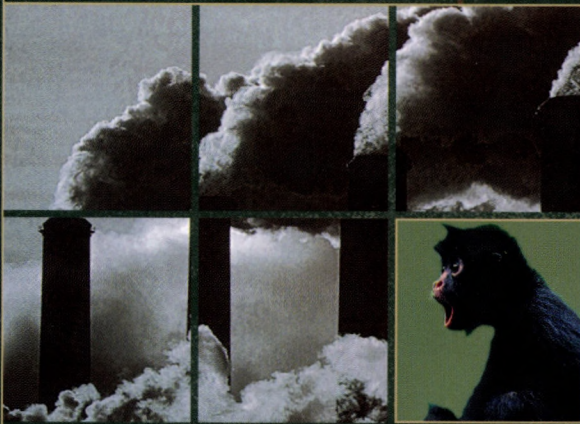


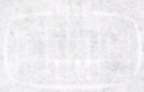
FENNTARTHATÓ A FEJLŐDÉS?



Náray-Szabó Gábor

Szabó Gábor: Fenntartható a fejlődés?

t
. november

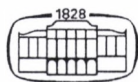


77

FENNTARTHATÓ A FEJLŐDÉS?

NÁRAY-SZABÓ GÁBOR

Fenntartható a fejlődés?



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

Megjelent a Magyar Tudományos Akadémia és
a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával



ISBN 963 05 8017 9

Kiadja az Akadémiai Kiadó,
az 1795-ben alapított
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 19.
www.akkrt.hu
www.szakkonyv.hu

Első magyar nyelvű kiadás: 2003

© Náray-Szabó Gábor, 2003

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás,
a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát,
az egyes fejezeteket illetően is.

TARTALOM

ELŐSZÓ 7

1. MIT NEVEZÜNK FEJLŐDÉSNEK? 9

Összetettség 9

Fejlődés 14

Régi és új: megőrizve meghaladni 22

Verseny és együttműködés 28

Zsákutcák 33

Gyorsuló idő 38

2. MÚLT 43

Az ősrobbanástól a Naprendszerig 43

Megszületik a kék bolygó! 51

Megjelenik az élet 58

Az emberi tudat 66

A szakócától a holdutazásig 74

3. JELEN 89

Információs társadalom és globalizáció 90

A fogyasztás zsákutcája 101

Veszélyben a Föld! 108

Hanyagló civilizáció? 119

4. JÖVŐ 131

Átmenet a fenntarthatóságba 133

Az átmenet veszélyei 142

A fenntarthatóság értékei 153

Mi a teendő? 165

ÖSSZEGEZÉS 171

IRODALOMJEGYZÉK 173

ELŐSZÓ

Sokan vagyunk kíváncsiak arra, hogy mit hoz a jövő. Leginkább arra, mi lesz holnap vagy holnapután, nyerünk-e a lottón, győz-e a kedvenc focicsapatunk, sikerül-e letennünk egy fontos vizsgát. Némelyek távolabbra is néznek, szeretnék megtudni, mire viszi az életben a gyerekek, hogyan alakul a nemzet jövője, milyen felfedezéseket ígér a tudomány. Nehéz előre látni a jövőt, a jók sokszor csak semmitmondó általánosságokat jövendölnek, amit így is meg úgy is lehet érteni. Kevés jóslat áll tudományos alapon, nemegyszer rejtett kívánságok, netán irracionális félelmek alapján kutatják a jövendőt, és a jelzéseknek vagy hiszünk, vagy nem.

A XXI. század első éveire óriási mértékben megnőtt az emberiség tudáskincse, folyamatosan és gyorsulva bővül, egyre több és több részletre terjed ki, ugyanakkor hiányzik a szintézis. Márpedig nagy szükség lenne az összegezésre, mert a robbanásszerűen teret hódító globalizáció korában egyre világosabbá válik, hogy minden mindennel összefügg, és a részletek bármely pontos ismerete sem ad választ olyan alapvető kérdésekre, mint ami e könyv címe is: fenntartható a fejlődés? Egyáltalán, mit nevezünk fejlődésnek; csupán a gazdasági növekedést, az anyagi javak fogyasztásának bővülését, a technológia diadalmenetét, vagy ide soroljuk a személyiség kibontakozását, a társadalmi viszonyok javulását, az eszmék szárba szökkenését és más, nem anyagi folyamatokat is.

Ebben a könyvben arra keresem a választ, mit hoz a XXI. század az emberiségnek. Folytathatjuk-e mai életvitelünket, elég-e a boldogsághoz, ha nagyobb az autónk vagy a házunk, mint a szomszédé, akárhány embert eltart-e a Föld, van-e határa az anyagi fogyasztásnak, meddig terhelhető a környezet. Igyekszem racionálisan érvelni, visszafogni a bennem munkáló érzéseket és indulatokat, netalán félelmeket, bár tudom, hogy ez csak egy bizonyos mértékig lehetséges. Gondolatmenetem alapja az evolúció, mely a tudomány eredményei alapján ma már nemcsak az élővilágra vonatkozik, hanem keretbe foglalja az ősrobbanástól az információs társadalomig terjedő időszak történetét, és – legalábbis számomra – megnyugtató választ ad számos alapvető kérdésre, ha arra nem is, hogy

mi lehet az élet értelme. Ha gondosan elemezzük az univerzum történetét, felsejlenek bizonyos alapvető és általános törvényszerűségek, melyekről úgy tűnik, hogy ősidőktől fogva érvényesek. Ilyen például a komplexitás növekedése, mely a világ egyre kisebb részére korlátozódik, vagy az evolúció konzervativizmusa: a fejlődés nem veti el a jól bevált régít, hanem megtartja, és rá építi az újat.

Földünk, közvetlen és távolabbi környezetünk ma már letörölhetetlenül magán viseli az emberi tevékenység nyomait, és a múltbéli folyamatok elemzése alapján bizonyos következtetések vonhatók le a közeli jövőre vonatkozóan, melyek sokakat nyugtalanítanak. Megalapozott-e a nyugtalanság, vagy a tudomány automatikusan megoldja összes gondjainkat? Nehéz elfogulatlanul állást foglalni, ezért támaszkodom tudományosan ugyan részletesen nem bizonyított, de alaposan alátámasztott elméletekre. Ezúton hívom az olvasót: vegyen részt az intellektuális kalandban és gondolja tovább a leírtakat!

Hívásomra többen válaszoltak, barátaim és közelebbi-távolabbi kollégáim, akiknek ezúton szeretnék köszönetet mondani, hiszen nélkülük nem születhetett volna meg ez a könyv. Mindenekelőtt köszönöm *Láng István* akadémikusnak a lektori munkáját, és azt, hogy az ő révén kerülhettem kapcsolatba a nemzeti tudományos akadémiákat tömörítő *Inter Academy Panel*lel és a szervezet által rendezett *Átmenet a fenntarthatóságba* címet viselő, nagy hatású nemzetközi konferenciával. *Inczédy János* akadémikus a kézirat születésének folyamatában vállalta az előzetes bíráló feladatát, így kímélve meg engem számos kisebb-nagyobb hiba elkövetésétől. Köszönöm *Kéri György* egyetemi tanárnak, hogy diákjai körében vitát rendezett a fenntarthatóságról, melyből sokat tanultam, különösen *Szegedi Zsolt* részletes és szakszerű megjegyzéseiből. Mellettük még sokan, egyetemi tanárok (*Koch Sándor, Pályi Gyula, Szathmáry Eörs, Széll Tamás, Vicsek Tamás* és *Vida Gábor*), a tudományban vagy a gazdaságban működő ügyvezető igazgatók (*Hajdú Vilmos, Schwab Richárd, Szűts Tamás* és *Varga István*), sőt lapszerkesztők (*Herczeg János* és *Kodolányi Gyula*) is vállalták, hogy kicserélik velem gondolataikat a témáról és kigyomlálják a kézirat nyilvánvaló hibáit. Fogadják érte őszinte köszönetemet. Önnek pedig, kedves olvasó, köszönöm, hogy a kezébe vette a könyvet, és most nekilát, hogy kövesse gondolataimat, netán tovább gondolja megállapításaimat.

A szerző

1. MIT NEVEZÜNK FEJLŐDÉSNEK?

A „fejlődés” szót, valamelyik származékát vagy szinonimáját naponta többször ejtjük ki a szánon anélkül, hogy minden esetben tisztáznánk pontos jelentését. Ha örömmel állapítjuk meg egy dundi csecsemőről, hogy szépen fejlődik, több mindenre gondolhatunk. Egyrészt a testsúlyának gyarapodására, ami a fejlődés fogalmának legegyszerűbb meghatározására utal: ez egyenlő a növekedéssel. Ugyanakkor azt is észre vesszük, hogy fényesedik a jövevény szeme, ébredezik az értelme, hiszen megismeri a mamát, megfogja a gumimacit, és családjának nagy öröme-re kegyesen el-elmosolyodik, akár göcögve nevetni is kezd. Ezt a fejlődési folyamatot már nem lehet kilóval vagy centivel lemérni, sokkal bonyolultabb dologról van szó.

Teilhard de Chardin (1980) francia szerzetes, neves paleontológus és gondolkodó azt a rendszert nevezte fejlettebbnek a másikkal, mely bonyolultabb, melynek nagyobb az *összetettsége*, azaz a *komplexitása*. Ahhoz tehát, hogy elgondolkodjunk a fejlődés mibenlétén, először tisztáznunk kell, mit értünk összetettségen.

Összetettség

A mindennapi életben világos, hogy mit jelent az, hogy összetett (idegen szóval komplex): bonyolult, több részből álló, sokszínű. Ami bonyolult, azt nem könnyű megérteni, nem írható le egyszerűen. Mostanában szökeken szárba egy új tudományág a fizikán belül, mely éppen ilyen, a valóság világban előforduló, bonyolult, komplex rendszerekkel foglalkozik és igyekszik megismerni, rendszerezni, leírni, sőt modellezni is ezek tulajdonságait, azokat a folyamatokat, melyek bennük lezajlanak. Az ilyen rendszereket leíró törvényszerűségek legfontosabb vonása az, hogy alapvetően különböznek azoktól, melyek meghatározzák az összetevőket (Vicsek, 2002). A komplex rendszerek nem szimmetrikusak, mint például egy kristály, sok összetevőből állnak, melyek között egyszerűbb vagy bo-

nyolultabb, de mindenképpen szoros kapcsolat áll fenn. Ilyenek például a fürdőkád lefolyójában kialakuló vízörvények, az időjárást meghatározó légáramlatok, a csapatosan mozgó élőlények vagy akár az értéktőzsde, ahol a papírok árfolyama sokszor kiszámíthatatlanul és rapszodikusán változik, de mégis megfigyelhetők bizonyos törvényszerűségek. Mind-ezen jelenségek alapvető jellegzetessége, hogy a részek közötti kölcsönhatások következtében a részek viselkedése megváltozik, így az egész rendszer is minőségileg másképpen viselkedik, mint kölcsönhatások hiányában. Megfigyelhető, hogy amennyiben egy komplex rendszert magára hagyunk, benne spontán szerveződési folyamatok indulnak el, és a részekre önmagukban nem jellemző szerkezetek jönnek létre. Könnyen belátható, hogy annál összetettebb lehet egy rendszer, minél sokszínűbb, ugyanakkor ne tévesszük szem elől, hogy a sokszínűség, a diverzitás csak szükséges, de nem elégséges feltétel, ugyanis az összetevők közötti szoros kapcsolat nélkülözhetetlen.

Az összetettségnek számos meghatározása ismeretes a matematikai definícióktól kezdve a társadalomtudományokban használatos körülírásig. Kolmogorov orosz matematikus klasszikus meghatározása szerint egy jelsorozat komplexitásának mértéke annak a legrövidebb számító-gépes programnak a hossza, mely azt létrehozza. Felszínesen kifejezve magunkat, ez azt jelenti, hogy ami összetett, azt nem lehet egyszerűen leírni.

Tekintsünk egy példát és nézzük, legalább hány utasítás kell az alábbi két jelsorozat előállításához:

ABCABCABCABC

AAAAAAAAAAAA

Az első jelsorozat esetében a minimálisan szükséges utasítások a következők:

1. az első betű: A,
2. a második betű: B,
3. a harmadik betű: C,
4. az első három betűből álló sorozatot ismételjük meg négyszer.

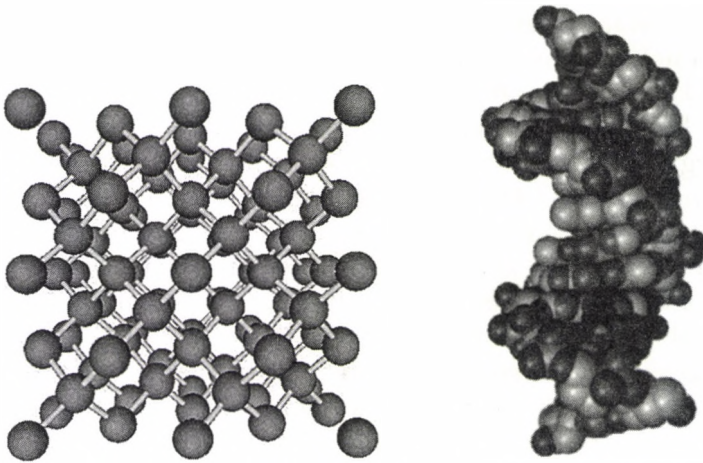
A második jelsorozat egyetlen utasítással létrehozható:

1. ismételjük meg az A betűt tizenkétszer.

Világos, hogy a Kolmogorov-féle definíció szerint az első jelsorozat összetettebb, mint a második. Kézenfekvő lenne tehát, hogy ezt használjuk, ha

matematikai alapon akarjuk tárgyalni a komplexitás fogalmát, azonban két súlyos nehézség merül fel, melyek megkötik a kezünket. Egyrészt a jelsorozat komplexitása nem egzakt fogalom, függ az alkalmazott nyelvtől, mert bizonyos nyelveken komplexnek számító gondolatsort más nyelvek egyetlen szóval fejezhetnek ki, nem foglalkozva a részletekkel (az eszkimók tucatnyi különböző szót használnak a különböző állapotú hótakaró leírására, az európai nyelvekben mindegyikhez több szóra van szükség, pl. „friss hó”, „nedves hó”, „kissé megolvadt, majd ismét megfagyott hó, melynek a felszínén jégréteg alakult ki” stb.). Másrészt nem lehet általában kiszámítani, hogy hány lépésből áll egy adott rendszer esetében az utasítások legrövidebb sorozata, mellyel ezt a rendszert létrehozhatjuk. Matematikai nyelven ezt úgy fejezik ki, hogy a lépések kiszámításának módszere nem algoritmizálható, ezért a definíció nem alkalmas gyakorlati felhasználásra. A másik kifogás, hogy a definíció szerint egy véletlenszerűen összeállított jelsorozat tekinthető a legösszetettebbnek, ami ellentmondás, hiszen ennek létrehozására, bármilyen hosszú, elég egy úgynevezett véletlenszám-generátor, mely csupán néhány utasításból áll. Az ellentmondás feloldható, ha a Kolmogorov-féle definíciót kiegészítjük azzal a megkötéssel, hogy utasításaink sorozatával mindig ugyanazt a jelsorozatot kell létrehoznunk. A véletlenszám-generátor ugyanis minden egyes esetben más jelsorozathoz vezet, így, az egyszer már előállított, n különböző elemből álló véletlen jelsorozat ismételt előállításához szükséges számítógépes program hossza nagyobb lesz, mint a véletlenszám-generátoré. Az elmondottak alapján érthető, hogy bár a komplexitás matematikai meghatározására számos javaslat született, jelenleg egyiket sem tekintjük általánosan elfogadottnak (lásd pl. Badii & Politi, 1997).

Az összetettség Kolmogorov-féle meghatározása szerint például a gyémánt kristálya igen egyszerű (kevésbé összetett), mert felépítéséhez csupán azt kell tudnunk, hogy szénatomokból áll, melyek távolsága egymástól 153 pm és szabályos, tetraéderes elrendeződést vesznek fel. Igen egyszerű, mindössze néhány elemet tartalmazó egyenlettel a krisztallográfusok képesek minden atom helyét pontosan meghatározni az ideális gyémántkristály rácsában. Ezzel szemben a biológiai örökítő anyag, a DNS egy szála (melyben három nukleotid egy kódolási egységet alkot, és minden ilyen hármas egy-egy aminosavnak felel meg a szervezetünk működésének egy-egy kis részletét szabályozó fehérjemolekulában) rendkívül összetett, hiszen a DNS-polimer minden egyes helyéhez külön-külön hozzá kell rendelnünk egy nukleotid egységet. Bár egy igen hosszú DNS-szál is „csupán” kb. 1 millió nukleotidot tartalmaz, a gyémánt látható kristályai pedig ennél millió-milliószor többet, az előbbi lényegesen



1.1. ábra. Balra: gyémántrács sematikus ábrázolása, a szénatomok szürke gömbök. Jobbra: a DNS-molekulaszál egy részlete, a különböző atomokat különböző méretű és árnyalatú gömbök jelölik

összetettebb, több információt hordoz és képes átadni a környezetének (1.1. ábra).

A fentiek alapján nem meglepő megállapítás, hogy az összetettség az élet kitüntetett jellemzője (Orgel, 1973). Ez arra a megfigyelésre támaszkodik, hogy a reprodukcióra képes biológiai szervezetek alapvető molekuláris összetevői, a fehérjék és a nukleinsavak jelentős információt hordozó makromolekulák. Ezek aperiodikus biopolimerek, és éppen ez teszi őket alkalmassá az információ hordozására. Egy polimer építőelemei sorrendjének, ún. szekvenciájának információtartalma akkor maximális, ha összetevői számos különböző elrendeződést vehetnek fel, míg ezek közül csupán egyetlen hordozza a kérdéses üzenetet.

Nyilvánvaló, hogy az összetettség egzakt definíciója nem alkalmazható az olyan valóban bonyolult rendszerekre és eseményekre, mint például az emberi agy működése, a szociológiai csoportok viselkedése vagy a történelmi folyamatok. Érdeemes tehát szemügyre venni a másik végletet is. Tél & Gruiz (2002) szerint ugyan az anyagi folyamatok és a társadalmi mozgások nem tárgyalhatók azonos megközelítésben, mert az utóbbiakban meghatározó szerepet játszanak a véletlenszerű külső hatások, ha azonban nem törekszünk minden áron kvantitatív modellek megalkotására, ez a probléma talán áthidalható. Ilyen áthidaló javaslat például a rendkívül bonyolult társadalmi jelenségek vizsgálatával foglalkozó LaPorte (1975) definíciója, aki szerint a szervezett szociális rendszerek összetettségének fokát az összetevők száma és kölcsönös függésük foka

(integráció), valamint változatosága (differenciálódás) határozza meg; a kettőt együtt nevezhetjük diverzitásnak is. Felismerhető bizonyos rokonság a Kolmogorov-féle meghatározással, hiszen egy jelsorozat előállításához is annál több utasításra van szükség, minél hosszabb (minél nagyobb az összetevők száma) és minél több betűből áll (minél változatosabbak az összetevők). Tapasztalat szerint az evolúció egyszerre vezet differenciálódáshoz és az integráció növekedéséhez. Például a modern társadalomban az egyének és a szervezetek igyekeznek egyre több tudáshoz és forráshoz jutni, ami növeli a hatékonyságukat, miután így jobban megfelelhetnek a környezet kihívásainak. Ugyanakkor, a partnerek is többet tudnak, több forrással rendelkeznek, ezért nem állhatunk meg, nekünk is bővíteni kell a lehetőségeinket. A következmény az állandóan gyorsuló verseny, ami a jól ismert információrobbanáshoz vezet (Heylighen, 1997). Meg kell jegyezni, hogy a szelektív versenyben sikeresebb objektum nem feltétlenül komplexebb, mint a sikertelen, hiszen a komplexitás növekedése kaotikus viselkedést válthat ki, és lassíthatja a reakcióidőt. Ez is arra mutat, hogy a szó klasszikus értelmében nem lehet egzaktul definiálni a komplexitás és a fejlettség fogalmát.

A LaPorte-féle definíció szerint az USA társadalmá, melyben sok tucat különböző népcsoporthoz tartozó, majdnem háromszáz millió ember él állandó kölcsönhatásban, melyet a tömegtájékoztatási eszközök, a telekommunikáció, a társadalmi egyesületek és egyéb társulások óriási sokasága, valamint sok más fizikai eszköz és szervezet tesz rendkívül változatosá és egymástól függővé, igen összetett. Sokkal egyszerűbb mondjuk, egy mindössze néhány száz főt számláló Amazonas menti indián törzs, melynek tagjai egymás között házasodnak, és viszonylag egyszerű nyelven beszélnek, főként a legszűkebb környezetükre vonatkozó, a táplálék megszerzésére és a túlélés biztosítására szolgáló információ kicserélése céljából.

Minél összetettebb egy rendszer, annál több információt képes kicserélni a környezetével. Míg az ütköző biliárdgolyók csak tömegüket, sebességük irányát és nagyságát „közlik” egymással, minek következtében újra szétpattanva begurulnak a lyukba a játékos legnagyobb örömére, a bolyba hazatérő hangya társával összetalálkozva bonyolult táncot jár, hogy így közölje vele, merre talál táplálékot vagy más hasznos dolgot. A modern számítógépek millióit összekötő nagyteljesítményű hálózatok hatalmas mennyiségű információt szállítanak az őket működtető egyének és szervezetek között, ez nem lenne lehetséges egy fejletlen, szintelen társadalomban, ahol cenzúrázzák az adatokat, akár a gondolatokat is. Ugyanakkor a LaPorte-féle meghatározásban szereplő feltétel, az összetevők kölcsönös függésének követelménye azt is jelenti, hogy a másik vég-

let, az egyének teljes szabadossága, azonosulásuk hiánya kisebb vagy nagyobb csoportjaik érdekeivel és céljaival nem növeli, inkább csökkenti a komplexitást, és végletes esetben a csoport széteséséhez vezet.

Fejlődés

A fejlődés általános elveinek további taglalásához tekintsük át röviden, hogyan jutottunk el az ősrobbanástól napjaink információs társadalmáig. A modern kozmológiai elméletek szerint igen régen a világegyetem összes anyagát az úgynevezett „őstojás”, egy rendkívül kicsiny térfogatban összezsúfolt hatalmas energiacsomó foglalta magába (Peebles et al., 1998). Mintegy 12 milliárd évvel ezelőtt megtörtént az ősrobbanás, és megindult a világegyetem evolúciója, melynek során egyre csökkent a hőmérséklete, ugyanakkor egyre összetettebbé is vált. Kialakultak a legegyszerűbb elemi részecskék, a proton és az elektron, majd az atomok, először a hidrogén és a hélium. Ez a két atom teszi ki ma is a világegyetem atomjainak túlnyomó többségét. A hidrogénatomokból álló anyagfelhő csomósodni kezdett, kialakultak a csillagok és a csillagrendszerek. A csillagok közötti térben jöttek létre először az összetett anyag építőkövei, a többféle atomból és elektronokból álló kémiai molekulák, majd négy és fél milliárd évvel ezelőtt kialakult a Naprendszer. A bolygók közül kitűnik különleges tulajdonságaival a Föld, melyen megjelent a különböző gázokból álló légkör, később jelentős mennyiségű víz csapódott le a felszínén, és az állandó vulkanikus tevékenység következtében folyamatosan változott, működése bonyolultabb lett. Már az élet megjelentése előtt kialakult a szilikát ásványokból álló köpeny, az atomok változatos összekapcsolódása révén sokféle molekula keletkezett, melyek egyre bonyolultabbá váltak.

Az élet első jelei Földünkön, az ősóceánban, minden bizonnyal különleges és igen bonyolult szerves molekulák kialakulása után jelentek meg, körülbelül három és fél milliárd évvel ezelőtt (Orgel, 1973). Tudni kell, hogy a vizes közeg kedvező feltételeket teremt a molekulák átalakulásához, újabb, bonyolultabb szerkezetek kialakulásához. A csillagközi térben vagy gázfázisban hasonló reakciók kevésbé mehetnek végbe, mert rendkívül valószínűtlen, hogy a bonyolult molekulák alkotórészei találkoznak, ami nyilván feltétele az építkezésnek. A vizes fázisban lomhábban mozognak a molekulák, környezetük sokszor bizonyos irányító hatást is kifejti, ezért adottak a feltételek a élet molekuláinak kialakulásához. Ezek a molekulák egyelőre ismeretlen módon összeszerveződtek, valószínűleg olyan csoportosulások alakultak ki, melyek az élet előzményei-

nek tekinthetők. Viszonylag gyorsan, néhány százmillió év alatt kialakultak a legegyszerűbb életműködést mutató egysejtűek, majd a bonyolultabb élő szervezetek, elindulhatott az evolúció, kikényszerítve a sejtek és az általuk alkotott szövetek újabb és újabb szerveződéseinek létrejöttét. Megjelentek az első növényi sejtek, melyekből a mai növényvilág kifejlődött, majd ezekből elágazódva a legegyszerűbb állatokban fokozatosan kialakult az idegrendszer primitív formája, ennek növekedése és differenciálódása szabta meg a továbbiakban a fejlődés irányát. A törzspejlődés sikeres ága a gerinceseké, mely halakon, hüllőkön és madarakon keresztül vezetett az emlősökhöz. Egyre nagyobb és egyre differenciáltabb lett idegrendszerük, agykoponyájuk térfogata egyre nőtt.

Szinte észrevétlenül, körülbelül egymillió évvel ezelőtt tűnt ki a főemlősök közül az ember, az első tudatos lény, akit nyilvánvalóan idegrendszerének, agyának rendkívüli fejlettsége különböztet meg valamennyi élőlénytől. Az egyes emberek csoportokba szerveződtek, fokozatosan megszerveződtek a különböző emberi közösségek, mindenekelőtt a család, melyen belül szükségletté vált az utódok nevelése, az ismeretek kicserélése, a beszéd, a gondolatok egyeztetése és az összehangolt cselekvés. Kitágult és döntő szerephez jutott az emlékezet, melynek segítségével tárolható, elemezhető és továbbadható a napi tevékenység során szerzett információk. A családok az idők során egyre nőttek és erősödtek, kialakultak belőlük a nagyobb közösségek, a nemzetségek és a törzsek, melyek letelepedtek, megteremtve a mezőgazdasági tevékenység feltételeit. A közös termelés céljából helyhez kötött embercsoportok egyre szervezettebbek lettek, és mintegy tízezer évvel ezelőtt megalapították az első városokat. Kialakult az írás, feltalálták a könyvnyomtatást, mely a megszerzett információ rögzítését és terjesztését tette lehetővé. A XV. és a XVI. század fordulóján kezdődtek a nagy felfedezések, Galilei, Newton és társaik munkásságával elindult diadalútjára a tudományos forradalom. Az amerikai magyar Neumann János elméleti munkássága alapján kifejlesztett számítógép a tudományos laboratóriumokból kiindulva mára betölti mindennapjainkat. Az elmúlt tíz évben egyre gyorsulva haladunk az információs társadalom felé, melyben összekapcsolhatók az egyes elmék, és a hálózat révén azonnal és óriási bőségben érhetik el az emberiség által felhalmozott információkat, egyúttal bővíthetik is azokat saját felismeréseikkel.

A világegyetem evolúciója során folyamatosan nyomon követhető a komplexitás növekedése. Gondoljunk vissza arra, mit nevezett Teilhard de Chardin fejlettnek: azt a rendszert, amelyik összetettebb. Ha tehát a fejlettség mértékét az összetettséggel definiáljuk, a fejlődés nyilván az összetettség növekedését jelenti (Bonner, 1988). Részletesebb meghatározást adhatunk, ha kiterjesztjük az egyik, az élet mibenlétére adott definí-

ciót az egyetemes evolúcióra. Eszerint a fejlődés az a folyamat, mely az anyagot és az energiát spontán módon az összetettség magasabb szintjére emeli (Anbar, 2002), bár ez a meghatározás nem ad számot az egyén szellemi és a társadalom kulturális fejlődéséről. Ayres (1994) szerint egy rendszer evolúciója a benne tárolt hasznos információmennyiség növekedésének felel meg, az összetettség növekedése ennek nyilvánvaló feltétele. Persze vitatkozhatunk arról, hogy mit nevezünk hasznos információnak, de nem nehéz belátni, hogy ez a meghatározás, akár csak az előbbi, tulajdonképpen Teilhard de Chardin gondolatának kifejtése. A könyv második részében, a múlt tárgyalásánál részletesebben követjük nyomon az evolúciót, rámutatva, hogyan növekedett ennek során a komplexitás. Megfigyelhető, hogy az evolúció legfontosabb lépései viszonylag rövid idő alatt következtek be, ilyenkor gyorsan növekedett a komplexitás, mint például az első sejtek kialakulásakor, amihez mindössze néhány százmillió évre volt szükség. Ugyancsak fontos tudni, hogy ha valamely élő szervezet egyszer már létrejött, viszonylag hosszú ideig fenn is marad, ellenáll a külső behatásoknak.

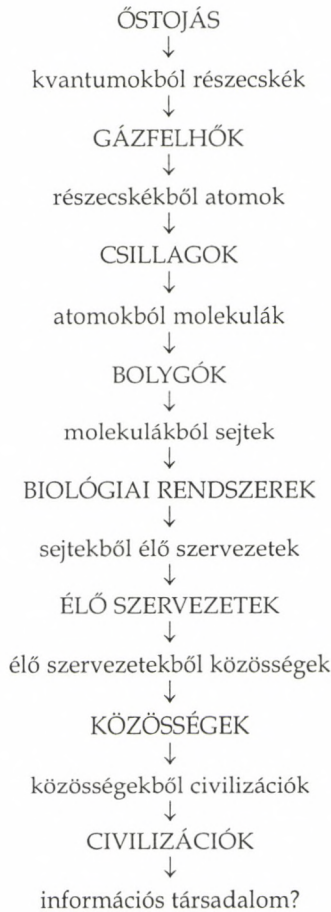
Az ősrobbanástól kezdve napjainkig az evolúció folyamatát három fő szakaszra oszthatjuk fel. Az első, prebiotikus fázisban a meghatározó a hőmérséklet csökkenése volt, ami lehetővé tette a komplexitás növekedését, vagyis különböző kezdetlegesen szervezett struktúrák kialakulását és fennmaradását. A neutronok, a molekulák vagy a bolygók adott környezetben azért maradhatnak fenn hosszú ideig, mert energiájuk helyi minimumot vesz fel, ebből az állapotból pedig csak többletenergia befektetésével lehet kikerülni. A helyzet olyan, mint amikor egy dimbes-dombos vidéken leereszkedünk egy völgybe, ahol megpihenünk, és amíg jó okunk nincs rá, nem is kívánunk ismét felmászni a hegyre. A második fázisban, az élet megjelenését követően a genetikai örökítő anyag, a DNS lett az összetettség növekedésének a letéteményese. Külső hatásokra, mint a világrűrből érkező ultraibolya sugárzás vagy kémiai beavatkozás, a bázissorrend megváltozhat, ez pedig újításokhoz vezet az élő rendszerekben, melyek közül csak azok képesek fennmaradni, amelyek az adott környezethez jobban alkalmazkodnak. A szelektív nyomás rendkívül változatos és ellenálló szervezeteket hozott létre, melyek döntő többsége megrekedt ugyan a fejlődés valamely lépcsőfokán, ugyanakkor fennmaradt akár évmilliókig.

A gondolkodó ember megjelenésével, a beszéd és a nyelv kifejlődésével az evolúció letéteményese már nem egy bonyolult láncmolekula, hanem az információ egy különleges, meghatározott csomagja, a *mém* lett (Dawkins, 1976). A mém hasonlít a génhez abban, hogy sokszorozódik, terjed, ugyanakkor változik is. Úgy definiálható, mint az utasítások olyan

sorozata, mely befolyásolja az emberi viselkedést (Silby, 2000). A mémek az emberi memória elemei, melyek egyének közötti kommunikáció útján terjednek, ez felel meg a gének replikációjának, mely négy fázisban történik (Heylighen, 2001). Először az egyén megérti és elfogadja, majd megőrzi a memóriájában, ezt követően nyelvi, viselkedésével vagy más formában kifejezi, végül így adja tovább másoknak az üzenetet. A folyamat ismétlődik, bizonyos mémek nem terjednek tovább, mások viszont igen, attól függően, hogy mennyire érthető, másolható, mekkora az életképességük. A terjedés sikere sok objektív és szubjektív tényezőtől múlik, az első csoportba tartozik a változatlanosság, az ellenőrizhetőség vagy a jellegzetesség. Szubjektív kritérium a hasznosság, az újdonság, a koherencia, a megtanulhatóság, sőt a kínált szellemi élvezet is. A mémek átvihetősége további feltételektől függ, mint az elfogadhatóság, a kifejezhetőség vagy a publicitás. Ha minden más feltétel azonos, az a mém terjed jobban, amelyik a fenti feltételek közül jobban megfelel az egyednek vagy a közösségnek.

Az evolúció története során bekövetkező változásokat összefoglalóan az 1.2. ábrán szemléltetjük.

Amikor az evolúcióról beszélünk, akár az egészről, akár egyes részletekről van szó, nem kerülhetünk meg egy alapvető kérdést: mi a fejlődés hajtóereje? A darwini evolúciós elmélet (Darwin, 1859) modern változata tulajdonképpen nem ad választ erre a kérdésre, de logikus rendszerben sorolja fel azokat a kritériumokat, melyek lehetővé teszik az élő szervezetek összetettségének folyamatos növekedését az idők során. A legfontosabb, mindent megelőző feltétel a *változatosság*, a diverzitás. Jól tudjuk, hogy az élővilág minden egyes egyede különbözik egymástól. A különbségek egy része genetikai jellegű és örökölhető, ezek színesítik a világunkat, ezek teszik lehetővé az evolúciót. Bizonyos variánsok a túlélés és a szaporodás szempontjából előnyös, mások hátrányos tulajdonságokkal rendelkeznek, megint mások ilyen vonatkozásban semlegesnek tekinthetők. Az élővilágot alkotó fajok képesek arra, hogy fenntartsák ezt a változatosságot, egyedeik lényegesen több utódot hoznak létre, mint ahány maga is reprodukcióképes korba kerül. Az élelem, a mozgástér korlátozott volta miatt verseny folyik a forrásokért, a populációt alkotó egyedek száma lényegileg nem változik, az alkalmatlan utódok kipusztulnak, és nem hoznak létre újabb utódokat. A fejlődés, az összetettség növekedésének hajtóereje tehát a természetes kiválasztódás, mely a forrásokért folytatott harcban azokat az egyedeket részesíti előnyben, melyek sikeresebbek e források kiaknázásában, jobban alkalmazkodnak a környezetükhöz. A rátermettek tehát megérik a reprodukcióképes kort, tovább örökítik előnyös tulajdonságaikat, ezeket hordozó gényeiket. A folytonosan



1.2. ábra. Az evolúció legfontosabb lépéseinek sematikus ábrázolása

változó környezet állandó szelekciós nyomást tart fenn, a fajok állandó alkalmazkodási kényszerrel szembesülnek, a kiválasztódás folyamatos.

Alapvető dilemma, hogy *az evolúció látszólag ellentmond a fizika törvényeinek!* Az ellentmondás lényege az, hogy a termodinamika második fő-tétele szerint minden zárt anyagi rendszer a legnagyobb valószínűségű állapot felé törekszik, más szóval nő az entrópiája. Ez megegyezik a napi tapasztalattal, legyen szó akár egy papírlapról akár egy autóról. A papírt az utcára kerülve áztatja az eső, süti a nap, így fokozatosan kioldódik belőle a ragasztó, ami összetartja, rövidebb-hosszabb idő alatt foszlányokra bomlik. Az autó rozsdásodik, motorja használhatatlanná válik, ha ráesik egy faág, vagy egy kődarab behorpad, és egy idő múlva már nem is em-

lékeztet régi önmagára. Az élőlények előbb-utóbb elpusztulnak, tetemük fokozatosan elbomlik, vagy más állatok táplálékául szolgál. Még a történelemből is vehetünk példákat, hiszen a Római Birodalom Krisztus születése táján életerejének tetőpontjára hágyva a következő évszázadokban fokozatosan elfáradt és szétesett, nem tudott már ellenállni a külső támadásoknak. Nemcsak az anyag, hanem az energia szétszóródása is megfigyelhető, a felforralt tea fokozatosan kihűl, nem tartja meg a melegét, a távfűtési vezetékek mentén jelentős hő szivárog el, megnövelve az előfizetők költségeit. A robbanómotorok hatásfoka még elméletileg sem haladhat meg egy bizonyos értéket, a felhasznált energia mindig nagyobb annál, mint ami valójában hasznosul, a többi nem hasznosítható veszteség. Ez a termodinamika második főtételének következménye.

A fentieket általánosságban úgy fogalmazhatjuk meg, hogy minden megfigyelhető, magára hagyott, zárt rendszer természetes formájában a rendezettségől a rendezetlenség felé tart, miközben a fenntartásához szükséges energia fokozatosan szétszóródik. A világ összetettségének növekedése, az evolúció nyilvánvalóan a termodinamikai valószínűség csökkenésével jár, de ez csak zárt rendszer esetében jelent ellentmondást, és kérdéses, hogy mennyiben tekinthető zártnak a világegyetem. Ha zárt rendszerekben gondolkodunk, minél összetettebb egy rendszer, annál valószínűtlenebb, hogy véletlenszerűen létrejön. Nehéz tehát elképzelni, hogy az evolúció hajtóereje a véletlen, még akkor is, ha tudjuk, hogy az egyszer már létrejött, komplex szervezetek megőrzik integritásukat, ellenállnak a változásoknak. A legsikeresebb fejlett rendszerek egyúttal robusztusak is, ami azt jelenti, hogy egy ideig sikeresen veszik fel a harcot a lerombolásukra törekvő erőkkel szemben. A „robusztus rendszer” fogalmát főként a mérnöki, de a környezeti tudományokban is használják, ezzel fejezik ki, hogy egy automata vagy más gép, egy erdő vagy más ökoszisztéma ellenáll az őt érő kisebb behatásoknak, megőrzi eredeti tulajdonságait, amíg a külső befolyás el nem ér egy küszöbértéket. Általában egy rendszer annál robusztusabb, minél sokszínűbb, ami érthető, mert ha több lábon állunk, akkor is talpon maradhatunk, ha egyiket-másikat kirúgják alólunk. Ha egy számítógéphez szünetmentes tápegységet is csatolnak, áramszünet esetén is képes néhány percreg működni, ha az autó csomagtartójában viszünk magunkkal egy kanna benzint, akkor is utazhatunk, ha történetesen a tartályból kifogy a benzin.

A robusztus ökoszisztémákban sok állat- és növényfaj sok egyede él együtt, vagyis megvalósul a biológiailag sokszínű fajok és egyedek szoros együttműködése. Ezek a rendszerek sokáig képesek ellenállni a szárazságnak vagy más extrém behatásoknak, nem úgy, mint például a környezetvédők által ökológiai katasztrófa sújtotta területnek tekintett golf-

pálya. Itt csak rövidre nyírt fűvet találunk, hiányoznak a sokszínűséget biztosító növényi társulások, a kisebb és nagyobb állatok, melyek gondoskodnának a talaj fenntartásáról, a virágzó növények beporzásáról, és ellátnának számos más fontos feladatot. Ha tehát a golfpályán egyszer kiszárad a fű, magától már nem nő újra. A rovarok világát is robusztusnak tekinthetjük, mert mindig megtalálják életterüket a változó környezetben. Nem várható, hogy kipusztulnak még a mai erősen szennyezett világban sem. A törzsfajlódás ranglétráján jóval előbb álló húsevő ragadozókra már kevésbé jellemző a robusztusság. Például a tigris jelentős mértékben kiszolgáltatott a környezetének, ha fogy a potenciális táplálékául szolgáló állatállomány, nem képes más élelemre átállni, és felmerül a kihalás veszélye. A gondolat sor kiterjeszthető az emberi társadalmakra is, a robusztus társadalmakat virágkorukban a kulturális sokszínűség jellemzi, ezek a váratlan, új és új kihívásoknak jobban megfelelnek. Ilyen volt Kína egy-kétezer évvel ezelőtt, amikor könnyedén ellenállt a barbár hordák támadásainak, ugyanakkor rendkívül hatékonyan exportálta saját nyelvét és kultúráját.

A természettudományok egyik fontos alapját képező termodinamika és a kétségtelenül megfigyelhető evolúciós folyamatok közötti ellentmondás a legvilágosabb formában az élet rejtélyének fürkészése közben merült fel. Számos elmélet született a XX. században, azzal az igénnyel, hogy megmagyarázza, vagy legalábbis értelmezze az élet keletkezését, a könyvtárnyi irodalomból csak néhányat idézünk (Oparin, 1938; Orgel, 1973; áttekintést lásd Pályi et al., 2002). Jelenleg az a feltevés uralja a különböző elméleteket, mely szerint a molekulák véletlenszerűen lettek egyre bonyolultabbak, mígnem az élet kialakulásának előfeltételeként létrejöttek a nukleinsavak és a fehérjék, majd ezek élő rendszerekké szerveződtek. Újabban a pontosabb számítások és részletesebb eszme-futtatások alapján a véletlen szerepe a molekuláris fejlődés kiváltásában egyre több bírálat tárgyát képezi (Thaxton et al., 1997). Ezen a területen nyilván öszszecsapnak a materialisták és a hívők, a fejlődés hajtóerejét meghatározó, széles körben elfogadott tudományos elmélet megalkotása várat magára, a Teremtő létét és cselekedeteit viszont racionális alapokon nem lehet megközelíteni. Azt mondhatjuk tehát, hogy nem *tudjuk*, mi a fejlődés hajtóereje, ugyanakkor sok vallásos ember *hiszi*, hogy világunk Isten műve. A tudás és a hit tehát gyakran ellentétekhez vezet, hiszen a tudósok, ha nem is tudják, de hiszik, hogy lesz majd egy elmélet, mely mindent megmagyaráz, a hívők viszont tudják, hogy ez jelenleg nem létezik. Miután mindkét oldalon hitről és nem tényekről vitatkoznak, az ellentétek egyelőre feloldhatatlannak tűnnek. A továbbiakban nem kívánunk állást foglalni a vitában, a könyvben szereplő gondolatok kifejtéséhez elég az,

hogy megállapítjuk a világ folyamatos fejlődésének, az összetettség növekedésének tényét, ez a mai tudomány eredményeinek ismeretében kétségbevonhatatlannak tűnik.

A fejlődés magasabb fokozatainak szükségszerű velejárója, de már egy élő rendszer vagy társadalmi csoport összetettsége egyszerű fenntartásának is előfeltétele az anyag, az energia és az információ folyamatos fogyasztása. Az élő rendszerek egyik legfontosabb ismérve a metabolizmus, vagyis a külvilágból felvett táplálék célszerű átalakítása az élet fenntartásához és a szaporodás biztosításához szükséges anyagokká. Így válik az emlősök táplálkozása során elfogyasztott hús izomná, a tejtermékek csonttá, a gyümölcs az életműködés biztosításához szükséges vitaminná. A metabolizmushoz energiára van szükség, amely főként az elfogyasztott táplálékból, de közvetlenül a környezetből is származhat, például a nap fényéből vagy a tűz melegéből. A növényekben lejátszódó fotoszintézis során szén-dioxidot és vizet alakítanak át szerves anyaggá a Nap fényenergiájának felhasználásával, végső soron ez a folyamat szolgáltatja a táplálékot az összes többi élőlény számára. A fejlettebb lények már nemcsak a táplálékukat fogyasztják, hanem más anyagokat is, a természetek például várak építéséhez a környezetükben található cellulózt, származzék az egy korhadt fából vagy egy ház gerendáiból. A madarak összehordják fészük építéséhez a leveleket és a gallyakat, a fecskék még sárral is megerősítik fiókáik menedékét. A differenciált fogyasztás „élharcosa” nyilvánvalóan az ember, aki nemcsak a táplálkozáshoz, a ruházkodáshoz, a lakóhely felépítéséhez, a közlekedéshez, hanem a szórakozáshoz és a sokszor öncélú kényelem megteremtéséhez is hatalmas mennyiségű anyagot és energiát fogyaszt. A mai fogyasztói társadalomban tömegessé vált a presztízs fogyasztás, melynek egyetlen célja, hogy biztosítsa a vélt vagy valódi előrejutást a társadalmi rangsorban.

Míg a metabolizmus a fizikai fogyasztásnak, a kézzel fogható anyagok felhasználásának egyik fontos megnyilvánulása, az információ fogyasztása, az ismeretszerzés, nem anyagi természetű. A fejlettebb állatok esetében már megfigyelhető egyfajta információ fogyasztása, a tanulás. A farkaskölykök játékos gyakorlatok során sajátítják el a zsákmány megszerzésének legfontosabb fogásait. Minél fejlettebb egy állatfajta, annál hosszabb ideig tart a tanulókorszak, a kölyökkor. Kimutatták, hogy minél nagyobb egy faj esetében az egész testhez viszonyított agytérfogat, annál hosszabb ideig tart a tanulói idő (Bonner, 1988). A fiatal csimpánz például utánozza az idősebbet, cserébe kívánatos viselkedési formákat leshet el tőle. Ha a kölyök jól vizsgázik, az anyaállat pozitív jelzést ad, bátorítja, ha azonban nem sikerült az utánpótlás, negatív jelzést ad és újra megismétli a mozdulatsort. Az emberek esetében különösen hosszú a tanulási periód-

dus, és napjainkban egyre hosszabbá válik. Megjelent az élethosszig tartó tanulás fogalma a pedagógiai műhelyekben, az iskolákban és a kormányzati politikában is. Az emberek esetében az információ átadása már fontosabbá válik, mint az anyagi javak fogyasztása, a hatalmi tényezők között, az erőszak és a pénz mellett egyre nagyobb szerepet játszik az információ (Toffler, 1993). A fogyasztás az élő rendszerek fennmaradásának és további fejlődésének szükséges feltétele, ugyanakkor túlzott mértéke súlyos következményekhez vezethet. E könyv címe is arra utal, hogy az ember mai, exponenciálisan növekvő anyag- és energiafogyasztása nem tartható fenn a jelenlegi formájában, még kevésbé növelhető a jelenlegi mértékben. Az információs társadalomban mindinkább az ismeretek, a tudás és a kultúra fogyasztása felé kell fordulnunk. Itt fel kell hívni a figyelmet egy sajátosságra: míg a túlzott anyagi fogyasztás előbb-utóbb visszaüt, kimerülnek a források vagy megromlik a fogyasztó egészsége, az információfogyasztás szinte vég nélkül folytatható, persze ennek is gátat szab az egyén agyának kapacitása.

Régi és új: megőrizve meghaladni

Ha nyomon követjük az evolúció főbb állomásait, hamar szemünkbe ötlük, hogy az idők múlásával nem tűnnek el véglegesen az egyszer már kialakult szerkezetek és megoldások, hanem éppen ezekre alapozva jönnek létre az egyre összetettebb rendszerek. Az új tehát megőrizve haladja meg a régit, lényegében ráépül, miközben kiküszöböli, mintegy zárójelbe teszi annak feleslegessé vált elemeit. Ezt a felismerést Teilhard de Chardin (1980) a következőképpen fogalmazta meg: A Fejlődés egymásra következő (bármennyire kritikus) küszöbein átlépve semmi olyan sem jelenik meg végsőként a Világban, mint amely előzőleg homályos tartalmú kezdetiségében ne létezett volna. A biológiai evolúció múltat magába foglaló jellege abból következik, hogy a már kialakult, jó túlélési stratégiákkal rendelkező szervezetek játékterébe nehéz betörni. Ez azonban csak a „szokásos” evolúciós útvonal nehézségét jelenti, mivel az élet spontán kialakulásának fizikai-kémiai feltételei időközben sokat romlottak, és a bejárando útra is kevesebb idő jutna. A nem szokványos értelemben vett élő organizmusok számára azonban a siker nem reménytelen. Erre a vírusok példáját hozhatjuk fel, melyek csak úgy jöhettek létre, hogy újfajta élettér, az élő szervezet nyílt a számukra, mely bizonyos védettséget és tápanyagokat is biztosít nekik. Egy vírus akkor is lehet sikeres, ha megöli a gazdaszervezetet, de elég gyorsan tud átterjedni egy másik szervezetre ahhoz, hogy ez ne akadályozhassa meg szaporodását.

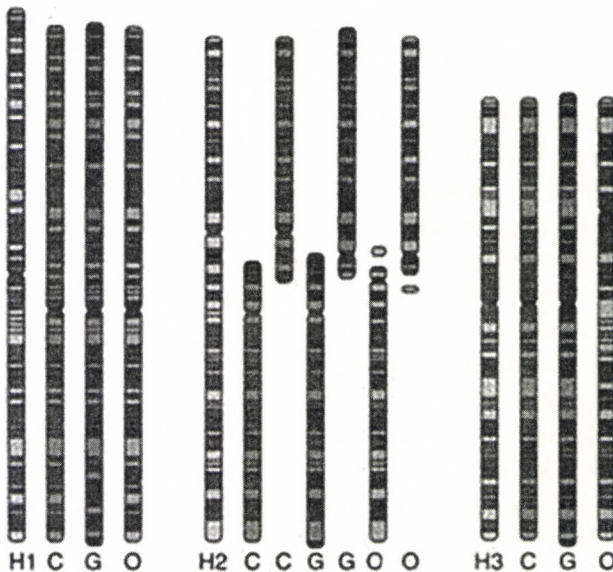
Tekintsük át most röviden a múlt eseményeit a kezdetektől napjainkig, és tanulmányozzuk néhány példán, hogyan támasztható alá a megőrizve meghaladás hipotézise. Már említettük, hogy az ősrobbanás után viszonylag hamar alakultak ki az elemi részecskék, közöttük a protonok, a neutronok és az elektronok, az anyag bonyolultabb egységeinek, az atomoknak az építőkövei (Marx, 1996). Bár az atomok összetettebb rendszerek, alkotórészeik jól felismerhetők bennük, a modern műszerekkel közvetve, esetleg közvetlenül is leképezhetők az emberi elme számára. Végző soron a legfejlettebb rendszer, a mai információs társadalom is lényegileg elemi részecskékből áll, melyek közül a legismertebbek, mondhatjuk talán azt is, hogy a legfontosabbak a protonok, a neutronok és az elektronok. Ezek a részecskék molekulákat alkotnak, a molekulák pedig a sejtek összetevői, ezek alkotják az élő szervezeteket. A legfejlettebb élő szervezet, az ember egyenként, illetve a család és a közös nyelvet beszélő, azonos kultúrát hordozó nemzet közvetítésével hozza létre a társadalmat, melyben mára olyan, korábban elképzelhetetlenül bonyolult kapcsolatok jönnek létre, melyek lehetővé teszik a szenzációs tudományos felfedezéseket, a technika diadalútját, az egyes emberek gondolatainak közvetlen összekapcsolását.

Az elemi részecskék létezéséről az elmúlt száz évben szerzett tudomást az emberiség, viselkedésük leírására a tudomány fejlődése során egyre pontosabb elméletek születtek, melyek alkalmazásával számos mikrofizikai jelenséget ma már viszonylag megbízhatóan előre tudunk jelezni. Az elméleti leírás sikere azonban nem jelenti azt, hogy alapegyenleteinkből kiindulva minden részletre kiterjedően levezethetjük a fejlettebb rendszerek viselkedését, ehhez az egyszerűbb rendszerek valamennyi alkotórészének és ezek kölcsönhatásainak matematikai pontosságú ismeretére lenne szükség. Bár a molekulák szintjén, a szervezetünkben megtalálható fehérjék, nukleinsavak és más molekulák esetében egyre közelebb kerülünk ehhez a lehetőséghez, az élő sejt, az emberi agy vagy a történelem törvényszerűségei – legalábbis egyelőre – nem szoríthatók néhány matematikai formula keretei közé.

Az evolúció során kialakuló molekulák is protonokból, neutronokból és elektronokból állnak, egyúttal azonban komplexebb rendszerek építőköveiként szolgálnak. A Föld fejlődésének korai időszakában nagy jelentőséggel bírtak a különböző szilikát-ásványok, melyek lényegileg különböző szilícium-oxigénkötésekből épülnek fel. Ez az egyetlen építőelem bizonyos fémionokkal együttesen igen sokféle szerkezetet hozhat létre, melyek új és új tulajdonságaikkal tűnnek ki, mégis jól felismerhetők bennük az építőelemek, melyek többé-kevésbé megőrzik tulajdonságaikat, ugyanakkor a belőlük felépülő rendszer minőségileg új lesz. A molekulák

tulajdonságait leíró, alapvető fizikai egyenletek, melyek megalkotása Schrödinger és Dirac nevéhez fűződik, számos jelenség és molekuláris tulajdonság pontos meghatározására alkalmasak. Megoldásuk a számítógépek és a kémia egyik különleges ágának, a számítási kémiának a robbanásszerű fejlődésével mára napi valósággá vált, a számítások a kísérleti tapasztalatokkal kart karba téve, egymást kiegészítve engednek bepillantást a molekulák világába. Schrödinger és Dirac egyenletei azonban nem azonosak a protonok és a neutronok leírására alkalmas alapegyenletekkel, kizárólag az elektronokkal foglalkoznak, és ezekkel is csak olyan körülmények között, melyek az atommagok környezetében, a molekulákban vagy hasonló rendszerekben jönnek létre. Ebben az esetben is érvényesül az előző bekezdésben olvasható megállapítás: az összetettebb rendszerek, a molekulák viselkedését meghatározó matematikai egyenletek különböznek azoktól, melyek az egyszerűbbeket, a protonokat és a neutronokat írják le.

A régi megőrzésének, az ősi építőkövek felhasználásának egy további példája a már említett DNS-szál kialakulása viszonylag egyszerű molekuláris építőkövekből, négyféle nukleinsavból, cukor- és foszfátegységekből. Akármilyen hosszú és összetett ez a biológiai polimer, építőelemei felismerhetők benne, a lánc kémiai módszerekkel felszakítható úgy,

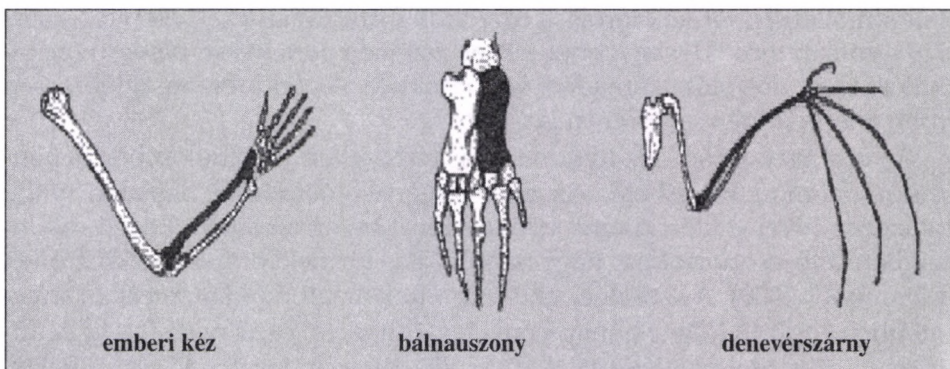


1.3. ábra. Az ember (H1, H2, H3), a csimpánz (C), a gorilla (G) és az orángután (O) első három kromoszómája. A hasonló mintázat hasonló felépítésre utal (Scheele, 2001)

hogy visszanyerjük a monomereket, melyek önmagukban kevésbé összetettek, viszonylag kevés információt hordoznak, láncba szerveződött együttesük viszont annál többet. Ilyen DNS-szálakból áll a nemrég feltérképezett emberi genom, mely a szülők tulajdonságait az utódokra átörökítő biológiai információt hordozza. A molekuláris szintű elemzés során kiderült, hogy a biológiai törzsfajlás során is érvényes a „megőrizve meghaladni” elv, hiszen génkészletünk 98%-ban azonos a csimpánzokéval (Goodman et al., 1990), az evolúció során elődeink számtalan élettani jellegzetességét megőriztük. Az ember, a csimpánz, a gorilla és az orángután három, egymásnak megfelelő génjének mintázatát az 1.3. ábrán hasonlítjuk össze.

A csimpánzok és gorillák sok millió évvel ezelőtt velünk közös ősből fejlődtek ki, és bár külsejük, számos viselkedésformájuk lényegesen eltér a miénktől, belső szerveik és fiziológiai tulajdonságaik nagyon hasonlítanak az emberéhez, ez következik a gének hasonlóságából is. Egy bevált régi megoldás, az ötujjas végtag fennmaradására és megújulására további példát láthatunk az 1.4. ábrán.

Az élő szervezetek meghatározó jelentőségű alapegysége a sejt, mely egy, a környezeti hatásoknak ellenálló hártóval veszi körül saját kis vegyi gyárát, a citoplazmát. Közepén, a sejtmagban van az örökítő anyag, a kromoszómákba szerveződő DNS-szálak sokasága. A sejt egyszerre tölti be a törzsfajlás kezdeteit jelentő, ősi és legegyszerűbb élő rendszernek, valamint a fejlettebb szervezetek építőkövének a szerepét. Az evolúció során egyre inkább differenciálódott, különböző feladatok elvégzésére specializálódott sejtek jöttek létre. Minél fejlettebb egy szervezet, annál többféle sejt található benne (Bonner, 1988). Bármennyire is sokfélék azonban, valamennyi megőrizte viszonylagos önállóságát, szerkezeti fel-



1.4. ábra. Ötujjas végtagok három, egymástól látszólag nagyon különböző élőlénynél (Kimball, 2001)

építésének lényegét, legtöbbjük pedig szaporodási képességét. Íme egy újabb építőkocka, melyből az élő szervezetek épülnek fel: a sejt. Magában foglalja az egyszerűbb elemeket, a molekulákat, ezek pedig még egyszerűbb alkotórészeit, az elektronokat, protonokat és neutronokat. Az új nem felejt el a régit, a minőségi újdonság az egyszerűbb alkotórészek kölcsönhatásának bonyolultságában rejlik.

Nézzünk most egy további példát az emberi viselkedéssel kapcsolatban. Tudjuk, hogy a fejlettebb idegrendszerrel rendelkező állatokban kialakuló ösztönök, melyek az egyedek és a közösségek életvitelét szabályozzák, meghatározó szerepet játszanak a tudatos ember szellemi világában is. Gondoljunk csak arra, hogy milyen erős bennünk a létfenntartás ösztöne, sokszor munkál akkor is, ha nem lenne rá szükség. Bizonyára erre vezethető vissza a ma már meglehetősen értelmetlennek tűnő szorongás a repüléstől. Hiába tudjuk, hogy a modern biztonsági berendezéseknek köszönhetően, egy megtett kilométerre számítva lényegesen kisebb annak az esélye, hogy balesetet szenvedünk, mint autózás közben, kocsiba ülve nem félünk, a félelemérzet hiánya akár felelőtlen viselkedésre is készítheti a sofőrt. Ha elszakadunk a millió év óta biztonságot nyújtó földtől, „elveszítjük a lábunk alól a talajt”, elfog a bizonytalanság, amit csak erősít a sajtó a legkisebb légi balesetet is csámcsogó részletességgel bemutató tudósításaival.

A tudósok kimutatták, hogy a félelemérzet és a szorongás központja az emberi agy legősibb részében, a hipotalamuszban helyezkedik el, mely már az emlősök előtti, ősi hullók agyában is megvolt. Sok százmillió év sem volt elég ahhoz, hogy kitörölje belőlünk ezt az érzést, mely nem tényleges ismereteken alapul, hanem ösztönösen működik bennünk. A mai embert is jelentős mértékben azok az érzelmek és ösztönök irányítják, melyek őseinkben már kialakultak és segítették őket a túlélésben. A felhalmozott ismeretek tárolása ösztönök formájában azért előnyös, mert így gyorsan működésbe léphetnek, és azonnali cselekvést, például menekülést vagy megelőző támadást válthatnak ki. A gondolkodás lényegesen több energiát igényel és jóval lassúbb.

A korai szerveződések fennmaradása az emberi társadalomban is pontosan nyomon követhető. Az emberiség evolúciójának hajnalán, vagy százezer évvel ezelőtt őseink néhány tucat tagot számláló, közeli rokonságban álló csoportokba, nagycsaládokba, törzsekbe szerveződve éltek (Diamond, 2000). A szülők együtt maradtak az utódaikkal, mert az anyaméhben eltöltött kilenc hónap nem elég ahhoz, hogy az újszülött egyedül is meg tudja szerezni a táplálékát, és elkerülje a rá leselkedő veszélyeket. A nagycsaládoknak nem volt önálló lakhelyük, a földet közösen használták, nem volt szakosodás, törvénykezés, nem voltak hivatalos intézmé-

nyek, a csoporton belüli viszályok elsimítását megkönnyítette a rokoni kapcsolat. A vezető szerep nem volt hivatalos, e pozíció megszerzésének alapja a testi erő, az intelligencia és a harcokban tanúsított ügyesség volt. A gyűjtögető-vadászó életforma a földművelés kialakulásával fokozatosan megváltozott, a családok is nagyobb egységekké, akár több ezer embert is tömörítő törzsekké álltak össze. A törzsek állandó lakhellyel rendelkeztek, valamennyire differenciálódott a munka, de a konfliktusok kezelésének legfőbb módja még mindig a rokoni kapcsolatokra épült. A törzsek társadalmi rendszere is egalitárius, nincsenek előkelő családok, sem a társadalmi hierarchia meghatározott helyén álló osztályok.

Ahogy a városokban egyre több ember került egymás közelébe, egyre több lett az ismeretlen, felmerült az igény a konfliktusok megoldásának finomítására. Kialakultak a sok ezertől sok tízezerig terjedő lélekszámú, etnikai és nyelvi közösségre épülő fejedelemségek, élükön a döntéshozó fejedelem által irányított központi hatalommal. Nőtt a szervezetség, többek között azért, hogy közösen tárolhassák az élelmiszerfelesleget, mely egyrészt a fejedelem és családja, a hivatalnokok, a kézművesek és más, specializálódott szakemberek eltartására szolgált, másrészt a felkészülést az ínséges időkre. A fejedelemségekben már megszűnt az egyenlőség, különbségek jöttek létre az egyes társadalmi csoportok között. Ahogyan nőtt az együtt, egymás közelében és együttműködésben élők létszáma, megindult a gazdasági szakosodás, továbbfejlődött az igazgatási rendszer, és megjelent az írás: létrejött a politikai és területi alapon szerveződő állam. Ebben már sok százezer ember tevékenységét és érdekeit kellett összehangolni, ezért tovább specializálódtak és fejlődtek a tevékenységek, az intézmények, a jog és a vallás. A hivatalnokok, papok, katonák, kézművesek, földművesek rászorultak egymás munkájára, fontos volt, hogy együttműködjenek, mert a csoport méretével növekedett annak komplexitása is. Ma már annak vagyunk tanúi, hogy kialakultak és működnek az államok feletti intézmények, mint az ENSZ vagy az Európai Unió, melyek további munkamegosztást tesznek lehetővé, képesek az erők összpontosítására, egyre sokszínűbbé, hatékonyabbá és jobban szervezetté téve a világot.

Nem nehéz észrevenni, hogy a mai, erősen differenciált és egyre inkább globalizálódó társadalomban is megőrződtek az ősi csoportosulások. Az egykoron kialakult család máig is nélkülözhetetlen az utódok felnevelésében (Ranschburg, 1984). Nemcsak arról van szó, hogy gondozni kell, és meg kell tanítani bizonyos ismeretekre a felnövekvő gyermekeket, hanem a szülők mással nem helyettesíthető szerepet játszanak a különböző viselkedési minták átadásában. A feudalizmusban kiemelkedő szerepet játszottak az ősi nagycsaládokhoz sokban hasonló nemesi famíliák,

majd az ipari forradalom kiteljesedésével megjelentek a családi vállalkozások, melyek ma is fontos szereplői a gazdaságnak, például Közép-Olaszország sikeres vállalkozásaiban (Fukuyama, 1997). Fekete-Afrikában máig is kikerülhetetlenek a törzsi kapcsolatok. Az ősi fejedelemségeket összetartó etnikai és nyelvi kötelékek mai megfelelőit fedezhetjük fel Európában szinte mindenütt, mint Spanyolországban a baszkok, Skandináviában a lappok, vagy a Kárpát-medence különböző nemzetiségei esetében. A nemzeti hovatartozás, a nemzeti kultúra, a nyelv ma is alapvető értékek számít a világ legtöbb államában függetlenül attól, hogy a magasabb rendű szervezettség érdekében önkorlátozásra van szükség. A család, a törzs, a nemzet sokszor ellenállt és ma is nem egyszer vehemensen ellenáll a globalizációs törekvéseknek, ennek azonban negatív következményei is lehetnek. Családi kötelékek tartják össze a bűnözésre szakosodott maffiát, a hutu–tuszi törzsi ellentétek néhány éve népiirtáshoz vezettek a fekete kontinensen, a nemzeti eszme túlhangsúlyozása következtében pedig két világháború tört ki a XX. században. Ennek ellenére ma is léteznek, s bizonyára még sokáig fenn fognak maradni a családok, a törzsek, a nemzetek; ősi ösztönök és tradíciók kötik hozzájuk az egyént, akinek a gyökerei egyszerre nyúlhatnak vissza egy családhoz, egy nemzethez, ugyanakkor Európához is. A modern időkben annak is tanúi lehetünk, milyen súlyos következményekkel jár a gyökértelenség, mely főleg a robbanásszerűen növekedő világvárosokban terjed, és igen gyakran elidegenedéshez, kábítószer-fogyasztásához, bűnözéshez vezet. Közben nem kerülhetők el a konfliktusok, előbb vagy utóbb fokozatosan kialakulnak az együttműködés szabályai, az egyén identitástudatának helyes arányai. Nem lehet végleg eltörölni a múltat, és megváltoztatni a világunk folyamatos működését alapvetően meghatározó tendenciákat, az evolúció megtartva haladja meg a régit.

Verseny és együttműködés

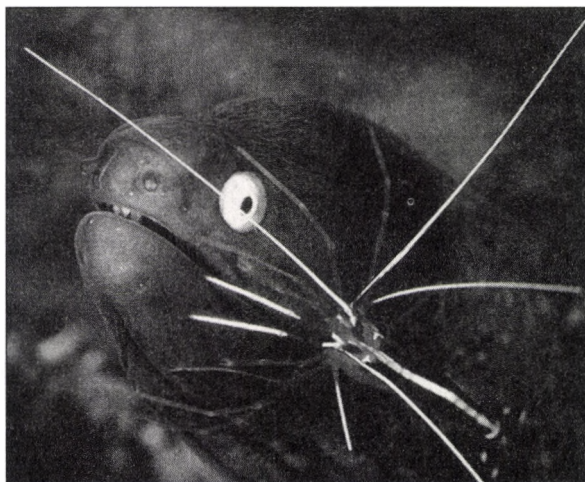
Az élő szervezetek evolúciójának egyik meghatározó tényezője a verseny az egyedek között az olyan korlátozott forrásokért, mint amilyen az élelem, a víz, a szexuális partner vagy az élettér (Purves et al., 1992). Az evolúció darwini elmélete szerint a nagy számban megszülető, egymáshoz nagyon hasonló, de mégis jelentős különbségeket mutató populációban azok az egyedek és közösségek tudtak előnyhöz jutni, ezáltal fennmaradni, melyek jobban alkalmazkodtak a környezethez. Ha ez a környezet vízszegény volt, akkor a jó versenyző kevés vízzel be tudta érní, illetve hosszú ideig tárolni tudta az éltető nedűt, mint a kaktuszok vagy a siva-

tagi tevék; ha igen hideg volt, akkor meleg bundát növesztett, mint a jegesmedvék; ha kevés volt a táplálék télen, akkor tartalékot tudott gyűjteni, mint a hörcsögök. Azok az egyedek tudtak szaporodni, azok adták át a génjeiket az utódjuknak, melyek jobban alkalmazkodtak, melyek jobban helytálltak a kegyetlen versenyben.

A verseny megfigyelhető a fajokon belül (lásd pl. az 1.5. ábrán két gímszarvas vetélkedését) és a fajok között egyaránt. Mindkét változata hatásos van a populáció növekedésére és méretére, ha azonban túl nagy a versengés, nőhet a halandóság, csökkenhet a születésszám. A verseny azonos fajhoz tartozó egyedek között közvetlen fizikai kontaktushoz, agresszióhoz is vezethet (Lorenz, 1994a), aminek elkerülésére különböző rituálék fejlődtek ki. A fajokon belüli versengés számos formát ölthet, például az egyedek elhagyják korábbi életterüket, hogy új élelem- vagy vízforrásokhoz jussanak, ezáltal csökken a populáció növekedésének sebessége. Más esetekben, például néhány madárfaj esetében a felségterület megszerzése és megtartása a verseny tárgya, ugyanis ez a szaporodás előfeltétele. Egyes madárfajoknál a terület nélküli hímek nem kapnak nőtényt, így nem is örökíthetik át génjeiket. Érdekes megnyilvánulása a versenynek a hierarchia kialakulása egy csoporton belül, minek következtében a domináns egyedek rendelkeznek a források meghatározó része felett, és ezek termékenyítik meg a párjukat. A hierarchia az agresszió csökkenéséhez vezet, ugyanis ha minden egyed tudja, hol a helye, csak ritka esetben próbálja meg azt erőszakosan megváltoztatni. Különböző



1.5. ábra. Gímszarvasok vetélkedése (Fotó: Sötér Gergely, 2000)



1.6. ábra. Állatok együttműködése: a rákszabású *Lysmata amboiensis* megtelepedik az angolna szájában és elfogyasztja az ott lévő, kellemetlen élősködőket.
(© Doug Perrine/DRK Photo, 2000)

fajok populációi között is létrejöhet közvetett versengés, ha ezek ugyanazon, korlátos forrásokat kívánják kihasználni, és az egyik faj elérhetlenné teheti azokat a másik számára. A közvetlen versengés kegyetlenebb eszközökkel zajlik, az egyik faj egyedei harcba bocsátkoznak a másikkal, vagy más kárt okoznak neki, például mérgező vegyületek kibocsátásával, ami gátolja azok szaporodását.

Az élet kialakulásától kezdve megjelent egy új lehetőség az összetettség növelésére: a versengéssel szemben az *együttműködés* egy szervezeti hierarchiában azonos vagy közeli helyet elfoglaló egységek, egyedek, kisebb és nagyobb csoportok között. Már az élő sejten belül is megvalósul a kooperáció az átörökítő és az energiatermelő egységek között, amit más feltételek mellett az tesz lehetővé, hogy ezeket az egységeket, a sejtmagot és a riboszómát közös burok, a sejthártya veszi körül, így akadályozva meg eltávolodásukat egymástól a rendelkezésre álló térben. Az élővilágban a példák sokaságát lehet találni az együttműködésre a sejtek differenciálódásától a hangyák összehangolt közösségein keresztül az emberi társadalmakig, egy meghökkentő példát az 1.6. ábrán láthatunk. Az eredmény: egyre fejlettebb, egyre összetettebb szervezetek, melyek egyre könnyebben képesek alkalmazkodni a környezetükhöz, sőt azt képesek bizonyos mértékben meg is változtatni, ha életfeltételeik biztosítása ezt megköveteli. Lehet az együttműködés előnyös valamennyi partnernek, mint a vízibolha, a zöldmoszat és a tüskés pikó nevű hal életközössége esetében (Szathmáry & Maynard Smith, 2000). A vízibolha a zöldmoszattal

táplálkozik, és ha van mit ennie, gyorsabban szaporodik, a tuskés pikó viszont vízibolhát eszik, és nyilván örül annak, ha sok jut neki belőle. Anyagcseréje során nitrátot választ ki, annál többet, minél jobban tud táplálkozni, és ezzel a ciklus legprimitívebb tagjának, a zöldmoszatnak kedvez, melynek növekedési sebessége többek között a víz nitráttartalmától függ. Sikeresen működik az együttműködés az élő és az élettelen világ között is, mint azt a Föld levegőburkának több milliárd éve nagyjából változatlan összetétele, hőmérséklete és nyomása is bizonyítja (Mészáros, 2001). Ennek a gondolatnak a kibontásán alapul Lovelock & Margulis (1974) Gaia-elmélete is.

Az emberi ösztönök között is megtalálhatók és kiemelkedő szerepet játszanak a verseny és az együttműködés ösztönei. Az evolúció során sajátos emberi magatartás alakult ki: hol versenyzünk, hol szövetezünk egymással, és számos kutatás, de a saját józan eszünk (ösztöneink) szerint is akkor jár jól egy közösség, ha a kétféle törekvés váltogatja egymást. Aki mindig támad, az veszít, de az sem jár jól, aki állandóan együttműködést ajánl partnerének, az optimum az együttműködés és a verseny megfelelő aránya esetén érhető el (Winston, 2002).

A matematika egyik ága, a játékelmélet szerint az együttműködést pozitív összegű játszmának nevezzük, mert mindkét résztvevő nyer rajta. Ez nem mindig van így, például az élősködők és a gazdaszervezet együttélése zérus összegű játszma, mert amit nyer az egyik kooperáló partner (kiszívott vér), azt a másik elveszíti. Hosszú távon az élősködők sem nyernek, ha igen mohók, mert lehetetlenné teszik a gazdaszervezet életét, elszívják energiáját, és ha ez elpusztul, maguk sem maradhatnak életben. Ezért szelídülnek meg az idők során a vírusok okozta járványok, mert ezek az igen egyszerű kórokozók nem képesek egymagukban fennmaradni és szaporodni, csak egy élő szervezetben. A vírus tehát maga alatt vágja a fát, ha tönkreteszi a fertőzött egyedét. Könnyű belátni, hogy ideális esetben a kooperáció és a kompetíció egyensúlyban van egymással, egyik törekvés sem uralkodhat el véglegesen a másik fölött. Ha csak együttműködés van és nincs verseny, nincs megújulás, adaptáció, sokszínűség sem, ha csak versenyeznek a partnerek és nincs közöttük együttműködés, szétesik, illetve létre sem jön a közösség, kihasználatlanul maradnak az együttműködés által kínált előnyök.

Az evolúció során kialakuló együttműködés oda vezetett, hogy különböző előnyök kihasználása érdekében az egyedek kisebb-nagyobb életközösségeket, csoportokat alkottak, mint egy hangyaboly vagy egy bálnaraj. Ezek a közösségek azután nagyobb szervezetekben egyesülhettek, mint a történelem során az emberi családok a városállamokban, ezek pedig a nemzetekben. A versengés most már nemcsak az egyének között, a

csoportokon belül, hanem a csoportok között is létrejött, eközben ütközhetek a kisebb, beépülő csoport érdekei a nagyobb, befogadó csoport érdekeivel (Campbell & Heylighen, 1995). Felmerül az *altruizmus* lehetősége, amikor az egyed (beépülő csoport) feláldozza saját érdekeit a közösség (befogadó csoport) javára. Egy majomcsapat valamely tagja a ragadozó közeledtére hangosan visíthat, ezzel kockáztatva saját életét, de megmentve sok társát. Ha az önfeláldozó magatartás a rokonainak kedvez, a saját génjei jobban öröklődhetnek, így a természetes kiválasztódás előnyben részesítheti azokat a csoportokat, melyekben sok az altruista egyed. Ez nemcsak a rokonok esetében lehet így, hanem akkor is, ha az egyedek felismerik egymást, emlékeznek a jótetre és viszonzják azt.

Sok fejlődésbiológus vitatja, hogy az altruizmus a természetes kiválasztódásban fontos szerepet játszik, bár elismerik, hogy az a csoport, mely önfeláldozó tagokból áll, jobban helytáll az evolúciós versenyben, így a viselkedésminta öröklődhet. A biológiai, genetikai mutáción alapuló evolúció esetében azonban az egyedek szelekciója mindig dominál a csoportszelekcióval szemben, ugyanakkor az emberi társadalomban a csoportszelekció és a vele kapcsolatos altruizmus az eszmék, készségek és szervezetek fejlődését jelentő kulturális evolúció fontos eleme. A biológiai evolúció szempontjából a vértanúk és a forradalmárok véráldozata felesleges lehet, de a személyes példamutatás és áldozatvállalás jelentős mértékben járulhat hozzá egy eszme és az ezt képviselő közösség diadalához, ami végül hatékonyabb társadalomszervező erőként hozzájárul a fejlődéshez. Dugovics Titusz ugyan maga is meghalt, amikor a mélybe rántotta a lófarkas zászlót kitűzni akaró törököt Nándorfehérvár bástyájáról, de élete árán a vár védelmét segítette, ami pedig akkor a magyar nemzet és az egész nyugati kereszténység érdekeit szolgálta. Megkapta érte a jutalmát, mert halála után sem feledték el, része lett a történelmünknek. A fizikai halál nem vezetett a szellem halálához, éppen ellenkezőleg, hozzájárult a hős emlékének fennmaradásához, és segítette, hogy önfeláldozó tette széles körben fejtse ki hatását.

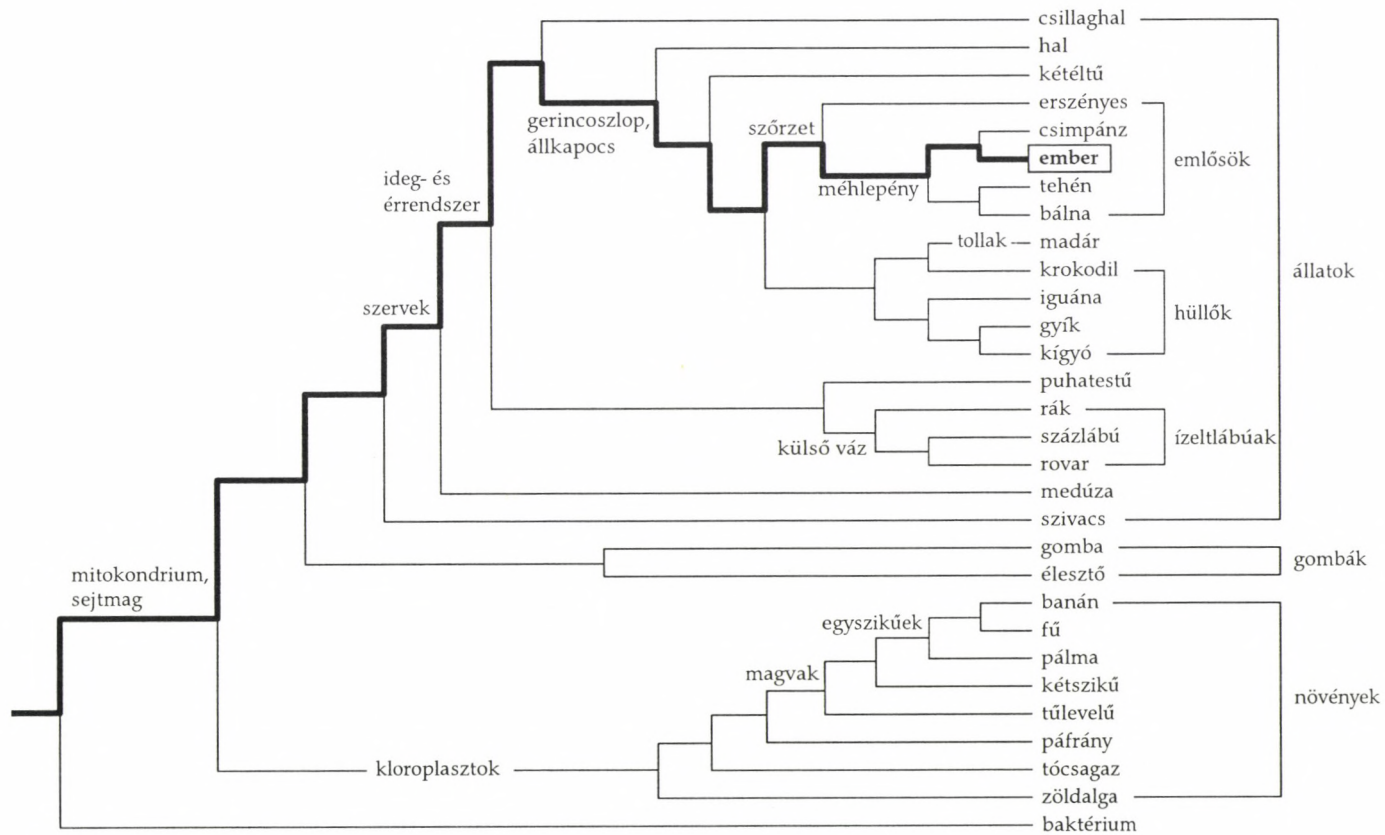
Nézzünk most példákat a tökéletes együttműködéshez, illetve a tökéletes versenyhez közelítő szervezetekre, illetőleg helyzetekre az emberi társadalomból. Nyilvánvaló, hogy a katonaság az adott körülmények között lehetséges maximális kooperációt testesíti meg. Nem is lehet ez másképp, hiszen életveszélyben nincs idő mérlegelni a helyzetet, és a demokrácia gyakorlása oda vezetne, hogy a haláltól jogosan féltő katonák inkább visszavonulnának, minthogy parancsra támadásba lendülnének. A katonai kiképzés lényege is az, hogy megtörjék az újonc akarátát, könnyen és gyorsan irányítható, elkötelezett, kiváló fizikai állapotú és szakmai ismeretekkel felvértezett robottá programozzák át. Békésebb példánk a nyol-

cas versenyevezős egység, ahol a látszólag semmit sem tevő kormányosnak alapvető fontosságú a dolga: ő szabja meg az irányt és a ritmust, amit mindenkinek kutya kötelessége követni, ha a fiúk győzni akarnak. A verseny alatt a hajón belüli szigorú fegyelem a győzelem egyik záloga, tehát az együttműködés hátrányos lehet ugyan az egyénnek, mert kilóg a nyelve az erőlködéstől, ugyanakkor előnyös a nyolc evezős és a kormányos alkotta közösségnek, mert így állhatnak fel a dobogó legfelső fokára. Ugyancsak a sportból vehetjük a példát a másik szélsőségre: az együttműködés teljes hiányára és a versenyszellem maximális érvényesülésére: a százméteres síkfutóverseny résztvevői nem segítik (bár tisztességes versenyben nem is akadályozzák) egymást, hiszen mindegyik nyerni akar, és első közülük csak az egyikük lehet. Az összetett életközösségek vagy társadalmi rendszerek sajátosságaitól függ a kooperáció és a kompetíció helyes aránya, és az egészséges fejlődés egyik alapfeltétele, hogy ez az arány megvalósuljon.

Zsákutcák

A biológiai evolúció lényegileg kétféle úton valósulhat meg. Logikailag egyszerűbb az *anagenezis* vagy egyenes vonalú evolúció, melynek során egy faj egyedei fokozatosan fejlődnek, folyamatosan alakulnak át a fejlettebb fajhoz tartozó egyedekké. Erre példa a ma élő patkórakok vagy az amerikai bölény fejlődése, amikor a földtörténeti korok változása során az ősi fajból sima átmenet révén alakult ki a mai, fejlettebb változat. Bár a törzsfajlás során bizonyíthatóan megvalósultak ilyen esetek, ez az evolúciós lehetőség nem jellemző és csak viszonylag ritkán figyelhető meg.

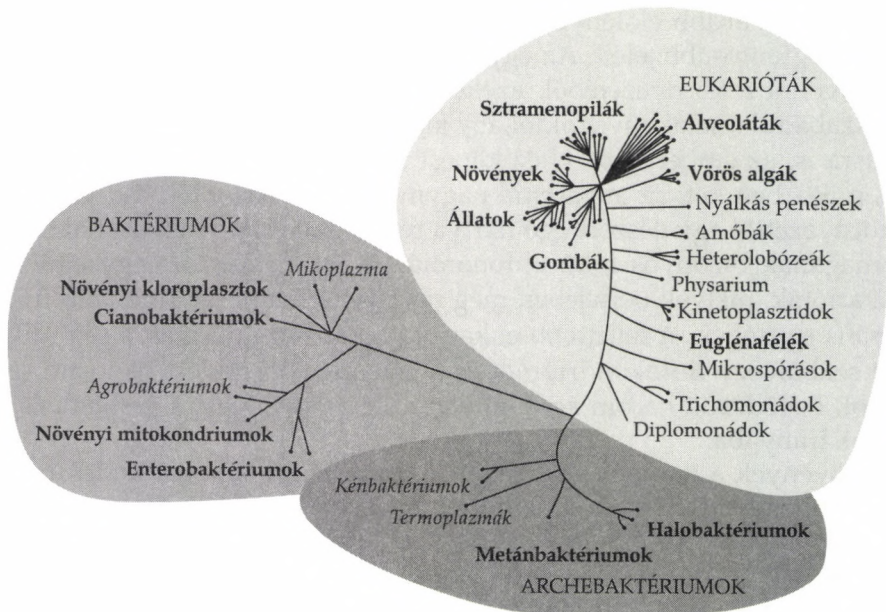
Az evolúció az esetek többségében nem a fenti módon, hanem *kladogenezis* útján valósul meg, amikor a fejlődési vonalak elágaznak, igen sok különböző egyed jön létre, és közülük a táplálékért, az otthonosabb környezetért, a jobb szaporodási feltételekért vívott állandó harc során válik ki a fejlettebb, az összetettebb. A legalkalmasabb megoldás részesül előnyben, ez marad fenn és ezt öröklik vagy utánozzák a későbbi generációk. Az evolúció a sokszínűségekre építve, elágazásokon keresztül hozza létre az újat. Ezt nyomon követhetjük a biológiai evolúciót vázlatosan bemutató törzsfán (1.7. ábra), melyen jól látszik, hogy csak egy fejlődési ág (fílum) sikeres, a többi zsákutcát jelent, fennmarad ugyan, de nem fejlődik tovább, netán ki is hal. Igen fontos az a megfigyelés is, hogy amennyiben egy faj már kifejlődött, fennmaradása során esetleg tökéletesedik, de lényegileg nem változik tovább (Eldredge, 1985).



1.7. ábra. Az élővilág törzsfája (Theobald, 1999 után). Vastag vonallal jelöltük a sikeres fejlődési utat, az elágazásoknál feltüntetett jellegzetességek öröklődnek valamennyi leszármazott fajnál

A legegyszerűbb élőlények egyetlen sejtből állnak, mely már mutatja az élet legfontosabb jeleit. Az egysejtű élőlény képes különböző anyagokat felvenni a környezetéből, ezeket céljainak megfelelően átalakítja és megszabadul a salakanyagoktól, így tartva fenn önmagát. Képes a szaporodásra is, az emberi léptékhez képest viszonylag rövid idő alatt osztódik, miközben két, az anyasejtre nagymértékben hasonló utód jön létre. A környezettől egy összefüggő hártya révén határolódik el, ezáltal biztosít magának bizonyos fokú autonómiát. A legegyszerűbb egysejtűek a prokarióták, melyek belsejében még nem ismerhetők fel különálló funkcionális egységek. A fejlettebb eukarióták már tartalmazzák a sejtműködést szabályozó mitokondriumot és a genetikai átöröklést biztosító sejtmagot. Fejlődésük három ágon folytatódik: a növények, a gombák és az állatok irányába.

A növények a napfény segítségével közvetlenül képesek átalakítani a levegő nitrogénjét, a szén-dioxidot és a vizet szerves anyagokká, ezáltal meghatározó jelentőségű táplálékul szolgálnak a fejlettebb élőlényeknek, további fejlődésre azonban képtelenek, mert helyhez kötöttek, és nem alakultak ki bennük a különböző életfunkciókat lebonyolító szervek. Ezek, mint az ideg- és az érrendszer, lehetővé tették a rovarok és közeli rokonaik, valamint a gerincesek megjelenését, itt azonban egy újabb elágazás, újabb zsákutca jött létre. A rovarok rendkívül szervezett társadalmakat alkotnak, a rovarközösségek, mint például egy hangyaboly jelentős mennyiségű információ birtokában vannak, melyek például lehetővé teszik a munkásaiknak, hogy a táplálék után kutatva igen távolról is visszataláljanak a bolyba. A rovarok azonban kívül hordják a testük merevítéséhez szükséges kitinpáncélt, ezért idegrendszerük mérete korlátozott, és nem képesek tovább bonyolódni, fejlődni. Bár rendkívül szaporák és ellenállóak, szinte kipusztíthatatlanok, mégsem valószínű, hogy új és fejlettebb fajok alakulnak ki belőlük. A törzsfajlás fő útvonala másfelé vezet, oda, ahová a rovarok már nem juthatnak el. A gerincesek vonalán a földtörténeti változások során újabb zsákutcák nyílnak, mint például a halaké vagy a patásoké, a fő fejlődési ág a főemlősöké, itt is elválik a majmok ága az emberétől. Újabban kimutatták, hogy jóllehet a két rokon faj génkészlete mintegy 98%-ban egyezik, mégis meghatározó különbségek jöttek létre, melyek következtében az ember agyának térfogata testéhez képest lényegesen nagyobb lehet, mint a majomé, ezáltal nyitva utat a magasabb rendű szellemi tevékenységnek. A majmok ismét evolúciós zsákutcának tekinthetők, mivel bár képesek egyszerű szerszámokat készíteni, viszonylag szervezett csoportokat létrehozni, agyuk mérete nem elégséges a további fejlődéshez.



1.8. ábra. Az rRNS molekula hasonlósága alapján megszerkesztett törzsfá (Hartyl & Jones, 1998)

A törzsfák a fajok leszármazását mutatják be, és a genetikusok több generációjának szorgalmas munkája révén vetnek fényt az összefüggésekre. Míg korábban az alaktani, élettani, és más tulajdonságok alapján mutatták ki a leszármazási összefüggéseket, ma már a molekuláris biológia lehetővé teszi, hogy bizonyos biológiai óriásmolekulák összetétele alapján vonjunk le fontos következtetéseket. Ilyen óriásmolekula a genetikai üzenetet továbbító ribonukleinsav, melynek egy változata, az rRNS alkalmas arra, hogy rámutasson a fajok közötti rokomságra. Ez annál közelebb, minél kisebb az adott fajban megtalálható rRNS molekulák nukleotidsorrendje közötti különbség. Jól tanulmányozhatók a biológiai zsákutcák az 1.8. ábrán, melyen a fajok között a fenti elv alapján megállapítható rokomságot tüntették fel a szerzők. Minél közelebb áll egymáshoz két faj, annál kisebb a távolság az őket képviselő vonalak között. Az ábrázolás jól mutatja, hogy milyen közeli rokomságban vannak az egyes gomba-, növény- és állatfajok, ugyanakkor az ezektől igen távol lévő baktériumok olyan zsákutca futottak az evolúció folyamán, melyből nincs visszaút.

A fejlődés elágazásai a történelemben is nyomon követhetők, hiszen a jelenleg legfejlettebbnek tekinthető információs társadalom a földközi-

tengeri kultúrákon át a kereszténységen keresztül a felvilágosodás és ennek tanait átvevő és a gyakorlatba átültető angolszász protestáns rendszer közvetítésével jött létre, jelenlegi csúcspontját az Egyesült Államokban érve el. Más birodalmak, mint a kínai vagy az indiai, különböző okok miatt megrekedtek a fejlődésben, mai gazdasági fellendülésük nem saját kulturális forrásaiknak, hanem a nyugati minták átvételének köszönhető, bár kérdéses, hogy kizárólag a gazdasággal kell-e mérnünk a fejlődés szintjét. Egyes balszerencsés társadalmak, mint a Yucatan-félszigeten élő majáké, teljesen szét is bomlottak, csupán néhány csodálatos épületet és más emléket hagyva maguk után. Történelmi zsákutcának tekinthető a fasizmus és a vele rokonságban lévő kommunizmus is, emberek tízmillióinak kellett szenvedniük és meghalniuk, míg a világ előtt nyilvánvalóvá nem vált, hogy az ígért földi mennyország valójában csak egy igen szűk csoport számára érhető el, nekik is csak torz formában.

Az élet megjelenését megelőző példa a fejlődés zsákutcaira Teilhard de Chardintól (1980) származik: „...az ásványfajtákat a végleg megmerevedett szervezetekhez hasonlíthatnánk, amelyek a fejlődésük során már korai stádiumukban önmagukba záródtak. Velük született szerkezetük molekuláikat nem engedi nőni.” A szén- és néhány más atomból felépülő szerves molekulák nem ilyenek, hiszen átlagos földi körülmények között alakulhatnak át egyre bonyolultabb, a kiindulási szerkezet(ek)et magukban foglaló nagyobb molekulákká. Nem véletlen tehát, hogy földi körülmények között az élet szénvegyületekre épül, ezek egyre összetettebbek lehetnek, egyre több információt hordozhatnak és adhatnak tovább.

Úgy tűnik, hogy a fejlődés elágazó jellege meghatározó jelentőségű és nyomon követhető az ősröbbanástól egészen napjainkig. Nyilvánvaló, hogy csak úgy érvényesülhet, ha megvalósul a sokszínűség, a különböző, kisebb-nagyobb mértékben összetett élettelen rendszerek, élő szervezetek, egyének és társadalmak minél változatosabbak, hiszen minél több variáció áll rendelkezésre, annál nagyobb az esélye az összetettség növekedésének, a környezetével kölcsönhatásban álló, fejlődésre leginkább képes rendszernek a megjelenésére. Az uniformizálás sem az élővilágban, sem az emberi társadalmakban nem vezet hosszú távon sikerre. Egy másik feltétel az állandó rivalizálás, a harc a jobb körülmények megteremtéséért, mely előtérbe helyezi a környezethez jobban alkalmazkodó, rátermettebb egyedeket. A versenyt az együttműködés egészíti ki, azok a csoportok szereznek előnyt az evolúció során, melyekben a kooperáció magasabb fokra jutott.

Gyorsuló idő

Ha szemügyre vesszük az evolúció időbeli lefolyását, rögtön szembetűnik, hogy a világegyetem története során a komplexitás gyorsulva növekszik. Becslések szerint körülbelül 12 milliárd éve történt az ősrobbanás, kialakultak az elemi részecskék, melyek hidrogén- és héliumatomokká álltak össze. Ezután hosszú-hosszú ideig csak észrevétlenül növekedett az összetettség, a nehezebb atomok kialakulása, majd a csillagközi porfelhők összecsomósodása rendkívül hosszú időt vett igénybe. Mai tudásunk szerint 7,5 milliárd év telt el, amire kialakult a Naprendszer, ez a nem túlságosan összetett képződmény, melyben a központi csillagot számos bolygó veszi körül, jól meghatározott pályán keringve körülötte. Eleinte néhány fajta elemi részecskéből állt, melyek a Napban plazmaállapotban vannak ma is jelen, a bolygókban uralkodó alacsonyabb hőmérsékleten már nehezebb atomok is megjelentek. A Nap és a bolygók rendszere makroszkopikus szinten könnyen áttekinthető: a központi égitest körül meghatározott ellipszispályán keringenek az égitestek és néhány, viszonylag egyszerű matematikai összefüggéssel leírható a mozgásuk.

A bolygók egyike, a 4,6 milliárd éves Föld méreteinél és összetételénél fogva a további fejlődés színtere lehetett, mert jelentős mennyiségben halmozódtak fel anyagában a nehezebb atomok, mint az oxigén, a magnézium, a kalcium, a szilícium és a vas. Ezekből már jóval összetettebb rendszerek keletkezhettek, megjelentek az ásványok, melyekben az egyes atomok összekapcsolódtak, és meglehetősen bonyolult atomi rácsszerkezetek alakultak ki. Felgyorsult az összetettség növekedése, megjelentek a molekulák, közöttük a szerves molekulák, melyekkel a komplexitás ugrásszerűen megnőtt. Az atomi rácsszerkezetekhez viszonyítva lényegesen komplexebbek a különböző heteroatomokat tartalmazó szénláncok, mint a polipeptidok és a polinukleotidok. Ezekből épülnek fel a fehérjemolekulák és a nukleinsavak, melyekre alapozva bekövetkezett egy ugrás, „mindössze” 3-400 millió év kellett ahhoz, hogy kialakuljon az élet és megjelenjenek a primitívebb prokarióta sejtek. Ezután ismét lelassult az evolúció, majdnem kétmilliárd év lassú fejlődésére volt szükség ahhoz, hogy megjelenjenek a Földön a fejlettebb eukarióta sejtek.

A gerincesek feltűnése már csak 800 millió évet váratott magára, és egyre gyorsult a fejlődés, miközben egy újabb ugrás során az állatok a viágtengerből kiindulva, jó 100 millió év alatt meghódították a szárazföldet. Ez után viszont kétszázötvenmillió évnek kellett eltelni ahhoz, hogy kifejlődjenek a dinoszauruszok, és birtokukba vegyék a Földet. Majdnem ugyanennyi idő múlva, 4 millió évvel ezelőtt megjelent az első előember, majd 300 000 éve a vértesszőlősi ősember. 13 000 éve ért véget a jégkor-

szak, lehetővé téve az ember elterjedését az egész világon, ezután már rohamléptekben haladtunk előre. 10 000 éve jöttek létre az első városok, 5000 éve az egyiptomi kultúra, 2000 éve tetőzött a római civilizáció. Koreában 800 éve, Európában 450 éve fejlesztették ki a könyvnyomtatást, majd a XVIII. századi felvilágosodás idején, 250 éve jött az ipari forradalom, addig soha nem látott gépek vették le az ember válláról a fizikai munka terhét. A technológia Edison óta versenytárs nélkül járja diadalútját, és 1940 óta, 60 év alatt megkétszereződött az emberiség ismeretanyaga. A lélegzetelállító változások mára szinte követhetetlené váltak, a XX. században egy generáció élhette meg a kvantummechanika kifejlesztését, a holdutazást és az emberi genom feltérképezését. Jó 10 éve beszélünk információs társadalomról, melyben az egymással összekapcsolt számítógépek vették át az egyre bonyolultabb technológiai, katonai, adminisztrációs és egyéb rendszerek vezérlését. Az emberiség egyre nagyobb tempót diktál magának, csak arra nem sokan tudják a választ, hova rohanunk.

A világ történetének gyorsulása jól érzékelhető abból a naptárból, melyet Carl Sagan (1977) szerkesztett (lásd az 1.9. ábrát). Ha a világegyetem egész történetét egyetlen évbe sűrítjük, decemberre összpontosulnak a főbb változások, az emberiség történelme pedig mindössze másfél órára terjed.

A gyorsuló evolúció egy lehetséges magyarázata, legalábbis értelmezése Cairns-Smith (1971) nevéhez fűződik. A jelenség lényegének megértéséhez helyettesítsük az evolúció magasabb fokára jutott összetett rendszert egy adott hosszúságú, mondjuk 100 jelből álló sorozattal. Ha csak a véletlenre hagyatkozunk, és addig rakosgatjuk a jeleket vaktában egymás mellé, amíg az adott jelsorozat elő nem áll, 20 különböző jel esetében a lehetséges variációk száma $20^{100} = 10^{130}$. Ha 1 variáció kirakásához 10 másodperc szükséges, ez a próbálgatás 10^{126} évet venne igénybe, ugyanakkor a világegyetem életkora csupán 10^{10} év, mindössze egy pillanat az előbbi, el sem képzelhetően hosszú időhöz képest. Jelentősen csökken azonban a próbálgatás ideje, ha van arra módunk, hogy megőrizzük azt a jelkombinációt, amit már egyszer eltaláltunk. Az első jel eltalálásához 20 próbálgatásra van szükség, ha a helyes találatot elraktározzuk, a második jelet ugyancsak legfeljebb a huszadikra találjuk meg, mert nem kell előlről kezdeni az elsővel, azt már ismerjük. 20^{100} helyett tehát $20 \times 100 = 2000$ tíz másodperces próbálkozás elegendő, ez pedig mindössze öt és fél óra! Az evolúciónak az a különleges sajátossága, hogy megőrzi a már bevált régít, és erre építi az újat, egyúttal biztosítja a gyorsulást is, az összetettség egyre sebesebb növekedését.

Ahogy végigtekintünk a világegyetem fejlődésén, és számba vesszük, mely fázis mennyi ideig tartott, feltűnhet, hogy a gyorsulás nem

DECEMBER ELŐTT

Az ősrobbanás	január 1.
A Tejútrendszer kialakulása	május 1.
A Naprendszer kialakulása	szeptember 9.
A Föld kialakulása	szeptember 14.
Az élet megjelenése	szeptember 25.
Az első baktériumok	október 9.
A fotoszintézis	november 12.

DECEMBER

Vasárnap	Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Péntek	Szombat
	1. oxigén a légkörben	2.	3.	4.	5.	6.
7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
14.	15.	16. férgék	17.	18. planktonok	19. gerincesek	20. növények a szárazföldön
21. rovarok	22.	23. hüllők	24. dino- sauruszok	25.	26. emlősök	27. madarak
28.	29. majmok	30. ember- szabásúak	31. ember			

DECEMBER 31.

A majmok és az ember közös őse	13:30
Az ember	22:30
A kőeszközök használata	23:00
A tűzgyújtás	23:46
Barlangrajzok Európában	23:59
A mezőgazdaság kialakulása	23:59:20
Az első városok	23:59:35
A sumér és egyiptomi civilizáció	23:59:50
Az írás	23:59:51
Az euklideszi geometria	23:59:56
Amerika felfedezése	23:59:59
Az információs társadalom	24:00:00

1.9. ábra. Kozmikus naptár

egyenletes, hanem a lassú, hosszú ideig tartó változásokat hirtelen ugrások tarkítják, amikor az összetettség látványosan növekszik. Az első ilyen ugrás minden bizonnyal maga az ősrobbanás volt, amikor mindössze 300 ezer év kellett ahhoz, hogy a semmit jelentő, végtelenül egyszerű őstojásból létrejöjjenek a semleges hidrogén- és héliumatomok. Ezután a bolygók kialakulása történt ugrásszerűen, miután a világegyetem sokmilliárd évig szinte változatlan állapotban volt, melyben viszonylag egyszerű csillagok születtek a hatalmas gázfelhőkből. Csupán 100 millió év kellett ahhoz, hogy a Naprendszer, benne az életnek jelenleg ismert formáinak ott-hont adó bolygó, az akkor még primitív és forró Föld létrejöjjön. Ezután ismét nem sok történt, míg egyszer csak, „alig” 500 millió év alatt kifejlődött az addig soha nem létező, igencsak összetett rendszer, az élővilág. Az első élő szervezetek kifejlődése után hosszú-hosszú ideig nem következett be nagy változás, mígnem a kambrium elnevezésű földtörténeti korban hirtelen megnőtt a különböző fajok száma, kiteljesedett a biológiai sokféleség. Ha nagyot lépünk előre az időben és elérünk az emberiség történelméig, ott is felismerhetők az ugrások. Míg az első emberi közösségek már százezer és százezer éve léteztek és működtek együtt, a földművelés elterjedésével, csak nyolcezer évvel ezelőtt Mezopotámiában alakultak ki a városok, melyek egy-két ezer év alatt szaporodtak el mindenütt, a közösségi lét új lehetőségeit kínálva fel lakóiknak. Az ipari forradalom úgy száz év alatt tette jóval egyszerűbbé és hatékonyabbá a javak előállítását, kényelmesebbé téve ezzel milliók életét. Manapság az információs társadalom kialakulásának idejét éljük, mindössze másfél évtized kellett ahhoz, hogy a korábban csak a szakértők játékszerének tekintett számítógépek benyomuljanak mindennapi életünkbe, sok vonatkozásban alapvetően megváltoztatva azt.

2. MÚLT

Az ősrobbanástól a Naprendszerig

Az ősrobbanás előtt nem volt semmi, se anyag, se idő. Ezt az állapotot nehéz elképzelni, hiszen nap mint nap észleljük a testünket, a minket körülvevő tárgyakat, és múlik az idő, megszületünk, felnövünk, emlékezünk, majd ránk is emlékeznek. Ez az időtlen, anyagtalan állapot leginkább a világűr valamely elhagyatott, égitestekkel vagy más csillagközi anyaggal be nem népesített tartományához hasonlítható, melyet, ha személyesen nem is, de műszereink révén megtapasztalhatunk. A teljes üresség és időtlenség érzetét leginkább talán a világűrben sétáló asztronauták élhették át néhány pillanatra, amikor elfordultak az egyedül biztonságot jelentő hajójuktól, és kinéztek a semmibe. Nem is lehetünk teljes bizonyosságban az ősrobbanást megelőző állapotról, hiszen csak egy tudományos elmélet és a rá alapozott elméleti modell jelenti a kapcsolatot a jelen és az elképzelhetetlenül távoli múlt között. Bár egyre több közvetett kísérleti adat és logikai következtetés támasztja alá az ősrobbanás elméletét, senki sem volt ott közülünk, így végeredményben hit kérdése, hogy elfogadjuk-e vagy sem. Nem valószínű tehát, hogy el tudjuk dönteni a vitát, ott volt-e Isten, az anyagtalan szellem ebben az űrben, aki elindíthatta az ősrobbanást, így kezdve hozzá a teremtés nagy művéhez. Aki hisz benne, annak van Isten, mondja Gorkij hőse az *Éjjeli menedékhelyben*, logikai okoskodással itt nem lehet érvelni.

Tíz-tizenöt milliárd évvel ezelőtt az egész világegyetem egyetlen pontban zsúfolódott össze (Hawking, 1995). A matematikusok az ilyen állapotot szingularitásnak nevezik, amit egy olyan függvényszerű eloszlással jellemezhetünk, melynek értéke a tér minden pontjában zérus, egyetlen egyet kivéve, ahol viszont végtelen nagy. A valóságban persze nincs ilyen képződmény, a szingularitás csupán viszonylag könnyen kezelhető matematikai modell, melyet például igen kicsiny térrészre összpontosuló, igen nagy tömegű rendszer leírására használhatunk. Az univerzum őse, az őstojás lehetett akkora, mint akár egy atommag, akár egy pingpong-

labda, vagy akár egy meteorit, melyben benne volt mai világunk egésze, mindhárom esetben azonos matematikai közelítéssel írhatjuk le a modelünket. Az őstojás, amellett, hogy elképzelhetetlenül sok anyag koncentráldott benne, iszonyatosan forró is volt, vagyis egy matematikai fogalommal kifejezve: végtelen nagy energia szorult belé, ami az ősrobbanás (más kifejezéssel Big Bang, magyarul Nagy Bumm) következtében szabaddult ki börtönéből, és kezdte el betölteni az éppen a robbanás következtében egyre bővebben rendelkezésére álló teret. Pontosabban szólva, az őstojásban nem lehetett megkülönböztetni az anyagot és az energiát, ezek a kezdetben tulajdonképpen nem is léteztek, éppúgy, mint az idő sem.

*A föld puszta és üres volt, és sötétség volt a mélység felett, és Isten lelke a vizek felett lebegett. És Isten szólt: „Legyen világosság!”
És lett világosság. (Ter 1,2-3).*

A kvantumelmélet alapján arra lehet következtetni, hogy közvetlenül az ősrobbanás után a természetben jelenleg ható négyféle erő (erős és gyenge nukleáris, elektromágneses és gravitációs kölcsönhatás) egyetlen „szupererő”-ben egyesült (Marx, 1996). A legegyszerűbb elemi részecskék, a kvarkok hármasával összeálltak, és kialakították a fény kvantumait, a fotonokat, emellett pozitronokat és neutrínókat, valamint ezek antirészecskéit, az elektronokat és az antineutrínókat. Igen kis mennyiségben megjelentek a protonok, egy milliárd fotonra és elektronra egyetlen egy jutott belőlük. A létrejötté utáni első pillanatokban a világegyetem szinte elképzelhetetlenül sűrű volt, és döntő mértékben fotonokból, vagyis sugárzásból állt. Ekkor még nagyon messze voltunk a mai világ összetettségétől, néhány fajta részecske csupán egyfajta kölcsönhatás révén állt egymással kapcsolatban, feltételezett állapotukat egyetlen egyenlettel ma is le tudjuk írni, mely matematikailag, valószínűleg megbízhatóan határozza meg az akkori eseményeket. Egyszerű, de éppen ezért érdektelen és rideg volt a világ.

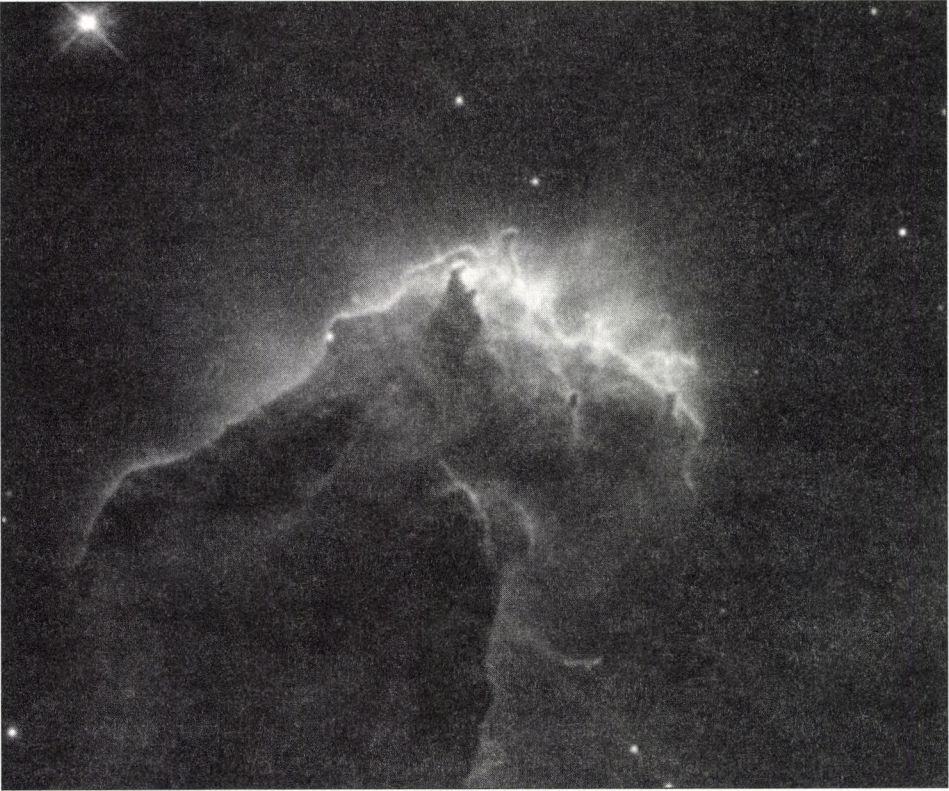
Létrejötté után az univerzum igen gyorsan, a fény sebességét többszörösen meghaladó sebességgel tágult, egyidejűleg gyorsan csökkent a hőmérséklete. Ez csak úgy volt lehetséges, ha akkoriban a relativitáselmélet sem volt még érvényes, csak a későbbi fejlődés révén vált alapvető természeti törvénnyé. Mire a hőmérséklet elérte a Nap belsejében mért érték százmilliószorosát, kialakultak a máig is működő elemi kölcsönhatások, majd további, a másodperc ezredrészéig tartó tágulás után a világegyetem körülbelül akkora lett, mint a jelenlegi Naprendszer. Akkori viszonylagos egyszerűségére az is utal, hogy szinte tökéletesen izotróp volt,

vagyis az energia és a vele együtt létező kevéske anyag majdnem egyenletesen oszlott szét a térben. Ez a „majdnem” igen fontos, ugyanis a jelenleg érvényes elméletek szerint a folytonos eloszlást megzavaró kicsiny egyenetlenségek, fluktuációk nélkül nem jöhettek volna létre a csillagok halmazai, a galaxisok.

Az univerzum tehát plazmaállapotú volt, melyben az anyag és a sugárzás elválaszthatatlanul létezett egymás mellett. Azonos arányban, bár igen kis mennyiségben voltak megtalálhatók a protonok és a neutronok. A robbanás után egy század másodperccel a már meglévő neutronok nagy számban bomlásnak indultak, elektronok és protonok keletkeztek, és a fotonokkal együtt ezek a részecskék képezték azt az anyaghalmazt, melyből kiindulva kifejlődött mai világunk. Ebben az időszakban alakult ki a már említett négy alapvető kölcsönhatás, a sugárzásból a fotonok közvetítésével folyamatosan anyag keletkezett. A világ még mindig rendkívül sűrű volt, egy köbcéntiméterben 10^{14} g anyagnak megfelelő energia zsúfolódott össze.

A robbanás után egy másodperccel a gázfelhő tovább tágult, és az univerzum hőmérséklete tízmilliárd fokra csökkent, a fotonok energiája már nem volt elegendő ahhoz, hogy megakadályozzák az anyag keletkezését. Három perc elteltével, egymilliárd fokos hőmérsékleten a protonok és neutronok annyira lelassultak, hogy lehetségessé vált a nehezebb nukleonok szintézise. A neutronok közvetítésével több proton is kombinálódhatott, kialakultak a nehezebb atommagok, elsősorban a deutérium, két proton és két neutron egyesüléséből pedig a hélium atommagja. A kezdeti időkre emlékeztet az a megfigyelés, hogy ma is a hidrogén teszi ki az univerzum anyagának nagyobb részét, a hélium pedig további 25%-át. Nyilvánvalóan csak olyan összetételű gázfelhők maradhattak tartósan együtt, melyek elektromosan semlegesek, így miután az ősrobbanás után vagy háromszázezer évvel a hőmérséklet tízezer fok alá süllyedt, a Coulomb-vonzás hatására protonokból és elektronokból hidrogénatomok keletkeztek, a héliummagok is elektronokat vonzottak maguk köré, hidrogénmagokkal kombinálódtak, és létrejött a periódusos rendszer következő eleme, a lítium is. A mai méretének még mindig csak az ezredrészét betöltő világegyetem energiasűrűsége olyan értékre süllyedt, melynél már észlelhető lett a fény, végleg elvált az anyagtól. A semleges atomok gázfelhökké sűrűsödtek, melyekből később a csillagok keletkeztek. Megszülettek az univerzum legősibb kövületei (Peebles et al., 1998).

A főleg hidrogénből álló, hatalmas kiterjedésű gázfelhők sok millió évig változatlanul maradtak, az idők során azonban más felhőkkel ütközve a nehézségi erő hatására sűrűsödni kezdtek, és méretüktől függően két fő irányban fejlődtek tovább (Bannister, 1999). A mi Napunknak megfelele-



2.1. ábra. Csillag születése (Hester & Scowen, 1995)

lő mennyiségű anyagot tartalmazó gázfelhők belsejében egyre több és több anyag koncentráldott, hatalmasra nőtt a nyomás, a zsugorodás felgyorsult, és a felhők belsejében kialakult egy nehéz, forró mag, melynek hőmérséklete egyre nőtt. Két ellentétes hatás, a gravitációs vonzás és a növekvő hőmérséklet következtében növekvő belső nyomás eredőjeként megkezdődött a csillagok kialakulása (lásd a 2.1. ábrát). A születő égitest közepében egyre emelkedett a hőmérséklet, és elért egy olyan határt, melynél beindulhatott a hidrogénatomok fúziója héliummá, az egyszerűbb rendszer tehát bonyolultabbá vált. Kialakult a fiatal csillag, melyben a magreakciók révén energiát szolgáltató, forró központi magot diffúz gázfelhő vette körül. Egyes csillagoknál a forgó mozgás hatására vagy más okból ez a felhő leszakadt a magról, más esetekben a gázfelhő nemcsak egy, hanem több csillaggá csomósodott össze, így már egészen bonyolult csillagrendszerek jöttek létre, fokozatosan nőtt a világegyetem komplexitása.

Amikor a Naphoz hasonló csillag teljesen kifejlődik, anyagának körülbelül kétharmada hidrogén, mely egy magreakció révén folyamatosan héliummá alakul. A jelenleg elfogadott tudományos elméletek szerint egy csillag körülbelül 10 milliárd évig maradhat ilyen állapotban, a mi Napunk ennek az időnek körülbelül a felénél tart. Amint egyre több hélium keletkezik a csillag magjában, a központi régiók összehúzódnak, és emelkedik a hőmérséklet, a csillag egyre fényesebb lesz. Előfordulhat, hogy a közepében kizárólag hélium van, és azok a magreakciók, melyek a csillag energiáját biztosítják, ebben a régióban zajlanak le. Ahogyan egyre több hélium keletkezik, a központi mag nagyobb és nagyobb lesz, megközelíti a csillag felszínét. A legkülső rétegek lehűlnek, egyre kijebb kerülnek, a csillag eredeti méretének több százszorosára tágul, és létrejön egy úgynevezett vörös óriás. Bizonyos esetekben akkorára nőhet a hőmérséklet, hogy újabb atommag-reakciók indulnak be, héliumból szén keletkezik. A hidrogénből álló külső zóna összezsugorodik, a csillag többé nem érdemli ki a vörös óriás nevet. Központjában az energiatermelő folyamat már nem a hidrogén \rightarrow hélium reakció, hanem a hélium \rightarrow szén átalakulás, és egy idő múlva a csillagból ismét vörös óriás lesz. Ez a helyzet azonban már más, mint az első felfúvódásnál, ugyanis az igen sűrű, szénből álló központi régió már nem nőhet akkorára, hogy újfajta magreakciók indulhatnának meg benne. Körülbelül egy millió évvel az után, hogy a csillag másodszor is vörös óriás lett, a magreakciók leállnak a belsőjében, az energiát már csak a felszínhez közelebb eső hidrogén- és héliummagok átalakulása szolgáltatja. Néhány ezer évvel később a csillag központi része összezsugorodik és felmelegszik, ezzel egyidejűleg lerázza magáról a külső gázfelhőt. Ezután csak egy igen forró, akár százezer fokot is elérő hőmérsékletű, viszonylag kis objektum marad hátra, mely fokozatosan hűl és zsugorodik, hogy egy idő múlva úgynevezett fehér törpévé alakuljon, melyből azután évmilliárdok során egyre hűlve fekete törpe lesz.

Azok a gázfelhők, melyek összes tömege jelentősen meghaladja a Napunkét, a fentitől eltérő pályát futnak be létük során. Fejlődésük során hőmérsékletük jóval nagyobb lesz, mint a Napé, és fényesebbek is lesznek nála. Belső magjuk lényegesen forróbb, ami gyorsabb „öregedéshez” vezet, miután a csillag rendelkezésére álló nagyobb mennyiségű üzemanyagot gyorsabban használja el, mint kisebb társa. Egy csillag, melynek a tömege a Napénak ötszöröse, százszor gyorsabban alakul át vörös óriássá, ugyanakkor a magasabb belső hőmérséklet eredményeképpen a szén is el tudja égetni, miközben a központi mag körül már nem hidrogén, hanem hélium „ég”, vagyis vesz részt energiatermelő magreakciókban. A magreakciók egész sorozata indul be, miközben a héliumból szén

mellett oxigén, a szénből neon és magnézium, az oxigénből szilícium és kén, ezekből az atommagokból pedig vas keletkezik. Itt megszakad a sorozat, mert a vas már csak óriási energia árán alakulhat át nála nehezebb elemmé, ez nem áll rendelkezésre a csillag belsejében. A Napnál lényegesen nagyobb csillagok fejlődése tehát alapvető jelentőségű, hiszen ezek termelik a nehezebb, komplexebb atommagokat, melyekből majd semleges atomok keletkezhetnek. Ezek is átmennek a fehértörpe-állapoton, és ha tömegük ekkor is meghaladja a Nap tömegének másfélszeresét, drámai események közepette fejezik be életüket, bekövetkezik a szupernóva-robbanás.

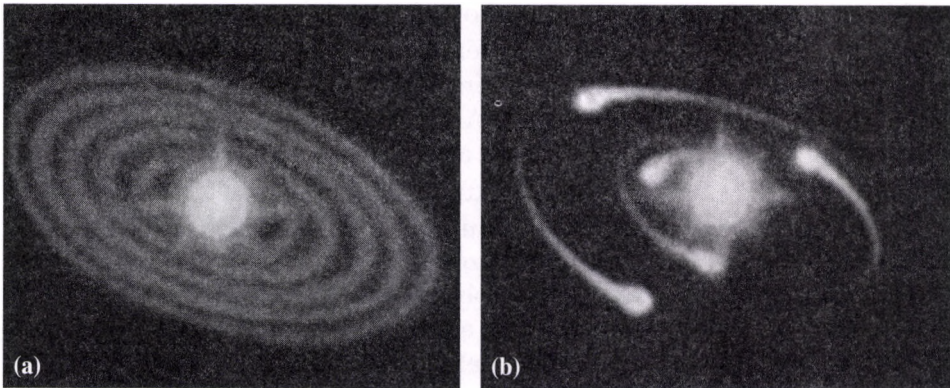
A nagyobb csillagok magjában vas van, ami már nem alakul át tovább, ezért nem lehetséges a további energiatermelés. Miután több és több anyag préselődik a magba, nő a sűrűség, és eléri a fehér törpékét. Az energiahordozó elfogy, csökken a belső nyomás, mely eddig megakadályozta a csillag összeroppanását. A hatalmas gravitációs vonzás eredményeképpen néhány másodperc alatt a külső atmoszféra belezuhan a központba, és egy elképzelhetetlenül nagy sűrűségű képződmény, a neutroncsillag jön létre. Ebben a semleges neutronok közvetlenül egymás szomszédságában helyezkednek el, jóformán nincs közöttük üres tér, ezért lesz a sűrűség a mindennapi életben előforduló anyagokénál sok nagyságrenddel nagyobb. A zuhanás energiátöbbletét hatalmas robbanás vezeti le, a csillag egy rövid ideig felfénylik, több fényt bocsát ki, mint a galaxis összes többi csillaga együttvéve. A külső köpenyben lévő, hidrogént, héliumot, szenet és más nehezebb atommagokat tartalmazó gázok szétszóródnak az űrben, megteremtve a bonyolultabb molekulák kialakulásának lehetőségét.

A szupernóva-robbanást nevezhetjük talán az első zsákutcának a világ-egyetem evolúciója során. A robbanás következtében kialakuló neutroncsillag nem fejlődhet tovább, összetettsége nem növekedhet, sőt inkább csökkenhet, ha olyan nagy a tömege, hogy tovább zsugorodik, és a mai elméletek szerint úgynevezett fekete lyuk keletkezik belőle. Ez a közvetlenül nem észlelhető égitest, melynek létre számos kísérlet és elméleti fejtegetés utal, helyi szinten a világ végének felel meg, hiszen még a fény sem hagyhatja el a felszínét, minden közelítő égitestet örökre rabul ejtő, önmagába záródott világ, melyből nem vezet út sehová.

Az univerzum anyaga evolúciója során különböző utakat járt be, a hidrogénből és héliumból álló gázfelhők sűrűsödése eredményeképpen különböző méretű, ezért különböző tulajdonságú, különböző fejlődési pályát bejáró csillagok keletkeztek, melyek együtt maradtak, és a gázfelhőkkel együtt úgynevezett galaxisokat alkotnak. Egy ilyen galaxis a mi Tejútrendszerünk is. A galaxisok egyes csillagaiban bekövetkező szupernóva-

robbanások következtében megjelentek a nehezebb elemek is, mint például a szén vagy a szilícium, és már nemcsak gázállapotú, hanem szilárd részecskék is kialakultak.

Tekintsük most át, hogyan keletkezhetett a Naprendszer (lásd pl. Allègre & Schneider, 1998). Bár ezzel kapcsolatban több elmélet született, jelenleg a „nebula-hipotézis”-t fogadják el leginkább, melyek lényege a következő. Körülbelül 4,7 milliárd évvel ezelőtt egy hatalmas gáz- és porfelhőben véletlenszerűen létrejött egy viszonylag nagy sűrűségű központ, és a felhő a gravitációs vonzás következtében egyre jobban összehúzódott. A folyamatosan forgó mozgást végző gáz- és porfelhő központja egyre sűrűsödött, úgynevezett „proto-nap” a mai Napunk elődje jött létre benne, melynek környezetében több gyűrűben rendeződött a felhő további anyaga (lásd 2.2. ábra). Ezek a gyűrűk a további forgás és helyi zsugorodás következtében fokozatosan átalakultak a mai bolygókká, majd ezek a bolygók a belső hőtermelés miatt felmelegedtek, és elvesztették a körülöttük elhelyezkedő gázburkot, mely végleg távozott. Ma bolygórendszerünk központi csillagában, a Napban összpontosul teljes tömegének 99,9%-a, mely hidrogénből és héliumból áll össze. A Nap közelében helyezkednek el a belső bolygók, a Merkúr, a Vénusz, a Föld, a Mars és a kisméretű égitestekből álló aszteroidaövezet, tőle távolabb pedig a külső bolygók, a Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz és a Plútó. A belső bolygók sűrűsége nagyobb, 4 és 5,5 g/cm³ között változik, vagyis akkora, mint a mai hegyeinket alkotó különböző kőzeteké. Ez nem meglepő, hiszen ezek a bolygók döntő mértékben nehezebb elemekből, vasból, oxigénből, szilíciumból és magnéziumból állnak. Miután a Nap közelében van a legnagyobb forráság, itt csak a vasból álló porszemek sza-



2.2. ábra. A Naprendszer feltételezett keletkezése. (a) A gázfelhő elhelyezkedése a központi égitest körül, (b) a gyűrűk összesűrűsödése égitestekké (Chaisson, 1988)

porodhatnak fel, mivel ezek nem párolognak el ilyen magas hőmérsékleten sem. Kissé távolabb már nincs ilyen meleg, így a vas mellett különböző szilikát- és egyéb ásványok is megjelenhetnek a porszemek alkotórészei között. Legkívül a vas és az ásványok mellett kisebb fajsúlyú anyagok helyezkednek el, ezért a külső bolygók sűrűsége kisebb, 0,7 és 1,7 g/cm³ között változik, ezek főként hidrogénből, héliumból, metánból, ammóniából és vízből tevődnek össze.

A bolygók kialakulása nem mehetett volna végbe, ha a csillagközi térben nem lettek volna jelen kémiai erők által összetartott és a gravitáció által egyre nagyobbra növelt szilárd részecskék. Ez a kozmikus por fokozatosan összeállt, piciny részecskék keletkeztek, ezekből homokszemek, melyek egyre nagyobb gömbökké álltak össze, ezekből kisbolygók lettek, végül több égitest mérete elérte a mi Holdunkét. A nagyobb aggregátumok magukhoz vonzották a kisebbeket, ezáltal csökkent a számuk, miközben sokszor kaotikus események is bekövetkeztek: a becsapódó meteoritok megváltoztatták a bolygó pályáját, néha krátereket képeztek a felszínén. A kisebb égitestek közül a bolygók maguk is befogtak néhányat, legtöbbjüknek van egy vagy több holdja, mely jóval kisebb a központi bolygónál, és ellipszis alakú pályán kering körülötte. Számítások szerint a Naprendszer kialakulása ugrásszerűen történt, viszonylag rövid időt, mintegy 100 millió évet vehetett igénybe. A világegyetem története során talán ekkor történt meg először, hogy az evolúció nem folyamatosan gyorsulva, hanem ugrásszerűen haladt előre. A központi csillaggal, a körülötte keringő bolygókkal, azok holdjaival, a meteoritokkal és más bolygóközi objektumokkal a Naprendszer már meglehetősen összetett képződmény, ha a korábban létező, kisebb-nagyobb csillagokkal és a közöttük szétterjedő gáz- és porfelhőkkel hasonlítjuk össze. Ebben az időszakban viszonylag hirtelen nőtt a komplexitás.

A Napból kisugárzott, egységnyi térrészre eső hő mennyiségének csökkenése miatt a bolygók felszíni hőmérséklete fokozatosan csökken, ahogy távolodunk központi csillagunktól. A legbelső bolygó, a Merkúr túlságosan forró, a külsők pedig túl hidegek ahhoz, hogy a ma ismert módon növekedhetne az összetettségük, kialakuljanak rajtuk az élet molekulái. Van azonban egy különleges bolygó, a mi Földünk, mely sem túl közel, sem túl távol nem kering a Nap körül, ezért éppen annyi energiát kap, hogy beindulhassanak a felszínén olyan folyamatok, melyek a komplexitás növekedéséhez, az élet, az ember, majd a társadalmak kialakulásához vezetnek. Tekintsük most át a Föld történetét!

Megszületik a kék bolygó!

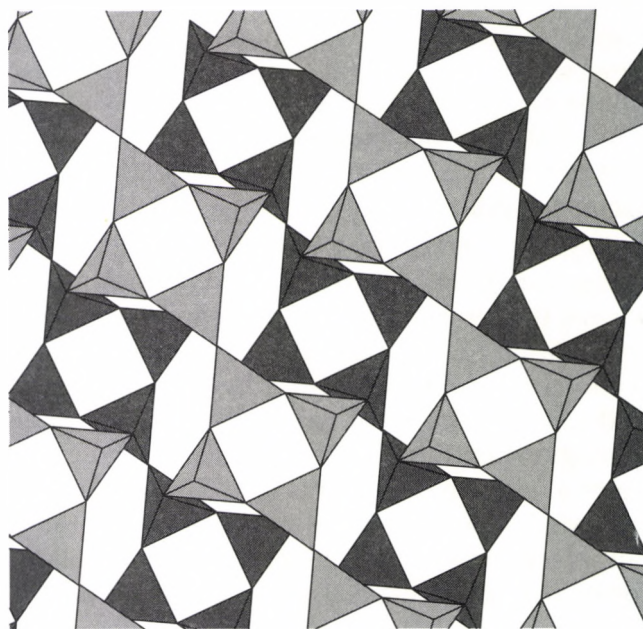
Miközben kialakultak az égitestek, közöttük 4,6 milliárd évvel ezelőtt a Föld, folyamatosan bombázták őket a környezetükből érkező kisebb vagy nagyobb égi objektumok, és mint már említettük, ennek volt köszönhető fokozatos növekedésük. Egyik-másik ütköző partner mérete elérte a Holdét, vagy akár a Marsét is. Egyes elméletek szerint a Hold is egy ilyen hatalmas ütközés következtében vált ki a Földből, mások szerint bolygónk nehézségi ereje befogta valamelyik közelben lévő égitestet, megint mások szerint pedig a Föld és a Hold együtt keletkezhetett a Naprendszer kialakulása során. Nyilvánvaló, hogy az ütközések egyik legfontosabb következménye az volt, hogy óriási hó keletkezett, bolygónk addig szilárd anyaga megolvadt, és kialakult az úgynevezett magma-óceán (Allègre & Schneider, 1998), mely évmillióig biztosította az akkor igen erőteljes vulkáni tevékenységet. Kereken 4,4 milliárd évvel ezelőtt, úgy 150 millió évvel a megszületése után az addig képlékeny Föld megszilárdult, és vulkanikus szigetek népesítették be, de felszíne még túl forró volt ahhoz, hogy kialakulhassanak az óceánok, melyek később a további fejlődés színterévé váltak.

Az olvadt anyag a Föld belsejében súlya szerint rendeződött, legfelülre került a vasból és nikkeltől álló központi, szilárd mag, ezt olvadt vas-nikkel héj vette és veszi ma is körül, majd a következő, alsó köpeny jó részét szilíciumból, oxigénből, vasból és magnéziumból áll. A külső héjban főleg alumínium, kalcium, vas, magnézium, nátrium és kálium található, majd megjelent az óceánok, illetve a kontinensek talapzatát alkotó réteg, melynek összetétele ettől eltér. Több más réteg mellett kialakul az óceánokat magába foglaló hidroszféra, a felszíni kőzeteket befogadó litoszféra, a levegőréteg, vagyis az atmoszféra, a Földet határoló sztratoszféra, végül a majdnem tízezer kilométerre kiterjedő külső atmoszféra, mely egyre csökkenő sűrűségű, de térfogat-egységenként még mindig jóval több anyag van benne, mint a csillagok között elhelyezkedő gázfelhőkben. Ma a Föld tömegének 35%-át vas, 30%-át oxigén, 15%-át szilícium, 13%-át pedig magnézium teszi ki, mely elemek vagy egymagukban fordulnak elő, mint a vas, vagy a legfontosabb ásványokat alkotják, mint a szilícium és az oxigén, mely elemek a szilikátok fő alkotórészei.

Jelentős változáson ment át a Föld légköre, melynek alkotórészei valószínűleg fokozatosan szabadultak fel a kőzetekből. Mintegy 4 milliárd évvel ezelőtt a légkör vízpárából, ammóniából, hidrogén-cianidból, metánból és néhány fajta más gázból állt. A könnyebbek, mint a hidrogén és a hélium fokozatosan elillantak, mert a gravitációs vonzás nem volt elégséges megtartásukhoz. Később a hőmérséklet fokozatosan csökkent, és az

atmoszféra fő alkotórészei a szén-dioxid, a nitrogén és a vízgőz lettek, egy kevés metán, ammónia és kén-dioxid kíséretében. Körülbelül 3,8 milliárd évvel ezelőtt a Föld felszíne eléggé lehűlt ahhoz, hogy lecsapódhasson a légkörben lévő vízgőz és kialakulhassanak az óceánok. A vizes közeg, amellyel, hogy maga is lényegesen komplexebb, mint az addig fellelhető ásványok, különösen barátságos környezetet biztosított az összetettség növekedéséhez, ugyanis a benne oldott, eleinte viszonylag egyszerű molekulák egymással kölcsönhatásba léphettek, és egyre újabb, egyre összetettebb szerkezetek jöhettek létre.

Mielőtt azonban áttérünk az ősóceánban lezajló, rendkívül fontos és izgalmas folyamatokra, időzzünk el egy kicsit a Föld felszínét alkotó, nem egyszer máig is fennmaradó ásványok és kőzetek tárgyalásánál. Mint már említettük, a leggyakoribb földi ásványok a szilikátok, melyek szilíciumból, oxigénből és más elemekből állnak. Ilyen például a kvarc (SiO_2), az olivin (Mg_2SiO_4), a földpát ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, lásd 2.3. ábra) vagy a piroxén [$\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$]. Egyes elméletek szerint az élet kialakulásában jelentős szerepet játszhattak az agyagásványok (kaolinit, montmorillonit és mások) is, melyek katalitikus hatása segíthette az egyre bonyolultabb szer-



2.3. ábra. Földpát sematikus ábrázolása a (010) kristálytani síkban. A tetraéderek egy SiO_4 egységnek felelnek meg, a világos árnyalat a felső, a sötét az alsó réteget jelöli, melyek a végtelenségig ismétlődnek

ves molekulák létrejöttét. Az ásványokban az atomok rácsszerkezetben szerveződnek, szabályos, elvileg végtelen messze elnyúló mintázatokat alkotnak. Az egyszerű elemekből álló rácscok üregeket képeznek, melyek fémionokat vagy akár kisebb molekulákat képesek befogadni, felületük pedig különösen aktív, képes kisebb-nagyobb molekulák irányított megkötésére, ami azok kapcsolódását segítheti elő.

Az ásványok rendkívül összetett képződmények a világegyetemet korábban benépesítő gáz- és porfelhőkhöz, csillaghalmozatokhoz képest. Azaz, hogy az atomok a térben rácsszerkezetbe rendeződnek, mely kisebb-nagyobb üregeket rejt magában, ugyanakkor felületükön változatos kölcsönhatásba léphetnek más atomokkal, kisebb és nagyobb molekulákkal, a változásoknak, az evolúciónak olyan lehetőségeit teremtik meg, melyre korábban nem volt példa. Ugyanakkor komplexitásuk növekedésének határt szab nagyfokú szimmetriájuk, megfelelő eltolásokkal és elforgatásokkal egy kicsiny, aszimmetrikus egységből kirakható az egész kristály. A kristályok megjelenése egyes elméletek szerint segítette a bonyolult molekulák kialakulásánál, ugyanakkor egy újabb zsákutcát jelentett az evolúció során, mert az elvileg végtelenbe nyúló, ismétlődő rácsszerkezet nem bonyolódhat tovább, korlátos a benne megőrizhető és tovább adható információ. Nem véletlen tehát, hogy a fejlődés a későbbiekben nem a kristályos szerkezeteket, hanem a szabálytalan, aperiodikus, igen nagy, de véges méretű molekulákat helyezte előtérbe, mint az *1.1. ábrán* látható DNS, mivel ezek komplexitása méretükkel szinte korlátlanul növekedet.

Nem tudjuk, pontosan mikor jelentek meg égitestünkön az első szerves molekulák, melyek új távlatokat nyitottak meg az evolúció előtt. Ezek lényegileg hatféle atomot tartalmaznak, a szenet, mely valamennyi szerves molekulában megtalálható, a hidrogént, az oxigént, a nitrogént, a foszfort és a kén. Ezek mellett, jóval ritkábban halogéneket és más atomok is lehetnek bennük. A szerves molekulák rendkívüli változatoságukkal tűnnek ki, jelenleg több mint 10 milliót ismerünk közülük, de az elméleti lehetőségek száma ennél lényegesen nagyobb. A molekula mint összetett rendszer magában őrzi építőelemeit, az atomokat és a kémiai kötések, melyek különböző kísérleti és elméleti módszerekkel felismerhetők, azonosíthatók benne. Ugyanakkor lényeges új vonásai is vannak, melyek nagy mennyiségű információ tárolására alkalmasak. A tárolt és átadható információ mennyisége nyilván nagyjából arányos a molekula méretével, de nemcsak ettől, hanem az összetevő atomok és kötések sokféleségétől is függ. A Földön uralkodó hőmérséklet- és nyomástartományban a szerves molekulák viszonylag könnyen átalakíthatók egymásba, egyre bonyolultabb szerkezetek jöhetnek létre, ezzel adottak az összetettség növekedésének feltételei. A szenet nem tartalmazó molekulák lényegesen egysze-

rúbbek és kisebbek, mind a mai napig nem fedeztek fel a vegyészek olyan változatos szerkezetek kialakítására alkalmas és egyik molekuláról a másikra átvihető kötések, melyekből a szerves molekulák sokaságát akár csak megközelítően népes vegyületcsaládokat lehetne felépíteni. Nem véletlen, hogy a szén nem tartalmazó ismert (szervetlen) molekulák száma csak néhány százezer, ezek összetettsége és változékonysága messze elmarad a szerves molekulákétól, különösen az életműködésben meghatározó szerepet játszó nukleinsavakétól és a fehérjékétől.

Közel 3,5 milliárd évvel ezelőtt, amikor a Föld felszíne száz fok alá hűlt, lehetővé vált, hogy hosszú ideig megmaradhassanak olyan molekulák, melyek magasabb hőmérsékleten elbomlanak (Oparin, 1938; Orgel, 1973). Ebben az időben a Föld légkörében egymást érték a maiaknál lényegesen nagyobb természeti katasztrófák, állandóan villámok cikáztak a légkörben, intenzíven működtek a vulkánok, akadály nélkül jutott el a felszínre a Nap ibolyántúli sugárzása. A drasztikus hatások következtében, melyek persze jóval enyhébbek voltak az univerzum korábbi fejlődési szakaszaiban működő iszonyatos erőknél, olyan kémiai reakciók indultak be, melyek kedveztek sokféle, kisebb-nagyobb szerves molekula kialakulásának. A korai atmoszféra felső rétegeiben szabad oxigén csak igen kis mennyiségben lehetett jelen, ezért a sugárzás hidrogénben dús, szaknyelven szólva redukáló légkört tartott fenn, így hidrogén-cianid, formaldehid és aminosavak keletkeztek, ezt a folyamatot az alacsonyabb rétegekben kialakuló elektromos viharok is serkentették. A légkörben keletkezett egyszerű vegyületeket az eső az ósóceánokba mosta, ahol mind nagyobb mennyiségben halmozódtak fel, létrejött az úgynevezett ósleves vagy ósóceán, mely igen kedvező feltételeket biztosított különböző kémiai reakciók lejátszódásához. Kialakultak a zsírsavak, a cukrok, és a nukleotidok, a nukleinsavak alkotórészei is (részletesebben lásd pl. Vida, 1981). Az ósóceán kitüntetett szerepére utal többek között az a megfigyelés, hogy a különböző állatok és az ember testnedveinek összes ionkoncentrációja jelentősen változik ugyan a fajtól függően, a nátrium-, kálium- és kalciumionok töménységének aránya azonban meglepően hasonlít a jelenlegi óceánéra, mely az ősidők óta ebben a vonatkozásban nem sokat változott (Baldwin, 1962). Ez is annak jele, hogy az újabban ki-fejlődött élőlények magukba foglalják elődeik fontos vonásait.

Az ósleves vélhetőleg több kicsiny tavacskában egyre töményebb lett, a víz elpárolgása nyomán a szerves vegyületek felszaporodtak benne. További koncentráció és rendeződés valósulhatott meg, amikor az oldott molekulák a tavacskákba hulló, agyagásványokból vagy más, kristályos anyagokból álló porszemek elektromosan töltött felszínén megkötődtek. Ezek a porszemek a katalizátor szerepét játszották, mely anyagok tudva-

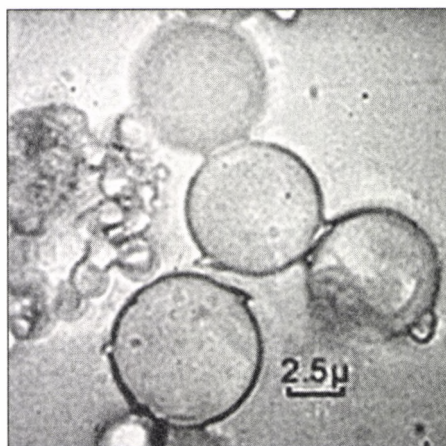
lévően szelektíven felgyorsítanak bizonyos kitüntetett folyamatokat mások rovására. Ilyen katalizátor működik ma már a legtöbb autóban is, mely gyorsan és hatékonyan lebontja a motorban keletkező, környezetre és az egészségünkre káros anyagokat. Az aktív kristályos felület rendező hatására beindulhattak különböző polimerizációs folyamatok, azonos, netán véletlenszerűen változó alapegységekből álló, rövidebb-hosszabb láncok keletkezhetnek az idők során. Egyre többféle és egyre bonyolultabb molekulák jöttek létre, egyre sokszínűbb lett a világ. A bonyolult vegyületek sokaságának megjelenése azonban egymagában még nem volt elégséges a további fejlődéshez, ehhez további összetett folyamatoknak kellett végbemenni, melynek eredményeképpen a Földön kialakulhatott az élet. Szathmáry és Maynard Smith (2000) lebilincselő könyve alapján tekintsük most át, melyek lehettek az élet megjelenéséhez vezető legfontosabb lépések!

A kémiai evolúció első nagy lépése az élet irányába valószínűleg az önmagukat sokszorozni képes (idegen szóval replikálódó) molekulák kifejlődése volt. Ezek a molekulák, amellettt hogy sokféle volt belőlük, már rendelkezhetnek az öröklődés legszembeütőbb jellegzetességeivel. A feltevés laboratóriumi kísérletekkel is megalapozható, ugyanis sikerült szintetizálni egy olyan, rövidke nukleinsavdarabot, mely képes önmagát megsokszorozni, és ehhez nem igényel segítséget, katalitikus hatású enzimeket. Bizonyára más kísérleteket is lehetne tervezni, melyek eredményeképpen különböző típusú, replikációra képes molekulák keletkeznek. Az önsokszorozás képessége mellett van egy másik fontos feltétel, melynek teljesülnie kell az élet kifejlődéséhez: a sokféleség biztosítása. Ez leginkább úgy lehetséges, hogy a másolás nem tökéletes, kisebb-nagyobb hibák íródnak a másolatba. Persze, a túl sok hiba végül pusztuláshoz vezetne, ezért megjelent egy molekuláris ellenőrző rendszer is, mely a hibákat kiküszöbölte. Kialakult a hibaterjedés és hibaelhárítás kényes egyensúlya, mely biztosította az evolúcióhoz elengedhetetlenül szükséges sokféleséget az egyik oldalon és a sokszorozódáshoz szükséges, megbízható másolást a másik oldalon.

A fent leírt és más hasonló folyamatok már rendkívül összetettek voltak. A bonyolult átalakulások valószínűsége annál nagyobb, minél közelebb kerülhetnek egymáshoz a reagáló molekulák, minél gyakrabban találkozhattak egymással. Ezért az evolúció során, az élet keletkezésének előjátékaént megjelent egy rendkívül fontos jelenség: az *együttműködés*. Ennek egyik és minden bizonnyal leghatásosabb formája akkor valósulhat meg, ha az együttműködő molekulák együttesét valamiféle hártya zárja körül, a rendszer bizonyos mértékben elkülönül a környezetétől, ugyanakkor képes onnan különböző anyagokat felvenni, és másokat leadni.

3,7 milliárd évvel ezelőtt keletkeztek olyan ősi kőzetek, melyekben alapos mikroszkópos vizsgálatok apró, gömbszerű képződményeket mutatnak ki. Lehetséges, hogy ezek a mikrogömbök voltak az élő rendszerek előfutárai (2.4. ábra). Azért jelentenek jelentős előrelépést az evolúció során, mert a környezettől jól elhatárolódó, különálló kis képződmények, melyek magukba foglalhatták a majdani sejtek működéséhez elengedhetetlenül szükséges makromolekulákat, a nukleinsavakat és a fehérjéket. Ezek a makromolekulák az összezártság következtében együtt tudtak működni, az egyik részvételével keletkező termékeket felhasználhatta a másik, és viszont. Nincs közvetlen bizonyíték az ősi mikrogömbök létezésére, de logikailag következtethetünk arra, hogy az élet első nyomai ilyen vagy ezekhez hasonló képződményekben jelentek meg. Számos kísérletet terveztek és kiviteleztek a kémikusok, melyek a mikrogömbök tulajdonságait, a bennük és közöttük lejátszódó folyamatokat voltak hivatottak modellezni, e kísérletek alapján joggal feltételezhetjük, hogy meghatározó szerepet játszottak az élet kialakulásában.

Az élet mai formáiban munkamegosztás valósul meg kétféle molekulatípus, a nukleinsavak és a fehérjék családjába tartozó enzimek között. Előbbiek tárolják és szállítják a genetikai információt, utóbbiak pedig jelentősen felgyorsítanak bizonyos kémiai reakciókat, melyek az élet fenntartásához és továbbadásához szükségesek. Felmerül azonban a kérdés, hogy a kémiai evolúció során melyik molekulatípus jelent meg először. Ha a DNS, mely a replikációhoz szükséges, akkor nem álltak rendelkezésre a sokszorozódás kémiai feltételeit biztosító enzimfehérjék, ha vi-



2.4. ábra. Mikrogömbök, az élő rendszerek lehetséges előfutárai
(Chaisson, 1988)

szont az enzimek, akkor hogyan zajlott le a sokszorozódás az őslévesben? A dilemmát az oldotta fel, hogy felfedezték, hogy az RNS (ribonukleinsav), a DNS (dezoxiribonukleinsav) közeli rokona, egyszerre tölthette be a másoló apparátus és a katalizátor szerepét. Az ősidőkben tehát még nem jött létre munkamegosztás, minden feladatot az RNS vállalt magára. A szerepek szétválasztásához, a DNS és az enzimek együttműködéséhez a genetikai kód megjelenésére volt szükség, melyben a nukleinsavak bázissorrendje határozza meg a fehérjék szerkezetét, ezek viszont szelektíven felgyorsítják a replikációhoz és a rendszer fennmaradásához szükséges folyamatokat.

Az együttműködés egy igen fontos feltételét teremtik meg az úgynevezett hiperciklusok, melyek elméletét a Nobel-díjas göttingeni Eigen és akkor fiatal társa, a kedélyes bécsi Schuster alapozta meg (Eigen & Schuster, 1979). Lényege az, hogy a sokszorozódó molekuláris rendszerek egymást segítik. Jelöljük egy hiperciklus tagjait mondjuk A, B és C betűkkel, legyen mindegyik replikációs sebessége a ciklusban öt megelőző tag koncentrációjának a függvénye. C tehát annál gyorsabban sokszorozódik, minél több van B-ből, B annál gyorsabban, minél több van A-ból. A ciklus azáltal zárul, hogy A replikációs sebességét viszont C mennyisége szabja meg. A hiperciklus az együttműködés talán legegyszerűbb formája, és nyilván akkor valósulhat meg legteljesebben, ha a partnerek a térben közel helyezkednek el egymáshoz, vagyis egy hártya zárja őket körül. Létrejöhet az élővilág különböző egyedei között is, egy példát, a vízibolha, az egysejtű zöldmoszat és a tuskés pikó nevű hal kooperációját a bevezető részben már említettünk.

Látható, hogy az ősóceán kialakulásától kezdve egyre többféle kémiai vegyület került bele, eleinte a környezetből származó kisebb molekulák formájában, később a kedvező, vizes közegben lejátszódó, egyre bonyolultabb kémiai reakciók következtében. Néhány laboratóriumi kísérlet és logikai következtetések útján felvázolható egy fejlődési pálya, mely kémiai átalakulások sorozata, a kémiai evolúció révén végül az élet kialakulásához vezetett. Bár ezek a reakciók elvileg lejátszódhatnak ugyan, de mégis meglehetősen valószínűtlenek, ezért sokan kételkednek abban, hogy az ősidőkben valóban így jöttek létre az élet fenntartásához és továbbadásához szükséges alapvető molekulák (Thaxton et al., 1997). Ezzel most ne törődjünk, hiszen az itt leírt fejtegetések célja nem a részletek tisztázása, hanem annak bemutatása, hogy az Univerzum születésének pillanatától kezdve, néha ugrásokkal tarkítva, néha egyenletesen fejlődött, egyre gyorsabban egyre bonyolultabb lett. Tekintsük most át az evolúció egyik legnagyobb ugrását, az élet keletkezését!

Mielőtt belevágunk nem csekély szellemi erőfeszítést igénylő kalandunkba, hogy bemutassuk az élet kialakulásának fő állomásait, kíséreljük meg összefoglalni, mit is tekintünk élő rendszernek. A témáról könyveket írtak, egy újabb kiadvány több tucat tudományos definíciót ad meg az élet mikéntjére (Pályi et al., 2002). Ezek a definíciók sok szempontból hasonlítanak egymásra, ugyanazt a dolgot különbözőképpen fejezik ki, persze vannak jelentős különbségek is közöttük. Az alábbiakban egy amerikai tudós meghatározását alkalmazzuk (Arrhenius, 2002), aki szerint azok a rendszerek nevezhetők élőnek, melyek rendelkeznek az alábbi képességekkel:

- önszerveződés;
- replikáció;
- evolúció mutációk révén;
- metabolizmus.

Tekintsük most át, mit is takarnak ezek a képességek! Az önszerveződés azt jelenti, hogy az élő rendszer alkotórészei külső behatás hiányában, kizárólag saját tulajdonságaik alapján meghatározott rendbe képesek szerveződni, és ezt a rendet fenn is tudják tartani. Ez a tulajdonság az evolúció teljes folyamata szempontjából talán a legfontosabb feltétele, egyúttal következménye is az életnek, hiszen az élő rendszerek alkotórészei egymással összhangban, egymást segítve működnek, ezáltal növelve a világ komplexitását. Megköveteli az együttműködést és biztosítja az egyre összetettebb szervezetek kialakulását. Az önszerveződés nem tévesztendő össze a katonás renddel, ami például az eltolási szimmetriával rendelkező kristályokat jellemzi (mint például a 2.3. ábrán), hiszen ez, mint már írtam, nem jelent igazi összetettséget, ami nélkülözhetetlen az életfolyamatok fenntartásához (Abel, 2002). Úgy tűnik, hogy az önszerveződés nem áll összhangban a termodinamika második főtételével, mely kimondja, hogy a magukra hagyott, rendezett és zárt rendszerek az idő során fokozatosan felbomlanak, csökken a rendezettségük. Ezt az ellentmondást egyelőre nem sikerült minden kétséget kizáróan feloldani, kiutat talán az jelenthet, hogy az élő rendszerek összetettsége nem azonos a termodinamikában definiált rendezettséggel, ezek a rendszerek nyitottak, folyamatosan anyagot, energiát vesznek fel és adnak le, ezáltal nem biztos, hogy a második főtétel eredeti megfogalmazásában érvényes rájuk.

A replikáció azt jelenti, hogy az örökítő anyag, a DNS révén az élő szervezet képes saját magával azonos vagy majdnem azonos utódok létrehozására. Mint már fentebb olvashattuk, ez bonyolult folyamat, mely a

DNS-ben tárolt információ lemásolásával kezdődik, majd továbbadásával folytatódik, és igen fontos része ama ellenőrző lépéssorozat, melynek során kiszűrődnek a másolati hibák. Az élet kialakulása előtt replikációra nem nagyon kerülhetett sor, legfeljebb az ásványokat hozhatjuk fel példának. Ezek rendezett rácsa kedvező körülmények között, megfelelő kémiai anyagok jelenlétében növekedhetett, majd a nagyobb szemcséből egy darabka letörve ugyanolyan szerveződésű maradhatott, mint az anyakristály, és máshová kerülve ez is növekedhetett, majd töredezés révén „szaporodhatott” tovább. A folyamatot magunk is megismételhetjük otthon konyhasó vagy cukor tömény oldatával, melyet bepárolva, kicsiny kristályokkal beoltva, majd lassan lehűtve szép, új egyedeket nyerhetünk. Kísérletünket mégsem nevezhetjük replikációnak, egyrészt azért, mert lényegesen primitívebb szerveződés továbbadásáról van szó, mint amilyen akár a legegyszerűbb élő rendszer, másrészt azért, mert nem működik az ellenőrző rendszer a hibák kijavítására.

Bármennyire is fontos, hogy valahogyan kirostálódjanak a hibás példányok, mégis ezek biztosítják az élet harmadik alapvető feltételének, a mutáció útján történő fejlődésnek a teljesülését. A mutációk révén egymáshoz hasonló, mégis sok szempontból alapvetően különböző utódok jöhetnek létre, megvalósítva azt a sokszínűséget, mely az evolúció meghatározó feltétele. Darwin (1859) alapvető munkájából tudjuk, hogy az élővilág fejlődése során az egymáshoz hasonló egyedek közül azok maradtak fenn, melyek képesek voltak alkalmazkodni az állandóan változó környezeti feltételekhez. Ezek a változó feltételek teremtették meg az úgynevezett szelekciós nyomást, ami az élő rendszereket újabb és újabb készségek kifejlesztésére készítette, miközben megőrizték őseredeti vonásaikat is. A szelekciós mechanizmus röviden a következőkben foglalható össze. Egy fajnak az egyedei minden generációban nagyobb számban születtek, mint ahányan az adott körülmények között életben tudtak maradni, ugyanakkor a megszületett egyedek genetikai állományában különbségek voltak. Bizonyos tulajdonságokkal rendelkező egyedek könnyebben maradtak fenn, mint mások, ugyanakkor képesek voltak ezeket az előnyös tulajdonságokat átörökíteni, és ez a kiválasztódási folyamat hosszú ideig tartott, miközben elszaporodtak a rátermettebb, találékonyabb és robusztusabb egyedek, melyek benépesítették a rendelkezésre álló élőhelyet.

Az élő szervezetek jellegzetes tulajdonsága a metabolizmus, vagyis hogy környezetükből anyagot és energiát vesznek fel, ezeket átalakítják, felhasználják és a számukra feleslegessé vált salakanyagokat, valamint az életfolyamatok során mindig keletkező hulladékot leadják. A metabolizmus a szervezetben lejátszódó, rendkívül bonyolult és összehangolt ké-

miai reakciók együttese. Ennek a folyamatnak az eredménye a *fogyasztás* és a vele járó *környezetszennyezés* (Kerényi, 2003). Az anyag- és energiafogyasztás mellett már a legősibb élő szervezetek esetében is megjelenik az információ fogyasztása, egyúttal torzítása is, az utóbbi például a mutációk révén következik be. Az információ fogyasztása kezdetben csupán a genetikai információ továbbítását jelentette, később már ide sorolhatjuk a fejlettebb élőlények között a tanulást, az emberi társadalmakban például a beszédet, a könyvnyomtatást és az elektronikus információtovábbítást is.

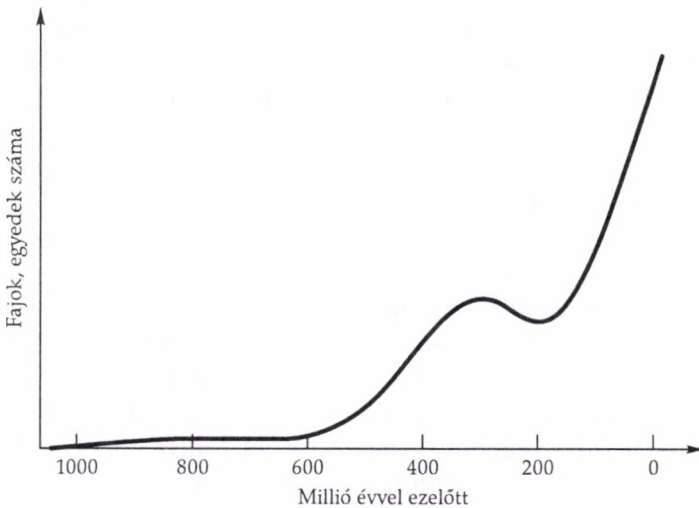
A felsorolt képességek kialakulásának, az alkotórészek között létrejövő szoros együttműködésnek minden bizonnyal elengedhetetlen feltétele, hogy az élő rendszer valamiféle, a külső behatásoknak többé-kevésbé ellenálló hártáival elhatárolódjék a környezetétől. A hártya, más szóval membrán nem szigetel tökéletesen, lehetővé teszi, hogy rajta keresztül különböző anyagok jussanak a sejtbe és távozhassanak is onnan. A membrán jelenléte mint feltétel egészíti ki a felsorolt négy képességet, és teszi lehetővé, hogy az evolúció során megjelenjenek az önálló egyedek, melyek nagyon hasonlítanak egymáshoz, egyúttal minél fejlettebbek, annál inkább különböznek is.

Becslések szerint a kémiai evolúció körülbelül 3,9 milliárd évvel ezelőtt indult be és 4-500 millió év alatt vezetett az első élő szervezetek kialakulásához. Van olyan vélemény is, miszerint az élethez szükséges alapvető képességek kifejlődése a mutációk számának akkori, a jelenlegihez képest nagyságrendekkel gyorsabb növekedése miatt igen rövid időt, mindössze 1 millió évet vehetett igénybe (Valenzuela, 2002). Az első, minden kritérium szerint élőnek tekinthető sejtek 3,5 milliárd évvel ezelőtt jelentek meg a Földön, és nagyon hasonlítottak a jelenleg is szinte mindenütt létező egysejtűekhez, a baktériumokhoz. Ezeket az ősi sejteket prokariótáknak nevezzük, és bár rendelkeznek sejthártáival, mely a külvilágtól elhatárolja őket, nincs igazi sejtmagjuk, a központjukban lévő örökítő anyag mindössze egyetlen kromoszómából áll, melyet nem vesz körül semmilyen hártya. Ugyancsak csökevényesek a sejtszervecskék, ezek körül sincs elkülönülő hártya, hanem csak egy fehérjékből álló burok. Az első élőlények minden bizonnyal autotrófok voltak, vagyis nem használtak más szervezeteket energiaforrásként. Szerves anyagaikat kizárólag olyan vegyületekből állították elő, melyek egyetlen szénatomot tartalmaznak (pl. szén-dioxid). Energiájukat szerves anyagok átalakításával nyerték, mint például a ma is létező, mélytengeri hőforrások környékén élő baktériumok, melyek hidrogén-szulfid oxidálásából élnek.

Mintegy két és fél milliárd évvel ezelőtt megjelentek az első eukarióták, melyekben a sejtmagot már hártya veszi körül, kicsiny szervecskék mű-

ködnek bennük, mint az energia termelését biztosító mitokondriumok vagy a zöld színtestek. Valószínű, hogy ezek az önálló egységek nem a prokarióták belsejében fejlődtek ki, hanem azokkal együtt éltek, majd a sejt bekebelezte őket. Ez úgy történhetett, hogy az eukarióták sejtfa nem olyan merev, mint a prokariótáké, esetenként hiányzik is, így a sejt képes alakját változtatni, kisebb üreget kialakítani a felszínén, mely azután magába foglalja a táplálékot vagy éppen a jövőbeli sejtszervek alkotórészeit (Szathmáry & Maynard Smith, 2000). A merev sejtfa helyett sejtváza jelent meg, mely szálakból és kicsiny csövecskékből áll. Ez a váz tartja fenn a sejt alakját, ugyanakkor változtatni is tudja azt, és mozgatja a sejt belsejének alkotóelemeit.

Az eukariótákból ágazott el az élő szervezetek három fő fajtája, a növények, az állatok és a közöttük valamiféle átmenetet képező gombák, egy ideig fokozatosan, majd egyre gyorsulva nőtt a biodiverzitás és az egyedesség, ahogyan azt szematikusan a 2.5. ábrán láthatjuk. A növények legkorábbi ősei, a prokariótákhoz tartozó kékmoszatok már 3,5 milliárd évvel ezelőtt is léteztek, és az algákon keresztül fejlődtek tovább. Képesek arra, hogy a napfény energiáját a bennük lévő zöld színtestekben lejátszódó fotoszintézis segítségével közvetlenül felhasználják szervezetük építésénél, miközben szén-dioxidból és vízből szerves anyagokat, valamint oxigént hoznak létre. Helyhez kötöttek, miután a napfény így is eléri őket, tehát



2.5. ábra. A biodiverzitás és az egyedesség növekedésének szematikusan ábrázolása az elmúlt 1 milliárd évben (Chaisson, 1988). Figyeljük meg a Perm korszakban, 250 millió évvel ezelőtt bekövetkezett tömeges fajpusztulás hatását

a mozgékonyaság nem jelent számukra evolúciós előnyt. Ugyanakkor éppen a helyhez kötöttség jelentősen csökkenti az adaptációs készséget, mert a növény nem képes elvándorolni a sanyarúbbá váló környezeti hatások elől. Annak ellenére, hogy a fejlődés egyik első zsákutcáját jelentik, a növények meghatározó jelentőségűek az állatvilág fenntartásában, hiszen táplálékul szolgálnak azon szervezeteknek, melyek képtelenek a fotoszintézisre. A növények tehát szinte előre megemésztik a szervetlen tápanyagot az állatok számára, melyek az evolúció újabb és újabb útjait járhatják be.

Körülbelül 2,5 milliárd évvel ezelőtt indult be a növényekben az első fotoszintetikus reakció, minek következtében elkezdett nőni az oxigén mennyisége a Földön. Ezen időszak előtt legfeljebb a vulkanikus tevékenység, illetőleg a vízgőz ultraibolya fény hatására bekövetkező bomlása következtében kerülhetett kevés szabad oxigén az atmoszférába, és ez a mai élet szempontjából meghatározó jelentőségű elem leginkább közetekhez kötött állapotban vagy a szén-dioxid és a vízgőz alkotórészeként fordult elő. A fotoszintetikus úton keletkező oxigén eleinte különböző, könnyen oxidálódó közetekben kötődött meg, majd 1 milliárd évvel ezelőtt elkezdett felgyülemelni a légkörben. Több oxigén több életlehetőséget jelentett, és a korábban anaerob (oxigén nélkül működő) szervezetekből fokozatosan olyanok fejlődtek ki, melyek már jelentős mértékben támaszkodtak az oxigén felvételére. 600 millió évvel ezelőtt az oxigén már a légkör körülbelül 20%-át tette ki. Az idők során ez az arány változott, volt amikor 15%-ra csökkent, de állandósult a nagyobb mennyiségű oxigén jelenléte a légkörben, ami az élet újabb és változatosabb formáinak kialakulását tette lehetővé. A fotoszintézist végző sejtekben először jelent meg egy fényérzékelő szenzor és a helyváltoztatásra alkalmas szervecske. Annak érdekében, hogy ezeket össze lehessen hangolni, oda vándoroljon a sejt, ahol fényt kap, kialakult az idegrendszer őse, mely azután tovább fejlődött az alacsonyabb rendű állatokban is. A differenciálódás révén megjelentek az idegsejtek és valamiféle kezdetleges memória. Az evolúció főcsapása mentén az idegrendszer testhez viszonyított mérete egyre nőtt, míg például a rovarok zsákutcába futottak, mert páncéljukat kívül hordva már nem tudták biztosítani ezt a növekedést.

Fontos előrelépést jelentett az evolúció során az ivaros szaporodás kialakulása. Korábban a fejletlenebb szervezetek ivartalanul, például osztódással szaporodtak, ami azt jelenti, hogy valamennyi utód a szülővel genetikailag azonos volt, örökölte tehát a káros mutációkat is. Ez másképp van az ivaros szaporodás esetében, ekkor ugyanis csökkenhet a genetikai hibák gyakorisága. Ha két szülő génjei kombinálódnak az utódban, lehetséges, hogy benne a káros mutációk egyike sem fog megjelenni, bár az is

lehet, hogy mind a kettő. A jelenséget két azonos típusú, elromlott autó példáján érthetjük meg, melyek közül az egyik (A) azért nem működik, mert rossz a sebességváltója, a másik (B) pedig azért, mert bedöglött a motorja. Ha összekombináljuk őket, mint ez az élőlények ivaros szaporodásánál a két szülő genetikai anyagával történik, a működő részeket, vagyis A motorját és B sebességváltóját használjuk fel, hibátlan „utódhoz”, működő autóhoz jutunk (Szathmáry & Maynard Smith, 2000). Persze az utód egyesítheti magában a két hibás gént is, de ezzel együtt kimutatható, hogy az ivaros populációkban kisebb lesz a káros mutációk gyakorisága, mint az ivartalanokban. Másik előny a közösség szempontjából az, hogy az ivaros populációk gyorsabban fejlődhetnek, így könnyebben alkalmazkodhatnak a változó környezethez.

Egy másik, igen jelentős lépés a törzsfajlás során az volt, amikor a sejtek elkezdtek differenciálódni, különböző feladatok elvégzésére különböző sejtípusok fejlődtek ki azonos ősből. A ma élő többsejtű szervezetekben külön-külön feladatot látnak el az izomsejtek, az idegsejtek, a hámsejtek, a vérsejtek és társaik, összehangolt munkájukkal jelentősen növelik a gazdaszervezet hatékonyságát, növelik az alkalmazkodóképességét. Ha áttekintjük az evolúció folyamatát, az összetettség növekedésével párhuzamosan megfigyelhetjük a sejtípusok számának növekedését is. Az egysejtűektől kiindulva a cianobaktériumok már kétféle, a gombák hétféle, a szivacsok tizenegyféle sejt együttes működésére alapozva töltik le életüket. A sejtípusok száma egyre nő, ahogyan a bonyolultabb élő rendszerek felé haladunk. A sequoia nevű óriásfenyő már körülbelül harminc, az óriáspolip ötvenöt sejtípusból épül fel, a halakban és a többi gerincesekben a sejtípusok száma pedig már meghaladja a százhuszat (Bonner, 1988). Érdekes, hogy az élőlények testsúlyának növekedése durva párhuzamba állítható a bennük működő sejtek típusainak számával, minél nagyobb testsúlyú egy faj, annál többféle sejtből áll össze. A munkamegosztás révén javul az egyed alkalmazkodóképessége, ami szelekciós előnyt jelent számára a differenciálatlan sejtthalmazhoz képest. Ez az előny abban is megmutatkozott, hogy viszonylag hirtelen, a kambriumnak nevezett földtörténeti korszak kezdetén, kb. 540 millió évvel ezelőtt robbanásszerűen igen sok és egymástól különböző új állatfaj alakult ki. Nagy testméret és szilárd váz jellemezte őket, megjelent bennük a kerin-gési rendszer is, mely az akkor már bőségesen rendelkezésre álló oxigént szállította a különböző szövetekhez, így biztosítva azok energiaellátását.

Amint nagyobb mennyiségben megjelent az oxigén a légkörben, nagy-jelentőségű kémiai folyamat vette kezdetét. Korábban a világúrból érke-ző, az élő szervezeteket károsító ibolyántúli (UV) sugarak akadálytalanul jutottak el a Föld felszínére, gyakorlatilag lehetetlenné téve ott minden-

fajta életet. A tengervíz volt az a közeg, mely bizonyos mélységben már annyira legyengítette a sugárzást, hogy lehetővé tette az élet vitelét és továbbadását. Az oxigén egy részéből az UV sugárzás hatására egy különleges vegyület, az ózon (O_3) keletkezett, mely a Föld légkörében nagy magasságokban helyezkedik el, és elnyeli a káros sugárzást, mintegy védőpajzsot alkotva bolygónk körül. A Föld felszíne élhetővé vált és körülbelül 410 millió évvel ezelőtt megjelentek a vízben és a levegőn egyaránt életképes első kétéltűek, melyek fokozatosan benépesítették a Földet. Lábaik nőttek, így a helyüket is tudták változtatni, a tüdejük pedig a légköri oxigén felvételére tette alkalmassá őket. Ezután, 380 millió évvel ezelőtt jöttek a rovarok, rendkívüli sokféleségükkel, jól szervezett kolóniáikkal. A rovarok képezik az állatvilág legnagyobb törzsét, az összes ismert faj ötödát teszik ki, de ennek ellenére az evolúció egyik zsákutcáját jelentik, mert kitinpáncéljuk kívül helyezkedik el, nem engedi meg a testük korlátlan növekedését, ezért a sejtek nem differenciálódnak eléggé, és idegrendszerük fejlődése is korlátozott.

A hangyák, méhek, darazsak és természetek kolóniáiban csak az anyakirálynő szaporodik, a terméketlen dolgozók gyűjtik be számára a táplálékot, gondozzák az utódokat és takarítják otthonukat. A munkamegosztás egy kolóniában hasonló ahhoz, ami a sejtek differenciálódása következtében jön létre, csak egy szinttel magasabb rendű. Ez a változás újabb, jelentős lépést jelentett a komplexitás növekedése során. A kolóniák jelentősége mindenekelőtt abban áll, hogy a közösség érdekeit bizonyos esetekben az egyéné fölé emeli, ezáltal biztosítva versenyelőnyt az egész kolóniának. A hangya-, méh- darázs- és természetársadalom közös jellemzője, hogy csak bizonyos egyedeik szaporodnak, több nemzedékük él együtt, és együttesen gondozzák az utódokat. Ez a szuperszervezet számos előnnyel rendelkezik az egyedekkel szemben, a természetek egész várakat építenek maguknak, ahol optimalizálhatják életfeltételeiket, egyetlen rovar ilyenre nem lenne képes. A bolyba hazatérő munkáshangyák jellegzetes táncal közlik a kifelé indulóval a táplálék lelőhelyét, így nagyobb hatékonysággal tudják begyűjteni az ennivalót. Más szervezetek alkotta kolóniák, mint a tengerben élő telepes medúza esetében a tagok annyira specializálódtak, hogy valamikor önállóan is létképes egyedeikből külön szuperszerveket fejlesztettek ki, meghajtó és lebegtető szerveik mellett faló-, fogó- és fedőszervek is kialakultak bennük. E szervek összetevői nem sejtek, hanem eredetileg egyedül is létképes, többsejtű lények, melyek a medúzában egy-egy különleges feladat ellátására optimálisan megfelelnek.

320 millió évvel ezelőtt nagy erdőségek alakultak ki, és megjelentek az első hullóké. Elődeik teljesítményét meghaladva ezek az állatok képesek

voltak szaporodni a szárazföldön is úgy, hogy a megtermékenyítés után tojásokat raktak, melyek szilárd vagy bőrszerű, vízálló burka megvédte a benne növekvő utódokat a környezet káros hatásaitól. 290 millió évvel ezelőtt a földkéreg intenzív mozgása következtében a földrészek egybeolvadtak, alkalmat adva a különböző fajoknak arra, hogy benépesítsék a rendelkezésükre álló teret. Ezután a kontinensek ismét távolodni kezdtek egymástól, feltűntek az első dinoszauruszok, mely állatok egyre sokfélébbek lettek, és igen széles körben elterjedtek, mondhatjuk, hogy uralmuk alá hajtották a Földet. 200 millió évvel ezelőtt fejlődtek ki az első madarak, majd rövidesen megjelentek az első emlősök is (2.6. ábra), mint az evolúció élversenyzői. Az emlősök elsősorban abban különböztek elődeiktől, hogy utódaikat testükön belül hordozták, míg azok eléggé ki nem fejlődtek ahhoz, hogy a számos veszélyt rejtő környezetben önállóan is talpon tudjanak maradni, és táplálékhoz tudjanak jutni. Az anyaméh védelmében az emlősembrió agya nagyobb méretűvé fejlődhetett, mint enélkül, márpedig az evolúció későbbi menetében ez óriási előnynek számított. Az anyák, de sokszor a rokonok is, megszületésük után gondozták és viselkedésminták bemutatásával tanították a kölyköket, így alakult ki az emberi társadalom alapegységének, a családnak a kezdetleges előde. Miután a kontinensek 66 millió évvel ezelőtt elfoglalták a jelenlegi helyüket, az emlősök mindenütt elszaporodtak, és tovább fejlődtek. 2 millió évvel ezelőtt kezdődtek az egymást követő jégkorszakok, és alkalmazkodva a szélsőséges időjárási viszonyokhoz, az ember elindult máig is tartó fejlődésének útján.

A kutatások azt mutatják, hogy egy faj az evolúció során átlagosan 2–10 millió évig marad fenn, majd átadja a helyét másoknak. Az élet ki-



2.6. ábra. Fantáziarajz az ősemleőről (Chaisson, 1988)

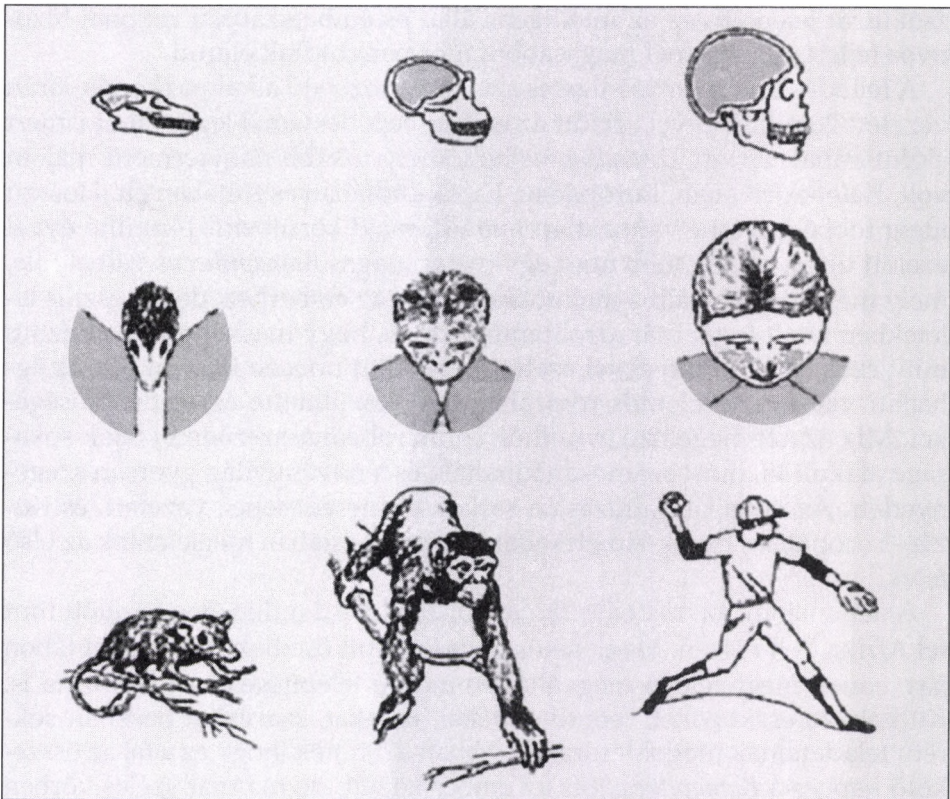
alakulása óta napjainkig évenként, átlagosan egy-két faj pusztult ki. Ez nem folytonosan következett be, az állandóan, néha drasztikusan változó életfeltételek többször, jelenlegi ismereteink szerint hatszor vezettek a fajok drasztikus méretű kipusztulásához. A legnagyobb fajpusztulás a Perm korszakban, 250–290 millió évvel ezelőtt következett be, ami jól kivethető a fajok és egyedek számának változását sematikusán feltüntető 2.5. ábrából. Több magyarázat született erre a katasztrófára, legtöbbször a szárazföld eljegesedésével hozták kapcsolatba, minek következtében jelentősen csökkent a felszíni hőmérséklet. Egy másik elmélet szerint a földrészek mozgása következtében beszűkült a fajok rendelkezésére álló élettér, de lehetséges az is, hogy a légkör gyors felmelegedése vezetett a tragédiához, minek következtében súlyos időjárási katasztrófák sorozata sújtotta az élővilágot. Az sincs kizárva, hogy a Szibériában akkoriban kiömlő, óriási mennyiségű láva és a kísérő hamu és kén-dioxid hatására vezethető vissza a tömeges kihalás.

Az egyik legnagyobb tömeges pusztulást egy, a mai Yucatan félsziget környezetében becsapódó, tíz km átmérőjű meteorit okozta 66 millió évvel ezelőtt. Hetvenkétezer km/órás sebessége óriási energiát kölcsönzött neki, ami elég volt egy száznyolcvan km átmérőjű kráter kiválásához, hatalmas tüzek, vulkánkitörések és szökőárok kiváltásához. Az eredmény: az akkor élő összes fajok 75%-a, a tengerekben és a szárazföldön élők 95%-a kipusztult, vége lett a hüllők korának, a madarak terjedésének. A legutóbbi tömeges pusztulás, a földrajzi helyzettől függően 10–100 000 évvel ezelőtt történt, a nagytestű emlősök, mint a mamut és a kardfogú tigris eltűntek a Földről. Nem kizárt, hogy a katasztrófának az akkor már nagyobb számban élő és intenzíven vadászó ember volt az oka, bár az is lehetséges, hogy ez a viszonylag gyors klímaváltozás miatt következett be. Számos jel utal arra, hogy ma is egy tömeges fajpusztulás tanúi vagyunk, aminek minden bizonnyal az emberi tevékenység az oka. A folytonos és sikeres adaptáció következtében egyedül az ember képes arra, hogy környezetét alapvetően megváltoztassa, annak fejlődését befolyásolja. Tekintsük most át, hogyan jutottunk el idáig!

Az emberi tudat

Az emlősök, közöttük a főemlősök és az ember törzsfejlődése a földtörténeti Kréta időszak vége felé, mintegy 65 millió évvel ezelőtt kezdődött (lásd pl. Boyd & Silk, 2002). Ebben az időben a fent már említett óriási meteor becsapódása következtében igen sok faj halt ki, többek között a dinoszauruszok is, és a Föld elnéptelenedése olyan réseket nyitott meg az

evolúciós folyamatban, melyeket az akkor kicsiny, de éppen ezért mozgékony emlősállatok elfoglalhattak. Hamarosan széles körben elterjedtek különböző fajaik, közöttük a méhlepényesek, majd valamennyi magasabb rendű emlős közös ősei, a rovarévők, de már korán más fejlődési pályára kerültek a patások, a nyúl és a kutyafélék, a főirány a főemlősök felé vezetett. Már 50 millió évvel ezelőtt megjelentek a félmajmok, majd az első keskenyorrú majmok is, melyek az emberszabásúak kialakulásához szolgáltatták a biológiai alapot. A ma is élő alsóbbrendű majmok, és az emberszabású főemlősök szétválása 40-50 millió évvel ezelőtt mehetett végbe. Az eocén időszakban élt keskenyorrú majmok viszonylag kistermetű állatok voltak, szemeik előre irányultak, ezáltal a látómezők fedték egymást, ami lehetővé tette a térlátást (lásd a 2.7. ábrát). Nagyjából egyenlő hosszúságú mellső és hátsó végtagjaikon fogókéz és fogóláb volt, melyekkel a hüvelykujj a többivel szembe állhatott, ezért az állat könnyen



2.7. ábra. Az agytérfogat (fent), a szemek elrendeződése (középen) és a végtagok ügyessége (lent) a rágcsálónál (balra), a csimpánznál (középen) és az embernél (jobbra). Észrevehető a folyamatos fejlődés (Chaisson, 1988)

átfoghatta a vékonyabb ágakat. Ezek a majmok kezükkel-lábukkal az ágakon fogódzkodva, úgyesen ugráltak ágról-ágra, és képesek lehettek a fák törzsén függőlegesen is felkapaszkodni. Ma úgy tartjuk, hogy főként ezek a sajátosságok nyitották meg az utat a későbbi látványos fejlődés előtt.

Valószínűleg legrégebbi közös ősrünk a *Propliopithecus* volt, mely sok vonásában már emlékeztetett a későbbi emberszabásúakra. Az alkalmazkodás a trópusi erdőkhöz oda vezetett, hogy megjelent az Afrikában megtalált, 27 millió évvel ezelőtt élt négylábú (vagy inkább négykezű) *Proconsul*, majd 17 millió évvel ezelőtt ebből a fajtól számos másik fejlődött ki és terjedt el egész Afrikában, Európában és Ázsiában. A földtörténeti miocén korszakban bekövetkező nagy szárazságok következtében ezek a fajok fokozatosan kihaltak, csak néhány utódjuk maradt fenn, mint a gorilla, mely főemlős génkészlete a legújabb kutatások szerint már 98%-os egyezést mutat az emberével. Ennek ellenére a gorilla evolúciós zsákutcát jelentett, ez az intelligens állat és emberszabású rokonai bizonyos fejlettségi szintnél magasabbra már nem tudtak eljutni.

A fejlődés útja az erdős-ligetes szavannához való alkalmazkodás során vezetett 20 millió évvel ezelőtt az emberi fejlődésvonal legkorábbi ismert előfutárának tartott *Dryopithecus*-hoz, mely inkább nagytermetű majom volt, Kelet-Afrikában, Európában, Észak-Indiában és Kínában élt. Hosszú ideig többé-kevésbé változatlan maradt, majd körülbelül 14 millió évvel ezelőtt új faj, az alig több mint egy méter magas *Ramapithecus* vált el tőle, mely még közelebb állt a majmokhoz, mint az emberhez, de a fosszilis leletekben talált fogai már arról tanúskodnak, hogy másképp táplálkozott, mint ezek. A 12 millió évvel ezelőtt kezdődött pliocén korszakban az éghajlati viszonyok jelentős rosszabbodása leszűkítette az életlehetőségeket. Míg az azt megelőző évmilliók során robbanásszerűen új fajok sokasága alakult ki, most számosan kihaltak, és a növényvilág gyorsan szegényedett. Az éghajlat változása a sarkok eljegesedéséhez vezetett, és Közép-Európában, Észak-Amerikában, Közép-Ázsiában megjelentek az első telek.

A déli majom, az *Australopithecus* körülbelül 4,2 millió évvel ezelőtt tűnt fel Afrika déli részén. Meglehetősen hasonlított őseihez, de már két lábon járt, ennek megfelelően megváltozott a teste felépítése és az izomzata is. Különböző eszközöket, csontdarabokat, fogakat, szarvakat használt sokrétű feladatainak megoldására. Korábban azt hitték, hogy ez a faj az összekötő kapocs a *Ramapithecus* és az ember között, de ma már széles körben elterjedt az a vélemény, hogy az előember már létezett ebben az időben, az *Australopithecus* kortársa volt. Az előember, a *Homo habilis* agyának kapacitása jelentősen megnőtt, fogai kisebbek lettek, maga készítette egyszerű

szerszámokat használt és felegyenesedve járt. Több elmélet született annak megmagyarázására, hogy ez miért következett be, miért állt ősrünk két lábra. Lehetséges, hogy azért, mert ezáltal kezei felszabadultak a járástól független feladatok ellátására, vagy azért, mert a hőszabályozás így könnyebben működhetett, miután testét kisebb felületen melegítette a Nap, ugyanakkor nagyobb felületen érthette a hűsítő szellő.

1,8 millió évvel ezelőtt jelent meg a *Homo erectus*, a felegyenesedett ember, akinek agytérfogata már 900–1100 cm³ között változott, magassága elérte a 160-170 cm-t és jellegzetesen erőteljes homlokcsontja volt (lásd pl. Harenberg, 1990). Ez az ősrünk kis hordákban, az őserdőben kóborolt, gyümölcsöket gyűjtött, gyökereket ásott és kőből készített szerszámokat is, melyeket a vadászatokon használtak, miután többé-kevésbé tudatosan felismerték a közös cselekvés előnyeit. Egy későbbi leszármazottja, a félmillió évvel ezelőtt Kínában élt pekingi ember hordákban úzte az állatokat a sziklás hegyoldalak szélére, hogy azok lezuhanjanak, és ezáltal táplálékul szolgálhassanak. Ezen őseink könnyecsepp alakú fejszéje arra utal, hogy az agyukban tárolt kép alapján már megtervezték ezt a szerszámot. A nagyfokú szimmetria és a térbeli elrendezés jelentős szellemi képességek meglétére utal. A kőből pattintott szerszám számos előnyös felhasználási lehetőséget kínált, alkalmas volt nagy állatok leölésére, a táplálék kiásására a földből, vagy a védekezésre a ragadozók ellen. A *Homo erectus* már sikeresen vándorolt ki eredeti szülőhelyéről, Afrikából, és elterjedt Ázsiában és Európában is. Használták a tüzet, nemcsak hő- és fényforrásként, a ragadozók elleni védelmül, hanem táplálékuk elkészítéséhez is, ami már magasrendű gondolkodási képességet feltételez.

A fejlődés egy újabb lépcsőjét jelentette a Neander-völgyi ember, aki 150 000 évvel ezelőtt tűnt fel, és már lényegesen magasabb kulturális színvonalon állt, mint elődei. Élettere hasonlított a mai eszkimókéhoz, lakóhelye a kietlen, jeges tundra volt, mely csak jóval délebbre ment át füves sztyeppébe és ritkás tajgába. Nyilván a zord éghajlat kényszerítő körülményei tették ügyes vadásszá, aki a barlangi medvét és a szibériai kőszáli kecskét is el tudta ejteni. Agytérfogata már megközelítette a modern emberét, 1500 cm³ körül járt, ezért nem lenne meglepő, ha kiderülne, hogy már az élet és a halál értelmén, a halál utáni életen is gondolkozott, hiszen halottait eltemette, és melléjük fegyvereket, táplálékot helyezett a sírba. Számos szerszáma előállításához vésőket és kőből pattintott szakócákat használt, kaparókkal és lándzsahegyekkel igyekezett növelni napi tevékenysége hatékonyságát. Valószínű, hogy a Neander-völgyi emberek is valamiféle evolúciós zsákutcát jelentettek, és nem keveredtek a mai emberrel, a *Homo sapiens*-szel, aki fokozatosan kiszorította őket Európából, 35-40 000 évvel ezelőtt kihalásra ítélve őket.

Közvetlen felmenőink körülbelül 100 000 évvel ezelőtt tűntek fel, keskenyebb arcuk volt, mint elődeiknek és kerek koponyájuk, elérték a 170-180 cm-es testmagasságot is. 45 000 évvel ezelőtt alakult ki a kultúrájuk és viselkedésük, specializált, néha igen pontosan megmunkált szerszámok készítésére is képesek voltak, melyekhez a kő mellett csontot és lakkohelyüktől távolabb lévő nyersanyagokat is használtak. Kitűnő vadászok voltak, hordákba verődve, a siker reményében üldözőbe vették a jégkorszaki mamutot, a barlangi medvét és más nagyvadakat. Közösén tervezték meg és hajtották végre vadászataikat saját készítésű dárdákkal és buzogányokkal, ugyanakkor veremcsapdákat is állítottak. A Neandervölgyi emberekhez képest jelentősen elszaporodtak, azoknál tovább is éltek, és ritkábban szenvedtek különböző sérülésektől és betegségektől. Továbbfejlődtek a társas viszonyaik, és képesek voltak összefüggően beszélni, ami kedvezett az agyvelő további fejlődésének. Az eszközkészítés fogásai generációról generációra öröklődtek, és rendelkeztek azzal az ismerettel is, hogy a tűzben felizzított, lassan lehűtött kő könnyebben megmunkálható. Már éltek a varázslat nyújtotta illúziókkal, agyagból készített állatfiguráikat nyíllal szúrták át, így „ölve meg” a mintául szolgáló zsákmányt. Csodálatos barlangfestményeik (lásd pl. 2.8. ábra), szobrocskáik magas kultúrára utalnak, közöttük született meg a művészet. Egykét tucat tagból álló hordákban éltek, és a történelemben először építettek maguknak lakhelyet kiugró sziklák alatt és barlangok bejáratánál, szélvédett, napos déli lejtőkön.



2.8. ábra. A crô-magnoni ember által készített barlangrajz a franciaországi Lascaux-ból

A ma élő emberhez vezető fejlődés folyamatában több fontos evolúciós lépést figyelhetünk meg, melyek egymást követő időpontokban következtek be. A kutatók vitatkoznak arról, melyik lépésnek mekkora volt a jelentősége, de azért érdemes ezeket összefoglalni. Már említettük a szemek előretolódását, mely a térlátást tette lehetővé, ezáltal megkönnyítve a tájékozódást az erdők bonyolult világában. Ugyanezt a célt, az ágakon való közlekedés megkönnyítését szolgálta a fogókéz kifejlődése a szembeállítható hüvelykujjal. A későbbiek során megindult a test felegyenesedése, mely végül a két lábon járáshoz vezetett, ez pedig maga után vonta a gerincoszlop S-alakú görbületének kialakulását, képessé téve ezt a stabilis és rugalmas tartószerkezetet a fej biztonságos hordozására. Körülbelül 1 millió évvel ezelőtt a testnagyság gyors növekedésnek indult, és az agyvelő térfogata is háromszorosa lett a korábbiaknak. Érdekes módon, ennek ellenére az agy teljesítőképessége néhány százezer éven keresztül alig növekedett. Ez csak mintegy 30 000 évvel ezelőtt következett be, mégpedig anélkül, hogy az agytérfogat növekedett volna. Ettől az időtől kezdve az ember szerszámkészlete jóval változatosabb lett, megjelentek az első falfestmények és szobrocskák, melyek már az elvont gondolkodás jelei.

A főemlősök között akkor indult meg jelentős változás, amikor felgyorsult az agykéreg növekedése, ami a *Homo sapiens* megjelenésével kulminált. Az „új agy” nem pusztította ki a régit, mely a hüllőkben és korai emlősökben már 100 millió évvel ezelőtt megvolt, és akkor is az ösztönös viselkedést szabályozta, hanem azt a modern ember agyában teljesen körülveszi, magába zárja. Ma is aktív, például szülői ösztöneinkért felelős. Itt is látunk egy példát arra, hogy az evolúció sokszor megőrizve haladja meg a régit, nem veti el teljesen a korábbi megoldásokat. A „régí agy” egyik része, a hipotalamusz csak akkora, mint egy dió, mégis kimutatható, hogy ebben születik a harag, a szorongás és a félelem, az agresszió, kissé távolabb tőle a szexuális vágy és az igény az ivóvízre, a táplálékra. Az emberekben az „új agy” ellenőrzi a régit, ez mégis bennünk van, és időnként átveszi az irányítást a hüllőkhöz vagy ragadozókhöz téve minket hasonlatossá. Mintegy százmilliárd agysejtünk között bonyolult hálózatok alakulnak ki, melyek hatalmas mennyiségű információt képesek tárolni, rendezni és elemezni. Ennek alapján az ember nemcsak ösztönösen cselekszik, mint fejletlenebb elődei, hanem tudatosan is képes az önmagának és fájának fenntartásához szükséges döntéseket meghozni. Megjelent az időérzék, mely születésünktől fogva alapvetően befolyásolja tevékenységünket, és lehetővé teszi, hogy emlékezzünk, ugyanakkor terveket is szőjünk a jövőre. A külvilággal kölcsönhatásban nemcsak anyagcserét bonyolítunk le, hanem emlékezetünkre támaszkodva tanulunk is, ezért

képesek vagyunk komplikált szerszámok készítésére, melyekkel megkönnyítjük a táplálékszerzést, megvédhetjük magunkat és utódainkat a környezet káros befolyásától. A tudás segítségével tárolhatók és elemezhetők a napi tevékenység során szerzett információk, a közösségek hasznos hírnökei az idősebbek emlékeiből, melyeket azok továbbadnak.

Körülbelül 100 000 évvel ezelőtt az emberben különleges képesség alakult ki, a beszéd, melynek révén a nyelv szabályai szerint képzett hangjelek sorozatát eljuttathatjuk partnerünkhöz. A nyelv megjelenése az emberiség evolúciójának kulcsfontosságú lépése, mely lehetővé teszi, hogy az egyének kicseréljék gondolataikat, összehangolják cselekedeteiket, sőt az emlékezet révén áthidalják az időt is (lásd pl. Szathmáry & Maynard Smith, 2000). A nyelv szerkezetében analóg a genetikai információt átörökítő nukleinsavval. Ugyanúgy néhány hang kombinálásával állít elő értelmes szavakat, melyekből aztán gyakorlatilag végtelen sokféle értelmes közlemény állítható elő, mint ahogyan a DNS is négy bázisból épül fel, melyek tripllettjei kódolják a húszféle aminosavat, ezek különböző sorozatai pedig az élő szervezetben működő rengeteg fehérjét. Minden természetes nyelvben korlátozott számú szabály van, melyek alkalmazásával előállítható az összes lehetséges, nyelvtanilag helyes mondat. Ezeket a szabályokat együttesen egyetemes nyelvtannak nevezzük. A gyermekek és bizonyos mértékig a gyermekkorukban megfelelő nyelvi tréningben részesülő felnőttek bármely emberi nyelvet képesek megtanulni. Mint alább majd részletezzük, az egyetemes nyelvtannak erős veleszületett háttere van.

Más tanult készségekkel ellentétben a nyelv nem igényel tanítást, annál inkább a hangszálak, az ajkak, a nyelv, száj és az agy különböző tartományainak finom összehangolását. Ezt többek között a gégefő lesüllyedése tette lehetővé, ami jelentős előnyt jelent az emberi nyelvben használt sokféle hang kiadásánál. Kimutatták, hogy a nyelvi képességeknek legalább két külön központja van az agyban, az egyik a beszélt szöveg nyelvtanáért, a másik a jelentésének a megértéséért felelős. Valószínű tehát, hogy van egy öröklődő „nyelvi szervünk” (Maynard Smith & Szathmáry, 1997), mely velünk született, és amennyiben megfelelő időben megfelelő ingerek érik, képessé tesz a beszédre külön tanulás nélkül. Nem öröklődik ugyanakkor a szókincsünk, ezt tanulóssal sajátítjuk el. A különböző (pl. magyar, angol, japán stb.) nyelvtanok ugyanannak a nyelvi szervnek az alternatív működési módjai. Ezt az is alátámasztja, hogy a közös nyelvet nem beszélő felnőttek kapcsolatában kialakult, korlátozott, nyelvtan nélküli kommunikációs formát, a „pidzsint” (pigeon) nyelvet szüleiktől megtanuló, majd felnövő gyermekek már nem ezt a torzót, hanem egy valódi nyelvet beszélnek, teljes értékű nyelvtannal.

Rendkívül érdekes, hogy a kialakuló, „kreol”-nak nevezett nyelvtanok nagyon hasonlóak még akkor is, ha több ezer kilométer távolságban helyezkednek el, vagyis biztos, hogy nem tudtak hatni egymásra.

A nyelv nem előzmények nélkül alakult ki, több állatfaj képes bizonyos, szónak is nevezhető jelek használatára. Az egyik, a delfin testméretéhez viszonyított agytérfogata tekintetében rögtön az ember után következik, megelőzi az emberszabású majmokat. A delfinek a hangjelzések igen széles repertoárját használják, mely bővíthető: életük végéig tanulnak új jelzéseket. Fajtársaik jelzéseiből el tudják különíteni a lényeges információt, és aszerint cselekednek. Miután a szórend jelentőségét is megértik, feltételezhető, hogy primitív mondatokat is értenek, ezekre helyesen reagálnak. Hasonló, de nem ilyen fejlett nyelv előtti rendszerek léteznek bizonyos majmok között is (Maynard Smith & Szathmáry, 1997).

Nyilvánvaló a nyelv jelentősége a társas érintkezés kifejlődésében, a tanulásban. Valamennyi emberi társadalomnak van nyelve, és érdekes módon az egyszerűbb technológiát alkalmazó, egyszerűbb szociális berendezkedésű csoportok nyelve semmivel nem egyszerűbb azokénál, amelyek előbbre vannak a szociális és technikai fejlődésben. Ez alátámasztja azt a vélekedést, miszerint a nyelv a kulturális sokszínűség egyik alapvető letéteményese, a kulturális evolúció lényeges feltétele. A kommunikációt biztosító nyelv lehetővé tette az emberi közösségek kialakulását, melyeken belül szükségletté vált az ismeretek kicserélése, a beszéd, a gondolatok egyeztetése és az összehangolt cselekvés. Ezek közül a legfontosabb a család, mely az utódok nevelésének máig is legalkalmasabb terepe. Az emberihez hasonló család kezdeményei már fellelhetők az emlősök, sőt a madarak között is. Míg a tojó a tojásokon ül, párja szerzi be neki a táplálékot, majd a fiókákat együtt etetik, miután azok kikeltek. A farkasok játszanak kölykeikkel, hogy azok így leshessék el a vadászat fő fogásait (Mowat, 1999).

A társadalmi fejlődés során az emberi csoport független egységként jelent meg, tervekkel, célokkal, saját identitással és gondolkodással, valamint mindezen tulajdonságok belső differenciálódásával. A csoportban a tagok egyéni szerepet játszanak, feladataik vannak, együttműködnek egymással, miközben megőrzik önálló gondolkodásukat. Kialakultak az egyén és a csoport közötti viszony szempontjából fontos új biológiai tulajdonságok, a közös eszmék, közös akciók, a hűség (Csányi, 1999). El kellett döntenie, mi a jó és mi a rossz, fokozatosan kialakult az erkölcs, megkezdődött a történelem!

A szakócatól a holdutazásig

A *Homo sapiens* megjelenésével többek szerint befejeződött az emberiség genetikai evolúciója. Miután a természetes kiválasztódás igen lassú folyamat, nem tudhatjuk, hogy hova vezet majd sok ezer év múlva, nem minden tudós osztja ezt a nézetet. Mégis úgy tűnik, hogy a jövőben nem várható olyan meghatározó genetikai változás fajunkban, amitől mondjuk jobban fogunk látni, vagy gyorsabban fogunk futni. Ezt arra alapozzuk, hogy az elmúlt 100 000 évben ilyen mutációk alig következtek be, azok is kevésbé jelentősek, mint például a sarlós sejtvesztés kialakulása. Világszerte háromszáz millióan szenvednek ebben a betegségben, mely örökletes, és a vér hemoglobinjának oxigénkötő képességét csökkenteni azáltal, hogy benne egyetlen aminosavat egy másikra cserél. A betegek (Afrikában a lakosság 40%-a) azért nem haltak ki, mert a mutáció, mely káros az egyik oldalon, egyúttal bizonyos védelmet is nyújt az évente százmillió embert sújtó, a megbetegedett csecsemők 10%-át elpusztító malária ellen. A betegség elterjedt az egész világon, de a maláriától mentes vidékeken fokozatosan visszaszorul, a hibás gén kiküszöbölődik az utódokból. Más hasonló mutációk is előfordulnak egyes betegségek kialakulásánál, de az emberiség génkészletének folyamatos evolúciójáról akkor kaphatnánk vitathatatlanul helyes képet, ha sokkal hosszabb ideig, további sok százezer évig követhetnénk a változásokat.

Az emberiség fejlődése ma már döntő mértékben nem a genetikai anyag változása, hanem az egyes csoportokon belül megvalósuló együttműködés és információcsere révén, az emberi kultúra és társadalom szerveződése keretében folytatódik. A fejlődés hordozója az információ és az azt tároló, feldolgozó és továbbadó emberi agy lett. A változó éghajlat, a fertőző betegségek és egyéb körülmények formájában megjelenő szelekciós nyomásra az emberek tudásuk és a társadalmi együttműködési formák tökéletesítésével válaszoltak és válaszolnak ma is. A kulturális evolúció a mémek révén valósul meg, melyek terjedését az őket hordozó és továbbító emberek biztosítják, ezáltal adva választ a környezeti kihívásokra. Itt is tapasztalható, hogy az igazán jelentős eszméket (mémeket) akkor sem törli ki a társadalom az emlékezetéből, ha mégolyan fontos, új felismerések is kerülnek a birtokába, hanem az új magába foglalva haladja meg a régit. Newton mechanikája a mindennapokban tapasztalható kis sebességek esetében érvényes maradt azután is, hogy megismertük Einstein relativitáselméletét, mely a fényéhez közeli sebességgel mozgó rendszerekre mond igazán újat. Ez az elmélet általános, így a zérus sebességnek megfelelő határesetként a newtoni mechanikát egzakt módon magába foglalja.

Tekintsük most át röviden az emberiség történetét abból a szempontból, miképpen haladt előre az evolúció, milyen okok következtében nőtt világunk összetettsége. Az ősemberek elszigetelt, kis létszámú hordái fokozatosan meghódították a földrészeket, Afrika, Európa és Eurázsia után 40 000 évvel ezelőtt Ausztráliát, 20 000 évvel ezelőtt Szibériát, majd ezen keresztül Krisztus előtt 11-12 000 évvel az amerikai kontinenst is. A zord éghajlatú Grönlandra már csak Krisztus előtt 2000-ben került sor, még később a Polinéz-szigetekre és Új-Zélandra, ahová elődeink csak 1500-1000 évvel ezelőtt tették be először a lábukat (Diamond, 2000). Miután majdnem az egész Földet kisebb-nagyobb sűrűségben benépesítették, az emberek (2.9. ábra) óriási újításra szánták el magukat. Fokozatosan, több évezred alatt feladták vándorló, gyűjtögető, vadászó életmódjukat, és nekikezdték a földművelésnek, a növények célirányos termesztésének, ami azután összetett társadalmi formák, bonyolultabb közösségek kialakulásához vezetett. Ezt az eseményt az újkőkor latin nevéből neolitikumnak nevezik, és joggal állíthatjuk, hogy anyagi és szellemi vonatkozásban az emberiség fejlődésének kiemelkedő jelentőségű korszaka, a magas fokú kultúra kifejlődésének első lépcsőfoka volt. A földműveléssel először sikerült őseinknek a természeti környezetet saját szükségleteikhez szabni és célirányosan megváltoztatni, az ember elkezdett saját céljaira termelni. Az új életmód, a megtermelt élelmiszerfelesleg, az új technikák és az állandó települések kialakulása lehetővé tette, hogy a közösségek viszonylag függetlenek legyenek a természeti környezettől, annak veszélyeitől.

A földművelés 10 000 évvel ezelőtt kezdődött meg, majdnem egy időben a Közel-Keleten, Kínában, Közép-Amerikában, Peruban és Észak-Amerika keleti részén (Diamond, 2000). Kialakulásának oka valószínűleg az volt, hogy az utolsó jégkorszak után bekövetkezett drámai éghajlati változások miatt a rendelkezésre álló élelmiszer mennyisége csökkent, és nagyobb embercsoportok tömörültek össze viszonylag kis helyen. Egy másik elmélet szerint a mezőgazdaság azokon a területeken fejlődött ki először, ahol az emberek, állatok és ehető növények tartósan egymás mellett éltek. Megindult a növények és állatok háziásítása, vagyis a vad fajok hozzáidomítása az emberi szükségletekhez, az együttélés és a nemegyszer kölcsönösen előnyös együttműködés kialakítása. Elsőnek a vadbúzát, majd más növényeket, a kölest, a rizst, különböző bab- és borsófajtákat domesztikálták. Az első háziállat a rénszarvas volt 12 000 évvel ezelőtt, majd háziásították a kecskét, a juhot, a szarvasmarhát, a sertést és 6000 évvel ezelőtt a szamarat is. Megjelent az élelmiszerfelesleg, minek következtében a föld művelője többet tudott learatni, mint amit elfogyasztott. Ez biztonságot nyújtott neki, és lehetővé tette, hogy bizonyos



Kr. u. 1. – 150 millió



1350 – 300 millió



1700 – 600 millió



1900 – 1,6 milliárd



1985 – 5 milliárd

2.9. ábra. Az emberiség létszámának változása és elterjedése a Földön Krisztus születésétől napjainkig. A sűrűbben lakott helyeket fekete pontok jelölik (Tanton, 1994)

személyek felszabaduljanak a táplálék megszerzésének kényszere alól, ehelyett kézműves, szervezési vagy kultikus feladatokat lássanak el, a munkavégzés specializálódjon. A korábbi, gyűjtögető-vadászó életmód zsákutcába futott, ami nem vezetett azonnal a megszűnéséhez vagy a vadászok kihalásához, de lényeges versenyhátrányt jelentett művelőinek. Miután szétszórva éltek, hiányzott a kritikus szellemi tömeg, és nem volt meg a kellő igény, nem tudták megfelelően fejleszteni a technológiát, elmaradtak a fontos újítások. A világ kevésbé frekvenciált zugaiba húzódott, gyűjtögetésből élő törzsek nem rendelkeztek háziállatokkal, nem fertőződhetek az ezeken élősködő kórokozókka, így nem is alakulhatott ki bennük immunitás velük szemben. Ez csak évezredekkel később jelentett problémát, de akkor annál súlyosabbat, mivel a más földrészről érkező, pusztító járványok baktériumaival és vírusaival szemben ellenálló hódítók megfertőzték őket, öntudatlanul részleges vagy teljes kihalásra ítélve egész népeket.

A vetés, a termés gondozása és betakarítása egész évre adott munkát, és megkövetelte, hogy a földművesek letelepedjenek, felhagyjanak vándorló életmódjukkal. Kialakultak az első városok, az egyik legelsőben, a kurdisztáni Dzsarmóban mindössze százötvenen éltek Krisztus előtt a VII. évezredben, de ezer évvel később Anatóliában Çatal Hüyük városa már kétezer lakost számlált, csakúgy, mint az ismert Jerikó Palesztinában. A híres Ur városa a sumérek földjén majdnem ötezer évvel ezelőtt már harmincnégyezer embernek adott lakhelyet (Harenberg, 1990). A megtelepedett emberek állandó hajlékot építettek maguknak, eleinte karókból, melyeket szalmával vagy bőrrel fedtek be, később agyagból, majd kőből. Az eleinte különálló családok együttműködése folytán, melyet többek között a közeli szomszédság tett lehetővé, egyre differenciáltabb és hierarchikusabb, ezért hatékonyabb társadalmi rendszerek jöttek létre, megkezdődött a szakosodás. Feltűntek a földművesek mellett a kézművesek, a közösséget szervező hivatalnokok, a kereskedők, a papok és a katonák. Az együttműködés és a szakosodás lehetővé tette a komplexitás növekedését az emberi kapcsolatok számának növelése és elmélyítése révén, a városokban olyan feladatokat tudtak megoldani, melyekről az ősközöségi társadalomban álmodni sem lehetett. A városiasodás fontos eredménye volt, hogy a központosított hatalom könnyebben fel tudta oldani az emberek vagy embercsoportok közötti konfliktusokat, melyek a nagycsaládokban még meglévő rokoni kapcsolatok híján súlyos következményekkel járhattak volna. Amellett, hogy közérdekű, fontos feladatokat látott el, a vezető réteg nemegyszer kihasználta kedvező pozícióit saját anyagi és szellemi jólétének növelésére. Végső soron csak az arányokon múlt és múlik ma is, mikor fogadjuk el az elit vezető szerepét, és mikor

lázadunk az esetleges önzése ellen. Kétségtelen azonban, hogy minél összetettebb, minél tagoltabb és sokszínűbb egy társadalom, annál nagyobb szükség van a vezető elite, melyet viszont ellenőrizni kell, ez jelenleg a demokráciában valósul meg a leghatékonyabban. Az elit felbomlása súlyos következményekkel jár, mint például a Krisztus utáni V. század legelején Britanniában, amikor onnan kivonták a római seregeket, közigazgatási szerveket és a római pénzt, ezzel az összeomlás szélére sodorva a helyi közösségeket.

A tudatosan tervezett városszerkezet, az egyre bonyolultabb építmények, a szerszámok, edények, kultikus tárgyak színes világában intenzívebb lett a kommunikáció is, egyre szervezettebbé vált a városi közösség. A városokban tárolni tudták a terményfelesleget, hogy így készüljenek a nehezebb időkre, ezt a korábbi vándorló életmód nem tette lehetővé. A tartós tulajdon megszerzése, gyarapítása és megvédése oda vezetett, hogy az együttműködés mellett megjelent a vetélkedés, a verseny is, a települések már szabályos háborúkat viseltek egymás ellen. Az embereknek egyre több idejük maradt a táplálék megszerzése, az utódok világra hozása és gondozása mellett a gondolkodásra a világról, amit meg akartak érteni. Kialakult a vallás, mely egyszerre szolgáltatott világképet és jövőképet a hívőknek, akkoriban a társadalom gyakorlatilag valamennyi tagjának.

Jelentős fejlődésnek indult a technológia. A városlakók kidolgozták a kőmegmunkálás új módját, agyagból és kőből építkeztek, a fazekaskorong segítségével különböző edényeket készítettek, melyeket tűzön égetve hoztak végső formájukra. Képesek voltak a fémek megmunkálására is, már a Krisztus előtti nyolcadik évezredben. Rájöttek, hogy bizonyos fémek megolvaszthatók, és ötezer évvel ezelőtt Mezopotámia városaiban agyagminta segítségével bonyolult fémöntvényeket tudtak előállítani. Elkészítették az első ötvözetet, a bronzot, melyet könnyebb volt önteni, ugyanakkor keményebb is volt, mint a réz. A technológiai fejlődés visszahatott a földművelésre, további lendületet adva neki.

A Földközi-tenger térségében intenzív kereskedelem alakult ki, ami megteremtette az igényt az írás iránt, az írás viszont biztosította a társadalom kollektív memóriáját, amelyhez késői korokban is vissza lehetett nyúlni, nem kellett mindent újra felfedezni. A legfejlettebb sumér városállamokban a papok jeleket használtak az öntözés, az élelmiszer beszállításának és raktározásának megszervezéséhez. Az első írásjelek bizonyos tárgyak egyszerű képét mintázták, majd a jelek egyre elvontabbak lettek, és kifejlődött a szóírás, melyben már nem a tárgyat, hanem az annak megfelelő fogalmat, illetve hangképet ábrázolták. Krisztus előtt 2700 körül megszületett a Gilgames eposz, mely írásos formában rögzítette az

utókor számára a korabeli háborúkat, az akkori emberek gondolkodásmódját, érzelmi és hitvilágát. A mezopotámiai városállamokból jött létre két nagy birodalom, Babilónia és Asszíria, melyek ezeröttszáz évig virágoztak. A birodalmak központosított hivatalnokállamaiban a gazdasági és igazgatási központ a templom volt. Az egységes, központosított államigazgatást egyházi és állami hivatalnokok irányították, akik utasításukat rendszerint írásban rögzítették. Hammurábi törvénykönyvével megjelent a jog, az igazságot fizetett bírák szolgáltatták a vitatkozó feleknek.

A hatalmi és gazdasági központ az idők során fokozatosan Egyiptomba tolódott, ahol a Gilgames eposz keletkezésével körülbelül egy időben megépült Dzsószer király lépcsős piramisa, melyet a következő két évezredben számos másik követett. A piramisépítés vallási tevékenység volt, a királyért tették, aki a mindenség urának megtestesítőjeként felügyelte a földi létet. Elkápráztató az a mérnöki teljesítmény, mellyel az egyre nagyobb és egyre pontosabban kialakított hatalmas gúlákat megtervezték és felépítették. A piramisok két alapvonalát igen pontosan észak-déli irányba tudták tájolni, a Kefren piramisnál az eltérés a pontos iránytól mindössze $2' 28''$ (Simonyi, 1981). Nyilván az erős hatalmi hierarchia tette lehetővé ennek a sok ezer rabszolgát és szabad embert megmozgató feladatnak a sikeres megoldását. Az akkori technológiai színvonalnak megfelelően az ember jelentette a legfőbb energiaforrást, az összehangolt, veritékes és sokszor veszélyes munka csak parancsuralmi rendszerben volt elvégezhető. A fáraó korlátlan hatalma nemcsak az országot, hanem a kozmosz harmóniáját is garantálta.

Az egyiptomiak széles körben használták a jel- és hangírás kombinációját, hieroglifáikat a Nílus mentén termő papirusznádból előállított fóliára rajzolták, ami jobban kezelhető és majdnem ugyanolyan tartós volt, mint a mezopotámiai agyagtablák. Az ország életét a Nílus évenkénti áradásai határozták meg, ezért az emberek rákényszerültek, hogy tervszerűen gazdálkodjanak a vízzel és az étellel. Minden bizonnyal annak köszönhetően, hogy egész Egyiptom népe a Nílus áradásaitól függött, és ezeket megbízhatóan kellett jelezni, mély ismeretekkel rendelkeztek a csillagászat területén, pontos naptárakat készítettek. Az árterületen, az iszappal elöntött földeken minden évben eltűntek a birtokok határai, ezért nagy szerephez jutottak a földmérők. Viszonylag pontosan meg tudták jósolni a napfogyatkozás időpontját is, fejlett volt a matematika, a tízes számrendszert használták.

A földközi-tengeri fejlődéstől majdnem függetlenül szédületes pályát futott be a kínai civilizáció (Diamond, 2000). Az ásatások arról tanúskodnak, hogy az ember már legalább félmillió éve jelen van Kínában, és az élelmiszertermelés a többi fejlett központhoz hasonlóan itt is fokozatosan

látványos eredményekhez vezetett. A bronzművesség ötezer éves, ennek köszönhető, hogy Kínában a világ többi részét jóval megelőzve kezdtek öntöttvasat készíteni a Krisztus előtti V. században. Ezután a technológiai találmányok sokasága látott napvilágot, köztük a papír, az iránytű, a talicska és a puskapor. Kialakultak az osztálykülönbségek, amiről a régi temetők sírjainak változatossága árulkodik, és az írás, már a Krisztus előtti harmadik évezredben. Kína mérete és ökológiai változatossága kedvezett az önálló helyi kultúráknak, melyek együttműködve, egyúttal versengve is fejlődtek. Az ország földrajzi adottságai, a hosszú folyók segítették a technológia és a kultúra terjedését országszerte, ezt nem akadályozták sem sivatagok, sem magas hegységek.

A kisebb-nagyobb államok és kultúrák politikai egyesítése a Csin-dinasztia alatt, Krisztus előtt 221-ben következett be, az első Csin császár a riválisok teljes megsemmisítését tűzte ki célul. Elrendelte az összes korábban írt történelmi könyv elégetését, és minden eszközzel kierőszakolta az észak-kínai nyelvek elterjesztését Kína egész területén, aminek az lett a következménye, hogy ma is a teljes népesség kétharmad része, nyolcszáz millió ember beszéli ezek egyik utódát, a mandarint. A kínai kultúra erőteljesen hozzájárult a szomszédos térségek, elsősorban Délkelet-Ázsia, kisebb mértékben Korea és Japán fejlődéséhez is. Az elsőprő fölény azonban egy bő évezred alatt hátránnyá változott, mert a kínai társadalom megmerevedett, nem értékelte az újításokat, és befelé fordult. Kína kezdetben vitathatatlan előnnyel rendelkezett a földközi-tengeri térséggel szemben, és a középkorban vezető szerepet töltött be a világ technológiájában. Politikai hatalom, hajózás és a tengerek feletti uralom tekintetében szintén a világ élén állt, már a XV. század elején nagy flottákat küldött Afrika keleti partjaihoz. A megmerevedett társadalmi rendszer, a kínai udvar két klikkjének hatalmi harca azonban oda vezetett, hogy leállították a flották indítását, sőt lerombolták a hajógyárakat is, és betiltották a tengeri hajózást. Nem akadt a hatalmas birodalomban más hatalmi centrum, gazdasági tömörülés, mely ezt a végzetes lépést ellensúlyozhatta volna. Európában Kolumbusz négy királyi udvarban hiába kilincsel, csak az ötödik uralkodót tudta meggyőzni fantasztikus expedíciójának merész tervéről, és azért mehetett az egyiktől a másikhoz, mert a földrész nem volt egységes. Ha akkor Európában csak egy hatalmi központ van, ahol tervét elvetik, Amerikát nem Amerigo Vespucciról nevezték volna el, és a nyugati civilizáció sem érte volna el a mostani magas szintet. A bezárkózott és fennhéjázó kínai udvar további katasztrofális döntéseket is hozott, abbahagyták a szövőgép fejlesztését, megsemmisítették a mechanikus órák gyártását. A túl szoros, parancsuralomra alapozott együttműködés, az egyéni intuíció és a verseny hiánya az 1960-as években induló

kulturális forradalom révén is nagy károkat okozott, például egy-két vezető döntése folytán az ország összes iskoláját öt évre bezárták.

Míg Kína egyre uniformizáltabbá válva fokozatosan elvesztette vezető szerepét, a földközi-tengeri medence és Európa, többek között erős földrajzi tagoltsága miatt megtartotta sokszínűségét, így versenyképességét is. A kisebb-nagyobb félszigetek, szigetek népét nem lehetett olyan könnyen igába hajtani, mint Kínában, negyven önálló nyelv alakult ki és maradt fenn biztosítva a kulturális diverzitást. Miután Mezopotámiából Egyiptomba került át a központ, ennek hanyatlásával a görögök vették át a vezető szerepet. A görög társadalom már rendkívül fejlett volt, az önálló városállamok szabad polgárai élvezték a demokrácia gyümölcseit, ami még akkor is figyelemre méltó, ha tudjuk, hogy a rabszolgák százazreit nem embernek, hanem intelligens gépnek tekintették. Miután megszabadultak a kötelező fizikai munka terhétől, a görögök óriási szellemi haladást értek el, és a liberális, az egyén szerepét nagyra értékelő hellenizmus máig is meghatározóan befolyásolja gondolkodásunkat. A görögök a tudományban tisztán gondolati úton értek el szenzációs eredményeket, a kísérletezést viszont semmire sem tartották, kissé talán meg is vetették (Simonyi, 1981). Máig is érvényes tételeket vezettek le a matematikában, a fizikában, jelentős megfigyelésekkel bővítették az egyiptomiaktól átvett csillagászati tudásukat. Csak egy példa Demokritosz atomelmélete, mely szerint a világ elemi építőkövekből áll össze. Ez az elmélet ma is megállja a helyét, számos kísérleti tapasztalat bizonyítja, és a modern technológia egyik alapját képezi. Virágzott a képzőművészet, az irodalom, a színjátás és a görög szerzők szinte mindent tudtak már az emberről, amit tudni érdemes. A görögök a kulturális sokszínűségre is szép példát adtak, hiszen a városállamok ugyan közös szellemi alapon álltak, de egymással is vetekedtek, így serkentve a fejlődést.

A hellenizmus csúcspontját Nagy Sándor birodalma jelentette, mely három földrészre terjedt ki, exportálva a görög kultúrát a meghódított vidékekre. Nem élte túl a megalapítóját, Alexandrosz halála után civakodó utódai több részre bontották, melyek később önálló birodalmak lettek, de fokozatosan az egyre erősödő Róma fennhatósága alá kerültek.

A görög kultúra folytatásaként fejlődött ki a római civilizáció, melyben az elméleteket átültették a gyakorlatba, jelentősen fejlesztették a technológiát, a hadviselést, a közlekedést és a jogrendszert. Hatalmas birodalom jött létre, melyben a Pax Romana, Róma békéje uralkodott, lassú de szerves fejlődést téve lehetővé.

Egy jelentéktelen provinciában, Palesztinában, melyet egyistenhívő zsidók laktak, keresztre feszítettek egy szelíd forradalmárt, Jézus Krisztust, akinek követői Szent Péter és Szent Pál vezetésével az egész világon

elterjesztették a szeretet vallását. Szakítottak az Ószövetség rideg világával, ahol szemet szemért, fogat fogért követeltek, és megteremtették az együttműködés új rendjét, mely igen termékenynek bizonyult. A szelídséget állították az erőszakkal szembe, és hitük védelmében tömegek mentek a római arénák oroszlánjai elé, a biztos halálba. Intézményesült az önfeláldozás, az egyéni törekvések alárendelése a csoport érdekeinek, ami hatalmas erőt kölcsönzött a kereszténységnek a következő két évezredben. Egyenjogúnak tekintették a nőket, jelentősen növelve a hívők számát és gazdagítva a vallás érzelmi alapjait. A kereszténység behatolt a Római Birodalom minden zugába, és Nagy Konstantin uralkodása alatt, Krisztus után a IV. században államvallássá lett. Hatalmas társadalomszervező ereje ma is érezhető, hívők és nem hívők százmilliói vezetik életüket a keresztény elvek alapján, figyelve a Pápa meghatározó jelentőségű állásfoglalásait gyorsan változó, modern világunk súlyos kérdéseiben.

A népvándorlás hullámai azonban néhány száz év múlva elértek Rómáig, és megrendítették az egykor hatalmas birodalmat. A folyamatos támadásoknak az elgyengült uralkodók már nem tudtak ellenállni, végül Alarik vizigótjai 410-ben bevették és feldúlták a várost, ezzel az egykor hatalmas Római Birodalom formálisan is megszűnt létezni. A központ Bizáncba, keletre tolódtott, a keresztény egyház nyugati és keleti félre szakadt, azóta is fenntartva különállását. Bizánc, más néven Konstantinápoly fontos utak kereszteződésénél virágzó és gazdag várossá fejlődött, innen terjedt el az ortodox kereszténység Kelet-Európába és az orosz földre. A IX–XI. században a keleti birodalom politikai és kulturális fölényben volt Nyugat-Európával szemben, mely a szaracénok, vikingek és magyarok folyamatos támadásainak kitéve nem tudott nyugodtan fejlődni. Virágzott a művészet, a tudomány, a technika, a város mintaszerű vízvezetékkel és csatornarendszerrel büszkélkedhetett. Később az előny fokozatosan elenyészett, a Bizánci Birodalom a kínaihoz hasonlóan megmerevedett, a császári udvar belső intrikák színtere lett, az elit képtelen volt befogadni az újításokat. A Nyugat-Európából Palesztinába induló keresztes háborúk megviselték a birodalmat, így a keletről jövő szeldzsuk török támadások egy politikailag és katonailag egyre gyengülő rendszerrel találták szembe magukat, mely egyre kevésbé tudott védekezni. Bizánc 1453-ban elesett, és Isztambul néven lett az egyre erősödő Ottomán Birodalom fővárosa.

Közben Európában fontos változások érlelődtek. Sokan az uralkodó rétegből rájöttek arra, hogy az emberek jobban dolgoznak, ha maguk is részesülnek munkájuk gyümölcséből, ezért már a római hegemonia utolsó századaiban fokozatosan felszabadították a rabszolgákat, akik akkor már csak ímmel-ámmal, parancsra teljesítették uruk akaratát. Az alá-

vetett néposztályok gátlástalan kizsákmányolása, mereven központosított irányítása alábbhagyott, és fokozatosan kialakult a feudalizmus. Ez a rendszer több mozgásteret biztosított a jobbágyoknak, akik művelésre kapták a földet a földesúrtól, emellett katonai védelemben is részesültek tőle, ezért terményekkel, munkával vagy pénzzel fizettek neki. A rabszolgaság megszűnésével nőtt a munkaerő ára, ez serkentette a különböző, emberi munkát kímélő technológiai újításokat. Több évtizedes erőfeszítéssel csodálatos katedrálisokat hoztak létre, a középkor vége felé találták fel Európában a puskaport és a könyvnyomtatást. Kisebb-nagyobb hatalmi központok alakultak ki a kontinens különböző részein, ezek állandó harcban álltak egymással, lehetetlenné téve az olyan központosítást, mint amilyen Kínában zajlott egy évezreddel azelőtt. A látszólag sötét, vagyis mozdulatlan és újításra képtelen, valójában azonban mozgalmas középkorban fokozatosan értek be a változások, melyek a XV. század végére nagy ugráshoz vezettek: a földrész nyugati partjairól kiindulva megkezdődtek a felfedezések. Először a spanyolok és a portugálok, majd a hollandok, britek és franciák küldték el hajóikat távoli földrészek felé, megismerték, majd leigázták az ott élő, a történelmi fejlődés alacsonyabb fokain élő népeket. Napi tapasztalatokkal támasztották alá, hogy a Föld gömb alakú, és jelentősen gyarapították az európaiak földrajzi, botanikai, természetrajzi ismereteit. Megindult a kereskedelem, áramlott az arany, az értékes nyersanyag Európába, ennek következtében a hatalmi, gazdasági, kulturális központ a kontinens közepe felől a nyugati partvidékekre tolódot, és hosszú időre ott is maradt.

A nagy felfedezéseket követően Európa nyugati felében jelentős szellemi fejlődés indult meg. A XVII. században kezdődött a máig is tartó tudományos forradalom, melynek egyik első és igen fontos lépése volt Kopernikus felismerése, miszerint nem a Föld a Kozmosz középpontja, hanem csupán részei vagyunk a Naprendszernek (Simonyi, 1981). Kopernikust Galilei, Kepler majd Newton követte, akik kidolgozták a mechanika alapjait, és olyan matematikai egyenleteket vezettek le, melyek lehetővé tették bizonyos, fizikai szempontból egyszerűbb események viszonylag pontos előrejelzését, mint egy kő esése vagy a bolygók keringése a Nap körül. A nagy utazók, mint Alexander von Humboldt, részletesen leírták a távoli földrészek természetrajzát, megszületett a növények és állatok rendszertana. Később Dalton és Lavoisier megalapozták a modern kémiát, Faraday és Maxwell az elektromosságtant és a XIX. században egyre-másra születtek a természettudományos felfedezések. Diadalútját járta a tudományban az analitikus módszer, mely a valóságot piciny darabkákra bontva igyekezett a lehető legmélyebben megérteni, majd ezekből a részletesen megértett darabokból ismét összerakni. Ez a módszer

lehetővé tette, hogy a tudomány eredményeire alapozva fejlődjön a technológia is, mely a világ megértésén túl azt meg is újította mesterségesen létrehozott eszközeivel és anyagaival. A tudományos forradalom megalapozta az ipari forradalmat, mely Angliában vette kezdetét, elterjedt az egész kontinensen, majd Észak-Amerikába, később Japánba és más országokba eljutva látványos anyagi fejlődés alapjául szolgált és szolgál ma is.

A brit sziget meglévő energiaforrásai, munkaerő-feleslege, a gyarmatokról behozott nyersanyagai, nem utolsósorban pedig viszonylagos elszigeteltsége, mely megóvta a háborúktól, lehetővé tették, hogy itt induljon be, és nagy lépésekkel haladjon előre az ipari fejlődés. Már 1705-ben megépítették az első modern gőzgépet, melyet James Watt tökéletesített jó fél évszázaddal később. A XIX. század végére már az elektromosság is fontos energiaforrássá vált, jelentősen egyszerűsítve az erőátvitelt és megteremtve a közvilágítás lehetőségét. Jelentős újításokat vezettek be a szövőgépeknél, minek következtében csökkent az igény a munkaerő iránt. Megjelent a gőzhajó, a gőzmozdony és a vasút, forradalmasítva a közlekedést, javultak a kommunikációs lehetőségek, feltalálták a telefont és a távírókat. A világ összezsugorodott, az emberek gyorsabban jutottak el az egyik helyről a másikra, könnyebben tudták kicserélni az információt, mint korábban. Az ipari forradalom jelentős társadalmi változásokhoz is vezetett, jelentősen nőtt a lélekszám, előrehaladt a városiasodás, nagy kereskedelmi és közlekedési csomópontok alakultak ki. Javult az élelmszerellátás és a közegészségügy, ezzel az iparosodott országokban csökkent a csecsemők és felnőttek halandósága, nőtt az átlagéletkor. A pozitív hatások mellett jelentős feszültségek is felhalmozódtak az újonnan kialakult munkásosztályban. A munkásoknak fel kellett adni korábbi, kézművesként élvezett, viszonylagos önállóságukat és olcsó pénzért sokat kellett dolgozniuk. Megindult a munkavállalók és a munka uniformizálódásának folyamata, mely csúcspontját a XX. századi Henry Ford-féle futószalag mellett érte el: a munkásból ipari rabszolga, intelligens gépalkatrész lett.

A tudományos és technológiai forradalom öntudatosabbá tette az embert, az élet értéke megnőtt. Fokozatosan kikristályosodott a felvilágosodás eszméje, mely a tudományokon és a filozófián alapul. Megjelentek a mechanikus materialisták, akik túlegyszerűsítették a valóságot, egyoldalúan úgy tartották, hogy az univerzum szerkezete és a mechanika gépei hasonlatosak, működési elvük összevethető. Visszaszorult a vallás, és új értékek jelentek meg, mint az egyén szabadsága, a törvény előtti, a politikai és szociális értelemben vett egyenlőség, valamint a testvériség, más szóval a társadalmi szolidaritás. Ezek az értékek jelentős szerepet játsza-

nak a mai vezető euro-atlanti társadalmak eszmei megalapozásában, az emberek széles köre azonosul velük. A figyelem az egyén felé fordult, aki élve szabadságával kevésbé vagy egyáltalán nem vetette alá magát a többségnek, és igyekezett megteremteni szellemi és anyagi önállóságot. Kialakult a polgárság, mely társadalmi osztály a francia forradalom idején és azt követően kivívta jogait, és a XIX. század végére hatalmi pozícióba került. A liberalizmus individualista szemlélete áterjedt a megerősödött Észak-Amerikára is, ahol hatalmas művelhető területek várták a régi hazájukban politikai vagy vallási okokból üldözött vagy elszegényedett, otthon jövőtlen bevándorlókat. Az új kontinensen kiteljesedhetett a sokszínűség, minden egyes ember szabadon fejthette ki a képességeit, megszületett a korlátlan lehetőségek hazája. A politikai, gazdasági és kulturális központ a Napkirály, majd Napóleon francia birodalmából Nagy-Britanniába, a XX. században pedig Észak-Amerikába tolódott át. Egyre kisebb lett a világ, míg Jules Verne hőseinek 80 nap kellett ahhoz, hogy körülutazza, egy gyors repülőgép ma már ezt 24 óra alatt megteszi. A távolságok gyorsabb leküzdésével együtt járt a gyorsuló globalizáció, ma már nem lehet fontos döntést hozni valamely hatalmi központban anélkül, hogy annak következményei ne lennének a világ más tájain.

A XX. század második felében kiteljesedett és mindenki számára érzékelhetővé lett a fogyasztás kultusza. Ezt már nemcsak a legszükségesebb igények kielégítése vezérelte, hanem társadalmi, politikai és kulturális gyakorlatok együttese lett, amelyet jól definiált értékrend legitimál. Kezdetei a XVIII. század ipari forradalmáig vezethetők vissza, mely a technológia radikális fejlődéséhez vezetett, és a fogyasztási cikkek soha nem látott bőségét eredményezte, miközben az igényeket már egyre kevésbé a szükségletek, mint inkább a kínálat vezérelte. Az egy főre eső fogyasztás ugrásszerűen megnőtt minden társadalmi rétegben, ez jelentősen növelte az elfogyasztott javak mennyiségét, tömegessé váltak a vágyak kielégítésére szolgáló eszközök és gyakorlatok. Korábban a protestáns etika által diktált aszketikus életvezetés bátorította az evilági, hivatás szerint végzett munkát, megengedte a birtoklás természetes élvezetét, a profitésélyek latolgatását és még a munka jutalmául megszerzett gazdagságot is; de megvetette a hivalkodó fogyasztás minden formáját (Weber, 1982). Mégis, sokak szerint ebből az etikából indult ki a verseny és a kínálat által vezérelt, mára súlyos veszélyeket rejtő fogyasztói beállítottság, mely elsősorban a nyugati embert jellemzi, de meghatározza szinte valamennyi jelenkori civilizáció törekvéseit is. Mára a vezető ipari országok a jólétet, sőt az egyén boldogságát is az összes nemzeti termék (GDP) mennyiségével mérik, és súlyos politikai feszültségeket okoz, ha ez egy

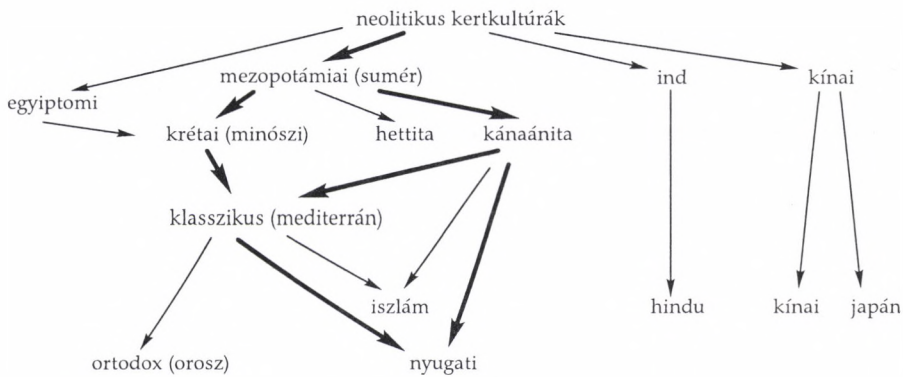
országban több éven keresztül stagnál, netán csökken. Az egyéni igények és a technológia egymással versenyezve kényszerítik ki az innovációt, mely soha nem látott technológiai sikerekhez vezetett, megteremtve a mindennapok korábban elképzelhetetlen kényelmét és biztonságát, az örömszerzés számtalan feltételét. Az iparosodott Nyugaton ma fizikai kényelmét tekintve jobban él egy betanított munkás, mint a Napkirály a XVIII. században.

A nyugati, liberális demokráciákkal szemben a keleti civilizációkban, elsősorban a Szovjetunióban és Kínában parancsuralmi rendszerek jöttek létre. Elnyomták az egyéni kezdeményezéseket, erőszakkal bírták rá az embereket a szűk körben meghozott, megalapozatlan és szakszerűtlen döntések végrehajtására. Az erőltetett és túlhajtott központosítás, vagyis a diktatúra kezdetben hozott ugyan eredményeket, de ezek nem bizonyultak tartósnak. Míg az embertelen nemzeti szocializmus nagy szakértelmével és szervezettségével tűnt ki, a Szovjetunióban az emberérettel bántak igen bőkezűen, ami előnyt jelentett a második világháború öldöklő csatáiban. Egyik látszólagos előny sem vezetett azonban a végső győzelemhez, ami a Nyugat-Európa segítségére siető, az egyéni teljesítményt megbecsülő, sokszínű és demokratikus USA jutalma lett, a technológiai fölénynek, a kedvező földrajzi fekvésnek és az erős gazdaságnak köszönve a sikert.

Míg a náciak a háborút veszítették el, a Szovjetunió a békét. Az agyonközpontosított bürokrácia következtében nem fejlődhetett a tudomány és a technológia, korlátok közé szorult a művészet, az egyes területeken mutatkozó részsikereket csak különleges, átmeneti tetőzés után lanyhuló erőfeszítések és torz finanszírozási arányok árán érték el. A XX. század végére az egykori Bizánchoz hasonlóan előregedett és impotens elit vezetése alatt a szuperhatalmi státuszban lévő orosz-szovjet birodalom már nem bírta a rá kényszerített technológiai versenyt, az információs társadalom rohamos terjedését, gazdaságilag és politikailag, sőt sok szempontból katonailag is összeomlott.

A XXI. század hajnalán új világrend alakult ki, melyben az USA egyelőre versenytárs nélkül viszi a vezető szerepet, ugyanakkor a Nyugat befolyása visszaszorulóban van. Huntington (2002) szerint nyolc civilizáció (nyugati, ortodox, iszlám, japán, kínai, hindu, dél-amerikai és afrikai) vetélkedése fogja meghatározni a jövőt, fokozatosan elenyészik a jelenlegi vezető hatalmak behozhatatlannak tűnő előnye.

A jelen helyzet elemzéséhez és a várható főbb változások előrejelzéséhez tanulságos megvizsgálni, hogyan fejlődtek a civilizációk az idők során. Civilizációnak nevezzük egy adott nép életmódjának egészét, ennek részét képezik azok az értékek, normák, intézmények és gondolkodás-



2.10. ábra. Az eurázsiai civilizációk közötti kapcsolatok.
Vastag vonallal jeleztük a sikeres fejlődési pályákat

módok, melyeknek az egymást követő nemzedékek egy adott társadalomban elsődleges jelentőséget tulajdonítanak (Bozeman, 1975). A civilizáció a legtágabb kulturális entitás (Huntington, 2002). Az eurázsiai civilizációk közötti kapcsolatokat a 2.10. ábrán mutatjuk be Quigley (1979) nyomán. A kezdeti neolitikus kertkultúrákat még nem nevezhetjük civilizációnak, de ezekből fejlődött ki először a mezopotámiai, eredetileg sumér, majd ettől függetlenül az egyiptomi civilizáció. A fejlődés fő vonala a krétai (minószi) és az egyistenhívő kánaánita ágon keresztül vezetett a Földközi-tenger klasszikus civilizációjához, melyből azután a jelenleg legfejlettebbnek tekinthető nyugati társadalom kifejlődött, benne a kánaánita hatásokkal. Elkülönülten, egymással nem jelentős kölcsönhatásban alakultak ki a hindu és a kínai/japán, valamint a különböző amerikai, afrikai és polinéziai civilizációk, utóbbiakat nem tüntettük fel az ábrán. A biológiai evolúció törzsfájához hasonlóan itt is felismerhető a fejlődés fő iránya, mely a mezopotámiai – krétai/kánaánita – klasszikus – nyugati vonalat követte. Nem állíthatjuk ugyanakkor, hogy a többi, térben elkülönülő civilizáció (hindu, kínai, japán) hasonló zsákutcát jelentenek, mint például a főemlősök a Homo sapiens-hez képest, hiszen éppen napjainkban vagyunk tanúi látványos gazdasági fejlődésüknek, kulturális öntudatra ébredésüknek. Erre a kérdésre valószínűleg csak több száz, esetleg ezer év múlva lehet megadni a választ.

A következő részben megkíséreljük áttekinteni a jelenleg legfejlettebbnek tekintett nyugati civilizáció főbb vonásait, megvizsgáljuk, hogy mennyiben nevezhető fejlődésnek az, amit elértünk. Felhívjuk a figyelmet számos veszélyre, melyek a XXI. század emberére leselkednek, egyesek csak Nyugaton, mások az egész világon. Sokan értenek egyet abban,

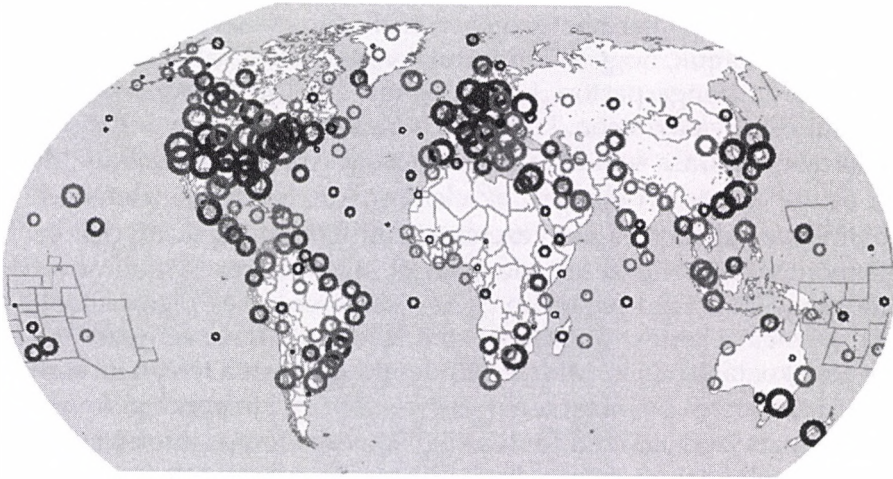
hogy jelenleg átmeneti korban élünk, nem bízhatunk az állandóságban, a változások felgyorsultak. Éppen ezért van különleges jelentősége az elemzéseknek és előrejelzéseknek, mert ezek birtokában talán befolyásolhatjuk, „feltalálhatjuk” a jövőt (Gabor, 1963).

3. JELEN

Az előző részben áttekintettük az evolúció főbb lépéseit az ősrobbanástól a modern társadalmakig. Bemutattuk, hogy bár a fejlődés legtöbbször zsákutcába fut, mégis egyre gyorsulva lesz összetettebb a világ, mert a sok felkínált alternatíva között győzedelmeskedik, fennmarad és elterjed a legéletrevalóbb. Eközben általában nem tűnik el nyomtalanul a régi, része marad az újabb és újabb megoldásoknak, így nem kell mindent elől-ről kezdeni, újra feltalálni. Úgy gondolnánk e felismerések birtokában, hogy a XXI. század hajnalán minden rendben van körülöttünk, biztos a jövőnk és nincs más dolgunk, csak követni a ma és a múltban is uralkodó irányzatokat. Nem így van, a látványos eredmények dacára súlyos veszélyek is leselkednek egyre bonyolultabbá váló, sokszor ijesztőnek tűnő világunkra. Ebben a részben a jelennel fogunk foglalkozni, áttekintjük a mai információs társadalom fő jellegzetességeit, a fejlődés eredményeit és gátjait. Rámutatunk, hogy az értelmetlenül, de mégis megállíthatatlanul növekvő fizikai fogyasztás nagy valószínűséggel előbb-utóbb a környezet tönkretételéhez, a nyersanyagtartalékok elherdálásához vezet. Elemzésünket az evolúció első részben tárgyalt fő jellegzetességei alapján végezzük. Megvizsgáljuk, hogy milyen veszélyeket rejt magában a túlzott fogyasztás, a fejlett nyugati világ jelenlegi berendezkedése alkalmas-e a meglévő biológiai és kulturális sokszínűség fenntartására, baj-e, ha mindent azonnal el akarunk vetni, ami régi. Optimális arányban áll-e a verseny és az együttműködés az egyes emberek és kisebb-nagyobb csoportok között, az egyéni érdekek érvényesítése a közösséggel szemben, milyen veszélyeket rejt magában a lélegzetelállító módon felgyorsult technológiai fejlődés. Eszmefuttatásunkat az információs társadalom elemzésével kezdjük, melyről mindössze húsz éve beszélünk egyre többet, mégis mára áthatja egész életünket.

Fentebb már utaltunk rá, hogy az élet különböző formái fenntartásának, a szaporodásnak, az evolúció folytatódásának meghatározó feltétele a fogyasztás. Míg az egyszerűbb élő rendszerek, az egysejtűek, a növények és az evolúció alacsonyabb fokain megrekedt állatok szinte kizárólag csak anyagokat és energiát fogyasztanak, a fejlettebb szervezetek nem maradhatnak fenn az információ fogyasztása, vagyis a tanulás, az ismeretszerzés nélkül. Az információcsere megjelenik már a hangyák és más államalkotó rovarok között is, és egyre fontosabb szerepet tölt be a fajok életében, ahogy a törzsfejlődés előrehalad. A fejlettebb emlősök következetesen tanítják kölykeiket az élelem megszerzésének egyes fogásaira. A *Homo sapiens* már a történelem kezdetén jelentős mennyiségű információt cserélt társaival, az egyre bonyolultabb együttműködési formák fejlődése segítette ezt a tevékenységet. Nagy ugrást jelentett a beszéd és a nyelv megjelenése, mely az egyént már egészen bonyolult közlemények átadására és befogadására is alkalmassá tette. Ezt követte az írás, amely helyettesíti, egyúttal óriási mértékben ki is bővíti az ember emlékezetét. A kézzel elkészített dokumentumok tárolásával lehetőség nyílt arra, hogy már az ókor embere is több-kevesebb részletességgel megismerje a közeli és a régmúlt eseményeit. A középkorban kifejlesztett könyvnyomtatás tömegesítette az írás és az olvasás korábban csak kevesek által élvezett privilégiumát, felgyorsult és általánossá lett az információk cseréje. Az elmúlt két évszázad tudományos és technológiai fejlődése a második világháború végén egy furcsa szerkezet, a számítógép megalkotásához vezetett, mely képes volt egyszerű logikai feladatokat azáltal megoldani, hogy az információt mindössze két számjegyre, a 0 és a 1, másképp kifejezve *igen* és *nem* jelek sorozatára bontotta. A tudomány analitikus gondolkodásmódja elért a csúcára, a furcsa szerkezet minden adatot ízekre szedett, majd kényére-kedvére újra összerakott, közben kielemezte, kiegészítette, részben megváltoztatta, ezerféleképpen manipulálta és így adta tovább.

A nyolcvanas évekig a komputer csupán a tudósok és a mérnökök egyik kedvenc játékszere volt, mígnem annyira csökkentek az előállítási költségek, egyidejűleg növekedett a teljesítmény, hogy létrejött a személyi számítógép, mely szinte berobbant a fogyasztói társadalomba. Egyúttal rohamosan fejlődött az adatátviteli technika, felgyorsult és nagyságrendekkel nőtt a berendezések kapacitása, létrejött az informatika mint vadonatúj mérnöki szakág. Ma már rengeteg termékben, autókban, játékokban, fényképezőgépekben és szinte minden modern mérőműszerben van egy vagy több programozott mikroprocesszor, sok feladatot már csak számítógéppel tudnak megoldani, az elektronikán alapul a televízió.



3.1. ábra. Az Internet világtérképe 1999-ben, a körök sugara az előfizetők számának logaritmusával arányos, a legnagyobb 1 millió, a legkisebb 1 előfizetőt jelent (Salus, 1999)

A néhány napos időjárás-előrejelzések meglehetősen pontosak lettek, mióta szuperszámítógépek segítik a meteorológusok munkáját. Tömegesen, óriási értékben vásárolják a személyi számítógépeken futó programokat, nem véletlen, hogy a világ leggazdagabb embere, Bill Gates a szoftvereknek köszönheti hatalmas vagyonát. A számítógépes játékok uralják a piacot, és megdöbbentő, hogy egyre többen foglalkoznak ama ártalmak feltárásával, melyek a komputer képernyője elé szögezett gyerekek körében terjednek. Nem túlzás azt állítani, hogy a fejlett ipari társadalmak összeomlanának a számítógép nélkül, ugyanakkor súlyos kihívásokkal kell szembenézniük az információs társadalom kiépülése során is.

Eredetileg a részecskefizikusok közötti gyorsabb hírcsere megvalósítására létrehoztak egy számítógépes hálózatot, mely a kilencvenes években robbanásszerűen fejlődött, és ma mindenki ismeri Internet néven. Ha az írás és a könyvtár forradalmat jelentett az információ tárolásában és átadásában, az Internet csak a szuperforradalom névvel illelhető. A hálózat jelenleg 72 millió számítógépet kapcsol össze 247 országból, illetve régióból, és évente 40-50%-kal bővül (Tehan, 2000). A felhasználás exponenciálisan növekszik, mindössze hét évig tartott, amíg a Web behatolt az USA háztartásainak 30%-ába. Az adatforgalom exponenciálisan nő, a hálózaton elérhető weblapok száma 2000-re elérte a 2,1 milliárdot, és naponta 7,3 millióval lesz több. Az előfizetők eloszlása a világ különböző régióiban arra utal, hogy ebben az esetben is jelentősek a különbségek (3.1. ábra). Az Internet jelentősége nem annyira az adatok tárolásában, mint

inkább gyors visszakereshetőségében rejlik. Kulcsszavak alapján percek alatt megtudhatjuk, hogy mikor indul a vonat Békéscsabára, milyen a kilátás a horvát tengerparton, ki volt és mit alkotott Leibniz, ki nyert az amerikai elnökválasztáson, kikből áll a brazilok világbajnok focicsapata, és e könyv megírása sem lett volna lehetséges az Internet nélkül. Megindult és széles körben elterjedt az elektronikus levelezés, jelentősen felgyorsítva az egyének és szervezetek közötti kommunikációt, csökkentve a központosított rendszerek jelentőségét, ugyanakkor tovább növelve a különbségeket a Föld fejlettebb és kevésbé szerencsés régiói között. Az elektronizáció jelentős változásokat tett lehetővé, illetve kényszerített ki a tömegtájékoztatásban is. Miután mindenütt elterjedt a televízió, emberek milliárdjai szerzik be innen a mindössze néhány központban összegyűjtött és onnan szétsugárzott fontos vagy kevésbé fontos információt a napi politikáról, a távoli országokról, színész- és sportolóideálokról, szinte mindenről. Létrejött egy virtuális valóság, melyben a rendező saját elképzeléseinek, ízlésének és érdekeinek megfelelően rakja össze és manipulálja, sokszor meg is hamisítja a tényeket.

Az informatika elterjedése jelentősen felgyorsította és elmélyítette az emberiség történelmének kezdete óta zajló globalizációt. Miközben világszerte egyre több embercsoport működik együtt, kölcsönösen kiterjesztik befolyási övezetüket, földrajzi, gazdasági és kulturális értelemben egyaránt. Ez történt a kínai tartományok egyesítésekor, Nagy Sándor, majd Róma uralma alatt, a spanyol, brit és francia gyarmatosítás évszázadaiban. Mára a gazdasági terjeszkedés következtében a folyamat felgyorsult, és bizonyos területeken szinte teljessé vált, az uralkodó társadalmi berendezkedés látszólag kiterjed az egész földgolyóra, a gazdaság mellett a politikai szférára is. A vámok lebontásával hatalmas, egységes gazdasági térségek alakultak ki, melyek jó úton vannak az összeolvadás felé. Igen gyorsan és mélyrehatóan globalizálódott a pénzügyi szféra, aminek különösen szembeutó jelensége az egyidejűség, hiszen a hírek csillagászati sebességgel terjednek. Ennek számos előnye mellett az a veszélye, hogy például a malajziai tőzsdén elkövetett hiba percekben belül érezteti hatását Londonban is, néhány éve egy túl mohó és elővigyázatlan alkusz egymagában vihette csődbe a világ egyik legpatinásabb pénzintézetét. A globalizáció is hozzájárult ahhoz, hogy elszabadult a tőzsde, a részvények árfolyama sokszor nem a tényleges gazdasági teljesítményt, hanem a hiedelmeket és a hiú reményeket fejezi ki, emiatt pénzügyi buborék úszik a tényleges fogyasztási javakat előállító reálszféra felszínén, melynek kipukkadása hatalmas és globális katasztrófát vonhat maga után. Az amerikai könyvvizsgáló cégek csalásai miatt kialakuló bizalmi válság azonnal elterjedt az egész világon, árzuhanást idézve elő a tőzsdéken,

megrendítve még a bombabiztosnak tűnő amerikai nyugdíjalapokat is. A globalizációval párhuzamosan uniformizálódnak az emberi szükségletek, a világ minden repülőterén ugyanazokat a termékeket lehet megkapni, ugyanazon üdítőket isszák a gyerekek, ugyanazon TV-műsorokat nézik, ugyanazokat a slágereket játsszák mindenütt. A fő motívum a profit és a szórakozás keresése, és mivel hiányoznak a közös eszmék, csak a fogyasztás köti össze a szereplőket. Ellenpontként viszont rá kell mutatni, hogy éppen a globalizáció következtében növekedhet a sokszínűség, az információáramlás kiterjedése és felgyorsulása számtalan újdonsághoz vezet, melyek között lehetnek jók és rosszak is. Hogy melyiket milyen kategóriába sorolhatjuk, az majd csak évtizedek vagy évszázadok múltán fog kiderülni.

Megjelentek és jelentős hatalomhoz jutottak a multinacionális vállalatok. Hetvenezer transznacionális társaság nyolcszázezer vállalatot egyesít, de a sokak számára pozitív folyamatokból egyszer és mindenkorra kimarad a parasztság és egyes értelmiségi csoportok, kimaradnak a szakképzetlenek és az egyedülálló kisvállalkozók. Egy nagyobb világcég éves forgalma meghaladja Magyarországot, befolyása ennek megfelelően óriási és túlméretezett. Ha egy dúsgazdag pénzember megháborodna, és több milliárd dollárját hagyná elveszni annak érdekében, hogy tönkretessen egy kisebb nemzeti gazdaságot, valószínűleg sikerrel járna. A multinacionális nagyvállalatok élén nem a tömegek által választott, hanem egy szűk és bennfentes kör által kinevezett vezetők állnak, akik csak a részvényeseiknek tartoznak felelősséggel, és semmi más feladatuk nincs, minthogy minél nagyobbra növeljék a profitot. Az USA-beli ENRON, a WorldCom és más vállalatok szédelő könyvvitele arra utal, hogy sokan a pénzügyekben sem becsületesek, hát még a társadalmat érintő globális ügyekben, mint a szociális biztonság vagy a környezet védelme. A multik az általuk is erőszakolt jogrendszer sajátosságai alapján még csak nem is vádolhatók a környezet iránt érzett közönnyel, a szállítási tevékenység eltúlzásával, a helyi kultúrák elszorításával és az egyre növekvő mőhőséggel. Sajnos a globalizáció nem hozta magával a globális felelősség-tudatot! Az ENSZ néhány elemzése ugyan a problémák gyökeréig hatol, de nincs erő a szükséges intézkedések meghozatalához, a globális civil szervezetek hitele a homályos finanszírozás miatt sokszor kétes, legfeljebb részsikerek elérésére van lehetőség. Hiába próbálkozik László Ervin a globális lelkiismeret életre hívásával (Laszlo, 2001), víziója egyelőre csak szűk értelmiségi körökben talál visszhangra.

Az ellenzők a globalizáció két legfőbb veszélyét a nemzetközi pénzpiacok óriásira növekedett, már-már ellenőrizhetetlen befolyásában, valamint a gazdag országokban tapasztalható munkanélküliség növeke-

désében látják (Martin & Schumann, 1998). Valóban, az informatika ma már lehetővé teszi, hogy néhány perc alatt az egész világ pénzügyeit befolyásoló döntések szülessenek, és a nemzeti valuták árfolyamainak akár tizedszázalékos különbségeire spekulálva hatalmas nyereségek halmozódhassanak fel magánszemélyek kezében. Márpedig a villámgyors döntések nagy kockázatot jelentenek, mert bármennyire is igyekeznek növelni az egyre kifinomultabb pénzügyi értékelő szoftverek megbízhatóságát, mindig előfordulhatnak, és elő is fordulnak előre nem látható esetek, melyekre korábban nem gondoltak a szakértők. A kisebb hiányosságok nem mindig tükröződnek az abnormálisan felgyorsult döntésekben, de az apró hibák globális összegeződése miatt a negatív hatások jelentősen felerősödhetnek. Ez történt például, amikor az amerikai jegybank, a FED 1994 elején az irányadó kamatláb mindössze negyed százalékos növelésével kívánt finom jelzést adni: nem lenne kívánatos a gazdaság túlhevülése, az infláció növekedése. A hír hallatán a spekulánsok azonnal menekülni kezdtek az amerikai állampapíroktól, beindult egy lefelé tartó spirál, aminek következtében az árfolyamok három hónapon keresztül folyamatosan estek, a kamat pedig robbanásszerűen megugrott. A hosszú lejáratú kötvények zuhanásszerű leértékelődésével az egész világon súlyos veszteségeket szenvedett el a pénzügyi ipar, szinte egyetlen éjszaka alatt tűnt el a semmiben háromezilliárd(!) dollár. Hasonló esetek máskor is előfordultak, és nem zárható ki egy superbaleset lehetősége, mely a dominóeffektus következtében átcsaphat a reálgazdaság világába is. Összeomolhat a pénzügyi rendszer, megbénulhat a kereskedelem, és a világ olyan (vagy nagyobb) globális csóddal szembesülne, mint 1929 októberének fekete péntekjén. Egy ilyen csőd negatív hatásai felbecsülhetetlenek, súlyos, akár fegyveressé fajuló társadalmi konfliktusok, a megtermelt javak elosztási rendellenességei kísérhetik. Ha leáll a tömegtermelés, akadozik a kereskedelem és megbénul a közlekedés, könnyen előfordulhat, hogy a világ nagyvárosaiban nehezebb lesz élelemhez jutni, mint aranyhoz, nem tudják ellátni a beteget és akadozik a közüzemi ellátás.

A globális pénzpiacok jelentős mértékben kivonják magukat a nemzeti ellenőrzés alól, még a leghatalmasabb kormányok sem képesek lényegesen befolyásolni a működésüket. Ez nem lenne baj, ha léteznének a demokratikusan választott globális intézmények, melyek ellenőrzik a pénzáramlást. Ilyenek egyelőre nincsenek, aminek következtében virágoznak az úgynevezett adóparadicsomok, olyan miniállamok, melyek teljes titoktartás mellett adókedvezményeket biztosítanak a náluk befektetőknek, akik persze ki sem teszik a lábukat kényelmes londoni, New York-i vagy frankfurti irodájukból, ahonnan az elektronika segítségével bonyolítják le milliárdos üzleteiket. Szakértők világszinten 1 billió dollár-

ra teszik a kimenekített vagyon nagyságát, mely után természetesen nem adóznak, így károsítva meg a származási országok költségvetését. A pénzpiacok ilyen normakerülő működése a gazdagoknak előnyös, akiknek van befektetni való pénzüik, amit hatalmas ügynökségek nagy szakértelemmel és a hozamok maximalizálásának ígéretével helyeznek el a tőzsdéken, vesznek belőle ilyen vagy olyan valutát.

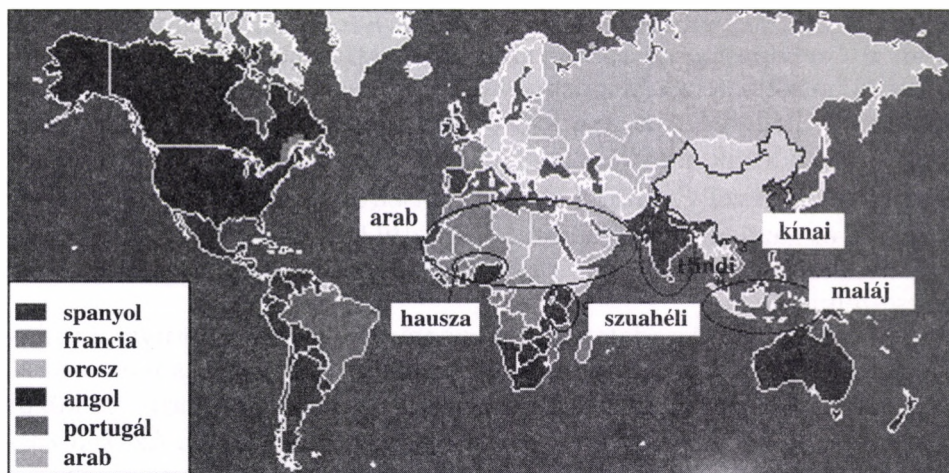
A globalizáció másik nagy fenyegetése a gazdag országok munkavállalói ellen irányul, mert a tőke mindig a maximális mértékben igyekszik hasznosulni, ezért oda települ, ahol kisebbek a bérköltségek. Ennek mi Magyarországon (átmenetileg) hasznát látjuk, mert a multinacionális nagyvállalatok tömegesen ruháztak be nálunk az elmúlt évtizedben, munkahelyek tízezreit teremtve meg. A baj akkor következik be, amikor más országokban, például Kelet-Ázsiában olcsóbban lehet munkavállalókhoz jutni, ezért ugyanaz a termék itt még kisebb költséggel állítható elő. Az olcsó munkaerő konkurenciája miatt Nyugat-Európában százerek veszítették el a munkahelyüket, az államtól kapott segélyek révén jelentősen növelve annak terheit. Az USA-ban a probléma másként „oldódott meg”: a japán és más távol-keleti gazdaság kihívásaira adott válaszként csökkent a munkavállalók reálbére. A férfi alkalmazottak és munkások 80%-ának reálbére két évtized alatt 11%-kal csökkent (Martin & Schumann, 1998). Az ország egészében tapasztalható reáljövedelem-növekedés annak eredménye, hogy a menedzserek és különleges tudással rendelkező szakemberek egy szűk rétege viszont kiugró mértékben gazdagodott. Ebben a tekintetben tehát a gazdasági globalizáció hozzájárul a társadalmi különbségek növekedéséhez még a nyertesnek tekintett országokban is.

A közlekedés ugrásszerű fejlődése, az információáramlás felerősödése és a nagyobb fogyasztás igénye serkenti a migrációt. Az egyes emberek, családok és kisebb-nagyobb népcsoportok vándorlása már évezredekkel ezelőtt is jelentős szerepet játszott a történelem alakításában, mára azonban a közlekedés és az információk terjedésének felgyorsulása miatt minden korábbit meghaladó méreteket öltött. A *Human Rights Watch* (2001) nemzetközi szervezet beszámolója szerint 150 millió nemzetközi migráns él születési országán kívül, melyet azért hagyott el, mert dolgozni vagy tanulni akar, családjával szeretne együtt élni vagy menekül az országában rá váró üldözés és erőszak elől. A migrációt serkentik a gazdag és szegény országok életszínvonalának közötti növekvő különbségek, a háborúk, a fegyveres konfliktusok, a diszkrimináció és az erőszak, a környezeti katasztrófák és a hozzáférés hiánya a természeti kincsekhez. Sokan egyszerűen azért igyekeznek a gazdagabb vidékekre, mert jobban akarnak élni, többet akarnak fogyasztani. Az emberáradat elszívja az agyakat

a kibocsátó országokból, ugyanakkor félelmet gerjeszt a befogadó országokban, ahol a nyílt és burkolt intézkedések egész sorozatát foganatosítják, ezzel azonban nehezen tudják korlátozni a legális és illegális bevándorlók számát, ami valószínűleg a jövőben tovább fog nőni. A növekvő migráció Európa sok országában felerősítette az aggodalmakat, ez a szélsőséges nézeteket valló populista pártok előretörését segítette elő Franciaországban, Olaszországban, Ausztriában, Dániában, Hollandiában, Belgiumban, de feszültség érezhető Németországban is. A politikusok sokszor megkerülik a problémát, vagy leegyszerűsítő válaszokat adnak rá, és nem nagyon látszik a megoldás. A végső soron a fogyasztás növelésének vágyától hajtott megélhetési migráció lassan az egyik legfőbb társadalmi problémává nővi ki magát az Európai Unióban, de az USA-ban is.

Hatalmas mértékben fellendült a turisztika, ami jelentősen növeli a közlekedési igényeket. Minden percben 1 millió ember van a levegőben valamelyik repülőgép fedélzetén, a turisztikai ipar az energetika és az informatika mellett a legjövedelmezőbb vállalkozások egyikévé nőtte ki magát. Érthető, hogy döntő mértékben a tehetősebb országok polgárai utaznak, és a világ minden táján ki akarják elégíteni a megszokott igényeiket. Minden turisztikai célpontban lehet tehát kapni Coca Colát, van McDonald's étterem és angolul beszélő idegenvezető. Ez felerősíti azt az ugyancsak megalapozott érzést, hogy mindent elborít az amerikai tömegízlés, visszaszorulnak a helyi színek és ízek, veszélyben vannak a kisebb kultúrák. Az előre kitervelt, viszonylag könnyen bejárható útvonalon közlekedő turisták nem ismerik meg igazán a vendéglátó országot és annak népét, az ott eltöltött néhány nap alatt csak felületes benyomásokat szereznek róla, ami aligha elegendő az együttérzés, a szimpátia vagy akár a barátság kialakításához, netán elmélyítéséhez. Ezzel szemben viszont a globalizáció korábban soha nem látott mértékben járulhat hozzá a kis kultúrák széles körű megismertetéséhez. A legjobb példa erre az ENSZ szakosított szervezete, az UNESCO, mely hivatalból támogatja, védi és terjeszti ezeket, olyan lehetőségeket felmutatva, melyek korábban elképzelhetetlenek voltak.

A globalizáció következtében csökkent a kulturális sokszínűség, mely alatt a nyelvek, vallások, a földművelési módszerek, a művészet, a társadalmi szerkezet, a konyha és más társadalmi szokások különbözőségét értjük. A Föld lakosságának negyven százaléka a hat leggyakoribb nyelv (kínai, angol, hindi, spanyol, orosz, arab) egyikén cseréli ki gondolatait, a 3.2. ábrán látható világtérképre is csak néhány további nyelv kerülhetett fel. Az élő nyelvek negyedét csak ezren vagy kevesebben beszélik, és a világ hatezer nyelvének fele veszélyeztetett. Félő, hogy századunkban ha-



3.2. ábra. A leggyakrabban beszélt nyelvek eloszlása a világon
(Geografie voor Educatie, 2000)

vonként két nyelv fog eltűnni (Crystal, 2000). Bár az angol nyelv mindennek nevezhető, csak nem veszélyeztetettnek, elgondolkodtató, hogy az angol anyanyelvűek túlnyomó többsége mindössze ezer szót használ a lehetséges kétmillióból: elsvárosodik a beszéd.

Az elősorolt negatív jelenségek miatt sokan, a gazdag és a szegény országokban egyaránt vehemensen vagy szelídebben ellenzik a globalizációt. Ne felejtsük azonban, ez nem tartóztatható fel, szükségszerű velejárója a technológiai fejlődésnek. Ha már egyszer van szuperszonikus repülőgép, telefon és Internet, nem akadályozhatjuk meg a személyek, a tőke, az áruk, a szolgáltatások, legkevésbé az információ szabad áramlását. Még a tekintélyelvű, az egyén szerepét kevesebbre becsülő civilizációkban sem lehet ezt elérni, hiszen megoldhatatlan a totális ellenőrzés és óriási az emberek kíváncsisága, a készletelés az utazásra, az új ismeretek befogadására. A tőke, ha van, úgy csorog mindenhova, mint a víz, ha engedik, betölti a szomjas gazdaság befektetésre váró szegmenseit. Miután úgy tűnik, hogy a mai világ embere szinte mindenáron növelni kívánja anyagi fogyasztását függetlenül attól, hogy Oslóban él vagy Afganisztánban, Rio de Janeiróban vagy Pápua Új-Guineában, a tőke terjedését csak kevesen akarják, és még kevesebben tudják gátolni, márpedig ez viszi magával a többi: a fogyasztási szokásokat, a reklámot, a városiasodást, a tömegkultúrát. Nem lehet, ezért nem is érdemes harcolni a globalizáció ellen, inkább meg kell teremteni azokat a globális intézményeket, melyek annak káros hatásait részben vagy egészben semlegesíteni, netán jobbítani lesznek képesek. Ilyen intézmények jelenleg is léteznek, mindenekelőtt

az ENSZ és szakosított szervezetei, néhány környezetvédelmi egyesület, mint a Greenpeace, de fontos szerepet játszhatnak az egyházak is. Jelentős hatást fejtenek ki a nemzetközi civilszervezetek, melyek ma már mindenütt hallatják a hangjukat, és egyre nagyobb befolyásra tesznek szert. Működésük megítélésénél persze nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a veszélyt, amit a rejtett finanszírozás jelenthet, hiszen egyes politikai és gazdasági lobbik rajtuk keresztül terjeszthetik a nézeteiket, és hatékonyan képviselhetik az érdekeiket anélkül, hogy ez feltűnne a felületes szemlélőnek.

Az információs társadalomban meghatározó jelentőséget nyer a tudás (Toffler, 1993). Míg korábban a hatalom megszerzésének és megtartásának három fő eszköze, az erőszak, az erőforrások és az információ közül az első kettő dominált, mára az információ került előtérbe. Az ősközöségi társadalmakban, a vadászaton együttműködő kis csapatokban a hierarchia elsősorban az egyéni fizikai képességeknek megfelelően alakult: a legerősebb, legkitartóbb, legegészségesebb férfi lett a vezér, ő kapta a legjobb feleséget, a legtöbb ételt és a legkényelmesebb szállást. Később, a nagyobb együttműködő csoportok, fejedelemségek és birodalmak kialakulása során az erőforrások, vagyis a hadsereg létszáma, a fegyverzet minősége és mennyisége, az infrastruktúra és a mindezek alapjául szolgáló gazdagság lett a meghatározó. Hiába harcoltak halált megvető bátorsággal a görögök a perzsák ellen Thermopülainál, hiába aprították a magyar végvári vitézek a törököt, a fizikai képességek szerepe már nem játszott döntő szerepet, az ellenfél lényegesen nagyobb erőforrásai, több embere, jobb fegyverei, megbízhatóbb hadtápjá miatt legyőzhetetlennek bizonyult. Mára csökkent az erőszak, vagyis a katonai potenciál és a mögötte álló erőforrások hatalmi jelentősége, ehelyett az információ jutott meghatározó szerephez az élet, különösen a verseny minden területén. Az iparosodott országokban a számítógépesítés aránya meghaladja az ötven százalékot, részben vagy egészben komputer vezérli a szerszámgépeket, az erőműveket, a műszereket, a közlekedést, a levelezést, a tanulást, a szívritmust szabályozó kis készülékeket, de még a játékokat is. Sokan a számítógépesítéssel mérik a gazdaság és a társadalom teljesítő-képességét, és rövid távon biztosan igazuk van. A vállalatok irányításánál, a politikai döntések meghozatalánál, az egyéni taktikák kialakításánál azok vannak előnyben, akiknek rendelkezésére állnak a fontos információk, melyeket alkalmas időben és alkalmas helyen fel lehet használni.

Logikus, hogy az információ szerepének hatalmas mértékű felértékelődése magával hozta a tudás mint önálló érték felértékelődését is. Egyre kevesebbet fizetnek a fizikai munkáért, egyre több a „fehérgalléros”

munkaerő, aki nem az izmaival vagy a kezűgyességével, hanem a fejével, a tudásával keresi a kenyerét. Ez nem meglepő, hiszen a XX. század negyvenes éveitől megkétszereződött az emberiség adatokkal mérhető tudáskincse, számos területen át kellett értékelni alapvető ismereteinket a világról. Vége annak a kornak, melyben egy ifjú húszas éveinek elején vagy még korábban lezárta a tanulást, és ezután élete végéig megállhatta a helyét az akkor lényegesen egyszerűbb és áttekinthetőbb világban. A mai tudástársadalomban már nemcsak a jó papnak, hanem mindenkinek tanácsos holtáig tanulni, ezért az Európai Unió jelentős forrásokat különített el az életen át tartó tanulás terjesztésének és fejlesztésének támogatására. Edison óta megnőtt a technológiai innováció szerepe, egy-egy találmánnyal horribilis vagyonokra lehet szert tenni. A tudástársadalom nyertesei a gyorsan alkalmazkodni képesek, jól képzett, leleményes és egészséges fiatalok, de ők viszonylag kevesen vannak. A képzetlen, lomhább, gyenge egészségű és korosabb tömeg jelene és jövője viszont eléggé borús, nem találják helyüket a rohanó világban.

Az információrobbanás következtében eluralkodott a mindent megkérdőjelező, gyökértelen és felületes gondolkodásmód, megrendültek az ősi értékek, melyek pedig kiállták évezredek próbáját, hiszen felelős gondolkodók szerint, tartozzanak is bármely politikai vagy filozófiai irányzathoz, a tízparancsolat lényegében ma is érvényes (Hankiss, 2002). Jelentősen veszítettek hitelükből a hagyományos intézmények, az egyház, az iskola, a bíróság, de maga az állam is. A Louis Harris Közvéleménykutató Intézet felmérése szerint a bizalmi index értéke, mely tizenkét jelentős USA-beli intézmény társadalmi hitelét mutatja, az 1969-es 100-as értékről 1994-re 39-re csökkent (Korten, 1996). A ránk zúduló adatok áradatában nincs idő az összegezésre, csak a részadatok kiegészítésére vagy felülírására, ami kedvez a leegyszerűsítő gondolkodásmódnak, a részzigazságok túlhangsúlyozásának, a vitákban tanúsított türelmetlenségnek. Az értékek fellazulása következtében fontos társadalmi rétegek veszítették el korábban megkérdőjelezhetetlennek vélt megbecsülésüket. Míg százötven éve a falusi tanító, a gimnáziumi tanár környezetük elismert és mélyen tisztelt szellemi vezetői voltak, mára világszerte rosszul fizetett alsó réteget képezik az értelmiségnek. Később az egyetemi tanár vette át a „bölcsh” szerepét, de ez is egyre halványul, hiszen a professzorok sem képesek mindig lépést tartani az újításokkal, diákjaik nemegyszer többet tudnak náluk bizonyos szűkebb területeken, ugyanakkor egyre kevésbé a tudás, mint inkább a pénz és az ettől elválaszthatatlan ismertség jelenti az abszolút mércét. Most a médiasztárok viszik a prímet, ők mondják meg a maguk teremtette virtuális világban, hogy mi a helyes és mi nem, ők manipulálják a közvéleményt, sokszor meglepően hatékonyan. Előtérbe

kerültek egyes csőlátású nagymenők, akik kiemelkednek ugyan valamely szűk területen, de nem képesek áttekinteni az egészet, mégis arrogáns magabiztossággal általánosítják korlátolt véleményüket (Ortega y Gasset, 1995). Ez különösen veszélyes a mai sztárkultusz idején, amikor élsportolók, vezető színészek és popsztárok jelentik a mértéket a szenzációra éhes tömeg szemében.

A globalizáció kedvez a különböző informális hálózatok kialakulásának, melyek nem intézményes keretek között működnek, sokszor nincs is igazi hierarchiájuk. Ilyenek léteztek már évszázadokkal korábban is, például a lombard pénzemberek szövetsége a középkorban, akiknek az egész keresztény Európára kiterjedő érdekközösségében nem az arany, hanem az információ mozgott, és megbízható küldöncök által továbbított üzenetek alapján döntöttek arról a helyi bankárok, hogy adnak-e kölcsönt egy nagyúrnak vagy sem. A mai hálózatok lazábban vagy feszesebben szervezettek lehetnek, a világ minden táján élő egyéneket kapcsolnak össze közös érdekeik, közös értékeik, közös érdeklődésük alapján. A robbanásszerűen fejlődő utazási lehetőségek és az Internet világában nem jelent problémát a kapcsolat tartása, néhány személyes találkozót követően repülő- vagy drótposta és telefon segítségével cserélhetik ki gondolataikat a hálózat tagjai. Így lehetséges például, hogy olyan tudományos kutatók írnak közös tanulmányokat, olyanok adakoznak közös célokra, akik személyesen nem is ismerik egymást. A zöld mozgalmaktól a maffiáig, a kiségyházaktól az etnikai csoportosulásokig ezerféle, többé-kevésbé informális hálózat működik ma a világon, szolgálva a közjót, vagy akár mételyezve a társadalmat. A hálózatok általában önként alávetik magukat a működési területükön érvényes törvényeknek és szokásoknak, de nemegyszer, szándékkal vagy anélkül aláássák az intézményes jogrendet. Erre főleg akkor van lehetőségük, ha nem nyíltan, szervezett formában, hanem tagjaikon keresztül lépnek fel, háttérben tartva a valóságos szándékokat.

Az elmúlt évtizedek információrobbanásának egyik jellegzetes következménye a mindennapi életben is tapasztalható rengeteg, sokszor felesleges és öncélú változás, ami a Szovjetunió felbomlása utáni kelet- és közép-európai világban különösen markánsan jelentkezik. A korábban viszonylagos állandósághoz szokott, az újat már nevelésénél fogva is nehezen befogadó egyén csak nagy küzdelem és veszteségek árán tud átállni az új rendre, melyben egy évtizede csak a változás állandó, minden más hetek-hónapok alatt átalakulhat. Megszűntek a bombabiztosnak hitt munkahelyek, az ugyanannál a vállalatnál eltöltött évtizedek már nem számítanak érdemnek, az infláció következtében állandó nyomás alatt van a családi költségvetés. Felgyorsult a fiatalok beszéde, és egyre több

jelét adják a figyelem szétszóródásának, sokan nem tudnak már rövidebb ideig sem ugyanarra a dologra összpontosítani. Nem csoda, hogy sokan képtelenek követni az állandó változásokat, feladják a küzdelmet és bemenekülnek saját szűk világukba, nemegyszer alkohol, netán drog segítségével keresve a bizonytalan kiutat. Sikert sikerre halmoznak a szélsőséges nézetek, melyek képviselői leegyszerűsített válaszokat adnak a kínzó kérdésekre, ezzel láncolva magukhoz a mindennapi életben eligazodni képtelen, a változások özönét vesztesként megélő tömegeket.

Az aggasztó kísérőjelenségek ellenére kétségtelen a haladás, az evolúció egyik nagy ugrásának vagyunk tanúi. A már évszázadokkal ezelőtt megalapozott, de igazában az elmúlt ötven évben kiteljesedett, robbanásszerű fejlődés rendkívüli mértékben növelte a világ sokszínűségét, összetettségét. A ma élő 6 milliárd ember között létrejövő kapcsolatok száma meghatározódott a korábbi állapothoz képest, ez pedig a komplexitás LaPorte-féle meghatározása (1975) szerint az evolúció biztos jele, hiszen a szervezetek összetettebbek lettek, az összetevők száma és kölcsönös függésük foka nőtt. Az ember agyában százmilliárd agysejt között létesül elképzelhetetlenül sok kapcsolat, lehetővé téve az érzelmek és ösztönök működése mellett a fogalmi gondolkodást, a képi látásmódot és további számtalan módját a befogadott információ elemzésének, a külvilággal tartott kapcsolat megteremtésének. Mai világunkban hatmilliárd egyedi és megismételhetetlen ember agyának 100-100 milliárd agysejtje működik együtt kisebb-nagyobb mértékben és mélységben, beláthatatlan távlatokat nyitva meg a további fejlődés előtt. Óriásiak a lehetőségek, ugyanakkor óriásiak a veszélyek is. Ezek közül a legnagyobb a gyorsulva növekedő anyagi fogyasztás, minek következtében kimerülhetnek a megújuló és meg nem újuló nyersanyagkészleteink, és visszafordíthatatlanul elszennyezhetjük a környezetünket. Lássuk most a részleteket!

A fogyasztás zsákutcája

A Föld népessége az utolsó jégkorszak végén 4 millió lehetett, Róma bukásakor 350 millióra emelkedett, a XVI. században elérte a 450 milliót, majd gyorsulva növekedett. Az ipari forradalom idején már 1 milliárd, a XX. század elején 1,6 milliárd, 1954-ben 3 milliárd, 2000-ben pedig 6 milliárd ember élt és fogyasztott a kék bolygón, az előrejelzések szerint a lélekszám századunk közepén tetőzik 8 és 10 milliárd között (PBS, 2002). Az elmúlt száz évben tapasztalt, riasztó népességrobbanás a betegségek hatékony leküzdésének köszönhető, az egész világon jelentősen csökkent a korábban jelentős csecsemőhalandóság, visszaszorultak a járványok,

3.1. táblázat. A fejlődés mutatóinak változása

Mutató	A legszegényebbek	Az összes fejlődők	A fejlett ipari országok
Várható életkor (év)			
1960	39	46	69
1993	51	62	74
Gyermekhalandóság (ezer élve születésre)			
1960	173	150	-
1993	110	70	13
Az egy főre eső energiafelhasználás (olaj kg ekvivalens)			
1971	42	255	4211
1993	50	536	4589
Az egy főre eső napi kalóriaszükséglet			
1970	2060	2140	3190
1992	2040	2520	3350
Az írni-olvasni tudók aránya (%)			
1970	28	43	-
1993	47	71	98
A 6-23 évesek beiskolázási aránya (%)			
1980	31	46	-
1993	35	55	82
Az egy főre eső valós nemzeti jövedelem (PPP, USD)			
1960	561	915	-
1993	894	2709	15 211
A GNP éves növekedése (%)			
1965-1980	0,4	2,9	3,1
1980-1993	0,5	3,9	1,2

ezért lényegesen tovább élnek az emberek (lásd 3.1. táblázat). A halandósági ráta kedvező változását csak késleltetve követi a születési arányok csökkenése, aminek következtében ma már 1,3 milliárd kínai, 1 milliárd hindu és ugyanannyi muzulmán él a Földön, ugyanakkor a fehér emberek egymilliárdos száma néhány évtizede stagnál. Ötven év múlva a nyugati civilizációban élő fehérek aránya az egész világ lakosságában csak tíz százalék lesz, jelentősen kisebb, mint a XIX. és XX. század fordulóján. A népesség növekedése felgyorsította a városiasodást, ma már városokban lakik az emberiség majdnem fele, és ez az arány tovább növekszik,

elsősorban a fejlődő világban, becslések szerint 2015-ben már 5 milliárd városi ember lesz a Földön (UN, 1997).

A népességrobbanás jelentősen megváltoztatta az egyes civilizációk erőviszonyait, rövid időn belül felborította a korábbi egyensúlyt, de legveszélyesebb következménye az lett, hogy óriási mértékben megnövelte az anyagi fogyasztást, ami alatt a következőkben az emberek különböző materiális szükségleteinek kielégítését, a táplálkozást, a ruházzkodást, lakhatást, egészségügyi ellátást, részben az oktatást és szórakozást, valamint a modern világ egyéb, bőséges kínálatának kiaknázását értjük (Székely, 2003). Fontos megkülönböztetni az élet fenntartásához és reprodukálásához, az utódok felneveléséhez szükséges minimális fogyasztást a presztízfogyasztástól, mely minden civilizációban kisebb vagy nagyobb szerepet játszik az egyén társadalmi csoportban elfoglalt helyének meghatározásában. Max Weber (1982) volt az első, aki rámutatott, hogy a fogyasztási minták és az életstílus jelentős mértékben meghatározzák az egyén társadalmi hierarchiában elfoglalt státuszát.

A fogyasztás bővülésének ijesztő vonása, hogy a szükségletek korlátlanul növekednek, minél nagyobb a jólét, annál nagyobb a szakadék az igények és kielégítettségük szintje között (Kopátsy, 1993). Tudományos definíció szerint a szükséglet valamely dolog megszerzésével kapcsolatos hiányérzet, amelynek olyan viselkedési következményei lehetnek, melyek csökkentik a kellemetlen érzés erősségét (Kopányi et. al., 1996). Ebből következik, hogy az anyagi fogyasztási igények egy ponton túl már az egyén lelkiállapotából és nem a fizikai szükségleteiből erednek. Bár ez a jelenség elsősorban a nyugati társadalomra jellemző, nem maradnak mentek a kísértéstől más civilizációk sem, mindegyik fő célkitűzéseéhez tartozik a fogyasztás növelése, ami csak a gazdaság modernizálásával, a technológia fejlesztésével, az irányítási rendszer átalakításával érhető el. A szükségletek kielégítése pillanatnyi örömmel jár, de csak addig, amíg újra meg nem jelenik a hiányérzet, majd az unalom, ami újabb fogyasztásra készítet. A hasznos, de főleg haszontalan információk folytonosan áramlanak az egyén felé, aki ezért bizonyos függőségbe kerül, új inger hiányában hamarosan unatkozni kezd, és ez az állapot újabb fogyasztásra ösztönzi. Az igények feltornázásában jelentős szerepet játszanak a reklámok, ezekre az USA-ban 1990-ben 100 milliárd dollárt költöttek, további 150 milliárdot pedig a termékeket propagáló és eladó ügynökökre fordítottak (Székely, 2003). Úgy tűnik, hogy a termelők érdekérvényesítése jóval erősebb a vásárlókénál. A reklám- és ügynöki költségek teljes mértékben improduktívak, de beépülnek a termékek árába, a fogyasztó tehát azért fizet, hogy ráerőltessék azt az árut, amit eredetileg nem is akart megvenni.

Maslow (1954) szerint az emberi szükségletek hierarchiába rendeződnek, az egyes szinteken elhelyezkedő igények csak akkor jelennek meg motivációs tényezőként, ha az alatta lévők legalább nagyobb részben kielégítettek. Legalul helyezkednek el az alapvető biológiai szükségletek, az igény a táplálékra, a levegőre, a szexualitásra, a természet negatív hatásai elleni védelemre, majd ezekre épül a törekvés a létszükségletek hosszabb távú biztosítására és a társas igények, például az anyai gondoskodás kielégítésére. Csak ezek teljesülése után beszélhetünk a tágabb értelemben vett szociális igényekről, amilyen a vágy a sikerre, a megbecsülésre és az elismerésre. A csúcson az önmegvalósítás áll, mint állandó törekvés az egyén képességeinek minél teljesebb kibontására, a személyes érettség kiteljesítésére. Ehhez még hozzátehetnénk, hogy az önmegvalósítás is csak akkor ad hosszú távú motivációt és kielégülést, ha a végcél a közösség szolgálata. Az ember ugyanis közösségi lény, még a verseny is a közösségen belül, mintegy annak visszaigazolásával folyik, és hajtóereje végső soron az elismerés a társak részéről, az előbbre jutás a hierarchiában.

Többen állítják, hogy a szociális szükségletek kielégítésének igénye nemegyszer felülmúlja az önmegvalósításét, érvényesül a fogyasztási modellekhez kapcsolódó nyájszellem és számos presztízsszempont. A fogyasztói társadalomban már nem a biológiai szükségletek, hanem lelki késztetés, a soha ki nem elégülő örömszerzési vágy, az elidegenedés okozta szorongás leküzdése, mindenekelőtt pedig a csoporton belüli elismerést biztosító luxusjavak birtoklásának vágya generálja az exponenciálisan növekvő anyagi fogyasztást. A státuszfogyasztás az ember egyik alapvető társas szükségletét elégíti ki, a valahová tartozás biztonságát nyújtja, a társadalmi elfogadottságot, a kötődést a csoporthoz. A nyugati társadalomban egyre növekvő számú, tipikus fogyasztó a csoporton belüli státusza elismertségét külső jelekkel, így anyagi javak birtoklásával kívánja biztosítani, ez pedig elvezethet a korlátok nélküli fogyasztáshoz, ahol már nincs telítődési szint (Scitovsky, 1976).

Nemegyszer a fogyasztás részévé válik az önmeghatározásnak, erre jó példa a Harley-Davidson motorkerékpárok boldog és büszke tulajdonosainak irigyelt csoportja. Őket a gyártók reklámja által vezérelt identitás, sajátos öltözködés, speciális járművezetői képességeik és a „gép”-ük folyamatos kiegészítése, fejlesztése, megújítása után érzett olthatatlan vágyuk tartja össze, ez biztosítja nekik az összetartozás lelki élményét. A vásárlóközpontok egyre inkább a közösségi élet, szinte a világegyetem központjaivá válnak, és átveszik a középkori katedrálisok szakrális szerepét. Ebben a mesterséges világban nincs hó, nincs eső, zivatar és hideg, nincs tél sem nyár, nappal sem éjszaka, semmi sem emlékeztet a mulan-

dóságra. Örök tavasz uralkodik, illatos szellő lengi be a teret, és állandóan zene szól, ami a szférák zenéjére emlékeztet, megteremtve az örökkévalóság illúzióját. Ha van pénze, itt mindenki egyenlőnek képzelheti magát, nincsenek konfliktusok, nincsenek gondok és kötelességek (Hankiss, 1999).

A mértéktelen fogyasztás, az anyagi javak túlzott előtérbe helyezése ellenkezik valamennyi egyetemes vallás tanításával, az UNDP tanulmánya (1998) mindegyikből hoz fel példákat a mértékletesség dicséretére. A tao azt hirdeti, hogy aki eleget tud, eleget birtokol, a konfucianizmus tanítása szerint a többlet és a hiány egyaránt káros, a buddhisták azt vallják, hogy a gazdagság utáni vágyakozásban az ostoba ember éppúgy tönkreteszi magát, mintha saját ellensége lenne, a Bibliában pedig ez áll:

Könnyebb a tevének átmenni a tű fokán, mint a gazdagnak bejutni az Isten országába.

(Mt 19,24)

Az intések ellenére a nyugati civilizációban, de másutt is egyre kevesebben gyakorolják a mértékletesség erényét, és úgy tűnik, hogy mindenki többet akar megszerezni az anyagi javakból, mint amije eddig volt. A világ minden táján elsőrendű politikai célkitűzés az összes nemzeti termék növelése, a meglévő ijesztő különbségek csökkentése, ami igazságos ugyan, mert a szegények helyzetének javítását jelenti, de tovább növeli a fogyasztási igényeket. A XXI. század hajnalán a globális és helyi feszültségek egyik fő forrása az anyagi javak egyenlőtlen elosztása, az anyagi jólét növelésének eltérő esélyei.

Érthető, hogy a fogyasztói társadalomban kiemelt szerepet kap a pénz, a javak megszerzésének közvetlen eszköze, „a pénz lett az egyedüli mérceje a társadalmi javaknak és értékeknek” (Lustiger, 1997), „valamennyi ország és egyén, vállalat és párt a gazdaság egyetlen dimenziójában verseng a javak behabzsolásáért” (Czakó, 2002). A korábbi feudális hierarchiával szemben nem a születés, hanem a pénzszerzési képességek a meghatározók. Akinek sok pénze van, az sokat fogyaszthat, luxusjavakra is sokat költhet, ezért előbbre kerül a társadalmi csoportokon belül folyó vetélkedésben. Vespasianus óta mondják, hogy a pénznek nincs szaga, pénzen mindent meg lehet venni, és úgy tűnik, hogy ezek az örök igazságok ma erősebben érvényesülnek, mint valaha. A gazdag embert már megjelenéséről, külsejéről fel lehet ismerni, kijár neki és nagy autójának a megkülönböztetett tisztelet a benzinkútnál, a vendéglőben, a szállodában és az üzletben. A pénz tulajdonképpen rendkívül egyszerű, igen sokak által elfogadott és respektált értékmérő az egyén számára. Elsősor-

ban azért, mert egydimenziós skálára szűkít le mindent: az a kiválóbb, az áll feljebb a társadalmi ranglétrán, akinek több pénze van. Ebben rejlik a pénz társadalomlélektani veszélyessége is, mert a pénzért folyó versenyben csak zérus összegű játszmák játszhatók: ha nekem van több, te veszítesz, ha neked, én veszítek. Nincs kompromisszum, mindketten nem nyerhetünk, nem lehetünk egyszerre a másik előtt. Az erősödő és kompromisszumot meg nem engedő roham a pénzért növekvő fogyasztást generál annak minden társadalmi és környezeti következményével együtt. Nőnek a feszültségek, eltűnik a sokszínűség, mely pedig megengedné, hogy az egyik embert azért tiszteljük, mert szép regényeket ír, a másikat azért, mert jól focizik, a harmadikat pedig azért, mert kiválóan vezeti a vállalatát. Ma a pénzes bűnöző lenézi az őt elítélő bírót, és a mindenre kapható sajtó segítségével még erkölcsstanból is kioktatja. A főnök nemcsak azért nem kereshet kevesebbet a beosztottjánál, mert bonyolultabb és felelősségteljesebb munkát végez, hanem és főként azért sem, mert odalenne a tekintélye. Állandó a panasz az anyagi megbecsülés hiánya miatt, ugyanakkor az erkölcsi megbecsülés jelentősége sokak szemében csökkent, ma már sokan többre becsülik a csekély pénzjutalmat, mint egy rangos kitüntetést.

Ha elfogadjuk a pénz mindent meghatározó szerepét, a jót pusztán arra redukáljuk, ami élvezet, a rosszat pedig arra, ami fájdalmat vagy szenvedést okoz, az élet egyetlen értelme az élvezet keresése marad. Nem érdemes tehát más javát szolgálni vagy a jövő érdekében tevékenykedni, mert ez nem élvezet, így viszont szöges ellentmondásba kerülünk az evolúció egyik alapvető törvényszerűségével, mely szerint a rövidebb és hosszabb távon együttműködő csoportok előnyben részesülnek az egymással vetélkedő egyénekkel szemben az anyagi és információs erőforrásokért folytatott versenyben. Ez a modern nyugati kultúrába mélyen beágyazódott fogyasztói szemlélet alapja, mely megnehezíti, hogy bármiféle, a fizikai vágyaink kielégítésén túlmutató célra leljünk az életben. Minden olyan felszólítást, mely a gazdasági igazságosság vagy az eljövendő nemzedékek érdekében az élvezetek utáni hajsza korlátozását szorgalmazza, úgy lehet értelmezni, hogy le kell mondani az élet egyetlen értelméről. Ha lemondunk az élvezetekről, és mégis kiderül, hogy a környezetvédők tévedtek, feleslegesen áldoztuk fel életünk értelmét, ha viszont igazuk van, és a megsemmisülés felé haladunk, legalább az utolsó pillanatig kiélveztük a világot. Ebből a gondolkodásmódból vezethető le a piac mindenhatóságába vetett hit, melynek szereplői gépiesen csak egyetlen célt követnek: az egyéni fogyasztás maximalizálását. A pénz tehát mint értékmérő messze meghaladja gazdasági szerepét, mert arra a kérdésre, hogy mennyit érek, azt a választ kínálja: annyit, amennyi pénz-

zed van (Korten, 1996). Érthető lesz, hogy miért válik üzletté egyesek körében szeretteik halála, saját emberi méltóságuk, akár egészségük is.

Ha az anyagi és mennyiségi mutatók oldaláról vizsgáljuk, röviden úgy jellemezhetjük a jelenlegi helyzetet, hogy mennyiségileg jelentősen nőtt a fogyasztás, aminek észlelhetők a kedvező hatásai, ugyanakkor egyenlőtlen és kiegyensúlyozatlan az emberiség által elhasznált anyagi javak eloszlása (3.1. táblázat). Az elmúlt huszonöt évben megkétszereződött a fogyasztásra fordított kiadások nagysága, és 1998-ra elérte a 24 trillió dollárt. 1950 óta nyolcszorosára nőtt a közlekedés kapacitása, az autók száma 53-ról 436 millióra, a kerékpároké 11-ről 109 millióra emelkedett (UN, 1997). Világszerte javultak a körülmények a korábbi évekhez képest, nőtt az egy főre eső valós nemzeti jövedelem, az átlagéletkor és az iskolázottság, ugyanakkor csökkent a gyermekhalandóság. Különösen látványos a növekedés néhány ázsiai és latin-amerikai országban, mint Kína, India vagy Brazília.

A javulás ugyanakkor jelentős feszültségekhez vezetett, jelentős és egyre növekvő különbségek alakultak ki az egyes régiók, elsősorban a gazdag, iparosodott Észak és a szegény, túlnépesedett Dél között, az utóbbiak esélyei lényegesen romlottak. Így például Fekete-Afrikában 1970 és 1990 között 103 millióról 215 millióra ugrott az alultápláltak száma, 494 millió hektár talajt tett tönkre az erózió (UNDP, 1998). A világon 1,3 milliárd embernek nincs egészséges ivóvíze, 2,6 milliárd embernek hiányzik az alapvető egészségügyi ellátása. Kiáltó ellentétként érdemes megjegyezni, hogy Fekete-Afrikában évi 40 milliárd dollárral helyre lehetne hozni az élelmezést, a vízellátást és az egészségügyet, ugyanakkor Nyugaton évente 50 milliárd dollárt költenek cigarettára, 105 milliárd dollárt alkoholra, 400 milliárd dollárt pedig drogra. Nem látszik az esélye annak, hogy a gazdagok csökkentik a fogyasztás növelésének tempóját, a különbségek egyre nagyobbak lesznek. A világ népességének leggazdagabb és legszegényebb 20-20%-át kitevő szegmensei között 1960-ban még csak harmincszoros, 1990-ben már hatvanszoros, 1995-ben pedig hetvennégyeszeres volt a különbség, és ma is egyre nő. A legszegényebb és a leggazdagabb országok egy főre eső valós nemzeti jövedelme egy nagyságrenddel különbözik (3.1. táblázat). A világ 225 leggazdagabb emberének összes vagyona 1 trillió USA dollárra rúg, ez annyi, mint a legszegényebb 47%, vagyis 2,5 milliárd ember évi teljes jövedelme, a 84 leggazdagabb ember vagyona pedig meghaladja az 1,2 milliárd lakosú Kína egy évre eső összes nemzeti termékét (UNDP, 1998). A különbségek néha groteszk összehasonlításokra vezetnek, így jutunk az alábbi néhány adathoz, melyek a felsorolt célra fordított évi kiadásokat mutatják milliárd dollárban (3.2. táblázat).

3.2. táblázat. Szükségletek a fejlődő és a gazdag világban

A fejlődő világ szüksége	Milliárd USD	A gazdag országok ráfordítása	Milliárd USD
Alapvető oktatásra	6	kozmetikai szerekre	8
Egészséges ivóvízre	9	jégkrémre	11
Alapvető egészségügyi ellátásra	13	állateledelre	17

A fogyasztás exponenciálisan növekvő mennyisége, az egyre éleződő versenyre készítő különbségek az egyes régiók és országok között, a gazdagok egyre jobban elszabaduló pazarlása méltán aggasztja a globális felelősségtudattal bíró keveseket. A világméretű versenyfutás az anyagi javakért nem ér véget, inkább egyre elkeseredettebbé válik, és nem szabadulhatunk a gondolatától, hogy a forrásaink végesek, egyszer kimerülhetnek. Az emberi gazdasági tevékenység már olyan méreteket öltött, hogy alapvetően befolyásolja a környezetünket, ez pedig már nem tekinthető tetszés szerint kiaknázható anyag- és energiaforrásnak, végtelen méretű szemétládnak, szabad kapacitását ma már jelentős mértékben kihasználjuk és lekötjük. Nemcsak ásványkincseink túlzott kitermelése, hanem környezetünk elszennyeződése és ezzel megújuló forrásaink veszélyeztetése is komoly problémát jelent. Ha nem vigyázunk, kimerül a Föld, és nem lesz hova menekülnünk róla. Nézzük, vajon a megfigyelések alátámasztják-e ezt a sejtést!

Veszélyben a Föld!

Fokozatos kialakulása óta ezer és ezer veszély fenyegette az életet a Földön. A földtörténeti korokban gyakrabban vagy ritkábban kipattanó, különböző erősségű földrengések, a vulkánkitörések, az éghajlat változásai, a kontinensek vándorlása, egy kisbolygó becsapódása a világűrből időközönként olyan körülményeket teremtett, melyek között szinte csoda, hogy fennmaradt az élet. A tudomány az élő fajok tömeges kipusztulására több példát ismer, így 245 millió évvel ezelőtt volt egy olyan időszak, amikor a Földön élő fajok 96%-a kihalt, és alapjaiban megváltozott az evolúció iránya, de ez a tömegkatasztrófa sem tudta teljesen eltüntetni az életet. A bioszféra viszonylagos stabilitására és katasztrófatűrő képességére alapozták az ún. Gaia-hipotézist, miszerint bolygónk egésze, a magmától a külső sztratoszféráig, az élettelen ásványoktól a növényekig, állatokig és emberekig egységes és ellenálló, igencsak robusztus rend-

szert alkot, melynek elválaszthatatlan részei az állandó kölcsönhatásban lévő élettelen és élő rendszerek (Lovelock & Margulis, 1974). A természetben lejátszódó folyamatok egymást szabályozzák, ha az egyik túlsúlyba kerülne, azonnal ellensúlyozza egy másik, ezért nem növekedhetett például a légkörben az oxigén mennyisége az elmúlt kétmilliárd évben az élőlényekre nézve már halálosan mérgező szintre, ezért maradhatott viszonylag állandó az időjárás, ezért nem szaporodott el túlságosan egyetlen faj sem. Ha továbbgondoljuk az elméletet, a XX. század végére a légkörben robbanásszerűen felszaporodott szén-dioxid sem lehet igazán veszélyes, mert a korábbinál jobban serkenti a planktonok szaporodását, ezek pedig kivonják a gázt a levegőből, és pusztulásuk során a tenger mélyére süllyedve magukkal viszik a benne megkötött szenet.

Akár elfogadjuk Lovelock és Margulis fejtegetéseit, akár nem, szembe-sülnünk kell azzal a riasztó lehetőséggel, hogy az egyre nagyobb létszámú emberiség egyre gyorsabban növekvő anyagi fogyasztása kibillenti bolygónkat a korábban szinte befolyásolhatatlannak hitt, robusztus egyensúlyából. Egyre több energiát fogyasztunk, aminek megtermelése egyre több szén-dioxid kibocsátásához vezet, nagy valószínűséggel hozzájárulva a globális felmelegedéshez. Nő a környezetet kisebb, de inkább nagyobb mértékben szennyező hulladék mennyisége, egyidejűleg kimerülnek a nyersanyagforrások, ide értve a jó levegőt, a tiszta vizet, az erdőt és a talajt is. Bár úgy tűnik, hogy az élelmiszertermelés növekedése lépést tud tartani a népességrobbanással, az egyenlőtlen elosztás miatt mégis sok száz millió ember éhezik. A rohamosan növekvő anyagi fogyasztás három ok miatt jelent egyre nagyobb veszélyt a környezetre: 1. kimerülhetnek mind a megújuló, mind a meg nem újuló energia- és nyersanyagforrások, 2. elviselhetetlen mértékben növekszik a hulladék mennyisége, 3. csökken a biológiai sokféleség, a biodiverzitás (UNEP, 2001). Lássuk, miben állnak a veszélyek, tekintsünk néhány adatot!

Miután az élethez és az anyagi javak előállításához mindig energiára van szükség, az energiafogyasztás tömören jellemzi az általános helyzetet. Mielőtt felmérjük a helyzetet, vegyük tekintetbe, hogy egy átlagos ember életműködésének fenntartásához szükséges energiafogyasztás évi 150 m³ földgáz energiájának felel meg, de valójában ennek a tizennégy-szeresét használjuk fel ezerféle szükségletünk, mint a fűtés és hűtés, a főzés és élelmiszertartósítás, világítás, ipari tevékenység és a szállítás ki-elégítésére (Schoot Uiterkamp, 2000). 1950 és 1970 között a kereskedelem által elosztott energia mennyisége évi 5%-kal nőtt, ezután csökkent a növekedési ráta, és 1993-ra a világ energiafogyasztása másfélszerese lett az 1973. évinek, nyolcszorosa az 1950. évinek (UN, 1997). A fejlett ipari társadalmak az összes energia 60%-át használják fel, ugyanakkor a fejlődő

dő országokban tapasztalható, rendkívül gyors gazdasági növekedés miatt az ottani felhasználás dinamikusan nő, bár igen alacsony viszonyítási alaphoz képest. A gyors növekedés ellenére a népességrobbanás következtében a fejlődő országokban az egy főre eső energiafogyasztás még mindig nagyságrenddel kisebb, mint az ipari országokban (3.1. táblázat).

Egy ENSZ-jelentés szerint a meg nem újuló nyersanyagok, mint a kőolaj, földgáz, szén, ércék és egyéb ásványok tekintetében nem olyan rossz a helyzet, mint azt korábban feltételezték, mert a technológiai fejlesztések következtében csökkent a felhasználás, ugyanakkor felfedeztek újabb lelőhelyeket is (UNDP, 1998). A *World Resource Institute* jelentése szerint 1999 végére összesen 857 milliárd hordó olajat, 38-48%-nyit használtunk el a világ 1,8-2,2 billió hordónyi olajtartalékából (McKenzie, 2000). Az olajkitermelés 2007-2013 között tetőzik majd, ha feltételezzük, hogy a fogyasztás évi 2%-kal nő, igaz, hogy állandó fogyasztás esetén csak húsz-harminc évvel később. Itt is a nagy különbségek jelentik a fő problémát. A szegényebb országok csak annyival tudják növelni kőolajfogyasztásukat, amennyivel a gazdagok klubja, az OECD fogyasztása csökken. A pontosabb összehasonlítás kedvéért vegyünk szemügyre a kőolaj-, földgáz- és széntartalékok energiatartalmát. A jelenlegi technológiával kiaknázzható kőolajtartalékok az USA évi energiafogyasztásának 120-szorosát, a földgáztartalékok a 90-szeresét, a kőszéntartalékok pedig az 1600-szorosát teszik ki. Bár az utóbbi szám megnyugtatónak tűnik, minden előrejelzés hamisnak bizonyul, ha a fejlődő országok a közeli jövőben jelentősen növelik, ugyanakkor a fejlettek nem csökkentik az energiafogyasztásukat. Ha a világon minden ember annyit fogyasztana, mint az USA polgárai, az olajtartalékok csak hat, a földgáztartalékok pedig mindössze jó négy évre lennének elegendőek, a kőszén sem tartana nyolcvan évnél tovább. Az emberiség rákényszerülne az atomenergia tömeges használatára, ami a jelenlegi technológia módszereivel megsemmisíthetetlen sugárzó hulladék felszaporodása miatt hosszú távú fenyegetést jelentene a környezetre. Ennek a pontosan körül nem írható, elhúzódó és sokakban szorongást kiváltó veszélynek a tömeglélektani hatásai következtében manapság kevés politikus meri felvállalni az atomerőművek számának jelentős növelésére irányuló programokat. Az energiafogyasztást csak akkor lehetne korlátok között tartani, ha technológiai újítások révén jelentős megtakarítást érhetnénk el. Erre ma nem látszik jelentős esély, mert az újítások újabb igényeket generálnak, mint azt az energia árának 1973-as robbanása után tapasztalhattuk. Hiába csökkentették látványos módon a gépkocsik fogyasztását, annyival több autót üzemeltetnek ma a világon, hogy az összes felhasznált üzemanyag mennyisége kis

visszaesésekkel ugyan, de jelentősen megnőtt. A többletfelhasználás az USA-ban 1973 és 2000 között körülbelül 50%-ra rúgott (Rodrigue, 2002).

Az ércek esetében lehet okunk az optimizmusra, mert a mesterségesen előállított termékekbe beépített fémek mennyisége csökkent, egyre nagyobb mértékben helyettesíthetők műanyagokkal, emellett a fémhulladékot egyre növekvő hatásfokkal hasznosítják újra (Náray-Szabó, 2000). 1961 és 1990 között a világ nyersanyagszükséglete 120%-kal nőtt, a leggyorsabban a kis és közepes jövedelmű nemzetgazdaságokban, ahol gyorsan kiépítették az infrastruktúrát és az ipart. Az igények lassabban bővültek az OECD országokban, így a globális szükséglet növekedése az 1960-as 6%-ról az 1990-es években 2%-ra csökkent, bár ez még mindig jelentős abszolút felhasználást jelent. Elméletileg van esély arra, hogy egyszer majd minimálisra csökken az ércbányászat, és az ipar teljes fém-szükségletét újrahasznosítással elégítik ki, a veszteség csak annyi lesz, amennyi a gyártás, felhasználás és újrahasznosítás során keletkező hulladékok miatt elkerülhetetlen.

Egységes a vélemény azzal kapcsolatban, hogy súlyos veszélyek fenyegetik Földünk megújuló energia- és nyersanyagforrásait. Pusztulnak az erdők, nincs elég ivóvíz, csökken a megművelhető földterület, enyészik és romlik a talaj. Az erdő jelentős szerepet játszik a biológiai sokszínűség fenntartásában, a légköri szén-dioxid megkötésében, a lehulló csapadék visszatartása révén pedig a folyóvizek szabályozásában. Ma a Földön 60 millió ember él erdőben, így függ is tőle, emellett nagy az erdők gazdasági jelentősége is. Nagy baj tehát, hogy ez az értékes, megújulásra képes energia- és nyersanyagforrás folyamatosan és gyorsulva pusztul. Míg az ezer főre eső erdőterület 1970-ben a világon 11,4 hektár volt, mára már csak 7,3 hektár. A fakitermelés 40%-kal nőtt a huszonöt évvel ezelőtti szinthez képest, de Indiát kivéve nem telepítenek elegendő új erdőt (UNDP, 1998). Az USA erdei az elmúlt háromszáz évben az eredeti kiterjedésük töredékére húzódtak össze (Farabee, 2001). Riasztó, hogy a kizsákmányolás tempója nem hagy alább, 1990 és 1995 között a Föld teljes, 3500 millió hektárnyi erdőterületéből 65 millió hektár tűnt el a mezőgazdaság terjeszkedése, az ipari fakitermelés, tűzifa gyűjtése és más tevékenység következtében. Erdőpusztítás volt már az ókorban is, valószínű, hogy a mezopotámiai civilizáció hanyatlásának egyik oka az volt, hogy a mezőgazdasági termelés feltételeinek biztosítása és a városok nagyobb kényelme érdekében kiirtották az erdőket (Diamond, 2000). A válságot akkor elvándorlással meg lehetett oldani, ma azonban már nem tudunk hová menekülni, a szomszédos kisebb-nagyobb bolygók meghódításának lehetőségével egyelőre csak a tudományos-fantasztikus regényekben és filmekben számolnak.

Az ivóvízellátás és a csatornázás, ha nehezen is, de lépést tud tartani a népességgrobbanással. Míg 1990-ben a világ lakóinak 79%-a részesülhetett elfogadható vízellátásban, 2000-re már 82%, bár ez csupán kicsiny növekedésnek tűnik, a szaporodás miatt azonban nem kevesebb, mint 800 millió embert jelent (WHO, 2000). Ugyanakkor ma a világ népességének egyhatoda nélkülözi a megfelelő ivóvizet, kétötöde pedig a csatornázást, elsősorban vidéken, Ázsiában és Afrikában. A városok helyzete kétszer jobb, ez is egy ok, amiért mindenki oda igyekszik. Az egészséges ivóvíz alapvető emberi szükséglet, hiánya elősegíti a járványos és más betegségek terjedését. Évente 4 milliárd a hasmenéses esetek száma, ebbe 2,2 milliónyian halnak bele, főleg gyerekek. Terjednek a bélférgek, gyakoriak a szembetegségek és újra megjelent a kolera, ami több százezer ember megbetegedését okozta. Bár az elmúlt húsz évben a fejlett ipari országokban javult a felszíni víz minősége, a világ többi részén az intenzív mezőgazdasági és ipari tevékenység, a városok szennyező hatása következtében inkább romlott. A fejlődő világban még ma is a víz fertőzöttsége a betegségek és a halálozás fő oka. Az igyekezet a jelenlegi helyzet fenntartására a készletek egyre intenzívebb kiaknázásához vezet, míg 1950-ben 1400, 1995-ben már 3800 km³ vizet fogyasztottunk (UNDP, 1998). A világ sok táján megfelelők az édesvíztartalékok, de jelenleg a népesség 40%-a szenved a súlyos vízhiánytól, ez a helyzet a közeljövőben csak romlani fog (WRI, 2000). Szinte valamennyi kontinensen vannak olyan folyók, például az amerikai Colorado, a kínai Hoang-Ho, az indiai Gangesz, az egyiptomi Nílus, melyek a száraz évszakban már nem érik el az óceánt. Kiszáradóban van a közép-ázsiai Aral-tó, mert mezőgazdasági területeket öntöznek a bele folyó Szir-Darja és Amu-Darja vizével (3.3. ábra). A részben sivatagos éghajlatú Arab-félszigeten a kitermelés jelenlegi üteme mellett ötven év múlva elfogy a felhasználható talajvíz (UNDP, 1998).

Jelentős, évi 42 milliárd dolláros veszteség éri a mezőgazdaságot a sivatagosodás miatt, 9 millió hektár talaj súlyosan, a Föld felületének 10%-a pedig közepesen károsodott. A talaj nélkülözhetetlen a Földön zajló életfolyamatok legtöbbször szempontjából, nélküle alig van növényzet, nincs élelem, mert a növények belőle veszik fel szervesen tápanyagaikat, hogy beépítsék azokat. Kialakulása tízezer évekig tart, egymást erősítő mechanikai és kémiai folyamatok eredményeként. A szél és a víz hatására kialakuló erózió súlyos globális probléma, mert alapvetően csökkenti a talaj kapacitását. Bár ez természetes folyamat, a növények gyökérzete bizonyos stabilizáló hatást fejt ki, és egyensúly alakul ki az erózió és az új talaj képződése között, az emberi tevékenység, elsősorban a mezőgazdaság, az építkezés és a közlekedés jelentős mértékben és rossz irányban befolyásolja ezt az egyensúlyt. Kínában és Indiában 1945 óta 12 millió km²



3.3. ábra. Az Aral-tó partvonalának változása az elmúlt negyven évben (Environmental and Global Issues, © 2003, McGraw Hill Companies)

talaj ment tönkre az erdőirtás, a túlzott legeltetés és mezőgazdasági tevékenység következtében, a probléma már az USA-ban és más államokban is jelentkezik.

Korábbi pesszimista jóslatok ellenére a nagy ázsiai országok, Kína és India meg tudtak birkózni a népességük robbanása következtében megnövekedő élelmiszerigényekkel, polgáraiknak nem kell túlzottan félni az éhezéstől. Az átlagos élelmiszerfogyasztás már a fejlődő országokban is meghaladja a fejenként 2300 kalóriás minimumot, egyes régiókban, pl. a Szahel-övezetben azonban ennél kevesebb, és intő jel, hogy ma több mint 800 millió alultáplált ember él a Földön. A jövő azonban nem látszik biztosítottnak. Az élelmiszerforrások kimerülésének egyik jele, hogy tetőzött a halászat teljesítménye, az állomány megtizedelése miatt ma már a halászati vállalkozások 50%-ának csökkent a gazdasági eredménye az elmúlt harminc évben. Márpedig a hal az egyik legfontosabb élelmiszerforrás, az emberi fogyasztásra alkalmas állati fehérje 19%-a halakból származik. Nagy a halászat gazdasági jelentősége is, hiszen 200 millió ember

él belőle (Karavellas, 2000). A világ kereskedelmileg fontos tengeri halállományának 70%-át már vagy teljesen lehalászták vagy kizsákmányolják, és csak lassan regenerálódik. Olyan jelentős fajták, mint a tonhal és a tőkehal már a veszélyeztetettek vörös listáján szerepelnek. Globális szinten a túlzott halászati tevékenységnek juttatott támogatások révén a kormányzatok sokszorosát pazarolják el annak az összegnek, amiből helyre lehetne hozni az okozott károkat. Hosszabb távon a halfogyasztási igényeknek legfeljebb kétharmadát lehet kielégíteni, ezért a jövőben egyre több mesterséges tavat kell létesíteni a haltenyésztés céljaira.

A népességrobbanás és az egy főre jutó fogyasztás növekedése miatt egyre jobban szennyezzük a környezetet. Lassan elborít minket a szemét, melyből több lesz, mint amennyit a természetes és mesterséges folyamatok révén meg tudunk semmisíteni. A fejlett ipari országokban az egy főre eső városi szemét mennyisége az elmúlt két évtizedben 30%-kal nőtt, 1995-ben elérte az évi 510 kg-ot, ami kétszer-ötször nagyobb, mint a fejlődő országokban. A megnőtt fogyasztás az elhasznált és eldobott hulladék mennyiségének robbanásszerű növekedéséhez vezetett olyannyira, hogy az már észlelhető a mindennapokban is, befolyásolja egyéni életünket és viselkedésünket. A reklám részeként szolgáló, pazarló csomagolás, a vissza nem váltható üvegek, a rövid használat után eldobott ruházati cikkek és kiöregedett autók mellett a legtöbb hulladékot az áruk előállítására szolgáló ipari tevékenység és a szolgáltatások, elsősorban a közlekedés hozzák létre. A savas esőkért felelős kén-dioxidból 1950-ben 30 millió, 1994-ben 71 millió tonna került a levegőbe az emberi tevékenység következtében, annak ellenére, hogy az USA és Nyugat-Európa együttes kibocsátása az 1980. évi 58 millióról ekkorra „mindössze” 35 millió tonnára csökkent (Rodrigue, 2002). Drasztikusan megnőtt az üvegházhatásért felelős szén-dioxid kibocsátása, ez 1950-ben 6 milliárd, 1995-ben már 23 milliárd tonna volt, és ma több mint amennyit az erdők el tudnak nyelni. Évente 400 millió tonna nehezen megsemmisíthető, veszélyes hulladék keletkezik a világon, melynek 75%-a az iparilag fejlett országokból származik. A XX. század elején még ismeretlen mesterséges vegyi anyagok sokasága vesz körül minket, és nem szabadulhatunk a gondolattól, hogy ezek is felelősek az egyre nagyobb számban megjelenő és egyre súlyosabb allergiás panaszokért. Korábban soha nem tapasztalt ipari katasztrófák jelzik a közelben leselkedő veszélyt. 1984-ben az indiai Bhopalban nagy mennyiségű mérges gáz szabadult el egy vegyi üzemből, megölve hat és félezer embert a környéken. Csernobil emléke még ma is kísért, az emberi hanyagság következtében megtapasztalhattuk, milyen lehet egy nukleáris háború, hiszen a mulasztások sorozatának eredményeképpen sok ezer embernek kellett meghalnia, még többnek megbetegednie.

Már egy ideje ismert, hogy a légkör felső, 15 és 40 km-es magasság között elhelyezkedő rétegében három oxigénatomból álló ózongáz van, mely vitális jelentőségű. Az első élőlények csak akkor jelenhettek meg a szárazföldön, amikor kialakult az ózonréteg, mely megvédi őket azáltal, hogy elnyeli a világűrből érkező halálos ultraibolya sugárzást. Már az ózonpajzs vékonyodása is súlyos veszélyeket hordoz, mert így nem tudja megfelelően visszatartani a káros (UV-B) sugarakat, melyek bőrrákot és vakságot is okozhatnak. A sugárzás veszélyezteti a gabonatermést, az állatvilágot, különösen a tápláléklánc elején elhelyezkedő, ezért rendkívül fontos tengeri planktonokat. Két amerikai és egy német vegyész 1995-ben Nobel-díjat kapott azért, mert meggyőző kísérletekkel rámutattak arra, hogy egyes halogénezett vegyületek, elsősorban a klór-fluor szénhidrogén-származékok (angol nevük alapján rövidítve: CFC) reakcióba lépnek az ózonnal, és nagyon hatékonyan elbontják. Márpedig a kilencvenes évek közepéig a hűtőszekrényekben szinte kizárólag CFC tartalmú hűtőfolyadékot alkalmaztak, kihasználva annak kedvező tulajdonságait, ezért az elmúlt évtizedekben rengeteg ózonkárosító vegyület került a légkör felső rétegeibe. Bár a veszély felismerése után példás gyorsasággal az 1987-es Montreali Protokoll betiltotta az ózonkárosító CFC gázok gyártását és alkalmazását az egész világon, a káros anyagok mégsem tűntek el azonnal a légkörből. Mennyiségük az ezredfordulóig növekedett, csak ezután kezd majd csökkenni, és becslések szerint az ózongyilkosok még évtizedekig fogják kifejteni káros hatásukat. Megfigyelték, hogy a déli félteke fölött kialakult ózonlyuk időnként nagyobb lesz, és a pajzs elvékonyodott már az északi félteke felett is. A veszélyt már felismertük, hiszen a napi időjárás-jelentések nyáron kitérnek az UV-B sugárzás eloszlásának és erősségének előrejelzésére is, felhívva a figyelmet a napozás lehetséges következményeire. A fenyegetés elhárítása azonban hosszan elhúzódik, a folyamatok befolyásolása kicsúszhat a kezünkből (Greenpeace, 2002). Biztató azonban, hogy újabban újsághírek arról számolnak be: csökkent az ózonlyuk kiterjedése a Déli-sark felett, remélhető tehát, hogy a gyors beavatkozás sikerrel járt.

A természet egyre növekvő kizsákmányolása, az erdők irtása, a tengerek és édesvizek szennyezése, idegen fajok betelepítése, az ipari és mezőgazdasági tevékenység és más okok miatt csökken a biodiverzitás, tömegesen tűnnek el a különböző növény- és állatfajok. Becslések szerint a Földön élő speciesek száma 13 millió körül van, ezek közül 1,75 milliót már leírtak a tudósok (Callahan, 1996). Soha nem volt még ilyen méretű a biológiai változatosság, mint ma, de ez riasztó sebességgel csökken, évente 4000 és 27 000 közöttire becsülik a kihalt fajok számát. 1996-ra az összes emlősfaj 25%-a, a madárfajoknak pedig 11%-a került a kihalás ha-

tárára. Jellegzetes eset a thaiföldi mangrove-erdők kipusztítása, hogy helyükön egy, a gazdag országokban igen kedvelt rákfajtát tenyészthessenek. Ezt a csemegét a közlekedés ugrásszerű fejlődése következtében napok alatt el lehet juttatni a távoli fogyasztóhoz, aki nem is tudja, hogy milyen káros folyamatok részese, bár ezer módon kárpótolhatná magát, és az erdők megmaradhatnának.

Felmerül a kérdés, hogy miért káros a sokszínű élővilág nagymértékű elszegényedése, milyen veszélyeket hordoz magában a biodiverzitás

3.3. táblázat. Néhány ország ökológiai lábnyoma (hektár személyenként)

Ország	Népesség (millió)	Lábnyom	Többlet/hiány
Argentína	34,8	3,0	+1,4
Ausztrália	17,9	9,4	+3,5
Ausztria	8,0	4,6	-0,5
Banglades	118,2	0,6	-0,3
Belgium	10,5	5,1	-3,4
Brazília	159,0	3,6	+5,6
Csehország	10,3	3,9	-1,4
Dél-Afrika	41,5	3,0	-1,9
Egyesült Királyság	58,3	4,6	-3,0
Egyiptom	62,1	1,4	-1,0
Finnország	5,1	5,8	+4,1
Franciaország	58,1	5,3	-1,6
Hollandia	15,5	5,6	-4,1
India	929,0	1,0	-0,5
Indonézia	197,5	1,3	+1,4
Izrael	5,5	3,5	-3,1
Japán	125,1	4,2	-3,5
Kanada	29,4	7,2	+5,1
Kína	1220,2	1,4	-0,8
Korea	44,9	3,7	-3,2
Lengyelország	38,6	3,9	-1,9
Magyarország	10,5	3,1	-0,5
Mexikó	91,1	2,5	-1,3
Németország	81,6	4,6	-2,8
Nigéria	111,7	1,0	-0,4
Norvégia	4,3	5,5	-0,1
Oroszország	148,5	4,6	-0,4
Pakisztán	136,3	0,9	-0,5
Svájc	7,2	4,6	-2,9
Új-Zéland	3,6	6,5	+9,4
USA	267,1	9,6	-4,1
Világ	5687,1	2,2	-0,3

csökkenése. Nem arról van-e szó, hogy néhány ember érzelmileg túlságosan kötődik kedvenc állataihoz, ezért eltúlozza a dolog jelentőségét, hiszen fajpusztulás már többször is bekövetkezett a Föld története során, mi mégis itt vagyunk. Callahan (1996) cikke szerint a fajok számának csökkenése nagy veszélyeket jelent az emberiség számára, ezek közül néhányat pontosan körül tudunk írni, másokról csak sejtéseink vannak. Ha csökken a biodiverzitás, kevesebb természetes anyag áll majd rendelkezésünkre, mely a milliányi növény és állatfajból nyerhető ki, és amelyből számos nélkülözhetetlen gyógyszer készül. A mai gyógyszerkutatás egyik fő iránya ezekre a természetes anyagokra támaszkodik, a fajok számának csökkenése viszont azt eredményezheti, hogy erről a lehetőségről le kell mondanunk. A biodiverzitás csökkenése járványok terjedését is elősegítheti, mint azt a tüdő megbetegedését okozó hantavírus esetében már megfigyelték. Miután jelentősen csökkent a kórokozót hordozó egekre vadászó ragadozók száma, a rágcsálók elszaporodtak, így valószínűbb, hogy átadják a számukra egyébként ártalmatlan vírusokat az embernek. Talán a legnagyobb veszély a mezőgazdasági termelést fenyegeti az eltűnő fajok miatt, ugyanis legtöbb haszonnövényünk, mint a gabona és a burgonya genetikailag szinte teljesen egyöntetű. Ez azt jelenti, hogy ugyancsak védtelen a járványok, a kórokozók ellen és az éghajlatváltozással szemben, mert a változatosság hiánya nem kedvez az alkalmazkodásnak. Az USA mezőgazdasági minisztériuma szerint a jelenlegi 250 nyilvántartott növényfajból 37 veszélyeztetett, szükség van tehát arra, hogy új, vad fajokkal keresztezzék a meglévőket, így készítve elő azokat a változó körülmények elviselésére.

Számos jele van annak, hogy túlzott ütemben zsákmányoljuk ki a környezetünket, mely már nem képes elviselni az egyre nagyobb mennyiségben áradó hulladékot (Papp, 2002). Nyilvánvaló, hogy ennek van egy felső korlátja, melyet Wackernagel (2000) az úgynevezett ökológiai lábnyom nagyságával mér. Ez a sokféle adatból származtatott mennyiség azt mutatja meg, hogy mekkora biológiailag kihasználható területre van szüksége egy embernek, amelyen a jelenlegi technológiai feltételek mellett megtermelődnék az életviteléhez szükséges javak, ugyanakkor feldolgozható a keletkező hulladék. A 3.3. táblázatban, melyben bemutatjuk néhány ország ökológiai lábnyomát, azonnal látható, hogy egyesek (az iparilag fejlettek) igen sokat, míg a szegényebbek viszonylag keveset igényelnek. Megdöbbenő, hogy egyes helyeken mekkora a hiány. Míg Ausztrália, Brazília, Finnország, Kanada és Új-Zéland, nyilván nagy területű erdősegeiknek vagy jól hasznosítható partközeli vizeiknek köszönhetően jól állnak az ökológiai lábnyom és a tényleges igény arányának vonatkozásában, az Európai Unió legtöbb országa, Japán és az Egyesült

Államok kisebb-nagyobb mértékben veszteségesek. A Föld egészét tekintve is negatív a mérleg, körülbelül 15%-kal többet használunk ki a kapacitásokból, mint ami megengedhető. Ha ezt a hiányt el akarnánk tüntetni, a gazdag országoknak évi 6%-kal kellene fogyasztásukat csökkenteni, ami jelenleg elképzelhetetlen. Aggasztó, hogy a látványos gazdasági fejlődést mutató ázsiai országok, Kína, Korea és India is veszteségesek. Amennyire nehéz csökkenteni a fogyasztást Északon, annyira lehetetlen megállítani a növekedést Délen, főleg a most nekilendülő és lélegzetállító növekedési mutatókat produkáló Kínában vagy a lassabban, de folyamatosan fejlődő Indiában. Minden jel arra mutat tehát, hogy rövidesen feléljük megújuló természeti forrásaink utolsó morzsáit is, aminek beláthatatlan következményei lesznek. Egyre több jelét látjuk annak, hogy a környezet kirablásának és növekvő szennyezésének árát az egész emberiség fogja megfizetni, mégpedig nem is a távoli jövőben.

A globális felmelegedés tényét kevesen vitatják, annál nagyobb azonban a bizonytalanság azzal kapcsolatban, hogy mire vezethető ez vissza. Sokan vonják kétségbe, hogy ez az időjárási jelenség az emberi tevékenység következtében rohamosan növekvő szén-dioxid-kibocsátás következménye, erre egyelőre nincs döntő bizonyíték. A tudományos érvek hiányára hivatkozva a technokraták mindenféle óvatosságot feleslegesnek tartanak, a gazdaság érdekeire hivatkozva gátolják az elővigyázatossági rendszabályok bevezetését. Márpedig a globális felmelegedés következtében egyre szélsőségesebb és kiszámíthatatlanabb az időjárás, az árvizek korában ezt már mindenki saját bőrén érzi. Magyarországon korábban elképzelhetetlen lett volna, hogy már május elején tombol a kánikula, a legbiztosabbnak tartott nyaralási időszakban, augusztus első napjaiban pedig patakokban ömlik az eső. Világszerte növekszik a természeti katasztrófák száma. Míg a nyolcvanas években a biztosítótársaságok évi ötven kárt finanszíroztak, melynek értéke meghaladta a húszmillió dollárt, a kilencvenes évek közepétől már évi százhuszonöt ilyen, úgynevezett nagy káreseménnyel kell számolni. Egyetlen hatalmas vihar, mely az USA keleti partján vagy Nyugat-Európában tombol, akár nyolcvanmilliárd dolláros kárt is okozhat. Bangladesben az orkánok gyakorisága, és a régió ebből következő sebezhetősége miatt egyre kevesebb vállalat mer komolyabb összegeket befektetni (Martin & Schumann, 1998). Az Antarktisz szárazföldi részéről egyre gyakrabban válnak le az akár 10 000 km²-es nagyságot is elérő jéghegyek, melyek észak felé úszva megváltoztatják maguk körül az időjárást, majd elolvadva együttesen jelentősen növelhetik a világtengerek szintjét. Ez a visszafordíthatatlan folyamat az óceánok és tengerek partján elterülő nagyvárosokat, mint New York, Isztambul, Bombay, Sanghaj, Hongkong és Bangkok és a Csendes-óceánban

lévő lapos kis szigeteket létükben fenyegeti. Valószínűleg az úszó jéghegyek okozhatták, hogy 2000–2001-ben 40%-kal csökkent a fitoplanktonok mennyisége a déli tengereken, a jéghegyek ugyanis csökkentik a szaporodásukhoz szükséges szabad vízterület nagyságát, és nem teszik lehetővé, hogy levegőzzenek (Antarctica, 2002). Ha összevetjük a globális felmelegedés következtében ránk leselkedő veszélyek nagyságát azzal az áldozattal, amit az ipari termelés viszonylag kismértékű visszafogásával kellene meghozni, nem kétséges, hogy a szén-dioxid-kibocsátás korlátozása mellett kellene érvelnünk, ahogyan ezt általában Európában teszik. Az USA meghatározó hatalmi csoportjai azonban nem törődnek a biztonsággal, a mai előnyökért kockáztatják a jövőt, ezért nem fogadja el Bush elnök az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának korlátozását előíró Kiotói Egyezményt.

Valós és komoly a veszély, ami helyi és regionális természeti katasztrófák sorozatával fenyegeti az egész emberiséget, ennél azonban még riasztóbb, hogy hanyatlak a korábban mindenben, szinte az egész földkerekségnek mértéket adó nyugati civilizáció, egyre több jel utal arra, hogy enyészik az életerő és az optimizmus, atomizálódik a társadalom, hiányzik a jövőről álmodó, mindenkit magával ragadó nagy eszme.

Hanyatló civilizáció?

1918-ban megjelent könyvében (Die Untergang des Abendlandes, magyarul lásd Spengler, 1994) Oswald Spengler, német filozófus felvetette, hogy az addig egyeduralkodónak hitt nyugati civilizáció számos jelét adja a hanyatlásnak. Szerinte a civilizációk az évszakokhoz vagy egy ember életéhez hasonlíthatók, felívelő, érett és hanyatló fázisokon mennek át, és valamennyien egy nagy vallásban gyökereznek, ez Nyugaton a kereszténység, Keleten az iszlám, távolabb a hinduizmus vagy a konfucianizmus. A mi civilizációnk világos célra, a világ megváltoztatására irányul, ezt szolgálja a vallási térítő tevékenység, erre utal a klasszikus képzőművészeti alkotások egy irányba mutató perspektívája, és több más jel is. Hozzátehetjük még ehhez a fehér ember célratörő tevékenységét, mely gyökeresen különbözik a Kelet belenyugvó életérzésétől. Spengler szerint civilizációnk hanyatlását a hatalmas városok kialakulása, a pénz hatalma, a közös eszmék eróziója, a hagyományok tagadása, a művészeti stílusok állandó változása, a vallástalanság jellemzi.

Majd száz évvel a gondolat felvetése óta egyre több gondolkodó foglalkozik a dekadencia kérdésével. Ennek a problémának szentelte híres könyvét Huntington (2002) is, aki adatokat sorol fenn a hanyatlás igazo-

lására. Bár a nyugati országok (bátran ide sorolhatjuk hazánkat is) a fő fogyasztók a világon, nálunk a legfejlettebb a technológia, aminek segítségével előállítjuk a késztermékek többségét, jelentékeny morális befolyást gyakorolunk sok kívülálló társadalomra, és például a NATO keretei között képesek vagyunk masszív katonai beavatkozásokra, mégis visszaszorulóban vagyunk. A Nyugatot egyre inkább foglalkoztatják saját belső gondjai, nem képes már az egész világra figyelni, mint száz évvel ezelőtt. Hatalma és befolyási övezetének nagysága közvetlenül az első világháború után tetőzött, politikai fennhatósága akkor a világ területének majdnem felére terjedt ki, mára ez az arány 25%-ra esett vissza. 1920-ban a nyugatiak népesítették be a Föld majdnem felét, a népességrobbanás következtében a fehér emberek aránya mára 15%-ra esett vissza. Hasonló csökkenés tapasztalható az ipari termelésben, ami a húszas években meghaladta a nyolcvan százalékot, mára viszont alig éri el az ötvenet. A gazdasági erő mellett csökken a katonai is, míg a csúcson a világ aktívan szolgáló katonáinak majdnem fele a nyugati civilizációhoz tartozott, ma már csak alig több mint ötödéről mondhatjuk ezt el. Elterjedtek az atomfegyverek, a modern technológia, és bár századunk első évtizedeiben minden bizonnyal a Nyugat birtokolja a legjelentősebb katonai potenciált, vége a korábbi rivális nélküli egyeduralomnak, újjáéledtek a nem nyugati civilizációk. Árnyalja a képet, hogy a döntő arányban nyugati kézben lévő transznacionális vállalatoknak hatalmas a gazdasági és politikai befolyása világszerte. Amilyen mértékben azonban átveszik más országok is a modern technológiát, olyan mértékben függetlenednek a Nyugattól és mennek inkább saját fejük után, mintsem elfogadnák a nyugati értékeket és megfelelnének a nyugati érdekeknek. Nincs igazuk azoknak, akik szerint a pénz, a fogyasztás gyökeresen megváltoztatja az embert, hiszen tudott dolog, hogy anyagi igényeink kielégítése után egyre inkább valami másra vágyunk, szeretetre, megbecsülésre, önmegvalósításra, egyszóval szellemi és lelki javakra (Maslow, 1954).

A legnagyobb veszélyt nem a nyugati gazdasági befolyás esetleges és valószínűleg lassú csökkenése jelenti, hanem az, hogy a mai fogyasztói társadalomban fokozatosan fellazultak a sok ezer év alatt kikristályosodott zsidó-keresztény értékek, és mint a Nobel-díjas Konrad Lorenz könyvének címe sugallja, embervoltunk hanyatlásnak indult (Lorenz, 2002). Ma már nemcsak a megszállottak és a látnokok, hanem a legtöbb gondolkodó ember érzi, hogy valami baj van. A helyzet megítélésénél persze nagy szerepet játszik az egyén világnézete és beállítottsága, napi sikerei vagy kudarcai, és sok más tényező, de pusztán a száraz tényekből kiindulva is meglehetősen lehangoló kép tárul elénk. Az egyik oldalon áll a soha nem látott technológiai fejlődés, fizikai kényelem és anyagi jólét, a

másikon az eszmei elbizonytalanodás, az érzelmek fagyhalála és a céltalanság érzete. A bajok gyökere valószínűleg abban keresendő, hogy a tudományos-ipari forradalom kezdete óta eltelt viszonylag rövid idő alatt robbanásszerűen növekedtek, az elmúlt ötven évben megkétszereződtek ismereteink a világról. A hirtelen jött növekedés nagyon egyoldalú, döntő mértékben a természettudományt és a technológiát érinti, ugyanakkor alig tudunk ma többet az emberi lélekről, mint eleink a Biblia, a Gilgames eposz és más nagy könyvek létrejöttének idején. Az öntelt és arrogáns Nyugat nemegyszer úgy viselkedik, mint egy kamasz, aki hirtelen megnőtt végtagjai és pelyhező álla miatt azt képzei, hogy már mindent tud, amit tudni érdemes, mindent megtehet, amit tenni lehet. Nemegyszer meggondolatlanul viszonyul emberi és tárgyi környezetéhez, kapkodva hoz rossz döntéseket, és nem érti, miért kerül ezután bajba. A specialisták túlzott önbizalma csak az általuk művelt, szűk terület korlátozottan érvényes modelljeinek köszönhető, de életveszélyessé válhat, mihelyt elhagyják a mesterséges terepet és szembesülnek a valódi, globális problémákkal (Ortega y Gasset, 1995).

Hiányzik a vallás, különvált a spirituális és a világi tekintély, oda a lélek megnyugtató bizonyossága. A liberális esztéta így panaszodik: „alapvető igény, hogy kell találni egy eszmét, mert valamiről szólni kell a világnak – de nincs” (György, 2002). A Nobel-díjas Jacques Monod (1970) azt állítja, hogy „az ember végtére is megértette, hogy egyedül van az érzéketlen végtelenség univerzumában, melyből pusztán a véletlen folytán emelkedett ki”. Hankiss Elemér (1999) szerint „nem tudjuk a választ létünk végső kérdéseire, mert az ezekre adott válaszokat nem lehet sem bizonyítani, sem cáfolni. Nem tudjuk bizonyítani Isten létét, nem tudjuk, van-e élet a halál után, van-e célja a világegyetemnek és hogy működik-e valamilyen erkölcsi elv az univerzumban. Ez az állapot szorongással tölt el minket.” Ha nem tudjuk, mit hoz a jövő, és nem is hiszünk abban, hogy a létnek értelme van, nem marad más hátra, mint a mátt élvezni, mégpedig a lehető legteltesebben. A mi világunknak úgyis vége lesz, ha meghalunk, nem érdemes tehát törődni a következő generációk üdvével, utánunk a vízözön. Egyes tudósok Isten helyébe képzelik magukat, és azt hiszik, hogy a tudomány egymagában képes minden kérdést megválaszolni, felderíteni az élet értelmét. „Ha végül sikerül megtalálnunk a teljes, egyesített elméletet..., mi mindannyian, tudósok, filozófusok, hétköznapi emberek együtt boncolgathatjuk: miért létezőnk, mi és a világegyetem. Az emberi értelem leghatalmasabb diadala lesz, ha erre a kérdésre választ találunk – mert akkor megismerjük Isten gondolatait.” (Hawking, 1995).

Széles körben uralkodott el az a meggyőződés, hogy az egyén üdve fontosabb, mint a közösség. Ez talán érthető, miután a XX. század két mételye, a fasizmus és a kommunizmus nagy erővel és hatékonyan irtotta az egyéniségeket, mérgezte az önálló gondolkodást, mindenkire ráerőltetve az „egyedül igaz, közös eszmét”. Nagy árat kell azonban fizetni azért, ha az egyén tartósan a közösség fölé kerekedik. Az élő rendszerek evolúciójának tárgyalásakor kitértünk arra, hogy a túlélés, az alkalmazkodás, a fejlődés szempontjából előnyt élveznek azok a csoportok, melyek tagjai együttműködnek egymással. A kooperáció akkor a leghatékonyabb, ha pozitív összegű játszamához vezet, vagyis valamennyi partner végső soron nyer vele. Számptalan példát hozhatunk fel az előnyök ecsetelésére, az egyszerű szimbiózistól kezdve a hangyák társadalmán és a halrajokon keresztül a majomhordák hierarchiájáig (Lorenz, 1994a). A történelem során is megfigyelhető, hogy az emberi közösségek közül is azok győzedelmeskedtek hosszabb távon, melyek jobban szervezettek voltak, melyekben az egyének nagy számban képesek voltak alárendelni magukat a csoport érdekeinek. A viszály, a széthúzás, az önzés legtöbbször vereséghez vezetett, mint a török ellen Mohácsnál. Ugyanakkor óriási tartalékokat nyit meg a társadalmi fejlődésben az egyéni szabadság kiteljesítése, a verseny felszabadítása, e nélkül nem is érhattük volna el csodálatra méltó eredményeinket a tudományban és a gazdaságban. A kétféle törekvést azonban egyensúlyban kell tartani, meg kell találni az egyéni és a csoportérdekek együttes kielégítésének optimumát. Úgy tűnik, hogy ez ma nem sikerül, az egyensúly megbomlott, csökken a szolidaritás, lazul a nemzeti érzés, nőnek a különbségek, ezzel a bűnözés, kihülnek az érzelmek, egyre többeket fenyeget a teljes értékvesztésből következő kilátástalanság és céltalanság. Quigley (1979) szerint egy civilizáció akkor indul hanyatlásnak, ha már nem újításokra, hanem fogyasztásra fordítják a mindennapi élet fenntartásához szükséges elemi javakon túl megtermelt többletet, és az emberek felélik a tőkájüket. Ezt a korszakot akut gazdasági depresszió, hanyatló életszínvonal és polgárháborúk jellemzik. A társadalom elveszíti tömegbázisát vallási, intellektuális, szociális és politikai értelemben egyaránt, az emberek nem hajlandók áldozatot hozni a közösségért, esetleg megtagadják az adók befizetését is.

Az értékek szerepét a jog vette át (Lustiger, 1997), nem az igazság a jog alapja, hanem éppen fordítva, a jog az igazságé (Czakó, 2002). Sokszor elmentmond egymásnak az ösztönös és a tudatos szemlélet, amit eszünkkel elfogadhatónak tartunk, az ellen a szívünk tiltakozik, ugyanakkor ennek a fordítottja is igaz: ősi, sötét ösztöneinket az ész világánál igyekszünk megzabolázni. Talán ezért van, hogy a mai joggyakorlatban egyre több a

széles körben vitatott bírói döntés annak ellenére, hogy a paragrafusoknak hiánytalanul megfelel. A lelkiismeret és a szabadság a törvényre és a politikára redukálódik, márpedig Cicero szerint a jognak hivatása, hogy alávesse magát annak az igaz, racionális, az emberi nemre érvényes, megváltoztathatatlan és örök törvénynek, mely megjelöli a jót, megtiltja a rosszat és előírja a kötelességet. A nyugati ember megszabadult a bűntudattól (Hankiss, 1999), ezt előírások tömkelegével helyettesíti, és kikapcsolja önmaga ellenőrzését, elhárítja a felelősséget. Tanúi vagyunk egy mélyre ható folyamatnak, melynek során az ösztönösségtől az ésszerűség felé haladunk, ami valószínűleg megfelel az evolúció fő irányának, kísérő jelenségei azonban néha riasztóak. Az ösztönös gondolkodás generációk sorozatán át, öröklődő mintákra épül, melyek alapján gyorsabban reagálhatunk, mint ha részletesen analizálnánk valamely jelenséget a döntés meghozatala előtt. Erre példa, hogy a félhomályban elöttünk fekvő, kígyó alakú bottól visszariadunk, és el kell telnie bizonyos időnek, míg azt szemügyre véve meggyőződünk ártalmatlanságáról (Winston, 2002). Míg az erkölcs ösztönös, a jog tudatos, ezért ellentmondás léphet fel a kettő között, melynek feloldásához idő kell.

Konrad Lorenz Nobel-díjas etológus szerint az emberiség mértéktelen szaporodása, az örületig fokozódó versengése, növekvő fegyverkezése, és a városi ember elpuhultsága eredetileg a fajfenntartó ösztönből ered, mindegyik mögött felfedezhető valamely ősidők óta létező szükségszerűség (Lorenz, 1994b). Mára azonban ezek a tevékenységek részben vagy egészben kikerültek a hagyományos szabályozó mechanizmusok ellenőrzése alól, és elszabadulva jelentős károkat okoznak. Túlzottan eredményesen törekszünk az örömök szerzésére és a kellemetlenségek elkerülésére, bár ez a készítés eredetileg fontos része volt az ember túlélési stratégiájának. Sokan azonnal ki akarják elégíteni a vágyaikat, a későbbi megtérülés nem vonzó, ezt ösztönzi a reklám is a modern pszichológia teljes fegyvertárának bevetésével. A hozzászokás miatt egyre erősebb ingerekre vágyunk, ezért is nyúlnak sokan a droghoz, ami azonnali és tökéletes kielégüléshez vezet, de csak egy röpke pillanatra, hogy utána következzen a hagymázos ébredés. Túlzott a vágy az újdonság iránt, emiatt mindent csak felületesen fogadunk be, ugyanakkor kerüljük az akadályokat, más oldalon pedig mesterséges veszélyeket konstruálunk magunknak, burjánoznak az adrenalin kiválasztását serkentő, ezért a veszélyek múltán bizonyos örömezt nyújtó extrém sportok. Eltorzult a szexualitás, szinte megszűnt az udvarlás, és azonnali kielégülésre törek-szenek a partnerek, pedig a széptevésnek nagy hagyományai vannak a történelemben és az állatvilágban is (Lorenz, 1994a). A fogamzásgátlás

általános elterjedése felelőtlenséghez vezetett a szexuális kapcsolatokban, terjed a deviáns viselkedés, megszűnt a szemérem.

Negatív jelenség a verseny elburjánzása, bár a vetélkedés ugyanazon faj egyedei között elősegíti a kiválasztódást, és így pozitív hatást gyakorol a faj fejlődésére. A rivalizálás azonban mára már túlhajtottá, öncélúvá, ugyanakkor kíméletlenné is vált. Ennek tudható be, hogy jelentősen nőttek a különbségek nemcsak a gazdag országok és a szegények között, hanem a gazdag országokon belüli néprétegek között is, csökkent a szolidaritás, nőtt az önzés, a gazdagok már nem akarnak segíteni a szegényeknek. 1951-ben az USA még összes nemzeti termékének 3%-át fordította külföldi támogatásokra, ez az arány mára 0,1%-ra csökkent, ugyanakkor a világ népességének leggazdagabb 20%-a az anyagi javak 86%-át birtokolja (New Scientist, 2002).

A nagy különbségek nagy feszültségeket is okoznak, amit sok képzetlen ember erőszakos bűnözéssel próbál feloldani. A milliós metropolisok, mint Los Angeles, Sao Paulo és Lagos a bűnözés melegágyai, ahol a jólszituált lakosok fegyveresen védett, kerítéssel körülvett gettókba szorulnak vissza (Martin & Schumann, 1998). Ez nemcsak lehetőség, hanem kényszer is, hiszen a gyermekek sincsenek biztonságban, az Egyesült Államokban egy átlagos napon százezer tanuló visz magával fegyvert az iskolába, és nyílvesszővel sebesítenek vagy ölnek meg közülük. Mindennaposak az erőszakos, sokszor öncélú bűncselekmények. Az USA-ban bebörtönzöttek száma az 1980. évi 200 000-ról mára 1,4 millióra ugrott (New Scientist, 2002), és Kaliforniában a börtönökre fordított kiadások meghaladják a kulturális költségvetést (Martin & Schumann, 1998). Nőtt a fehérgalléros bűnözés, a jól képzettek nem zsebtolvajlással, hanem „kreatív” könyveléssel, adócsalással vagy pénzmosással szerzik család módjára a vagyonukat, mint az ENRON energetikai cég vezetői az Egyesült Államokban vagy egyes filmsztárok és sportfenoménok szerte a világon. A szervezett bűnözés ma már beszivárgott a politikába, a sportba és az élet sok más területére is. A fehérgalléros bűnözés csúcsa az, mikor már a jogszabályokat is úgy alkotják meg, hogy eleve szabályozatlan kérdések, hézagok maradjanak bennük, melyeket kihasználva „etikátlan, ámde jogszerű” harácsolásra nyílik lehetőség, mint ahogyan ezt gyakran tapasztalhatjuk a volt szocialista országokban. A kábítószerfüggés további bűnözést generál, a következő adag megszerzéséért a drogfüggő mindenre kész, feltör egy autót, és áron alul eladja az onnan kilopott rádiót, kisebb pénzösszegeket rabol és lop a szupermarketben. Az erőszak a konfliktusok rendezésének fő eszközévé vált, egy eltúlzott gesztus, félreértett megjegyzés, egy rossz hír gyenge idegzetű embereket indít arra, hogy azonnal üssenek, lövöldözzenek és kioltják mások életét.

Susan George francia közgazdász szerint krízisben van a demokrácia, mert a nemzetközi pénzpiacok kivonják magukat az ellenőrzés alól, és százmillió dollárokat csoportosítanak át a szegényektől a gazdagokhoz anélkül, hogy erről bárkit megkérdőznének (New Scientist, 2002). Áthághatják a demokrácia szabályait a multinacionális nagyvállalatok is, melyek a nyereség optimalizálása, a részvényeseik, de igen sokszor csak a vezetők érdekében mindenre képesek, és szemrebbenés nélkül bújnak ki az adózás alól, szüntetnek meg tíz- és tízezer munkahelyet. Súlyosbítja a veszélyt a média, mely különösen akkor, ha magánkézből van, teljesen kikerülhet a demokratikus ellenőrzés alól, minden felelősség nélkül propagálja a fogyasztást, annak legelvadultabb formáit is.

Riasztó jelenség a családok szétesése. A család a társadalom alapegysége, fontos gazdasági funkciója mellett az utódok nevelésének legalkalmasabb, mással nem helyettesíthető színtere (Ranschburg, 1984), mind a mai napig nem tudták sem kommunával, sem óvodával, sem más közösséggel helyettesíteni. Míg száz évvel ezelőtt általános volt a nagycsalád, sok gyerekkel, nagyszülőkkel, odacsapódott közeli vagy távoli rokonokkal, mára elterjedt a nukleáris családmódel, mely csak a szülőkre és egy-két gyerekre korlátozódik, ha egyáltalán létrejön, és a helyzet folyamatosan romlik, az USA-ban például már minden második fiatal nő egyedülálló. Amerikában minden második, nálunk minden harmadik házasság végződik válással. Az ilyenkor tapasztalható sokkoló feszültségek, súlyos konfliktusok a szülők között maradandó sebeket ejtenek a gyermekek lelkén, amire azok teljesítményük csökkenésével, ideges panaszokkal, néha súlyos devianciával reagálnak. Nem csoda, hogy felnőve már eleve félnek a családalapítástól, inkább az élettársi viszonyt vállalják, mely nem jár kötöttséggel, sem felelősséggel. A család válságban lévő intézménye rontja a társadalmi beilleszkedési szabályok elsajátításának esélyeit a gyermekkorban. Az apa, ritkábban anya nélkül felnövő gyermekek különböznek a megfelelő mintákat, egyoldalú, kizárólag nőies vagy kizárólag férfias befolyás alatt vannak, ami később nehezíti a párválasztást.

Egészségtelen méreteket öltött a túlzott türelem a devianciával szemben. „Mindenkinek úgy él, ahogy akar” nyilatkozta a melegek felvonulásának egyik résztvevője 2002. június 29-én a Magyar ATV-nek. Sokan felszabadítanak a drogkereskedelmet és elnézőek a drogfogyasztással, az úgynevezett megélhetési bűnözéssel, kisebb-nagyobb csalásokkal, lopásokkal és hazugságokkal szemben, ami a fejlett ipari társadalmakban általában nem az éhhalál elkerülésének, inkább a „jobb cuccok” beszerzésének igényéből táplálkozik. Sokak számára nem az az igazi bűn, ha valaki lop, hanem az, ha tőle lopnak, apostolai szerint a homoszexualitás nem egyszerűen sajnálatos eltévelyedés, hanem minél többek által köve-

tendő minta. Egyre több pedofil rontja meg a gyermekeket, bestseller lesz a kéjgyilkos önmegvalósításért folytatott küzdelmét megrázó szavakkal bemutató életrajzból. A nagy példányszámú fércművek nem a kiváltó okokat, a széteső családok helyzetét, a reménytelenséget és más szociológiai tényezőket próbálják elemezni, hanem a szerzők a közönség legalantasabb ösztöneire, rejtett agresszivitására, kielégítetlen szexuális vágyaira és szenzációéhségére építve érik el a kasszasikert.

Az információrobbanás egyik logikus következménye a tradíciók lerombolása, pedig mint Konrad Lorenz (1994b) írja, nemcsak a racionálisan felfogható vagy a tudományosan kimutatható képezi az emberiség állandó ismeretanyagát. A fiatalság sokszor olyan indulattal utasítja el az idősebbek nézeteit, ami leginkább a fajgyűlölethez hasonlítható. Ma már semmi sem jó, ami régi, egymást érik a felszínes, reklámok által generált „hagyományteremtő” rendezvények ahelyett, hogy megőrizve haladnánk meg a régit, ezzel teremtve meg az újítások szilárd alapjait. Nem csoda hát, hogy egyre szélesebb körben terjed a teljes céltalanság és értékesztés, az anómia, ami általában hirtelen társadalmi változások, háborús veszteségek, gyors meggazdagodás, és az információrobbanás negatív kísérőjelensége. A fogalmat a francia Durkheim vezette be 1893-ban megállapítva, hogy az egyén akkor kerül ilyen állapotba, ha a viselkedését szabályozó normák fellazulnak, a társadalom pedig akkor, ha a közös értékeket már nem fogadják el, nem értik a közös szimbólumokat, újak pedig még nem alakultak ki. Az anómiától sújtott társadalmakban sok a céltalanul ödöngő, érzelmileg üres és elkeseredett ember. Az ambíciókat haszontalannak találják, mert nincs arra elfogadott meghatározás, hogy mi a kívánatos.

Egyre bonyolultabb és egyre zavarosabb világunkban nehéz választ adni arra a kérdésre: haladt-e előbbre az emberiség a XX. században, valóban hanyatlik-e a nyugati civilizáció? Bármennyire is látványos a technológia napjainkig tapasztalható fejlődése, riasztó jelek utalnak arra, hogy nemcsak fejlődés, hanem visszafejlődés is bekövetkezett. Csak remélhető, hogy ezek az egyelőre elszigetelt jelenségek nem állnak össze valamikor egy egységes egészzé és nem vezetnek visszafordíthatatlan hanyatláshoz. Elemezve a mai világot nem kerülheti el a figyelmünket, hogy bizonyos jelenségek az evolúció három fontos alaptörvényét látszanak megsérteni, ezek mellett nem mehetünk el szótlanul. Egyes területeken és helyeken csökken a komplexitás, együttműködés helyett a verseny válik egyeduralmukodóvá, és miközben meghaladjuk, nem őrizzük meg, hanem eltöröljük a régit. Lássuk a példákat!

Az egyre tömegesebbé váló fogyasztási igények kielégítésének fontos eszköze a szabványosítás, ez teszi lehetővé, hogy könnyen kicserélhető

valamely berendezés egyik alkatrésze egy másikkal, mely esetleg több ezer kilométer távolságban készült beépítése helyétől. Szabványosították a munkafolyamatokat is, ennek látványos sikerét a Ford-művek T-modellje szolgáltatta. A futószalag mellett dolgozó munkások mindig ugyanazokkal a mozdulatokkal, ugyanolyan alkatrészeket építettek be a készülő autóba, mely így sokkal gyorsabban elkészülhetett, és sokkal olcsóbban, sokkal többen vásárolhatták meg. A tömegesítés ára azonban az egyformaság lett, ami ellen már Madách is tiltakozott *Az ember tragédiájában*. A tizenkettedik színben Michelangelo szájába adta a következő szavakat:

*Igen, mert mindig széklábat csináltam,
És azt is a leghítványabb alakra.
Soká könyörögtem, hagyják módosítanom,
Engedjék, hogy véssék rá holmi díszet,
Nem engedék. Kívántam változásul
A szék támláját, mindent hasztalan,
Megőrüléshez voltam már közel,
S otthagytam a kint, ott a műhelyet.*

A fogyasztás demokratikus tömegesítésének ára a sokszínűség visszazorulása, a használati tárgy eszmei leértékelése, a kézműves munka fokozatos elsekélyesedése lett. Jól példázza ezt a gépkocsik uniformizálódása, amit a technológiai követelmények azonossága kényszerít ki. Az aerodinamikai tulajdonságok optimalizálása következtében az autók külső alakja nem mutat túl nagy változatosságot akár Londonban, akár Rio de Janeiróban, akár Új Delhiben vesszük őket szemügyre. Egy bizonyos típusból, mint amilyen a híres Volkswagen „bogár”, akár több millió is készült, szemben a néhány évszázaddal ezelőtti helyzettel, amikor szinte minden hintó és parasztszekér más és más formát öltött, magán viselte készítőjének letörölhetetlen keze nyomát.

A sokszínűség ellen hat a multinacionális nagyvállalatok egyes népszerű termékeinek elterjedése is az egész földgolyón. Ma már szinte mindenütt lehet egyforma receptre készült hamburgert enni a McDonald's vendéglőkben, a Coca Cola pedig kétszáz országban kapható, ez több, mint ahány tagja van az ENSZ-nek. Nem kell nagy fantázia ahhoz, hogy feltételezzük: a hamburgert és kólát gyártó nagyvállalatok végső – egyelőre talán meg sem fogalmazott – célja csak az lehet, hogy a Föld minden országában, mindenki, mindig az ő termékeiket fogyassza. Ha ez a virtuális és – reméljük – teljesen irreális cél megvalósul, vége a helyi konyhák csodálatos változatosságának, az ízek nemzetközi kavalkádjának, mely nemcsak kulináris, de sokszor kulturális örömök forrása is lehet.

Az anyagi fogyasztás uniformizálásának egyes kinövésői bizonyosan nem vezetnek katasztrófához, legfeljebb néhány ínyenc sajnálkozik igazán, ezzel szemben azonban súlyos veszélyt jelent a kulturális sokszínűség szempontjából a helyi nyelvek kihalása, melyről fentebb már tetünk említést (3.2. ábra). Tudvalévő, hogy a különböző nyelvek kisebb-nagyobb mértékben különböző gondolkodásmódot is jelentenek, más csavarra jár a japán agya, mint a németé vagy a hindué. Ha folytatódik a jelenlegi irányzat, és a nagy nyelvek kiszorítják a kisebbeket, eltűnik a nemzeti irodalom, elérhetlenné és felfoghatatlanná válik Ady költészete és a Kalevala egyaránt, nem lehet majd lefordítani a Bibliát sem romungró, sem navajo, sem bantu nyelvre. Mi történne akkor, ha egy idő múlva mindent kiszorítana az angol, annak is a csupán egy-két ezer szóra szorítókozó, primitív változata, hiszen ezzel még a technológiai előírásokat sem lehet pontosan megfogalmazni, szeretetről, félelemről, érdeklődésről vagy izgalomról viszont lehetetlen beszélni. Az évente tucatnál is több nyelv kihalása súlyosan veszélyezteti a kulturális sokszínűséget, és ha nem sikerül megállítani, vagy a kihalt nyelv által hordozott különleges színt valami mással pótolni, minden egyforma, minden primitív és fantáziátlan lesz. Ha csökken a nyelvek száma, csökken a komplexitás, a kulturális sokszínűség is.

Az első részben említettük, hogy az evolúció előrehaladásával, az élővilág kifejlődésével egyszerre, egymást kiegészítve jelenik meg az együttműködés és a verseny. Az ezredfordulóra nyilvánvalóvá lett, hogy Nyugaton az egyensúly jelentősen eltolódott a verseny irányába, az együttműködés pedig visszaszorult. Jó példa erre a sportrendezvények elfajulása, a doppingszerek gátlástalan alkalmazása, ami oda vezet, hogy a sportoló egészségét, jövőjét kockáztatják egy-egy győzelem érdekében, és ez már nem is az ő fizikai és lelki képességeinek, hanem az alkalmazott technológiai újításoknak az eredménye. Elfajul a verseny, már alig van sportoló, aki kiérdemelhetné a *fair play*-díjat, a versenysport a testedzés helyett a tömegszórakoztatás gátlástalan eszközévé válik. A gazdasági vetélkedés még elkeseredettebb, a gyengének nincs kegyelem, a nagy halak könyörtelenül megeszik a kis halakat.

Az együttműködési készség hiánya többek között a családok bomlását is elősegíti, hiszen a házastársak mindenáron versenyben akarnak maradni a munkahelyükön, ezért nem jut idő a másakra, még kevésbé a gyerekekre. Egyre csökken a hajlandóság arra, hogy egy emberért, egy kisebb közösségért vagy egy ügyért valaki áldozatot vállaljon. Jól érzékelteti ezt a hiányzó hős problémája (Hankiss, 1982), az a jelenség, hogy az autósok közül senki sem hajlandó elhúzni a közlekedést akadályozó kukát az útból, még akkor sem, ha ezáltal hosszú kocsisor, közöttük ő

maga is idegesítő várakozásra kényszerül. Bár ez a példázat a Kádár kori Magyarországra vonatkozott, a jelenség megfigyelhető a nyugati világban is, ahol a nagyvárosokban egyenes arányban nő a közöny a zsúfoltsággal. A valódi közösségi érzést mesterségesen próbálják fenntartani, egy-egy termék köré szervezve a felhasználókat és látványos parádékkal pótolva az együttlét örömét, mint a fentebb leírt Harley Davidson rajongók esetében.

Végül említsük meg, hogy az innováció gyorsuló és sokszor bizony kényszerű folyamatában általában nem őrizzük meg, hanem mindenesztől elvetjük a meghaladott régit. A „dobd el” társadalomban az áruk egyre rövidebb ideig szolgálják tulajdonosukat, hol van már az idő, amikor – igaz, jó pénzért – húsz évig is használható ünneplő ruhát vagy cipőt vehetett az ember. A használati cikkek túl gyors körforgása jelentősen növeli a hulladék mennyiségét, nagyobb anyagi terhet ró a felhasználóra. A robbanásszerűen bővülő szoftveripar állandóan új és új termékeket dob piacra, melyek használatát mindig újra meg kell tanulni, azonban az így megszerzett tudás mulékony, csak a következő szoftver megjelenéséig tart. A fogyasztási cikkek gyors avulásánál nagyobb baj azonban a hagyományos értékek tagadása, a transzcendencia kiiktatása, ami tömegeket foszt meg a gyökereiktől, ezáltal táplálja az elidegenedést, és minden bizonytal hozzájárul a drogok, a fanatikus szekták és más válságjelenségek térnyeréséhez. A figyelmet mindenáron felkelteni kívánó kereskedelmi média hatására állandósul az erőlködés a „hagyományteremtésre”, így próbálva biztosítani egyes érdektelen rendezvények jövőjét, elsöpörve sok meggyökeresedett jó szokást.

Ha összefoglaljuk a fentieket, azt kell mondanunk, hogy hiányzik belőlünk az optimizmus, az életerő, a nyugalom.

Mit hozhat ezek után a jövő?

4. JÖVŐ

Miközben alább megpróbáljuk felvázolni a századunkban várható eseményeket és változásokat, támaszkodunk az evolúció első részben felvázolt, fontosnak tartott jellegzetességeire, hiszen nem valószínű, hogy ezek rövid időn belül megváltoznának. A fejlődést a jövőben is a verseny és az együttműködés finom egyensúlya fogja meghatározni, az egyének és csoportok követik a beléjük oltott ösztönök szavát: vetélkedni fognak, hogy előbbre kerüljenek a rangsorban, ugyanakkor a versenyben azok lesznek sikeresek, akik képesek másokkal együttműködni, és az együttműködésben rejlő kölcsönös előnyöket felismerni. Remélhetőleg fennmarad és kiteljesedik a világ sokszínűsége, ugyanakkor soha nem fog végképp eltűnni a múlt, hiszen tárgyi és eszmei bizonyítékok sokasága utal arra, hogy az evolúció mindig megőrizve haladja meg a régit, épít a hagyományokra, miközben kifejleszti az újdonságokat. Az is valószínűnek látszik, hogy a fejlődés újabb és újabb zsákutcákba fut, azok az élőlények, kultúrák vagy civilizációk, melyek ide jutottak, lassan elenyésznek, beolvadnak a sikeres irányzatokba, vagy éppen el is pusztulnak. A világ hihetetlen sokszínűsége következtében lehetőség van azonban arra, hogy egy korábban kevésbé sikeresnek tűnő irányzat feleljen meg a legújabb kihívásnak, és egy időre ez váljék az evolúció motorjává.

Sokan, sokféleképpen képzelik el a jövőt, egy dologban azonban széles körű az egyetértés: úgy kell kielégítenünk jelenlegi igényeinket, hogy ezzel ne sértsük a jövő nemzedék érdekeit (Brundtland, 1987). Világos, hogy a jelenlegi technológia és a jelenlegi lélekszám mellett nem tarthatók fenn a jelenlegi fogyasztási szokások, melyek mintáját a Nyugat szolgáltatja. Az átmenet a fenntarthatóságba az emberiség előtt álló egyik legnagyobb kihívás a közeli jövőben (IAP, 2000; Náray-Szabó, 1999; Pálvölgyi et al., 2002; Simai, 2002; Láng, 2003). Az évszázad közepére 9 milliárd ember fog élni a Földön, minden bizonnyal nő az egy főre eső fogyasztás is, ezért fokozott mértékben fogjuk terhelni az amúgy is kimerülőben lévő környezetünket. Egyidejűleg állandóan fejlődik a technológia, egyre nagyobb hatékonysággal tudjuk hasznosítani a nyersanyagokat,

miközben csökken az egységnyi nemzeti termékre (GNP) eső hulladék mennyisége. A jövőnket az határozza meg, időben beáll-e az egyensúly a fogyasztás és a technológiai potenciál növekedése között.

A fizika az átmeneteknek három fajtáját ismeri. Az egyensúlyi átmenet során folytonosak és nem túl gyorsak a változások, meglehetősen biztonságosan kiszámíthatók a következmények, tervezhető a jövő. Ilyen átmenetet figyelhetünk meg akkor, amikor egy úszódaru a helyére teszi a készülő híd egyik elemét, mely először felemelkedik, vízszintesen elmozdul, majd az irányítók akaratának megfelelően lesüllyed és a helyére kerül. Egy másik fajta állapotváltozás, a sztochasztikus (véletlenszerű) átalakulás esetében nem tudjuk megjósolni az egyes részesemények kimenetelét, de sikerre számíthatunk az egész folyamat előrejelzésénél. Ha vizet forralunk, lehetetlen megjósolni, mikor, melyik buborék szakad le az edény faláról, de biztos, hogy kellő ideig melegítve forrásba jön a folyadék és egész tömegében gőzzé alakul. A legbonyolultabb a kaotikus átalakulás, mint például egy gránát felrobbanása, nem tudjuk előre megjósolni, hová csapódnak be a repeszek. Ilyen kaotikus átalakulás volt a Szovjetunió minapi felbomlása is, egy-két évvel korábban még a legmerészebb elemzők sem számítottak rá, és bár viszonylag simán zajlott, alig kezelhető, véres konfliktusok kísérik még ma is. Minél összetettebb, minél komplexebb egy rendszer, annál valószínűbb, hogy viselkedése kaotikussá válik. Ilyenkor igen kicsiny, elhanyagolhatónak hitt beavatkozások hatása is megsokszorozódhat, és kiszámíthatatlan következményekre vezethet, más szóval: a kezdeti feltételek csekély változása is lényegileg befolyásolhatja az átalakulás eredményét. Ehhez képest a Föld lakói közül túl kevesen félnek attól, hogy a tűzzel játszunk, amikor egyre jobban terheljük a környezetünket.

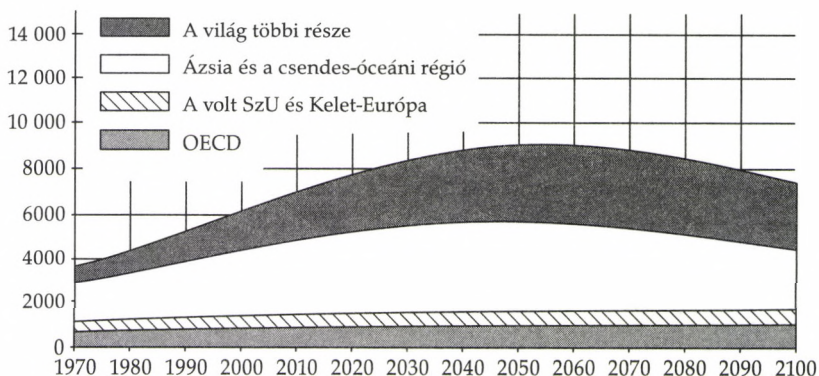
Megvan rá az esély, hogy az egyensúlyi változás törvényei szerint, simán menjünk át az új világba, meg tudjuk tervezni a jövőnket, ehhez azonban áldozatokra van szükség, alapvetően meg kell változtatni fogyasztási szokásainkat az egész földgolyón. Mivel erre nyomós kényszerítő okok miatt bizony csak kevesen hajlandók, nehéz szabadulni a gondolattól, hogy be fog következni néhány nagyobb méretű regionális katasztrófa, amire nem készülünk fel idejében. Ha más nem, ezek fogják ráébreszteni a tömegeket a változtatás szükségességére, a fogyasztás ésszerű korlátozására. Bár nem zárható ki, de valószínűtlen, hogy globális katasztrófa elé nézünk, egyszerűen azért, mert bár képesek vagyunk jelentősen rombolni a környezetünket, ma még nincs akkora hatalmunk fölötte, hogy igazán komoly kárt tehetnénk benne. Bolygónk kapacitása óriási, és bízunk abban, hogy előbb ébred fel az emberiségben a globális

felelősségtudat, még mielőtt képes lenne végleg tönkretenni lakóhelyünket, hiszen már a természeti népek is tudták, hogy a Föld a mi anyánk (Endreffy & Kodolányi, 1983).

Átmenet a fenntarthatóságba

Mielőtt belefogunk annak elemzésébe, hogy fenntartható-e a mai világrend, melyben elsősorban a fogyasztás és annak növelése határozza meg az egyének és kisebb-nagyobb közösségek döntéseit, vizsgáljuk meg, milyen tempóban nő a világ népessége a következő 150 évben, lehet-e számítani valamiféle egyensúly beállására. A válasz igen, az ENSZ titkárságának a népesedéssel foglalkozó osztálya szerint a népesség körülbelül két évszázad múlva stabilizálódik, akkor 11 milliárd ember fog élni a Földön (UN, 2002). Az úgynevezett közepes termékenységi forgatókönyv szerint, vagyis akkor, ha a nők világszerte átlagosan valamivel több mint két gyermeket szülnek, ami éppen pótolja a természetes fogyást, a világ népessége az 1995-ben élő 5,7 milliárdról 2050-re 9,4, 2100-ra 10,4, 2150-re 10,8 milliárdra növekszik, és 2200 körül 11 milliárdos szinten stabilizálódik. Az előrejelzés eredménye nagymértékben függ a vállalt gyermekek számától, ha ez átlagosan 0,5-tel csökken, illetve nő a kettőhöz képest, akkor 2150-re 3,6 milliárd, illetve 27 milliárd ember élne a Földön. Ha viszont a termékenységi arány megmarad az 1990–1995-ös átlagnál, 2150-re nem kevesebb, mint 296 milliárd emberrel kellene számolnunk, ez azonban nyilvánvaló lehetetlenség, ugyanis nagyon valószínűtlen, hogy ennyi embert el tudjon tartani a Föld. A fejlett ipari országok népességének aránya a jelenlegi 19%-ról 10%-ra fog csökkenni, a népesség jelentősen előrepszik, a hatvanévesnél idősebbek aránya a mai 10%-ról 2150-re 31%-ra nő. Általánosságban megállapíthatjuk, hogy a fejlődő országok hatvanas-hetvenes években tett erőfeszítéseinek következtében szinte mindenütt csökkentek a születési arányszámok, ezért nem várható, hogy a népességrobbanás előre nem látható problémákat okoz, hiszen elképzelhető, hogy ésszerű fogyasztási szokások és kiegyensúlyozottabb elosztás mellett jól élhet 11 milliárd ember is a bolygón. A növekedés már lassul és kézben tartható. Egy optimista forgatókönyv szerint (4.1. ábra) a maximális lélekszám elérése után csökkenés következik be a világ népességében, ami jelentősen enyhítené a fogyasztással kapcsolatos gondokat is.

Az ENSZ Környezetvédelmi Programja által kiadott jelentés szerint (UNEP, 2001) a fent jelzett népesedési irányzat esetén megvalósítható a



4.1. ábra. A világ népességének várható alakulása optimista forgatókönyv szerint (de Vries, 2002). A század közepén várható a tetőzés, azután valamiféle egyensúly beállása várható

fenntartható fogyasztás, ami nem azt jelenti, hogy kevesebbet fogyasztunk majd a jövőben, hanem azt, hogy másképpen, hatékonyabban és nem olyan egyenlőtlenül elosztva, mint most. Az alábbiakban négy fő lehetőséget sorolunk fel a fogyasztás jelenlegi szintjének fenntartására, netán emelésére. (1) A gazdaság dematerializálása, vagyis a lehető legkevesebb anyag felhasználása a fogyasztásra szánt termékekben és szolgáltatásokban. (2) A fogyasztás optimalizálása, vagyis annak biztosítása, hogy olyan javakat fogyasszunk, melyek nem szennyeznek a környezetet, előállításukhoz nem kell sok energia és anyag. Az anyagi fogyasztás minden áron való növelése helyett inkább jó könyveket kellene olvasni, zenét hallgatni, mindenekelőtt azonban nagyobb súlyt helyezni az emberi kapcsolatok ápolására. Tudományos nyelven ezt úgy is mondhatnánk, hogy anyagok helyett inkább információt fogyasszunk! Rá kell ébrednünk, hogy az élet minőségét nem csak, sőt nem is elsősorban az anyagi fogyasztással lehet javítani! (3) Energia előállítása a lehető legkevesebb szén elégetésével (angolul: decarbonisation), ami az energiahordozók egységnyi tömegére eső széntartalom csökkentését jelenti. A dekarbonizáció következtében kevesebb szén-dioxid kerül a légkörbe, ezért csökken az üvegházhatás. (4) Ipari metabolizmus, melynek lényege az, hogy az ipari folyamatok során keletkező hulladékokat, sőt magát a felhasznált terméket is a lehető legnagyobb mértékben újrahasznosítjuk, így csökkentve a felhasznált anyagok és energia, valamint a kibocsátott hulladékok és káros melléktermékek mennyiségét (Ayres & Simonis, 1994). Vegyük sorra, mit érhetünk el, ha igyekszünk megvalósítani a felsorolt törekvéseket!

(1) *Dematerializálás.* Az egyre fejlettebb technológiák és szerkezeti változások eredményeképpen az egységnyi gazdasági teljesítmény fenntartásához szükséges energia mennyisége a fejlett ipari országokban folyamatosan csökken, a XIX. század eleje óta évi 1%-kal, 1970 és 1980 között évi 2%-kal, de 1990 óta már nem változik. Lehetséges, hogy a Római Klub által vagy negyven éve felvázolt nyersanyagválság víziója (Meadows et al., 1992) is szerepet játszott abban, hogy enyhül a meg nem újuló érc- és ásványvagyon kizsákmányolása, a világ anyagfelhasználása 1971 óta évi 2%-kal csökken (UNDP, 1998). Az anyagtakarékosság, a dematerializálás tehát folyamatosan megvalósul, további térnyeréséhez szükséges azonban a termékek élettartamának meghosszabbítása, a javíthatóság biztosítása és a jó minőség. Nagy lehetőségek rejlenek az új, nem egyszer molekuláris szinten megtervezett, új típusú anyagok felhasználásában. Fizikai és kémiai ismereteink ma már lehetővé teszik olyan anyagok racionális tervezését, melyek bizonyos célokra különösen alkalmasak, például nagyobb szilárdságúak, ugyanakkor könnyebbek, mint az acél. Jelentősen javult az építőanyagok súlyegységre eső teherbíró képessége is, kevesebb energia szükséges tehát az építkezéshez.

Újratervezhetjük az ipari folyamatokat abból a célból, hogy csökkentjük a termékek tömegét, ami nemcsak anyag, hanem energia megtakarításához is vezet, például egy gépkocsi esetében. A termék árába be kell számítani a környezeti terhelés költségeit is, ezt eddig nem tették, mivel a tradicionális gazdaság a környezetet a végtelenségig kihasználható forrásnak tekinti. Az anyagtakarékosságnak is megvannak a határai, hiszen a termékekbe épített anyagok mennyisége nem csökkenthető minden határon túl, ugyanakkor egyre több az ember, és fejenként egyre többet fogyasztunk, aminek eredményeképpen tehát szükségszerű az összes anyagfelhasználás növekedése. A dematerializálást jelentős mértékben segíti a számítógépesítés, melynek révén optimalizálhatjuk a technológiai folyamatokat, csökkentve energia- és anyagigényüket. A mérleg másik oldalán viszont ott van a számítógépek előállítása és selejtezése során keletkező hulladék és a papírfelhasználás növekedése is, ami paradox módon abból származik, hogy a számítógépek alkalmazása következtében többet nyomtatunk, mint korábban. A központosított tervgazdaságokban a közgazdasági szabályozók ésszerű változtatásával is sokat lehet elérni, például azzal, hogy az előállított termék árát nem a súlyával, hanem a befektetett fizikai és szellemi munkával arányosan állapítják meg. Bár ez ma már túlhaladottnak tűnik, a magyar gazdaság ilyen irányú fordulata a 70-es és 80-as évek egyik jelentős eredménye volt.

(2) *Optimalizálás.* Nagy tartalékaink vannak a folyamatok hatékonyságának növelésében (Hawken et al., 1999). Például a mai autók hatásfoka

mindössze 1%-os, abban az értelemben, hogy a felhasznált benzin minden száz literéből csak egy liter mozgatja ténylegesen az utast. A ma használatos izzólámpa által felhasznált energiának csak a 8-10%-ából lesz látható fény, bár a világítótestek fejlődése töretlen. Legújabbán kénbevonat mikrohullámmal való besugárzása révén már 30%-os hatásfokot is elértek, a kisugárzott fény pedig nagyon hasonlít a természeteshez. Az erőgépek energiatermelésének hatékonysága 1700 óta az elméleti határ 1%-áról 50%-ra növekedett, és van esély arra, hogy a még csak ezután kifejlesztendő üzemanyagcellák hatásfoka elérje a 70%-ot is (Ausubel, 1996). A technológiai és szervezési újítások sorozatának alkalmazásával az energiafogyasztást akár a jelenleginek a 10%-ára lehetne csökkenteni, állítják Hawken és munkatársai (1999). Az a cél, hogy az energiatermelés a meg nem újuló forrásoktól a megújuló források felé terelődjön, bár eközben ügyelni kell arra, hogy csak a megújulás ütemében használjuk ki azokat, ne zsákmányoljuk ki az erdőt, a talajt, a vizeket és a levegőt. Bár a nap-elemek használata ma még igen költséges, 1975 és 1998 között két nagyságrenddel nőtt a felhasználás. Ígéretesen nő, bár nem problémamentes a szélenergia hasznosítása, az USA-ban 1997-ben 22%-kal növekedett. Ennek nem nagyon örülnek a környezetvédők, ugyanis a szélkerekek megzavarhatják a kialakult széljárást és a madarak vándorlási útirányát is, de bizonyára lehet találni mindenkit kielégítő megoldásokat. További lehetőségeket nyit meg a korábban nem ismert, új típusú anyagok előállításai. Ma már a tervezett anyagok ezrei állnak rendelkezésünkre és helyettesíthetjük a különböző nyersanyagokat, akár meghaladva azok előnyös tulajdonságait, hajlékonyabbak, szilárdabbak, kopásállóbbak, keményebbek, könnyebbek lehetnek, mint bármely természetes anyag.

Nem szükséges mindent újragyártani! Az USA-ban egy vállalat rendszeresen felújítja a padlószőnyegeket, így kerülve el napi 4000 tonna, nem kevesebb, mint húszezer évig lebomlani nem képes hulladék keletkezését. Az INTERFACE nevű vállalat kifejlesztett egy rendszert a padlószőnyegek felújítására és újrafelhasználására, melyeket így nem kell a vevőnek megvásárolni, hanem méltányos összegért bérbe veheti lakásának e fontos alkotórészét. Csökkenthetjük a közlekedés által okozott anyag- és energiafelhasználást és környezetszennyezést, ha minimalizáljuk a szállított áruk mennyiségét (Nijkamp et al., 1998). Csökkenhet az autók mérete és üzemanyag-felhasználása, átszervezhető a gazdaság úgy, hogy a munkavállalóknak, a fogyasztóknak és az áruknak a lehető legkevesebbet kelljen utazni ahhoz, hogy céljukat elérjék.

A fenntarthatóság biztosításának egyik vonzó, és talán leghatékonyabb lehetősége az anyagi fogyasztás egy részének minél gyorsabb átterelése az információ fogyasztása felé. Már említettük, hogy a presztízs- és

luxusfogyasztás döntő hányada nem anyagi, hanem lelki igényeket elégít ki, oldhatja az egyén szorongását, biztosíthatja a szórakozást és felüdülést, egyúttal a vágyott hely elérését is a csoporttranszszorban, növelheti a sokszor gyenge lábakon álló önbizalmat. Miért ne lehetne átterelni az efféle törekvéseket az információ fogyasztása irányába? Képzeljük el, hogy az emberek egy boldogabb jövőben már nem nagy házra, drága autóra és magánrepülőre, hanem operaelőadásra, sporteseményre vagy különleges képzőművészeti tárlatok látogatására vágnának, ezek lényegileg nem szennyeznek a környezetet. Lenne helye a tömeg- és elitkultúra produktumainak egyaránt, aki nem szereti az operát, élvezné (mint ahogyan élvezi ma is) a popzenét, az igényes képzőművészeti alkotások alternatívája lehet a divatos, de újra felhasználható ruhadarab. Az öltözködés lényegesen kevésbé szennyezi a környezetet, mint az egyéni autózás, amit elsőként kellene kizárni a presztízs-fogyasztás alternatívái közül, mert jelentősen hozzájárul a környezet szennyezéséhez. A nagy szellemi erőfeszítéssel előállított költséges szoftver birtoklása ugyancsak sikerrel válthatná ki a bömbölő Harley Davidson nyergében ülő szőrmók elismerését, azzal a nem kis különbséggel, hogy a vetélkedés nem járna anyag- és energia-pazarlással. Ez az elgondolás persze utópia marad mindaddig, amíg a fogyasztói szokások meg nem változnak, márpedig ez nem megy könnyen, sok erőfeszítést, lemondást és időt igényel. Megvannak a maga veszélyei is, hiszen jól tudjuk, rengeteg személynél van az Internet révén és más úton terjesztett információban, ami rombolja a társadalmat, így még a környezetre is visszahathat. Mégis: az anyagi fogyasztás tudatos átterelése az információ fogyasztása felé egyfajta kiutat jelenthet a jelenlegi zsákutcából. Ha tömegesen jönnek rá az emberek arra, hogy érzelmi hiányérzetüket, lelki szükségleteiket sokkal jobban ki tudják elégíteni egy jó közösségben, másokkal tartott bensőséges kapcsolat vagy éppen az alkotómunka révén, feleslegesnek fogják tartani a presztízs- és luxusfogyasztást, talán nem rohannak már olyan gyakran vásárolni. Fokozatosan értelmes mértékre szorulhat vissza a verseny, beállhat az ipari termelés egyensúlya, enyhülhetnek a társadalmi feszültségek.

Néhányan már felismerték a jelenlegi helyzet tarthatatlanságát, tudósok, közírók, politikusok keresik a megoldást. A történelmi tapasztalat azonban az, hogy a katasztrófa lehetőségét előrejelző profétákra nem hallgat senki, az emberek általában nem sokat törődnek a jövővel, csak sokszerű figyelmeztetés hatására változtatnak megszokott életük rendjén. A harsány optimisták azt állítják, hogy a technológia idővel mindent meg fog oldani, nem gondolnak azonban azzal, hogy mi lesz akkor, ha gyorsabban nő a fogyasztás, ezzel a nyersanyag- és energiaforrások gyorsabban merülnek ki, mint ahogyan azzal a technológia lépést tudna tar-

tani. Hiába lesz képes az USA talán már a közeljövőben elektromos vagy hidrogénnel hajtott autó előállítására és tömeges üzemeltetésére, ha a fejlődő világban futó sok százmillió régi modell falja a benzint és okádja a szennyező anyagokat. A technológiai újítások világméretű terjesztése alapvető jelentőségű, ez azonban nem nagyon áll a piacot uraló multinacionális nagyvállalatok érdekében.

Pedig tapasztalhatók biztató változások. A közgazdászok rájöttek, hogy a nemzetgazdaságok teljesítőképességének mérésére használt bruttó hazai termék (*Gross Domestic Product, GDP*), sokszor hamis képet ad a valóságról. Növekedése nem feltétlenül jelenti az ország gyarapodását, hiszen az erdőirtás és a veszélyes hulladék tonnáinak előállítása éppúgy növeli ezt a számot, mint a személygépkocsik gyártása vagy az oktatás támogatása. Az ellentmondás feloldására vezették be a *Human Development Index*-et (betűnévvel: HDI, UNDP, 1998), melyben a szorosán vett gazdasági teljesítmény, az egy főre eső (árviszonyokkal korrigált) nemzeti jövedelem mellett szerepel az élet minőségére utaló, születéskor várható élettartam, az írástudatlanság és az iskolába beiratkozottak aránya is. Ha a Világbank a kölcsönök kihelyezésekor ennek és nem a GDP-nek a növelését tűzné ki célul, máris jelentős pozitív változások következnek be a nemzetgazdaságokban. A HDI alkalmazásával például azonnal megvilágosodna az a sajátos helyzet, hogy az USA munkavállalói a GDP növekedése ellenére ma többet dolgoznak, mint húsz évvel ezelőtt, ugyanakkor reáljövedelmük csökkent (Korten, 1996; Martin & Schumann, 1998). Ez azért van, mert a növekményt a szupergazdagok zsebelték be, például a multinacionális nagyvállalatok csúcsvezetőinek jövedelme néhány év alatt a korábban sem csekély summa másfélszeresére növekedett.

(3) *Dekarbonizálás*. Bár sokan vitatják, mégis féltő, hogy az üvegházhatás fő oka a levegőbe kerülő szén-dioxid mennyiségének növekedése. Amennyiben az energia előállítása során kevesebb az ember által termelt szén-dioxid, csökken a globális felmelegedés veszélye is, tehát sikert ígér az a stratégia, hogy csökkentjük az egységnyi energiára eső kibocsátott szén-dioxid mennyiségét. Kétszáz éve még a legfontosabb tüzelőanyag a fa és a szalma volt, majd 1870 körül előtérbe került a szén, 1920-ban pedig a nyersolaj, 1970 óta pedig a földgáz (Nakicenovic, 1996). Miután ezekben az energiahordozókban egytizedről rendre egyre, kettőre és négyre nő a H/C mólarány, vagyis az egy szénatomra eső hidrogénatomok száma, globális szinten csökken a kibocsátott szén-dioxid mennyisége, átlagosan évi 0,3%-kal halad előre a dekarbonizálás. Ez változó a különböző régiókban, Kínában például a jelentős szén-felhasználás miatt csekélyebb. A tapasztalat szerencsére azt mutatja, hogy ha egy régióban

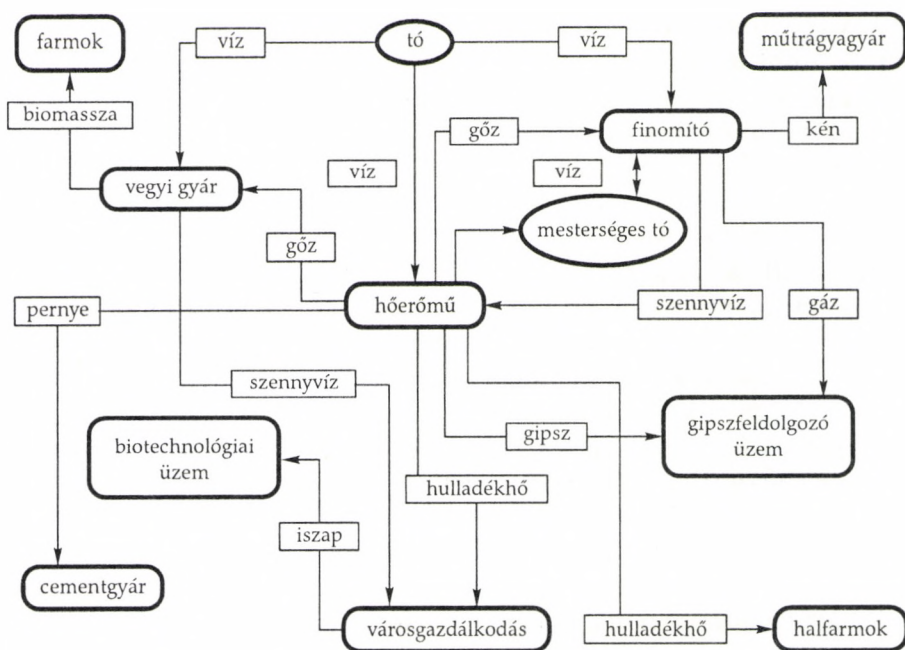
elkezdődött a dekarbonizálás, feltarthatatlanul halad tovább, és ez optimizmusra adhat okot.

Az energiahordozók teljes szénmentesítésének, vagyis a szén-dioxid-kibocsátás teljes beszüntetésének egy lehetséges, vonzó módja a hidrogén használata üzemanyag gyanánt. Ez a könnyű gáz elégetve súlyához képest sokkal több energiát termel, mint a szénhidrogének, ugyanakkor víz lesz belőle, ami tökéletesen környezetbarát. Különleges üzemanyagcellákban elektromosság állítható elő belőle, ezzel biztosítható lenne a háztartási energiaellátás. Elvileg az is elképzelhető, hogy autók meghajtására is alkalmassá tehető, ehhez azonban még igen sok, alapszintű kutatási eredményre van szükség. Az egyik fő probléma a gáz tárolása, mely cseppfolyós állapotban, igen nagy nyomáson, vagy speciális anyagokkal elnyelve lehetséges. Nem egyszerű a biztonság megteremtése, hiszen például a nagy nyomáson tárolt, cseppfolyós hidrogén ugyancsak robbanásveszélyes.

A széntől mentes energiaellátást biztosító hidrogént persze valahogyan elő kell állítani, nyilván nem szénerőművekben, mert így cseberből vederbe jutunk. Lehetséges alternatívaként jönnek számításba az atom- és vízierőművek, a napelemek és a szélkerekek. Ezek is terhelik a környezetet, vagy azért, mert veszélyes hulladékaik akár évszázadokig is sugároznak, mint az atomerőművek esetében, vagy azért, mert gyökeresen felborítják a helyi környezet ökológiai egyensúlyát, mint a vízierőművek, vagy azért, mert megzavarják a levegő mozgását, mint a szélkerekek. Mindazonáltal a fenntartható állapotba való átmenet egyik biztató alternatívája a hidrogén. Az alternatívák közé sorolhatnánk az atomerőműveket is, de a működés során keletkező és egyre fokozódó mennyiségű sugárzó hulladékot jelenleg nem tudjuk megsemmisíteni, csak biztonságosan hitt bunkerekben tárolni. Atomfizikusok elképzelhetőnek tartják, hogy az atomhulladékot különleges magreakciók révén valamikor teljes egészében nem sugárzó anyaggá lehet alakítani, ez azonban egyelőre a fantázia világába tartozik.

(4) *Ipari metabolizmus.* A gazdasági folyamatok tervezésénél tanulhatunk a természettől, melyben általában zárt folyamatok játszódnak le abban az értelemben, hogy az egyik átalakulás hulladéka a következő átalakulás nyersanyagául szolgál, ezáltal optimalizálható az anyag- és az energiafelhasználás és minimalizálható a keletkező hulladék mennyisége. Az afrikai szavannán a növényevők lelegelik a fűvet és a fák lombját, a ragadozók viszont a növényevők húsából élnek, a maradékot pedig eltakarítják a hiénák, a döggeselelyük és különféle rovarok ezrei, végül minden visszakerül a talajba, amelyből a növények táplálkoznak. A fenti természetes folyamatok utánzását ipari metabolizmusnak nevezzük, és már

sokféle polgárjogot nyert a mérnöki tervezésben és gyakorlatban (Ayres & Simonis, 1994). A régi időkben, de a legtöbb helyen ma is az ipari tevékenység során először kitermelik a nyersanyagokat, majd előállítják a terméket, elszállítják rendeltetési helyére, ahol azután felhasználják. Mindezen lépések hulladék kibocsátásával és más környezetszennyező hatással járnak együtt. Megvalósítható azonban egy többé-kevésbé zárt ciklus, melyben a nyersanyag kitermelésével keletkező hulladékot közvetlenül a gyártás, a szállítás vagy a végső fogyasztás során használják fel, vagyis valamennyi mellékterméket igyekeznek maximálisan újrahasznosítani. Az újrafeldolgozás, újrahasznosítás közbeiktatása révén szinte teljesen zárt ciklusok jöhetnek létre, melyek elvileg nem terhelik a környezetet. A mérnöki előkészítő munka során nemcsak a felhasználni kívánt termékekre összpontosítanak, hanem megtervezik annak sorsát a nyersanyagok kinyerésétől kezdve az elhasználódás révén keletkező hulladékok újrahasznosításáig. Ezáltal biztosítható az anyagtakarékosság, a hulladék mennyiségének jelentős csökkentése, az energia megtakarítása. Az elképzelést a gyakorlatban is megvalósították, elsőként a dániai Kalundborg-



4.2. ábra. Az anyag és energia mozgása a kalundborgi ipari parkban. Figyeljük meg, milyen tudatosan használják fel a keletkezett hulladékot, alig marad vissza szemét (Erkman, 2002)

ban, ahol az ipari metabolizmus elve alapján működik egy ipari-mezőgazdasági komplexum (4.2. ábra).

Az ipari metabolizmus koncepciójához sorolható a tudomány egy új ága, a zöld kémia, melynek az a célja, hogy olyan folyamatokat tervezzen és hozzon létre, melyek nem járnak hulladékkal, minden mellékterméket egy másik reakcióban azonnal hasznosítanak. Miután a kémia és a vegyipar ott van szinte valamennyi termelő és szolgáltató iparágban, alig lehet túlbecsülni a zöld kémia jelentőségét a fenntartható termelés és fogyasztás megteremtéséhez vezető úton. Az eredmények eléréséhez persze idő kell, de azért máris történt valami. A vegyipari üzemekben a gyártás során felhasznált veszélyes közti termékeket ma már nem szállítják egyik helyről a másikra, hanem közvetlenül a felhasználás helyén állítják elő, ezzel csökkentve minimálisra az elszabadulásuk lehetősége által jelentett veszélyt.

A fent vázolt elvek alapján áll Hawken és munkatársai (1999) természeti kapitalizmusnak nevezett víziója, mely négy reálisan megvalósítható elem együtteséből áll. Tízszerezsen, akár százszorosán növelhető a nyersanyagok kihasználásának határfoka, ha alkalmazzák az ipari metabolizmus elvét, a termékek eladása és használat utáni megsemmisítése helyett pedig a kölcsönzést és a folyamatos felújítást helyezik előtérbe, végül, de nem utolsósorban a profit egy részét abból a célból fektetik be, hogy a környezet állapotát helyreállítsák, fenntartsák, sőt ha lehet, javítsák. A helyzet komolyságát felismerve a Világbank ma már több milliárd dollárnyi kölcsönt helyez ki a fenntartható fejlődés elősegítésére a világ minden táján (Environment Matters, 2002). Mint már említettük, elsőként a dániai Kalundborgban igyekeztek megvalósítani a fenti vázolt elveket, jelenleg az USA húsz városa tervezi hasonló ipari parkok kialakítását, ami érthető, hiszen ötéves távlatban a hulladék mennyiségének csökkenése révén 60 millió dolláros befektetésből 120 millió dolláros jövedelem várható (Ehrenfeld & Gertler, 1997). Egy másik biztató kezdeményezés a braziliai Curitiba városa, melyet már tudatosan terveztek úgy, hogy a lehető legnagyobb mértékben megvalósuljon az ipari metabolizmus koncepciója. Ennek következtében megnégyesződött a város lakossága és jelentősen csökkent a szegénység.

A jelenlegi fogyasztási szokások folyamatos, nagyobb megrázkódásoktól mentes átalakítása a környezeti szempontok figyelembevételével reális, megvalósítható alternatíva. Egymást követik a technológiai újítások, idővel el is jutnak a világ minden szegletébe, a fogyasztók, miután anyagi igényeiket megfelelően kielégítették, lassan felfedezik az emberi kapcsolatok, a kultúra, a tudás megszerzésének jelentőségét és szépségét, van tehát ok az optimizmusra. A kormányok már jelentős súlyt fektetnek

a környezeti károk mérséklésére és elkerülésére, világkonferenciákat rendeznek a környezet állapotáról, szigorú egyezményekkel tiltották meg az ózonszennyező fluorozott szénhidrogének gyártását és alkalmazását, egyre több ország parlamentje ratifikálja a kiotói egyezményt a szén-dioxid-kibocsátás korlátozására. Jóvátehetetlen hibát követünk el azonban akkor, ha kényelmesen hátradőlünk a karosszékben, és abban a hitben ringatjuk magunkat, hogy minden a legnagyobb rendben van. A folyamatos és jelentős áldozatoktól mentes átmenet lehetőségével azonos valószínűségű, ha nem valószínűbb, hogy néhány évtizeden belül minden korábbinál nagyobb regionális környezeti katasztrófák sújtják a Földet, sőt esetleg súlyos háborús konfliktusokkal kell nekünk vagy gyermekeinknek szembenéznünk. Sok oldalról, egyszerre fenyeget a veszély, a negatív hatások esetleg összegeződnek, meghatványozva a bajt. A következő fejezetben a pesszimista forgatókönyveket vesszük sorra, melyek a bevezetőben említett sztochasztikus átalakulásnak felelnek meg. Mint már említettük, igen kicsinynek ítéljük annak a valószínűségét, hogy világméretű katasztrófa következik be, és minden elpusztul a Földön. Ehhez szerencsére nem elégséges az emberi tevékenység bármily durvának és széles körűnek is látszik, egyelőre nem vagyunk elég hatalmasak ahhoz, hogy végleg tönkretegyük a környezetünket, és kihúzzuk saját lábunk alól a talajt. Van tehát jövőnk, ha nem is minden vonatkozásban biztató.

Az átmenet veszélyei

Közeli jövőnk alakulását az fogja meghatározni, hogy lépést tud-e tartani a technológia fejlődése, a központi és helyi kormányzati intézkedések sorozata, a fogyasztási szokások változása az erőforrások kimerülésével, a környezet visszafordíthatatlan elszennyeződésével. Miután már az elmúlt egy-két évtizedben is észlelhető volt, hogy a változások tempója gyorsul, egyre nehezebb megjósolni a jövőt, és van okunk a pesszimizmusra is. Alább megkíséreljük áttekinteni a legfenyegetőbb veszélyeket, melyek regionális természeti katasztrófához vagy valamely létfontosságú erőforrás súlyos hiányához vezethetnek. Ez utóbbi esetben a hiánytól sújtott embercsoportok háborús konfliktust kezdeményezhetnek vagy csendben, és feltartóztatathatatlannal folytatódik és erősödik az elvándorlás a gazdag országok irányába. Ez a migráció ugyan békésnek tűnik, de ha tömegessé válik, alig enyhíthető feszültségeket okozhat a befogadó országokban, melyek ugyanazon közigazgatáson belül, rövid távon általában nem képesek megteremteni a sokszor gyökeresen eltérő értékeket valló tömegekkel a békés együttélés módozatait. Nem lehet megakadá-

lyozni egyes rétegek végleges leszakadását, állandósulnak a konfliktusok, erőre kap a problémákat veszélyesen leegyszerűsítő populizmus és a nyomába szegődő szociális türelmetlenség.

Vegyük először szemügyre a meg nem újuló anyag- és energiaforrások helyzetét. Mint már szó volt róla, a Római Klub aggályaival ellentétben (Meadows et al., 1992) nem kell attól tartani, hogy rövidesen kimerül a Föld ásványkincse, rendelkezünk néhány évtizedre elegendő energiaforrással, a pótlásra újabb lelőhelyek felfedezése és alternatív energiaforrások felkutatása kínálkozik (UN, 1997). Ha a világ átlagát vesszük, bizhatunk abban, hogy nyersolajkészleteink elégségesek lesznek, és úgy tűnik, legalább ötven évig nem kell tartanunk súlyos hiánytól. Más a helyzet azonban, ha az egyik leggyorsabban, évente 7-8%-kal fejlődő gazdaságot, Kínát vesszük szemügyre. A fergeteges ütemben bővülő motorizáció miatt Kínában 2020-ig a nyersolajigény négyszeres növekedése várható (Cordesman, 1998), ami azért jelent nagy problémát, mert az ország területén belül található nyersanyaglelőhelyek nem elégségesek a hatalmas igény kielégítésére, a kőolajat külföldről kell beszerezni. 2015-re Kína éves olajdeficitje eléri a 200 millió, 2020-ra pedig egyes becslések szerint a 400 millió tonnát (Sisci, 2002).

Hatalmas étvágyát Kína jelenleg közel-keleti olajjal elégíti ki, de a fogyasztás gyors növekedése miatt ez a forrás rövidesen nem lesz elegendő egymagában, mások után kell nézni. A diverzifikáció egyik lehetséges módja a Kaszpi-tenger környékén elterülő olajmezők kiaknázása lehet, ezzel kapcsolatban már kezd kirajzolódni a kínai-orosz együttműködés. Amíg van elég nyersanyag, viszonylag békés tárgyalásokkal és sok pénzzel meg lehet oldani a problémát, de mi lesz akkor, ha az orosz igények is ugrásszerűen megnőnek, egyidejűleg pedig az USA sem tudja kielégíteni olajjelségét a Közel-Keletről akár azért, mert a vártnál több üzemanyagra lesz szüksége, akár azért, mert a térségben súlyos és hosszan tartó háborús konfliktussal kell számolni? Ebben az esetben nem zárható ki, hogy az érdekek érvényesítése nem tárgyalásos, hanem erőszakos úton történik, ami Belső-Ázsiában súlyos háborús konfliktussal járhat. Ez azért lenne különösen veszélyes, mert nemcsak három atomhatalom: Kína, Oroszország és az USA venne részt benne, hanem a sokszor kiszámíthatatlan iszlám világ is, mivel a térségben ők vannak otthon. A konfliktus könnyen civilizációs háborúvá fajulhat, ami kérlelhetetlen és kimenetelen kiszámíthatatlan, ahogyan arra Bosznia esetében láttunk elrettentő példát a minap (Huntington, 2002). A baj forrása a kőolajfogyasztás ugrásszerű növekedése lehet egy gyorsan fejlődő gazdaságban, ahová egymás lábát letaposva igyekeznek a nagybefektetők, mert a jövő minden korábbi meghaladó méretű piacát látják benne, és nem akarnak lemaradni.

Hol van a biztosíték arra, hogy a fent vázolt forgatókönyv nem válhat valóra?

Az ENSZ jelentése (UN, 1997) egy másik súlyos fenyegetést is megfogalmaz, melynek alapja az, hogy a fejlődő országok lényegileg a fejlettek korábban bejárt útját követik, miközben áttérnek a hagyományos energiahordozókról az újakra. Ha az átalakulás folyamata lelassul vagy stagnál, ami például azért következhet be, mert a szén továbbra is olcsóbb lesz, mint az egységnyi energiatermelésre számítva kevesebb szén-dioxidot felszabadító kőolaj, vagy azért, mert késlekednek az átalakulás nélkülözhetetlen feltételét jelentő szociális és gazdasági reformok, jelentős veszélyekkel kell szembe néznünk. Az egyik az, hogy a hagyományos biomassza, a tűzifa és a trágya megtartja fontos szerepét az energia termelésében, különösen vidéken és a szegény városi régiókban. A mezőgazdaságban nélkülözhetetlen, megújuló nyersanyagok túlzott felhasználásával viszont a növekvő népesség egyre nagyobb mértékben lehetetleníti el éppen a saját táplálkozását biztosító élelmiszertermelést, mert kevesebb lesz az ennivaló, és a nagyobb széntartalom miatt visszaszorul a dekarbonizálás folyamata is. Nem lehet kizárni, hogy éhínség lép fel a veszélyeztetett régiókban, ugyanakkor globális méretekben felerősödik az üvegházhatás.

A meg nem újuló energia- és nyersanyagforrások kimerülésének elkerülésére kézenfekvő és egyre nagyobb teret nyerő javaslat a megújuló források kihasználása. Az elképzelés biztató, de azzal a feltétellel, hogy csak olyan mértékben nyúlunk ezekhez a forrásokhoz, amennyire azok képesek természetes úton regenerálódni. A tapasztalatok azt mutatják, hogy nem ez a helyzet, a megújuló forrásokat is kizsákmányoljuk, gyorsabban akarjuk betakarítani a termést, mint ahogyan az beérik. Bár az ENSZ jelentése szerint a következő évtizedben gyorsabban fog nőni a világ élelmiszertermelése, mint ahogyan az igények nőnek, továbbra is fenyegetnek regionális katasztrófák, emellett nő a mezőgazdaság káros hatása a környezetre, lepusztul, és fokozatosan eltűnik a jó minőségű talaj, elszenyeződnek az élővizek (UN, 1997). A mezőgazdasági termelés mindenáron való növelésének egy további következménye, hogy abszolút értékben nőtt ugyan az élelmiszerek termelése, a növekedés üteme azonban nem éri el a népesség növekedésének ütemét, vagyis globális méretekben az egy főre jutó élelmiszermennyiség egy ideje évi 1%-kal csökken. Ez a csökkenés figyelmeztető jel, de elviselhető lenne, ha egyenletesen oszlana meg az egész világon. Nem így van, mint azt Dél-Afrika példája mutatja, ugyanis a régió számos országában, így Zimbabweban, Zambiában, Malawiban, Mozambikban, Szváziföldön, Lesothóban és Angolában napjainkban, 2002 második felében, súlyos éhínség tombol.

Az angol liberális hetilap, a The Guardian tudósítója, Mark Oliver (2002) beszámol arról, hogy több mint 14 millió ember, közülük minden második gyermek éheznek vagy éhezni fog ezen a vidéken. A katasztrófa kialakulásának számos oka van, ezek együttesen vezettek a súlyos helyzet kialakulásához. A térségben három éve szárazság van, melyet néhány helyen hirtelen áradások súlyosbítanak, emellett Zimbabweban a politikai instabilitás, a farmok erőszakos elfoglalása és feldúlása miatt nem is takarították be megfelelő módon a termést. Több országban rosszul gazdálkodtak a vetőmagtartalékokkal. A felsorolt okok együttes és egymást erősítő hatásának következtében körülbelül 4 millió tonnával kevesebb élelmiszert tudtak csak termelni, mint amennyire szükség lenne. Növeli a bajt az AIDS-betegek növekedő száma, ami jelentős mértékben csökkent a munkaképes lakosság létszámát, ellehetetleníti a mezőgazdasági tevékenységet. Mindezek a problémák nem vezettek volna éhezéshez egy gazdagabb országban, mely megfelelő pénzeszközökkel rendelkezik ahhoz, hogy a kieső termést importtal pótolja. Afrika déli része azonban szegény vidék, Zimbabwe, az egykori Rhodesia viszonylagos jóléte már a múlté, az emberek kiszolgáltatottak a környezet szeszélyes változásainak. Ha jön is segély a gazdag országokból, a korrump politikusok saját bukszájukat tömik meg vele, nehézségekbe ütközik az elosztás, mert rossz az infrastruktúra és akadozik a szervezés. A katasztrófa végső oka a szélsőséges időjárás, melynek negatív hatásait a társadalmi zűrzavar miatt nem tudják kiküszöbölni. Nem gondoltak a jövőre, a bőség idején nem képezték tartalékokat, minden forrást azonnal kimerítettek.

Nem kell nagy fantázia ahhoz, hogy megjósoljuk: néhány fejlődő országban hasonló katasztrófa fog bekövetkezni a világtengerek kizsákmányolása miatt. A világon majdnem 1 milliárd ember él halon vagy az abból kinyerhető fehérjén. A tengeri halászat, mely az összesnek majdnem 80%-át teszi ki 1950 és 1989 között ötszörösére növekedett, ezért olyan mértékben csökkent az óceánok halállománya, hogy ezt alig tudja pótolni az egyre jobban terjedő vízkultúrás haltermelés, ami mellelég ugyan csak jelentősen terheli a környezetet. Ha egyszer csak világszinten összeomlik a halászat, a dél-afrikai katasztrófánál nagyságrenddel nagyobb-nak nézünk elébe annak valamennyi másodlagos hatásával együtt. Ugyancsak az élelmiszer-termelés szinten tartását fenyegeti a talaj világszerte tapasztalható pusztulása, mint arra már korábban rámutattunk. Bolygónk termőtalajának 10%-a legalább közepesen károsodott, és a pusztítást már nem lehet visszafordítani. Ha ez a folyamat nem áll meg, könnyen elkéshetünk a bajok orvoslásával, mert a mezőgazdaságban lassan érnek be a változtatások eredményei, több év kell a javulás eléréséhez, enni pedig naponta akarunk.

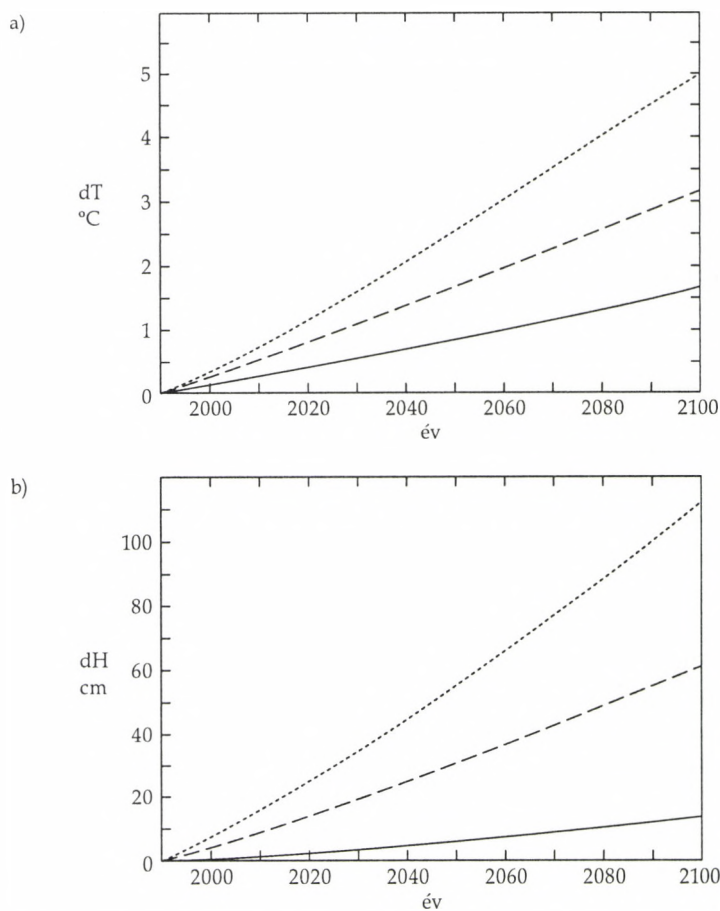
Súlyos veszélyeket rejt magában az élelmiszertermelés feltételeinek megteremtése és az infrastruktúra kiépítésének érdekében megindult és egyre növekvő erdőpusztítás, mely különösen a fejlődő országokban tombol, és a jövő felélésének egyik riasztó példáját nyújtja. 1998-ig a Brazília északi részén elterülő Amazóniában lévő hatalmas kiterjedésű esőerdők 12%-át már kiirtották (Nepstad & Tucker, 1998). A pusztítás a XX. század hetvenes és nyolcvanas éveiben volt a legintenzívebb, majd alábbhagyott, de a kiirtott erdők területe 1995 és 2000 között ismét évi kétmillió hektárra növekedett, ami percenként hét futballpálya méretének felel meg (Forests Networking, 2002). Emellett körülbelül ugyanekkora területen folyik az aljnövényzet irtása, a fák legallyazása, ami jelentősen növeli az erdőtüzek veszélyét. Az évente beköszöntő, időnként hosszú időre elnyúló súlyos szárazság idején mindennaposak a tüzek, 1997-ben például másfélszer annyi volt belőlük, mint egy évvel azelőtt. Az erdőtüzek következtében Brazília üvegházhatást előidéző szén-dioxid-kibocsátása eléri a világ összes kibocsátásának 10%-át, vetekszik egy fejlett ipari országgal. A folyamat önmagát erősíti, az irtás következtében gyakoribbak a tüzek, melyek átterjednek az érintetlen erdőkre is, de főleg a már lepusztított régiókat sújtják, melyek védettsége jelentősen csökkent. Az égés következtében elpusztul a biomassa, pusztulnak az erdőben élő állatok és a gyümölcsfák, csökken a biodiverzitás és végeredményben nem bővíthet a mezőgazdasági termelés, amiért az egész erdőirtást kezdeményezték. Ha ez a folyamat nem áll le, néhány évtizeden belül egész Amazónia szegényes növényzetű pusztasággá válik, melyen a mezőgazdasági termelésre alkalmas talaj hiánya és a szélsőséges éghajlat miatt nem lehet élelmiszert termelni. A vidék éppúgy alkalmatlan lesz nagyobb embertömegek eltartására, mint eredeti állapotában, de már nem tölti be éghajlati, vízháztartási és az élővilágban kifejtett kiegyenlítő szerepét, nem lehet kitermelni az értékes fafajtákat, eltűnik sok ezer állat- és növényfaj. A szemünk előtt következhet be egy olyan lassú kimenetelű környezeti katasztrófa, mint évezredekkel ezelőtt, amikor az emberi civilizáció egyik bölcsőjében, Mezopotámiában élő népek kizsákmányolták a környezetet, majd elvándoroltak, kopár pusztaságot hagyva maguk után (Diamond, 2000). Amazónia nem az egyetlen példa, hasonló sors vár Délkelet-Ázsia és Afrika hatalmas erdősegeire is, de most már nem lesz hová elvándorolni.

A megújuló természeti források között kiemelkedő szerepet játszik az édesvíz, ami az élet fenntartásának egyik legfontosabb eleme, a gazdasági tevékenység folytatásának nélkülözhetetlen feltétele. Ezt isszuk, ezzel készítjük ételünket, ebben tisztálkodunk, ezzel itatjuk állatainkat, öntözük növényeinket, ezzel mossuk a ruháinkat. A hagyományos és modern

ipar is jelentős mértékben támaszkodik az édesvízre, számtalan folyamatban használják hűtésre, mosásra, kristályosításra, oldószerként és egyéb célokra. A fogyasztói roham nem kerülte el az édesvízi tartalékokat sem, sokkal gyorsabban aknázzuk ki azokat, mint ahogyan természetes úton regenerálódni képesek. Nem kell nagy fantázia ahhoz, hogy magunk elé képzeljük, mi történik, ha elfogy a víz; ezt mutatja be az a forgatókönyv, amit svájci kutatók dolgoztak ki (McCartney et al., 1999). Ha feltételezzük, hogy számos kedvezőtlen tényező együttesen fejt ki hatását, vagyis folytatódik a túlzott fogyasztás és a globális felmelegedés, növekszik a népesség és növekednek az egyenlőtlenségek, folytatódik az urbanizáció és a fejlődő országok iparosodása, globalizálódik a kultúra és a kereskedelem, a vízhiány aláássa a népek közötti együttműködést, nem valósul meg a technológia átadása, akkor visszafordíthatatlanul károsodnak édesvíztartalékaink, és regionális krízishelyzet alakulhat ki. Elfogy a talajvíz, elsivatagosodnak a most még zöldellő vidékek, elfertőződik az ivóvíz. Becslések szerint 2025-re az élelmiszer 60%-át öntözéses gazdaságban kellene megtermelni, a növekvő költségek azonban újabb, elviselhetetlen terheket rónak majd a szegényekre. Eltűnnek az erdők és biológiailag szegényes, igénytelen növényzet veszi át a helyüket, a mezőgazdasági területek pedig elsivatagosodnak. Az eutrofizáció miatt tönkremennek a szárazföldi édesvizek, kihalnak belőlük a magasabb rendű élőlények, így alkalmatlanok lesznek a haltenyésztésre is, ami kihat az élelmiszerellátásra. A fertőzött ivóvíz járványok kialakulásához vezet, emellett az ipari szennyezés következtében számos egészségkárosító anyag kerül a fogyasztók szervezetébe, aminek következtében jelentősen romlik a közegészségügy helyzete. Megnő az árvizek valószínűsége, ez elsősorban Délkelet-Ázsiában jelent veszélyt a lakosságra, de az elmúlt nyár áradásai Drezdában, Prágában és Budapesten már arra figyelmeztettek, hogy a gazdagabb országok sem kerülhetik el a természeti csapásokat. Az édesvíztartalékok nem globális szinten kerülnek veszélybe, a katasztrófa regionális szinten, a vízgyűjtőkre korlátozódik, de ezekben viszont végzetes lehet, végzetesen lerontva milliók életkörülményeit.

A környezetre leselkedő veszélyek közül napjainkban talán legjobban a globális felmelegedésre figyel a fejlett országok közvéleménye. Nem véletlenül, mert mindenki saját maga észlelhette a kilencvenes években, hogy melegebbé váltak a nyarak, a mérsékelt égövben lerövidült, jóformán megszűnt a tavasz és az ősz, kevesebb a hó, gyakrabban tombolnak hatalmas szélviharok, és egyenlőtlenül, nem a hagyományos időszakokban hullik le a csapadék. A globális felmelegedés tényét ma már senki nem vonja kétségbe, csupán arról folyik a vita, vajon az emberi fogyasztás ugrásszerű növekedése vagy valamilyen külső tényező, a vulkanikus

tevékenység, a napsugárzás ciklikus változásai, esetleg más, egyelőre ismeretlen ok felelős a jelenségért. A XX. század elejéhez viszonyítva körülbelül $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -szal nőtt a földfelszín átlagos hőmérséklete, a negyvenes és a hatvanas években a tendencia megfordulni látszott, majd ismét felerősödött. Ugyanebben az időszakban a légkör szén-dioxid-tartalma 275 ppm-ről 361 ppm-re (milliomod részre) nőtt, ami alátámasztja azt a nehezen osztható gyanút, hogy a felmelegedésért az emberi tevékenység a felelős, a fosszilis tüzelőanyagok elégetése következtében egyre nő a kibocsátott szén-dioxid mennyisége, ez pedig a hőmérséklet növekedéséhez vezet. Becslések szerint a XXI. században a szén-dioxid koncentrációja el



4.3. ábra. A földfelszín melegedésének (a) és a tengerszint emelkedésének (b) várható mértéke (Watson et al., 2001). Felső (pontosított) görbe: pesszimista, középső (szaggatott) görbe: közepes, alsó (kihúzott) görbe: optimista forgatókönyv

fogja érni a 700 ppm-et, ez pedig nagy valószínűséggel ahhoz vezet, hogy a felszíni hőmérséklet több fokkal nő (University of Michigan, 1996).

A klímaváltozással foglalkozó nemzetközi szervezet jelentése szerint a Föld éghajlata észrevehetően megváltozott az ipari forradalom kezdete óta, a mögöttünk álló ezer év legmelegebb évtizede 1990 és 2000 közé esett. Valószínű, hogy a változásban szerepe van az emberi tevékenységnek is (Watson et al., 2001), mert az úgynevezett üvegház-gázok (széndioxid, metán, nitrogén-oxidok és a felszíni ózon) mennyisége az elmúlt ötven évben folyamatosan növekedett és a XX. század kilencvenes éveiben megdöntött minden korábbi csúcst. Az időjárás okozta gazdasági veszteségek nagyságrenddel nőttek az elmúlt negyven évben. A korábbi változásokat sikeresen leíró modellek alapján változt becslések szerint a felszíni hőmérséklet az előttünk álló évszázadban az előző száz évhez képest tízszeres mértékben, 1,5–6 °C közötti értékkel fog emelkedni, minek következtében az óceánok szintje is nő, átlagosan kilenc vagy akár kilencven centiméterrel (4.3. ábra). Hasonló mértékű változásra nem volt példa az elmúlt tízezer évben! A csapadék mennyiségében jelentős ingadozások várhatók, növekszik az áradások és az aszály gyakorisága, a trópusi ciklonok vehemenciája, szélsőségesebb lesz az időjárás. Európában, így Magyarországon is 50 és 150 milliméter közötti értékkel fog csökkenni az éves csapadékmennyiség, ez alapjaiban fogja megváltoztatni a mezőgazdaságot, nagy valószínűséggel csökkentve a terméshozamokat, súlyosan rontva egyes hagyományos termelési ágazataink kilátásait. Igencsak aggasztó, hogy a következő évtizedek időjárását már nem befolyásolják a ma meghozott, bármily határozott intézkedések, mert az atmoszféra tehetetlensége miatt hatásuk csak később érvényesül. Ha ötven éven belül el is kezd csökkenni az ipari tevékenység révén kibocsátott széndioxid mennyisége, néhány évszázad kell még ahhoz, hogy megállapodjon a globális felmelegedés és beálljon a hőmérsékleti egyensúly. A tengerszintnek a Déli-sark szárazföldi jégtakarójának olvadásából eredő emelkedése viszont akár egy évezredig is folytatódhat, miközben víz alá kerülhetnek a lapos csendes-óceáni szigetek, és hatalmas parti területek, például Délkelet-Ázsiában és Északnyugat-Európában. Olyan országnyi városok, mint Bombay, Bangkok, Isztambul vagy New York, közvetlenül a tenger mellett fekszenek, ezért a vízszint emelkedése létükben fenyegeti lakosukat.

Nem zárható ki, hogy kaotikus időjárási események fognak bekövetkezni, melyek során működésbe lép a pozitív visszacsatolás. Leggett és munkatársai (1992) felvázoltak egy félelmetes globális melegedési forgatókönyvet, mely a jelenlegi ismereteink alapján kézenfekvő feltételezésekből indul ki. A felmelegedés következtében az óceánok kevesebb széndioxidot tudnak elnyelni, ezért csökken bennük a tápanyagok kör-

forgása, ami tovább csökkenti elnyelőképességüket. A sarkokon lévő nagyméretű ózonlyuk következtében károsodnak a tengerben élő fitoplanktonok, ezért visszaszorul a szén-dioxid elnyelésével járó fotoszintézis. A melegedés hatására az északi sarkkörön túl megolvad a tundra, és nagy mennyiségű metán szabadul a légkörbe, ami még tovább növeli a felmelegedést. Hatalmas áradások következnek be, melyek rombolják a növényzetet, ezáltal csökkentve a szén-dioxid elnyelésének lehetőségeit. Elvékonyodik a sarkok jégtakarója, csökkentve a földfelszín fényvisszaverő képességét, ami ugyancsak további melegedéshez vezet. Az olvadó jégtömeg alól hatalmas mennyiségű, ott tárolt metán szabadul fel és betetőzi a folyamatot. A globális felmelegedés ekkor már visszafordíthatatlanul folytatódik, függetlenül az emberi tevékenységtől.

Bár az ózonréteg károsodása a Montreali Egyezmény hatására jelentősen visszaszorult, és a legtöbb előrejelzés szerint nem kell tartani attól, hogy nő a veszély, nem árt áttekinteni, mivel kerülhetünk szembe akkor, ha az ózonlyuk mérete meghalad egy bizonyos határt (University of Michigan, 2002). A Földet védő ózonréteg 1%-os csökkenése a rákkeltő UV-B sugárzás erősségének 2%-os növekedésével járna együtt, ez pedig évente húszezerral több bőrrákos megbetegedéshez vezetne. Amennyiben az ózonréteg nem tudná visszatartani a pusztító UV-B sugárzást, minden bizonnyal jelentősen károsodna a Föld növényvilága és a tengerek egész élővilága, különösen a planktonok, melyek a tápláléklánc elején állva meghatározzák szinte valamennyi élőlény életlehetőségeit. Kevesebb lenne az elfogyasztható táplálék, csökkenne a halállomány, ezt megsínylenék a vízimadarak, de mindenekelőtt az ember is, miután ellehetetlenülne a halászat. Ehhez képest a biodiverzitás csökkenése már csak kellemetlen adalék lenne, bár ki tudja, hogy az élővilág sokszínűségének felszámolása hosszabb távon hová vezet?

Ha valaki arra gondolna, hogy túlzottak az aggodalmak, az emberiség története során mindig volt megoldás a túlnépesedés problémáinak leküzdésére, a környezetszennyezés hatása nem jelentős, Földünk akkora, hogy sohasem válhat alkalmatlanná az emberi vagy általában az élet fenntartására, az ismerkedjék meg a Húsvét-sziget történetével! Ez a sziget kicsiny, mindössze 160 km² területű és a világ legelszigeteltabb földdarabja a Csendes-óceánban, jó 3000 km-re fekszik a dél-amerikai kontinentstől, a legközelebbi lakható hely, a Pitcairn-szigetek is több mint 2000 km-nyi távolságra van tőle. Elszigeteltségével és életlehetőségeivel laboratóriumi mintát ad arra, mi történhet a világűrben hasonlóképpen elszigetelt Földdel, melyről nem ugorhatunk át kedvünk szerint egy szomszédos bolygóra. Jared Diamond (1995) megrázóan írja le, milyen felismerésre vezettek barátja, David Steadman paleontológus szisztema-

tikus ásatásai a Húsvét-szigeten, melynek éghajlata kellemes, talaja a vulkáni eredetnek köszönhetően termékeny. A kutatások során megállapították, hogy lakói Krisztus után négyszáz körül vették birtokba a szigetet, lélekszámuk hétezer körül mozgott, de egyes becslések szerint fénykorában a húszezret is elérhette. Amikor azonban 1722 húsvétján a holland Roggeveen felfedezte, a sziget már kopár volt, kevés fű és egy-két fafajta nőtt rajta, a legnagyobb vadon élő állatok a rovarok voltak, egyedül a csirke maradt meg háziállatként. Hétezer lakója mindössze néhány gyenge minőségű kenuval rendelkezett, ennél fogva nem volt meglepetés, hogy semmi kapcsolatuk sem volt a külvilággal, felfedezésükig nem is tudták, hogy rajtuk kívül is élnek emberek. A szigetet a parton sorakozó, emberfejeket ábrázoló szobrok tették híressé, a kétszáz álló monументum mellett további hétszázat találtak a készültség különböző fokozataiban. A szobrok mérete, súlya és kidolgozottságuk magas színvonalra utalt, hogy valaha fejlett kultúrájú, jól szervezett közösség alkotta azokat.

A romlás megkezdődött már négyszáz évvel az első betelepülők megjelenése után. A korábban dúsan tenyésző erdők fokozatosan lepusztultak, igénytelen fű nőtte be az egykori növényzet helyét. Élőhelyeik pusztulásával kihaltak az állatok is, melyek maguk is hozzájárultak a bajhoz, miután például a patkányok felhalmozás céljából elhordták a pálmadiókat, lehetetlenné téve a fák szaporodását. Mára a sziget az élővilág szinte teljes kipusztulásának, a fajok kihalásának egyik legszélsőségesebb példáját adja. Megfelelő táplálék hiányában eltűntek a szigetre korábban nagy számban látogató tengeri madarak, a sziget körül csökkent a halállomány. A fogyatkozó táplálék kiegészítésére a szigetlakók egyre több csirkét tenyésztettek, de nem riadtak vissza az emberevéstől sem, ezt a szájhagyományok is visszaigazolják. Az emberfejeket ábrázoló szobrok egyre nagyobbak lettek, amint a verseny egyre jobban elvadult, mindenki túl akart tenni a másikon, akárcsak ma. A lakosság gyorsabban irtotta ki az erdőt, mint ahogyan az képes lett volna regenerálódni. Az erdők eltűnésének következtében a szél és a víz egyre gyorsabban pusztította a talajt, a termés csökkenését nem lehetett már pótolni a csirkék, sőt az emberek elfogyasztásával sem: a beesett arcok látványa a félig kész szobrok ábrázolásában arról árulkodik, hogy egyre többen éheztek. Az élelmszertartalmak folyamatos csökkenése hozzájárult a káosz növekedéséhez, eltűntek a társadalmi intézmények, pusztító háború tört ki a sziget két felének lakói között. Az 1700-as években a lakosság a korábbi aranykorszakéhoz képest negyedére-tizedére csökkent, a rivális bandák elkezdték ledöntögetni egymás szobrait, míg 1864-re végeztek az utolsóval is (4.4. ábra, Teitelbaum, 2000).



4.4. ábra. Ledöntött szobor a Húsvét-szigeten
(© 2000 James Teitelbaum/TydiriumMultimedia)

A Húsvét-sziget példája azért egyedülálló, mert ott nem volt mód az elvándorlásra. A történelemben számos más helyen és korban is előfordult hasonló környezetpusztítás, de mindig volt kiút: az elvándorlás. Csak a nyomok maradtak, mint a rómaiak által letarolt, egykor zöldellő erdők helyén maradó kopár mészkőhegyek a dalmát tengerparton vagy az ősi mezopotámiai civilizáció nyomait viselő sivatagok a Közel-Keleten. Felmerül a kérdés, hogy a viszonylag fejlett, jól szervezett társadalomban élő szigetlakók miért nem ismerték fel a veszélyt, és miért nem tettek ellene hathatós lépéseket. Erre lett volna mód, le lehetett volna lassítani, akár le is állítani a rengeteg emberi energiát és nyersanyagot emésztő munkát, a lassan megújuló növényzetet emésztő szobrok faragását és felállítását. Diamond (1995) szerint ez azért nem következett be, mert a baj csak fokozatosan bontakozott ki, a változások viszonylag csekélyek voltak, és meghaladták egy-két generáció időtávját. Nem voltak feljegyzések, ezért a lakosok nem tudták, honnan indultak, mit veszítettek. A fokozatosság a

hamis biztonság illúzióját keltette, kikapcsolódtak a veszélyérzetet felkel-
tő reflexek. Lehet, hogy a szigetlakóknak nem voltak szilárd értékeik,
vagy azok hamisnak bizonyultak, amint egyre többen lettek a szigeten,
így szem előtt tévesztették a jövőjüket.

Fennáll a veszély, hogy mi is beleesünk ebbe a hibába. A közgondolko-
dás nem számol a veszélyekkel, sokszor még a szakemberek is felelőtle-
nek. Egy amerikai elit főiskolán, ahol világszerte elismert professzoraik
vezetésével kiemelkedően tehetséges diákok foglalkoznak a globális fel-
melegedés lehetséges következményeivel, az a vélemény terjedt el, hogy
nincs mit tenni a fokozódó felmelegedéssel kapcsolatban. Ugyanis csak
két lehetőség van: vagy tévesek a tudományos prognózisok és akkor min-
den rendben van, vagy igazak, akkor pedig úgysem tudjuk megakadá-
lyozni a következményeket, mert az emberekkel nem lehet elfogadtatni a
baj elhárításához szükséges társadalmi, politikai és gazdasági átalakítá-
sokat (Martin & Schumann, 1998). Lássuk be, hogy az emberi viselkedés-
ben rejlik a környezeti probléma gyökere! Viselkedésünk megváltoztatá-
sához azonban tisztázni kell, mit tekintünk követendőnek, jónak vagy
rossznak a fogyasztás és a környezet szempontjából. Tisztázni, és min-
denkiben tudatosítani kell a fenntarthatóság értékeit, hogy követhessük
azokat!

A fenntarthatóság értékei

Az evolúció csúcspontján álló *Homo sapiens* legkiemelkedőbb képessége a
gondolkodás. Felszínesen vagy mélyebben megérti a környezetében törté-
ntéket, ismereteit képes elraktározni, helyesbíteni, átadni, és újra fel-
használni, jól vagy rosszul dönt a rendelkezésre álló információk alapján.
Rövid távú döntéseit leginkább fizikai szükségletei és ősi indulatai befo-
lyásolják, de képes arra is, hogy felmérje ezek hosszú távú kihatásait, fel-
ismerje hosszú távú érdekeit. Míg a jól ismert tanmesében a majom ügye-
sen bedugja kezét a csemegét rejtő keskeny nyakú edénybe, majd az ételt
megragadva, megnagyobbodott öklét nem képes onnan többet kihúzni, a
gondolkodó ember átlátja a helyzetet és szabadságáért feláldozza az
azonnali jutalmat. Ez a képesség nem korlátozódik csupán az egyéni
szempontok érvényesítésére, hanem kiterjed a kisebb-nagyobb közössé-
gek érdekeinek felismerésére is. A vallások megjelenésével fokozatosan
kialakultak azok az irányelvek, az *értékek*, melyekhez igazodva az egyén
viselkedése legjobban segíti a közösség hosszú távú fennmaradását és fej-
lődését, miközben érvényesülhetnek saját szempontjai is. Az élet fenntar-
tásához szükséges alapvető értékek ösztönös eredetűek, az erkölcsös élet
igénye inkább érzelmi, mint racionális alapokon áll. Értékeinket fiatal

korban, tanulás révén vesszük át, a családban, az iskolában és más közösségekben, mélyen belénk ivódnak és megszabják életvitelünket. Egy embercsoport jövőjét döntő mértékben meghatározzák azok a normák, melyeket tagjai követnek, és a rövidtávon érvényesülő érdekek mellett a legfontosabb, hosszú távú társadalomszervező erőt jelentik. A vallás, a nemzeti érzés, a közös kultúra összetartja és együttműködésre serkenti a közös értékrendet követő embereket, jelentős erőforrást biztosít az alkotó tevékenységhez, miközben lélektani védelmet is nyújt az egyénnek.

Alfred Adler német pszichológus szerint (1996) „élni anyai, mint fejlődni..., nézeteink, melyek talán a legerőteljesebben ösztönzik az embert teljesítményekre, csak akkor tekinthetők örök érvényűnek, ha összhangban vannak az emberiség fejlődésének fő irányával”. Ebből a gondolatból kiindulva, az alábbi fejtegetésben azokat az értékeket emeljük ki, melyek biztosítják, hogy az egyén, a család, egy társadalmi csoport, a nemzet vagy egy egész civilizáció igazodhasson az evolúció sikeres irányvonalához. Kísérletet teszünk arra, hogy átgondoljuk: mely emberi magatartásformákat tekintjük jónak és kívánatosnak a fenntarthatóság szempontjából. Milyen értékeket kell követnünk, hogy megakadályozzuk a lassú romlást vagy éppen a fenyegető természeti katasztrófákat? Nem vagyunk hivatottak arra, hogy megtárgyaljuk az egész társadalmat mozgató értékrend minden elemét, annak történeti vonatkozásait, a civilizációs különbségeket, ezzel már sokan és sokszor foglalkoztak az elmúlt évezredek során. Úgy tűnik, hogy sok újat ebben a kérdésben már nem lehet mondani, de nem is ez a cél, inkább az összegezés és a fogalmak tisztázása, mert bizony sok az indulat és a félreértés. Fejtegetéseink racionális alapon állnak, és bízunk benne, hogy a kedves olvasó elnézi nekünk, ha itt-ott nem esik egybe a véleményünk, mely csak egy a sok közül, és logikus érvek alapján bármikor helyesbíthető.

Ha az evolúció első fejezetben felvázolt sajátosságaiból indulunk ki, akkor ki kell emelnünk néhány értéket, mely e sajátosságok érvényesülését segíti elő. Biztosítani kell az *együttműködés* és a *verseny* helyes arányát, fenn kell tartani a *sokszínűséget*, és miközben folytonosan megújítjuk őket, tisztelni kell a *hagyományokat*, mert ezekre épül a jövő. Legfontosabb azonban a *mértékletesség*, mely gátat szab a fogyasztásnak, és gyakorlása megteremti a túlélés feltételeit. Lássuk most a részleteket!

Az ősrobbanástól az információs társadalomig terjedő múlt tárgyalásánál rámutattunk arra, hogy miután megjelent az élet a Földön, az evolúció egyik legfontosabb tényezőjévé vált az együttműködés. Az egyszerű élőlények között is megfigyelhetők pozitív összegű játszmák, vagyis olyan együttműködés, mely valamennyi résztvevő számára előnyös. A tuskés pikó, a vízibolha és a zöldmoszat kölcsönösen biztosítja egymás

táplálékát, ennek eredményeképpen mindhárom faj nyer a kooperáción. Már a legegyszerűbb élőlények szintjén is, de különösen a fejlettebbek, elsősorban az ember esetében a csapat általában többre képes, mint az egyén. A hangyák társadalmában jelentős előnyökkel jár a munkamegosztás, a halrajok névtelen serege könnyebben kerüli ki a ragadozókat, mint a magányos egyedek (Lorenz, 1994a). A csoport tagjai megosztják egymás között a feladatokat, együttesen néznek szembe a veszélyekkel, és az információ cseréje révén növelik teljesítményüket. Mióta az emberek letelepedtek, hogy ezáltal képesek legyenek megművelni a földet, az együttműködés egyre magasabb szintre jutott, és az egyének felismerték a közös munka jelentőségét. A felismerés eleinte ösztönösen, az érzelmekre és a transzcendenciára épülő vallások keretei között hatott, így központi szerephez jutott a nyugati civilizáció szent könyvében, a Bibliában.

Mózes (4.5. ábra) tíz parancsolata közül hat vonatkozik valamilyen formában együttműködésre:

- *Tiszteld atyádat s anyádat!*
- *Ne ölj!*
- *Ne paráználkodj!*
- *Ne lopj!*
- *Ne tégy hamis tanúságot felebarátod ellen!*
- *Ne kívánd meg felebarátod feleségét, se házát, se mezejét, se rabszolgáját, se rabszolgánőjét, se marháját, se szamarát; semmit, ami az övé.*

(MTörv 5, 16–21)

A szülők tisztelete, a paráználkodás és felebarátunk felesége kívánásának tilalma egyebek mellett a családot védi, amelynek számos változata jött létre a történelemben és a különböző civilizációkban. Jelentősége alapvető, hiszen ötezer éve éppúgy, mint most, az apa, az anya, és a gyermekek alkotta kisközösség a társadalom alapegysége. Itt nyílik alkalom arra, hogy az utódok átvegyék szüleiktől az alapvető viselkedési mintákat, az adott kultúrát meghatározó és összetartó értékeket, az életben maradáshoz szükséges legfontosabb tudást. A paráználkodás tilalma egyrészt a mértékletességre int (erről később lesz még szó), de a szexuális hűséget is hangsúlyozza, ami a családi összetartozás fontos eleme. A parancsok betartása előfeltétele a családon belüli együttműködésnek, hiszen ha a gyermek nem tiszteli a szüleit, nem hajlandó, sőt nem is tud tanulni tőlük, ha a szülők egyike vagy mindkettő megtöri a házasságot, lazulnak a kötelek, romlanak az együttműködés feltételei. A XX. század végére a nyugati civilizációban ijesztően megszaporodott válások kö-



4.5. ábra. Michelangelo: Mózes a kőtáblákkal (© 2002, PlanetWare™ Inc.)

vetkeztében létrejövő csonka családok rosszul működnek, torz mintákat adnak a gyermeknek. Ők a szenvedő alanyai a szülők konfliktusainak, amit a házasság megromlásának idején már sejtene, hiszen hány válófélben lévő szülő tapasztalhatta büntudattal vagy anélkül, hogy milyen készségbeesetten igyekeznek gyermekei összetartani a bomló családot. Ha a gyermek idősebb lesz, kikerül a szülők közvetlen ellenőrzése alól, másoktól is átvesz viselkedési mintákat és tudást, de ma már tudjuk, hogy a korai gyermekkorban dől el, hogy mennyire lesz fogékony valaki az újra, mennyire lesz leleményes, kitartó, ambiciózus és megbízható (Ranschburg, 1984). Ezeket a készségeket idősebb korban már nem lehet megszerezni és lényegében nem is fejleszthetők.

A „ne ölj” parancsa a fajon belüli agresszió megfékezésére, ésszerű keretek között tartására szolgál. Ez az alapvető ösztön rendkívül fontos szerepet játszik kisebb és nagyobb emberi közösségekben, eredete az állatvilágba nyúlik vissza (Lorenz, 1994a). Míg a ragadozók csakis azért támadják és ölik meg más fajokhoz tartozó áldozataikat, hogy biztosítsák

napi táplálékukat, kialakult a harc egy másik, bonyolultabb formája is, mely azonos faj egyedei között zajlik az élettér, a víz és a táplálék megszerzéséért. Az énekesmadarak például azért dalolnak olyan gyönyörűen, hogy elriasszák fajtestvéreiket a felségterületükről. Ha ez nem sikerül, közel merészkedik egy betolakodó, odarepülnek és megvívják vele, hogy a győztes foglalhassa el a terület középpontját, és zavartalanul vadászhasson az ott élő rovarokra. Az agresszió ilyen értelemben pozitív jelenség, mert biztosítja, hogy a faj egyedei egyenletesen népesítsék be a rendelkezésre álló vadászterületet, és azon a lehető legtöbben élhessenek meg. Nyilvánvaló viszont, hogy a túlhajtott agresszió káros, a faj egyedeinek pusztulásához vezethet, ezért különböző szabályozó mechanizmusokra van szükség, melyek a törzsfajlás során fokozatosan alakultak ki. A gyilkos fogazattal rendelkező farkasok a falka vezérségéért folytatott küzdelemben nem ölik meg a vesztest, mely a harc feladását azzal jelzi, hogy felkínálja torkát ellenfelének: harapja át. A győztes ezt nem teszi meg, fogait ellenfele torka mellett, a levegőben csattantja össze. Káinban nem volt meg ez a gátlás, és fivére, Ábel megölésével elkövette azt a halálos bűnt, amibe azóta, a történelem folyamán még nagyon sokan beleestek. Fontos megjegyezni, hogy az ötödik parancs tilalma sokkal erősebb egy társadalmi csoporton, vagyis családon, törzsön vagy nemzeten belül, mint a csoportok között, az egy csoporton belüli agresszió mértéke az embernél viszonylag kicsi, a csoportok közötti agresszió azonban meglehetősen nagy (Csányi, 2002). A történelem során ugyan az agresszió tilalma egyre nagyobb csoportokra terjedt ki, de máig sem tekinti mindenki kötelezőnek magára nézve. A törököt levágó végvári vitézt vagy a Pearl Harbort bombázó japán pilótát, akiknek eszükbe sem jutott, hogy megszegték az ötödik parancsolatot, hősként tisztelték hazájában, ma is így emlékeznek rájuk, pedig bizony gyilkoltak valamennyien. Az antik világban a rabszolgák nem számítottak embernek, megölésük, kínzásuk nem volt bűn, nemegyszer pusztán gazdasági megfontolások tartották vissza gazdáikat a vérengzéstől. Az Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozata (1948) ugyan kinyilvánítja minden ember jogát az élethez, de ezt bizony napjaink gyakori háborúiban nem veszik komolyan.

A felebarátunk ellen tett hamis tanúság tilalma ismét csak a zavartalan és kölcsönösen előnyös együttműködést biztosítja, hiszen ez a bizalomra épül. Ez a bűn nem azonos a hazugsággal, hanem csak az ártó szándékú ferdítésekre vonatkozik. Más dolog az, hogyha valakit azáltal kímélünk meg, hogy nem mondjuk meg neki az igazat (Jókai, 2002). Hazudni persze nemcsak társunk hitelének rontásával lehet, az információs társadalomban a nyolcadik parancs megszegésének számos rafinált módját ismerjük az egyszerű elhallgatástól a tömegek tudatos és iparszerű mani-

pulációjáig. Máiig is igaz maradt azonban, hogy bizalom nélkül nem működik egy közösség, hiszen az együttműködés fontos feltétele a megtermelt és megszerzett információ pontos átadása. Ha ez nem biztosított, mert mindenki hazudik, a csoport tevékenysége nem hangolható össze, csupán egyéni törekvések egyszerű összegeződésére korlátozódik, és mint a sok irányba mutató vektorok eredője, zérust adhat eredményül. Kimutatták, hogy a bizalom nagy jelentőséggel bír az ipari termelésben is, a különböző civilizációk gazdasági teljesítménye nagyban függ tőle (Fukuyama, 1997). A peres feleknek bízni kell a független bíróságban, a betegnek az orvosában, a hátvédnek a mögötte álló kapusban, különben nem tud vele együttműködni. A bizánci stílusú szovjet birodalom nem csekély mértékben annak köszönheti minapi felbomlását, hogy intézményeit és lakosságát egyaránt állandó bizalmatlanság lengte körül. Nem teljesezhetett ki az egyéni intuíció, visszamaradt a technológiai fejlődés, aminek egyik alapvető feltétele az ismeretek kicserélése, ezáltal folytonos megújítása, a tudományos igazság megismerése.

A tulajdon tisztelete nyilvánul meg a „ne lopj” parancsban és embertársaink javai elkívánásának tilalmában. Már a történelmi idők kezdetén felismerték, hogy az egyén létérdekeinek megfelelően akkor végzi munkáját optimálisan, ha nem fosztják meg annak eredményeitől. Biztosítékokra van szükség, hogy az egyén vagy a család, esetleg egy nagyobb társadalmi csoport erőfeszítéseinek gyümölcsét azok élvezzék, akik megdolgoztak érte. A kommunista eszmék egyik központi eleme, a magántulajdon fokozatos eltűnése és a köztulajdon elsöprő dominanciája illúzióknak bizonyult, ténylegesen a „még egyenlőbbek” élőködésének igazolására szolgált, végül is jelentős szerepe volt abban, hogy a rendszer gazdaságilag összeomlott. Ha nincs bizalom, a közös tulajdon Csáki szalmájává lesz, senki sem törődik vele, sőt, lelkifurdalás nélkül vesz el belőle, el is herdálja. Nyilván a másik véglet sem fogadható el, ha mindent csak a tulajdonjogok alapján akarunk megítélni és elrendezni, elhalnak az érzelmek, kiapad a szolidaritás és az élet csupán tárgyak, számok adásvételére redukálódik.

Az együttműködés fontos aspektusa a *felelősség*, mely teljességgel önkéntes cselekvés, megfelelés egy másik ember kimondott vagy kimondatlan igényeinek. Nemcsak egy személyért érezhetünk felelősséget, hanem önmagunkért, a családért, a társadalomért és a jövőért is. A hatalom felelősséggel is jár, sajnos a hatalom birtokosai közül ezt csak kevesen érzik át. A felelősségtudattal bíró ember tudja, hogy döntéseinek megvannak a következményei, melyekre tekintettel kell lennie. Az együttműködés egy másik vonatkozása a *szolidaritás*, a rászoruló megsegítése, valamint a *tolerancia*, a sajátunktól, a megszokottól eltérő viselkedés elfogadása. Nyil-

vánvaló, hogy a türelemnek ésszerű korlátjai vannak, az értékrendünkkel szöges ellentétben álló cselekedeteket elítéljük, nem fogadjuk el a gyilkosságot, a lopást és a közösséget megkárosító más bűnöket. Megítélésüknél azonban türelemmel, felelősségteljesen kell eljárni, minden szempontot elfogulatlanul kell mérlegelni, és nem szabad hallgatni a bosszú vagy a sértett hiúság rossz tanácsaira. Az együttműködés mint érték az egyénben leginkább a közjó szolgálatában, annak előmozdításában jelenik meg, és hatása kiterjed az egyén halálán túlra is. A nyugati civilizáció megőrzi a társadalom javát előmozdító államférfiak, gondolkodók, művészek és más nagy emberek emlékét, akik számára sokszor emléküik fennmaradásának a reménye komoly hajtóerőt jelent a munkához, csillapítja félelmüket az elmúlástól. Adler (1996) szerint „azok az emberek, akik semmivel sem járultak hozzá a közjóhoz, eltűntek mind az utolsó szálig”.

Az együttműködésről szóló száraz áttekintésünket a keresztény hívők egyetlen szóval fogalmazzák meg, mely mindennél többet mond e vallás gyakorlóinak, ez a szó a szeretet. Konrad Lorenz (1994a) szerint a szeretet ősi ösztön, mely a fajon belüli agresszió korlátozására fejlődött ki annak érdekében, hogy megakadályozza ennek túlburjánzását és káros következményeit. A hívőnek azonban nem mond semmit ez a racionális érvelés, az ő érzéseit, vágyait és törekvéseit Pál apostol szeretethimnusza fejezi ki igazán:

*Szóljak bár az emberek vagy angyalok nyelvén, ha szeretet nincs bennem, olyan vagyok, mint a zengő érc vagy pengő cimbalom (1Kor 13,1)
A szeretet türelmes, a szeretet jóságos, nem féltékeny, nem kérkedik, nem fuvalkodik fel, nem nagyravágyó, nem keresi a magáét, nem gerjed haragra, nem gondol rosszra, nem örül a gonoszságnak, de együtt örül az igazsággal; mindent eltűr, mindent elhisz, mindent remél, mindent elvisel (1Kor 13,4).*

Ha valakit szeretünk, nem kell gondolkodunk azon, érdemes-e, lehet-e vele együttműködni, egyszerűen tesszük a dolgunkat, segítjük, elfogadjuk, áldozatot hozunk érte, és ezért mi is megkapjuk a jutalmat: hasonló szeretetet a másik részéről, vagy ha nem, a belső békét. A szeretet kiterjeszhető környezetünk, állatok és növények ápolására is, „művészet, mely áthatja az embert” (Fromm, 1984).

A keleti civilizációk nagyobb súlyt fektetnek a közösségre, mint a fehér ember. A Szingapúrban megjelent fehér könyv (Shared Values, 1991) a közös értékeket a következőképpen határozta meg:

- a nemzet a közösség előtt, a társadalom az egyén fölött;
- a család, mint a társadalom legkisebb egysége;

- az egyén tisztelete és közösségi támogatása;
- konszenzus az erőszakkal szemben;
- faji és vallási harmónia.

Ez az értékrend megfelel a fenntarthatóság követelményének, kifejezi az együttműködés kitüntetett szerepét az evolúcióban.

Kelet és Nyugat többek között abban különbözik egymástól, hogy mi nagy súlyt fektetünk az egyén *szabadságára*, az elmúlt néhány száz év forradalmi szinte kivétel nélkül ennek kivívását tartották legfőbb céljuknak. A régi korok embere nem volt olyan szabad, mint a mai. A rabszolgákat még emberszámba sem vették, csak beszélő gépeknek tekintették, de a köznép, sőt az alacsonyabb rangú nemesek is szoros korlátok között éltek, viszonylag kevés lehetőségük volt dönteni saját sorsukról. Ennek megvolt a maga szerepe, a világos hierarchia megkönnyítette a társadalom szervezését, a mozgósítást a közös célok elérésére. Az erősödő polgárság azonban egyre önállóbb lett, tudása egyre gyarapodott, megnőtt a felelősségérzete, ugyanakkor nagyobb szabadságot követelt magának. A francia felvilágosodás korában fogalmazták meg a „szabadság, egyenlőség, testvériség” hármas követelését, megnyitva az utat az egyén szerepének egyre erősödő felértékeléséhez. A szabadság hatalmas energiákat szabadíthat fel bennünk, a vágy fizikai, szellemi és érzelmi igényeink kielégítésére meghatározhatja tenni akarásunkat és teljesítményünket. Egy hierarchiában csupán egy vagy néhány ember szabja meg a cselekvés irányát, ha azonban az egyén szabad, megsokszorozódnak a lehetőségek.

A szabadság segíti a *versenyt*, ami az evolúció egyik fontos hajtóereje. A tiszta verseny sokszínű, sokféle adottság rivalizál egymással, ezért a verseny eredménye, amit a győztesek nyújtanak, jóval több lehet, mint egy hierarchikus rendszerben. Virágozhat száz virág, a találmányok, új gondolatok százai és ezrei találhatnak utat maguknak egy szabadságra épülő társadalomban, míg ha elnyomják az egyéni törekvéseket, mint például a középkori Kínában vagy nemrégiben a Szovjetunióban, az egész társadalom láthatja kárát, óhatatlanul lemarad a kultúrák versenyében. Nyilvánvaló, hogy mint mindent, a szabadságot és a versenyt is megfelelő korlátok között kell tartani, meg kell találni közöttük az optimális arányt. Többek között ezt segíti a felvilágosodás másik központi értéke, az *egyenlőség*, amelyen eredetileg a törvény előtti egyenlőséget értették, ma viszont már ennél többet, az esélyek egyenlőségét jelenti. Ha mindenki pontosan egyenlő, nincs verseny, nincs haladás, de a verseny akkor tisztességes, a közösség fejlődését akkor segíti a legjobban, ha a résztvevők azonos eséllyel indulnak. Ne szenvedjen hátrányt a szegény családból származó diák, aki esetleg tehetségesebb, mint gazdag riválisai,

de a családjá nem képes fedezni taníttatásának költségeit! Ne szenvedjen hátrányt senki a vallása vagy a bőrszíne miatt, ahogyan ezt az Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozata (1948) is kimondja! Aki viszont az egyenlő esélyek dacára is lemarad a versenyben, ne szakadjon le véglegesen, és ne kerüljön reménytelen helyzetbe, legyen vele a társadalom szolidáris. Ezt mondja ki a felvilágosodás harmadik eszméje, a *testvériség*, mely azt lenne hivatva biztosítani, hogy ne legyen senki magára hagyatva a közösségben, ki tudja elégíteni az anyagi és érzelmi biztonság utáni természetes és jogos vágyát, röviden szólva: törődjenek vele, vagyis szeressék.

Egy ideális társadalomban, mely egyelőre csak a vágyaink tárgya, a verseny és az együttműködés megfelelő arányban áll egymással, egyik sem uralkodik el a másik rovására. A felelősségtudat nélküli, túlzott szabadság a szeretet ellenpólusához, az önzéshez és szabadossághoz vezet, csökken a szolidaritás, fellazul, atomizálódik a társadalom, senki sem törődik a jövővel. Ez pedig káros a fejlődés szempontjából, aminek az együttműködés fontos eleme. Másrészt az együttműködés túlhangsúlyozása diktatúrához vezethet, elnyomja az egyéni kezdeményezést, gátolja az összetettség növekedését, így megint csak az evolúció ellen hat. Egy társadalom teljesítőképességét nem kis mértékben az is befolyásolja, hogyan viszonyul egymáshoz az együttműködés és a verseny, a szabadság és a hierarchia.

A természeti népek a *környezet* részének tekintették magukat és alázattal viszonyultak hozzá, mert ösztönösen felismerték, hogy létükben függenek tőle. A városiasodással ez az alázat fokozatosan elenyészett, a felvilágosodás idején hangoztatott jelszó: „vissza a természethez” már inkább a természetességhez való visszatérést, az úri szalonokban uralkodó modorosság elvetését jelentette. Az elmúlt két évszázad a természet egyre nagyobb mértékű leigázásának ideje volt, a városi emberek nem ismerték fel a környezetkárosítás növekvő veszélyeit. Jellemző, hogy az egyébként igen sokrétű Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozata (1948) sem említi közvetlenül az egészséges környezethez való jogot.

A városiakkal szemben a falun, mezőgazdasági termelésből élő emberek jól tudták, mennyire függenek a természet kegyeitől, hiszen az időjárás, a föld minősége, művelésének módja meghatározó szerepet játszott abban, hogy mekkora és milyen minőségű lesz a termés. Ady Endre zseniális beleérző képességgel fejezi ezt ki a *A grófi szérűn* című versében, amikor a leégett szérút siratják a zsellérek:

*S mégis, amikor jön a reggel
S pernyét fújnak a szelek,
A grófi szérűn ott zokog
Egy egész koldus-sereg.*

*Siratják a semmit, a másét,
- A gróf tán épp agarász, -
Érzik titkon, hogy az övék
E bús élet s a kalász.*

A környezeti problémával a XX. század hatvanas éveiben szembesült ismét az ipari társadalom, amikor Amerikában megjelent Rachel Carson (1962) *Csendes tavasz* című könyve a DDT nevű rovarölő szer káros hatásáról. Ebben a szerző félreérthetetlenül megkérdőjelezte az emberiség hitét a technológiai haladásban, és jelentősen hozzájárult a környezeti mozgalmak kialakulásához. 1970-ben megkezdte munkáját a Római Klub (Meadows et al., 1992), majd elkészült a Brundtland-jelentés (1987), mely egyértelműen kijelenti: úgy kell kielégíteni a mai népesség jogos igényeit, hogy közben ne rontsuk a jövő nemzedékek esélyeit. Ma már szinte mindenütt találunk kisebb-nagyobb csoportokat a világon, melyek magukénak vallják és hirdetik a környezeti értékeket, néhány országban ezek az értékek a jogrendszer részét képezik. Például a kanadai Ontario államban elfogadott környezetvédelmi törvény (Ontario Environmental Bill of Rights, 1994) bevezetőjében leszögezik a következőket:

- Ontario lakosai felismerik a természeti környezet önmagában vett értékét;
- Ontario lakosainak joga van az egészséges környezetre;
- Ontario lakosainak közös célja, hogy a jelen és jövő generációk javára védje, őrizze és helyreállítsa a természeti környezetet.

Az evolúció szempontjából jelentős érték a *sokszínűség*, ami érthető, hiszen korábbi fejtegetéseinkben bemutattuk, hogy ezen alapul a kiválasztódás, ha változnak a feltételek, a sok rendelkezésre álló lehetőség közül kerül előtérbe az a rendszer, kezdetben az atomok és molekulák, majd a sejtek és szervek szerveződése, később az idegrendszer, majd az együttműködő emberi csoportok, melyek képesek az alkalmazkodásra. Meg kell őrizni a biológiai sokféleséget, de még ennél is fontosabb a kulturális sokszínűség, sok-sok kultúra, nyelv, szokás és felfogás egymás mellett élése és kölcsönhatása. Ez a kölcsönhatás nem mentes a konfliktusoktól, melyeket tompítani kell, de a vélemények összecsapása nem kerülhető el, hiszen csak így alakulhat ki valami új, ami életképesebb, összetettebb, vagyis fejlettebb a korábinál. Az eszmék versengése a már említett mémek terjedésével teljesedik ki, minél több eredeti gondolat csírázik ki az emberi agyakban, annál nagyobb a lehetőség arra, hogy a fejlődés a legjobb úton haladjon. Mások hitének, szokásainak, értékeinek, gondolatainak tisztelete fontos feltétele a sokszínűség fenntartásának, hiszen a türelmetlenség, a bigott merevség egyszínűséghez, uniformizáláshoz vezet, ami

több civilizáció vesztét okozta már a világtörténelemben, mert nem tudtak alkalmazkodni a változó valósághoz.

A sokszínűség és türelem azonban nem terjed túl minden határon, nem vezethet oda, hogy megtagadjuk és teljesen elveszük a hagyományokat, hiszen az előzőkben bemutattuk, hogy az evolúció mindig a korábban már bevált megoldásokra támaszkodik. Jókai Anna szerint a „tiszteld atyádat és anyádat” parancsolat nemcsak a vérségi kapcsolatokra vonatkozik, hanem azt is jelenti, hogy az emberiségnek tisztelnie kell azt, ami előtte volt. Nem lehet a múltat végképp eltörölni, nem tehetünk úgy, mintha a semmiből, előzmény nélküli bölcsességgel léptünk volna ebbe a világba (Jókai, 2002). Csak egy példát hozunk fel egy ilyen kudarcra, az ortodox egyház kiirtásának kísérletét a szovjethatalom éveiben. A XX. század húszas éveitől kezdve hetven éven át kíméletlen, totális és sikeresnek látszó harcot folytatott Lenin, majd Sztálin és több utóda az egyház károsnak tartott befolyása ellen. Mégsem tűnt el az ortodoxia, ahogy összeomlott a kommunista rendszer, néhány év alatt főnixmadárként támadt fel ismét, és mára ismét az orosz társadalom egyik fontos oszlopa lett (Jubilee, 2000). Nemzedékeken át őrizték a paraszat a hamu alatt, mely levegőt kapva gyorsan lánggra lobbant. A mai fogyasztói társadalomban a gyors változások sokszor oda vezetnek, hogy a kapkodó, önjelölt guruk, akik sokszor a média népszerű személyiségei közül kerülnek ki, kímélet nélkül el kívánják törölni a hosszú idő alatt meggyökereedett viszonylatokat, kigúnyolják a hagyományőrzőket, a vallást és a nemzeti érzést. A pénz emberei pedig, annak érdekében, hogy minél több terméket és szolgáltatást el lehessen adni, habozás nélkül áldozzák fel a helyi és globális környezet megszokott és megszeretett részleteit, állandóan új és új anyagi javak fogyasztására készítve ezzel a reklámok által megtévesztett tömegeket. Miután túl gyors a változás, nincs idő a jó megoldások felismerésére és megőrzésére, minden azonnal a szemétre kerül, hogy helyet adjon valaminek, ami lehet, hogy rosszabb, de biztos, hogy új. Sok városi ember nem tudja már, hogy ki volt a dédapja, talán azt sem, hogy melyik faluból származik, elvesztette a gyökereit, és nem veszi észre, hogy többek között éppen ezért érzi rosszul magát, ezért vágyik új és új javak megszerzésére.

A fogyasztás robbanásszerű növekedésének idején, amikor semmi sem elég, és mindent hamar megunva eldobunk, különösen ki kell emelni a *mértékletesség* ősi erényét, mely nemcsak az egyén javát szolgálja azáltal, hogy megvédi szükségletei azonnali kielégítésének kísértésétől, ezáltal a habzsolás és az azt követő csömör veszélyétől, hanem a környezetét és a jövő generációkét is, mert határt szab a megújuló és meg nem újuló erőforrások kizsákmányolásának. A mértékletesség a fogyasztás önkéntes

korlátozásához vezethet, hozzájárulhat a hulladék mennyiségének csökkentéséhez is. Miután mindannyiunkat egyre jobban elborít a szemét, tenni kell valamit. Megfogalmazható és egyre nagyobb jelentőségre tesz az új parancs: ne szemetelj! (Náray-Szabó, 1994). Eme ősi erény felemlégetése azonban nem számíthat sikerre, még a leginkább környezettudatos személyek és csoportok is megtalálják a módját, hogy megkerüljék a problémát. Assisi Szent Ferenc példája ma igen kevesek életének adja a vezérfonalát, minden a fogyasztásra buzdít, hiszen van mit, van kinek mutogatni, és végső soron megérdemljük a megszerzett anyagi javakat, mint azt egy reklám is harsogja. A mértékletesség ellen hat a vagyoni különbségek manapság tapasztalható növekedése, ami magával hozza a vágyat, hogy nekünk is több legyen, mi is többet fogyaszthassunk. Márpedig egyre több jel mutat arra, hogy ha nem tudjuk magunkat korlátozni, nem találunk megoldást az anyagi fogyasztás mérséklésére, a katasztrofát sem kerülhetjük el.

Az okosság erénye mind a nyugati, mind a keleti gondolkodásban fontos szerepet játszik, a világvallásokban inkább a bölcsességet, a lényeg felfogásának, értelmi és érzelmi befogadásának képességét jelenti. A racionális alapokon álló *tudás*, mely az elmúlt fél évszázad alatt megkétszereződött, a bölcsességhez hasonló, fontos feltétele a fenntarthatóságnak. Hangsúlyozzuk, hogy tudás alatt nemcsak adatok memorizálását kell érteni, hanem egyre inkább a képességet bizonyos problémák felfogására, bizonyos feladatok megoldására. Az adatok visszakereshetők, a módszerek kisebb-nagyobb fáradtsággal elsajátíthatók, a kihívásoknak ma már inkább a találékonyság, a szervezőképesség, a kapcsolatteremtő képesség, a leleményesség birtokában lehet igazán megfelelni. Az ember már igen mélyen beavatkozott a természetbe, megszerzett tudása révén képes arra, hogy korábban elképzelhetetlen mértékben befolyásolja is a folyamatokat, de ma sem tud eleget ahhoz, hogy megbízhatóan jósolja az éghajlat változásait, a globális felmelegedés vagy a környezetromlás következményeit. A régi idők emberei kevésbé tudatosan cselekedtek, mint a maiak, évezredek alatt kialakult ösztöneik sokszor megóvták őket az önpusztító életviteltől. Mára ez a képességünk fokozatosan elenyészett, így jelentős mértékben a hatalmas, de mégsem teljes tudásunkra hagyatkozunk, különösen a gazdasági természetű feladatok megoldásánál, de a környezettel kapcsolatban is. Szerencsére ösztöneink még nem haltak ki egészen és sokszor tiltakoznak akkor is, amikor látszólag értelmes dolgot művelünk, de valami azt súgja, hogy rossz úton haladunk. Igazán helyesen csak akkor cselekszünk, ha az ösztöneink és tudatos meggyőződésünk egybeesik, racionális és tudatalatti érjeink folyamatosan ellenőrzik egymást.

A tudás egyre nagyobb szerepet játszik az információs társadalomban (Toffler, 1993), mára a hatalom legfontosabb forrása lett, ezért sokan idegenkednek tőle, az igazságtalan különbségek fenntartásának eszközét látják benne. Nagy ezért azok felelőssége, akik többet tudnak másnál, ezeknek az embereknek minden erejükkel a közjó szolgálatába kell állítani a képességeiket. A tudós embernek alaposnak, egyúttal alázatosnak is kell lennie, hiszen ő van a leginkább tisztában a korlátaival, nem térhet ki a felelősség vállalása elől, mint ahogyan Dürrenmatt (1977) fizikusai sem, akik felfedezéseikkel akarva-akaratlanul részt vállaltak az atombomba fenyegetésében. Miután az alapkutatások eredményei nyilvánosak, a tudósok átháríthatják a felelősséget azokra, akik felfedezéseiket rosszra használják, de akár így, akár úgy, fel kell hívniuk a figyelmet a lehetséges veszélyes következményekre. Sokan elmulasztják ezt, nem törődnek a felfedezések hatásának követésével, mindenáron hajszolják az új eredményeket függetlenül attól, hogy azok mire vezethetnek.

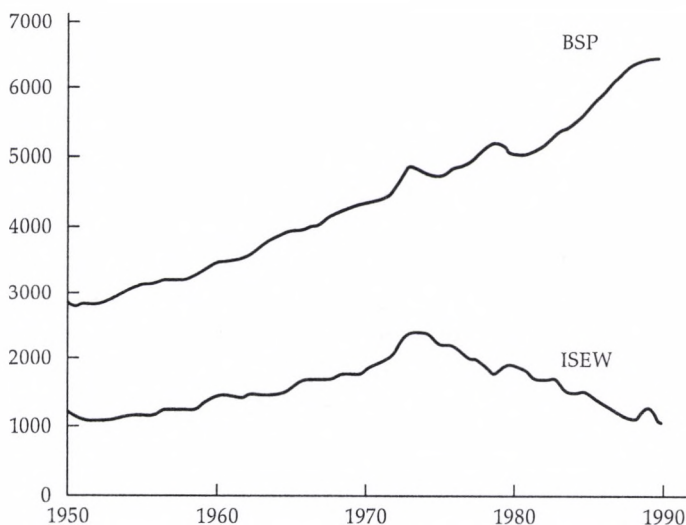
Mi a teendő?

Miután mind optimista, mind pesszimista nézőpontból megkíséreltük felvázolni, mit hoz a jövő, nem térhetünk ki annak taglalása elől: mit tegyünk, tehetünk-e egyáltalán valamit, hogy elkerüljük a Földünkre leselkedő eltűzöttnek vagy éppen fenyegetőnek tartott veszélyeket. Igen sokat tehetnek az elkötelezett környezetvédők és szimpatizánsaik helyi szinten, megszervezhetik a hulladék szelektív gyűjtését, tiltakozhatnak az élővilág károsítása ellen, tisztábbá, kellemesebbé tehetik a lakóhelyüket. Bár igen hatásos lehet a *Think globally, act locally* (Gondolkodj globálisan, cselekedj helyben) jelszó, nehéz elhinni, hogy ez egymagában elvezet a végső megoldáshoz: a feleslegesen felfokozott fogyasztás világszintű befagyasztásához vagy éppen csökkentéséhez. Ehhez kormányzati, sőt globális intézkedések meghozatalára és következetes betartására lenne szükség, ami ábrándos utópia marad mindaddig, amíg legalább százmillió tömegek közmegegyezésre nem jutnak a kérdésben. Most ne foglalkozunk azzal, mi vezethet ilyen közmegegyezéshez, inkább tekintsünk át néhányat a lehetséges intézkedések közül.

Miután a cél az anyagi fogyasztás visszaszorítása, fontos eredmény lenne, ha beszámítanánk a környezeti tényezőket az összes hazai termékbe (GDP), amit jelenleg mindenki az anyagi jólét legjobb jelzőszámának tekint egy-egy országban. Ha nagy az egy főre eső GDP, büszkén kihúzzuk magunkat, ha kicsi, kezünket-lábunkat törjük, hogy növelhessük. Már akkor is aggódnak a politikusok, ha a GDP éves növekedése nem

tűnik elégségesnek, netán a negatív tartományba fordul. Márpedig a közvélemény nem gondol azzal, hogy most jövedelemnek számoljuk el azokat a költségeket is, melyek a gazdasági tevékenység negatív következményeinek kivédésére szolgálnak, mint például a szeméttlerakás, a veszélyes hulladékok ártalmatlanítása, a környezetszennyezés ellenőrző és szabályozó eszközeire fordított pénzek, nem is beszélve a hadikiadásokról. Hasonlóképpen az országúti balesetek, a bűnözés, a betegségek és más káros tényezők anyagi kihatásai is hozzájárulnak a GDP növeléséhez, ez a mérőszám tehát nem fejezi ki igazán, mit tekintünk jólétnek, amit növelni szeretnénk. Más mutatót, amilyen például az „Index of Sustainable Economic Welfare” (ISEW), a fenntartható anyagi jólét indexe, kellene alkalmaznunk (Jackson & Marks, 1994), hogy felfedjük a valószínű helyzetet. Ebbe a mérőszámba nemcsak a gazdasági aktivitás néhány jellemző adatát foglalják bele, hanem figyelembe veszik az élet tágabb értelemben vett minőségét, amit például a levegőszennyezés és egyéb környezeti károk mértékével, a jövedelmek egyenlőtlenségével, az egészségügy és a közoktatás állapotával, és más adatokkal mérnek. Igaz ugyan, hogy nehéz megbecsülni a fenti tényezők számszerűsített értékét, tág tere nyílik az elfogultságnak, általában hiányoznak a mindenki által elfogadott mutatók, mégis megdöbbenő számsorokat kapunk, ha néhány fejlett országra kiszámítjuk az ISEW értékét az elmúlt évekre (Friends of the Earth, 2002). Olyan, kifejezetten gazdagnak hitt országokban, mint Ausztria és Hollandia, a GDP folyamatosan, jelentős mértékben nőtt 1950 óta, az ISEW azonban elért egy maximumot és a nyolcvanas évek óta csökken. Chilében, Németországban és Olaszországban a csökkenő tendencia visszafordult ugyan, de az index lényegesen alacsonyabb szinten maradt, mint a GDP. Nagy-Britannia viszonyait a 4.6. ábra mutatja. A számok élesen rámutatnak arra az ősidők óta ismert tényre, hogy a pénz nem boldogít, a tisztán anyagiakra redukált fogyasztás növelése egy szinten túl nem javítja életünk minőségét.

Sokat jelentene, és áldásos hatású lenne a reklámok betiltása vagy legalábbis drasztikus korlátozása, ha másért nem, a drágaság leküzdésére, ugyanis a mai termékek árának átlagosan csak 25%-át teszik ki a termelési költségek (Ohmae, 1990), a különbözetből jelentős hányadot fordítanak az öncélú vásárlási kedv felkeltésére. Ha a reklámozás elmaradna, biztosan kevesebbet fogyasztanánk, és egy kezdeti sokk után, ami elsősorban a multinacionális vállalatok részvényeseit, vezetőit és alkalmazottait érné a forgalom visszaesése miatt, valójában mindenki boldogabb lenne, mert nem kellene állandóan felkorbácsolt igényei kielégítése után rohannia, csillapodna az értelmetlen verseny, amit nem sokan szeretnek, még kevesebben bírnak. Még a multik vezéreinek sem kellene annyira



4.6. ábra. A fenntartható anyagi jólét indexének (ISEW) változása Nagy-Britanniában (Jackson & Marks, 1994). BSP: az egy főre eső nemzeti termék (Brutto Social Produkt), a számok angol fontot jelentenek 1985-ös árfolyamon

félteni állásukat a busás haszon esetleges elmaradása miatt, a fogyasztási kényszertől megszabadult kisbefektetők sem rohannának annyira a profit után. Hatalmas energiák szabadulnának fel, melyeket az emberi kapcsolatok erősítésére, a nemanyagias társadalom jólétének kiteljesítésére lehetne fordítani. A fogyasztás növelésére felszólító rafinált reklámok híján az embereket kevésbé érdekelné, milyen autója van a szomszédnak, hová megy nyaralni a kolléga, sokkal boldogabban gondolnák a kertjüket, vagy barkácsolnának otthon, netán többet kirándulnának és rendszeresen mozognának is, ezzel pénzt és időt megtakarítva.

A környezeti terhelés csökkentésének hatásos módja lenne az áru- és személyszállítás visszaszorítása, a helyi gazdaságok erősítése (Korten, 1996). A gazdasági globalizáció egyik legfőbb hajtóereje az, hogy csökkenteni lehet a munkaerő költségeit, ha a terméket ott állítják elő, ahol ki-seb-bek a munkabérek. A termelés kihelyezése viszont a szállítás növekedéséhez vezet, a nyersanyagokat és a különböző félkész termékeket ide-oda mozgatják, míg végül az eladandó áru eljut a fogyasztóhoz. Észak-Amerika és Európa útjai túlszűfoltak, az egyre növekvő távolságokra már a vasút sem jut el, az árut repülőre kell rakni, márpedig a szállítás óriási mértékben terheli a környezetet (Rodrigue, 2002). A levegőt olyan veszélyes anyagokkal szennyezi, mint a kén-dioxid, ami a savas esőkért és az általuk okozott erdőpusztulásért felelős, vagy a nitrogén-oxidok,

melyek az emberi szervezet természetes védekező rendszerét rombolják. A szállítás felelős az üvegházhatást okozó gázok jelentős részének kibocsátásáért is. Nemcsak a levegőbe, hanem a vizekbe és a talajba is sok szennyezés kerül a szállítás következtében, a mérgező savak és fémionok káros hatását alig lehet túlbecsülni, ugyanakkor az utak lebetonozása következtében csökken a termőföld nagysága is. Nem lenne jobb otthon előállítani az áruk legnagyobb részét, elkerülve a károkozást? Igaz, hogy az árak kissé magasabbak lennének (a hirdetések elmaradása viszont ezt legalább részben kompenzálná), de kisebb lenne a munkanélküliség, a szállítás nem károsítaná a környezetet. Ha el lehetne érni, hogy a munkavállalók kevesebbet utazzanak a munkahelyükre, rengeteg időt takaríthatnának meg, ugyanakkor a személyszállítás is kevésbé terhelné a környezetet. Azt már csak félve lehet leírni, hogy nem feltétlenül kell mindenkinek minden évben Mauritius szigetén nyaralni, a hazai turizmus is számos lehetőséget nyújt a pihenésre és élményszerzésre. Az autópályákon nyár elején kialakuló tíz kilométeres dugók látványa elgondolkodtatja ez embert: hány napot kell elvesztegetni a jól megérdemelt pihenésből csak azzal, hogy eljutunk egy egzotikusnak kikiáltott, egyébként sematikus és zsúfolt vidékre?

A helyi kezdeményezések támogatásáról szól a szubszidiaritás elve, mely szerencsére nagy szerepet játszik az Európai Unió eszmei megalapozásában. Eszerint a felelősséget, a kormányzási hatalmat, az eszközök feletti rendelkezés jogát a lehető legalacsonyabb, helyi szintre kell helyezni, ami biztosítja, hogy azok hozzák a döntéseket, akiket majd a következők érinteni fognak. Így lehetőség nyílik a közvetlen, részvételi elvű demokrácia gyakorlására, mint ahogyan az Svájcban már régóta megvalósult. A társadalomelmélet szilárd és örök érvényű elve, melyet sem megcáfolni, sem megváltoztatni nem lehetséges, hogy amit az egyének saját erejükből és képességeik révén meg tudnak valósítani, azt a hatáskörükből kivenni, és a közösségre bízni tilos. Éppen így mindazt, amit egy kisebb és alacsonyabb szinten szerveződött közösség képes végrehajtani és ellátni, egy nagyobb és magasabb szinten szerveződött társulásra áthárítani jogszerűtlenség és egyúttal súlyos bűn, a társadalom helyes rendjének felforgatása, mivel minden társadalmi tevékenység lényegénél és benne rejlő erejénél fogva segíteni – szubszidiálni – köteles a társadalmi egész egyes részeit, ellenben soha nem szabad bomlasztania vagy bekebeleznie azokat (Quadragesimo Anno, 1993).

A környezetszennyezés, a megújuló és meg nem újuló források kizsákmányolásának csökkentésére jó eszköz a technológia átadása, melynek következtében nem kényszerülnek a később érkezők az elavult és ezért kevésbé hatékony technológiák, berendezések és járművek használatára,

a nyersanyagforrások kizsákmányolására és a környezet szennyezésére. A fejlődő világban rengeteg az ócska, benzinfaló, ugyanakkor sűrű fekete füstöt okádó jármű, számuk jelentősen nőni fog, ha nem terjed el az energiatakarékos és környezetkímélő technológia. Nemegyszer lelkiismeretlen vállalkozók úgy kívánják csökkenteni a gyártás költségeit, hogy a szennyező üzemeket saját országukból kitelepítik olyan helyre, ahol nem annyira szigorúak a környezetvédelmi szabályok. Ezzel maradandó egészségkárosodást okoznak az ott lakóknak, tönkreteszik az addig majdhogynem érintetlen természetet, és nem gondolnak azzal, hogy felelőtlenségük egyszer visszaüt. Szerencsére nem mindenki ilyen és ma már létezik az Egyesült Államokban egy szervezet, mely azokat a vállalatokat tömöríti, melyek kötelezik magukat arra, hogy nem telepítenek környezetszennyező ipartelepeket a harmadik világ országaiba. A technológiatranszfert nem lehet egyénekre, érdekcsoportokra bízni, a kormányzatoknak kell minden erővel szorgalmazni.

A média irigyelt sztárokat csinál a gazdagokból, akiket követendő példaként mutat be a tömegeknek, ezzel állandósítva és felkorbácsolva a pénz utáni vágyat, növelve az országon belüli és országok közötti feszültségeket. A fogyasztás korlátok között tartásának egy közvetett módja tehát a nagy vagyoni különbségek mérséklése. Erre több lehetőség kínálkozik, elsősorban különleges adók bevezetése. Erre már azért is szükség lenne, mert csökken a gazdagok és a nagyvállalatok adózási kedve. Az Egyesült Államokban 1957-ben a vállalatok adták a helyi adóból származó bevételek 45%-át, ez az arány 1987-re 16%-ra csökkent (Reich, 1991). A szolidaritás csökkenésének, az önzés elburjánzásának ilyen félreérthetetlen jele azzal fenyeget, hogy előbb-utóbb alapjaiban rendül meg a közbizalom, csökken a társadalmi tőke.

A pénzpiaci spekulációk negatív hatását jelentősen csökkenteni lehetne az úgynevezett Tobin-adóval, melyet kidolgozójáról, a Nobel-díjas amerikai közgazdászról neveztek el (Tobin, 1978). Ha minden, devizában történő tranzakcióra 1%-os adót vetnének ki, a különböző piacok és országok közötti kamatkülönbségekkel operáló üzletek már nem lennének nyereségesek, meg lehetne akadályozni a hatalmas nyereségek létrejöttét rövid időn belül, melyek mögött nincs valóságos anyagi termelés. Ugyanakkor elkerülhetők lennének a fenyegető globális pénzügyi csődök is, mint amilyen a Barings Bank bukása volt egy felelőtlen ügynök rossz tőzsdei döntése következtében. Bár a koncepció elvileg kifogástalan, van egy súlyos hátránya: akiket érint, könnyedén kijátszhatják, mert olyan országba viszik a pénzüket, ahol ilyen adó nincs. A Tobin-adót tehát egyszerre kellene bevezetni a világ minden országában, amire ma nincs esély. Meg lehetne adóztatni a természeti erőforrások felhasználását is,

ami végeredményben azt jelentené, hogy a környezetünket igenis a gazdaság nélkülözhetetlen részének tekintjük, mely nem használható ki végtelenül, kényünkre-kedvünkre, más szóval a környezeti költségeket internalizáljuk. Ennek következtében gazdaságtalanná válna és az energia- és anyagigényes ipari tevékenység, emellett határt szabnánk az egyre nagyobb távolságokra történő áru fuvarozás terjedésének is. A minden józan belátástól elszabadult, értelmetlen luxusfogyasztás és a vagyon megadóztatása ugyancsak segítené a dolgok helyzetételében, a társadalmi különbségek mérséklésében.

Bátorítani kell az értékkövető magatartást, a hosszú távú gondolkodást és „az embernek fel kellene ismernie, hogy emberi kvalitásainak csak egyike a társadalmi méretű termelésben és a piacon való részvétel lehetősége” (Vida, 2001). Sok egyéb tulajdonsága is van: a szociális kapcsolatok komplex kialakítása, természetes csoportok létrehozása, a tudomány és művészet, a filozófia művelése, a vallásos elmélyedés képessége, és lehet, hogy ezek előtérbe kerülése, a technikai orientáció erőteljes korlátozása végül mégis létrehoz egy járható »harmadik utat«, a fenntartható társadalmi stabilitás állapotát” (Csányi, 2000).

ÖSSZEGEZÉS

A tudomány egyre szerteágazóbb és meggyőzőbb bizonyítékokat tár fel az evolúció elméletének alátámasztására, melynek az a lényege, hogy világunk az ősrobbanástól kezdve egyre összetettebbé, színesebbé válik. Az elemi részecskék megjelenésétől kezdve, a csillagok és a bolygók kialakulásán át, a molekulákon és az élet egyre fejlettebb formáin keresztül jutotunk el az emberig, majd a történelem során az információs társadalomig, melynek komplexitása minden képzeletet meghaladó mértékre növekedett. A sokszínűség lehetőségeire építő, gyorsuló, a versenyre és az együttműködésre egyaránt építő evolúció legtöbbször zsákutcába fut, csak a sikeres vonal mentén folytatódik a fejlődés, ugyanakkor soha nem jön létre valami gyökeresen új, mindig megőrizve haladjuk meg a régit. A világegyetem sokmilliárd éves történetéből kiindulva kísérhetjük meg fölmérni, hogy mit hoz a közeljövő, fenntartható-e a jelenlegi fogyasztói társadalom. Elemezve a mai állapotokat, az elszabaduló fogyasztást, a nyersanyagforrások kizsákmányolását, a nyugati társadalom hanyatlásának félreismerhetetlen jeleit, remélhetjük, hogy van esély a folyamatos és jelentős konfliktusoktól mentes átmenetre egy olyan globális világba, melyben már nyolcmilliárd ember fog élni és fogyasztani. Nem zárható ki azonban, hogy az előttünk álló évszázadban regionális természeti és társadalmi katasztrófák fogják sújtani az emberiséget, mely csak így képes ráébredni arra, hogy meg kell változtatni fogyasztási szokásait. A katarzis hatására egyszer talán ésszerű szintre korlátozzuk az anyagi fogyasztást, melynek jelentős hányada valójában érzelmi életünk hiányosságainak elfedésére szolgál. Vissza kell szorítani a versenyt, serkenteni a szellemi javak fogyasztását, nagyobb teret engedve az emberi kapcsolatok ápolásának a tudományos és művészeti érdeklődés kielégítésének, a vallásos tevékenységnek, kinek-kinek az igényei és lehetőségei szerint.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abel, D. L. (2002), in: Pályi, G., Zucchi, C. & Cagliotti, L. (eds), *Fundamentals of Life*, Elsevier Paris & Accademia Nazionale di Scienze, Lettere ed Arti Modena, 57.
- Adler, A. (1996). *Életünk értelme*, Kossuth, Budapest.
- Allégre, C. T. & Schneider, S. H. (1998). *Scientific American Special Issue: The Evolution of the Earth*.
- Anbar, M. (2002), in: Pályi, G., Zucchi, C. & Cagliotti, L. (eds), *Fundamentals of Life*, Elsevier Paris & Accademia Nazionale di Scienze, Lettere ed Arti Modena, 73.
- Antarctica News Archives (2002). <http://www.antarcticconnection.com/antarctic/news/2002/042602iceberg.shtml>.
- Arrhenius, G. (2002), in: Pályi, G., Zucchi, C. & Cagliotti, L. (eds), *Fundamentals of Life*, Elsevier Paris & Accademia Nazionale di Scienze, Lettere ed Arti Modena, 18 és 203.
- Ausubel, J. H. (1996). *American Scientist* **84**, 166–177.
- Ayres, R. U. (1994). *Information, Entropy and Progress: A New Evolutionary Paradigm*, American Institute of Physics Press, New York.
- Ayres, R. U. & Simonis, U. E. (eds) (1994). *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*, United Nations University Press, Tokyo.
- Badii, R. & Politi, A. (1997). *Complexity: Hierarchical Structure and Scaling in Physics*, Cambridge University Press, Cambridge, 8. és 9. fejezet.
- Baldwin, E. (1962). *The Nature of Biochemistry*, University Press, Cambridge.
- Bannister, N. (1999). *Stellar Evolution*, <http://www.star.le.ac.uk/edu/stars.evolution.html>.
- Bonner, J. T. (1988). *The Evolution of Complexity by Means of Natural Selection*, Princeton University Press, Princeton.
- Boyd, R. & Silk, J. B. (2002). *How Humans Evolved*, <http://www.wwnorton.com/college/anthro/bioanth/home.htm>.
- Bozeman, A. B. (1975). *Virginia Quarterly Review*, **51**, 1.
- Brundtland, G. H. (ed) (1987). *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, New York.
- Cairns-Smith, A. G. (1971). *The life puzzle*, Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Callahan, J. R. (1996). *Environmental Health Perspectives* **104**, 386.

- Campbell, D. T. & Heylighen, F. (1995). *Human Society*, in: Heylighen, F., Joslyn, C. & Turchin, V. (eds), *Principia Cybernetica Web*, (Principia Cybernetica, Brussels), URL, <http://pespmc1.vub.ac.be/SOCIETY.html>
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*, Houghton Mifflin, New York.
- Chaisson, E. J. (1988). *Universe: An Evolutionary Approach to Astronomy*, Prentice Hall, New York, http://www.tufts.edu/as/wright_center/cosmic_evolution/docs/splash.html.
- Cordesman, A. H. (1998). *The Changing Geopolitics of Energy, Part I: Key Global Trends in Supply and Demand 1990–2020*, Center for Strategic and International Studies, Washington.
- Csányi V. (1999). *Az emberi természet*, Vince Kiadó, Budapest.
- Csányi V. (2000). *Politikai elfogultságok: rejtett elméletek az emberről*, in: Csányi V., *Van ott valaki?* Typotex, Budapest, 149–159.
- Csányi V. (2002), in: Hankiss E., *A tízparancsolat ma*, Helikon, Budapest, 241.
- Crystal, D. (2000). *Language Death*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Czakó G. (2002). *Beavatás. Az eldobható Föld*, Boldog Salamon Kör, Budapest, 207.
- Darwin, C. (1859). *The Origin of The Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*, Murray, London.
- Dawkins, R. (1976). *The Selfish Gene*, Oxford University Press, New York.
- de Vries, B. (2002). National Institute for Public Health and the Environment, Bureau for Environmental Assessment, P. O. Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands, Bert. de. Vries@rivm.nl.
- Diamond, J. (1995). *Discover Magazine*, augusztus 1, 62–69.
- Diamond, J. (2000). *Háborúk, járványok, technikák*, Typotex, Budapest.
- Dürrenmatt, F. (1997). *Fizikusok*, Európa, Budapest.
- Ehrenfeld, J. & Gertler, N. (1997). *J. Ind. Ecol.* **1**, 67.
- Eigen, M. & Schuster, P. (1979). *The Hypercycle – A Principle of Natural Self-Organization*, Springer, Berlin.
- Eldredge, N. (1985). *Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution and the Theory of Punctuated Equilibria*, Simon and Schuster, New York.
- Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozata (1948). <http://www.unhchr.ch/udhr/lang/hng.htm>.
- Endreffy Z. & Kodolányi Gy. (szerk.) (1983). *Ökológiai kapcsolatok*, Népművelési Intézet, Budapest.
- Environmental and Global Issues (2001). http://www.mhhe.com/biosci/pae/es_map/articles/article_43.mhtml.
- Environment Matters (2002). <http://www.worldbank.org/>.
- Erkman, S. (2002). http://www.chairemetal.com/cm06/clip_image003.gif
- Farabee, M. J. (2001). *The Biosphere and Mass Extinction*, <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookcycles.html>.
- Forests Networking (2002). <http://forests.org/recent/2002/smreshow.htm>.
- Friends of the Earth (2002). http://www.foe.co.uk/campaigns/sustainable_development/progress/international.html.
- Fromm, E. (1984). *A szeretet művészete*, Helikon, Budapest.

- Fukuyama, F. (1997). *Bizalom, Európa*, Budapest.
- Gabor, D. (1963). *Invention of the Future*, Geografie voor Educatie (2000). Utrecht University, The Netherlands.
- Goodman et al. (1990). *J. Molec. Evolution* **30**, 260.
- Greenpeace (2002). <http://archive.greenpeace.org/~ozone/state/>.
- György P. (2002). *Nyilatkozat a Magyar Nemzet kerekasztal-beszélgetésén*, 2002. június 15.
- Hankiss E. (1982). *Diagnózisok*, Magvető, Budapest.
- Hankiss E. (1999). *Az emberi kaland*, Helikon, Budapest.
- Hankiss E. (2002). *A tízparancsolat ma*, Helikon, Budapest.
- Harenberg, B. (szerk.) (1990). *Az emberiség krónikája*, Officina Nova, Budapest.
- Hartyl, D. & Jones, E. (1998). *Genetics - Principles and Analysis*, 4th Ed., Jones and Bartlet, Sudbury, Mass.
- Hawken, P., Lovins, A. & Lovins, L. H. (1999). *Natural Capitalism*, Earthscan, London.
- Hawking, S. W. (1995). *Az idő rövid története*, Maecenas Könyvkiadó, Budapest.
- Hester, J. & Scowen, P. (1995). *Star-Birth Clouds - M16*, PRC95-44b, ST Scl OPO, Arizona State University, NASA.
- Heylighen, F. (1997). *The Growth of Structural and Functional Complexity during Evolution*, in: Heylighen, F. & Aerts, D. (eds), *The Evolution of Complexity*, Kluwer, Dordrecht.
- Heylighen, F. (2001). *Memetics* in: Heylighen, F., Joslyn, C. & Turchin, V. (eds), *Principia Cybernetica Web*, (Principia Cybernetica, Brussels), URL, <http://pespmc1.vub.ac.be/MEMES.html>.
- Human Rights Watch (2001). *NGO Background Paper on the Refugee and Migration Interface*, http://www.hrw.org/campaigns/refugees/ngo-document/ngo_refugee.pdf.
- Huntington, S. (2002). *Civilizációk összezapása és a világtrend átalakulása*, Európa, Budapest.
- IAP, Inter Academy Panel (2000). *Transition to Sustainability in the 21st Century*, Conference of the World Scientific Academies, <http://www4.nationalacademies.org/intracad/tokyo2000.nsf/>, Tokyo.
- Jackson, T. & Marks, N. (1994). *Measuring Sustainable Economic Welfare. A pilot index 1950-1990*. New Economics Foundation (NEF), Stockholm Environment Institute.
- Jókai A. (2002), in: Hankiss E., *A tízparancsolat ma*, Helikon, Budapest, 211. és 376.
- Jubilee (2000). *Russian Church Being Reborn*, <http://www.cin.org/archives/cinjub/200105/0096.html>.
- Karavellas, D. (2000). *The Role of Technology in Sustainable Consumption* in: Heap, B. & Kent, J. (eds), *Towards Sustainable Consumption: A European Perspective*, The Royal Society, London, 43.
- Kerényi A. (2003). *Környezetten: Természet és társadalom globális nézőpontból*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- Kimball, J. W. (2001). <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/T/Taxonomy.html>.
- Kopányi M., Petró K. & Trautmann L. (1996). *A fogyasztó preferenciarendszere*, in: *Mikroökonómia* (szerk. Kopányi M.), Műszaki Kiadó, Budapest.
- Kopátsy, S. (1993). *A fogyasztói társadalom*, Privatizációs Kutató Intézet, Budapest.
- Korten, D. C. (1996). *Tőkés társaságok világoralma*, Kapu, Budapest.
- Láng I. (2003). *Átmenet a fenntarthatósághoz*, in: *Ormos Imre emlékkönyv*, Budapest.
- La Porte, T. (ed.) (1975). *Organized Social Complexity: Challenge to Politics and Policy*, Princeton University Press, Princeton.
- Laszlo, E. (2001). *Macroshift*, Berret-Koehler, San Francisco.
- Leggett, J., Pepper, W. J. & Swart, R. J. (1992). *Emissions Scenarios for IPCC: An Update*, in: Houghton, J. T., Callander, B. A. & Varney, S. K. (eds), *Climate Change 1992*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lorenz, K. (1994a). *Az agresszió*, Katalizátor Iroda, Budapest.
- Lorenz, K. (1994b). *A civilizált emberiség nyolc halálos bűne*, Ikva Kiadó, Budapest.
- Lorenz, K. (2002). *Embervoltunk hanyatlása*, Cartaphilus, Budapest.
- Lovelock, J. E. & Margulis, L. (1974). *Tellus* **26**, 1-10.
- Lustiger, J. M. (1997). *Emberhez méltón*, Vigilia, Budapest.
- Madách I. (1965). *Az ember tragédiája*, Szépirodalmi, Budapest.
- Marx, G. (1996). *Atommag-közelben*, Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.
- Martin, H. P. & Schumann, H. (1998). *A globalizáció csapdája*, Perfekt Kiadó, Budapest.
- Maslow, A. H. (1954). *Motivation and personality*, Harper and Row, New York.
- Maynard Smith, J. & Szathmáry E. (1997). *Az evolúció nagy lépései*, Scientia, Budapest.
- McCartney, M. P., Acreman, M. C. & Bergkamp, B. (1999). *Freshwater Ecosystem Management and Environmental Security*, <http://www.worldwatercouncil.org/Vision/Documents/EnvSecurity.pdf>.
- McKenzie, J. J. (2000). *Oil as a finite resource: When is global production likely to peak?* World Researches Institute, http://www.wri.org/wri/climate/jm_oil_001.html.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens, W. W. (1992). *The Limits to Growth*, Universe Books, New York.
- Mészáros E. (2001). *A Föld rövid története*, Vince, Budapest.
- Monod, J. (1970). *Chance et nécessité*, Seuil, Paris.
- Mowat, F. (1999). *Never Cry Wolf*, Random House, New York.
- Nakicenovic, N. (1996). *Daedalus*, **125**, 95-112.
- Náray-Szabó G. (1994). *Protestáns Szemle* **56(4)**, 299-304.
- Náray-Szabó G. (1999). *Természet Világa* **130**, 531-534.
- Náray-Szabó G. (2000). *The Role of Technology in Sustainable Consumption*, in: Heap, B. & Kent, J. (eds) *Towards Sustainable Consumption: A European Perspective*, The Royal Society, London, 67.
- Nepstad, D. & Tucker, C. J. (1998). *Origin, Incidence, and Implications of Amazon Fires*, US Global Change Research Program Office, <http://www.usgcrp.gov>.

- New Scientist (2002). *Time to Rethink Everything*, April 27, 29–52.
- Nijkamp, P., Rienstra, S. & Vleugel, J. (1998). *Transportation Planning and the Future*, Wiley, New York.
- Ohmae, K. (1990). *The Borderless World: Power and Strategy in the Interlinked Economy*, Harper Collins, London.
- Oliver, M. (2002). *Famine in Southern Africa*, The Guardian, July 25, <http://www.guardian.co.uk/famine/story/0,12128,763184,00.html>.
- Ontario Environmental Bill of Rights (1994). http://www.ene.gov.on.ca/envision/env_reg/ebr/english/ebr_info/introduction.htm.
- Oparin, A. I. (1938). *Origin of Life*, McMillan, New York.
- Orgel, L. E. (1973). *The Origins of Life*, Wiley, New York.
- Ortega y Gasset, J. (1995). *A tömegek lázadása*, Pont Könyvkereskedés, Budapest.
- Pálvölgyi T., Nemes, Cs. & Tamás Zs. (2002). *Vissza vagy hova? Útkeresés a fenntarthatóság felé Magyarországon*. Tertia, Budapest.
- Pályi, G., Zucchi, C. & Cagliotti, L. (eds) (2002). *Fundamentals of Life*, Elsevier Paris & Accademia Nazionale di Scienze, Lettere ed Arti Modena.
- Papp S. (2002). *Fagyöngy civilizáció*, Új Horizont, Veszprém
- PBS médiaszervezet (2002). http://www.pbs.org/kqed/population_bomb/danger/time.html.
- Peebles, P. J. E., Schramm, D. N., Turner, E. L. & Kron, R. G. (1998). *Sci. Am. Special Issue: The Magnificent Cosmos*.
- Purves, W. K., Orians, G. H. & Heller, H. C. (1992). *Life, The Science of Biology*, Sinauer, Sunderland, MA.
- Quadragesimo Anno (1993). *Pápai enciklika, 1931*, in: *Az egyház társadalmi tanítása*, Szent István Társulat, Budapest, 81.
- Quigley, C. (1979). *The Evolution of Civilizations: An Introduction to Historical Analysis*, 2nd Ed., Liberty Press, Indianapolis.
- Ranschburg J. (1984). *Szeretet, erkölcs, autonómia*, Gondolat, Budapest.
- Reich, R. (1991). *The Work of Nations*, Alfred A. Knopf, New York.
- Rodrigue, J. P. (2002). Dept. of Economics & Geography, Hofstra University, Hempstead, NY, 11549 USA, <http://people.hofstra.edu/geotrans>.
- Sagan, C. (1977). *The Dragons of Eden*, Random House, New York.
- Salus, P. H. (1999). Matrix Information & Directory Services, Austin, Texas, USA, <http://www.mids.org/mmq/601/mid/cover.html>.
- Scheele, P. M. (2001). <http://www.evolution-is-degeneration.com/book/16Spirit.htm>.
- Schoot Uiterkamp, A. J. M. (2000). *Energy Consumption: Efficiency and Conservation*, in: Heap, B., Kent, J. (eds), *Towards Sustainable Consumption: A European Perspective*, The Royal Society, London, 111.
- Scitovsky, T. (1976). *The Joyless Economy: An Inquiry into Human Satisfaction and Consumer Dissatisfaction*, Oxford University Press, New York.
- Shared Values (1991). Government of Singapore, <http://www.sg/flavour/values-bg.html>.

- Silby, B. (2000). *What is a Meme?* http://www.geocities.com/brent_silby/what_is_a_meme.html.
- Simai, M. (2002). *Zöldebb lesz-e a világ? A fenntartható fejlődés szerkezeti problémái a XXI. század elején*, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Simonyi K. (1981). *A fizika kultúrtörténete*, Gondolat, Budapest.
- Sisci, F. (2002). *Russia Joins the China Game*, Globalvision News Network, <http://www.gvnews.net/html/DailyNews/alert1513.html>.
- Szathmáry E. & Maynard Smith J. (2000). *A földi élet regénye*, Vince, Budapest.
- Spengler, O. (1994). *A Nyugat alkonya*, Európa, Budapest.
- Székely M. (2003). *A fogyasztói magatartás alapjai: A lélek- és a gazdaságtan alapfeltevései a fogyasztásról*, in: *Gazdaságpszichológia* (szerk.: Hunyady Gy. & Székely M.), Osiris, Budapest.
- Tanton, J. H. (1994). *End of the Migration Epoch*, reprinted by *The Social Contract*, Vol IV, No 3 and Vol. V, No. 1, <http://www.thesocialcontract.com/cgi-bin/showarticle.pl?articleID=326&terms=>
- Tehan, R. (2000). *Internet and E-Commerce Statistics: What They Mean and Where to Find Them on the Web*, National Council for Science and the Environment, Washington.
- Teilhard de Chardin, P. (1980). *Az emberi jelenség*, 2. kiadás, Gondolat, Budapest.
- Teitelbaum, J. (2000). <http://home.earthlink.net/~tikibars/writings/rapanuipics4.html>.
- Tél T. & Gruiz M. (2002). *Természet Világa* 7, 296.
- Thaxton, C. B., Bradley, W. L. & Olsen, R. L. (1997). *Az élet eredetének rejtélye*, Harmat, Budapest.
- Theobald, D. (1999). *The Unique Universal Phylogenetic Tree*, <http://www.talkorigins.org/faqs/comdesc/section1.html#fig1>.
- Tobin, J. (1978). *The Easter Economic Journal* 3-4, July-October.
- Toffler, A. (1993). *Hatalomváltás (Tudás, gazdagság és erőszak a XXI. század küszöbén)*, Európa Kiadó, Budapest.
- UN (1997). *Global change and sustainable development: critical trends*, Report of the Secretary-General, United Nations Economic and Social Council, E/CN.17/1997/3.
- UN (2002). *World Population Projections to 2150*. United Nations Site, <http://www.un.org/popin/data.html>.
- UNDP (1998). *Human Development Report, Consumption for Human Development*, <http://hdr.undp.org/reports/global/1998/en/default.cfm>.
- UNEP (2001). *Consumption Opportunities. Strategies for Change*, ISBN 92-807-2071-6, Genf.
- University of Michigan (1996). *Possible Ecological Consequences of Global Climate Change*. http://www.sprl.umich.edu/GCL/paper_to_html/atmosphere.html.
- University of Michigan (2002). *Ozone: The Good, The Bad and The Ugly*, <http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/samson/ozone/index.html>.

- Valenzuela, C. Y. (2002) in, Pályi, G., Zucchi, C. & Cagliotti, L. (eds), *Fundamentals of Life*, Elsevier Paris & Accademia Nazionale di Scienze, Lettere ed Arti Modena, 197.
- Vicsek T. (2002). *Nature* **418**, 131.
- Vida G. (1981). *Az élet keletkezése*, Gondolat, Budapest.
- Vida G. (2001). *Helyünk a bioszférában*, Typotex, Budapest.
- Wackernagel, M. (2000). *Energy Consumption: Efficiency and Conservation*, in: Heap, B. & Kent, J. (eds), *Towards Sustainable Consumption: A European Perspective*, The Royal Society, London, 101.
- Watson, R. T. & the Core Writing Team (eds) (2001). Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2001: Synthesis Report*, IPCC, Geneva, Switzerland.
- Weber, M. (1982). *A protestáns etika és a kapitalizmus szelleme*, Gondolat, Budapest.
- Winston, R. (2002). *Human Instinct: How Our Primal Impulses Shape Our Modern Lives*, Bantam Press, London.
- WHO (2000). *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*, World Health Organization, http://www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/GlobalTOC.htm.
- WRI (2000). *Water Resources and Freshwater Ecosystems*, World Resources Institute, <http://www.wri.org/wr2000/freshwater.html>.

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó Rt. igazgatója
Felelős szerkesztő: Róbert Zsófia
Termékmenedzser: Hesz Margit
Fedélterv: XFER '90 Grafikai Műhely
A számítógépes szerkesztés Győrei D. László munkája
A nyomást és kötést az ETO-Print Nyomda Kft. végezte
Felelős vezető: Balogh Mihály
Budapest, 2003
Kiadványszám: KMA3-009
Megjelent 16,09 (A/5) ív terjedelemben

Sokan vagyunk kíváncsiak arra, hogy mit hoz a jövő. Leginkább arra, mi lesz holnap vagy holnapután, nyerünk-e a lottón, győz-e a kedvenc focicsapatunk, sikerül-e letennünk egy fontos vizsgát. Némelyek távolabbra is néznek, szeretnék megtudni, mire viszi az életben a gyerekük, hogyan alakul a nemzet jövője, milyen felfedezéseket ígér a tudomány. Nehéz előre látni a jövőt, a jóskok sokszor csak semmitmondó általánosságokat jövendölnek, amit így is meg úgy is lehet érteni. Kevés jóslat áll tudományos alapon, nemegyszer rejtett kívánságok, netán irracionális félelmek alapján kutatják a jövendőt, és a jelzéseknek vagy hiszünk, vagy nem. Ebben a könyvben a világegyetem sokmilliárd éves történetéből kiindulva megkíséreljük fölmérni, hogy mit hoz a közeljövő, fenntartható-e a jelenlegi fogyasztói társadalom. Elemezve a mai állapotokat, a nyersanyagforrások kizsákmányolását, a környezet romlását és a nyugati civilizáció hanyatlásának félreismerhetetlen jeleit, egy optimista és egy pesszimista forgatókönyvet vázolhatunk fel. Egyrészt, a technológia lehetőségeit kiaknázva jó okkal remélhetjük, hogy van esély a folyamatos és jelentős konfliktusoktól mentes átmenetre egy olyan globális világba, melyben már tizenegymilliárd ember fog élni és mértékkel fogyasztani. Nem zárható ki azonban, hogy az előttünk álló évszázadban regionális természeti és társadalmi katasztrófák fogják sújtani az emberiséget, mely csak így képes ráébredni arra, hogy meg kell változtatni jelenlegi életvitelét.

ISBN 963 05 8017 9



9 779630 880176