség-

megoldást jelenthetne, mindaddig, amíg valamilyen jobb módszer nem sikerül találni. A felsorolt feltételeket azonban eddig nem sikerült nagy biztonsággal teljesíteni, és úgy tűnik, nincs is túl sok remény arra, hogy a jövőben teljesíthetők lesznek. A biztonsági előírásokat folyamatosan megsértik az atomenergia-iparban. Az előírások megsértését szisztematikusan lepezik. Az Egyesült Államok Atomenergia-ügyi Bizottsága intézkedéseit (részben költségvetési megszorítások miatt) nem sikerült hatályba léptetni. Ezek korántsem a bizalom irányában ható tényezők. A bizonyítás terhe az atomenergia-iparé. Egyes országok, például Franciaország és Japán ezen aggodalmak ellenére energiatermelésük jelentős részét átállították a nukleáris erőművekre.¹⁸ Eközben más országokban - például Svédországban -, ahol korábban pártolták az atomerőműveket, újabban a bezárásuk mellett döntöttek.

Az atomenergiával kapcsolatban széles körben elterjedt aggodalmak következtében az 1973 után atomerőművek létesítéséről hozott döntéseket törölték és 1978 óta nem hoztak döntést újabb atomerőmű létesítéséről.¹⁹ Az új tárolók létesítésére vonatkozó javaslatokat az érintett közösségek menetrendszerűen visszautasítják. A boszorkánykonyha mérges kotyvaléka pedig csak gyűlik.

Létezik az atomenergiának egy másik fajtája is, ahol nem a maghasadás, hanem a fúzió, vagyis az atommagok egyesülése szolgáltatja az energiát. Elméletileg a fúziós atomerőművek akár pusztá tengervizet is használhatnának üzemanyagként, amiből tudvalevőleg kimeríthetetlen készleteink vannak. A folyamat közben nem keletkeznek üvegházhatású gázok, nem jelent veszélyt a radioaktív hulladék, és egyáltalán nincs szükség uránra vagy plutóniumra. De az „elméletileg” nem elég. Sietnünk kell. Óriási erőfeszítések árán és hatalmas technológiai erő hadrendbe állításával most talán már ott tartunk, hogy a kísérleti fúziós reaktorok

¹⁸ 1999-es adatok szerint a három legtöbb nukleáris energiát termelő ország sorrendben az Egyesült Államok, Franciaország és Japán. A nukleáris energia részarányát tekintve az ország teljes energiatermelésén belül Franciaország (75%), Litvánia (73%) és Belgium (58%) vezeti a sort. Japánban ez az arány csak 36%, az USA-ban 20%. A világ 18 országa termeli meg energiaszükségletének legalább 25%-át atomerőművekben - a *fordító megjegyzése*.

¹⁹ Az állítás természetesen csak az Egyesült Államokra vonatkozik. 1999-ben a világ 13 országában 38 erőművi blokk építése volt folyamatban - a *fordító megjegyzése*.

egy hajszállal több energiát termelnek, mint amennyire a működés fenntartásához szükség van. A fúziós energia reménye egy hipotetikus, hatalmas, drága és csúcstechnológiájú rendszer, azonban még az ügy legfőbb szószólói sem hiszik, hogy ez kereskedelmi célokra évtizedeken belül rendelkezésre állhatna. Nekünk azonban nincsenek évtizedeink. A rendszer első változataiban valószínűleg elképesztő mennyiségű radioaktív hulladék keletkezne. Végül, akármilyen formában valósul is meg a fúziós reaktor, nehéz elképzelni, hogy egy ilyen bonyolult rendszer jelenthetné a fejlődő világ problémáinak megoldását.

Amiről az előző bekezdésben beszéltem, az a forró fúzió. Jó okunk van arra, hogy így nevezzük, hiszen a fúzió beindításához a reakcióban részt vevő anyagokat sok millió fokra, a Nap belsejének a hőmérsékletére kell felforrósítani. Először 1989-ben egyesek beszámoltak a hideg fúziónak nevezett jelenségről. A berendezés egy asztalon elhelyezhető, valamilyen formában hidrogént és egy kevés palládium nevű fémeket teszünk bele, egy kis áramot vezetünk át rajta, és a feltalálók állítása szerint azonnal több energia jön ki belőle, mint amennyit belevezettünk. Emellett neutronok is felbukkannak, ami a nukleáris reakció csillogó jele. Ha mindez igaz lenne, akkor megtaláltuk volna az ideális megoldást a globális felmelegedés elkerülésére. Szerinte a világon számos kutatócsoport kezdett kísérleteket a jelenség igazolása érdekében. Ha az állításnak lenne valami alapja, a felfedezés értéke természetesen óriási lenne. A fizikusok túlnyomó többsége azonban szerinte a világon úgy vélte, hogy a hideg fúzió csupán illúzió, mérési hibáknak, a megfelelő ellenőrző kísérletek hiányának és a kémiai és nukleáris reakciók összekeverésének az egyvelege. Különböző országokban dolgozik azonban néhány kutatócsoport, amelyek tovább keresik a hideg fúzió lehetőségét. A japán kormány például némi anyagi támogatásban is részesíti az ez irányú kutatást. Minden egyes újabb állítást esetenként részletesen értékelnek.

Elképzelhető, hogy a közeljövőben felbukkan valamilyen kifinomult, zseniális, új technológia - amely ma még előre nem látható -, amely megoldja a holnap energiagondjait. Érték már

minket korábban is meglepetések. Örültség lenne azonban, ha csupán egy ilyen alkalomra várnánk.

Sok különböző ok miatt a fejlődő országokat különösen érzékenyen sújtja a globális felmelegedés. Kevésbé tudnak alkalmazkodni a megváltozó éghajlathoz, nem tudnak áttérni új gabonanövények termesztésére, erdősíteni, tengeri gátakat építeni, alkalmazkodni az aszályhoz és az árvizekhez. Ugyanakkor rendkívüli mértékben függenek a fosszilis tüzelőanyagoktól. Mi sem természetesebb például mondjuk Kína számára - amely a világ második legnagyobb szénkészletével rendelkezik -, minthogy rohamléptekben folyó iparosítását saját fosszilis tüzelőanyag-készleteire alapozza. És ha Japán, Nyugat-Európa és az Egyesült Államok küldöttei ellátogatnának Pekingbe és az olaj és a szén tüzelési ütemének mérséklését kérnék, akkor nem teljes joggal válaszolnák-e a kínaiak, hogy az említett országok miért nem fogták vissza a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását saját országaik iparosításakor? (És végül is az 1992-ben elfogadott Riói Éghajlatváltozási Keretegyezmény arra szólítja fel a fejlett országokat, hogy vállalják magukra az üvegházhatású gázok kibocsátása fejlődő országokban történő korlátozásának költségeit.) A fejlődő országoknak olcsó, viszonylag alacsony technológiai szintű alternatívára van szükségük a fosszilis tüzelőanyagokkal szemben.

Ha nem jók a fosszilis tüzelőanyagok, nem jó a maghasadás, nem jó a fűzió és nincsenek egzotikus, új technológiák, akkor mi lesz? Jimmy Carter elnöksége idején a washingtoni Fehér Ház tetején napenergiás hőcserélőket helyeztek üzembe. Az eszköz csőkégyójában víz cirkulál, amit a napsütés felmelegít, és ezáltal bizonyos mértékben - talán húsz százalékban - hozzájárul a Fehér Ház energiaigényeinek kielégítéséhez, többek között, feltételezem, az így felmelegített víz folyt az elnöki zuhanyozóban. Minél több energiát nyerünk közvetlenül a napsütésből, annál kevesebbet kell az elektromos hálózathoz venni, így annál kevesebb szén és olajat kell elégetni, hogy Potomac folyó környékének elektromos hálózatát ellássuk energiával. Az eszköz a szükséges energiának csak a kisebb részét állította elő, sőt felhős napokon nem is

működött, mégis reménykeltő jel volt arra nézve, amire valóban szükség van (lenne).

Ronald Reagan elnöksége idején az egyik első intézkedése a hőcserélő leszereltetése volt a Fehér Ház tetejéről. Valahogy ideológiailag túlságosan előremutató volt. Természetesen a Fehér Ház tetőzetének ismételt átalakítása pénzbe került, de pénzbe került a szükséges többletelektromosság megvásárlása is. A felelősök azonban nyilvánvalóan arra a következtetésre jutottak, hogy a haszon felülmúlja a költségeket. De miféle haszon? És kinek a haszna?

Ugyanebben az időszakban a fosszilis tüzelőanyagokról az alternatív energiahordozókra és a nukleáris energiára való áttéréshez adott szövetségi támogatás összegét mintegy kilencven százalékkal csökkentették. A fosszilis tüzelőanyagok iparának és a nukleáris energetikának nyújtott kormányzati támogatás (beleértve a hatalmas adókedvezményeket is) a Reagan- és a Bush-korszakban egyaránt magas maradt. Úgy gondolom, hogy az 1991-es Öböl-háborút is a kormányzati támogatások közé kell sorolnunk. Bár ezen időszak alatt történt bizonyos mértékű előrelépés az alternatív energiaforrások hasznosításában - legkevésbé az Egyesült Államok kormányának köszönhetően - lényegében mégiscsak elvesztegettünk tizenkét évet. Figyelembe véve, hogy milyen gyorsan terjednek szét az üvegházgázok a légkörben és milyen hosszú ideig tart a hatásuk, nem volt tizenkét elvesztegethető évünk. Az alternatív energiaforrások kormányzati támogatása mostanság végre növekszik, bár elég szűkmarkúan. Szeretnék végre egy olyan elnököt látni, aki visszaállítja a napenergiával működő hőcserélőt a Fehér Ház tetejére.

Az 1970-es évek végén a szövetségi kormány adóhitelt nyújtott azoknak, akik házukat napfény-hőcserélővel szerelték fel. Azok a háztulajdonosok, akik éltek az adókedvezmény lehetőségével, most még az ország felhősebb területein is ingyen jutnak jelentős mennyiségű meleg vízhez. Az induló befektetés mintegy öt év alatt térült meg. A Reagan-kormányzat azonban megszüntette ezt az adóhitelt.

Számos további alternatív technológia létezik. A Föld belső hőjét Olaszországban, Idaho államban és Új-Zélandon használják áramtermelésre. A kaliforniai Altamont-hágó környékén hétezer-ötszáz

szélturbina fejleszt áramot, amit azután a Csendes-óceáni Gáz- és Áramszolgáltató Társaságnak adnak el. A Michigan-állambeli Traverse Cityben a fogyasztók valamivel magasabb árat hajlandóak fizetni a szélenergiával előállított elektromos áramért, csak azért, hogy elkerüljék a fosszilis tüzelőanyagokkal működő erőművek okozta környezetszennyezést. Sok más település lakosai is feliratkoztak már a várakozók listájára. Ha a környezetvédelem költségeit is számításba vesszük, akkor a szélerőművekkel termelt áram már ma is olcsóbb a széntüzelésű erőművekben előállítotttnál. Becslések szerint az Egyesült Államok teljes elektromosenergia-igénye kielégíthető lenne, ha az ország területének legszelesebb tíz százalékára, főként mezőgazdasági területekre, egymástól kellő távolságban szélgenerátorokat telepítenének. Ezenkívül a zöld növényekből (a „biomassza átalakítása” révén) készített olaj helyettesítheti a kőolajat anélkül, hogy fokozná az üvegházhatást, hiszen a növények üzemanyaggá alakításuk előtt ugyanannyi CO₂-t vonnak ki a légkörből, amennyi a belőlük készült olaj elégetésekor oda visszajut.

Számomra azonban sok szempontból úgy tűnik, hogy a napfény közvetlen és közvetett úton elektromos energiává történő átalakítását kellene támogatnunk. A napfény kimeríthetetlen és széles körben rendelkezésre áll (kivéve New York állam északi részét, ahol lakom). Az átalakításhoz szükséges berendezéseknek nincsenek forgó alkatrészeik és csak minimális karbantartást igényelnek. Ráadásul a napenergia nem termel sem üvegházgázokat, sem pedig radioaktív hulladékot.

Létezik a napenergiának egy olyan formája, amelyet széles körben elterjedten használunk, méghozzá a vízi erőművekben. A vizet a Nap melege elpárologtatja, a hegyekben eső formájában a földre hull, majd lefolyik a hegyoldalon, míg a völgyben egy zárógáttal találkozik, ahol hatalmas áramfejlesztő gépeket kényszerül meghajtani. Bolygónkon azonban csak véges számú sebes folyású folyó található, sok országban viszont a meglévő vízienergia-készletek nem elegendőek az energiaszükséglet fedezésére.



A napenergia
*elektromos árammá alakítása biztonságos
és ígéretes megoldást jelent
a világ energetikai dilemmáira*

A napelemes autók már hosszú távú versenyben mérték össze egymással teljesítőképességüket. A napenergiát arra is felhasználhatjuk, hogy a vízből hidrogént fejlesztünk. Ha azután a hidrogént elégetjük, visszaalakul vízzé. Rengeteg olyan sivatag van a Földön, amelyet eredményesen használhatnánk a napenergia környezeti szempontból megfontolt begyűjtésére. A napelemekkel termelt elektromos energiát a Föld körül keringő és a Naprendszer belső térségében működő mesterséges égitestek fedélzetén már évtizedek óta rutinszerűen alkalmazzák. A fény részecskéi, a fotonok a cella felületére esve annak anyagából elektronokat löknek ki, amelyek egyirányú mozgása az elektromos áram. Ezek a

gyakorlatban létező és használatos technológiák.

De vajon mikor lesz - ha egyáltalán valaha lesz is - a napelemes áramfejlesztés vagy a napkollektoros energiabegyűjtés a lakásokban és az irodákban versenyképes a fosszilis tüzelőanyagokkal? A legújabb becslések, többek között az Energiaügyi Minisztérium által végzetek szerint a napelemes technológia várhatóan a 2001-gyel kezdődő évtized folyamán éri utol a hagyományos módszereket. Ez elég hamar bekövetkezik ahhoz, hogy érzékelhető változásokat hozzon.

Valójában a helyzet még ennél is sokkal kedvezőbb. Amikor az ilyen költségbecsléseket készítik, akkor a könyvelők két adatsort tesznek maguk elé, az egyik a felhasználásra, a másik pedig a tényleges költségekre vonatkozik. A nyersolaj ára az elmúlt években 20 dollár körül volt hordónként. Az Egyesült Államok fegyveres erői többször voltak kénytelenek beavatkozni külföldi olajforrások védelmében, emellett jelentős összegű segélyekkel is támogatunk jó néhány országot, nagyrészt azok olajkincse miatt. Miért teszünk úgy, mintha ezek a kiadások nem lennének az olaj árának részei? Az olaj iránti csillapíthatatlan étvágyunk miatt katasztrofális környezeti hatású olajszennyezéseket kell elszenvednünk (emlékezzünk csak például az *Exxon Valdez* szerencsétlenségére). Miért teszünk úgy, mintha ez nem tartozna bele az olaj árába? Ezeket a járulékos költségeket is figyelembe véve az olaj ára valahol 80 dollár körül lenne hordónként. Ha azokat a környezeti károkat is költségként vesszük figyelembe, amelyeket az olaj felhasználása a helyi és a globális környezetben okoz, akkor a reális ár elérheti a hordónkénti száz dollárt. Végül, ha az olajlelőhelyek megvédése érdekében indított háborúk, például az Öböl-háború kiadásait is beleszámítjuk az olaj árába, akkor az már pénzben ki sem fejezhető magasságokba emelkedik.

Ha megpróbálunk a korrekt elszámolás felé közelíteni, akkor nyilvánvalóvá válik, hogy a legtöbb célra a napenergia (és a szélergia, valamint az egyéb megújuló energia) már most is sokkal olcsóbb, mint a kőolaj vagy a földgáz. Az Egyesült Államoknak és többi fejlett ipari országnak jelentős beruházásokat kellene végrehajtania a technológia továbbfejlesztése

érdekében, valamint nagyméretű, a napenergiát átalakító rendszereket kellene üzembe állítania. Az Energiaügyi Minisztérium erre a célra fordítható éves költségvetése azonban nagyjából annyi csak, mint amennyi a nyersolajlelőhelyek védelme érdekében külföldön állomásoztatott, nagy teljesítőképességű repülőgépek közül egynek vagy kettőnek a költsége.

Amit most befektetünk a fosszilis tüzelőanyagok hatékonyabb felhasználása vagy az alternatív energiaforrások hasznosítása területén, az majd csak valamikor a jövőben, évek múlva kamatozik. Az ipart, a fogyasztókat és a politikusokat azonban, mint már említettem, úgy tűnik, gyakran csak az itt és a most érdekli. Időközben az úttörő amerikai napenergetikai vállalkozásokat eladják tengerentúli cégeknek. Jelenleg Spanyolországban, Olaszországban, Németországban és Japánban folyik napelemes áramtermelő rendszerek kísérleti üzemeltetése. Még a legnagyobb amerikai napenergia-telep is csak néhány száz megawatt áramot termel, amit a dél-kaliforniai Edison Vállalatnak adnak el. A közüzemek fejlesztői világsszerte kerülik a befektetéseket a szélturbinákba és a napelemes áramfejlesztőkbe.

Mindamelletts számos biztató jelet is tapasztalhatunk. Az amerikai gyártmányú, kisméretű napelemes áramfejlesztők kezdenek uralkodóvá válni a világpiacon. (A három legnagyobb cég közül kettőt Németország és Japán irányít, a harmadikat az Egyesült Államok egyik, fosszilis tüzelőanyagokkal foglalkozó cége.) Tibeti pásztorok napelemekkel fejlesztett árammal működtetik lámpáikat és rádiójukat. Szomáliai orvosok a tevék hátára szerelt napelemek áramával hűtik le a sivatagon keresztül vezető hosszú utazás alatt az értékes oltóanyagokat. Indiában 50 000 kisebb háztartást állítottak át napelemek használatára. Minthogy ezek a rendszerek a fejlődő országok középosztályai és szegényebb rétegei számára is elérhetőek, és mivel szinte egyáltalán nem igényelnek karbantartást, a falvak villamosításában igen nagyok a lehetőségek.

Mi az, amit jobban lehetne és kellene csinálni? Erőteljes szövetségi szintű elkötelezettségre lenne szükség ezen technológiák fejlesztése mellett, valamint különféle ösztönözőkkel kellene a tudósokat és a feltalálókat átcsábítani erre az elhanyagolt területre. Miért csak a környezetvédelmi szempontból kockázatos

atomerőművekkel és a tengerpartok közelében végzett tengeri olajfúrásokkal kapcsolatban emlegetik az „energetikai függetlenséget”, sohasem a hőszigetelések, a hatékonyabb autók vagy a szél- és a napenergia használatának igazolására? Az új technológiák közül sok a fejlődő országokban is használható az ipar fejlesztésére és az életszínvonal emelésére anélkül, hogy a fejlődő országokban is környezetvédelmi hibákat követnénk el. Ha Amerika vezető szerepet akar játszani ezekben az új, alapvető iparágakban, akkor legfőbb ideje hozzáfogni.

Talán ezek az alternatívák hamarosan valóságos piaci szereplővé nőhetik ki magukat. Másrészt az egyes országoknak fontolóra kellene venniük valamilyen kisebb adó kivétését a fosszilis tüzelőanyagok használatára, az így befolyó bevételből pedig az alternatív technológiák fejlesztését kellene támogatni. Nagy-Britannia 1991-ben létrehozott egy Fosszilis Üzemanyag Mentességi Kötelezettséget, ami akár a vételár tizenegy százalékát is kiteheti. Csak az Egyesült Államokban egy hasonló intézkedés évente sok milliárd dolláros bevételt jelentene. Clinton elnöknek azonban 1993 és 1996 között még egygallononként ötcentes benzinadót sem sikerült keresztülvinnie a törvényhozáson. Talán a következő kormány sikerebb lesz.

Reményeim szerint a napelemek, a szélturbinák, a biomassa átalakítása és a hidrogén üzemanyagú technológiák figyelemre méltó ütemben fejlődnek, miközben jelentős mértékben javul a fosszilis tüzelőanyagok elégetésének hatékonysága. Senki sem gondol arra, hogy teljesen abbahagyjuk a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását. Ezekre a nagy teljesítményű nehéziparban, például az acélgyártásnál vagy az alumíniumkohókban mindenképp szükség van, valószínűtlen ugyanis, hogy ezeket az energiaigényes iparágakat napfénnel vagy szélmalomokkal működtessük. Ha azonban felére vagy még nagyobb arányban tudjuk a fosszilis tüzelőanyagoktól való függésünket csökkenteni, akkor már jelentős lépést tettünk előre. Nem valószínű, hogy rövid időn belül megjelenének az üvegházhatás visszaszorítására alkalmas, teljesen új, ma még ismeretlen technológiák. Az azonban könnyen elképzelhető, hogy majd valamikor a jövő században ilyet is sikerül találni: egy

olcsó, tiszta, üvegházgázokat nem keltő módszert, amely rendszer a kis, fejlődő országokban is megépíthető és karbantartható.

De vajon nincs valamilyen lehetőségünk arra, hogy a már ott lévő szén-dioxidot *kivonjuk* a légkörből, helyrehozva ezzel az eddig okozott kárt? Az egyetlen, biztonságosnak és megbízhatónak tűnő lehetőség az üvegházhatás visszafogására az, ha fákat ültetünk. A fák növekedésük közben CO_2 -t vonnak ki a levegőből. Amikor teljesen kifejlődnek, természetesen nem szabadna elégetni őket, hiszen akkor felszabadulna az elraktározott szén-dioxid és elveszítenénk az előnyt, amiért belefogtunk a fa nevelésébe. Inkább erdőket kell telepíteni, majd a nagyra nőtt fákat ki kell vágni és házakat vagy bútorokat kell készíteni belőlük. Vagy jobb híján el kell temetni őket. Világviszonylatban óriási területet kellene azonban erdősíteni ahhoz, hogy számottevő eredményt érjünk el, körülbelül akkorát, mint az Egyesült Államok területe. Ez csak az egész emberi faj összefogásával valósítható meg. Ezzel szemben az emberiség két és fél *másodpercenként* kiirt egy hektár erdőt. Bárki ültethet fát - egyének, országok, iparágak. Elsősorban azonban az ipar. Az arlingtoni (Virginia) Applied Energy Services széntüzelésű erőművet épített Connecticut államban, de ezzel egy időben erdőt telepített Guatemalában. Azok a fák több szén-dioxidot vonnak ki a légkörből, mint amennyit a most létesített erőmű teljes működési ideje alatt kibocsát. Nem tudnának a faipari cégek több erdőt telepíteni, mint amennyit kitermeltek - lehetőleg a gyorsan növő, nagy levelű fafajtákból, amelyek a leghasznosabbak az üvegházhatás ellen? Mi a helyzet a szénbányászattal, a kőolaj- és földgáz-iparral, az olajfinomítókkal és az autóiparral? Nem lehetne minden, a levegőbe CO_2 -t juttató céget arra kötelezni, hogy távolítsa is el onnan ezt a gázt? Nem tehetné meg ugyanezt minden állampolgár? Mi lenne, ha karácsonykor a fák kivágása helyett fákat *ültetnénk*? Esetleg a születésnapokon, házasságkötések alkalmából vagy más évfordulókon? Őseink még a fán éltek, mi pedig természetes vonzódást érzünk e növények iránt. Számunkra tökéletesen megfelelő tevékenység lenne, ha minél több fát ültetnénk.

Azáltal, hogy kellő rendszerességgel előbányásszuk a föld alól valaha élt élőlények tetemeit, majd elégetjük azokat, veszélyes helyzetet teremtettünk magunk számára. Csökkenthetjük a veszélyt, ha növeljük az égetés hatékonyságát, ha alternatív eljárásokat találunk fel (mint például a biomasszából készülő üzemanyag, a szél- és a napenergia hasznosítása), és ha életet adunk egy csomó ugyanolyan élőlénynek, amilyeneket - ősieket vagy mostaniakat - elégetünk: a fáknak. E tevékenységünknek számos másodlagos jótékony hatása is lenne, például tisztább lenne a levegő, kevesebb faj halna ki a trópusi őserdőkben, csökkennének vagy megszűnnének a tengeri olajfoltok, az új technológiák új munkahelyeket teremtenének és további profitot eredményeznének, biztosítanák energetikai függetlenségünket, elősegítenék, hogy az Egyesült Államok és a többi olajfüggő ország egyenruhát viselő fiai és lányai elkerüljék a veszélyes helyzeteket, végül lehetővé tenné ezen országok katonai költségvetése jelentős részének a polgári gazdaságban történő hasznosulását.

A fosszilis tüzelőanyagokon alapuló iparágak folyamatos ellenállásával szemben egyetlen olyan üzletág volt, amelyik kezdte egyre komolyabban venni a globális felmelegedést - a biztosítási ipar. A heves viharok és az egyéb, az üvegházhatás által előidézett szélsőséges időjárási helyzetek, az árvizek és az aszályok „csődbe juttathatják az iparágat”, jelentette ki az Amerikai Biztosítók Szövetségének elnöke. 1996 májusában megállapították, hogy az ország történetének tíz legsúlyosabb természeti katasztrófája közül hat az előző évtizedben következett be. Ezért az amerikai biztosítókból alakított konzorcium vizsgálatot végeztetett annak kiderítésére, hogy okozhatta-e mindezeket a globális felmelegedés. A német és a svájci biztosítótársaságok lobbizni kezdtek az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése érdekében. A Kis Szigetországok Szövetsége azt követelte az ipari országoktól, hogy 2005-re csökkentsék az üvegházgázok kibocsátását húsz százalékkal az 1990-es szint alá. (1990 és 1995 között a világ CO₂-kibocsátása tizenkét százalékkal növekedett.) Újabban más iparágak is aggódni kezdtek - legalábbis szavak-

ban - környezetvédelmi felelősségük miatt, ami a közvélemény fokozódó érdeklődését tükrözi. Mindez nemcsak a fejlett országokban, hanem bizonyos mértékig azokon kívül is tapasztalható.

Japán véleménye szerint „a globális felmelegedés súlyos aggodalomra ad okot, mert alapjaiban veszélyezteti az emberi életet”, ezért bejelentették, hogy 2000-re megállítják az üvegházgázok kibocsátásának a növekedését. Svédország közölte, hogy 2010-ig fokozatosan bezárja energiatermelésének felét adó atomerőműveit, de eközben gondoskodik arról, hogy 30 százalékkal csökkenjen az ipara által kibocsátott CO₂ mennyisége. Ezt az energiahatékonyság javításával és a megújuló energiaforrások fokozott használatával kívánják elérni. Arra számítanak, hogy összességében az egész folyamat még megtakarítást is fog eredményezni az országnak. John Selwy Gummer, Nagy-Britannia környezetvédelmi minisztere 1996-ban így nyilatkozott: „A világ népei közösségének tagjaként elfogadjuk az egész világra érvényes szabályokat.” Sokfelől jelentős ellenállás érzékelhető azonban. Az OPEC tagországai például ellenzik a CO₂-kibocsátás csökkentését, mert ez az olajból származó bevételeik csökkenéséhez vezet. Oroszország és sok fejlődő ország ugyancsak ellenzi a korlátozást, mert az komoly akadályt jelentene országaik iparosítása számára. Az Egyesült Államok az egyetlen jelentős ipari ország, amely nem hozott értékelhető intézkedéseket az üvegházhatás okozta felmelegedés korlátozása érdekében. Míg más országok cselekszenek, addig itt bizottságokat neveznek ki és sürgetik az érintett iparágakat, hogy rövid távú érdekeik ellenére önként korlátozzák saját magukat. Ebben a kérdésben természetesen sokkal nehezebb a hatékony cselekvés, mint végrehajtani a CFC-gázokra vonatkozó Montreali Jegyzőkönyvet és kiegészítéseit. Az érintett iparágak sokkal erősebbek, a változások költsége sokkal nagyobb és a globális felmelegedésnek egyelőre nincs olyan drámai megnyilvánulása, mint az Antarktisz fölötti ózonlyuk. Erre az állampolgároknak kell megtanítaniuk az ipart és a kormányokat.

A CO₂-molekuláknak nincs annyi eszük, hogy megértsék a nemzeti szuverenitás mélyenszántó fogalmát. Egyszerűen csak

sodródni a széllal. Jóllehet, itt keletkeznek, mégis nagyon hamar egész másutt találják magukat. Bolygónk egyetlen egységet alkot. Bármilyen ideológiai és kulturális különbségek alakultak ki, a világ országainak együtt kell működniük, máskülönben nem fogunk megoldást találni az üvegházhatás miatti felmelegedésre és az egyéb környezeti problémákra. Mindannyian össze vagyunk zárva ebben az egyetlen üvegházban.

Végül 1993 áprilisában Bill Clinton elnök az Egyesült Államok nevében megtette azt, amit a Bush-kormányzat visszautasított: csatlakozott ahhoz a 150 országhoz, amelyek aláírták az előző évben Rio de Janeiróban tartott csúcstalálkozó jegyzőkönyvét. Nevezetesen, az Egyesült Államok kötelezettséget vállalt arra, 2000-re a szén-dioxid és az egyéb üvegházhatású gázok kibocsátását az 1990-es szintre szorítja vissza. (Az 1990-es szint meglehetősen rossz, de ez legalább a helyes irányba tett első lépésnek tekinthető.) Az ígélet teljesítése nem lesz egyszerű. Az Egyesült Államok emellett lépéseket tett bolygónk sok különböző ökoszisztémájában a biológiai sokféleség megőrzése érdekében.

Nem folytathatjuk tovább felelőtlenül a technológiai fejlesztést és nem hagyhatjuk teljes mértékben figyelmen kívül ennek az általános következményeit. Jóval a lehetőségeink határán belül van az, hogy a technikai fejlődést úgy irányítsuk, hogy az a Föld minden egyes lakójának a javát szolgálja. Talán, mint minden rosszban, ezekben a világméretű környezetvédelmi problémákban is van valami jó, mert ezek, bármennyire is vonakodunk tőle, akár tetszik akár nem, rákényszerítenek egy újfajta gondolkodásmódra, amelyben az emberi faj egészének jóléte elsőbbséget élvez a nemzeti és a vállalati érdekekkel szemben. Életrevaló faj vagyunk, különösen a válságos pillanatokban. Tudjuk, mit kell tennünk. Hacsak nem vagyunk sokkal ostobábbak, mint amilyennek feltételezem, akkor korunk környezeti válságából létrejöhet a különböző országok és a különböző generációk szövetsége, sőt, akár az emberiség hosszan tartó gyermekkorának is vége szakadhat.

A vallás és a természettudomány szövétsége

Az első nap mindannyian megbámultuk saját hazánkat. A harmadik és a negyedik napon saját kontinensünkben gyönyörködünk. Az ötödik napon már tudtuk, hogy csak egyetlen Föld van.

*Sultan bin Salmon al-Saud herceg,
Szaúd-Arábia úrhajósa*

Az intelligencia és az eszközkészítés kezdettől fogva az erős oldalunk volt. Ezekkel voltunk kénytelenek kompenzálni azokat az adományokat - a gyorsaságot, a repülni tudást, a méregtermelést, a föld alatt is élni tudást és egyebeket -, amelyeket a természet az állatoknak bőkezűen juttatott, tőlünk azonban úgy tűnik, rútul megtagadott. A tűz használatba vétele és a közserszámok készítése óta nyilvánvaló, hogy tehetségünket egyaránt tudjuk jó és rossz ügyek szolgálatába állítani. Csak egészen a közelmúltban vált azonban világossá számunkra, hogy még értelmünk és eszközeink jó szándékú használata esetén is előfordulhat, hogy veszélybe sodorjuk magunkat, nem vagyunk ugyanis elég ügyesek ahhoz, hogy tetteink minden következményét pontosan előre lássuk.

Most mindenütt jelen vagyunk a Földön. Telepeink vannak az Antarktison. Meglátogatjuk az óceán fenekét. Tizenketten közülünk már a Holdon is sétáltak. Most csaknem 6 milliárdnyian vagyunk²⁰, és a világ népessége évtizedenként Kína lakosságával gyarapodik. Leigáztuk az állatokat és a növényeket (bár a mikrobák esetében kevésbé voltunk sikeresek). Házasítottunk sok élőlényt, amelyeket arra kényszerítünk, hogy hajtsák végre a parancsainkat. Bizonyos mérce szerint a Föld uralkodó fajává váltunk.

Csaknem minden lépésünk során a lokálist hangsúlyoztuk a globálissal szemben, a rövid távút részesítettük előnyben a hosszú távúval szemben. Elpusztítottuk az erdőket, a talaj leg-

²⁰ A könyv megírása óta - a közelmúltban - a Föld népessége már túllépte a hatmilliárdot - a fordító megjegyzése.

felső rétegét, megváltoztattuk a légkör összetételét, elvékonyítottuk a minket védő ózonréteget, megbolygattuk az éghajlatot, megmérgeztük a levegőt és a vizeket, és a legszegényebb embereket szenvedni kényszerítettük a környezet romlása miatt. A bioszféra ragadozóivá váltunk, arrogánsan magunkénak tulajdonított jogokkal, mindig csak vettünk, sohasem adtunk. Emiatt ma már saját magunkra nézve is veszélyt jelentünk, de mindazon élőlények számára is, akikkel megosztunk ezen a bolygón.

A globális környezet elleni nagy léptékű támadás nem csak a profitra éhes gyárosok vagy a képzelőerő nélküli és korrupt politikusok hibája. A felelősség mindannyiunké.

A tudósok társasága központi szerepet játszott. Legtöbbünkben még csak fel sem merültek találmányaink alkalmazásának hosszú távú következményei. Mindig túl készségesen adtuk át a legpusztítóbb erőt is legfőbb parancsolóinknak és azon ország hivatalnokainak, amelyben történetesen éltünk. Túlságosan sok esetben hiányzott belőlünk az erkölcsi iránytű. A filozófia és a természettudomány kezdettől fogva arra vágyott, hogy René Descartes szavait idézve „a természet uraivá és birtokosaivá váljunk”, és a természettudományt Francis Bacon szavaival élve arra használjuk, hogy az egész természetet „az ember szolgálatába” állítsuk. Bacon az „ember természet fölött gyakorolt jogairól” beszélt. „A természet”, írta Arisztotelész, „minden állatot az ember kedvéért hozott létre”. „Ember nélkül”, jelentette ki Immanuel Kant, „az egész teremtés kietlen, vad pusztaság, hiábavaló dolog lenne.” Nem is olyan régen hallhattunk a természet „legyőzéséről” és a világűr „meghódításáról”, mintha legalábbis a természet és a Kozmosz leigázandó ellenségeink lennének.

A vallási közösségek ugyancsak központi szerepet játszottak. A nyugati vallások azt tartották, hogy nekünk Istennek kell engedelmeskednünk, a természet többi része viszont bennünket szolgál. A modern korban elsősorban az állítás második felét hangoztatták, úgy tűnik, az elsőről kissé megfeledkeztünk. A valóságos és kézzelfogható, kizárólag tetteinkből, és nem szavainkból feltárló világban úgy látszik, mintha sok ember aspirálna arra, hogy a Teremtés ura legyen. Alkalmanként egy jelképes tiszteletadással, amint azt a társadalmi konvenció megköveteli, függet-

lenül attól, hogy később milyen isten jön divatba. Descartes-ra és Baconre mély hatást gyakorolt a vallás. A „mi a természet ellen” fogalma vallásos hagyományaink öröksége. A Teremtés könyvében Isten hatalmat ad az embernek minden más élőlény fölött: „... és töltsetek be a Földet és hajtsátok birodalmatok alá; és uralkodjatok a tenger halain, az ég madarain és a földön csúszó-mászó mindenféle állatokon”. Az embert tehát arra ösztönzi, hogy uralkodjék a természet fölött, ráadásul az eredeti Szentírásban olvasható megfelelő héber kifejezés erőteljes katonai jelentéstartalmat hordoz. Sok más hasonló képpel találkozhatunk a Szentírás egyéb könyveiben, és nem utolsósorban azon középkori keresztény tradícióban, amelyből a modern természettudomány megszületett. Az iszlám ezzel szemben tartózkodik attól, hogy a természetet ellenségnek nyilvánítsa.

Természetesen mind a természettudomány, mind pedig a vallás összetett, sokrétegű szerkezet, amelyek sok különböző, sokszor egymásnak ellentmondó véleményt foglalnak magukba. A tudósok voltak azok, akik felfedezték a környezeti válságot és felhívták rá a világ figyelmét. Vannak tudósok, akik saját maguknak jelentős kiadást okoztak, mégis megtagadták, hogy olyan felfedezéseken dolgozzanak, amely társaik számára veszélyes lehet. És a vallás az, amely először mondta ki minden élőlény megbecsülésének a parancsát.

Igaz, hogy a zsidó-keresztény-mohamedán hagyományokban semmi sincs, ami akár csak megközelítené a természetnek azt a gyengéd szeretetét, amit a hindu-buddhista-dzsainista hagyományok vagy az amerikai őslakosság hite tükröz. Valójában a nyugati tudomány és vallás egyaránt nem restelli a fáradságot, hogy kijelentse, a természet csak a díszlet, nem pedig a történet, és hogy a természetet szentnek tekinteni szentségtörés.

Mindamellet, létezik egy tisztán vallási ellenpont. Eszerint a természeti világ Isten teremtménye, amely az „Ember” megdicsőülésétől teljesen független célok érdekében van jelen. Ezért a saját jogán érdemel tiszteletet és gondoskodást, nem csak azért, mert hasznos a számunkra. Különösen az utóbbi időben kezdett elterjedni a „jószágigazgató” szívbemarkoló hasonlata. Eszerint az ember csak a Föld gondozója, aki kizárólag az úr céljai érdekében van itt jelen, és valamikor a végtelen jövőben kizárólag neki

tartozik számadással.

Természetesen a Földön az élet úgy 4 milliárd éven keresztül egészen jól megvolt, bármiféle „jóságigazgató” közreműködése nélkül. A trilobiták és a dinoszauruszok, amelyeit mindegyike több mint 100 millió éven keresztül lakta a Földet, bizonyára jól szórakoznának azon, hogy egy faj, amelyik ezerszer rövidebb ideje létezik, elhatározza, hogy kinevezi magát a földi élet gyámoltójává. Holott maga ez a faj jelenti az igazi veszélyt. Ezek a vallások felismerik, azért lenne szükség emberi „jóságigazgatókra”, hogy megvédjük a Földet az emberektől.

A természettudomány és a vallás módszerei és szellemisége alapvetően különbözik egymástól. A vallás gyakran arra kér, hogy kétkedés nélkül higgyünk még szilárd bizonyítékok hiányában is (vagy elsősorban akkor). Valójában ez a vallásos hit lényege. A természettudomány ezzel szemben arra kér, hogy semmit se higgyünk el, legyünk óvatosak az önámításra való hajlamunk miatt, és utasítsuk el a mendemondákon alapuló bizonyítékokat. A természettudomány a kétkedést alapvető erénynek tartja. A vallás ezzel szemben a kétkedést a megvilágosodás akadályaként értékeli. Ezért évszázadokon keresztül ellentét volt a két terület között - a természettudományos felfedezések kihívást jelentettek a vallási dogmák számára, a vallás ezzel szemben megpróbálta figyelmen kívül hagyni vagy elfojtani a nyugtalanító felfedezéseket.

Az idők azonban változnak. Ma már a legtöbb vallás elfogadja, hogy a Föld kering a Nap körül, hogy a Föld 4,5 milliárd éves, elfogadják az evolúciót és a modern természettudomány sok más felfedezését. Amint azt II. János Pál pápa megfogalmazta: „A természettudomány megtisztíthatja a vallást a hibáktól és a babonától, a vallás viszont megtisztíthatja a természettudományt a bálványimádástól és a hamis abszolútumoktól. Mindkettő bevezetheti a másikat egy szélesebb világba, amelyben mindkettő virágozhat... Az ilyen hídépítő szolgálatot ápolnunk és buzdítanunk kell.”

Schol sem igazabbak ezek a szavak, mint a mostani környezeti válságunkban. Nem számít, kinek a felelőssége elsősorban a válság létrejötté, hiszen nem tudunk kijutni belőle másképp, csak ha felfogjuk a veszélyt és megértjük a háttérben működő folyamatokat, csak ha mély odaadással vagyunk fajunk és bolygónk hosszú

távú jóléte iránt, és csak ha a kiút keresésében a természettudomány és a vallás együtt vesz részt.

Volt szerencsém részt venni egy rendkívüli világkonferenciasorozaton. A világ vallási vezetői különböző országokból jött természettudósokkal és törvényhozókkal találkoztak, hogy a rohamosan súlyosbodó környezeti válságról tárgyaljanak.

Csaknem száz ország képviselői voltak jelen a Lelki és Parlamenti Vezetők Világforumán, a két konferenciát 1988 áprilisában Oxfordban és 1990 januárjában Moszkvában rendezték. A Föld hatalmas képe alatt állva ott látom magamat, egy sokféleképpen öltözött, fajunk csodálatos változatosságát képviselő tömegben. Ott volt Teréz anya és Bécs bíboros érseke, Canterbury érseke, Románia és az Egyesült Királyság főrabbijai, Szíria főmuftija, Moszkva metropolitája, az onondaga nemzetség egyik öregje, Togo Szent Erdejének főpüspöke, a dalai láma, dzsainista püspökök fehér ruhájukban, turbános szikhek, hindu vallásokatatók, buddhista apátok, sinto püspökök, evangéliumi keresztények, az örmény egyház feje, egy „Élő Buddha” Kínából, Stockholm és Harare püspökei, az ortodox egyházak metropolitái, az Irokéz Konföderáció hat népének legfőbb főnökei. Rajtuk kívül megjelent az Egyesült Nemzetek Szervezetének főtitkára, Norvégia miniszterelnöke, az erdők újraterelapításáért harcoló kenyai nőmozgalom alapítója, a World Watch Institute elnöke, az ENSZ gyermekalapjának és népesedési alapjának, valamint az UNESCO-nak az igazgatói, a szovjet környezetvédelmi miniszter, több tucat ország parlamenti képviselői, többek között az Egyesült Államokból szenátorok, kongresszusi képviselők és egy leendő alelnök. A két találkozót legnagyobbbrészt egyetlen ember, egy korábbi ENSZ-tisztségviselő, Akio Matsumura szervezte.

Emlékszem arra, amikor az 1300 küldött összegyűlt a Kreml Szent György-termében, hogy meghallgassa Mihail Gorbacsov köszöntőjét. Az ülést a Föld egyik legősibb vallási hagyományának képviselőjében egy tiszteletreméltó védikus szerzetes nyitotta meg, aki felkérte a sokaságot, hogy énekeljék el a szent „Om” szótagot. Amennyire szemtanúként állíthatom, Eduard Sevarnadze külügyminiszter eleget tett a kérésnek, Mihail Gorbacsov azonban tartózkodott a szent szótag éneklésétől. (A háttérből kinyújtott

kezevel fenyegetően tornyosult fölénk Lenin hatalmas, hófehér szobra.)

Ugyanazon a napon tíz zsidó küldöttet éppen a Kremlben ért a pénteki napnyugta, így ők végezték el a Kremlben minden idők első itt tartott zsidó vallási szertartását. Emlékszem, hogy Szíria főmuftija - sokak meglepetésére és megelégedettségére - hangsúlyozta, hogy az iszlámban milyen fontos „a születésszabályozás az egész világ jóléte érdekében anélkül, hogy ezt az egyik nemzet javára, a másik ellenében használnánk ki.” Sok felszólaló idézte az őslakos amerikai indiánok közmondását, mely szerint „a világot nem ősinktől örököltük, hanem unokáinktól kaptuk kölcsön”.

Folytonosan hangsúlyozták azt a tényt, hogy minden emberi lény szoros kapcsolatban áll az összes többivel. Hallhattunk egy évszázados példabeszédet, amelyben arra kértek, képzeljük el fajunkat egy száz család alkotta faluként. Gondoljunk ezután arra, hogy a faluban, ahol élünk, hatvanöt család írástudatlan, kilencven pedig nem tud angolul, hetvennek az otthonában nincs ivóvíz, nyolcvan család egyetlen tagja sem ült még repülőgépen. Hét család birtokában van a termőföld hatvan százaléka, miközben ugyanők a rendelkezésre álló energia nyolcvan százalékát használják fel. Csupán egyetlen olyan család van, ahol valaki egyetemet végzett. Eközben a levegő, a víz, az éghajlat és a bőrt perzselő napfény egyre rosszabbá válik. Mi lehet ilyenkor a közös felelősségünk?

A moszkvai konferencián egy számos kiemelkedő tudós által aláírt felhívást ismertettek a világ vallási vezetőivel. A küldöttek elsőprő többségének reagálása kedvező volt. A találkozó vagy akcióterv elfogadásával ért véget, amelyben többek között az alábbi mondatok olvashatóak:

Ez az összejövetel nem csupán egyetlen esemény, hanem egy tartós folyamat egyik lépése, amely iránt visszavonhatatlanul elköteleztük magunkat. Vállaljuk, hogy hazatértünk után is odaadó résztvevői leszünk e folyamatnak, ami nem kevesebbet jelent, mint hogy alapvető változásokat követelünk abban a hozzáállásban és gyakorlatban, amely világunkat veszedelmes szakadék szélére sodorta.

A vallási vezetők a világ sok országában munkához fogtak. Jelentős lépéseket tett az Egyesült Államok Katolikus Konferenciája, az episzkopális egyház, Krisztus egyesült egyháza, az evangéliumi keresztények, a zsidó közösség vezetői és sok más csoport. A folyamat szervezésére létrehozták „A Természettudomány és a Vallás Közös Fellépése a Környezetért” nevű szervezetet, amelynek elnökei a nagytiszteletű James Parkes Morton, a Szent János Evangelista Katedrális dékánja és jómagam lettünk. Al Gore alelnök, aki abban az időben szenátor volt, ugyancsak központi szerepet játszott. A természettudósok és a legjelentősebb amerikai felekezetek vezetőinek 1991 júniusában New Yorkban tartott előkészítő találkozásán világossá vált, hogy nagyon szélesek a közös alapok.

Sok minden arra csábíthat bennünket, hogy tagadjuk le vagy dobjuk félre ezt az egész környezeti válságot, és még csak ne is gondoljunk arra, hogy az emberi magatartás milyen alapvető változásaira lenne szükség annak kezeléséhez. Mi, vallási vezetők azonban magunkra vállaljuk azt a prófétai felelősséget, hogy a kihívás minden részletét és a megválaszolásához szükséges lépéseket megismertetjük azzal a sok millió emberrel, akiket elérünk, akiket tanítunk és akiknek tanácsot adunk.

Szándékunk az, hogy felkészülten vehessünk részt az e kérdésekről folyó eszmecsereben, és nézeteinkkel hozzájáruljunk a nemzeti és nemzetközi politikai válaszok létrejöttét szorgalmazó erkölcsi kényszerhez. Itt és most kijelentjük azonban, hogy lépéseket kell tenni: az ózonréteget károsító kémiai anyagok forgalomból történő, gyorsabb ütemű kivonása érdekében; a fosszilis tüzelőanyagok sokkal hatékonyabb felhasználása és a nem fosszilis tüzelőanyagokon alapuló gazdaság kifejlesztése érdekében; a trópusi őserdők megőrzéséért és a további intézkedésekért a biológiai sokféleség megőrzése érdekében; az összehangolt erőfeszítésekért a világ népességének veszedelmesen gyors növekedésének megfékezése érdekében, lehetővé téve a férfiak és a nők részére egyaránt az ösztönző, gazdasági

önállóságot és hozzáférhetővé téve a családi életre nevelést célzó programokat mindazok számára, akik ezt szigorúan önkéntességi alapon igénylik.

Hisszük, hogy most a vallási hagyományok figyelemreméltóan széles skáláján, a legmagasabb szintű vezetők között létrejött az egyetértés abban, hogy a környezeti tisztességességnek és igazságosságnak a hívő emberek számára legfontosabb dolgok közé kell tartozniuk. A felmerült kérdésekre adott válaszoknak felül lehet és kell emelkedniük a hagyományos vallási és politikai választvonalakon. Ezzel megkaptuk a lehetőséget arra, hogy erőinket egyesítve megújítsuk a vallási életet.

A középső bekezdés utolsó mondata a római katolikus küldöttel elért keserves kompromisszum eredménye, aki nemcsak a születésszabályozás módszereinek leírását ellenezte, hanem még a „születésszabályozás” szó említését is.

A Közös Fellépés továbbfejlesztéseként 1993-ra létrejött a Nemzeti Vallási Partnerség a Környezetért, a katolikusok, a zsidók, a protestánsok, a keleti ortodoxok, a történelmi fekete egyház és az evangéliumi keresztény közösségek koalíciója. A partnerség Tudományos Irodája által készített anyagokat felhasználva a résztvevő csoportok - egyénileg és közösen is - számottevő hatást kezdtek kifejteni. Sok vallási közösség, amelynek korábban nem volt országos szintű környezetvédelmi programja vagy irodája, most kijelentette, hogy „teljes mértékben elkötelezett a vállalkozás irányában”. A környezetvédelmi oktatáshoz és rendezvényekhez szükséges segédanyagok több mint 100 000 vallási közösséghez jutottak el, amelyek több tízmillió amerikai képviselnek. Papok és világi vezetők ezrei vettek részt a regionális továbbképzéseken, és a gyülekezetek ezrével tették az írásban is rögzített környezetvédelmi kezdeményezéseket. Lobbiztak az állami és az országos vezetőknél, tájékoztatták a sajtót és a szemináriumi növendékeket, szentbeszédeket tartottak. Többé-kevésbé véletlenszerűen kiragadott példaként megemlíthetjük, hogy 1996 januárjában az Evangéliumi Környezetvédelmi Hálózat - amely az evangéliumi keresztény közösség részéről a partnerséget alkotó szervezet volt -

a Kongresszusban lobbizott a veszélyeztetett fajok törvényének elfogadása érdekében (hiszen maga a törvény is veszélyeztetett volt). Milyen alapon? Egyik szóvivőjük megmagyarázta, hogy az evangéliumi keresztények „nem természettudósok, ezért teológiai alapon „kezelték a kérdést”. A veszélyeztetett fajok védelmét biztosító törvényt „korunk Noé bárkájának” nevezték. A partnerség alapvető felfogása szerint „a környezetvédelemnek ma már a hívő élet központi kérdésének kell lennie”, amit nyilvánvalóan széles körben elfogadtak. Egyetlen olyan jelentős kezdeményezés volt, amellyel a partnerség még nem tudott foglalkozni: el akarják érni azokat az egyes egyházközségek területén lakó híveket, akik az iparban valamilyen vezető állásban vannak, és rajtuk keresztül akarják megpróbálni befolyásolni a környezetre legnagyobb hatást gyakorló iparágak politikáját. Nagyon remélem, hogy hamarosan erre is sor kerül.

A világ jelenlegi környezeti válsága még nem öltött katasztrofális méreteket. Még nem. Amint az más esetekben is elő szokott fordulni, a válság hatására előkerülhetnek az együttműködés, a zsenialitás és az elkötelezettség korábban kiaknázatlan, sőt még csak nem is álmodott erői. A természettudomány és a vallás felfogása eltérő lehet például a Föld keletkezésére vonatkozóan, de abban egyetérthetünk, hogy bolygónk megvédése méltó odaadó figyelmünkre és szerető gondoskodásunkra.

A Nyilatkozat

Az alábbi, 1990 januárjában keletkezett írást küldték el a természettudósok a vallási vezetőknek, „A Föld megőrzése és ápolása: nyilatkozat a természettudomány és a vallás közös elkötelezettségéről” címmel.

A Föld fajunk szülőhelye, és mai tudásunk szerint egyetlen otthonunk. Amikor még kevesen voltunk és technológiánk kezdetleges volt, akkor nem volt erőnk a bennünket körülvevő környezet befolyásolásához. Napjainkban azonban hirtelen, szinte minden előzetes jelzés nélkül, hihetetlenül megsokasodtunk, technológiánk pedig óriási, néha ijesztő erejűvé vált. Most már arra is képesek vagyunk, hogy szándékosan vagy akaratlanul pusztító változásokat okozzunk a világméretű környezetben - abban a környezetben, amelyhez fajunk, és az összes többi faj, amelyekkel bolygónkon osztozunk, pontosan és tökéletesen alkalmazkodott.

Olyan, önközünkkel okozott és gyors környezeti változások fenyegetnek, amelyek hosszú távú biológiai és ökológiai következményeire vonatkozó ismereteink fájdalmasan hiányosak - a védelmező ózonréteg fogyása; olyan mértékű globális felmelegedés, amilyenre az elmúlt 150 évezredben még nem volt példa; csaknem fél hektár erdő kipusztítása másodpercenként; a fajok villámgyors kihalása; és egy nukleáris világháború réme, amely a Föld népességének legnagyobb részét veszélybe sodorná. Létezhetnek természetesen más, hasonló veszélyek is, amelyekről mindeddig még tudomást sem szereztünk. Ezek egyenként vagy összességükben olyan csapdát jelentenek az emberi faj számára, amelyet mi állítottunk saját magunknak. Elméletileg bármennyire megalapozott és magasröptű (vagy naiv és szűk látókörű) az eme veszélyeket előidéző tevékenységeink igazolása, mégis, egyenként vagy összességükben ezek egyaránt veszélyeztetnek minket és sok más fajt is. Közel vagyunk ahhoz, hogy elkövessük - sőt sokak szerint már el is követtük - azt, amit a vallásos nyelvezet a Teremtés elleni

véteknek nevez.

Természetükből adódóan ezeket a környezet elleni támadásokat nem egyetlen politikai csoport vagy egyetlen generáció hajtja végre. Jellegükből adódóan ezek nemzetek, generációk és ideológiák fölött átívelőek. Ugyanez mondható el az összes elképzelhető megoldásról is. A csapdákból csak úgy menekülhetünk meg, ha bolygónk népei, a mostani és a majdani generációk mind összefognak egymással.

Az ilyen nagyságrendű problémákat és az ilyen széles perspektívát igénylő megoldásaikat a kezdet kezdetétől a vallási és a természettudományos vonatkozásokat egyaránt tekintetbe véve kell kezelni. Közös felelősségünket is figyelembe véve, mi, természettudósok - akik közül sokan személyesen is részt veszünk a környezeti válság elleni harcban - a lehető legsürgősebben azzal a kéréssel fordulunk a világ vallásos közösségéhez, hogy tegyünk meg mindent, szavakkal és tettekkel egyaránt, olyan bátran, amennyire arra szükség van, a földi környezet megőrzéséért.

A veszélyek ellen fogantatott egyes rövid távú intézkedések, mint például a nagyobb energiahatékonyság, a fluorozott szénhidrogének gyors betiltása vagy a nukleáris fegyverek mérsékelt csökkentése - viszonylag könnyen végrehajthatóak, és bizonyos szinten már folyamatban is vannak. Más, sokkal távolabbra mutató, hosszú távú és hatékonyabb megközelítések azonban széles körben tehetetlenséggel, tagadással és ellenállással találják szembe magukat. Ebbe a csoportba tartozik a fosszilis tüzelőanyagokról a nem szennyező energiagazdaságra történő áttérés, a nukleáris fegyverkezési verseny folyamatos és gyors megszüntetése, valamint a világ népességnövekedésének önkéntes megállítása - amelyek nélkül a környezet megőrzése érdekében tett egyéb lépések hatástalanok maradnak.

Ami a béke, az emberi jogok és a társadalmi igazságosság kérdéseit illeti, a vallás intézményei ezeken a területeken is jelentős erőt képviselhetnek, nemzeti és nemzetközi kezdeményezéseket ösztönözhetnek a köz- és a magánszektorban, valamint a kereskedelem, az oktatás, a kultúra – és a tömeg-

kommunikáció szerteágazó világában.

A környezeti válság nemcsak a nyilvános politikában, hanem az egyéni magatartásban is radikális változásokat követel. A történelmi példák azt igazolják, hogy vallások tanítása, példamutatása és vezető szerepe jelentős mértékben képes befolyásolni a személyes életvitelt és elkötelezettséget.

Természettudósokként sokan közülünk alapos ismeretekre tettünk szert, ezért félelemmel vegyes bámulatot és mély tiszteletet ébreszt bennünk a Világegyetem. Megértjük, hogy a szentnek tartott dolgokat az emberek valószínűleg nagyobb gondossággal, és tisztelettel kezelik. A környezet megóvásának és ápolásának kérdésében szükség lenne a szentségeknek kijáró kitüntető figyelemre. Ugyanakkor a természettudományok és a technológia sokkal alaposabb ismeretére is szükség lenne. Ha nem értjük meg a problémákat, akkor nem valószínű, hogy ki tudjuk javítani. Ezért a vallásnak és a természettudománynak egyaránt létfontosságú szerep jut.

Tisztában vagyunk vele, hogy bolygónk környezeti állapotának kérdése máris mély aggodalommal tölti el az Önök testületeit és gyülekezeteit. Reményeink szerint ez a Nyilatkozatunk elősegíti a közös indíték megtalálását és az együttes cselekvés szellemének kialakulását a Föld megóvása érdekében.

A természettudósok környezetről tett ezen nyilatkozatára adott választ rövid időn belül 83 országból lelki vezetőit százai írták alá, közöttük 37 nemzeti és nemzetközi vallási testület feje. Az aláírók között van a Muzulmán Világszövetség és az Egyházak Világtanácsának főtitkára, a Zsidó Világkongresszus alelnöke, minden örmények katolikosza, az oroszországi Pityirim metropolita, Szíria és a volt Jugoszlávia főmuftija, a Kína összes keresztény egyházának, valamint az Egyesült Államok episzkopális, lutheránus, methodista és mennonita egyházainak elnöklő püspökei, továbbá ötven bíboros, láma, érsek, főrabbi, pátriárka, mullah és a világ számos nagyvárosának püspöke.

Válaszuk így szól:

Mindannyiunkat meghatott a Nyilatkozat szelleme, tárgya pedig számunkra is kihívást jelent. Egyetértünk azzal, hogy a kérdés sürgető. Az együttműködésre szóló felhívásuk egyedülálló esemény és páratlan lehetőség a természettudományok és a vallás kapcsolatában.

A hívők közösségéből sokan már eddig is figyelemmel kísérték az egyre nagyobb számban napvilágot látó, riasztó jelentéseket a bolygónk környezeti állapotát fenyegető veszélyekről, többek közt azokról, amelyeket az Önök Nyilatkozata is felsorol. A tudományos közösség nagy szolgálatot tett az emberiségnek azzal, hogy felhívta a figyelmünket az e veszélyekre utaló bizonyítékokra. A magunk részéről a további, alapos és körültekintő vizsgálatokra buzdítunk, melyek eredményeit figyelembe kell vennünk minden további, az emberiség helyzetével kapcsolatos intézkedésünkben és nyilatkozatunkban.

Hisszük, hogy a vallás a környezeti válság lényegét tudja megragadni. A hit minden hagyománya és tanítása arra int bennünket, hogy tiszteljük és szeressük a természeti világot. Mégis, a már régóta tanúsított emberi magatartás következményeképpen a szentséges teremtetést megsértjük és a végletekig kockáztatjuk. A vallás válasza értelmében alapvetően fontos, hogy mielőbb megszüntessük ezt a nemtörődöm és a természetet kiszípolozó, régóta tanúsított emberi magatartást.

Mindezen okok miatt üdvözljük a természettudósok Nyilatkozatát, és nagy várakozással tekintünk az együttműködés és a közös cselekvés konkrét formáinak és lépéseinek mielőbbi feltárása elé. Maga a Föld szólít fel bennünket a magasabb szintű, közös kötelezettségvállalásra.

3. Az érzelmek és az értelem összeütközése

A közös ellenség

*Nem vagyok pesszimista. Ha valaki ott látja az ördögöt, ahol az
tényleg létezik, az szerintem az optimizmus megnyilvánulása.*

Roberto Rossellini

*Csak századunkban érkezett el az a pillanat, amikor az egyik faj
elegendő erőre tett szert ahhoz, hogy megváltoztassa a világ
természetét.*

Rachel Carson, Csendes tavasz, 1962

Bevezetés

1988-ban rendkívüli ajánlatot kaptam. Felkértek, hogy írjak egy cikket az Egyesült Államok és a Szovjetunió közti kapcsolatról. Az írást mindkét ország legszélesebb körben terjesztett sajtótermékében, nagyjából egy időben szándékozták megjelentetni. Mindez akkor történt, amikor Mihail Gorbacsov megpróbálta a szovjet állampolgárok részére a szabad véleménynyilvánítás jogát biztosítani. Egyesek úgy emlékeznek erre az időre, mint amikor Ronald Reagan kormányszata lassan módosította félreérthetetlenül hidegháborús álláspontját. Úgy gondoltam, hogy egy ilyen cikk használhat valamicskét. Sőt mi több, egy nem sokkal korábban tartott „csúcstalálkozón” Reagan elnök olyan megjegyzést tett, miszerint ha a Földet idegen lények inváziója fenyegetné, akkor sokkal könnyebb lenne az együttműködés az Egyesült Államok és a Szovjetunió között. Úgy tűnt, hogy írásomat e gondolat köré tudom rendezni. Az volt a szándékom, hogy a cikkel mindkét ország állampolgárait provokáljam, ezért mindkét fél részéről garanciákat kértem arra, hogy írásomat nem fogják cenzúrázni. Ebbe Walter Anderson, a *Parade* főszerkesztője és Vitalij Korotics, az *Ogonyok* főszerkesztője egyaránt készséggel

beleegyezett. „A közös ellenség” című cikk annak rendje és módja szerint meg is jelent a *Parade* 1988. február 7-i, valamint az *Ogonyok* 1988. március 12-19-i számában. Ezt követően a *Kongresszusi feljegyzés*-ben is napvilágot látott, majd 1989-ben elnyerte a New York Egyetem Olajág-díját (Olive Branch Award). A cikknek mindkét országban jelentős visszhangja volt.

A cikkben előforduló vitatott kérdéseket a *Parade* szókimondóan, a következő bevezetés közlésével kezelte:

Az alábbi cikk, amely a tervek szerint teljes terjedelmében meg fog jelenni a Szovjetunió legnépszerűbb hetilapjában, az *Ogonyok*-ban is, a két ország közötti kapcsolatokat veszi szemügyre. Egyes állampolgárok mindkét országban kellemetlennek, sőt egyenesen provokatívnak találhatják Carl Sagan bizonyos kijelentéseit, a szerző ugyanis lényegében vitatja a két ország történelmének széles körben elfogadott változatát. A *Parade* szerkesztői remélik, hogy ez az itt és a Szovjetunióban egyaránt olvasható elemzés az első lépést jelenti a szerző által leírt célok elérése felé vezető úton.

Az ügyek azonban az 1988-ban már liberalizálódó Szovjetunióban korántsem mentek ilyen egyszerűen. Korotics kétségtelenül törököt fogott. Amikor elolvasta a szovjet történelemre és politikára vonatkozó bíráló megjegyzéseimet, szükségét érezte, hogy a felsőbb hatóságok állásfoglalását kérje. Úgy tűnik, hogy a cikk *Ogonyok*-ban megjelent változatáért végső soron dr. Georgij Arbatov vállalta a felelősséget, aki a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Egyesült Államok és Kanada Intézetének igazgatója, a kommunista párt központi bizottságának tagja és Gorbacsov közeli tanácsadója volt. Arbatovval korábban több magánjellegű politikai megbeszélést folytattam, és mindig meglepett őszintesége és elfogulatlansága. Miközben jóleső érzéssel töltött el, hogy a szöveg nagy részét érintetlenül hagyták, tanulságos szemügyre venni, milyen változtatásokat hajtottak végre a cikkben, melyek voltak azok a gondolatok, amelyeket az átlagos szovjet állampolgár számára túlon túl veszélyesnek tartottak. Ezért a cikk után felsorolom a legérdekesebb változtatásokat. Mindezek természetesen a cenzúrázás nyomai.

A cikk

Csak ha a földönkívüliek inváziója fenyegetné bolygónkat, mondta egy alkalommal az Egyesült Államok elnöke a szovjet pártfőtítkárnak, akkor tudnának országaink összefogni a közös ellenség ellen. Valóban, sok példát lehet említeni, amikor a generációkon keresztül egymás torkát szorongató, halálos ellenségek félretették nézeteltéréseiket, hogy közösen nézzenek szembe az azonnali fenyegetéssel. Így fogtak össze a görög városállamok a perzsák ellen, az egykor Kijevet kifosztó poloveciek a tatárok ellen vagy ami minket közelebbről érint, az amerikaiak és a szovjetek a nácik ellen.

A földönkívüliek inváziója természetesen meglehetősen valószínűtlen. Mindamellett, *létezik* a közös ellenség, sőt a közös ellenségek sora, amelyek némelyike korábban soha nem tapasztalt fenyegetést jelent, és amelyek mindegyike kizárólag korunkra jellemző. Forrásuk egyrészt az emberiség egyre nagyobb műszaki teljesítőképessége, valamint az, hogy nem szívesen mondunk le a közvetlenül érzékelhető, rövid távú előnyökről fajunk hosszú távú jóléte érdekében.

A szén és az egyéb fosszilis tüzelőanyagok büntetlen elégetése megnöveli a légköri szén-dioxid által keltett üvegházhatást és megemeli a Föld átlaghőmérsékletét. Emiatt, egyes előrejelzések szerint, az amerikai Közép-nyugat és Ukrajna - a világ leghatalmasabb kenyereskosarai - egy évszázadnál rövidebb időn belül valamiféle bozótos sivataggá alakulhatnak át. A hűtőszekrényekben használt semleges, látszólag veszélytelen gázok elvékonyítják a védelmet jelentő ózonréteget, aminek következtében a Nap halálos veszélyt hordozó ibolyántúli sugaraiból mind több éri el a Föld felszínét. Ettől óriási mennyiségben pusztulnak el az alig értett tápláléklánc legalsó szintjét képező, védtelen mikroorganizmusok, márpedig a tápláléklánc tetején mi magunk próbáljuk megtartani ingatag egyensúlyunkat. Az Egyesült Államok ipari eredetű légszennyezése Kanada erdősegeit pusztítja. Egy szovjet atomerőmű balesete Lappföld ősi kultúráját sodorta veszélybe. A tomboló járványos betegségek az egész világon végigsöpörnek, mert a korszerű szállítási rendszerek felgyorsítják a terjedésüket. Elkerülhetetlenül további veszélyek is leselkednek ránk,

amelyeket azonban ügyetlenségünk és szűklátókörűségünk folytán eddig még csak fel sem fedeztünk.

A nukleáris fegyverkezési versenyben az Egyesült Államok és a Szovjetunió együtt járt az élen. Ennek következtében bolygónk ma már mintegy 60 000 atomfegyver csapdájában vergődik. Ez a mennyiség több mint elegendő a két ország teljes megsemmisítéséhez, a földi civilizáció megbénításához, de talán még ahhoz is, hogy véget vessen az évmilliók óta tartó emberi kísérlетnek. Hiábavalóaknak bizonyultak a fegyverkezési verseny visszafordítása érdekében tett békés szándékú, de felháborodott tiltakozások éppúgy, mint az ünnepélyes keretek között aláírt kötelezettségvállalások. Az Egyesült Államok és a Szovjetunió együttesen minden évben annyi atomfegyvert állít elő, amennyi bolygónk összes, valamirevaló méretű városának elpusztításához elegendő lenne. Ha az okokról kérdezősködünk, mindkét fél teljes komolysággal a másikra mutogat. A *Challenger* űrrepülőgép és a csernobili atomerőmű katasztrófája egyaránt arra figyelmeztet bennünket, hogy legnagyobb erőfeszítéseink ellenére, még a csúcstechnológiájú rendszerek alkalmazása során is bekövetkezhetnek tragikus balesetek. Hitler évszázadában rá kell döbbernünk, hogy a modern ipari államokat örültek is képesek a totális ellenőrzésük alá vonni. Csak idő kérdése, hogy mikor következik be valamilyen előreláthatatlan, apró technikai hiba a tömegpusztító eszközök gépezetében, esetleg valamilyen kommunikációs félreértés, vagy éppen mikor kerül érzelmi válságba egy túlterhelt nemzeti vezető. Az emberi faj, és azon belül döntően az Egyesült Államok és a Szovjetunió, összességében évente egybillió dollárt költ a megfélemlítésre és a háborús előkészületekre. Tekintettel erre, aligha lenne okuk a rosszindulatú földönkívülieknek a Föld elleni támadásra. Talán az előzetes vizsgálódás után úgy döntenének, hogy kifizetődőbb, ha kis türelemmel kivárják, amíg megsemmisítjük önmagunkat.

Veszélyben vagyunk. Nincs szükségünk földönkívüli hódítókra. Éppen elég veszélyforrást hoztunk létre mi magunk. Ezek azonban láthatatlan veszélyek, látszólag roppant távol a mindennapi élettől. Megértésükhöz elmélyült gondolkodásra van szükség, ráadásul olyan dolgokról, mint bizonyos átlátszó gázok, láthatatlan sugárzások, nukleáris fegyverek, amelyeket szinte

senki sem látott még működés közben, ellentétben mondjuk egy ellenséges hadsereggel, amely fosztogat, rabszolgákat szed, meggyaláz és gyilkol. Közös ellenségeinket nehéz megszemélyesíteni, sokkal nehezebb elképzelni, mint egy sahot, egy kánt vagy egy főhért. Ha mindezen új ellenségeinkkel szemben egyesíteni akarjuk erőinket, akkor ehhez bátor önismeretre van szükségünk, mert mi magunk - a Föld minden országa, de főként az Egyesült Államok és a Szovjetunió - vagyunk a felelősek azokért a veszélyekért, amelyekkel szembe kell néznünk.

Mindkét ország olyan falikárpit, amelyet a különféle etnikai és kulturális szálak sokféleségéből szőttek. Katonai szempontból mi vagyunk a Föld leghatalmasabb országai. Mi vagyunk a szószólói annak a nézetnek, amely szerint a tudomány és a technika mindannyiunk életét jobbra teheti. Egyaránt hiszünk a népek önrendelkezési jogában. Kormányzati rendszereink az igazságtalanság, az önkényuralom, a hozzá nem értés és a babona elleni történelmi forradalmakban születtek. Olyan forradalmárok utódai vagyunk, akik végrehajtották a lehetetlent - megszabadítottak bennünket az évszázadokon keresztül uralkodó zsarnokoktól, akikről azt hittük, hogy isteni rendeltetésből kerültek közénk. Mire lesz szükség ahhoz, hogy a saját magunk számára állított csapdából ki tudjunk szabadulni?

Mindkét fél hosszan tudná sorolni azokat a mélyen gyökerező sérelmeket, amelyeket a másik rovására ír - ezek egy része képzelt, legtöbbje azonban különböző mértékben bár, de valóságos. Minden alkalommal, amikor az egyik fél valamilyen túlkapást követ el, a másik ezt megfelelő ellenlépéssel akarja kompenzálni. Mindkét nemzet tele van sértett büszkeséggel és állítólagos erkölcsi feddhetetlenséggel. Mindegyik kínzó részletességgel ismeri a másik által elkövetett legkisebb gonoszított is, szinte futó pillantást sem vet azonban a saját vétkeire és a saját politikája által okozott szenvedésekre. Mindkét oldalon élnek természetesen tisztességes és becsületes emberek, akik tisztában vannak az országuk politikája által létrehozott veszélyekkel - olyan emberek, akik hosszú időn át az elemi tisztesség szabályai szerint és az egyszerű túlélés érdekében rendbe hozzák a dolgokat. Mindkét oldalon élnek azonban olyan emberek is, akiket hatalmába kerített a nemzeti propaganda megfelelő szervezetei által szándékosan felszított

gyűlölködés és félelem. Ezek az emberek azt hiszik, hogy ellenfeleik javíthatatlanok. Ők azok, akik a konfrontációt keresik. A keményvonalasok mindkét oldalon egymást hergelik. Kölcsönösen egymásnak köszönhetik hitelességüket és erejüket. Szükségük van egymásra. Halálos ölelés köti őket egymáshoz.

Ha senki más, sem földönkívüli, sem földi ember nem képes bennünket kiszabadítani ebből a halálos ölelésből, akkor csak egyetlen lehetőségünk marad: bármilyen fájdalmas is, nekünk magunknak kell ezt megtenni. Első lépésként hasznos lehet, ha szemügyre veszünk egyes történelmi tényeket, de úgy, ahogy azokat feltehetően a másik fél látja, vagy éppen az utókor, ha az egyáltalán figyelemre méltatja ezeket az eseményeket. Képzeljük el először, miként vélekedhet egy szovjet megfigyelő az amerikai történelem egyes eseményeiről. A függetlenség és a szabadság elvén alapított Egyesült Államokban a jelentős országok közül utolsóként számolták fel a rabszolgaságot; az alapító atyák közül sokan - közöttük George Washington és Thomas Jefferson - maguk is rabszolgatartók voltak. A rasszizmust még száz évvel a rabszolgák felszabadítása után is támogatta a jogrend. Az Egyesült Államok rendszeresen megsértette azt a több mint 300 egyezményt, amelyek aláírásával vállalta, hogy bizonyos jogokat garantál az ország őslakossága számára. Theodore Rooseveltt 1899-ben, két évvel azelőtt, hogy elnökké választották, egy széles körben elismert beszédében szót emelt az „igazságos háború” mellett, amit a „nemzeti nagyság” elérése egyetlen módjának tartott. Az Egyesült Államok 1918-ban megtámadta a Szovjetuniót²¹, hogy leverje a bolsevik forradalmat, de próbálkozása sikertelen maradt. Az Egyesült Államokban találták fel a nukleáris fegyvert, valamint ez volt az első és egyetlen olyan ország amely polgári lakosság ellen be is vetette azt - férfiak, nők és gyermekek százazreit pusztítva el ezzel. Az Egyesült Államokban operatív tervek születtek a Szovjetunió teljes megsemmisítésére vonatkozóan, még mielőtt megszületett volna a

²¹ A szerző itt a Szovjetunióról beszél, jóllehet hivatalosan a Szovjetuniót - ilyen néven - csak 1922 áprilisában hozták létre. Az 1917 és 1922 közötti időszakra vonatkozóan - az 1918-as Alkotmánynak megfelelően - az Oroszország, illetve a Szovjet-Oroszország elnevezés a pontos - a *lektor megjegyzése*.

szovjet atomfegyver. Az Egyesült Államok volt a nukleáris fegyverkezési verseny fő hajtóereje. Az Egyesült Államokban az elmélet és a gyakorlat közötti számos, újabb keletű ellentmondás egyike például az, amikor a jelenlegi [Reagan-] kormány mély erkölcsi felháborodásában óva inti szövetségeseit attól, hogy a terrorista Iránnak fegyvereket adjanak el, miközben ő maga titokban megteszi ezt. Szerte a világon álcázott háborúkat folytat a demokrácia védelmében, miközben szemben áll a lakosság döntő többségének semmiféle politikai jogot sem biztosító dél-afrikai rezsim elleni hatékony gazdasági szankciókkal. A nemzetközi jog megsértésének tartja, hogy Irán a Perzsa-öböl fenekén olajat bányászik, mialatt ő maga Nicaragua kikötőiben ugyanezt tette, majd elmenekült a Nemzetközi Bíróságon történő felelősségre vonás elől. Azzal vádolja Líbiát, hogy gyermekeket ölnek meg, ezért megtorlásul ugyancsak gyerekeket gyilkolnak meg. Kifogást emel a Szovjetunióban a kisebbségekkel való bánásmód miatt, mialatt Amerikában több fiatal fekete férfi van börtönben, mint ahány főiskolára jár. Mindezt nem a galád szovjet propaganda híreszteli. Még az Egyesült Államok irányában szeretettel viseltető embereknek is komoly fenntartásaik lehetnek az ország valódi szándékait illetően, különösen akkor, amikor Amerika vonakodik elismerni történelmének kínos tényeit.

Most pedig képzeljük el, miként ítéli meg egy nyugati megfigyelő a szovjet történelem egyes eseményeit. Tuhacsevszkij marsall napiparancsa 1920. július 2-án a következőképpen hangzott: „Bajonettjeink békét és boldogságot hoznak a dolgozó emberiségnek. Előre, Nyugat felé!” Nem sokkal később V. I. Lenin a francia küldöttekkel folytatott beszélgetése során megjegyezte: „Igen, a szovjet csapatok Varsóban vannak. Hamarosan Németország is a miénk lesz. Újra meghódítjuk Magyarországot. A Balkán fel fog lázadni a kapitalizmus ellen. Olaszország reszketni fog. A burzsoá Európa minden eresztékében megroppan ebben a viharban.” Ezután gondoljunk a szovjet állampolgárok millióira, akik 1929 és a második világháború között Sztálin előre megfontolt politikája áldozatául estek. Emlékezzünk az erőszakos kollektivizációra, a parasztok tömeges deportálására, az ennek következtében 1932-33-ban fellépő éhínségre, és a nagyszabású tisztogatásokra (amelyek során a Kommunista Párt csaknem

minden, harmincöt évesnél idősebb vezetőjét letartóztatták és kivégezték, és amely közben büszkén kihirdették a szovjet állampolgároknak állítólag jogokat biztosító új alkotmányt). Azután gondoljunk erre, hogy Sztálin lefejezte ez egész Vörös Hadsereget, vagy a Hitlerrel kötött meg nem támadási paktumhoz csatolt titkos jegyzőkönyvre és arra, hogy még akkor sem hitte el a Szovjetunió náci lerohanásának a lehetőségét, amikor e támadás már el is kezdődött. Hány millió embernek kellett még emiatt elpusztulnia? Gondoljanak ezenkívül a polgári szabadságjogok, például a szólásszabadság és a kivándorlási jog korlátozására a Szovjetunióban, vagy a folyamatosan létező, beteges antiszemitizmusra és ez egyházak üldözésére. Ha mindezeket túlmenően röviddel országuk létrehozását követően első számú katonai és polgári vezetőik azzal büszkélkednek, hogy szándékukban áll megszállni a szomszédos államokat; ha országuk történetének csaknem felében egy olyan teljhatalmú vezető áll az állam élén, aki módszeresen elpusztította saját népének millióit; ha pénz-érmeiken saját nemzeti jelképük még ma is az egész világ fölött ragyog, akkor megérthetik, hogy más nemzeteknek még a békés vagy hiszékeny természetű polgáraiban is kételyek ébrednek ez Önök szándékainak tisztaságát illetően, bármily őszinték és nagyszerűek legyenek is azok. Mindez korántsem csupán galád amerikai propaganda. A probléma sokkal összetettebb, különösen, ha Önök úgy tesznek, mintha sohasem történtek volna ilyen dolgok.

„Nem lehet szabad az az ország, amely más népeket elnyom”, írta Friedrich Engels. Az 1903-as londoni konferencián Lenin szót emelt „minden nemzet önmeghatározáshoz való teljes joga” mellett. Ugyanezeket ez alapelveket csaknem pontosan ugyanilyen megfogalmazásban Woodrow Wilson és több más amerikai államférfi is hangoztatta. A tények azonban mindkét ország esetében egészen másról árulkodnak. A Szovjetunió erőszakkal bekebelezte Lettországot, Litvániát, Észtországot, valamint Finnországot, Lengyelországot és Románia egy részét. Katonailag megszállta és kommunista uralom alatt tartotta Lengyelországot, Romániát, Magyarországot, Mongóliát, Bulgáriát, Csehszlovákiát, Kelet-Németországot és Afganisztánt. Leverte a kelet-német munkások 1953-as felkelését, az 1956-os magyar

forradalmat és az 1968-as cseh kísérletet a *peresztrojka* és a *glasznoszty* bevezetésére. A világháborúkat és a kalózok vagy a rabszolga-kereskedők ellen indított akciókat nem számítva, az Egyesült Államok fennállása óta több mint 130 alkalommal²² hajtott végre fegyveres támadást vagy beavatkozást más országok ellen. Az érintett országok között megemlítendő Kína (18 egymástól független alkalommal), Mexikó (13), Nicaragua és Panama (9-9 eset), Honduras (7), Kolumbia és Törökország (6-6), a Dominikai Köztársaság, Korea és Japán (5-5), Argentína, Kuba, Haiti, a Hawaii Királyság és Szamoa (4-4), Uruguay és a Fidzsi-szigetek (3-3), Guatemala, Libanon, a Szovjetunió és Szumátra (2-2), Grenada, Puerto Rico, Brazília, Chile, Marokkó, Egyiptom, Elefántcsontpart, Szíria, Irak, Peru, Tajvan, a Fülöp-szigetek, Kambodzsza, Laosz és Vietnam. Ezen akciók legtöbbje kisebb jelentőségű volt, általában bábkormányok fenntartását, amerikai javak védelmét vagy üzleti érdekek érvényesítését célozta. Előfordultak azonban sokkal jelentősebb, hosszan tartó és sok halálos áldozatot követelő háborúk is.

Az Egyesült Államok fegyveres erői nemcsak a bolsevik forradalmat megelőzően avatkoztak be Latin-Amerikában, hanem maga a *Kommunista kiáltvány* előtt is, ami nehezen teszi hihetővé az amerikaiak nicaraguai beavatkozásának antikommunista érvekkel történő alátámasztását. Az érvelés hiányosságai sokkal magától értetődőbbek lennének azonban, ha a Szovjetunióknak nem lett volna szokása más országok bekebelezése. Az Egyesült Államok Délkelet-Ázsiában olyan országokat támadott meg, amelyek neki sohasem ártottak és őt nem fenyegették. Eközben azonban 58 000 amerikai és több mint egymillió ázsiai veszítette életét, és az Egyesült Államok 7,5 millió tonna roppant erejű robbanóanyagot dobott le, miáltal akkora gazdasági és ökológiai zűrzavart okozott, hogy abból a térség mind a mai napig nem tudott kilábalni. Több mint 100 000 szovjet katona tartja 1979 óta megszállva Afganisztánt, egy olyan országot, amelyben az egy főre jutó nemzeti jövedelem kisebb, mint Haitin. Az eközben elkövetett kegyetlenkedésekről általában mélyen hallgatnak (minthogy a

²² A megjelentetések az Egyesült Államokban is meglepetést keltő listát a képviselőház Fegyveres Erők Bizottsága állította össze.

szovjetek az amerikaiaknál sokkal sikeresebben tartják távol a háborús övezetektől a független tudósítók).

A szokássá vált ellenségeskedés züllesztő és önfenntartó. Ha alábbhagy az ellenséges érzület, akkor könnyűszerrel feleleveníthető, elég, ha emlékeztetünk a múltbeli túlkapásokra, kitalálunk valamilyen kegyetlenkedést vagy katonai incidenst, bejelentjük, hogy az ellenség valamilyen veszélyes, új fegyvert állított hadrendbe, vagy pusztán a naivitásra, vagy a hűtlenségre utaló, gúnyos megjegyzést teszünk, amikor a politikai vélemény kényelmetlenül elfogulatlanná válik. Sok amerikai számára a kommunizmus a szegénységet, az elmaradottságot jelenti, a Gulágot azok számára, akik őszintén megmondják a véleményüket, az emberi szellem könyörtelen összezúzását és a világ meghódításának vágyát. Sok szovjet ember számára a kapitalizmus azonos a szívtelenséggel, a kielégíthetetlen kapzsisággal, a fajüldözéssel, a háborúval, a gazdasági instabilitással és a gazdagok világméretű összeesküvésével a szegények ellen. Ezek karikatúrák, ám nem teljes mértékben, és az évek során a szovjetek és az amerikaiak egyaránt lépéseket tettek, hogy a képet hitelessé és elfogadhatóvá tegyék.

Ezek a karikatúrák azért létezhetnek, mert van bizonyos valóságalapjuk, ugyanakkor hasznosak is. Ha létezik egy engesztelhetetlen ellenség, akkor a hivatalnokok könnyen magyarázatot tudnak adni arra, hogy miért emelkednek az árak, miért nem lehet bizonyos árucikkeket beszerezni, miért nem versenyképes az ország a világpiacon, miért van sok munkanélküli és hajléktalan vagy miért hazafiatlan és ezért megengedhetetlen cselekedet az ország vezetőinek bírálata. Az ellenség léte különösen jó okot szolgáltat arra, hogy miért kell a legfőbb rosszat, a nukleáris fegyvereket tízezerszámra hadrendbe állítani. Ha viszont az ellenség nem elég gonosz, akkor a kormány tisztviselőinek hozzánemértése és téveszméi fölött nem lehet olyan könnyen elsiklani. Az állami hivatalnokok érdekelték az ellenség felfedezésében és helytelen cselekedetei felnagyításában.

Minden ország létrehozta a saját katonai és felderítő szervezeteit, hogy kiküszöbölje a másik fél által jelentett veszélyt. Ezen intézményeknek hagyományosan alapvető érdeke fűződik a jelentős összegű katonai és felderítési kiadásokhoz. Folyamatosan

lelkiismereti válságban vannak, hiszen egyértelműen az a szándékuk, hogy felnagyítsák az ellenség képességeit és szándékait. Ha engednek, akkor azt szükséges megfontoltságnak nevezik, de bárhogy minősítsék is saját tevékenységüket, az mindenképpen előmozdítja a fegyverkezési versenyt. Létezik-e a titkosszolgálati adatok független, nyilvános megítélésének a lehetősége? Nem. Miért nem? Mert az adatok titkosak. Olyan önjáró gépezettel van tehát dolgunk, amely működésének alapja valamilyen ténylegesen létező összeesküvés annak érdekében, hogy a feszültség ne csökkenhessen egy a hivatalnokok által elfogadott minimális szint alá.

Nyilvánvaló, hogy sok nemzeti intézményt és dogmát napjainkban meg kell változtatni, bármily hatékonyan működtek is egykoron. Egyetlen ország sem készült még fel arra, hogy belépjen a XXI. század világába. Most nem a múlt egyes eseményeinek dicsőítésére vagy a nemzeti jelképek védelmezésére van szükség, hanem arra, hogy megtaláljuk azt a keskeny ösvényt, amely átvezet bennünket a jelentős, kölcsönös veszélyeztetések időszakán. Ennek végrehajtásához minden megszerezhető segítségre szükségünk lesz.

A tudomány kulcsfontosságú működési feltétele, hogy az összetett problémák megértéséhez (de még az egyszerűekéhez is) meg kell szabadítanunk elménket mindennemű előítélettől, biztosítani kell a gondolatok közreadásának szabadságát, az ellentmondás és a kísérletezés lehetőségét. A tekintélyelvű érvelés elfogadhatatlan. Mindannyian esendők vagyunk, tévedhetünk, még vezetőink is. Ám bármennyire is nyilvánvaló, hogy a bíráló az előrehaladás szükséges feltétele, a kormányok mégis vonakodnak ezt elfogadni. A klasszikus példa erre Hitler Németországa. Íme ennek alátámasztására egy idézet Rudolf Hess náci pártvezér 1934. június 30-án mondott beszédéből: „Egyetlen ember van, aki minden bírálaton felül áll, a Führer. Azért van ez így, mert mindenki érzi és tudja, neki mindig igaza van és mindig igaza lesz. A nemzeti szocializmus alapja mindannyiunk számára a kritika nélküli hűség, önmagunk teljes átadása a Führernek.”

Ez a tétel felettébb kényelmes volt a náci vezetők számára, amit még jobban megvilágít Hitler alábbi megjegyzése: „Mily szerencse a hatalmon lévők számára, hogy az emberek nem

gondolkodnak!” A széles körű intellektuális és erkölcsi engedelmesség rövid távon ugyan kényelmes lehet az ország vezetői számára, hosszú távon azonban a nemzet öngyilkosságát jelenti. Eszerint a nemzeti vezetők alkalmasságának egyik kritériuma kellene hogy legyen a mások megértésére való alkalmasság, valamint a képesség az erőteljes bírálatok ösztönzésére és alkotó hasznosítására.

Most, amikor az állami terror által korábban elhallgattatottak és megszegyenítettek a szabad akarat szárnyaikat próbálgató híveiként ismét megszólalhatnak, természetesen felvillanyozódnak, de velük együtt így érez az események minden szabadságszerető tanúja. A *glasznoszty* és a *peresztrojka* megmutatta a világ többi részének a szovjet társadalomnak azt az emberi arcát, amelyet a korábbi politika gondosan elrejtett. Ezek a folyamatok a szovjet társadalom minden szintjén megindították a hibák kijavítását. Ezek a gazdasági jólét alapvető feltételei. Lehetővé teszik a nemzetközi együttműködés valódi kifejlődését és a nukleáris fegyverkezési verseny tényleges visszafogását. Emiatt a *glasznoszty* és a *peresztrojka* a Szovjetuniónak és az Egyesült Államoknak egyaránt a javát szolgálja.

Megtalálhatók a Szovjetunióban természetesen a *peresztrojka* és a *glasznoszty* ellenzői is. Azok, akiknek most be kell bizonyítaniuk, hogy versenyképesek, ahelyett, hogy egész életükre hitbizományba kapott pozícióikban szunyókálnának. Azok, akik számára szokatlan a demokráciával járó felelősség. Azok, akiknek az előírások évtizedeken keresztül követése után nem lehet szemrehányást tenni múltbeli magatartásukért. Az Egyesült Államokban ugyancsak megtalálhatóak a *peresztrojka* és a *glasznoszty* ellenzői. Egyesek azzal érvelnek, hogy mindez csak trükk a Nyugat elaltatása érdekében, hogy ezalatt a lélegzetvételnyi szünethez jutó Szovjetunió összegyűjtse erejét és a korábbinál félelmetesebb versenytársként léphessen fel. Mások azért kedvelik a Szovjetunió régi arculatát, mert a demokrácia hiányában elgyengült, könnyen démonizálható, ötletesen kifigurázható. (A saját demokratikus berendezkedésükkel hosszú ideje túlságosan elégedett amerikaiaknak ugyancsak lenne mit tanulniuk a *glasznosztyból* és a *peresztrojkából*.) Amikor a reformok mellett és ellen egyaránt ilyen hatalmas erők sorakoznak fel, nehéz megjósolni az esemé-

nyek kimenetelét.

Mindkét országban alaposabban megvizsgálva a nyilvános vitára kerülő kérdéseket, azt tapasztaljuk, hogy azok főként a nemzeti jelszavak populáris előítéletek keltésére alkalmas ismételtetései, rosszindulatú célzások, önigazoló vagy téves állítások, bizonyítékok helyett hitszónoklatok kántálása és a polgárság értelmi képességeinek általános semmibevétele. Ehelyett sokkal inkább annak elismerésére lenne szükségünk, hogy valójában milyen keveset tudunk arról, miként vészeltethjük át épségben az eljövendő néhány évtizedet. Bátorságra lenne szükségünk az alternatív programok széles skálájának alapos megvizsgálásához és legfőbbképpen a dogmák helyett a megoldások melletti elkötelezettségre. A megoldást elég nehéz lesz megtalálni. Még sokkal nehezebb lesz olyan megoldásokat találni, amelyek tökéletesen megfelelnek bizonyos XVIII. és XIX. századi politikai tanoknak.

Országainknak segíteniük kell egymást, hogy kidolgozzuk, milyen változtatásokra van szükség, amelyek mindkét fél javát szolgálják. Terveinknek a következő elnökválasztási ciklus és a következő ötéves terv időtartamánál sokkal hosszabb távlatokba kell előretekinteniük. Csökkenteniük kell katonai kiadásainkat, emelni kell az életszínvonalat, meg kell teremteni a tudás tekintélyét, támogatni kell a tudományt, a találmányokat és az ipart, ösztöndíjakat kell adnunk, támogatni kell az információ-szerzés szabadságát, csökkenteni kell az országon belüli korlátozásokat, be kell vonni a dolgozókat a vállalatok vezetését érintő döntésekbe. Támogassuk a közös emberi értékeink és közös kockázatunk elismeréséből származó őszinte tiszteletet és megértést.

Bár szeretnénk minden eddigit meghaladó mértékben együttműködni, a magam részéről nem ellenzem az egészséges versenyt. De úgy versengjünk, hogy eközben visszafogjuk a fegyverkezési versenyt és számottevő mértékben csökkentjük a hagyományos fegyverzetet, megszüntetjük a kormányzati korrupciót és a világ legnagyobb részét mezőgazdaságilag önelátóvá tesszük. Versengjünk a művészetekben és a tudományban, a zenében és az irodalomban, a műszaki fejlődésben. Legyen a verseny tisztességes! Versengjünk a szenvedések enyhítésében, a

tudatlanság felszámolásában és a betegségek visszaszorításában. Tartsuk tiszteletben világszerte a nemzeti függetlenséget. Fogalmazzuk meg és ültessük át a gyakorlatba a bolygónk javaival való felelős sáfárkodás etikáját.

Tanuljunk egymástól! A kapitalizmus és a szocializmus egy évszázadon keresztül be nem vallottan kölcsönösen plagizálva használta egymás módszereit és tanait. Sem az Egyesült Államok, sem a Szovjetunió nem mondhatja magáénak az igazság és az erény monopóliumát. Szeretném megérni, hogy együttműködve versengünk. Az 1970-es években a nukleáris fegyverkezési versenyt korlátozó nemzetközi szerződéseken kívül számos más területen is sikeresnek bizonyult az együttműködésünk. Világszerte felszámoltuk a himlőt, megakadályoztuk Dél-Afrika nukleáris fegyverhez jutását, végrehajtottuk a Szojuz Apollo közös űrrepülést. Kezdjük el néhány nagyra törő és távlatokat nyitó témában az együttműködést. Enyhítsük az éhínséget például Etiópiában és más olyan országokban, amelyek a szuperhatalmak rivalizálása áldozataivá váltak. Azonosítsuk és hatástalanítsuk a műszaki fejlődésünk következtében fenyegető környezeti katasztrófát. A magfúziós kísérletek révén dolgozzuk ki a jövő biztonságos energiaforrását. Hódítsuk meg együtt a Marsot, aminek betelepítése az lesz, amikor az első emberek - szovjetek és amerikaiak együtt - először szállnak le egy idegen bolygón.

Talán el fogjuk pusztítani magunkat. Talán a bennünk rejtőző, közös ellenség túlságosan erősnek bizonyul, ezért nem tudjuk felismerni és legyőzni. Talán a világunk a középkori állapotba vagy még mélyebbre süllyed vissza.

Én azonban reménykedem. Végre láthatóak a változások jelei. Még csak próbálkozások, de legalább a jó irányban és a nemzetek viselkedésében eddig megszokott normákhoz viszonyítva gyorsak. Lehetséges, hogy mi - mi amerikaiak, mi szovjetek, mi emberek - végre észre térünk és elkezdünk együtt dolgozni fajunk és bolygónk javára?

Semmit sem ígérünk. A történelem a mi vállunkra tette ezt a terhet. Rajtunk múlik, hogy méltó jövőt építsünk gyermekeinknek és unokáinknak.

A cenzúrázás

Az alábbiakban időrendi sorrendben, a cikkbeli bekezdések sor-számának feltüntetésével felsorolok néhányat a legfelháborítóbb és a legérdekesebb változtatások közül, amelyeket cikkemen az *Ogonyok*-beli közlés során végrehajtottak. A cenzúrázás során kitörölt részeket **vastag** betűvel szedtük, míg a közönséges, álló és vékony betűk az eredeti cikkből vett idézeteket jelölik. A zárójelbe tett, *dőlt betűs* részek a saját megjegyzéseim.

(3.) ... **az alig értett tápláléklánc legalsó szintjét képező, ... márpedig a tápláléklánc tetején mi magunk próbáljuk megtartani ingatag egyensúlyunkat.** [*E kifejezés nélkül az ózonréteg elvékonyodásának veszélye sokkal kisebbnek tűnik.*]

(4.) ... minden évben annyi atomfegyvert állít elő, ami **bolygónk összes, valamirevaló méretű városának** elpusztításához elegendő lenne. [*A kiemelt rész helyett a bármely város szavak szerepeltek. Ez azonban az évente előállított bombák mennyiségéről egyetlen bomba hatóerejére tereli a figyelmet, ami kisebbíti a nukleáris fenyegetettség veszélyét.*]

(4.) ... **egy túlterhelt nemzeti vezető.** [*Vajon csökkenti egy ország kormányába vetett bizalmat, ha elismerjük, hogy a vezető túlterhelt lehet?*]

(4.) ... **a megfélemlítésre és a háborús előkészületekre.**

(7.) ... **sértett büszkeséggel és állítólagos erkölcsi feddhetetlenséggel.**

(7.) ... **nemzeti propaganda megfelelő szervezetei által szándékosan felszított gyűlölködés és félelem.**

(8.) Theodore Roosevelt **1899-ben, két évvel azelőtt, hogy elnökké választották, ...** [*Különösen aljasnak tűnő változtatás, mert a kihúzott szavak nélkül a szovjet olvasók kilencvenkilenc százaléka minden bizonnyal Franklin Rooseveltre, nem pedig az idézett Theodore Rooseveltre gondol.*]

(8.) **Mindezt nem a galád szovjet propaganda híreszteli.**

(9.) ... **július 2-án...**

(9.) ... **vagy a Hitlerrel kötött meg nem támadási paktumhoz csatolt titkos jegyzőkönyvre ...**

(9.) **További hány millió embernek kellett emiatt elpusztulnia?**

(11.) Az érvelés hiányosságai sokkal magától értetődőbbek lennének azonban, ha a Szovjetuniónak nem lett volna szokása más országok bekebelezése.

(18.) Most, amikor az állami terror által korábban elhallgatottak és megszegényítettek a szabad akarat szárnyaikat próbálgató híveiként ismét megszólalhatnak, természetesen felvilanyozódnak, de velük együtt így érez az események minden szabadságszerető tanúja.

(19.) ... ötletesen kifigurázható.

(20.) Mindkét országban alaposabban megvizsgálva a nyilvános vitára kerülő kérdéseket, azt tapasztaljuk, hogy azok főként a nemzeti jelszavak populáris előítéletek keltésére alkalmas ismételtetései, rosszindulatú célzások, öngazoló vagy téves állítások, bizonyítékok helyett hitszónoklatok kántálása, és a polgárság értelmi képességeinek általános semmibevétele.

(20.) A megoldást elég nehéz lesz megtalálni. Még sokkal nehezebb lesz olyan megoldásokat találni, amelyek tökéletesen megfelelnek bizonyos XVIII. és XIX. századi politikai tanoknak. *[A marxizmus természetesen XIX. századi közgazdaságtani és politikai elmélet.]*

(23.) ... egy évszázadon keresztül be nem vallottan kölcsönösen plagizálva használta egymás módszereit és tanait. Sem az Egyesült Államok, sem a Szovjetunió nem mondhatja magáénak az igazság és az erény monopóliumát.

(26.) Semmit sem ígérünk. *[Az ortodox marxizmus egyik öndicsőítő, tudománytalan tétele szerint láthatatlan történelmi erők eleve elrendeltté teszik a kommunizmus végső győzelmét.]*

Az oroszok legkomolyabban a 9. bekezdésben szereplő Lenin-idézet (illetve az ehhez kapcsolódó Tuhacsevszkij-féle napiparancs) miatt aggódtak. Többször is arra kértek, hogy hagyjam ki ezt a részt a cikkből, ám kérésüket mindannyiszor elutasítottam. Végül az *Ogonyok* cikkébe az említett helyen az alábbi lábjegyzet került be: „Az *Ogonyok* szerkesztői több illetékes levéltárat felkerestek. Ennek ellenére sem a cikkben szereplő idézetnek, sem V. I. Lenin más hasonló értelmű kijelentésének nem sikerült a nyomára bukkanni. Sajnáljuk, hogy a *Parade* magazin olvasóinak millióit félrevezette ez az idézet,

amelyre Carl Sagan a következtetéseit alapozta.” A megjegyzés mindenesetre meglehetősen barátságosnak tűnt számomra.

Az idő múlásával azonban újabb szovjet levéltárak nyíltak meg a kutatók számára. Hozzáférhetővé és elfogadottá vált a történelem másfajta szemlélete, Lenint már nem istenítették, és a helyzet magától megoldódott. Arbatov saját visszaemlékezéseiben az alábbi engedékeny megjegyzés jelent meg:

Ezúton bocsánatkéréssel tartozom. Az *Ogonyok* egyik 1988-as számában, Carl Sagan csillagász cikkéhez fűzött megjegyzésemben visszautasítottam a szerző azon következtetését, miszerint Tuhacsevszkij lengyelországi hadművelete a forradalom exportálására tett kísérlet lett volna. A megjegyzést a feltételes reflexszé vált, szokásos védekezés szellemében tettem, mert az évek hosszú során szokásunkká (sőt végül természetessé) vált, hogy a „kínos” tényeket a szőnyeg alá söpörjük. A magam részéről például csak a közelmúltban tanulmányoztam kellő gondossággal történelmünk ezen időszakát.

Abortusz: lehetünk-e egyidejűleg életpártiak és választáspártiak²³

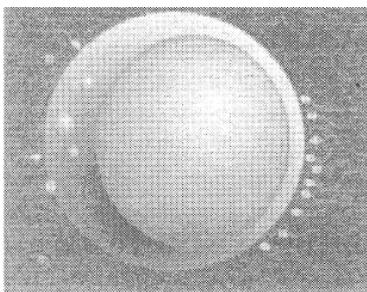
Az ember szeret szélsőségekben gondolkozni. Hajlamosak vagyunk meggyőződésünket olyan vagy-vagy formájában megfogalmazni, amelyek között nincs átmeneti lehetőség. Amikor kénytelenek vagyunk felismerni, hogy a szélsőséges álláspontok szerint nem cselekedhetünk, akkor még mindig kitarthatunk amellett, hogy elméletileg ugyan minden rendben van, a gyakorlati megvalósítás során viszont a körülmények kompromisszumra késztetnek.

*John Dewey,
Experience and Education, I. (1938)*

A kérdés már évekkel ezelőtt eldőlt. A bíróság a közéletet választotta. Azt gondolhatnánk, ezzel véget értek a csatározások. Ehelyett viszont tömegfelvonulások, bombamerényletek és fenyegetések követték egymást, az abortuszokat végrehajtó klinikák dolgozói ellen elkövetett gyilkosságok, letartóztatások, erőteljes lobbizás, törvényhozási dráma, kongresszusi meghallgatások és Legfelsőbb Bírósági döntések. A főbb pártok politikai programjának meghatározó fontosságú elemévé vált a kérdés, miközben a papok elkarhozással fenyegetik a politikusokat. A vitában az Alkotmány szellemét éppúgy felidéztek, mint Isten akaratát. A gyenge lábakon álló érveket bizonyosságként sorakoztatták fel. A szembeálló felek egyaránt a saját nézeteik alátámasztását várják a tudománytól. Családok bomlanak fel, férjek és feleségek jutnak egyetértésre abban, hogy erről nem beszélnek, régi barátok többé szóba se állnak egymással. A politikusok - lelkiismeretük megnyugtatójának reményében - a legújabb közvélemény-kutatások eredményeit bújják. A csatazajban a vitatkozó felek már alig hallják egymás hangját. A vélemények polarizálódtak. Az elmék bezárltak.

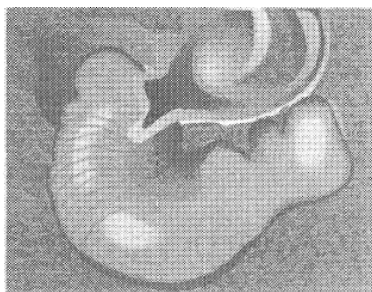
Helytelen-e a terhesség megszakítása? Mindig? Néha? Soha? Minek alapján döntünk? Azért írtuk ezt a cikket, mert alaposabban meg akartuk ismerni a szemben álló nézeteket, valamint ki-

²³ Az Ann Druyannal közösen írott cikk először a *Parade* magazinban *Az abortusz kérdése: a válasz keresése* címmel jelent meg.

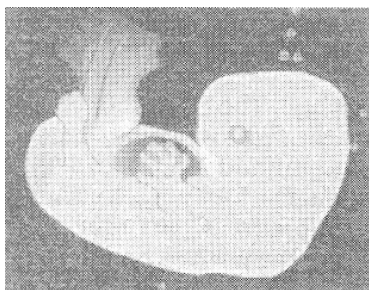


Emberi petesejt, közvetlenül a megtermékenyülés után.

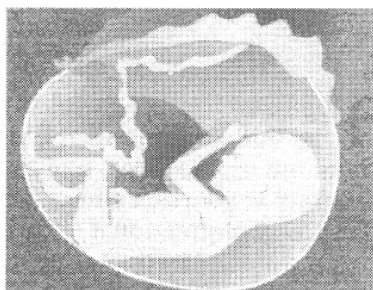
A sejtet az elsőként célba érő hímivarsejtek csoportja veszi körül. A futottak még csoportjába tartozó további 300 millió versenyző még nem érkezett meg.



Az embrió három héttel a fogamzás után körülbelül akkora, mint egy ceruza hegye, a feje jobb oldalon látható. A test alsó részén a farok felé megfigyelhető szelvényekre oszlás a férgekre emlékeztet.



Az embrió a fogamzást követő ötödik hét végén. A farok a lábak kezdeményei alatt elhajlik. A profilból látható arc határozottan a hüllőkére emlékeztet.



A tizenhat hetes magzat külsőre már teljes mértékben emberi lényre hasonlít.

A „rugdosásként” érzékelhető önálló mozgásra azonban még képtelen, és az anyaméhén kívül életképtelen.

váncsiak voltunk arra, hogy mi magunk ki tudnánk-e alakítani egy mindkét fél elvárásainak megfelelő álláspontot. Tényleg nem létezik a középút? Mindkét oldal érveit gondosan mérlegelnünk kellett, ellenőriztük, konzisztens rendszert alkotnak-e, majd néhány konkrét esetet dolgoztunk fel, melyek egy része teljes mértékben hipotetikus. Ha néhány esetben úgy tűnik, hogy példáink túl messzire mennek, akkor az Olvasó szíves türelmét és megértését kérjük, hiszen megpróbálunk a végsőig érvelni az egyes nézetek mellett, hátha így megtalálhatjuk azok gyenge pontjait és érvényességük határait.

Mélyebben utánagondolva a dolgoknak, bizonyára már mindenki rájött, hogy az éremnek két oldala van. Véleményünk szerint az eltérő nézetek számos támogatója aggódik és feszélyezve érzi magát, amikor szembesül a másik tábor érvei mögött meghúzódó tényekkel. (Részben ez az oka annak, hogy általában elkerüljük az ilyen jellegű konfrontációt.) Ráadásul a probléma súlyos kérdésekkel szembesít. Mennyiben vagyunk felelősek egymásért? Megengedhetjük-e, hogy az állam beleavatkozzék életünk legintimebb és legszemélyesebb részleteibe? Hol vannak a szabadság határai? Mit jelent embernek lenni?

A számtalan tényleges vélemény a széles körben elterjedt vélekedés szerint lényegében csupán két csoportba sorolható: valaki vagy életpárti vagy választáspárti. Ez a leegyszerűsítés elsősorban a média jóvoltából alakult ki, hiszen ott általában nincs idő kitérni az ennél finomabb, árnyalatnyi eltérésekre. Ennek megfelelően ezzel a megnevezéssel illeti magát a két hadban álló tábor is, ezért a továbbiakban mi is ezt a megkülönböztetést használjuk. Végletekig leegyszerűsítve az álláspontokat, azt mondhatjuk, hogy a választáspártiak szerint a terhesség megszakításával kapcsolatos döntést egyedül a nőnek kell meghoznia, az államnak nincs joga a beavatkozáshoz. Az életpártiak ezzel szemben kitartanak amellett, hogy az embrió vagy magzat a fogantatás pillanatától kezdve emberi lény, akinek az életét kötelességünk megőrizni, az abortusz pedig egyenértékű a gyilkossággal. A két csoport - választáspártiak és életpártiak - megnevezésének megalkotásakor fél szemmel azokra sandítottak, akik még nem alakították ki saját, határozott véleményüket, ezért befolyásolhatóak. Nagyon kevesen akarhatják, hogy a szabadság

ellenségeiként vagy éppen az étellel szembeállókként tartásák őket számon. Valójában a szabadság és az élet a két, legnagyobb becsben tartott értékünk, márpedig ezúttal úgy tűnik, alapvető konfliktus alakult ki a kettő között.

Vizsgáljuk meg a fenti két vélekedést először a visszajáról. Az újszülött minden kétséget kizáróan azonos azzal a lénnel, aki közvetlenül születése előtt volt. Szilárd bizonyítékaink vannak arra nézve, hogy a fejlődése utolsó szakaszában járó magzat reagál a hangokra, többek között a zenére is, de mindenekelőtt édesanyja hangjára. Képes arra, hogy szopja az ujját vagy buk-fencet vessen. Alkalmanként a felnőttekre jellemző agyi hullámok keletkezése figyelhető meg. Egyes emberek azt állítják, hogy emlékeznek megszületésük folyamatára, sőt az anyaméhen belüli környezetre is. Talán gondolatok is megfogalmazódnak a méhen belül. Aligha lehet amellet érvelni, hogy a személyiség teljes kialakulása egy csapásra, a születés pillanatában történik meg. Hogyan is gondolhatnánk tehát, hogy az újszülött elpusztítása egy nappal születése után gyilkosság, egy nappal előtte viszont nem.

Ami a kérdés gyakorlati részét illeti, mindez nem túlságosan érdekes. Az Egyesült Államokban ugyanis az abortuszok kevesebb, mint egy százalékát hajtják végre a terhesség utolsó három hónapjában (sőt az alaposabb elemzések azt mutatják, hogy az esetek egy részében természetes vetélésről vagy számolási hibáról van szó). Ennek ellenére a terhesség harmadik harmadabeli abortusz alkalmas a választáspárti vélemény határainak kijelölésére. Kiterjed-e a nőnek a „saját teste fölött gyakorolt eredendő joga” arra, hogy megöljön egy a közeljövőben megszületendő magzatot, aki minden szempontból azonos egy újszülöttel?

Hisszük, hogy a szülések szabadságának támogatói közül sokan, legalább néha elgondolkodnak ezen a kérdésen. Óvakodnak azonban attól, hogy ezt nyíltan kimondják, mert ezzel veszélyes lejtőn indulnának el. Ha megengedhetetlen a terhesség megszakítása a kilencedik hónapban, akkor mi a helyzet a nyolcadik hónapban, a hetedikben, a hatodikban...? Ha viszont elfogadjuk, hogy *van olyan* időpont a terhesség során, amikor az állam közbeavatkozhat, akkor nem következik-e ebből az, hogy az állam *mindig* közbeléphet?

Ez felidézi annak a rémét, hogy a túlnyomórészt férfi és jobbára tehetős törvényhozók előírják a szegény nők számára, hogy egyedül kell kihordaniuk és felnevelniük gyermekeiket, bár erre anyagilag képtelenek; arra kényszerítenek tizenéves lányokat, hogy megszüljék gyermeküket, jóllehet érzelmileg még nem érettek az anyaságra; a karrierre vágyó nőknek előírják, hogy adják fel álmaikat, maradjanak otthon és dajkálják csecsemőjüket; és ami a legrosszabb, arra kényszerítik a nemi erőszak és a vérfertőzés áldozatait, hogy tartsák meg és neveljék fel támadójuk utódát.²⁴ Az abortusz törvényi tiltása esetén felmerülhet a gyanú, hogy a valódi szándék a nők függetlenségének ellenőrzése és szexualitásuk szabályozása. Miért lenne a törvényhozóknak bárminő joguk előírni a nőknek, hogy mit tegyenek a testükkel? A szülés szabadságától történő megfosztás megalázó. A nők már torkig vannak azzal, hogy fölényeskedve kezelik őket.

Mégis mindannyian egyetértünk abban, hogy a gyilkosságot tiltani, és elkövetését megfelelően büntetni kell. Gyatra védekezés lenne, ha a gyilkos azzal állna elő, hogy az elkövetett tett csupán az ő és áldozata magánügye, a kormánynak semmi köze hozzá. Ha a magzat elpusztításakor tulajdonképpen meggyilkolunk egy emberi lényt, akkor nem az állam *kötelessége-e*, hogy kiszabja tettünkre a méltó büntetést? Nos valóban, a kormány egyik legfontosabb feladata, hogy a gyengéket megvédje az erősekkel szemben.

Ha nem szállunk szembe a terhesség *bizonyos* szakaszában végrehajtott abortusszal, akkor ezáltal nem taszítjuk-e el magunktól emberi lények egy csoportját, mint akik érdemtelenek arra, hogy megvédjük őket és tekintettel legyünk rájuk? Nem lesz-e ez az eltaszítás a szexizmus, a rasszizmus, a nacionalizmus és a vallási fanatizmus melegágya? Nem kellene-e az efféle igazságtalanságok elleni harc elkötelezettjeinek megkülönböztetett figyelemmel ügyelniük arra, hogy ne ölelkezzenek egymással?

²⁴ Minden idők leghatározottabb életpárti személyei közé tartozott Hitler és Sztálin, akik hatalomra jutásuk után azonnal bűncselekménnyé minősítették a korábban legális terhességmegszakítást. Hasonlóképpen cselekedett Mussolini, Ceausescu és számtalan más diktátor és zsarnok. Természetesen ez a tény önmagában nem jelenthet érvet a választáspárti álláspont mellett, azonban arra figyelmeztet, hogy az abortusz ellenzése nem feltétlenül jelenti az emberi élet melletti mély elkötelezettséget.

Ma - akárcsak régebben - a Földön egyetlen társadalom sem tartja tiszteletben az élethez való jogot (csak néhány ritka kivétel akad, például a dzsainok Indiában). Azért tenyésztünk egyes háziállatokat, hogy lemészároljuk őket; kipusztítjuk az erdőket; addig szennyezzük a folyókat és a tavakat, amíg kipusztulnak a halak; sportot üzünk az őzek és a jávorantilopok megöléséből; a leopárdokat bundájukért, a bálnákat pedig azért gyilkoljuk le, hogy testükből állati tápot nyerjünk; a csapdába esett delfinek levegő után kapkodva vonaglanak a hatalmas, tonhalfogó hálókinkban; agyonütjük a főkakölyköket; és teszünk róla, hogy minden áldott nap kipusztuljon egy faj. Mindezek a vadon élő állatok és növények ugyanolyan élőlények, mint amilyenek mi vagyunk. Amit tehát (állítólag) védelmezünk, az nem az élet, hanem csupán az *emberi* élet.

Ugyanakkor e védelem ellenére a városokban mindennaposak a gyilkosságok, miközben „hagyományos” háborúkat viselünk oly borzalmas eszközökkel, hogy legtöbbünk fél attól, hogy ebben alaposabban elmélyedjen. (Az államilag szervezett tömeggyilkosságokat gyakran azzal igazolják nagyon hatásosan, hogy a faji, nemzetiségi, vallási vagy ideológiai alapon meghatározott ellenséget az embernél alacsonyabb rendűvé minősítik.) Az életnek járó védelem nem terjed ki arra a 40 000 öt éven aluli gyermekre, akik bolygónkon naponta meghalnak az éhezés, a kiszáradás, a járványos betegségek következtében vagy egyszerűen azért, mert nem törődnek velük.

Akik az „élethez való jogot” hangsúlyozzák, azok (többnyire) nem az élet bármely formájáról beszélnek, hanem kifejezetten és kizárólagosan az emberi életről. Ezért akárcsak a választáspártiaknak, nekik is el kell dönteniük, hogy mi különbözteti meg az emberi lényeket az egyéb állatoktól, és hogy a terhesség során mikor alakulnak ki a sajátos *emberi* tulajdonságok, bármelyek legyenek is azok.

Sok ellenkező vélemény ellenére az élet nem a fogantatás pillanatában kezdődik. Az élet töretlen láncot alkot, amely csaknem a Föld 4,6 milliárd évvel ezelőtti keletkezéséig nyúlik vissza. Még az *emberi* élet sem a fogamzás pillanatában veszi kezdetét. Ez ugyancsak megszakítás nélküli láncként nyúlik vissza sok százezer évvel ezelőttig, amikor az emberi faj

megjelent a Földön. Kétség sem férhet hozzá, hogy minden egyes hímivarsejt és minden egyes petesejt élőlény. Ezek természetesen nem emberi lények. Ugyanakkor azzal is érvelhetünk, hogy még a megtermékenyített petesejt sem az.

Egyes állatokban a petesejt az egészséges felnőtt egyedekben a hímivarsejt segítségével nélkül fejlődik ki. Az ember esetében azonban - legjobb tudomásunk szerint - ez nem így van. A hímivarsejt és a megtermékenyítetlen petesejt együttesen hozza létre az emberi lényekre jellemző genetikai térképet. Megfelelő körülmények közepette a megtermékenyítést követően a petesejt gyermekké fejlődik. A legtöbb megtermékenyített petesejt azonban spontán módon elvész. A csecsemővé fejlődést az égvilágon semmi sem garantálja. Sem a petesejt, sem pedig a hímivarsejt nem több *potenciális* gyermeknél vagy *potenciális* felnőttél. Ha tehát a hímivarsejt és a petesejt éppannyira emberi, mint amennyire az egyesülésükkel létrejövő megtermékenyített petesejt, továbbá ha a megtermékenyített petesejt elpusztítása gyilkosság - annak ellenére, hogy ez még csak *potenciális* csecsemő -, akkor miért nem gyilkosság a petesejt vagy a hímivarsejt elpusztítása?

Egy átlagos emberi ejakuláció során sok százmillió hímivarsejt lökődik ki (amelyek ostorukkal csapkodva akár óránként tíz centiméteres sebességet is elérhetnek). Egy egészséges fiatalember szervezete egy vagy két hét alatt a Föld lakosságának megkétszerezéséhez elegendő mennyiségű ondósejtet termel. Ezek szerint az önkielégítés egyenlő a tömeggyilkossággal? Mi a helyzet az éjszakai ejakulációval (pollúcióval) vagy a pusztán örömszerzési céllal üzőtt szexszel? Amikor minden hónapban lelökődik egy megtermékenyítetlen petesejt, akkor meghal valaki? Meg kellene gyászolnunk minden spontán vetélést? Sok alacsonyabb rendű állatot laboratóriumi körülmények között egyetlen testi sejtjükből is elő lehet állítani. Az emberi sejtek is klónoozhatók (talán a legismertebb ilyen lény a HeLa klón, amely a donorról, Helen Lane-ről kapta a nevét). A klónozási eljárások ismeretében tömeggyilkosságnak kell-e tekintenünk minden olyan esetet, amikor potenciálisan klónoozható testi sejteket pusztítunk el? Például ha kifolyik egy csepp vérünk?

Genetikai értelemben minden egyes emberi hímivarsejt és petesejt csak a potenciális emberi lény felét tartalmazza. Szükséges-

e heroikus erőfeszítéseket tennünk annak érdekében, hogy eme „potenciális” jellegük miatt mindenütt az összes ilyen sejtet meg-
óvjuk és megőrizzük? Erkölcstelen vagy bűnös dolog-e, ha ez
mégsem sikerül? Természetesen nem ugyanaz, ha kioltunk egy
életet, vagy ha nem sikerül megvédenünk. Ugyanakkor óriási kü-
lönbség van a hímivar-sejt és a megtermékenyített petesejt túlélési
valószínűsége között. Az emelkedett szellemű ondóőrzők tár-
saságai láttán már csak arra vagyunk kíváncsiak, hogy a megter-
mékenyített petesejt azon képessége, hogy csecsemő válhat belő-
le, gyilkossággá minősítheti-e a petesejt elpusztítását.

Az abortusz ellenzői azért aggódnak, mert ha akár közvetlenül
a fogamzás után megengedjük az abortuszt, akkor nagyon nehéz
olyan érvet találni, amely megakadályozhatja ugyanezt a terhes-
ség későbbi szakaszában. Attól tartanak, hogy ezután már csak
egy lépés, hogy szabad legyen a magzatot is megölni, holott az
már minden kétséget kizáróan emberi lény. Hasonló félelmek
okán a választáspártiak és az életpártiak egyaránt (vagy legalábbis
egyesek közülük) a szélsőséges álláspontok felé csúsznak az
efféle gondolatok igencsak sikos lejtőjén.

Másik ingoványos területre azok az életpártiak jutnak, akik ki-
vételt szeretnének tenni az erőszak vagy vérfertőzés következté-
ben fogant magzatok gyötrelmes esetében. De miért függene az
élethez való jog a fogamzás *körülményeitől*? Ha az eredmény
ugyanaz a gyermek, akkor milyen alapon ítélné az állam életre
a törvényes kapcsolatból származó utódot és halálra azt, aki
erőszakkal vagy kényszer hatására fogant? Hogyan lehet ezt meg-
ítélni? És ha az így fogant magzatok esetében kivételt teszünk,
akkor miért kell ugyanezt megtagadni más magzatoktól? Mindez
része annak az érvelésnek, amelyet egyes életpártiak elfogadnak,
miközben sokan mások minden körülmények közt kitartanak az
abortusz ellenzése mellett - az egyetlen kivételt talán az jelentheti,
amikor az anya élete veszélybe kerül.²⁵

Világszerte a legelterjedtebb érv az abortusz mellett a születés-
szabályozás. Ha ez így van, akkor az abortusz ellenzői nem oszt-

²⁵ Luther Márton, a protestantizmus megalapítója még ezt a kivételt sem engedte meg: „Ha
elfáradnak vagy akár meg is halnak gyermekük kihordása közben, az nem számít. Hagyjuk őket
meghalni termékenységükben - hiszen ez a sors rendeltetett nekik.”, [Luther: Vom Ebelichen
Leben (1522)]

hatnának ki fogamzásgátló szereket, és nem taníthatnák meg az iskolásokat azok használatára? Ez hatékony módszer lenne az abortuszok számának csökkentésére. Ezzel szemben az Egyesült Államok messze elmarad más országoktól a születésszabályozás biztonságos és hatékony módszereinek kifejlesztése terén - sőt sok esetben az ilyen jellegű kutatásokkal és a (szexuális felvilágosítással) szembeni ellenállás éppen azoktól az emberektől ered, akik az abortuszt is ellenzik.²⁶

Az ember ősidők óta keresi a biztos és egyértelmű választ arra a kérdésre, hogy ha megengedhető egyáltalán az abortusz, akkor milyen esetekben. Gyakran, elsősorban a keresztény hagyományokban ez szorosan összefüggött annak taglalásával, hogy mikor költözik be a lélek a testbe. Minthogy az utóbbi kérdés csak bajosan tehető tudományos vizsgálat tárgyává, ezért még a legképzettebb teológusok álláspontja sem egységes erre vonatkozóan. Egyesek véleménye szerint a lélek a hímivarsejtben már a fogamzás előtt is jelen van, míg mások szerint a fogantatás pillanatában vagy a magzat első megmozdulásakor (amikor az édesanya legelőször érzi hasában a baba rugdalódzását), vagy a születéskor. Sőt talán még később.

A különböző vallások tanítása is eltér egymástól. A vadászgyűjtögető népek körében általában nem tiltották az abortuszt, de a terhesség megszakítása általánosan elterjedt gyakorlat volt az ókori Görögországban és a Római Birodalomban is. Ezzel szemben a sokkal szigorúbb asszírok az abortuszt megkísérlő nőt karóba húzták. A zsidó Talmud tanítása szerint a magzat nem ember, ezért jogai sincsenek. Ezzel szemben sem az ószövetség, sem pedig az Újszövetség egyetlen szót sem ejt az abortusz tilalmáról, jóllehet részletesen foglalkoznak az öltözködéssel, az étkezéssel és a beszédmóddal kapcsolatos különféle tiltásokkal. Az egyetlen mondat, amely a kérdéssel valamilyen kapcsolatba hozható (Mózes 11. könyve, 21. rész, 22. bekezdés), úgy rendelkezik, hogy

²⁶ Ha ezt az észjárást követjük, akkor nem kellene az életpártiaknak a születésnapokat a születés pillanata helyett a fogantatástól számítaniuk? Vajon ehhez nem kellene-e kifaggtatniuk szüleiket szexuális életük intim részleteiről? Mindamellett még így is elkerülhetetlen lenne némi bizonytalanság, hiszen a szexuális együttlétet követően órák vagy akár napok is eltelhetnek a tényleges fogamzás megtörténteig (további problémákat okozva az életpártiaknak, akik egyúttal a napjársú asztrológia gondolatával is eljátszadozhatnak).

„Ha férfiak veszekednek és meglöknék valamely terhes asszonyt, úgy, hogy idő előtt szül, de *egyéb* veszedelem nem történik: bírságot fizessen ... „²⁷

Sem Szent Ágoston, sem pedig Aquinói Szent Tamás nem tekintette a korai abortuszt emberölésnek (utóbbi azért, mert az embrió nem látszik emberi lénynek). Ezt az álláspontot az egyház az 1312-es Bécsi Zsinaton tette magáévá, és később sohasem utasította el. A katolikus egyház első és hosszú időn keresztül érvényben lévő kánonjogi gyűjteménye (egy vezető egyház-történész, John Connery jezsuita atya szerint) azt tartja, hogy az abortusz csak akkor emberölés, amikor a magzat már „emberi alakot öltött” - vagyis nagyjából a terhesség első harmadának végétől kezdve.

Amikor azonban a XVII. században az első mikroszkópokkal megvizsgálták az ondósejteket, akkor azokat kifejtett emberi lényhez hasonlatosnak látták. Felelevenítették a homunkulusz ősi elképzelését, amely szerint minden egyes hímivarsejt egy teljesen kifejtett, parányi emberi lény, akinek a heréiben számtalan további, apró emberke, ún. homunkulusz található és így tovább, a végtelenségig. Részben a tudományos adatoknak ezen félreértelmezése következtében 1869-ben egyházi kiátkozás alapjává tették a bármely időpontban, bármilyen okból végrehajtott abortuszt. A legtöbb katolikus ember számára éppúgy, mint mások számára, meglepő, hogy mindez nem sokkal régebben történt.

Az Egyesült Államokban a gyarmati időktől kezdve a XIX. századig az anyát egészen a magzat első megmozdulásáig megillette a választás joga. A terhesség első, sőt még a második harmadában végrehajtott abortuszt is a legrosszabb esetben is csak helytelen viselkedésnek tekintették. Ritkán került sor a bűnösség megállapítására, hiszen ezt csaknem lehetetlen volt bebizonyítani, mivel a nőnek saját magának kellett nyilatkoznia arról, hogy érezte-e már megmozdulni a gyermekét, és mivel a bíróságnak sem volt ínyére vádat emelni egy nő ellen, csak azért, mert döntési jogát gyakorolta. Úgy tudjuk, hogy 1800-ban az Egyesült Államokban egyetlen abortuszra vonatkozó jogszabály sem volt hatályban. A vetélést megindító gyógyszerek hirdetései

²⁷ Károli Gáspár fordítása.

szinte minden napilapban, sőt még egyházi kiadványokban is megtalálhatóan voltak - bár nyelvezetük megfelelően eufemisztikus volt, mégis mindenki értette, miről van szó.

1900-ra azonban az Unió minden államában a terhesség *bármely* szakaszában megtiltották az abortuszt, kivéve, ha az az anya életének megmentése érdekében vált elkerülhetetlenné. Mi okozhatta ezt a meglepő fordulatot? A vallásnak alig volt szerepe benne. Ezzel szemben a korábban mezőgazdasági országot a drasztikus gazdasági és társadalmi változások városi-ipari társadalommá alakították át. A korábban a világ egyik legmagasabb születési rátáját magáénak mondható Egyesült Államok jó úton haladt afelé, hogy a születések aránszáma a világon az egyik legalacsonyabb legyen. Magától értetődően ebben a folyamatban szerepet játszott az abortusz is, ezért kialakultak a visszaszorítását szorgalmazó törekvések.

E törekvések közül a legfontosabb az orvosi hivatás megjelenésével függött össze. A XIX. század közepéig az orvoslást nem kötötték szakképzettséghez és felügyeletet sem gyakorolt senki az orvosok fölött. Bárki kiakaszthatott egy cégtáblát és attól kezdve orvosnak nevezte magát. Amikor azonban kinevelődött az új, immár egyetemi végzettséggel rendelkező orvosi elit, az mindenáron növelni akarta az orvosok társadalmi rangját és befolyását, ezért megalakították az Amerikai Orvosi Szövetséget. Működése első évtizedeiben a szövetség azért lobbizott, hogy ne hajthasson végre bárki abortuszt, csak a diplomás orvosok. Az orvosok álláspontja szerint ugyanakkor az embriológia legújabb felfedezései bebizonyították, hogy a magzatot már megmozdulása előtt is emberi lénynek kell tekinteni.

Bevallásuk szerint az abortusz elleni támadásukat nem a nő egészségéért, hanem a magzat jólétéért való aggodás motiválta. Orvosnak kell lenni ahhoz, hogy valaki tudja, erkölcsileg mikor igazolható a terhességmegszakítás, mert a kérdés olyan tudományos és orvosi tényekkel függ össze, amelyekkel csak az orvosok vannak tisztában. Abban az időben a nőt viszont lényegében teljesen kizárták az orvospézből, így lehetőségük sem nyílt a misztikus ismeretek elsajátítására. A dolgok tehát úgy alakultak, hogy a nőknek szinte beleszólásuk sem lehetett saját terhességük megszakításának kérdésébe. Az orvos dolga volt annak eldöntése,

hogy a terhesség veszélyt jelentett-e az anya számára, és a legjobb belátása szerint kellett megítélnie, mi jelent veszélyt és mi nem. A gazdag asszonyok esetében ez az érzelmi nyugalmának vagy akár az életvitelének a veszélyeztetését is jelenthette. A szegény nők viszont gyakran kénytelenek voltak az alvilági zűgfeldcserekhez folyamodni vagy az öngyilkosságot választani.

Ez a törvény egészen az 1960-as évek közepéig hatályban maradt. Akkor egyénekből és szervezetekből álló szövetség alakult, amelyhez immár az Amerikai Orvosi Szövetség is csatlakozott. Céljuk a fennálló helyzet gyökeres megváltoztatása és a *Roe kontra Wade* perben testet öltött, sokkal hagyományosabb értékek újbóli elfogadtatása volt.

Ha valaki szándékosan megöl egy emberi lényt, akkor az gyilkosságnak minősül. Ha szándékosan elpusztítunk egy csimpánzt - tehát biológiai értelemben a legközelebbi rokonunkat, amelynek génkészlete 99,6 százalékban azonos a miénkkel -, bármennyire helytelen is, az nem gyilkosság. Jelenleg a gyilkosság fogalma kizárólag emberi lények megölésére vonatkozik. Ezért az abortuszról folyó vita szempontjából kulcsfontosságú annak eldöntése, hogy mikor alakul ki a személyiség (vagy ha így jobban tetszik, mikor jelenik meg a lélek). Mikor válik a magzat emberi lénnyé? Mikor jelennek meg az egyértelműen és jellegzetesen emberi tulajdonságok?

Tisztában vagyunk azzal, hogy ha megjelölünk egy meghatározott időpontot, akkor figyelmen kívül hagyjuk az egyéni eltéréseket. Ha tehát valamiféle határvonalat akarunk húzni, akkor azt óvatosan kell megtennünk, vagyis a lehető legkorábbi időpontot kell megjelölnünk. Egyeseknek ellenérzéseik lehetnek valamilyen számszerű határ megadását illetően. A magunk részéről osztjuk aggályainkat, ám ha ebben az ügyben valamilyen törvényt akarunk hozni és ha valamilyen hasznos kompromisszumot szeretnénk elérni a két szélsőséges álláspont között, akkor legalább nagyjából meg kell tudnunk állapítani a személyiség megjelenésének időpontját.

Mindannyian parányi pontként kezdtük az életünket. A megtermékenyített petesejt valóban nagyjából akkora, mint a pont ennek a mondatnak a végén. Az ondósejt és a petesejt ünnepélyes talál-

kozása általában az egyik petevezetékben következik be. Az egy sejtől kettő lesz, a kettőtől négy és így tovább a kettes alapú exponenciális növekedés szabályai szerint. A tizedik napra a megtermékenyített petesejt valamiféle üreges gömbbé alakul, amely vándorútra indul egy új világ, az anyaméh felé. Széttroncsolja az útjába eső szöveteket. A hajszálerekből vért szív. Az anya vérében fürdik, amiből oxigént és tápanyagokat vesz fel. Valamilyen élősködőként megtelepszik az anyaméh belső falán.

- A harmadik hétre, vagyis nagyjából az első kimaradó menstruáció idejére a kialakult embrió mintegy két milliméter hosszú. Megkezdődik a különböző testrészek kialakulása. Csak ebben a fejlődési állapotban kezd a még fejletlen méhlepénytől függővé válni. Úgy néz ki, mint egy szelvényekből álló fereg.²⁸

- A negyedik hét végére körülbelül öt milliméter hosszú. Felismerhető a gerinc, a cső alakú szív dobogni kezd. Szembetűnő a halak és a hüllők kopolyúívéhez hasonló képződmény, valamint a jellegzetes farok. A magzat leginkább gőtére vagy ebihalra emlékeztet. Ezzel ér véget a fogamzást követő első hónap.

- Az ötödik héten már megkülönböztethetők az agy nagyobb egységei. Láthatóak a szemek kezdeményei, és megjelennek azok a kicsiny dudorok, amelyekből majd a kéz és a láb fog kifejlődni.

- A hatodik héten az embrió már tizenhárom milliméteres. A szemek még a legtöbb emlőállathoz hasonlóan a fej oldalsó részén helyezkednek el, a hüllőszerű arcon pedig két nyílás látszik, amelyekből majd a száj és az orr alakul ki.

- A hetedik hét végére a farok csaknem teljesen eltűnik és felismerhetővé válnak a nemi jellegek (bár egyelőre mindkét nemű magzat lánynak látszik). Az arc immár az emlősökére hasonlít, bár még kissé malacszerű.

- A nyolcadik hét végére az arc már a főemlősökére hasonlít,

²⁸ Számos szélsőjobboldali és keresztény fundamentalista publikáció bírálta ezt az érvet, mert az egy XIX. századi német biológus azóta elavult elméletén, az úgynevezett rekapituláció elméletén alapul. Erst Haeckel felvetette, hogy az állatok embrióinak egyedfejlődése őseik evolúciójának állomásait idézi fel. A rekapitulációs elméletet részletesen és kritikusan tárgyalja Stephen Jay Gould evolúcióbiológus Egyedfejlődés és törzsfejlődés (*Ontogeny and Phylogeny*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1977) című könyvében. Cikkünk azonban említést sem tesz a rekapitulációról, amint azt e fejezet olvasói is tanúsíthatják. Az emberi magzat összehasonlítását más (felnőtt) állatokkal csak a magzat külső megjelenésére alapozzuk (lásd az illusztrációt). Érvelésünkhöz csupán a magzat emberre még nem hasonlító alakját használjuk fel, egyáltalán nem foglalkozunk viszont az ember evolúciójával.

de még nem teljesen emberi. Lényegében már minden fontosabb testrész kezdeményei megtalálhatóak. Az agy alsó részének egyes részei már jólfejlettek. A magzat a finom ingerlésre már bizonyos reflexszerű válaszokat ad.

- A tizedik hétre az arc már félreismerhetetlenül emberi vágású. Kezdenek a fiúk és a lányok megkülönböztethetőkké válni. A körmök és a főbb csontok csak a harmadik hónapban jelennek meg.

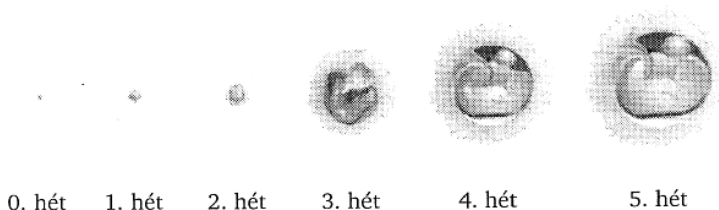
- A negyedik hónapban már arcuk alapján meg tudunk különböztetni egymástól két magzatot. A magzat rugdalódzása leggyakrabban az ötödik hónap környékén válik érezhetővé. A tüdő hörgőcskéi csak a hatodik hónapban kezdenek kifejlődni, a légólyagok még később.

Ha tehát csak valamely személyt lehet meggyilkolni, akkor el kell tudnunk dönteni, mikor nyeri el a magzat saját személyiségét? Amikor az arca már jellegzetesen emberi, tehát a terhesség első harmadának végén? Amikor a magzat érzékennyé válik a külső ingerekre - tehát ismét csak az első harmad végén? Amikor már elég aktív ahhoz, hogy rugdalódzása érzékelhetővé válik, jellemzően a második harmad közepe táján? Amikor a tüdő már eléri azt a fejlettségi szintet, hogy elképzelhetően a magzat már a szabad levegőn is életképes maradhatna?

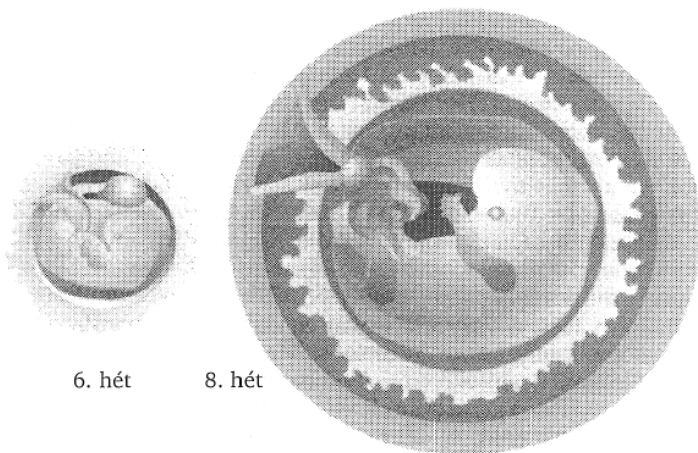
Nem az a probléma a magzati fejlődésnek ezekkel a mérőföldköveivel, hogy megválasztásuk önkényes. Nagyobb baj az a tény, hogy egyik sem *sajátosan emberi* tulajdonságokkal függ össze - eltekintve az arc formájának felületes ismervétől. Minden állat reagál az ingerekre és saját akaratából mozogni képes. Jelentős részük képes lélegezni is. E tulajdonságok egyike sem tart vissza bennünket attól, hogy milliárdszámra mészároljuk le az állatokat. Nem a reflexeink, de nem is a mozgásunk vagy a lélegzésünk tesz minket emberré.

Az embrió fejlődése a fogamzást követő első nyolc hét alatt. Az ábra bal szélén az éppen megtermékenyített petesejt látható. Hatvannégy kromoszómát tartalmaz, vagyis a teljes génállományt, melynek fele a hímivarsejtből, másik fele pedig a petesejtből származik. Minden következő rajz az egy héttel

AZ ELSŐ NYOLC HÉT



későbbi fejlettségi állapotot mutatja, kivéve az utolsót, amely a nyolchetes magzatot ábrázolja. A féregre, kételtűre, hullőre és alacsonyabb rendű emlősre emlékeztető fejlődési állapotok után a nyolcadik héten megjelennek a főemlősök (majom, ember) jellegzetes vonásai. További hónapokba telik, mire kifejlődik a tüdő, és megjelenik az emberi agyra jellemző aktivitás.



Egyes állatoknak számos előnyös tulajdonságuk van velünk szemben - gyorsabbak, erősebbek, kitartóbbak nálunk, jobban tudnak fára mászni vagy bukfencezni, ügyesebben álcázzák ma-

gukat, élesebb a látásuk, a szaglásuk vagy a hallásuk, uralják a levegőt vagy a vizet. A mi nagy előnyünknek és sikerünk titkának a csak az emberre jellemző gondolkodási képességet tartjuk. Képesek vagyunk arra, hogy végiggondoljunk történeteket, elképzeljünk még be nem következett eseményeket, kitaláljunk dolgokat. Így fejlődött ki a mezőgazdaság és az egész emberi civilizáció. A gondolkodás képessége számunkra egyszerre áldás és átok, mégis ez tesz bennünket azzá, akik vagyunk.

A gondolkodási folyamat helyszíne természetesen az agy, elsősorban annak legkülső rétege, a tekervényekben gazdag úgynevezett „szürkeállomány” vagy agykéreg. A gondolkodás alapját az agyat alkotó mintegy 100 milliárd idegsejt (neuron) képezi. Az idegsejtek összeköttetésben állnak egymással, kapcsolataik fontos szerepet játszanak abban, amit gondolkodásként élünk át. A neuronok közötti kapcsolódások nagyobb tömegben azonban csak a terhesség huszonnegyedik és huszonhetedik hete között kezdenek kialakulni, azaz a hatodik hónapban.

A vizsgált személy fejére egyébként veszélytelen elektródákat helyezve a kutatók mérni tudják a koponya belsejében elhelyezkedő idegsejtek működését kísérő gyenge elektromos jeleket. A különféle szellemi tevékenységeket különböző agyhullámok megjelenése kíséri. A felnőtt ember agyára jellemző hullámalakok azonban a magzatnál csak a terhesség harmincadik hete után jelennek meg - tehát a harmadik harmad kezdetén. Az ennél fiatalabb magzatok élnek és tevékenykednek ugyan, de agyukban még nem alakultak ki a megfelelő szerkezetek. Még nem tudnak gondolkodni.

Mindenképpen elszomorító és fájdalmas egy élőlény elpusztításáról dönteni, különösen, ha az idővel csecsemővé fejlődhetne. Elutasítottuk azonban a „mindig” és a „sohasem” szélsőségeit, és ezzel - akár tetszik, akár nem - ismét ingoványos talajra jutottunk. Ha a magzat fejlettsége alapján akarunk hatásvonalat húzni, akkor mi azt a következőképpen tennénk meg: ott van a határ, ahol a jellegzetesen emberi gondolkodás fizikailag lehetségessé válik.

Ez azonban valójában felettébb óvatos meghatározás. A magzatoknál ritkán mutathatók ki a szabályos agyhullámok. A további kutatás segíthet a tisztánlátásban. (A babuin majmok és a juhok magzataiban is csak a vemhesség késői szakaszában jelentkeznek

a szabályos agyhullámok.) Ha még szigorúbb feltételt akartunk volna szabni, megengedve az átlagosnál gyorsabb magzati fejlődést is, akkor a határvonalat hat hónapról húzhatnánk meg. Véletlenül pontosan ugyanígy döntött a Legfelsőbb Bíróság 1973-ban, bár egészen más érvek alapján.

A *Roe kontra Wade*-ügyben hozott döntésük alapjaiban változtatta meg az Egyesült Államok abortusszal kapcsolatos törvénykezését. Az ítélet az anya kérésére a terhesség első harmadában minden korlátozás nélkül megengedi az abortuszt, míg a második harmadában ugyanezt csak bizonyos, az egészség megővését célzó korlátozásokkal teszi lehetővé. Megengedi az USA egyes tagállamainak, hogy saját jogrendjük keretében a terhesség harmadik harmadában megtiltsák a terhesség megszakítását, kivéve, ha a terhesség súlyos veszélyt jelent az anya életére vagy egészségére. Az 1989-es Webster-féle döntéssel a Legfelsőbb Bíróság egyértelműen elutasította a *Roe kontra Wade*-ítélet megsemmisítését, ugyanakkor felkérte mind az ötven állam törvénykezését, hogy saját maguk hozzanak döntést.

Milyen érvek alapján született meg az ítélet a *Roe kontra Wade*-ügyben? Jogi szempontból figyelmen kívül hagyták, hogy mi történik a gyermekkel vagy a családdal, ha egyszer a gyerek világra jön. Ehelyett, a bíróság döntése értelmében, a magánélethez való jog alkotmányos garanciája értelmében a nő szüléshez való jogát kell elsőbbségben részesíteni. Ez a jog azonban nem fenntartások nélküli. A nő magánélethez való jogát és a magzat élethez való jogát egyaránt - és megfelelő súlyozással - figyelembe kell venni. Amikor a bíróság mérlegelte a körülményeket, akkor a terhesség első harmadában a nő magánélethez biztosított jogának, a harmadik harmadában pedig a magzat élethez való jogának adott elsőbbséget. A határvonalat az ítéletben egészen más megfontolások, alapján húzták meg, mint amilyen érveket eddig ebben a fejezetben felsorakoztattunk. Nem törődtek azzal, hogy mikor „jelenik meg a lélek”, mint ahogyan azzal sem, hogy mikor mutat a magzat elegendő emberi tulajdonságot ahhoz, hogy élete érdemes legyen a törvényi védelemre. Ehelyett azt a kritériumot fogadták el, hogy a magzat képes-e az anya testén kívül élni. A magzat életképességének egyik feltétele a lélegzés képessége. A tüdő csak a huszon-

negyedik héten, azaz a hatodik hónap elején fejlődik ki, ezért az ennél fiatalabb magzat egyszerűen nem tud lélegezni - függetlenül attól, hogy esetleg be lehet-e ültetni valamilyen korszerű, mesterséges tüdőt. Ezért engedi meg a *Roe kontra Wade*-ítélet az egyes államoknak, hogy a terhesség utolsó harmadában megtiltsák az abortuszt. Márpedig ez nagyon gyakorlatias feltétel.

Ha a magzat a terhesség valamely szakaszában az anyaméhén kívül is életképes lenne, hangzik az ítélet indokolása, akkor a magzat élethez való joga erősebb az anya magánélethez való jogánál. De vajon mit jelent pontosan az „életképes” kifejezés? Még a végig kihordott újszülött sem életképes nem kevés gondoskodás és szeretet nélkül. Volt egy időszak, csupán néhány évtizeddel ezelőtt, az inkubátor feltalálását megelőzően, amikor nagyon valószínűtlen volt, hogy a hét hónapra született csecsemők életképesek legyenek. Vajon akkor megengedhető lett volna a hetedik hónapos terhesség megszakítása? Az inkubátor feltalálásával a hetedik hónapos terhesség megszakítása egy csapásra erkölctelenné vált? Mi történik, ha valamikor a jövőben a technikai fejlődés eredményeképpen sikerül olyan mesterséges anyaméhet kifejleszteni, amely a hat hónaposnál fiatalabb magzatot is képes életben tartani, mert a véren keresztül látja el a magzatot oxigénnel és tápanyagokkal - ugyanúgy, ahogyan az édesanya szervezete is teszi a méhlepényen keresztül. Bizonyosak vagyunk abban, hogy ez az új technológia nem fog a közeljövőben megjelenni, és ha egyszer majd meg is jelenik, nem lesz széles körben hozzáférhető. De ha mégis rendelkezésre állna egy ilyen berendezés, akkor ez erkölctelenné tenné-e a hat hónaposnál fiatalabb magzatok elpusztítását, ami a technika korábbi fejlettségi szintjén még erkölcsileg elfogadhatónak számított? Nagyon törekeny az az erkölcsiség, amely a technikai fejlődéshez kötődik és azzal együtt változik; egyesek számára ez az erkölcs egyszerűen elfogadhatatlan.

Ugyanakkor felmerülhet a kérdés, hogy a lélegzés (vagy a veseműködés, vagy a fertőzésekkel szembeni ellenálló képesség) miért nem méltó a jogi védelemre? Ha egy magzat kimutathatóan gondolkodik és érez, de nem képes lélegezni, akkor helyénvaló lenne elpusztítani? Többre értékeljük a lélegzést, mint a gondolkodást és az érzést? Az életképességre hivatkozó érvek - érzésünk

Amikor ez a cikk megjelent a *Parade* magazinban, akkor egyúttal közzétünk egy ingyenesen hívható telefonszámot, amelyen az olvasók elmondhatták véleményüket az abortusz-szal kapcsolatban. Legnagyobb meglepetésünkre 380 000 hívás érkezett. A vélemények többsége az alábbi négy csoport valamelyikébe volt sorolható:

- „Az abortusz a fogamzás pillanatától kezdve gyilkosság.”
- „A nőnek joga van, hogy terhessége bármely pillanatában az abortuszt válassza.”
- „Az abortuszt csak a terhesség első három hónapjában szabad megengedni.”
- „Az abortuszt meg kell engedni a terhesség első hat hónapjában.”

A *Parade* vasárnaponként jelenik meg, hétfőre a vélemények már jól érzékelhetően a fenti négy lehetőség körül csoportosultak. Ezután Mr. Pat Robertson keresztény fundamentalista prédikátor és 1992-es republikánus elnökjelölt megjelent a hétfőnkénti, szokásos tévéműsorában, és arra kérte híveit, hogy „vegyék ki a szemétládából” a *Parade* legutóbbi számát és közöljék velük azt az egyértelmű üzenetet, amely szerint az emberi zigóta elpusztítása is gyilkosság. A hívek megtették. Az amerikaiak többségének az álláspontja választáspárti, amint arról ismételtelen elvégzett és demográfiailag ellenőrzött közvélemény-kutatások tanúskodnak, és amit a mi telefonos közvélemény-kutatásunk első eredményei is tükröztek. Ezt az attitűdöt ezúttal maga alá gyűrte a politika gépezete.

szerint - nem képesek következetesen meghatározni, mikor engedhető meg a terhesség megszakítása. Valamilyen más kritériumokra van szükség. Ezért ismételtelen megfontolásra ajánljuk az emberi gondolkodás megjelenésének ilyen kritériumként történő elfogadását.

Minthogy a magzati gondolkodás átlagosan később jelenik meg, mint ahogy a tudó kifejlődik, úgy gondoljuk, hogy a rendkívül összetett és nehéz problémákat érintő Roe *kontra* Wade-ügyben helyes és körültekintő ítélet született. Azzal, hogy az ítélet

a harmadik harmadbeli terhesség megszakítását - a súlyos egészségügyi szükségszerűség eseteit kivéve - megtiltja, korrekt egyensúlyt teremt a szabadság és az élet egymással ellentétes kívánalmai között.

A játék szabályai

Minden, ami erkölcsileg helyes, négy forrás valamelyikéből származik: vagy az igazság teljes megértéséből, vagy értelemmel történő felépítéséből; vagy a rendezett társadalom megőrzéséből, ahol minden ember tudja és hűségesen teljesíti a kötelességét; vagy egy nemes, legyőzhetetlen szellem nagyságából és erejéből; vagy minden szó és tett rendezettségéből és megfontoltságából és az ebből eredő mértékletességéből és önkontrollból.

Cicero,
De Officiis,
I, 5 (Kr. e. 45-44)

Jól emlékszem egy nagyon rég volt, csodálatos, 1939-es napra - egy olyan napra, amely nagy hatással volt gondolkodásmódomra, arra a napra, amikor szüleim megmutatták nekem a New York-i világkiállítás csodáit. Késő este volt, már régen ágyban kellett volna lennem. Biztonságos magasságban voltam, mert apám a nyakába vett, a fülébe kapaszkodtam, édesanyám pedig megnyugtatóan állt mellettünk. A kiállítás építészeti jelképe, a villogó, lágy kékfényekkel megvilágított, „Trylon és Perisphere” felé fordultam. Éppen elhagytuk a jövőt, a „Holnap világá”-t, hogy kipróbáljuk a BMT földalattit. Amikor megálltunk, hogy rendbe szedjük a holminkat, apám szóba elegyedett egy fáradt kis emberrel, akinek tálca lógott a nyakában. Ceruzákat árult. Apám benyúlt a gyűrött papírzacskóba, amelyben ebédünk maradéka volt, előhúzott egy almát, és odaadta a ceruzaárus emberkének. Hangosan elsírtam magamat. Akkoriban nem szerettem az almát, ezért ezt az egyet sem kértem, sem ebédre, sem vacsorára. Mindamellett a tulajdonomnak éreztem. Az én almám volt, amit apám épp az imént adott oda egy különös kinézetű idegen embernek, aki szenvedésem láttán ellenszenves pillantásokat vetett felém.

Bár apám csaknem végtelen türelmű ember volt, láttam, hogy ezúttal csalódott bennem. Felkapott, és szorosan magához ölelt.

„Ez egy szegény, munkanélküli”, mondta olyan halkan, hogy az ember ne hallja. „Egész nap nem evett. Nekünk van elég. Igazán adhatunk neki egy almát.”

Ismét fontolóra vettem a helyzetet, abbahagytam a sírást, egy utolsó, sóvárgó pillantást vettem a „Holnap világa” felé, majd hálásan elaludtam a karjaiban.

Az emberi viselkedést szabályozó erkölcsi előírások nemcsak a civilizáció hajnala óta léteznek, hanem már a civilizáció előtti korokban, fejlett társadalmi szerkezetben élő őseink idején is kialakultak. Sőt talán még régebben. A különböző társadalmakban különböző előírások érvényesek. Sok kultúrában vizet prédikálnak és bort isznak. Néhány szerencsés társadalomban egy-egy ihletett törvényhozó összefoglalta azokat a szabályokat, amelyek szerint élni kellett (és az esetek többségében azt is hozzátette, hogy ezeket a törvényeket korábban valamilyen istenség közölte vele - ami nélkül csak kevesen követték volna az előírásokat). Így például Ashoka (India), Hammurápi (Babilon), Lükurgosz (Spárta) és Szolón (Athén) törvénykönyvei, amelyek egykor hatalmas birodalmakat befolyásoltak, mostanra már jórészt elfelejtődtek. Talán helytelenül ítélték meg az emberi természetet és túl nagy igényeket támasztottak velünk szemben. Talán az egyik kor vagy kultúra tapasztalatai nem alkalmazhatók teljes mértékben egy másikra.

Meglepo módon ma olyan próbálkozások tanúi lehetünk - egyelőre csak kísérletképpen, de egyre nagyobb számban -, melyek tudományos alapossággal, azaz kísérleti úton akarják a kérdést megközelíteni.

Mindennapi életünkben éppúgy, mint az államok közötti magasztos kapcsolatokban sokszor el kell döntenünk, mit jelent helyesen cselekedni. Kell-e segítenünk egy rászoruló idegenen? Hogyan bánjunk az ellenségeinkkel? Becsaphatunk-e valakit, aki jó hozzánk? Ha egy barátunk megbánt vagy ha egy ellenségünk segít rajtunk, akkor ezt hasonlóan kell-e viszonzoznunk, vagy a múltbeli viselkedés összességében többet nyom a latban bármiféle újabb keletű, a megszokott viselkedéstől való eltérésnél?

Lássunk néhány példát! A sógornőnk nincs tekintettel visszautasításunkra, és meghív karácsonyi vacsorára: elfogadjuk-e a meghívást? Az évek óta fennálló, az egész világ által elfogadott, önkéntes moratóriumot felrúgva Kína újra kezdi a kísérleti atomrobbantásokat: mit tegyünk? Mennyire legyünk könyörületesek?

A szerb katonák rendszeresen megbecstelenítik a bosnyák nőket: megbecstelenítsék-e ezért rendszeresen a bosnyák katonák is a szerb nőket? Évszázadokig tartó elnyomás után a Nacionalista Párt vezetője, F. W. de Klerk kezdeményező lépéseket tesz az Afrikai Nemzeti Kongresszus felé, viszonozza-e Nelson Mandela és az ANK ezt a gesztust? Az egyik munkatársunk befeketít a főnöknél, megpróbálkozzunk-e mi is ugyanezzel? Illik-e csalni a személyi jövedelemadónkból járó visszatérítés kiszámításakor? És ha büntetlenül megúszhatjuk? Ha egy olajtársaság támogat egy szimfonikus zenekart vagy szponzorál egy művészi tévéjátékot, akkor elnézhetjük-e nekik a környezet szennyezését? Legyünk-e kedvesek idős rokonainkkal még akkor is, ha az idegeinkre mennek? Rendes dolog-e csalni a kártyában? És nagyobb tételben? Meg kell-e ölni a gyilkosokat?

Amikor ilyen jellegű döntéseket hozunk, nemcsak azt kell figyelembe venni, mi a helyes, hanem azt is, mi az, ami végrehajtható, és mitől leszünk mi és a társadalom többi része egyaránt boldogabb. Általában feszültség van az etikusnak és a pragmatikusnak mondott magatartás között. Ha az erkölcsös magatartás akár csak hosszú távon is önpusztító, akkor azt végső soron nem erkölcsösségnek, hanem ostobaságnak fogjuk nevezni. (Akár azt is kijelenthetjük, hogy elméletileg tekintettel vagyunk valamire, a gyakorlatban azonban nem vesszük figyelembe.) Nem tévesztve szem elől az emberi viselkedés változatosságát és bonyolultságát, találhatunk-e néhány nagyon egyszerű olyan szabályt - amelyeket akár erkölcsöseknek, akár pragmatikusoknak nevezhetünk -, amelyek ténylegesen működnek?

Milyen alapon döntsük el, mit tegyünk? Válaszainkat részben a jól felfogott, önös érdekeink diktálják. Viszonozzuk-e a kedveséget vagy - abban reménykedve, hogy ezáltal elérjük a célunkat - cselekedjünk rosszindulatúan? Egyes országok nukleáris fegyvereket szerelnek össze és robbantanak fel, ezért a többi ország őrizkedik tőlük. A rosszaságot jósággal viszonozzuk, mert úgy érezzük, ezáltal néha hatni tudunk az emberek igazságérzetére, vagy annyira elszégyellik magukat, hogy inkább kedvesek lesznek ők is. Néha azonban nem ilyen önző motívumok alapján cselekszünk. Egyes emberek eredendően kedvesnek látszanak. Ha idős szüleink vagy gyerekeink felidegesítenek, azt elnézzük

nekik, mert szeretjük őket, és azt akarjuk, hogy boldogok legyenek. Néha szigorúak vagyunk a gyerekeinkkel, és némi csalódást okozunk nekik, mert fejleszteni akarjuk a jellemüket, és meggyőződésünk, hogy szigorúságunk hosszú távú eredménye annyiival boldogabbá teszi őket, hogy azért nem nagy ár rövid távon az a kis többletfájdalom.

Az esetek különfélék. Az emberek és az országok is különbözőek. Nem kevés bölcsesség kell ahhoz, hogy ebben a labirintusban kiigazodva kapcsolatokat tudjunk teremteni. Azonban az emberi viselkedés változatosságát és bonyolultságát szem előtt tartva találhatunk-e néhány nagyon egyszerű olyan szabályt - amelyeket akár erkölcsöseknek, akár pragmatikusoknak nevezhetünk -, amelyek ténylegesen működnek? Vagy talán jobb, ha meg sem próbáljuk végiggondolni mindezt, és egyszerűen csak azt tesszük, amit helyesnek érzünk? Ebben az esetben viszont hogyan *határozzuk meg*, mit „érezünk helyesnek”?

* * *

A legtöbbre becsült viselkedési szabály - legalábbis a nyugati világban - a Názáreti Jézusnak tulajdonított Arany-szabály. Szövegét jól ismerjük a Krisztus utáni első században élt Szent Máté evangéliumából. **Csak azt tedd felebarátoddal, amit kívánnál, hogy ő tegyen veled.** Ezt a szabályt azonban szinte senki sem tartja be. Amikor Kung Fu-ce kínai filozófust (aki Nyugaton inkább Konfucius néven ismert) a Kr. e. V században megkérdezték, mi a véleménye az (akkor már jól ismert) Arany-szabályról, az válaszolta: „Akkor mivel viszonyozod a jóságot?” Oda kellene adnia a tehetős szomszédjára irigykedő szegény asszonynak még azt a kevéskéjét is, amije van, a gazdagnak? Okozzon-e fájdalmat a mazochista a szomszédjának? Az Arany-szabály nincs tekintettel az emberek közötti különbözőségeire. Valóban képesek lennénk arra, hogy ha arcul csapnak, akkor odatartjuk a másik arcunkat, hogy üssék meg azt is? Ha szívtelen az ellenségünk, akkor ez nem csupán a még több szenvedés biztosítéka?

Az Ezüst-szabály kicsit másképp szól: **Amit nem akarsz, hogy veled cselekedjünk, azt ne tedd felebarátoddal sem.** Világszer-te megtalálható állítás, többek közt egy generációval Jézus előtt,

Hillel rabbi írásaiban. Az Ezüst-szabály leglelkesítőbb példái a XX. században Mahatma Gandhi és Martin Luther King. Ők azt tanácsolták az elnyomott embereknek, hogy az erőszakra ne erőszakkal válaszoljanak, de ugyanakkor ne legyenek megalakuvók és ne engedelmeskedjenek. Mindketten az erőszakmentes polgári engedetlenség szószólói voltak - állj magad is csatasorba, hogy az igazságtalan törvényt elutasítva megmutasd, készen állsz arra, hogy megbüntessenek, mert ez a te ügyed igazsága. Az volt a céljuk, hogy meglágyítsák elnyomóik szívét (és azokét, akik még nem tökélték el magukat).

King elismeréssel adózott Gandhinak, mint a történelem első olyan személyiségének, aki az Arany-szabályt vagy az Ezüst-szabályt a társadalmi változások hatékony eszközévé akarta tenni. Gandhi egyértelműen kifejtette, honnan ered ez a hozzáállása: „Az erőszakmentességet a feleségemtől tanultam, amikor megpróbáltam a magam akarata szerint átformálni őt. Ő egyrészt határozottan ellenállt az akaratomnak, másrészt viszont engedelmesen tűrte az ostobaságomat, míg végül elszégyelltem magamat, és kigyógyultam abból az ostoba gondolatomból, mely szerint azért születtem, hogy fölötte uralkodjak.”

Az erőszakmentes polgári engedetlenség századunkban figyelemre méltó politikai változásokat eredményezett - megszabadította Indiát a brit gyarmati uralomtól, ezáltal világszerte elősegítette a klasszikus gyarmati rendszer felbomlását és bizonyos polgári jogokat biztosított az afroamerikaiaknak. Ugyanakkor viszont más esetekben a Gandhi és King által elutasított erőszakkal való fenyegetés hasznos fegyvernek bizonyulhat. Az Afrikai Nemzeti Kongresszus (ANK) is a Gandhi-féle hagyományokból nőtt ki. Az 1950-es évekre azonban nyilvánvalóvá vált, hogy az erőszakmentes, de nem együttműködő politizálás egyáltalán nem ér el eredményeket az uralkodó, fehér Nacionalista Párttal szemben. Ezért Nelson Mandela és társai *Umkhonto we Sizwe* (A nemzet lándzsája) néven 1961-ben létrehozták az ANK katonai szárnyát, azon a Gandhi szellemével merőben ellentétes elvi alapon, amely szerint a fehérek egyetlen dolgot képesek csak megérteni, az erőt.

Még Gandhinak is problémát jelentett az erőszakmentesség összeegyeztetése az azok elleni védekezés szükségességével, akik kevésbé magasztos szabályt követnek: „Nincs képesítésem arra,

hogy saját életfilozófiámat tanítsam. Csak arra van képesítesem, hogy gyakoroljam azt a filozófiát, amelyben hiszek. Nem vagyok egyéb, csupán egy szegény, küzdő lélek, aki ég a vágytól, hogy ... gondolataiban, szavaiban és cselekedeteiben maradéktalanul őszinte és teljesen erőszakmentes legyen, de akinek soha sem sikerül elérnie a tökéletességet.”

„A jóságért jósággal fizess”, mondta Konfucius, „az gonoszságért azonban igazsággal”. Ezt nevezhetjük a Réz-szabálynak. **Tégy úgy másokkal, amint ők tesznek veled.** Ez a megtorlás joga (*lex talionis*), a „szemet szemért, fogat fogért” elve, *kiegészítve* a „jótett helyébe jót várj” szemléletével. A tényleges emberi viselkedés során (de a csimpánzoknál is) ez jól ismert gyakorlat. „Ha az ellenség hajlik a békére, akkor te is közelíts a béke felé”, idézte Bill Clinton elnök a Koránt az izraeli-palesztin békeegyezmény elérésekor. Anélkül, hogy bárki természetének a megjavulásáért esdekelnénk, működőképes szabályozást intézményesítettünk: megjutalmazzuk őket, amikor jók, de megbüntetjük, ha rosszak. Nem vagyunk könnyű ellenfelek, de nem is tartunk minden vétket megbocsáthatatlannak. Mindez ígéretesen hangzik. Vagy talán az a mondás bizonyul igaznak, mely szerint „két rosszból nem lesz egy jó”?

Alantasabb kitaláció az úgynevezett Vas-szabály. **Tégy másokkal amit csak akarsz, még mielőtt ők teszik veled ugyanezt.** Néha ugyanezt úgy is meg szokták fogalmazni, hogy „akié a pénz, az diktálja a feltételeket”, aláhúzva ezzel az Arany-szabálytól való eltérésén kívül annak semmibe vételét is. Sokaknak ez a titkos életelve, feltéve, hogy sikerül ép bőrrel megúszniuk. Ugyanez a hatalmasságok kimondatlan érzése is.

Végül megemlítenék két, a való életből vett további szabályt, amelyek sokféle viselkedésre magyarázatot adnak. Az egyik így hangzik: **fölfelé nyalj, lefelé taposs!** Ez a zsarnoktípus életfelfogása, de sok főemlős állati társadalomban is az elfogadott viselkedési norma. Ez valójában az Arany-szabály alkalmazása a fölöttünk állók irányában, a Vas-szabályé pedig az alattunk állókkal szemben. Minthogy az aranynak és a vasnak nincs ismert ötvözte, hajlékonysága okán ezt a szabályt ön-szabálynak nevezhetjük. A másik széles körben elterjedt szabály az alábbi: **mindenben a közeli rokonaidat részesítsd előnyben, aszerint cselekedj, mit**

érzel a másik iránt. Ezt a Nepotista-szabályt az evolúciós biológusok „rokonkiválogatódásként” ismerik.

Nyilvánvalóan praktikus volta mellett a Réz-szabálynak van egy végzetes hibája: a véget nem érő vérbosszú. Aligha számít, ki kezdi az erőszakot. Az erőszak erőszakot szül, és így mindkét félnek jó oka van, hogy gyűlölje a másikat. „Nincs békéhez vezető út”, mondta A. J. Muste, „a béke *maga az út*”. A béke azonban nehéz, az erőszak könnyű. Még ha majdnem mindenki véget szeretne vetni a vérbosszúnak, egyetlen erőszakos cselekmény megtorlása mindent felboríthat. Előttünk áll halott rokonunk zokogó özvegye és gyászoló gyermekei. Az idős férfiak és asszonyok felidézik a gyerekkorukban őket ért sérelmeket. Józan eszünk azt diktálja, hogy tartsuk fenn a békét, szenvedélyesebb énünk azonban bosszúért liheg. A hadviselő felek szélsőségei nemigen számíthatnak egymásra. Szövetséget kötöttek ellenünk, a többiek ellen, semmibe veszik a megértés és a szeretet utáni vágyakozásunkat. Néhány forrófejű képes arra, hogy a megfontolt és ésszerűen gondolkodó emberek sokaságát brutalitásra és háborúra hergelje.

A nyugati világban sokakat olyannyira megbabonáztak Adolf Hitler 1938-ban, Münchenben elmondott, visszataszító szólamai, hogy képtelenek voltak rátalálni az együttműködésre és a megbékélésre. Ahelyett, hogy minden egyes gesztust és megközelítést a saját értékén ítélnék meg, hajlamosak vagyunk inkább eldönteni, hogy az ellenfelünk velejéig romlott, az általa tett minden engedmény csak rosszhiszemű ajánlat, és az erő az egyetlen, amit megért. Talán Hitler esetében ez volt a helyes hozzáállás. Általánosságban véve azonban semmiképpen sem helyes ez a vélekedés, bár úgy gondolom, hogy a Rajna-vidék megszállását erőszakkal is meg kellett volna akadályozni. Ez mindkét oldalon megerősíti az ellenségeskedést és sokkal valószínűbbé teszi a konfliktus kirobbanását. Egy nukleáris fegyverek árnyékában létező világban a kiengesztelhetetlen ellenségeskedés rendkívüli és végzetes veszélyek forrása.

Állítom, hogy nagyon nehéz a megtorló intézkedések hosszú sorozatát megszakítani. Vannak olyan népcsoportok, amelyek már a kihalás határáig legyengítették egymást, mert nem találják meg a módját annak, hogyan lehet kimenekülni ebből az ördögi

körből. Ezek közé tartoznak például a brazil felföldeken élő kaingangok vagy az egykori Jugoszlávia egymással háborúzó nemzetiségei, de Ruandában és sok más helyen további példákat is találhatunk. A Réz-szabály túl kevésbé megbocsátónak tűnik. A Vas-szabály a könyörtelen és erős keveseket részesíti előnyben mindenki más érdekeivel szemben. Az Arany- és az Ezüst-szabály túlságosan engedékenynek tűnik. Rendre kudarcot vallanak, amikor meg kellene torolni a durvaságot és mások kihasználását. Azt remélik, hogy a rossz embereket szép szóval rá lehet venni, hogy megjavuljanak, ha megmutatjuk nekik, hogyan lehetséges a jóság. Akadnak azonban szociopáták, akik nem sokat törődnek mások érzéseivel, nehéz például elképzelni, hogy Hitler vagy Sztálin a jó példa láttán elszégyellte volna magát. Létezik-e valamilyen szabály az egyik oldalon az Arany- és az Ezüst-szabály között, a másik oldalon a Réz-, a Vas- és az Ön-szabály között, amely jobban működik, mint ezek közül bármelyik egymagában?

Ha ilyen sok különböző szabály létezik, akkor hogyan tudjuk eldönteni, melyiket kell használni, melyik vezet eredményre? Még ugyanazon személy vagy ország esetében is egynél több szabály lehet működőképes. Arra ítéltünk, hogy csak sejtéseinkre támaszkodjunk? Vagy az intuíciónkra? Avagy csupán azt kell szajkóznunk, amit megtanultunk? Próbáljuk meg csak egy pillanatra elfelejteni, milyen szabályokat tanítottak meg nekünk. Amit akkor - talán valamilyen mélyen gyökerező igazság-érzetünknek köszönhetően - szenvedélyesen helyesnek érzünk, annak helyesnek *kell* lennie.

Tételezzük fel, hogy nem a megtanult szabályok érvényességét akarjuk bebizonyítani vagy megcáfolni, hanem meg akarjuk találni azt, amelyik valóban működőképes. Létezik-e olyan módszer, amellyel *ellenőrizni* tudjuk az egymással versengő erkölcsi előírásokat? Tudva azt, hogy a való világ sokkal bonyolultabb lehet bármiféle szimulációnál, képesek vagyunk-e a kérdéskört tudományos vizsgálat tárgyává tenni?

Általában olyan játékokat szoktunk játszani, ahol az egyik játékos nyer, a másik veszít. Az ellenfelünk által szerzett minden egyes ponttal távolabb kerülünk tőle. A „nyer-veszít” típusú já-

tékok természetesnek tűnnek, bár sok ember szorul arra, hogy úgy gondoljon valamely játékra, mintha az nem „nyer-veszít” jellegű lenne. A nyer-veszít játékokban a nyereségek összességében ugyanakkorák, mint a veszteségek. Ezért nevezzük az ilyen típusú játékokat „nulla összegűeknek”. Nem lehetnek kétségeink ellenfelünk szándékai felől: nyilvánvalóan a játékszabályok engedte keretek között minden tőle telhetőt meg fog tenni annak érdekében, hogy legyőzzön minket.

Sok gyermeket megdöbönt, amikor először kerülnek szemtől szembe egy nyer-veszít típusú játékkal, főként, ha veszítenek. Amikor a Monopolyban a csőd határára jutnak, különleges kedvezményekért könyörögnek (például a bérleti díj elengedéséért). Ha a kedvezmény nem adható meg, akkor sírva kijelentik, hogy ez egy szívtelen és érzéketlen játék - ami természetesen igaz is. (Láttam már felborított játéktáblát és a földön vad dühvel és megalázottsággal szétszórt szállodákat, szerencsekártyákat és bábukat - ráadásul mindez nem is gyerek műve volt.)

A Monopoly szabályai által megengedett keretek között nincs lehetőség arra, hogy a játékosok mindannyiuk javára együttműködjenek egymással. A játékot ugyanis nem ilyenre tervezték. Ugyanez igaz az ökölvívásra, a labdarúgásra, a jégkorongra, a kosárlabdára, a baseballra, a lacrosse-ra, a teniszre, a racketre, a sakkra, az összes olimpiai sportágra, a hajó- és autóversenyzésre, az ultira és a fanatikus politizálásra. E játékok közül egyetlenegyben sincs lehetőség az Arany- vagy az Ezüst-szabály, de még csak a Réz-szabály érvényesítésére sem. Kizárólag a Vas- vagy az Őn-szabálynak van helye. Ha olyan nagyra becsüljük az Arany-szabályt, akkor miért olyan ritkán kell használni azokban a játékokban, amelyeket gyermekeinknek megtanítunk?

A különféle törzsek egymillió éven keresztül tartó, kisebb megszakításoktól eltekintve, folytonos háborúskodása után hajlamosak vagyunk mindig nulla összegű játékokban gondolkodni, és minden kölcsönhatást versengésként vagy konfliktusként kezelni. Ezzel szemben az atomháború (és sok hagyományos háború), a gazdasági visszaesés és a világméretű környezet ellen elkövetett erőszak mind veszít-veszít helyzetet jelentenek. Ezzel szemben az olyan létfontosságú emberi érzések és fogalmak, mint a szerelem, a barátság, a szülői érzés, a zene, a művészet és ismereteink

gyarapítása nyer-nyer állapotot példáznak. Vészesen szűklátókörűek vagyunk, ha mindent a nyer-veszít formulába akarunk beleerőltetni.

Az ehhez hasonló kérdésekkel foglalkozó tudományterületet játékelméletnek nevezzük. Eredményeit a katonai taktika és stratégia kidolgozásától kezdve a kereskedelempolitikán és a cégek közötti versenyen keresztül a környezetszennyezés korlátozásáig és a nukleáris háború megtervezéséig az élet számos területén lehet hasznosítani. A stratégiai játékok mintapéldája a „rabok dilemmája”. Ez egy a nulla összegűtől jelentős mértékben eltérő játék. A nyer-nyer, a nyer-veszít és a veszít-veszít kimenetelek egyaránt lehetségesek. A tudományág bibliai is csak kevés hasznos bepillantást nyújtanak az adott helyzetben követhető lehetséges stratégiákba. Ez a játék teljes mértékben gyakorlatias.

Képzeld el, hogy egy barátunkkal együtt letartóztatnak valamilyen súlyos bűncselekmény elkövetéséért. A játék kimenetele szempontjából közömbös, hogy a bűncselekményt csak egyikünk követte el, vagy mindketten bűnösök, esetleg mindketten ártatlannak vagyunk. Csak az a fontos, hogy a rendőrség úgy gondolja, mi követtük el. Mielőtt még lehetőségünk lenne összebeszélni és közös stratégiát kialakítani, elkülönített cellákba zárnak mindkettőnket. Ott figyelmen kívül hagyva alapvető jogainkat („Joga van megtagadni a vallomást...”), megpróbálnak mindkettőnket vallomásra bírni. Azt mondják, mint ahogy a rendőrségi gyakorlatban ezt sokszor valóban meg is teszik, hogy a barátod már vallott, mégpedig rád nézve terhelően. (Szép kis barát az ilyen!) Lehet, hogy a nyomozó igazat mond. De az is lehet, hogy hazudik. Csak két lehetőségünk van, vagy ártatlannak valljuk magunkat, vagy beismerjük a bűnösségünket. Milyen taktikát kövessünk ha egyáltalán vallomást akarunk tenni, büntetésünket pedig minimálisra akarjuk szorítani?

Íme, az alábbi lehetőségek közül választhatunk.

Ha tagadjuk a bűncselekmény elkövetését és (amit nem tudhatunk) a barátunk ugyancsak tagad, akkor az ügyet nagyon nehéz lesz ránk bizonyítani. Vádalku esetén mindkettőnk ítélete enyhe lesz.

Ha beismerjük a bűnösségünket, és a barátunk ugyanezt teszi, akkor a hatóság dolgát jelentősen megkönnyítettük az ügy felde-

rítését illetően. Ezért cserébe mindketten meglehetősen enyhe ítéltre számíthatunk, bár valószínűleg nem olyan enyhére, mintha mindketten ártatlannak vallottunk volna magunkat.

Ha viszont mi ártatlannak valljuk magunkat, barátunk viszont ránk nézve terhelő vallomást tesz, akkor az ügyészség ránk maximális büntetés kiszabását fogja kérni, barátunk viszont minimális büntetéssel (vagy büntetlenül) megússza az ügyet. Húha! Roppant sérülékeny helyzetben vagyunk, ha ki tudnak játszani bennünket egymás ellen, amit a játékelmélettel foglalkozók cserbenhagyásnak neveznek. Pontosan ugyanilyen helyzetben van a barátunk is.

Ha viszont lehetőségünk van a barátunkkal „együttműködni”, azaz összebeszélni - és mindketten, egybehangzóan ártatlannak (vagy mindketten bűnösnek) valljuk magunkat -, akkor el tudjuk kerülni a legsúlyosabb büntetést. Nem kellene inkább biztosra menni, és beismerő vallomásunkkal biztosítani egy közepes mértékű büntetést? Ha ebben az esetben a barátunk ártatlannak mondja magát, mi viszont bűnösnek valljuk mindkettőnket, akkor ez túlságosan súlyos kimenetelű lesz rá nézve, míg mi ép bőrrel megúszhatjuk.

Ha végiggondoljuk az összes lehetőséget, rájövünk, hogy bármit is mond a barátunk, mi akkor járunk jobban, ha cserbenhagyjuk őt, mintsem együttműködünk vele. Ha viszont mindketten cserbenhagyjuk a másikat, akkor mindketten rosszabbul járunk, mintha együttműködtünk volna. Ez a rabok dilemmája.

Lássuk most a rabok dilemmájának egy másik változatát, amelyben a szereplőknek hasonló játékok sorozatát kell lejátszaniuk. A fogvatartottak minden menet végén a büntetés nagyságából kitalálják, valószínűleg hogyan vallott a társuk. Eközben egyre jobban kiismerik egymás stratégiáját (és jellemét). Vajon játékról játékra haladva lassacskán megtanulnak-e együttműködni egymással, és eljutnak-e odáig, hogy mindketten mindig tagadják, hogy bármiféle bűncselekményt elkövettek volna? Még akkor is, ha a másik beköpését meglehetősen nagylelkűen jutalmazták?

Megpróbálhatunk együttműködni vagy cserbenhagyni a másikat, attól függően, hogy mi lett az előző játék vagy játékok kimenetele. Ha túl együttműködőek vagyunk, akkor a másik játékos kihasználhatja áldott jó természetünket. Ha túl sokszor cserben-

hagyjuk őt, akkor ő is ezt teszi velünk, ami mindkettőnk számára rossz. Tisztában vagyunk vele, hogy a cserbenhagyásaink rendszere olyan adatsor, amelyet a másik játékos felhasznál. Mi legyen az együttműködés és a cserbenhagyás helyes aránya? Az, hogy ezután hogyan viselkedjünk, az - a természet sok más kérdésével együtt - olyan probléma, amit kísérleti úton kell megvizsgálni.

A kérdést Robert Axelrod, a Michigan Egyetem szociológusa folyamatos, számítógépes, körmérkőzéses torna keretében vizsgálta. Kutatásai eredményeiről *Az együttműködés fejlődése (The Evolution of Cooperation)* című, figyelemre méltó könyvében számol be. A különböző viselkedési minták összeütközésbe kerülnek egymással, a végére pedig kiderül, ki lesz a győztes (összességében kit ítélték a legrövidebb börtönbüntetésre). A legegyszerűbb stratégia értelmében mindig kooperálni kell, függetlenül attól, hogy az együttműködésből milyen előnyünk származik. Ez az Arany-szabály és a Vas-szabály együttes alkalmazása. Akik e szerint játszanak, mindig veszítenek, az egyik a túláradó jósága miatt, a másik pedig a túlzott könyörtelensége következtében. Azok a stratégiák, amelyek nem elég gyorsan torolják meg a cserbenhagyást, vesztesre kárhoztatottak, részben azért, mert azt az üzenetet közvetítik, hogy a nem együttműködő nyerhet. Az Arany-szabály tehát nemcsak sikertelen stratégia, hanem még a többi játékos számára is veszélyes, akik csak rövid távon lehetnek sikeresek, hosszú távon viszont mindenképpen elvéreznek az őket kihasználókkal szemben.

Hagyjuk cserben a társunkat eleinte, majd amikor mégis készséget mutat az együttműködésre, akkor minden további menetben működünk vele együtt? Kooperáljunk eleinte, de ha ellenfelünk egyetlenegyszer is cserbenhagy, akkor azt követően minden további játékban mi is hagyjuk őt cserben? Ezek ugyancsak vesztes stratégiák. A sporttal ellentétben itt nem hagyatkozhatunk arra, hogy ellenfelünk minden esetben el akar kapni minket.

Sok hasonló körmérkőzés leghatékonyabb stratégiájának a fogat fogért módszer bizonyult. A taktika nagyon egyszerű. Először kooperáljunk, majd a további menetekben mindig azt a stratégiát kövessük, amit ellenfelünk az előző menetben. Ezzel azonnal

büntetjük a cserbenhagyást, de ha a partnerünk együttműködik, akkor mi is készek vagyunk fátylat borítani a múltra. Eleinte úgy tűnik, hogy csak mérsékelten leszünk sikeresek. Az idő múlásával azonban az egyéb stratégiák vereséget mérnek önmagukra, mert túlteng bennük a jóság vagy a könyörtelenség, a mi középutas játékunk azonban győzelemre visz. Attól eltekintve, hogy az első játékban mindig jók vagyunk, a fogat fogért taktika azonos a Réz-szabály szerinti viselkedéssel. Azonnal (a közvetlenül utána következő játékban) elismeri az együttműködési készséget és megbünteti a cserbenhagyást. Nagy előnye, hogy stratégiánkat az ellenfél számára teljességgel kiismerhetővé teszi. (A kétértelmű stratégia halálos.)

A javasolt szabályok táblázata

Arany-szabály	Csak azt tedd felebarátoddal, amit kívánnál, hogy ő tegyen veled.
Ezüst-szabály	Amit nem akarsz, hogy veled cselekedjünk, azt ne tedd felebarátoddal sem.
Réz-szabály	Tégy úgy másokkal, amint ők tesznek veled.
Vas-szabály	Tégy másokkal amit csak akarsz, még mielőtt ők teszik veled ugyanezt.
Fogat fogért	Először működj együtt, azután tégy úgy másokkal, amint ők tesznek veled.

Egy alkalommal úgy adódott, hogy több játékos mindegyike a fogat fogért stratégiát alkalmazta, így együtt javult az állásuk. Ahhoz, hogy a fogat fogért stratégia sikeres legyen, alkalmazóinak meg kell találni a megfelelő partnert, aki hajlandó viszonzni a szándékot, tehát akivel együtt tudnak működni. Az első bajnokság után, amikor a Réz-szabály váratlanul diadalt aratott, egyes szakértők úgy gondolták, hogy ez a stratégia túlságosan megbocsátó. Ezért a következő körben megpróbálták társaikat gyakrabban cserbenhagyni. Mindannyiszor veszítettek. Még a tapasztalt stratégiák is hajlamosak voltak alábecsülni a megbocsátás és a kibékülés erejét. A fogat fogért az irányzatok érdekes keveréke: a kezdeti barátságosságé, a megbocsátásra való hajlandóságé és a félelem nélküli megtorlásé. Axelrod könyvében részletesen kifej-

ti, mennyiben múlt felül a körmérkőzések során a fogat fogért minden más stratégiát.

Valami hasonló tapasztalható az állatok közösségeiben is, amit egyes kutatók legközelebbi rokonaink, a csimpánzok esetében részletesen tanulmányoztak. Robert Trivers biológus „viszonzott önzetlenségnek” nevezi azt a viselkedést, amikor egyes állatok valamilyen szívességet tesznek társaiknak, abban a reményben, hogy azok ezt a szívességet viszonzni fogják - nem mindig, de elég gyakran ahhoz, hogy a befektetés hasznos legyen. Ez a viselkedés aligha lehet változtathatatlan erkölcsi stratégia, de egyáltalán nem szokatlan. Ezért nincs szükség vitát nyitni arról, idejémtúlt-e az Arany-, az Ezüst- és a Réz-szabály vagy a fogat fogért stratégia. Ugyanígy nem vitatható a Mózes III. könyvében megtalálható erkölcsi távlatok elsőbbsége sem. Az efféle erkölcsi szabályokat eredetileg nem valamilyen megvilágosodott elméjű törvényalkotó találta fel. Azok evolúciós múltunk mélyén gyökereznek. Már azelőtt is őseinkkel voltak, mielőtt még emberré váltunk volna.

A rabok dilemmája nagyon egyszerű játék. A való élet sokkal bonyolultabb. Ha apám odaadja az almánkat a ceruzaárusnak, akkor várhatja-e, hogy viszonzásképpen ő is kap egy almát? Nos semmiképpen sem a ceruzaárustól, hiszen vele az életben soha többé nem találkoztunk. De vajon kedvező hatással lehet-e a tágabb értelemben vett jótékonykodás a gazdasági életre, ami azután apám felemelkedését is eredményezheti? Avagy amikor odaajándékoztuk az almát, csak érzelmi, nem pedig gazdasági viszonzást vártunk? Hasonlóképpen, az ideális rabok dilemmája játékosaival ellentétben az emberi lények és az országok kapcsolatai vele született és kulturális hajlamok alapján alakulnak.

A nem túl hosszú nyúló, körmérkőzéses játék legfőbb tanulságai a stratégiai tisztaság, az irigység saját érdekei ellen dolgozó természete, az, hogy a hosszú távú célok fontosabbak a rövid távúaknál, hogy a zsarnokság és a tohonyaság egyaránt veszélyes, legfőbbképpen pedig az, hogy a viselkedési normáinkat meghatározó szabályukat kísérletek tárgyának lehet tekinteni. A játékelmélet tanulsága az is, hogy történelmünk alapos ismerete fontos kulcs a túléléshez.

Napjaink Gettysburgjei²⁹

Ez a beszéd 1988. július 3-án, a gettysburgi csata 125. évfordulóján, megközelítőleg 30 000 ember előtt hangzott el, a Pennsylvania állambeli Gettysburgi Nemzeti Katonai Parkban lévő Örökmécses és Békeemlékmű újra felszentelése alkalmából. A gettysburgi emlékművet negyed évszázadonként újra felszenteljük, a korábbi szónokok Wilson, Franklin Roosevelt és Eisenhower elnökök voltak.

*Az Add kölcsön a füledet:
a történelem híres beszédei
(Lend Me Your Ears: Great Speeches in History),
válogatta és a bevezetőt írta: William Safire
(New York, Norton, 1992)*

Ötvenegyezer emberi lény halt vagy sebesült meg itt - néhányunk ősei, mindannyiunk fivérei. Ez volt az első példa a teljes mértékben iparosodott háborúra, amit szerszámgépekkel megmunkált fegyverekkel vívtak, az embereket és az anyagokat pedig vasúton szállították. Ez volt az első jele annak, hogy beköszönt majd egy új kor, a mi korunk; ugyanakkor bepillantást nyerhettünk, hogy milyen technológiákat lehet majd a háború céljaira alkalmazni. Itt használták először az új, Spencer-féle ismétlőfegyvert. 1863 májusában a Potomac Hadsereg felderítő léggömbjéről megfigyelték, amint a Konföderáció csapatai átkelnek a Rappahannock folyón, amivel kezdetét vette a gettysburgi csata. Az a léggömb volt a légierők, a stratégiai bombázás és a műholdas felderítés előfutára.

A három napig tartó gettysburgi csatában néhány száz tüzérségi löveget állítottak hadrendbe. Mire voltak ezek képesek? Milyen lehetett akkoriban egy háború? Íme egy szemtanú beszámolója a lidércnyomásos, lebegni látszó ágyúgolyókról. A wisconsini Frank Haskell az Unió hadseregében harcolt ezen a csatamezőn. Az alábbi részlet egy a bátyjának írott leveléből származik:

Gyakran nem láttuk a gránátot, mielőtt szétrobbant, de néha, amikor az ellenség felé fordultunk és a fejünk fölé néztünk,

²⁹ Ann Druyannal közösen írott cikk. Az eredeti beszédet e fejezet szellemének megfelelően átdolgoztuk és aktualizáltuk.

hosszú süvítés adta hírül a közeledtét. Ez mindig úgy tűnt nekem, mintha valami megérintható vonal lenne, ami egy fekete golyóban ér véget, amit a szemünkkel is megpillanthatunk, ha előtte meghallottuk a hangját. A gránát olybá tűnt, mintha megállna a levegőben és egy pillanatig ott lógna valamin, majd hirtelen eltűnt a tűzben, a füstben és a csatazajban... Alig tíz-yardnyira tőlünk a gránát becsapódott a bokrok közé, ahol három vagy négy katona ült a lovaikkal. Két ember és egy ló pusztult el.

Ez a gettysburgi csata jellemző eseménye volt. Az ehhez hasonló esetek ezerszámra ismétlődtek. Azok a ballisztikus lövedékek, amelyeket az itt, a Gettysburg Emlékparkban mindenfelé látható ágyúkból lőttek ki, a legjobb esetben is csak néhány mérföld hatótávolságúak voltak. A legfélelmetesebbek mintegy húsz font robbanóanyagot tartalmaztak, ami egy tonna TNT robbanóerejének nagyjából egy századrésze. Ez néhány ember elpusztításához volt elég.

A legnagyobb erejű kémiai robbanóeszközök, amelyeket nyolcvan évvel később, a második világháborúban használtak, az egész háztömböt leromboló légibombák voltak. Ezek a sok száz mérföldes utazás végén repülőgépről ledobott bombák mintegy tíz tonna TNT-t tartalmaztak, vagyis ezerszer annyit, mint a gettysburgi csata legpusztítóbb lövedékei. Ezek a második világháborús bombák már néhány tucat ember elpusztítására voltak képesek.

A második világháború legvégén az Egyesült Államok bevetette az első két atombombát, hogy megsemmisítsen két japán várost. Mindkét eszköz mintegy ezer mérföldet utazott a levegőben, pusztító erejük pedig tízezer tonna TNT-vel volt egyenértékű. Ez néhány százezer ember elpusztításához volt elegendő. Mindez egyetlen bombában.

Néhány évvel később az Egyesült Államok és a Szovjetunió egyaránt kifejlesztette az első termonukleáris fegyvert, a hidrogénbombát. Ezek némelyikének a robbanóereje tízmillió tonna TNT-nek felelt meg, ami néhány millió ember megöléséhez lenne elég. A stratégiai nukleáris fegyverek ma már bolygónk tetszés szerinti pontjára kilőhetők. Ma már a Föld minden egyes pontja

potenciális hadszíntér.

A technológia eme diadalainak mindegyike nagyjából ezerszeresére fejlesztette a tömegpusztítás művészetét. Gettysburgtól a háztömböt leromboló bombáig ezerszeresére növekedett a robbanás ereje; ettől az atombombáig megint csak ezerszeresére; végül az atombombától a hidrogénbombáig újra az ezerszeresére. Ezerszer ezerszer ezer az egymilliárd, tehát nem egészen egy évszázad leforgása alatt legpusztítóbb fegyvereink ereje egymilliárdszorosára nőtt. A Gettysburgtól napjainkig élt néhány generáció alatt azonban nem lettünk egymilliárdszor bölcsebbek.

Az itt elpusztult lelkek kimondhatatlannak találnák azt a pusztító erőt, amely ma a birtokunkban van. Napjainkban az Egyesült Államok és a Szovjetunió csaknem 60 000 nukleáris fegyverrel tartja csapdában a világot. Hatvanezer nukleáris fegyver! Nem kétséges, hogy ennek a stratégiai fegyverarzenálnak egy kicsiny töredéke képes a két szemben álló szuperhatalom teljes elpusztítására, sőt valószínűleg az egész emberi civilizáció megsemmisítésére, esetleg végleges kipusztulásra kárhoztathatja az egész emberi fajt. Egyetlen országnak és egyetlen embernek sem szabadna ilyen iszonyú erőt birtokolnia. Törékeny világunkban szeretszét, mindenfelé leraktuk ezeket az apokaliptikus erejű eszközöket, lépésünket azzal indokolva, hogy ettől biztonságban érezhetjük magunkat. Örült alkut kötöttünk.

Gettysburg 51 000 áldozata a Konföderáció hadseregének egyharmadát, az Unió seregei létszámának pedig egynegyedét jelentette. Akik meghaltak, egy-két kivételtől eltekintve katonák voltak. A legismertebb kivétel az a Jennie Wade nevű nő volt, aki a saját házában kenyeret sütött, és egy a zárt ajtón keresztül behatoló golyó sebesítette halálra. Az egész világra kiterjedő termónukleáris háborúban azonban csaknem az összes áldozat a polgári lakosság köréből kerülne ki - férfiak, nők, gyermekek, köztük nagy számban olyan államok polgárai, amelyeknek semmi közük sem volt a háborút kiváltó viszályhoz, és amelyek távol fekszenek a közepes északi földrajzi szélességen fekvő „célzónától”. Jennie Wade-ek milliárdjai esnének áldozatul. A Föld minden lakója veszélyben van.

Washingtonban található az az emlékmű, amely az Egyesült Államok által legújában, Délkelet-Ázsiában viselt jelentős hábo-

rú amerikai áldozatainak állít emléket. Mintegy 58 000 amerikai pusztult el, nem sokkal több tehát, mint a gettysburgi csata áldozatainak a száma. (Amint az általában jellemző ránk, ezúttal sem említettem azt az egymillió vietnamit, laoszit és kambodzsait, akik ugyanebben a háborúban haltak meg.) Gondoljanak arra a sötét, komor, szép, megrendítő és megható emlékműre! Gondoljanak arra, milyen hosszú - tulajdonképpen nem sokkal hosszabb, mint egy elővárosi utca. Ötvennyolcezer név. Képzeljük most el, hogy olyan örültek vagy figyelmetlenek vagyunk, hogy nem tudjuk megakadályozni egy nukleáris háború kitörését, majd a háború után hasonló emlékművet akarunk építeni. Milyen hosszú lenne az az emlékmű, amely egy jelentős atomháború összes áldozatának a nevét felsorolná? Nos mintegy ezer mérföld hosszú. Pennsylvaniától Missouriiig nyúlna. De természetesen nem maradna senki, aki egy ilyen emlékművet meg tudna építeni, de olyan sem, aki elolvashatná az áldozatok névsorát.

A második világháború végén, 1945-ben az Egyesült Államok és a Szovjetunió lényegében sebezhetetlenek voltak. A keleten és nyugaton áthatolhatatlanul hatalmas kiterjedésű óceánokkal, északon és délen katonailag gyenge és baráti érzületű szomszédokkal határos Egyesült Államok rendelkezett a világ leghatékonyabb fegyveres erejével, és övé volt a világ legerősebb gazdasága. Semmitől sem kellett félnünk. Ezért atomfegyvereket készítettünk és megépítettük a célba juttatásukhoz szükséges hordozórendszereket. Megindítottuk és jelentősen felgyorsítottuk a Szovjetunióval folyó fegyverkezési versenyt. Ettől kezdve az Egyesült Államok minden polgárának az élete a Szovjetunió vezetőinek a kezében volt. Még ma, a hidegháború és a Szovjetunió elmúltával is igaz az, hogy ha Moszkvában úgy döntenek, hogy meg kell halnunk, akkor mi húsz percen belül halottak vagyunk. A helyzet csaknem tökéletesen szimmetrikus. A háború után, 1945-ben a Szovjetunió tartotta fenn a világ legnagyobb hadseregét, és semmiféle számottevő katonai fenyegetéstől sem kellett tartania. Miután beszállt az Egyesült Államokkal folytatott nukleáris fegyverkezési versenybe, minden orosz ember az Egyesült Államok vezetőinek kezébe adta az életét. Ha Washington úgy dönt, hogy meg kell halniuk, akkor húsz percen belül halottak

lesznek. Ma minden egyes amerikai és orosz állampolgár élete egy idegen hatalom vezetőinek a kezében van. Mint említettem, örült alkut kötöttünk. Amerikaiak és oroszok egyaránt negyvenhárom évet és hatalmas összegeket fordítottunk arra, hogy tökéletesen sebezhetőek legyünk az azonnali megsemmisítéssel szemben. Mindezt a hazafiság és a „nemzetbiztonság” jegyében tettük, így feltehetően senki sem vonta kétségbe eljárásunkat.

Két hónappal a gettysburgi csata előtt, 1863. május 3-án a chancellorsville-i csatában a Konföderációs erők győzelmet arattak. A diadalt követő holdfényes estén a konföderációs vonalak mögé visszatérő „Kőfal” Jackson tábornokot és vezérkarát tévedésből az Unió lovasainak vélték. Jacksonra saját emberei kétszer rálőttek. Sérüléseibe belehalt.

Hibákat követünk el. Megöljük a sajátjainkat.

Egyesek szerint, mivel mindeddig nem robbant ki tévedésből atomháború, megfelelőek az ilyen esetek elkerülése érdekében tett óvintézkedéseink. Nem egészen három évvel ezelőtt azonban tanúi lehettünk a *Challenger* űrrepülőgép és a csernobili atomerőmű katasztrófáinak. Két olyan csúcstechnológiájú berendezés mondott csődöt - egy amerikai és egy szovjet -, amelyek presztízsszempontról is jelentősek voltak. Számos ok kényszerített arra, hogy az efféle katasztrófákat megelőzzük. Az előző évben mindkét ország hivatalos személyei magabiztosan jelentették ki, hogy ilyen jellegű balesetek nem fordulhatnak elő. Nem aggódtunk. A szakértők megengedhetetlennek mondták egy ilyen baleset bekövetkeztét. Azóta megtanultuk, hogy az efféle biztosítékok nem sokat érnek.

Hibákat követünk el. Megöljük a sajátjainkat.

Századunk Hitler és Sztálin évszázada, annak bizonyosságául - ha egyáltalán szükség van bizonyítékokra -, hogy a modern ipari államokban örültek is képesek magukhoz ragadni a hatalmat. Ha olyan világban élünk, amelyben 60 000 atomfegyver van felhalmozva, akkor arra az állításra tesszük fel az életünket, miszerint az Egyesült Államok, a Szovjetunió, Nagy-Britannia, Franciaország, Kína, Izrael, India, Pakisztán, Dél-Afrika és a további leendő nukleáris hatalmak egyetlen mai vagy jövőbeli, katonai vagy polgári vezetője sem fog soha eltérni a megfontoltság legszigorúbb normáitól. Még a legsúlyosabb személyes vagy országos

válságaik idején is - bármelyikük esetében, bármikor a jövőben - élméljűségükben és józan gondolkodásukban bízva tesszük kockára életünket. Állítom, hogy ezzel túlságosan sokat kérünk magunktól. Mert hibákat követünk el. Megöljük a sajátjainkat.

A nukleáris fegyverkezési verseny és a vele együtt járó hidegháború pénzbe került. Semmi sem volt ingyen. A polgári gazdaságtól elvont óriási pénzügyi és szellemi erőforrásoktól eltekintve, valamint ugyancsak nem számítva azt a lelki terhet, hogy folyamatosan Damoklesz kardja alatt éltük le életünket, végül is mennyibe került a hidegháború?

A hidegháború 1946-os kezdete és 1989-es vége között az Egyesült Államok (1989-es dollárárfolyamon számolva) jóval 10 billió dollár fölötti összeget költött el a Szovjetunióval való globális szembenállás okán. Ennek az összegnek több mint egyharmadát a Reagan-kormányzat költötte el, amivel nagyobb mértékben növelte államadósságunkat, mint George Washington óta az összes eddigi kormányunk együttvéve. A hidegháború kezdetén országunk minden fontos téren, bármely külső katonai erő által sebezhetetlen volt. Ma, miután elköltöttük nemzeti vagyonunkból ezt a tömérdek pénzt (és annak ellenére, hogy időközben véget ért a hidegháború), az Egyesült Államok olyannyira sebezhető, hogy lényegében egyik pillanatról a másikra megsemmisíthető.

A tőkét ilyen meggondolatlanul elherdáló és ilyen csekély eredményt felmutató üzleti vállalkozásnak már réges-rég csődbe kellett volna mennie. A részvényesek már régen elbocsátották volna a vállalat vezetőit, ha azok nem ismerik fel tevékenységük ilyen nyilvánvaló hibáit.

Mi mindent kezdhettek volna az Egyesült Államok ezzel a hatalmas mennyiségű pénzzel (ha nem is az egészszel, mert természetesen valamilyen ésszerű mértékű védelemre szükség van - de mondjuk a felével)? Ha ezt a valamivel több, mint 5 billió dollárt ügyesen használjuk fel, akkor jelentős előrehaladást érhetünk volna el az éhínség, a hontalanság, a fertőző betegségek, az alfabetizmus, a tudatlanság, a szegénység felszámolása és a környezet védelme területén, nem is csak az Egyesült Államokban, hanem az egész világon. Hozzájárulhattunk volna, hogy bolygónk mezőgazdasági szempontból önellátó legyen és megszüntethettük

volna az erőszak és a háborúk számos tűzfészkrét. Mindezt úgy tehettük volna meg, hogy az felmérhetetlenül kedvező hatást gyakorolt volna az Egyesült Államok gazdaságára. Jelentős mértékben csökkenthetjük volna államadósságunkat. Az összeg nem egészen egy százalékából végrehajthattuk volna az első nemzetközi, emberes marsutazást. A művészetek, az építészet, az orvostudomány és a természettudományok területén az emberi alkotókészség csodái születhettek volna meg az összeg parányi töredékéből. A műszaki fejlődés és a vállalkozások lehetőségei ugyancsak fantasztikusak lehettek volna.

Bölcs dolog volt javainkból ilyen hatalmas részt a háború előkészületeire és eszközeire költeni? Jelenleg még mindig a hidegháborús szinten költünk. Örületes alkut kötöttünk. Halálos öleléssel kapcsoltuk magunkat a Szovjetunióhoz, melyben mindkét fél mindig a másik fél hatalmas gonosztetteit használta hajtóerőként, mindig csak rövid távon gondolkodtak - a legközelebbi kongresszusi választásokig, elnökválasztásig vagy pártkongresszusig - és szinte sohasem látták a teljes képet.

Dwight Eisenhower, aki szoros kapcsolatban állt ezzel a gettysburgi közösséggel, kijelentette: „A honvédelmi költségvetés problémája mindig annak a kiszámítása, hogy milyen messzire mehetünk el, ha nem akarjuk belülről lerombolni azt, amit a kívülről jövő támadás ellen meg akarunk védeni.” Azt hiszem, túlságosan messzire mentünk.

Hogyan tudunk kiszabadulni ebből a kínos helyzetből? A kísérleti atomrobbantások átfogó tilalmáról kötendő nemzetközi szerződés beszüntethetné a nukleáris fegyverekkel folytatott kísérleteket, amelyek mindkét oldalon a nukleáris fegyverkezési verseny legfőbb technológiai hajtóerői. Abba kell hagynunk a pusztítóan költséges csillagháborús tervek megvalósítását, amely nem képes a polgári lakosságot megvédeni az atomháború következményeitől, az Egyesült Államok nemzetbiztonságát pedig nem erősíti, hanem éppen hogy gyengíti. Ha fokozni akarjuk elrettentő erőnket, akkor erre sokkal jobb módszerek is vannak. Biztonságos, kiterjedt, kétoldalú és részletesen ellenőrizhető, az Egyesült Államok, Oroszország és más államok stratégiai és taktikai nukleáris fegyverei mennyiségének csökkentését előíró kétoldalú egyezményeket kell kötnünk. (Az INF- és a START- egyez-

mények apró lépéseket jelentenek, de legalább a helyes irányban.) Ez az, amit tennünk kellene.

Minthogy a nukleáris fegyverek viszonylag olcsóak, a katonai költségvetés legnagyobb tételeit eddig is és ezután is a hagyományos katonai erők fenntartása igényli. Most rendkívüli lehetőség előtt állunk. Az oroszoknak és az amerikaiaknak sikerült meg egyezniük a hagyományos fegyverzetek Európában történő csökkentéséről. Ezt ki kellene terjeszteni Japánra, Koreára és más országokra, amelyek képesek megvédeni saját magukat. A hagyományos fegyverzet ilyen csökkentése a béke érdekében történne, emellett az amerikai gazdaság épségét és egészségét is szolgálná. Félúton kellene találkozunk az oroszokkal.

A világ jelenleg évente egybillió dollárt költ katonai célokra, legnagyobb részét a hagyományos fegyverzetekre. Az Egyesült Államok és Oroszország a két legnagyobb fegyverkereskedő. Ennek a pénznek a legnagyobb részét azért kell elkölteni, mert a világ országai képtelenek lépéseket tenni az ellenfeleikkel történő megbékélés irányába (más részét pedig azért, mert a kormányoknak fegyveres erőre van szükségük saját népük elnyomásához és megfélemlítéséhez). Ez az évi egybillió dollár a legszegényebb emberek szájától veszi el a falatot. Megnyomorítja a potenciálisan hatékony gazdaságokat. Botrányos mennyiségű pénzt dobunk ki az ablakon, amit nem szabadna megengedni.

Itt az ideje, hogy tanuljunk azoktól, akik ezen a csatamezőn elestek. És itt az ideje, hogy cselekedjünk.

Az amerikai polgárháború részben a szabadságról szólt; az amerikai forradalom áldásos hatásainak minden amerikaira történő kiterjesztéséről, hogy a „szabadságot és igazságot mindenkinek” tragikusan beteljesítetlen ígérete végre mindenkire érvényes legyen. Aggudalommal tölt el, hogy nem ismerjük fel a történelem tanulságait. Ma a szabadságért harcolók nem háromszögletű kalapot viselnek, nem síppal és dobbal zenélnek. Ma más jelmezben mutatkoznak. Esetleg más nyelven beszélnek. Talán más vallás hívei. Nincs kizárva, hogy a bőrük színe is eltérő. De a szabadságba vetett hit semmit sem ér, ha csak a saját szabadságunk érdekel bennünket. Más országok lakói is panaszkodnak: „Ne legyen adózás, ha nincs képviselő!” Nyugat- és Kelet-Afrikában, a Jordán folyó nyugati partján, Kelet-Európában vagy

Közép-Amerikában egyre többen kiáltanak fel: „Adjatok szabadságot vagy adjatok halált!” Miért nem vagyunk képesek meghallani őket? Mi, amerikaiak rendelkezünk a beavatkozás nem erőszakos eszközeivel. Miért nem használjuk ezeket az eszközeinket?

A polgárháború elsősorban az Unióról szólt, a különbözőségek egyesüléséről. Egymillió évvel ezelőtt ezen a bolygón még nem léteztek országok. Még csak törzsek sem voltak. Az itt élő emberek kisebb, családi csoportokhoz tartoztak, melyek mindegyikében néhány tucat ember élt. Vándoroltunk. Önazonosságunk látóhatárát a vándorló családi kötelékekkel összefűzött csoport jelentette. Azóta látóhatárunk kitágult. A maréknyi vadászó-gyűjtögető törzssé, hordává, kicsiny városállammá, nemzetté, majd mára hatalmas nemzetállamokká fejlődött. Földünk minden egyes átlagos lakója számára ma az elsődleges hovatartozás kötelékét egy nagyjából 100 milliós közösséghez való tartozás jelenti. Nyilvánvalónak látszik, hogy ha nem pusztítjuk el hamarabb önmagunkat, akkor hamarosan a legtöbb emberi lény elsődleges önazonosságát az egész Föld és az emberi faj fogja jelenteni. Véleményem szerint ez felvet egy alapvetően fontos kérdést: vajon előbb érjük-e el, hogy önazonosságunk alapvető egysége kiterjedjen az egész bolygókra és egész fajunkra, vagy ennél hamarabb megsemmisítjük önmagunkat. Attól tartok, nagyon közel vagyunk ahhoz, hogy ez a kérdés eldőljön.

Önazonosságunk horizontja ezen a történelmi helyen, 125 évvel ezelőtt kiszélesedett, és nagy áldozatok árán bár, de Északra és Délre, feketékre és fehérekre egyaránt kiterjedt. Önazonosságunknak ezt a kiterjesztését azonban igazságosnak ítéljük. Napjainkban sürgető és gyakorlati szükségszerűség, hogy együtt dolgozzunk a fegyverzetek korlátozásán, a világgazdaság és a környezetvédelem problémáin. Nyilvánvaló, hogy a világ országai csak együtt képesek felemelkedni, de együtt is zuhanhatnak a mélybe. Szó sem lehet arról, hogy egyetlen ország győzedelmeskedjen a többiek fölött. Mindannyiunknak segítenünk kell egymást, máskülönben együtt tűnünk el a történelem színpadáról.

Az ehhez hasonló alkalmakkor illik nagy emberek olyan kijelentéseit idézni, amelyeket mindannyian már sokszor hallottunk. Lehet, hogy hallottunk, de talán nem néztünk a mélyére. Hadd

említsek egyet, amelyet Abraham Lincoln mondott, nem messze ettől a helytől: „Senki felé rosszindulattal, mindenki felé irgalmassággal...” *Gondoljuk végig*, mit is jelent ez! Pontosan ez az, amit mi magunktól el kell, hogy várjunk, nem pusztán azért, mert erkölcsünk parancsa ezt diktálja, vagy mert a vallásunk ezt tanítja, hanem azért, mert erre van szükség az emberiség túléléséhez.

Íme egy másik idézet: „A viszálykodó család nem képes fennmaradni.” Változtassuk meg egy kicsit a mondatot: „A viszálykodó bolygó nem képes fennmaradni.” Erre a most újra lángra lobbantandó és újjászentelendő Örökmécsesre és Békeemlékműre a következő lelkesítő felirat kerülhetne: „A béke keresésében egyesült világ.”

Az igazi gettysburgi győzelem véleményem szerint nem 1863-ban, hanem 1913-ban született, amikor a túlélő veteránok, a szemben álló seregekből megmaradtak, a Kékek és a Szürkék együtt, itt találkoztak, hogy ünnepélyesen együtt emlékezzenek. Ez volt az a háború, amelyet testvér a testvér ellen vívott, és amikor eljött az emlékezés ideje, a csata 50. évfordulója, akkor a túlélők zokogva borultak egymás karjaiba. Nem tudtak magukon segíteni.

Most eljött az ideje, hogy mi is kövessük a példájukat - a NATO és a Varsói Szerződés, tamilok és szingalézok, zsidók és palesztinok, fehérek és feketék, tusszik és hutuk, amerikaiak és kínaiak, bosnyákok és szerbek, unionisták és ulsteriek, a fejlett és a fejlődő országok.

Nem elég az, hogy az évfordulón elérzékenyülünk, vasárnaponként pedig vallásosságunkat és hazafiságunkat gyakoroljuk. Ha szükség van rá, akkor szembe kell szállnunk és meg kell ütköznünk a hagyományos bölcsességekkel. Legfőbb ideje, hogy tanuljunk azoktól, akik itt elesetek. A mi küldetésünk a megbékélés, de nem a vérontás és a tömeggyilkosság után, hanem a vérontás és a tömeggyilkosság *helyett*. Itt az ideje, hogy egymás karjaiba boruljunk.

Itt az ideje, hogy cselekedjünk.

A mai helyzet. Bizonyos mértékig megtettük. A beszéd elhangzása óta mi amerikaiak, mi oroszok, mi emberek jelentős mértékben csökkentettük atomfegyverkészleteinket és a hordozóeszközök

menntiségét - de nem eléggé ahhoz, hogy biztonságban legyünk. Úgy tűnik, hogy küszöbön áll a kísérleti atomrobbantások átfogó tiltásáról szóló nemzetközi szerződés megkötése, a nukleáris fegyverek készítésére és célba juttatására vonatkozó ismeretek azonban sok további országba is eljutottak és eljutnak.

A helyzetet leginkább úgy jellemezhetnénk, hogy az egyik potenciális katasztrófát egy másikra cseréltük fel anélkül, hogy összességében javulást tudtunk volna elérni. Egy maréknyi atomfegyver, bármily katasztrófális hatásúak is és bármilyen sok emberi tragédiát lennének képesek okozni, csupán játékszernek mondható ahhoz a 60 000 vagy 70 000 nukleáris fegyverhez képest, amelyeket az Egyesült Államok és a Szovjetunió a hidegháború éveit során felhalmozott. Hatvan- vagy hetvenezer atomfegyver az egész civilizációt, sőt talán magát az emberi fajt is el tudja pusztítani. Az az arzenál, amelyet Észak-Korea vagy Irak, vagy Líbia, vagy India, vagy Pakisztán képes felhalmozni, a belátható jövőben nem képes ekkora pusztításra.

A másik szélsőséget az jelenti, amikor a politikai vezetők azzal dicsekszenek, hogy immár egyetlen orosz atomrakéta sem irányul egyetlen amerikai gyermekre vagy városra. Ez önmagában igaz lehet, azonban a célok átállítása legfeljebb tizenöt vagy húsz percet vehet igénybe. Az Egyesült Államok és a Szovjetunió egyaránt nukleáris fegyverek és hordozóeszközök ezreit őrizte meg. Ezért állítottam ebben a könyvben mindvégig, hogy számunkra továbbra is a nukleáris fegyverek jelentik a legfőbb veszélyt - bár az emberiség biztonságában alapvető, sőt elképesztő javulás következett be. Mindez azonban egyetlen éjszaka leforgása alatt megváltozhat.

1993 januárjában, Párizsban 130 ország képviselői aláírták a vegyi fegyverekről szóló egyezményt. Több mint húsz évig tartó tárgyalássorozat eredményeképpen a világ kinyilvánította készségét, hogy ezeket a tömegpusztító fegyvereket törvényen kívül helyezze. Amikor azonban e szavakat írom, sem az Egyesült Államok, sem Oroszország még nem ratifikálta az egyezményt. Mire várunk? Ugyanakkor Oroszország még a START II. megállapodást sem ratifikálta³⁰, amely ötven százalékkal csökkentené

³⁰ Négy évvel a washingtoni igen után az orosz дума végre 2000 áprilisában ratifikálta a START II.-t - a fordító megjegyzése.

az amerikai és az orosz stratégiai nukleáris fegyverek arzenálját, úgy, hogy mindkét országban csak 3500 hadrendbe állított robbanófej maradjon.

A hidegháború vége óta az amerikai katonai költségvetés csökkent - de csak tíz vagy tizenöt százalékkal, és a megtakarításból szinte semmi sem került át ténylegesen a polgári gazdaságba. A Szovjetunió összeomlott - a térség kiterjedt nyomorúsága és instabilitása aggodalomra ad okot az egész világ jövőjét illetően. A demokrácia bizonyos mértékig visszatért Kelet-Európába, valamint Közép- és Dél-Amerikába - ez azonban alig hozott belső fejlődést, kivéve Tajvant és Dél-Koreát Kelet-Ázsiában. Eközben Kelet-Európában a legrosszabb, a túlzásba vitt kapitalizmus eltorzította a fejlődést. Az önazonosság látóhatára Nyugat-Európában kiszélesedett ugyan, de az Egyesült Államokban és a volt Szovjetunióban általában véve szűkült. Előrehaladást sikerült elérni a megbékélés felé Észak-Írországon, valamint Izrael és Palesztina között, de a terroristák még mindig képesek a békefolyamat megakasztására.

Állítólag az Egyesült Államok szövetségi költségvetésében sürgősen drákói szigorúságú megszorító intézkedésekre van szükség, hogy helyreálljon a költségvetés egyensúlya. Különös azonban, hogy az az intézmény, amelynek részesedése a nemzeti jövedelemből nagyobb, mint az egész szövetségi költségvetés szabadon felhasználható része, lényegében korlátlanul költekezhet. A 264 milliárd dolláros katonai költségvetésről van szó (amivel az a 17 milliárd dollár állítható szembe, amit az összes polgári tudományos és űrkutatási programra költünk). Valójában, ha a rejtett katonai kiadásokat és a titkosszolgálatok költségeit is hozzászámítjuk, akkor a katonai kiadások részaránya még magasabb.

Vajon mire fordítódik a Szovjetunió eltűnése után ez a rengeteg pénz? Oroszország éves katonai költségvetése mintegy 30 milliárd dollár. Hasonló nagyságú Kínáé is. Irán, Irak, Észak-Korea, Szíria, Líbia és Kuba együttes katonai költségvetése körülbelül 27 milliárd dollár lehet. Az Egyesült Államok háromszor annyit fordít hadikiadásokra, mint a felsoroltak együttvéve. Ez a világ összes katonai kiadásának körülbelül a negyven százalékát teszi ki.

A Clinton-kormányzat védelmi kiadásai az 1995-ös költségvetési évben mintegy 30 milliárd dollárral magasabbak voltak, mint Richard Nixon katonai költségvetése húsz évvel korábban, a hidegháború tetőpontján. A republikánusok által javasolt növelésekkel az Egyesült Államok katonai költségvetése 2000-re valós dollárban számítva ötven százalékkal fog növekedni. Egyik pártban sem hallhatók az ilyen mértékű növekedéssel szembehelyezkedő hangok - pontosan akkor, amikor gyötrelmes hasadékokat terveznek a szociális hálóban.

Az egyébként fősvény Kongresszusunk megdöbbenő hirtelenséggel tékozlóvá válik, amint a katonai kiadások kerülnek szóba, és kéretlenül is milliárdokat présel ki a Védelmi Minisztérium részére, ha az megpróbál némi kis önkontrollt gyakorolni. Miközben a zsúfolt kikötőkben rakodó teherhajók és a határellenőrzés alól mentes diplomáciai postazsákok a legvalószínűbb szállítási rendszerek, amelyeken keresztül nukleáris fegyverek jutnak Amerikába, erős a kongresszusi nyomás, hogy a világűrben állomásoztatott érzékelőkkel kellene megvédeni az Egyesült Államokat a gyanús országok nem létező interkontinentális ballisztikus rakétáitól. Nevetséges, 2,3 milliárd dolláros árendedményt javasolnak idegen országoknak, hogy azok amerikai fegyvereket vásárolhassanak. Az adófizetők pénzét az amerikai repülőgép- és űr-ipari cégeknek adják, hogy azok felvásárolhassanak más, hasonló profilú amerikai cégeket. Évente mintegy 100 milliárd dollárt költünk el arra, hogy megvédjük Nyugat-Európát, Japánt, Dél-Koreát és néhány más országot, amelyek csaknem mindegyikének egészségesebb a külkereskedelmi mérlege, mint az Egyesült Államoké. Terveink szerint csaknem 100 000 főnyi katonaságot akarunk - a végtelenségig - Nyugat-Európában állomásoztatni. Kik ellen akarjuk őket megvédeni?

Eközben alig törődünk azzal, hogy gyermekeinknek sok százmilliárd dollárba fog kerülni, hogy eltakarítsák a hadsereg nukleáris és vegyi hulladékait. Miért olyan nehéz megérteni, hogy a nemzet biztonsága sokkal mélyebb és bonyolultabb kérdés, mint a birtokunkban lévő kövek száma? Annak ellenére, hogy sok szó esik a katonai kiadások „csontig történő lefaragásáról”, a világban, ahol élünk, azt tapasztaljuk, hogy az egyre csak hízik. Miért szent és sérthetetlen a katonai költségvetés, amikor a nemzeti

jólétünk szempontjából fontos dolgok közül oly sokat fenyeget az a veszély, hogy elhamarkodottan elpusztítjuk?

Még sok mindent kell tennünk. Még mindig itt az idő, hogy cselekedjünk!

A XX. század

Ma a maga teljességében meg akarjuk érteni az egyetemes szépséget és Isten művének tökéletességét, akkor fel kell ismer-nünk az egész világmindenség természetes, folyamatos és nagyon szabad előrehaladását... A dolgok mélyén mindig maradnak olyan szunnyadó részek, amelyeket még fel kell ébreszteniünk...

Gottfried Wilhelm Leibniz:

A dolgok végső eredetéről (1697)

A társadalom sosem halad. Amilyen gyorsasággal tért veszít az egyik oldalon, olyan gyorsasággal nyer teret a másikon. ... A változás állandó: a társadalom először barbár, aztán civilizálódik, felveszi a kereszténységet, egyre gazdagabb, tudományosabb lesz - de ezek a változások nem jelentenek jobbítást. Mert mindenért, amit nyerünk, valamit elvesztünk.

Ralph Waldo Emerson: Önbizalom,

Esszék (1841)³¹

A XX. századra az utókor három nagy hatású felfedezés miatt fog emlékezni: korábban ismeretlen módszereket találtunk az élet megóvására, meghosszabbítására és értékesebbé tételére; korábban ismeretlen módszereket találtunk az élet elpusztítására, beleértve azt is, hogy első ízben tettük kockára egész civilizációnk létét; és minden korábbinál mélyebbre tudtunk bepillantani saját természetünk és a Világegyetem titkaiba. Mindhárom fejleményt a tudománynak és a technikának köszönhetjük, ennek a két borotvaéles élű kardnak. Mind a háromnak a távoli múltba nyúlnak a gyökerei.

Az emberi élet megóvása, meghosszabbítása és értékesebbé tétele

Mintegy 10 000 évvel ezelőttig, a mezőgazdaság feltalálásáig és az állatok háziiasításáig az emberiség élelmiszer-ellátása lényegében a természetben megtalálható gyümölcsökre és zöldségekre, valamint a vadon élő állatokra korlátozódott. A természetben előforduló élelmek ritkasága folytán azonban a Föld legfeljebb úgy 10 millió embert volt képes eltartani. Ezzel szemben a XX. század

³¹ Fordította: Doubravszky Sándor – Bagolyvár Könyvkiadó, 1999.

végére bolygónk lakossága 6 milliárdra növekedett. Ez azt jelenti, hogy az emberiség 99,9 százaléka a mezőgazdasági technológiáknak és az azokat alátámasztó természettudományos eredményeknek köszönheti az életét - a növények és az állatok genetikájáról és viselkedéséről szerzett ismereteinknek, a műtrágyáknak, a gyomirtóknak, a tartósítószernek, az ekének, a kombájnoknak és a további mezőgazdasági találmányoknak, az öntözésnek, valamint a teherautók, a vasúti kocsik, a raktárak és az otthonok hűthetőségének. A mezőgazdasági technológia leglátványosabb előrelépéseiből nagyon sok - például az úgynevezett „zöld forradalom” - a XX. század szülötte.

A városi és a falusi higiénés körülmények javítása, a tiszta víz biztosítása és más közegészségügyi intézkedések, a baktériumok által terjesztett fertőző betegségek elméleti megértése, az antibiotikumok és más gyógyszerek, a genetika és a molekuláris biológia és az orvostudományok óriási mértékben fokozták az emberiség jólétét szerte a világon - de elsősorban a fejlett országokban. A himlőt sikerült teljes mértékben felszámolni és a malária által sújtott terület is évről évre zsugorodik. Gyermekkorom számos súlyos fertőző betegsége, a szamárköhögés, a skarlát és a járványos gyermekbénulás is már végérvényesen a múlté. A XX. század legjelentősebb felfedezései közé tartoznak a viszonylag olcsó születésszabályozási módszerek, amelyek a történelem során első ízben lehetővé tették, hogy a nők biztonságosan szabályozni tudják gyermekeik születését, és amelyek hozzájárultak az emberi faj egyik felének emancipációjához. Lehetővé teszik emellett, hogy egyes országok veszedelmes mértékben növekedő népessége jelentős mértékben csökkenjen anélkül, hogy a szexuális tevékenységet erőszakosan korlátozni kellene. Az is igaz, hogy az új technológiák során alkalmazott vegyszerek és sugárzások új betegségek kialakulásához vezettek és hozzájárultak a rák gyakoribb előfordulásához. A cigaretta világméretű elterjedése évente 3 millió ember halálát okozza (ami természetesen mind elkerülhető lenne). Ez a szám az Egészségügyi Világszervezet becslése szerint 2020-ra elérheti az évi 10 milliót.

A technológiai fejlődés összességében sokkal többet adott a számunkra, mint amennyit elvett. Ennek a legnyilvánvalóbb jele, hogy a születéskor várható élettartam az Egyesült Államokban és

Nyugat-Európában 1901-ben körülbelül negyvenöt év volt, ezzel szemben napjainkban közel jár a nyolcvan évhez, a nők esetében valamivel több, a férfiaké valamivel kevesebb. A várható élettartam valószínűleg az emberi élet minőségének a leghatékonyabb mutatója: ha meghaltál, bizonyára nem volt túl jó életed. Mindamellet, sok milliárd embertársunknak nem jut elegendő élelem, és bolygónkon naponta 40 000 gyermek hal meg hiábavalóan.

A rádió, a televízió, a lemezjátszó, a magnetofon, a CD, a telefon, a fax, a számítógépes információs hálózat révén a technológia alaposan átforgalmazta a populáris kultúra arculatát. Lehetővé vált az érvek és ellenérvek egész világra kiterjedő megítélése, az egyetlen országhoz sem kötődő multinacionális vállalatok és az azonos érdeklődésű emberek nemzetek fölötti csoportjainak létezése és a közvetlen hozzáférés az idegen kultúrák politikai és vallási nézeteihez. Amint az erőszakkal elfojtott Tienanmen téri, és a moszkvai „fehér házi” lázadás példája bizonyítja, a fax, a telefon és a számítógépes hálózat a politikai megmozdulások hatásos segédeszköze lehet.

A nagy tömegben előállított, puha kötésű könyvek megjelenése az 1940-es években a hétköznapi emberek otthonába is eljuttatta a jelen és a múlt világirodalmának kincseit és a legjelentősebb gondolkodók műveit. Bár napjainkban a papírkötésű könyvek ára is rohamosan emelkedik, még mindig hozzájuthatunk némelyekhez felettébb előnyös áron, például a Dover Books klasszikus sorozatához kötetenként egy dollárért. Az írni-olvasni tudás fejlődésével együtt az efféle tendenciák a jeffersoni típusú demokráciák szövetségesei. Másrészt viszont, ami a XX. század legvégének Amerikájában az írni-olvasni tudást illeti, az csak az angol nyelv legminimálisabb alapjainak ismeretére szorítkozik, és mindenekelőtt a televíziózás, elvonja a tömegeket az olvasástól. A profit hajszolása közben a számolási készség minimális szintre csökkent - ahelyett, hogy a sokak számára hozzáférhető kultúra oktatna és ösztönözne.

A gemkapocs, a gumiszalagok, a hajszárító, a golyóstoll, a számítógép, a diktafon, a másológép, az elektromos keverő, a mikrohullámú sütő, a porszívó, a mosó- és mosogatógépek, a szárítógép, a közvilágítás általános elterjedése, az autó, a szerszámgépek, a vízi erőművek, a szerelőszalagos sorozatgyártás és a hatal-

mas építőgépek mind-mind századunk jellegzetes termékei, amelyek megszabadítottak a rabszolgamunkától, több szabadidőt biztosítottak és nagyon sok ember életét jobbra tették. A technológiai fejlődés nagyon sok, 1901-ben még uralkodó gyakorlatot és illemszabályt a feje tetejére állított.

A potenciálisan életmentő módszerek országról országra különböznek. Az összes ipari ország közül például az Egyesült Államokban a legmagasabb a csecsemőhalandóság. Több fiatal fekete férfi van börtönben, mint ahány főiskolára jár. A lakosság nagyobb hányada van fegyházban, mint bármely más ipari országban. Diákjaink rendszeresen gyengén teljesítenek hasonló korú, más országokbeli társaikhoz képest a nemzetközileg egységes természettudományos és matematikai felméréseken. Az elmúlt másfél évtizedben egyre nőtt a különbség a gazdagok és a szegények tényleges jövedelme között, és gyorsult a középosztálybeliek lecsúszása. Az ipari országok között az Egyesült Államok fordítja nemzeti jövedelmének legkisebb hányadát más országok népeinek megsegítésére. A csúcstechnológiát képviselő ipar elmenekül Amerikából. Bár a század közepén az Egyesült Államok e területek csaknem mindegyikén vezető szerepet játszott a világban, a század végére a lecsúszás jelei kezdtek mutatkozni. A vezetés ténye ugyan még kimutatható, ám az állampolgárok kritikus gondolkodásra és politikai aktivitásra való hajlandósága csökken.

A parancsuralmi rendszerek és a katonai technológia

A hadviselés, a tömeggyilkosságok és egész népek kiirtásának módszerei a XX. században minden korábbinál magasabb tökélyre fejlődtek. 1901-ben még nem voltak katonai repülőgépek és hordozórakéták, és a legnagyobb teljesítményű tüzérségi löveg is legfeljebb néhány kilométer távolságba tudta kilőni a néhány ember meggyilkolására alkalmas lövedékét. A XX. század második harmadára mintegy 70 000 darab atomfegyvert halmozunk fel. Sokat közülük silókból vagy tengeralattjárókról indítható stratégiai hordozórakéták orrába szereltek, amelyek az egy nagyobb város elpusztítására alkalmas robbanófejeket a világ tetszés szerinti pontjára el tudják juttatni. Napjainkban készülöben vannak a robbanófejek és a hordozóeszközök számát egyaránt csökkentő fegyverzetkorlátozási szerződések az Egye-

sült Államok és a volt Szovjetunió között, ám a belátható jövőben még a megmaradó készlettel is képesek lennénk civilizációnk maradéktalan megsemmisítésére. Emellett szerte a világon sokak kezében iszonyú pusztító hatású kémiai és biológiai fegyverek vannak. A minden eddiginél pusztítóbb fegyverek felhalmozása egy vallási fanatizmusban, ideológiai bizonyosságokban és őrült vezetőkben bővelkedő évszázadban, nem túlságosan jó előjel az emberiség jövője szempontjából. A XX. században több mint százötvenmillió embert öltek meg háborús cselekmények során vagy egyes országok vezetőinek közvetlen parancsára.

Technológiánk olyan fejletté vált, hogy nemcsak szándékosan, hanem akár véletlenül is képesek vagyunk nagy léptékű változásokat előidézni a környezetben és kipusztulással fenyegetni a földi élővilág sok faját - önmagunkat is beleértve. Egyszerűen arról van szó, hogy eddig soha ki nem próbált kísérleteket hajtunk végre a globális környezeten, és általában csak abban tudunk reménykedni, hogy a problémák majd maguktól megoldódnak. Az egyetlen biztató reménysugár a Montreali Jegyzőkönyv és a hozzá kapcsolódó nemzetközi egyezmények, melyek értelmében a világ ipari országai megszüntetik a halogénezett szénhidrogének és más, az ózonréteget károsító vegyületek termelését. De a légkörbe kibocsátott szén-dioxid mennyiségének csökkentése, a vegyi és radioaktív hulladékok elhelyezése terén és néhány más területen az előrehaladás tempója lehangelőan lassú.

Az etnikai alapú és idegengyűlölő vérbosszú minden földrészen gyakori. Egyesek rendszeresen megpróbálkoztak egész etnikai csoportok megsemmisítésével - a legismertebb példa a náci Németország, de ugyanez történt Ruandában, az egykori Jugoszláviában és jó néhány más helyen is. Hasonló törekvések az emberiség történelme során korábban is előfordultak, azonban csak a XX. században tette lehetővé a technikai fejlődés az ilyen léptékű öldöklést. A stratégiai bombázásnak, a hordozórakétáknak és a messze hordó tűzérségi lövegeknek megvan az az „előnyük”, hogy a harcoló felek nem kerülnek szemtől szembe az általuk okozott kínszenvedéssel és halállal. Nem terhelik meg ilyesmivel a lelkiismeretüket. A világ katonai költségvetése a XX. század végén megközelíti az évi egybillió dollárt. Képzeli csak el, mennyi, az emberek számára hasznos dolgot lehetne vásárolni

ennek az összegnek csupán kicsiny töredékéből.

A XX. századot monarchiák és birodalmak bukása, legalább névleges demokráciák felemelkedése, valamint sok ideológiai és katonai diktatúra jellemezte. A nácik listát állítottak össze azokról a sokat gyalázott embercsoportokról, amelyek szisztematikus megsemmisítését célul tűzték ki, ezek közé tartoztak a zsidók, a homoszexuálisok, a szocialisták és a kommunisták, a fogyatékosok és az afrikai származásúak (akik közül szinte senki sem élt Németországban). Az erőszakosan életpárti náci rezsimben az asszonyokat a „*Kinder, Küche, Kirche*”, azaz a gyereknevelés, a főzés és a templomba járás világába száműzték.³² Mennyire megrázna egy hithű nácit az amerikai társadalom képe, ahol a világ bármely más országánál jobban érvényesül az, hogy a zsidóknak, a homoszexuálisoknak, a fogyatékosoknak és az afrikai származású embereknek másokkal teljes mértékben azonos jogaik vannak, elvben legalábbis még a szocialistákat is megtűrik, a nők pedig minden korábbinál nagyobb számban tódulnak a munkahelyekre. Ennek ellenére az Egyesült Államok Képviselőháza tagjainak mindössze tizenegy százaléka nő, valamivel több mint ötven százalék helyett, ami az arányos képviselet elve alapján elvárható lenne. (Az ennek megfelelő arányszám Japánban két százalék.)

Thomas Jefferson azt tanította, hogy a demokrácia csak akkor célszerű, ha az emberek műveltek. Nem számít, milyen szigorúan védi az embereket az alkotmány és a jogrend, Jefferson véleménye szerint mindig fennáll a kísértés, hogy a hatalmasok, a tehetősök és a gátlástalanok aláássák az egyszerű állampolgárok által a saját érdekében működtetett kormány eszméjét. Ennek a népszerűtlen véleménynek kifejezéséhez nyújtott erőteljes támogatás, a széles körben elterjesztett írni-olvasni tudás, a tényleges vita, a kritikus gondolkodással való megbarátkozás és a tekintélyelvű kijelentésekkel szembeni kétkedés lehet csak az ellenszere. Mindezek a tudományos módszer legfőbb ismérvei.

³² John Passmore ausztrál filozófus könyvében (*Man's Responsibility for Nature: Ecological problems and Western Traditions -A férfiak felelőssége a természetért: ökológiai problémák és a nyugati hagyományok*, New York, Scribner's, 1974) felvázolja a kereszténység nőképét az egyházatyák korától a reformációig, és arra a következtetésre jut, hogy a „*Kinder, Küche, Kirche*”, mint a nő szerepének megfogalmazása nem Hitler találmánya, hanem tipikusan keresztény jelszó.

A természettudomány felfedezései

A XX. században a természettudomány minden ága megdöbbentő mértékben fejlődött. A fizika alapjait a speciális és az általános relativitáselmélet, valamint a kvantummechanika forradalmasította. Ebben a században értettük meg először az atom természetét - az atommagban található protonokkal és neutronokkal, valamint az azt körülvevő elektronfelhővel. Először pillanthattuk meg a protonok és a neutronok alapvető összetevőit, a kvarkokat. Egy sor különleges, rövid életű elemi részecskét sikerült kimutatni a nagy energiájú részecskegyorsítókban és a kozmikus sugárzásban. A maghasadás és a magfúzió lehetővé tette a megfelelő nukleáris fegyverek létrehozását, a maghasadás (a nem egyértelműen áldásos) az atomerőművek építését, a fúzió pedig egy újfajta energia-termelés reményét adta. A radioaktív bomlás törvényszerűségeinek megértésével olyan eszköz birtokába jutottunk, amellyel meg tudtuk állapítani a Föld korát (mintegy 4,6 milliárd év) és azt, mikor jelent meg bolygónkon az élet (körülbelül 4 milliárd évvel ezelőtt).

A geofizikusok felfedezték a lemeztektonikát - a Föld felszíne alatt működő szállítószalagok születésüktől halálukig évente néhány centiméteres sebességgel mozgatják a kontinenseket. A lemeztektonika alapvetően fontosnak bizonyult a felszíni formák természetének és történetének, valamint a tengerfenék domborzati viszonyainak a megértéséhez. Új tudományág alakult ki, a planetáris geológia (vagy planetológia), amelynek keretében a Föld felszíni formáit és belső szerkezetét össze tudjuk hasonlítani más bolygókéval és holdjaikéval. A más égitestekről származó kőzetek kémiai összetételét - amit vagy távérzékeléssel, vagy az űrszondák által hozott kőzetminták, vagy a más égitestekről származó meteoritok elemzéséből határoztunk meg - összehasonlítottuk a földi kőzetekével. A szeizmológia segítségével behatoltunk a Föld belső szerkezetének legmélyebb rétegeibe, felfedeztük a szilárd kéreg alatt a képlékeny köpenyt, a külső folyékony, és a belső szilárd vasmagot - amelyek létezését mind meg kell magyaráznunk, ha meg akarjuk tudni, milyen folyamatok vezettek bolygónk születéséhez. Egyes élőlények múltbeli tömeges kipusztulását azzal magyarázzuk, hogy a köpenyből óriási lávafolyamok bugyogtak a felszínre, lávatengereket alkotva ott, ahol

korábban szilárd szárazföld helyezkedett el. Más kipusztulások a nagy üstökösök vagy földközeli kisbolygók eget lángra lobbantó és éghajlatot megváltoztató becsapódásai nyomán következhetek be. A jövő században legalábbis leltárba kell vennünk az üstökösöket és a kisbolygókat, hogy megállapítsuk, nem készül-e valamelyik meglátogatni minket.

A természettudományok XX. századi diadalmenetében fontos szerepet játszott a dezoxiribonukleinsav, vagy röviden DNS természetének és szerepének felfedezése. Ez a molekula a felelős az ember, valamint a legtöbb növény és állat tulajdonságainak öröklődéséért. Megtanultuk, hogyan kell kiolvasni a genetikai kódot, és egyre több élőlény génjeit térképeztük fel, ezzel együtt legtöbbjükről kiderítettük, hogy a szervezet mely funkcióiért felelős. A genetikusok jó úton járnak, hogy feltérképezzék az emberi genomot - ha ez sikerül, hatalmas erejű, jó és rossz célra egyaránt használható eszközre teszünk szert.³³ A DNS történetének legfontosabb tanulsága, hogy ezáltal az élet alapvető folyamatai a fizika és a kémia fogalmaival leírhatóakká válnak. Úgy tűnik, hogy nincs életerő, nincs szellem, nincs lélek. Hasonló a helyzet a neurofiziológiában. Egyelőre úgy tűnik, hogy az értelem nem más, mint néhány egyszerű kémiai anyag és az agyban található neuronok közötti százbillió összeköttetés.

A molekuláris biológiának köszönhetően ma már képesek vagyunk bármely két fajt génről génre, molekuláris építőköről molekuláris építőkörre összehasonlítani, hogy kiderítsük, milyen fokú rokonságban állnak egymással. Ezek a kísérletek meggyőzően bizonyították az összes földi élőlény mélységes hasonlóságát, emellett megerősítették a korábban az evolúciós biológia által talált általános összefüggéseket. Így például az emberek és a csimpánzok aktív génállománya 99,6 százalékban azonos, ami megerősíti, hogy a csimpánzok a legközelebbi rokonaink, akikkel együtt egy nem is olyan régen élt közös őstől származunk.

A XX. században először fordult elő, hogy a terepen dolgozó kutatók együtt éltek más főemlősökkel, miközben aprólékosan megfigyelték természetes körülményeik között mutatott viselkedésüket. Felfedezték náluk a szánalom érzését, az előrelátás képességét, az erkölcsöt, a vadászást, a gerillaháborút, a politikát, a

³³ A könyv megírása óta ez már sikerült is - a fordító megjegyzése.

szerszámok használatát és megmunkálását, a zenét, a kezdetleges nacionalizmust és egy sor további tulajdonságot, amelyeket korábban kizárólag az emberre jellemzőnek véltek. A csimpánzok beszédkészségéről kibontakozott vita még ma is tart. Atlantában él egy Kanzi névre hallgató törpecsimpánz (bonobo), aki könnyűszerrel képes egy sok száz karakterből álló szimbolikus nyelvet használni, és aki magától megtanulta a köeszközök megmunkálását.

A kémia legújabb és legmegdöbbentőbb felfedezései közül sok a biológiához kapcsolódik, de ezúttal hadd említsek egy minden ilyennél jelentősebbet. Úgy tűnt, hogy már megértettük a kémiai kötések természetét, a kvantummechanika törvényeit, amelyek meghatározzák, mely atomok mely másik atomokkal kapcsolódnak szívesen össze, milyen erősen és miféle alakzatokba rendeződve. Azt is megállapították, hogy a Föld és más bolygók feltételezhető ősi légkörére bocsátott sugárzás aminosavakat és más, az élet kialakulásához szükséges építőelemeket hoz létre. A kísérletek során azt tapasztalták, hogy a lombikban lévő nukleinsavak és más molekulák reprodukálják önmagukat és saját mutációikat. A XX. században jelentős előrehaladást sikerült tehát elérni az élet eredetének megértése és reprodukálása felé. A biológia legnagyobb része eszerint visszavezethető a kémiára, míg a kémia legnagyobb része fizikára redukálódik. Ez persze nem teljesen igaz, de az a tény, hogy legalább egy kicsit igaz, a Világegyetem természetének nagyon fontos titkaiba nyújt bepillantást.

A fizika és a kémia a világ legnagyobb teljesítményű számítógépei segítségével megpróbálta megérteni a földi éghajlat és az általános légkörzés időbeli változásait. Ezzel a hatékony eszközzel próbálják a kutatók megfejtetni, milyen következményei lehetnek a jövőben, ha tovább folytatjuk a CO₂ és más üvegházhatású gázok kibocsátását a Föld légkörébe. Időközben a meteorológiai műholdak lehetővé tették az időjárás alakulásának több napra történő előrejelzését, ami évente több milliárd dollár értékű gabonakár elkerülését teszi lehetővé.

A XX. század elején a csillagászok egy kavargó levegőóceán fenekén rostokoltak és onnan kémlelték a távoli világokat. A XX. század végén nagy távcsövek keringenek a Föld körül, melyek a

gamma-sugarak, a röntgensugárzás, az ibolyántúli, a látható és az infravörös fény, valamint a rádióhullámok tartományaiban egyaránt fürkészik az égboltot.

Marconi 1901-ben tudott először rádiójeleket sugározni az Atlanti-óceán túlsó partjára. Most rádió segítségével tartjuk a kapcsolatot négy olyan űrszondával, amelyek távolabb járnak, mint a Naprendszer legkülső bolygója. Fel tudjuk fogni a 8-10 milliárd fényév távolságban található kvazárok természetes rádiósugárzását, valamint az úgynevezett feketetest-háttérsugárzást, a Világegyetem jelenlegi történetének kezdetét jelző hatalmas erejű esemény, az Ősrobbanás maradványát a rádióhullámok tartományában.

A Naprendszert kutató űrszondáink immár hetven égitest kutatására indultak útnak, melyek közül háromnak a felszínére is leereszkedtek. Századunk tanúja lehetett annak a csaknem mítoszi eseménynek, amikor tizenkét ember eljutott a Holdra és több mint száz kilogramm³⁴ holdkőzet társaságában épségben vissza is jöttek. Az automata űrszondák megerősítették, hogy a roppant mértékű üvegházhatással sújtott Vénusz felszínén csaknem 500 Celsius-fokos forrás uralkodik, hogy 4 milliárd évvel ezelőtt a Marsnak a Földéhez hasonló éghajlata volt, hogy a Szaturnusz Titán nevű holdján szerves molekulák hullanak alá az égből, és hogy az üstökösök talán negyedrészen szerves anyagokból állnak.

Űrszondáink közül négy úton van a csillagok felé. A közelmúltban más csillagok körüli bolygókat sikerült találni. Napunkról kiderült, hogy egy óriási, lencse alakú, mintegy 400 milliárd további csillagot tartalmazó galaxis egyik távoli külvárosában helyezkedik el. Századunk elején azt gondolták, hogy a Tejútrendszer az egyetlen galaxis. Ma már tudjuk, hogy további százmilliárd alkotja a Világegyetemet, amelyek egymástól rohanva távolodnak, mintha egy óriási robbanás, az Ősrobbanás maradványai lennének. A kozmikus állatkert olyan egzotikus jövevényeit fedeztük fel, amilyenekről a századfordulón még csak nem is álmodtunk - pulzárokat, kvazárokat, fekete lyukakat. Talán máris megfigyelőeszközeink látótávolságán belül van a válasz az emberiség által eddig feltett legmélyebb értelmű, az egész Világ-

³⁴ A hat holdraszállás során együttesen csaknem 400 kg holdkőzetet gyűjtött a tizenkét űrhajós - a fordító megjegyzése.

egyetem eredetére, természetére és sorsára vonatkozó kérdésekre.

A természettudományos forradalom talán legszívósorítóbb mellékterméke az lett, hogy tarthatatlannak bizonyult sok dédelgetett és megnyugtató hitünk. Őseink kellemes, antropocentrikus páholyát fel kellett váltanunk egy rideg, óriási kiterjedésű és közönyös Univerzummal, amelyben az emberiség az ismeretlenség homályába száműzetett. Lelki szemeimmel azonban már látom, amint tudatunkban felbukkan egy lenyűgöző Világegyetem és egy olyan elegáns, eredendő, belső rend, amelyenről őseink még csak nem is álmodtak. Márpedig ha a természet egyszerű törvényei segítségével alaposan megérthetjük a Világegyetemet, akkor azok, akik szeretnék Istenben hinni, ezeket a gyönyörűséges törvényeket nyilvánvalóan az egész természet mélyén rejtőző okként írják le. Személyes véleményem szerint azonban sokkal célravezetőbb a Világegyetemet olyannak felfogni, amilyen az valójában, mintsem olyannak tettetni, amilyennek látni szeretnénk.

A XXI. század legsúlyosabb kihívása éppen az lesz, hogy elegendő tudásra és bölcsességre teszünk-e szert ahhoz, hogy megbirkózhassunk a XX. század természettudományos felfedezéseivel.

Az árnyak völgyében

*Igaz ez hát, vagy csak merő képzelet?
Euripidész: Ion (Kb. Kr. e. 410)*

Már hatszor néztem a Halállal farkasszemet. A Halál azonban mind a hatszor félrefordította merev tekintetét és futni hagyott. Végül, természetesen a Halál megszerez magának - engem ugyanúgy, mint mindannyiunkat. A kérdés csak az, hogy mikor. És hogyan.

Sok mindent megtanultam ezekből a szembesülésekből - első-sorban az élet szépségéről és kellemes, elsőprő erejéről, a barátok és a család értékéről, a szerelem átalakító varázsáról. Valójában a halál közelsége olyan pozitív és jellemformáló élmény, amelyet nyugodtan ajánlhatok mindenkinek - eltekintve természetesen a helyzet számottevő és nem csökkenthető kockázatától.

Szeretném hinni, hogy ha meghalok, valamiképpen mégis tovább élek, lényem gondolkodó, érző és emlékező része tovább létezik. Bármennyire is szeretném azonban ezt hinni, a halál utáni életet kinyilatkoztató kultúrák ősi és világsszerte elterjedt tanítása ellenére semmi olyasmit nem tudok, ami arra utalna, hogy ez több lenne hön óhajtott vágyakozásnál.

Szeretnék igazán megöregedni feleségem, Annie oldalán, akit odaadón szeretek. Szeretném látni, amint kisebb gyermekeim is felnőnek, és szeretnék valamilyen szerepet játszani jellemük és szellemük fejlesztésében. Találkozni akarok még meg sem fogant unokáimmal. Akad néhány tudományos kérdés, amelynek végkimenetelének szívesen lennék tanúja - bárcsak megérhetném a Naprendszer számos égitestjének meghódítását és az élet kutatását más világokban. Tudni akarom, miként alakulnak az emberi történelem legfőbb eseményei, a reménykeltően és az aggasztóak egyaránt: mondjuk technológiai fejlődésünk veszélyei és ígéretei, a nők emancipációja, Kína egyre rohamosabb politikai, gazdasági és technológiai felemelkedése vagy a csillagközi űrrepülés.

Ha lenne élet a halál után, nem számít, mikor halok meg, elégedett lehetnék ezekkel az érdekességekkel és vágyakozásokkal.

De ha a halál nem egyéb, mint végtelen, álom nélküli alvás, akkor mindez reménytelen. Lehet, hogy ezek a kilátások némi többlet-erőt kölcsönöztek ahhoz, hogy életben maradjak.

A világ oly elragadó, és oly sok szeretetet és erkölcsi mélységet rejt, hogy semmi okunk sincs kedves, de alig bizonyítható történetekkel áztatni magunkat. Sebezhetőek vagyunk, ezért számomra úgy tűnik, sokkal jobb, ha szembenézünk a Halállal és nap mint nap hálások leszünk az élet nyújtotta rövid, de csodás lehetőségért.

Éveken keresztül egy bekeretezett képeslapot őriztem a borotválkozótüköröm mellett - így mindennap láthattam. A hátoldalán a walesi Swansea Valleyben élő bizonyos Mr. James Day-nek szóló, ceruzával írt üzenet volt olvasható, amely így szólt:

Kedves Barátom!

Csak egy sorban jelzem, hogy élek és kutya bajom, a dolgok nagyszerűen mennek. Nem mindennapi élvezet.

Üdvözlő:

WJR

A csaknem kibetűzhetetlen aláírás William John Rogerstől származik. A túloldalon csillogó, négykéményes gőzhajó látható: „A White Star társaság menetrendi gőzöse, a *Titanic*”. A bélyeget a hajó katasztrófáját megelőző napon pecsételték le. Több mint 1500 ember veszett oda, köztük Mr. Rogers is. Annie és én nem véletlenül akasztottuk ki a képeslapot. Mi már tudjuk, hogy a „dolgok nagyszerűen mennek” a legmúlandóbb és legcsalókább állapot lehet. Ez történt velünk is.

Meglehetősen jó egészségnek örvendtünk, gyermekeink szépen növekedtek. Könyveket írtunk, nagyszabású tévé- és filmsorozatokra készültünk, előadásokat tartottam, és továbbra is részt vettem a legizgalmasabb tudományos kutatásban.

Valamikor 1994 végén az egyik reggel éppen a bekeretezett képeslap előtt álltam, amikor Annie észrevett egy csúnya, kékesfekete foltot a karomon, amely már hetek óta ott éktelenkedett. „Hát ez még mindig nem múlt el?”, kérdezte. Ezért aztán az unszolására kissé kellenetlenül bár (a kékesfekete foltok nem lehetnek sú-

lyosak, vagy talán mégis?), de elmentem az orvoshoz egy rutinvérvizsgálatra.

A doktor néhány nap múlva jelentkezett, amikor éppen a texasi Austinban voltunk. Bajban volt. Biztosan elkeveredett valami a laborban. Az elemzés ugyanis egy roppant gyöngé ember vérképét mutatta. „Kérem”, sürgetett, „ismételjük meg a tesztet, amilyen hamar csak lehet.” Megtettem. Nem volt tévedés már az első alkalommal sem.

A testem minden részébe oxigént szállító vörösvértestjeim és a betegségek ellen küzdő fehérvérsejtjeim száma egyaránt vesztesen lecsökkent. A legvalószínűbb magyarázat szerint valamilyen probléma lehetett a csontvelőmmel, ahol a vörös- és a fehérvérsejtek képződnek. A diagnózist a szakterület más specialistái is megerősítették. Olyan betegségem volt, aminek azelőtt még csak a nevét sem hallottam: myelodysplasia. Eredetét az orvostudomány szinte egyáltalán nem ismeri. Megdöbbenve hallottam, hogy ha semmit sem teszek, akkor nincs esélyem a túlélésre. Hat hónapon belül halott leszek. Ettől eltekintve továbbra is jól éreztem magamat - bár talán időnként enyhe szédülés lett úrrá rajtam. Aktív és produktív voltam. Abszurd viccnek tűnt, hogy a halál kapujában állok.

Egyetlen gyógymód eredményezhetett csak javulást: a csontvelő-átültetés. Ez azonban csak akkor hatásos, ha sikerül megfelelő donort találni. Még így is az immunrendszeremet teljesen hatástalanítani kellett volna, hogy szervezetem ne lökje ki a donortól kapott csontvelőt. A hatástalanított immunrendszer azonban sok más módon okozhatja a halálozást, például annyira legyengíti a szervezetem betegségekkel szembeni ellenálló képességét, hogy bármely arra vetődő bacilusnak áldozatul eshetek. Először arra gondoltam, hogy nem csinállok semmit, hanem megvárom, amíg az orvostudomány fejlődésének köszönhetően betegségem gyógyíthatóvá válik. Erre volt azonban leghalványabb a remény.

Amikor keresni kezdtük, hová menjek, minden út a seattle-i Fred Hutchinson Rákkutató Központba vezetett, amely a világ egyik legjobb intézménye a csontvelő-átültetések területén. A szakma sok kiválósága megfordult az intézetben, többek között E. Donnall Thomas, aki 1990-ben éppen a csontvelő-átültetés jelen-

legi módszereinek tökéletesítéséért kapta meg az orvosi és fiziológiai Nobel-díjat. Az orvosok és az ápolók kiemelkedő szakértelme, az ápolás gondossága mind igazolták azoknak a tanácsát, akik szerint a „Hutch”-ban kellene kezeltetnem magamat.

Első lépésként tisztázni kellett, lehet-e megfelelő donort találni. Vannak, akiknek ez egyáltalán nem sikerül. Annie-vel együtt felhívtuk egyetlen testvéremet - Cari húgomat. Csak közvetetten utaltam a lényegre. Cari még azt sem tudta, hogy beteg vagyok. Mire mondandóm lényegéhez értem volna, már közbe is vágott: „Megkapod. Bármilyen legyen is az... a májam... a tüdőm... a tiéd.” Később mindig szorítást éreztem a torkomban, amikor Cari nagylelkűségére gondoltam. Semmilyen biztosíték sem volt azonban arra, hogy az ő csontvelője összeegyeztethető az enyémmel. Egy sor vizsgálaton kellett átesnie. Kiderült, hogy mind a hat összeférhetőségi tényezője megegyezik az enyémmel. Tökéletes volt az egyezés. Hihetetlenül szerencsésnek mondhattam magamat.

A „szerencsés” persze ebben az esetben meglehetősen viszonylagos fogalom. A tökéletes egyezés ellenére is csak mintegy harminc százalék volt az esélyem arra, hogy sikerül az átültetés. Olyan ez, mintha egy helyett négy lappal játszanánk az orosz rulettet. Mindamellet ez volt messze a legjobb esélyem, nem is beszélve arról, hogy a múltban néha sokkal rosszabb esélyekkel is szembe kellett néznem.

Egész családuink Seattle-be költözött, még Annie szülei is. Folyamatosan jöttek a látogatók - felnőtt gyerekeim, az unokám, a rokonok és a barátok - akkor is, amikor a kórházban voltam, és akkor is, amikor csak a kezelésekre kellett bejárnom. Bizonyos vagyok benne, hogy az ilyen formában - mindenekelőtt Annie-től - kapott támogatás és szeretet billentette a javamra a mérleg nyelvét.

Amint gondolhatják, borzalmas élményeim is voltak. Emlékszem az egyik éjszakára, amikor az orvos előírása szerint hajnali kettőkor kellett fölkelnem, hogy kinyissam azt a tizenkét műanyag dobozt, amelyekben az erős hatású kemoterápiás szer, a biszulfán tabletták voltak. A csomag felirata ez volt:

KEMOTERÁPIÁS GYÓGYSZER
BIOLÓGIAI KOCKÁZAT BIOLÓGIAI KOCKÁZAT
MÉRGEZŐ

Biológiailag veszélyes hulladékként kezelendő

Egyiket a másik után, hetvenkét darabot kellett lenyelnem ezekből a tablettákból. Halálos adag. Ha rövidesen nem kaptam volna meg az új csontvelőt, akkor az immunrendszerem gyógyszeres kikapcsolása önmagában elpusztított volna. Olyan volt ez, mintha halálos mennyiségű arzént vagy ciánt vettem volna be, abban bízva, hogy időben beadják a megfelelő ellenszert.

Az immunrendszeremet elnyomó gyógyszereknek néhány közvetlen hatása volt. Folyamatosan enyhe hányingerem volt, ezt azonban más gyógyszerekkel kordában lehetett tartani, így nem éreztem annyira rosszul magamat, hogy ne tudtam volna valamicskét még dolgozni is. Csaknem az összes hajam kihullott, emellett jócskán le is fogytam, ami valamiféle csontvázszerű megjelenést kölcsönzött nekem. Nagyon feldobott azonban, amikor négyéves kisfiunk, Sam rám nézett és így szólt: „Jól megnyírtak, papa!” Majd hozzátette: „Nem is tudtam, hogy beteg vagy. Csak azt tudom, hogy meg fogsz gyógyulni.”

Arra számítottam, hogy maga az átültetés rendkívül fájdalmas lesz. Egyáltalán nem volt az. Olyan volt, mint egy vérátömlesztés, amikor húgom, Cari csontvelősejtjei megtalálták az útjukat az enyémelekhez. A kezelés *bizonyos* momentumai valóban roppant fájdalmasak voltak, de a traumától valamiféle emlékezetvesztés következett be, így amikor túl voltam az egészen, csaknem teljesen elfelejtettem a fájdalmakat. A Hutchban könnyített rendszabályok vonatkoztak a fájdalomcsillapítók adagolására, köztük a morfinszármazékokra is, ennek köszönhetően az erős fájdalmat is azonnal le tudtam küzdeni. Ez sokkal elviselhetőbbé tette az egész eljárást.

A kezelés végére vörös- és fehérvérsejtjeim már döntően Cariéi voltak. Az ezekben található nemi kromoszómák XX képletűek voltak, szemben az én testemben található XY-nal. Női vérsejtek és vérlemezkék keringtek tehát a szervezetemben. Arra számítottam, hogy esetleg rajtam is úrrá lesznek Cari szokásai - például az, hogy nagyon szeretett lovagolni, vagy hogy egyvégtében fél

tucat színdarabot is végig tudott nézni a Broadwayn - ez azonban nem következett be.

Annie és Cari megmentették az életemet. Örökké hálás leszek nekik szeretetükért és szánakozásukért. Miután kiengedtek a kórházból, a legkülönbélebb orvosi kezelésekre volt szükségem, többek között arra, hogy az egyik visszereembe rögzített csatlakozón keresztül gyógyszereket adagoljak magamnak. Annie volt a „kinevezett ápolóm” - aki éjjel-nappal beadta a gyógyszereket, átöltöztetett, ellenőrizte az életfunkcióimat és megadott minden egyéb létfontosságú segítséget. Azt mondják, teljesen érthetően, hogy azoknak az embereknek, akik egyedül érkeznek a kórházba, sokkal rosszabbak az esélyeik.

Megmenekültem tehát, pillanatnyilag legalábbis, részben az orvosi kutatásoknak köszönhetően. Ezek egy része alkalmazott kutatás volt, amelyeket kifejezetten azzal a céllal végeztek, hogy elősegítsék a halálos betegségek gyógyítását vagy megelőzését. Más része viszont alapkutatás volt, amelyet azért végeztek, hogy alaposabban megértsék az emberi szervezet működését, jóllehet a végső gyakorlati hasznosítást nem lehet előre megjósolni, az eredmények váratlanok.

Másrészt az az egészségbiztosítás mentett meg, amelyben a Cornell Egyetem és (feleségem, Annie révén) az Amerikai Írószövetség, az írók, filmesek, tévések szakmai szervezete részesített. Több tízmillió amerikai él ilyen egészségbiztosítás nélkül. Mit tehattünk volna vajon az ő helyükben?

Az írásaimban megpróbáltam megmutatni, milyen közeli rokoni vagyunk a Földön élő állatoknak, mennyire helytelen nekik fájdalmat okozni, és erkölcsileg milyen alávaló tett csak azért lemészárolni őket, hogy a testükből mondjuk ajakrúzszt készítsünk. Ennek ellenére, amint azt dr. Thomas a Nobel-díj átvételekor tartott előadásában hangsúlyozta, „A csontvelő-átültetés nem juthatott volna el a klinikai alkalmazásig állatkísérletek nélkül. Először tenyésztett rágsálókkal, azután pedig maguktól szaporodó állatokkal, elsősorban kutyaikkal dolgoztunk.” Továbbra is nagyon vegyesek az érzelmeim ezzel a kérdéssel kapcsolatban. Ma már nem élnék, ha nem végezték volna el azokat az állatkísérleteket.

Az élet visszatért a normális kerékvágásba. Annie és én a

családunkkal együtt visszatértünk a New York állambeli Ithacába, ahol egyébként élünk. Befejeztem több kutatási programomat és befejeztem *A démonok háborgatta világ: a tudomány, mint mécses a sötéttségben* című könyvem utolsó korrektúráját. Találkoztunk Bob Zemeckisszel, a Warner and Brosnál a regényem alapján készült *Kapcsolat* című film rendezőjével. A filmhez Annie-vel együtt írtuk a forgatókönyvet, ezért részt vettünk a film elkészítésében is. Tárgyalásokat kezdtünk néhány új televíziós programról és mozifilmről. Részt vettem a *Galileo* űrszonda Jupiterrel való találkozása első szakaszában folyó kutatásokban.

Ha volt valami, amit alaposan megtanultam, az a jövő kiszámíthatatlansága. Amint arra William John Rogers sajnálatos módon rádöbrent, miután boldogan megírta képeslapját az élénk észak-atlanti szélben, még azt sem lehet előre megmondani, hogy a közvetlen jövő mit hoz. Miután néhány hónapot otthon töltöttem - és a hajam újra kinőtt, visszaállt a megszokott testsúlyom, megfelelő volt a vörös- és fehérvérsejtjeim száma és egyébként is ragyogóan éreztem magamat - egy újabb rutinszerű vérvizsgálat ismét kifogta a szelet a vitorlámból.

„Attól tartok, rossz hírem van az Ön számára”, mondta az orvos. Csontvelőmben a gyorsan szaporodó, veszélyes sejtek új populációja jelent meg. Két napon belül az egész családom ismét Seattle-ben volt. Ezt a fejzetet a Hutch-beli kórházi ágyamon írom. Egy új kísérleti eljárással megállapították, hogy ezekből a rendellenes sejtekből hiányzik az az enzim, amely megvédené őket a két szokásos kemoterápiás szernek a hatásától, amelyeket én eddig még sohasem szedtem. Egy gyors kúrát követően ezekkel a gyógyszerekkel, egyetlen rendellenes sejtet sem lehetett találni a csontvelőmben. Hogy biztosan elpusztítsunk minden betolakodót (amelyek lehet, hogy kevesen vannak, de nagyon gyorsan szaporodnak), még két menet kemoterápiás kezelést kaptam, amit megtoldottak egy adag, a húgomtól levett sejtrel. Megint úgy látszott, hogy a teljes kúra valóban helyrehozott.

Mindannyian hajlamosak vagyunk kétségbeesni az emberi faj pusztító tevékenysége és szűklátókörűsége miatt. Ebből természetesen én magam is kivettem a részemet (meggyőződéseim szerint nem is alaptalanul). De a betegséggemmel kapcsolatban tett

egyik felismerésem pontosan a közösségnek az a rendkívüli jósága, aminek a hozzám hasonló helyzetben lévő emberek az életüket köszönhetik.

Több mint 2 millió amerikai regisztráltatta magát önkéntesen a Nemzeti Csontvelődonor Programba, vállalva, hogy alávetik magukat a meglehetősen kellemetlen csontvelőleszívásnak, hogy egy számukra teljesen idegen emberen segíthessenek. További milliók adnak rendszeresen vért az Amerikai Vöröskereszt és más vér-ellátó szervezetek részére, minden anyagi ellenszolgáltatás nélkül úgy, hogy még egy 5 dolláros csekket sem fogadnak el, amiért megmentik mások életét.

A kutatók és a technikusok éveken keresztül dolgoznak, minden valószínűség szerint alacsony fizetésért és úgy, hogy nincs garanciájuk a sikerre. Sok minden motiválhatja őket, de ezek egyike minden bizonnyal az, hogy másokon segíthessenek, meggyógyítsák a betegeket és szembeszálljanak a halállal. Amikor túlságosan sok cinizmus vesz körül bennünket, akkor lelkesítő visszaemlékezni a mindenütt és mindig jelen lévő jóságra.

Ötezer ember imádkozott értem egy húsvéti szertartás keretében a kereszténység legnagyobb templomában, a New York-i Szent János evangelista katedrálisban. Egy hindu püspök megírta, hogy imádságos virrasztást tartott értem a Gangesz partján. Észak-Amerika imámja is beszámolt a felépülésemért mondott imáiról. Sok keresztény és zsidó ember is hasonlóképpen tett. Bár nem hiszem, hogy ha van is Isten, akkor az imádság hatására megváltoztatná rám vonatkozó terveit, mégis kimondhatatlanul hálás vagyok mindenkinek - köztük sok olyan embernek, akikkel soha életemben nem is találkoztam -, hogy szurkoltak értem a betegségem alatt.

Sokan megkérdezték, hogyan lehet szembenézni a halállal, ha nem vagyok biztos a túlvilági életben. Erre csak azt tudtam válaszolni, hogy ez nekem egyáltalán nem okozott problémát. Fenntartásaim vannak ugyan a „gyöngye lekeket” illetően, mégis osztoom az általam istenként tisztelt Albert Einstein véleményét:

Nem tudok elképzelni egy olyan Istent, aki megjutalmazza és megbünteti teremtményeit vagy olyan akarata lenne, mint ami-

lyen a mi magunké. Nem tudom, és nem is akarok elképzelni egy olyan egyént, aki túléli a saját fizikai halálát; de hagyjuk meg a gyöngé lelkeknek, hogy félelemből vagy képtelen egoizmusból ilyen ábrándokat kergessenek. Elégedett vagyok az élet örökkévalóságának a titkával, és a létező világ csodálatos szerkezetére vetett pillantással és azzal az odaadó törekvéssel, hogy felfogjam a természetben megnyilvánuló oknak legalább egy részét, ha még oly kicsiny is az a rész.

Utóirat

Mióta egy évvel ezelőtt megírtam ezt a fejezetet, sok minden történt. Kiengedtek a Hutchból, visszaköltöztünk Ithacába, de néhány hónap múlva a betegség visszatért. Ezúttal sokkal megerőltetőbb volt, talán azért, mert a korábbi kezelések az egész szervezetemet legyengítették, de azért is, mert az átültetésre való előkészítés során az egész testemet röntgenbesugárzásnak tették ki. A családom ismét velem jött Seattle-be. A Hutchban ismét a korábban megszokott szakértelmet és gondoskodást tapasztaltam. Annie ismét csodálatos volt, biztatott és tartotta bennem a lelket. Húgom, Cari ismét nagylelkűen átengedte csontvelője egy részét. Ismét csupa jószág vett körül. Most, amikor ezeket a sorokat írom - talán egyszer majd bizonyossággá válik - a kilátásaim a lehető legjobbak: a kimutatható csontvelősejtjeim mindegyike donorsejt, vagyis a húgomtól származó, XX kromoszómájú, női sejt. Egyetlenegy XY kromoszómájú férfi sejt sem található közöttük, amelyek az eredeti betegségemet okozták. Vannak, akik évekig is élnek eredeti sejtjeik néhány százalékával. De ebben csak akkor lehetek egészen bizonyos, ha az a néhány év már eltelt. Addig csak reménykedhetek.

*Seattle, Washington
Ithaca, New York
1996. október*

Epilógus

A gyötrő kétkedés dacára jellegzetes optimizmusával írta Carl az utolsó bekezdéseket egy bámulatos, szenvedélyes, merészen interdiszciplináris és meghökkentően eredeti írásmű végére.

Néhány héttel később, december elején az ebédloasztalnál ült és tanácstalan tekintettel bámulta kedvenc ételét. Nem kért belőle. A jobb időkben a családuk mindig büszke volt arra a különös érzékére, amellyel körbepillantva azonnal észrevettük a fenyegető veszélyt. Az árnyak völgyében töltött két évünk alatt ez a képességünk mindvégig fokozott készségben volt. A lehervadó, majd feléledő és ismét kihunyó remények hullámvasútján a Carl fizikai állapotában bekövetkező legcsekélyebb változás is azonnal megszólaltatta bennem a vészcsengőt.

Összevillant a tekintetünk. Azon nyomban elkezdtem összetákolni valamilyen elfogadható hipotézist, mitől mehetett el az étvágya. Mint mindig, ezúttal is azzal érveltem, hogy ennek semmi köze sem lehet a betegségéhez. Bizonyára csupán múlt kedvtelenség miatt nem kívánta az ételt, amit egy egészséges ember még csak észre sem vesz. Carl mosolyt erőltetett az arcára, és azt felelte: „Talán.” Ám attól a pillanattól kezdve kényszerítenie kellett magát arra, hogy egyen, ereje mégis egyre csak fogyott. Ennek ellenére ragaszkodott ahhoz, hogy régen megígért kötelezettségeit teljesítse, és a hét végén két ismeretterjesztő előadást tartson San Francisco környékén. Amikor a második előadás után visszajött a szállodába, kimerült volt. Telefonáltunk Seattle-be.

Az orvosok azt javasolták, hogy azonnal menjünk vissza a Hutchba. Féltem, meg kell mondanom Saskának és Samnek, hogy nem tudunk másnap hazamenni hozzájuk, ahogy megígértük, hanem ehelyett negyedszer is Seattle-be kell utaznunk, abba a városba, amelynek a neve számunkra a rettegéssel volt azonos. A gyerekek kétségbeestek. Hogyan is tudnánk meggyőzően lecsillapítani a félelmüket, hiszen kiderülhet, mint eddig már háromszor megtörtént, hogy ismét fél évet az otthonunktól távol kell tölteni, sőt amint az Sashában rögtön felötlött, valami sokkal rosszabbtól is tartani kellett. Ismét elő kellett vennem a lelkesítő

szövegemet: Papa élni akar. Ő a legbátrabb és legkeményebb ember, akivel csak találkoztam. A doktorok a legjobbak a világon... Igen, a hanukát most el kell halasztanunk. Majd ha a papa jobban lesz...

Másnap Seattle-ben a röntgenvizsgálat kimutatta, hogy Carlnak ismeretlen eredetű tüdőgyulladása van. Az ismételt vizsgálatokkal sem sikerült kimutatni semmiféle kórokozót, sem baktériumot, sem vírust, sem gombát. A gyulladás talán a szervezet késleltetett reakciója volt arra a halálos adag röntgensugárzásra, amit fél évvel korábban, az utolsó csontvelő-átültetés előtt kapott. A hatalmas dózis szteroidok csak enyhítették a szenvedését, de nem tudták meggyógyítani a tüdejét. Az orvosok elkezdtek felkészíteni a legrosszabbra. Most, amikor kimerészkedtem a kórház előcsarnokába, addig sohasem látott arckifejezést láttam az ott dolgozók túlságosan jól ismert arcán. Vagy együttérzően összerendeztek, vagy félrefordították a tekintetüket. Itt volt az ideje, hogy a gyerekek is nyugatra jöjjenek.

Úgy tűnt, hogy amikor Carl meglátta Sashát, csodálatos javulás állt be az állapotában. „Gyönyörű, gyönyörű, Sasha”, szólította meg a kislányt. „Te nemcsak szép vagy, hanem rendkívüli, elkápráztató.” Azt mondta a kislánynak, hogy ha sikerül túlélne a betegséget, akkor az nagyrészt annak az erőnek lesz köszönhető, amit a jelenléte adott neki. Az ezt követő néhány órában a kórházi műszerek kimutatták állapota javulását. Reményeim magasba szálltak, de a tudatom legmélyén észrevettem, hogy az orvosok nem osztják a lelkesedésemet. Ők annak tekintették ezt az átmenetet ami valójában volt, amikor a szervezet az utolsó csata előtt összeszedi minden erejét.

„Ez már a halott melletti virrasztás”, szólott Carl nyugodtan. „Meg fogok halni.” „Dehogy!”, tiltakoztam. „Legyőzöd ezt is, mint az előzőeket, amikor reménytelenebb volt a helyzet.” Azzal a jól ismert tekintettel fordult felém, amit az együtt töltött húsz évünk alatt számtalanszor láttam, akár együtt dolgoztunk, akár éppen fülig szerelmesek voltunk egymásba. Az okos humort kétkedéssel vegyítve, de mint mindig, az önsajnálathoz nyomát sem mutatva, kényszeredetten csak ennyit mondott: „Jól van, majd meglátjuk, ezúttal melyikünknek lesz igaza.”

Sam, aki most ötéves, eljött, hogy utoljára lássa az édesapját.

Bár Carlnek akkorra már minden lélegzetvételért meg kellett küzdenie, és nehezebbre esett beszélnie, igyekezett összeszedni magát, nehogy megrémítse a kisfiát. Csak ennyit tudott mondani: „Szeretlek, Sam.” „Én is szeretlek téged, papa”, válaszolta Sam ünnepélyesen.

A vakbuzgó hívők elképzelései ellenére a halálos ágyán sem tért meg, az utolsó pillanatban sem menekült a halál utáni élet megnyugtató képéhez. Carl számára csak az volt a fontos, ami igaz volt, nem pedig az, amitől jobban érezhettük volna magunkat. Carl még ebben a pillanatban is megingathatatlan maradt, amikor bárkinek megbocsáthatnánk, ha elfordul a helyzet realitásától. Amint mélyen egymás szemébe néztünk, meggyőződéssel éreztük, hogy csodálatos közös életünk örökre véget ért.

New Yorkban kezdődött, 1974-ben, egy esti partin, ahol mindketten Nora Ephron vendégei voltunk. Emlékszem, milyen jóképű volt Carl a felgyűrt ingujjával és elkápráztató mosolyával. A baseballról és a kapitalizmusról beszélgettünk, és egészen izgalomba hozott, amikor néha gyámoltalanul felnevetett. Carl azonban nős ember volt, és én is elköteleztem már magamat egy másik férfinak. Páronként szocializálódtunk. Mégis, mi négyen fokozatosan egyre közelebb kerültünk egymáshoz, végül együtt kezdtünk dolgozni. Voltak olyan alkalmak, amikor Carl és én kettesben maradtunk. A hangulat euforikus és túlfűtött volt, de egyikünk sem adta a legcsekélyebb tanújelét sem igazi érzelmeinek. Ez elképzelhetetlen lett volna.

1977 kora tavaszán Carl felkérte a NASA, hogy alakítson meg egy bizottságot, amely összeállítja azoknak a hanglemezeknek a tartalmát, amelyeket a *Voyager-1* és *-2* űrszondákra kívántak felszerelni. Miután a két űrszonda befejezte a legkülsőbb bolygók és holdjaik nagyszabású vizsgálatát, a gravitációs lendítőerő kirepíti őket a Naprendszerből. Ezért lehetőség kínálkozott, hogy üzenetet küldjünk más világok és más korok esetleges lakóinak. Ez az üzenet sokkal bonyolultabb volt, mint az az egyszerű tábla, amelyet Carl csillagász kollégája, Frank Drake és Carl felesége, Linda Salzman felszereltetett a *Pioneer-10* űrszondára. Az az üzenet áttörést jelentett, bár lényegében csak egy közönséges rendszámtábla volt. Ezzel szemben a *Voyager*ek

üzenete üdvözlőket tartalmazott 60 emberi nyelven és a bálnák nyelvén, emellett különböző, a Földre jellemző hangokat, 116 képet a földi életről és kilencvenperces zenét a világ legkülönbözőbb kultúrköréből. A mérnökök egymilliárd év élettartamára tervezték az arany hanglemezeket.³⁵

Milyen hosszú idő egymilliárd év? Egemilliárd év alatt bolygónk felszínén a szárazföldek oly mértékben átrendeződnek, hogy rá sem ismernénk a Földre. Ezermillió évvel ezelőtt a legbonyolultabb földi élőlények a baktériumok voltak. A nukleáris fegyverkezési verseny kellős közepén rövid távú jövőnk kilátásai meglehetősen kétesek voltak. Mi, akiknek az a megtiszteltetés jutott osztályrészül, hogy részesei lehettünk a *Voyager-üzenet* összeállításának, éreztük, hogy egy szent cél érdekében dolgozunk. Tisztában voltunk vele, hogy az emberi kultúra Noé bárkáját indítjuk útnak, az egyetlen olyan emberkéz alkotta tárgyat, amely az elképzelhetetlenül távoli jövőig fennmaradhat.

Miközben csüggedten kutattam egyetlen, a legértékesebb kínai zeneszám után, felhívtam Carl-t és üzenetet hagytam neki a szállodájában, Tucsonban, ahol egy előadást tartott. Egy óra múlva megcsörrent a telefon a manhattani lakásomon. Felvettem, és az ismerős hang így szólt: „Visszaértem a szobámba, és találtam egy üzenetet, hogy 'Annie hívott'. Azt kérdeztem magamtól, hogy miért nem hagytad meg ezt az üzenetet már tíz évvel ezelőtt?”

Tréfálkoztunk, nevetgélünk, vidáman válaszoltam. „Nos már én is akartam erről beszélni veled, Carl.” Aztán komolyabban hozzátettem: „Úgy érted, hogy örökre?”

„Igen, örökre”, válaszolta higgadtan. „Légy a feleségem!”

„Jó”, válaszoltam, és abban a pillanatban éreztük, tudjuk, milyen lehet felfedezni egy új természeti törvényt. Ránk tört egy „Heuréka!”, az a pillanat, amikor felismerünk valamilyen mély igazságot, amelyet azután az elkövetkező húsz év során számtalan, egymástól független bizonyítékkal kell alátámasztani. Együtt azonban valamilyen végtelen bizonytalanság is úrrá lett rajtunk. Ha egyszer már lehetővé vált, hogy belépünk ebbe a csodavilágba, akkor hogyan lehetünk elégedettek, amikor azon kívül vagyunk? Június elseje volt, szerelmünk szent napja. Ha később

³⁵ A lemezek részletes tartalmáról és megszületésük körülményeiről szól Carl Sagan és a munkában részt vevő szerzőtársai könyve, *A Föld üzenete - a fordító megjegyzése*.

bármikor valamelyikünk oktanul viselkedett a másikkal, akkor június elsejének említése rendszerint jobb belátásra térítette a vétkeket.

Korábban, amikor még csak terveztük a *Voyager-üzenetet*, megkérdeztem Carltól, hogy vajon azok az állítólagos földönkívüliek egymilliárd év múlva képesek lennének-e értelmezni egy ember agyhullámain. „Ki tudja? Egemilliárd év nagyon hosszú idő”, válaszolta. „Ha van rá esély, hogy ez lehetséges, miért ne próbáljuk meg?”

Két nappal a sorsfordító telefonbeszélgetésünk után elmentem a New York-i Bellevue Kórház laboratóriumába, ahol hozzákapcsoltak egy számítógéphez, amelyik az agyamból és a szívemből érkező összes adatot hangokká alakította. Egy óra alatt szellemi leltárt készítettem azokról a dolgokról, amiket közölni szerettem volna. Először a Föld történetéről és a földi életéről gondolkodtam. Minden tölem telhetőt megtettem, hogy valami eszembe jusson az emberi társadalom szerveződésével kapcsolatos eszmék közül. Ezután arra a kijelentésre gondoltam, mely szerint civilizációnkra az erőszak és a szegénység jellemző, ami pokollá teszi bolygónk oly sok lakójának az életét. A felvétel végéhez közeledve megengedtem magamnak egy személyes jellegű megjegyzést arról, hogy milyen érzés szerelmesnek lenni.

Carlnek magas láza volt. Megsókoztam és arcomat hozzádörzsöltem égő, borostás orcájához. Bőre melege furcsán megnyugtató volt. Elég sokáig így akartam maradni, hogy vibráló fizikai énje kitörölhetetlenül az emlékezetembe vésődjék. Egyrészt arra szerettem volna buzdítani, hogy minden erejével harcoljon, másrészt azt akartam, hogy végre megszabaduljon az életfenntartó berendezések okozta szenvedéstől és attól a démontól, amely immár két éve kínozza őt.

Felhívtam a húgát, Carit, aki oly sokat adott saját magából, hogy elkerülhessük ezt a végkimenetelt, valamint felnőtt fiait, Doriont, Jeremyt és Nicholast és unokáját, Toniót. Alig néhány héttel korábban még az egész családuk együtt ünnepelte a hálaadás napját ithacai házunkban. Közfelkiáltással megszavaztuk, hogy ez volt minden idők legjobb hálaadás napja. Mindannyian boldogságtól sugározva távoztunk. Volt ennek az összejövetelnek

valami hitelessége és bensőségessége, ami megerősítette bennünk az összetartozás érzését. Most Carl füléhez illesztettem a telefonkagylót, hogy hallja a búcsúszavaikat.

Barátunk, Lynda Obst író és producer Los Angelesből rohant át, hogy velünk lehessen. Linda ott volt azon az emlékezetes első estén Noránál, amikor először találkoztam Carllal. Közvetlen közletről, bárki másnál közelebből volt tanúja személyes és szakmai együttműködésünknek. Mint a *Kapcsolat* című film eredeti producere, szorosan együtt dolgozott velünk az alatt a tizenhat év alatt, amíg a film terve valóra vált.

Lynda megfigyelte, hogy szerelmünk tartós lángolása zsarnoki erővel nyomta agyon azokat, akik kevésbé bizonyultak szerencséseknek lelki társuk megtalálásában. Ő azonban nem neheztelt ránk a kapcsolatunk miatt, hanem úgy tekintett rá, mint egy matematikus egy létezéselméleti problémára, bizonyítandó hogy ilyen is létezik. Gyakran szólított Miss Blissnek, azaz Boldogság kisasszonynak. Carllal együtt mindketten roppant értékesnek tartottunk a vele töltött időt, mert sokat nevettünk és éjszakákba nyúlóan beszélgettünk tudományról, filozófiáról, pletykákról, populáris kultúráról és mindenféléről. Most ez a nő, aki együtt szárnyalt velünk és aki ott volt velem azon a szédítő napon, amikor kiválasztottam az esküvői ruhámat, most itt állt mellettünk, hogy örökre elbúcsúzzon.

Éjszakákon és nappalokon keresztül Sasha és én felváltva sutogtunk Carl fülébe. Sasha elmondta neki, hogy mennyire szereti, és megígérte, hogy egész életében mindig meg fogja keresni a módját, hogy kifejezze tiszteletét. „Bátor ember vagy és csodálatos életed volt”, ismételtettem újra meg újra. „Jól csináltuk. Büszkeséget éreztem és örömet találtam a szerelmünkben. Most elengedlek. Félelem nélkül. Június elseje. Június elseje. Örökre...” Amikor azokat az utolsó simításokat végzem a korrektúrárn, amelyekről Carl sejtette, hogy majd meg kell tenni, fia, Jeremy jön fölfelé a lépcsőn, hogy Samet, mint általában esténként, a számítógép kezelésére taníttassa. Sasba a szobájában írja a leckéjét. A két *Voyager* űrszonda egy kicsiny világ zenével és szeretettel összeállított üzenetével már túl jár a Naprendszer legkülsőbb bolygóin és a csillagközi tér végtelen óceánja felé tart. Hatvanezer kilométeres óránkénti sebességgel zötyög a csillagok és egy olyan

úti cél felé, amelyről legfeljebb csak álmodhatunk. Levélkötegek között ülök, amelyeket a világ minden részéről azok az emberek küldtek, akik gyászolják Carl elvesztését. Sokan közülük neki köszönik, hogy felnyitotta a szemüket. Néhányan leírták, hogy Carl példája ösztönözte őket arra, hogy természettudománnyal foglalkozzanak és fellépjenek a babona és az előítéletek ellen. Ezek a gondolatok vigasztalást nyújtanak és enyhítik szívfájdalmamat. Nekik köszönhetően úgy érzem, hogy - a természetfölötti erők segítségével is - Carl él.

*Ann Druyan
1997. február 14.
Ithaca, New York*

*Köszönetnyilvánítás*³⁶

Mint mindig, e könyvem megírásához és jobbításához is elmondhatatlan segítséget nyújtottak Annie Druyan írásai, valamint éleselméjű megjegyzései és javaslatai a tartalomra és a stílus színesebbé tételére vonatkozóan egyaránt.

Könyvem egyes részeit vagy egészét illetően sok kollégám és barátom tett segítő szándékú megjegyzéseket, amiért kimondhatatlanul hálás vagyok mindannyiuknak. Külön is megemlítem közülük az alábbiakat: David Black, James Hansen, Jonathan Lunine, Geoff Marcy, Richard Turco és George Wetherill. Mások készséggel válaszoltak, amikor információt kértünk tőlük, többek között Linden Blue (General Atomics), John Bryson (Dél-kaliforniai Edison Művek), Jane Callen és Jerry Donahoe (USA Kereskedelmi Minisztériuma), Punara Chuhan és Julie Rickman (Világbank), Peter Nathanielsz (Cornell Egyetem Állatorvosi Kara, fiziológiai tanszék), James Rachels (Birminghami Alabama Egyetem), Boubacar Touré (ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete), valamint Tom Welch (USA Energiaügyi Minisztériuma). Ezúton fejezem ki köszönetemet Leslie LaRoccónak (Cornell Egyetem, Modern Nyelvek és Nyelvtudományok Tanszéke), „A közös ellenség” című cikk Parade-ban és *Ogonyok*-ban megjelent változatainak összehasonlításához adott segítségéért.

Nagyra értékelem továbbá Mort Janklow és Cynthia Cannell (Janklow & Nesbit Associates), Ann Godoff, Harry Evans, Alberto Vitale, Kathy Rosenbloom és Martha Schwartz (Random House US) és Lindsay Symons (Headline Publishing, London) bölcsességét és támogatását.

Különlegesen le vagyok kötelezve William Barnettnak az aprólékosan lelkiismeretes átmásolásért, a kutatásokban nyújtott segítségéért, a levonatok átolvasásáért és a kézirat gondozásáért a könyv elkészítésének különböző fázisaiban. Bill mindezt magára

³⁶ Dr. Sagan meghalt, mielőtt befejezhette volna a köszönetnyilvánítások sorát. A szerkesztők ezúton fejezik ki sajnálkozásukat, ha a felsorolásból kimaradt olyan személyek vagy intézmények neve, akik és amelyek szerepeltek volna, ha a szerző be tudta volna fejezni munkáját.

vállalta, mert én súlyos betegséggemmel küzdöttem. Teljes bizalommal támaszkodhattam munkájára, és ez olyan szerencse volt, ami miatt roppant hálás vagyok neki. Andrea Barnett és Laurel Parker a Cornell Egyetemen lévő irodám munkatársai alapvető segítséget nyújtottak a levelezésben és bizonyos kutatásokban. Köszönettel tartozom az Annie irodájában dolgozó Karen Gobrechtnek és Cindi Vita Vogelnek értő segítségükért.

Bár a könyv teljes anyaga vagy új vagy újonnan átdolgoztuk, számos fejezet magva korábban már megjelent a *Parade* magazinban, amiért Walter Anderson főszerkesztőnek és David Currier vezető szerkesztőnek mondok köszönetet, ugyancsak köszönetemet fejezem ki az évek hosszú során nyújtott állhatatos támogatásukért. Néhány cikk egyes részletei az alábbi kiadványokban láttak napvilágot: *American Journal of Physics*; *Forbes-FYI*; *Environment in Peril* (szerk. Anthony Wolbarst, Washington D. C., Smithsonian Institution Press) (a washingtoni Környezetvédelmi Ügynökségben tartott előadásom alapján); *Los Angeles Times* és *Lend Me Your Ears: Great Speeches in History* (szerb.: William Safire, New York, W W Norton, 1992).

Patrick McDonnell nagylelkűen beleegyezett, hogy karikatúrái illusztrálják könyvemet. A grafikai munkákért Barbara Boettchernek vagyok hálás, a 11. fejezet grafikonjai közlésének engedélyezéséért pedig James Hansennek. Lennart Nilssonnak köszönöm, hogy hozzájárult, hogy az anyaméhben elhelyezkedő magzatról készült úttörő jelentőségű fényképfelvételei alapján rajzokat készítsünk.

Irodalomjegyzék

Milliárdok és milliárdok

Robert L. Millet és Joseph Fielding McConkie: *The Life Beyond* (Salt Lake City, Bookcraft, 1986)

Hétfő esti vadászok

Harvey Aratop: Nuggets' Abdul-Rauf Shouldn't Stand for It, *New York Times*, 1996. március 14.

A professzionális sportolók és csodálóik anekdotákkal tarkított összefoglalója a *Fans!*, írta: Michael Roberts (Washington, New Republic Book Co., 1976). A vadászó-gyűjtögető társadalmak klasszikus tanulmánya: *The !Kung San*, írta: Richard Borshay Lee (New York, Cambridge University Press, 1979). A vadászó-gyűjtögető könyvben említett legtöbb szokása a !Kungokra vonatkozik, továbbá arra a nem kevés, szerte a világon élő vadászó-gyűjtögető kultúrára, amelyeket még nem tett tönkre a civilizáció.

Isten pillantása és a csöpögő csap

Komi Yoshida et al.: Cause of the blue petal colour, *Nature*, vol. 373, 291, 1995.

Krózus és Kasszandra

Managing Planet Earth: Readings from „Scientific American” Magazine (New York, W H. Freeman, 1990)

A. J. McMichael: *Planetary Overload: Global Environmental Change and the Health of the Human Species* (New York, Cambridge University Press, 1993)

Richard Turco: *Earth Under Siege: Air Pollution and Global Change* (New York, Oxford University Press, 1995)

Lyuk az égen

Eric Alterman: Voodoo Science, *The Nation*, 1996. február 5., 6-7.

Richard Benedick: *Ozone Diplomacy: New Directions in*

- Safeguarding the Planet* (Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1991)
- William Brune: There's Safety in Numbers, *Nature*, vol. 379, 486-487, 1996.
- Arjun Makhijani és Kevin Gurney: *Mending the Ozone Hole* (Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1995)
- Stephen A. Montzka et al.: Decline in the Tropospheric Abundance of Halogens for Halocarbons: Implications for Stratospheric Ozone Depletion, *Science*, vol. 272., 1, 318-322, 1996.
- F. Sherwood Rowland: The Ozone Depletion Phenomenon, in *Beyond Discovery*, (Washington D.C., National Academy of Sciences, 1996)
- James M. Russell III et al.: Satellite Confirmation of the Dominance of Chlorofluorocarbons in the Global Stratospheric Chlorine Budget, *Nature*, vol. 379, 526-529, 1996.

Csapda: a világ felmelegedése

- Jack Anderson: Lessons for us to learn from the Persian Gulf, *Ithaca Journal*, 10A, 1990. szeptember 29.
- Robert Balling jr.: Keep Cool About Global Warming, levél a *Wall Street Journal*-nak, A14, 1995. október 16.
- Hugh W. Ellsaesser, Gregory A. Inskip és Tom M. L. Wigley: Apply Cold Science to a Hot Topic, különálló levelek a *Wall Street Journal*-nak, 1995. november 20.
- Vivien Gornitz: Sea-Level Rise: A Review of Recent Past and Near-Future Trends, *Earth Surface Processes and Land Forms*, vol. 20, 7-20, 1995. James Hansen: Climatic Change: Understanding Global Warming, One World, szerk.: Robert Lanza (Santa Fe, New Mexico, Health Press, 1996)
- Ola M. Johannessen et al.: The Arctic's Shrinking Sea Ice, *Nature*, vol. 376, 126-127, 1995.
- Richard A. Kerr: Scientists See Greenhouse, Semiofficially, *Science*, vol. 269, 1657, 1995.
- Richard A. Kerr: It's Official: First Glimmer of Greenhouse Warming Scene, *Science*, vol. 270, 1, 565-567, 1995.
- Michael MacCracken: Climate Change: The Evidence Mounts Up, *Nature*, vol. 376, 645-646, 1995.

Michael Oppenheimer: The Big Greenhouse Is Getting Warmer, levelé a *Wall Street Journal*-nak, A1 5, 1995. október 27.

Cynthia Rosenzweig és Daniel Hillel: Potential Impacts of Climatic Change on Agriculture and Food Supply, *Consequences*, vol. 1., 23-32, 1995 nyara

Stephan E. Schwartz és Meinrat O. Andreae: Uncertainty in Climate Change Caused by Aerosols, *Science*, vol. 272, 1121-1122, 1996. William Sprigg, Climate Change: Doctors Watch the Forecasts, *Nature*, vol. 379, 582, 1996.

William K. Stevens: A Skeptic Asks, Is it Getting Hotter, Or Is it Just the Computer Model?, *The New York Times*, Science Times, C1, C8, 1996. június 18.

Julia Uppenbrink: Arrhenius and Global Warming, *Science*, vol. 272, 1122, 1996.

Kiút a csapdából

Ghossem Asrar és Jeff Dozier: *EOS: Science Strategy for the Earth Observing System* (Woodbury, New York, American Institute of Physics Press, 1994) *Business and the Environment* (Cutter Information Corp) 1996. január, 4. old.

FAS Hosts Climate Change Conference for World Bank, FAS (Federation of American Scientists) *Public Interest Report*, 1996. március-április Kennedy Graham: *The Planetary Interest*, Global Security Programme, University of Cambridge, Nagy-Britannia, 1995.

Jeremy Leggett, szerk.: *Global Warming* (New York, Oxford University Press, 1990)

Thomas R. Mancini, James M. Chavez és Gregory G. Kolb: Solar Thermal Power Today and Tomorrow, *Mechanical Engineering*, vol. 116, 7479, 1994.

Michael Valenti: Storing Solar Energy in Salt, *Mechanical Engineering*, vol. 117, 72-75, 1995.

A vallás és a természettudomány szövetsége

Julie Edelson Halport: Harnessing the Sun and Selling it Abroad: US Solar Industry in Export Boom, *New York Times*, 1995. június 5., D1, D8

Raimon Panikkar: University of California at Santa Barbara, at

Global. World Forum of Spiritual and Parliamentary Leaders,
Oxford, NagyBritannia, 1988. április
Carl Sagan et al.: Preserving and Cherishing the Earth, *American
Journal of Physics*, vol. 58, 615-617, 1990.
Peter Steinfelds: Evangelical Group Defends Laws Protecting
Endangered Species as a Modern „Noah's Ark”, *New York
Times*, 1996. január 31.

A közös ellenség

Georgi Arbatov: *The System: An Insider's Life in Soviet Politics*
(New York, Times Books, 1992)
Mikhail Heller és Aleksander M. Nekrich (oroszról fordította
Phyllis B. Carlos): *Utopia in Power: The History of the Soviet
Union from 1917 to the Present*, (New York, Summit Books,
1986)

Abortusz: lehetünk-e egyidejűleg életpártiak és választáspártiak*

John Connary, S.J.: *Abortion: The Development of the Roman
Catholic Perspective* (Chicago, Loyola University Press, 1977)
M. A. England: *The Color Atlas of Life Before Birth: Normal
Fetal Development*, 2. kiadás (Chicago, Yearbook Medical
Publishers, Inc. 1990)
Jane Hurst: *The History of Abortion in the Catholic Church: The
Untold Story* (Washington D. C., Catholics for a Free Choice,
1989)
Carl Sagan: *The Dragons of Eden* (New York, Random House,
1977) Carl Sagan és Ann Druyan: *Shadows of Forgotten
Ancestors: A Search for Who We Are* (New York, Random
House, 1992)

Napjaink Gettysburgjei*

Lawrence J. Korb: Military Metamorphosis, *Issues in Science and
Technology*, 1995-1996 tele, 75-77.

Az árnyak völgyében

Albert Einstein: *The World, As I See It* (New York, Covici Friede
Publishers, 1934)

Az illusztrációk jegyéke

12. old. Számlálás a nagy számok világában - Patrick McDonnel karikatúrája.
19. old. A Nagyvezér jutalma - Patrick McDonnel három karikatúrája.
20. old. Baktériumpopuláció exponenciális növekedése és a görbe ellaposodása.
23. old. A Föld népességének exponenciális növekedése és a görbe ellaposodása.
42. old. Víz hullámok a tó felszínén a hullámformák bemutatására.
48. old. A teljes elektromágneses színek, különös tekintettel a látható fény általunk érzékelhető tartományára.
52. old. A közönséges pigmentek fényvisszaverő képessége a látható fény tartományában.
122. old. A szén-dioxid koncentrációjának időbeli változása a Föld légkörében.
129. old. A Föld középhőmérsékletének hosszú távú alakulása.
140. old. Az üvegházhatás - Patrick McDonnel karikatúrája.
146. old. Az atomenergia - Patrick McDonnel karikatúrája.
153. old. A napenergia - Patrick McDonnel karikatúrája.
192. old. Az emberi magzat fejlődése - a magzat állapotát fogantatáskor és 3 hetes korában bemutató rajz.
192. old. Az emberi magzat fejlődése - a magzat állapotát 5 és 3 hetes korában bemutató rajz.
205. old. Az emberi magzat fejlődése - az emberi magzat és sorrendben a férgek, a kétélűek, a hüllők és az emlősök közötti hasonlóságot bemutató rajz.