



MILTON FRIEDMAN EGYETEM

---

# JÖVŐ IDŐ FELSŐFOKON

MILTON GONDOLATOK KORUNK NAGY KIHÍVÁSAIRÓL

---

Vámos György

## FENNTARTHATÓSÁG

(I. rész)

2021

SZERZŐ:  
Vámos György

SZAKMAI SZERKESZTŐ:  
Laki Ildikó

OLVASÓSZERKESZTŐ:  
Szűcs Katalin Ágnes

FELELŐS KIADÓ:  
Milton Friedman Egyetem – Gere Ádám

ISBN  
978-963-9559-68-4

WEBCÍM:  
<https://uni-milton.hu/letoltheto-kiadvanyok-2/>

NYOMDAI ELŐKÉSZÍTÉS:  
Szitás István – Gerilla Design Bt

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. Bevezető gondolatok</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Történelmi adalékok</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Növekedési mítosz és fenntarthatóság</b> .....	<b>8</b>
<b>4. A fenntarthatósági „mozgalom” fejlődése</b> .....	<b>9</b>
<b>5. A The Limits to Growth hatásai</b> .....	<b>13</b>
5.1. Politikai hatások .....	13
5.2. Tudományos hatások.....	14
5.2.1. Növekedés .....	15
5.2.2. Fejlődés .....	16
5.2.3. Túllövés és korlát .....	18
5.2.4. A fenntarthatósági célok megvalósítási korlátai (eseti példák) .....	20
<b>6. A környezetgazdaságtan alapelemei</b> .....	<b>21</b>
6.1. Az általános evolúciós elmélet ismérvei.....	22
6.2. Az evolúció rendszerszemléletű jellemzése .....	23
<b>7. A fenntartható fejlődés és a természeti erőforrások kapcsolata, különös tekintettel a technikai fejlődésre</b> .....	<b>25</b>
<b>8. A fenntartható növekedés és a Föld eltartóképessége</b> .....	<b>28</b>
8.1. Az eltartóképesség és a gazdaság kapcsolatának modellezése.....	29
<b>9. Fenntartható-e a fenntartható fejlődés?</b> .....	<b>34</b>
<b>10. Lehet, hogy Malthusnak alapvetően igaza volt?</b> .....	<b>37</b>
10.1. A túlnépesedés problémaköre .....	38
10.1.1. Népesedési elméletek.....	39
10.1.2. A túlnépesedés okai és hatásai, szociológiai szempontok, biztonsági kihívások, a vallások szerepe.....	41
<b>11. Érdemes-e továbbgondolkodni, hogy vannak-e az egyéneknek és a szélesen értelmezett közösségeknek lehetőségei a fenntarthatóság szolgálatában?</b> .....	<b>49</b>
11.1. Klímavédelem, vagy a társadalom védelme a klímaváltozások hatásától.....	50
11.2. Gazdasági fejletlenség és fenntarthatóság: feloldható-e az ellentmondás?.....	53
11.3. Az energetika és a fenntarthatóság dialektikus kapcsolata.....	56
11.3.1. Az első egymillió év: a fosszilis korszak .....	56
11.3.2. Nukleáris energia... Igen?...Nem? .....	60
11.3.3. A hidrogéné a jövő az energiamixben? .....	65



Vámos György  
**FENNTARTHATÓSÁG**  
(I. rész)

### **1. Bevezető gondolatok**

Az alábbiakban vázlatos gondolatok következnek a fejlődésről, életünk és a környező világunk prioritásairól és arról, hogyan kezeljük holisztikusabban rövid- és hosszútávú kihívásainkat mind a gazdasági, mind a szociális-társadalmi szférában, de akár a politikaiban is. Ez utóbbi nem közvetlen célterülete jelen vázlatnak, de nyilvánvaló, hogy a tárgyalandó célok vagy csak a politika segítségével érhetőek el, vagy épp ellenkező irányból, a társadalomnak kell meggyőznie a politikát a *fenntarthatóság* mint prioritás megfelelő kezeléséről és integrálásának szükségességéről az alapvető politikai kultúrába.

A *fenntarthatóság* egy rendkívül széleskörűen értelmezett és értelmezhető fogalom, nyilván a későbbiekben több részletével és elemével is fogunk találkozni, de így a bevezetőben próbálom az egyik legelterjedtebb, a komplex fogalmat jól lefedő meghatározást alkalmazni. Az ENSZ Közgyűlése 1983-ban kérte fel Gro Harlem Brundtland asszonyt, akkori norvég miniszterelnököt, hogy egy általa irányított bizottság keretében készítsen tanulmányt arról, milyen elveket, követelményeket és célokat kell megfogalmazni annak érdekében, hogy a következő generációk is megfelelő minőségben élvezhessék az életet a Földön. (1)

Az első Brundtland-jelentés 1987-ben jelent meg *Közös jövőnk* címmel, és ebben szerepel a következő meghatározás:

*A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely biztosítja a jelen szükségleteinek kielégítését anélkül, hogy lehetetlenné tenné a jövő generációk szükségleteinek kielégítését.*

Ez a meghatározás nyilvánvalóan nem foglalkozik a tényleges tárgyi tartalommal, de ugyanakkor indirekt módon kiemeli a célok és a siker szempontjából talán legfontosabb momentumot, az emberi felelősséget, általános értelemben a globális társadalmi felelősséget. A globális társadalmi felelősség és a fenntarthatósági célok intenzív összekapcsolódása a gyarmatbirodalmak robbanásszerű felbomlásához és a korábban korlátok nélkül elnyomott és kizsákmányolt népek, nemzetek, régiók öntudatra ébredéséhez köthető.

Ezek az akkori világrendet drámaian érintő változások az 1950-es és 60-as években nagyrészt lezajlottak ugyan, de a többszáz éves gyarmati múlt utóhatásai a mai napig erősen jelen vannak mind a volt gyarmati területeken, mind a volt gyarmattartóknál. Az előző mondatban szándékosan mellőztem a volt gyarmati országok kifejezést, hiszen a gyarmatosítás máig érvényesülő utóhatásai a mesterségesen kijelölt, nemzettudat nélküli országokban máig intenzíven jelen vannak. A gyakori lázongások, területi átrendeződések, anarchikus hatalmi és társadalmi viszonyok által jellemezhető bizonytalanság, illetve a stabilitás hiánya gyakorlatilag akadályozza, vagy meggátolja az organikus fejlődést és impliciten a fenntarthatósági elvek érvényesülését.

Az előző két bekezdés mintha ellentmondana egymásnak, de ez az ellentmondás sajnos ténylegesen fennáll. A tudósok, felelős politikusok, felelősen gondolkodó polgárok, sőt a meghatározó nemzetközi szervezetek (pl. ENSZ, Nemzetközi Valutaalap, Európai Bizottság stb.) által hirdetett fenntarthatósági elvek és ajánlások rendre beleütköznek a gazdasági hatalmak (akár országok, akár cégek, akár gazdasági lobbierők stb.) érdekérvényesítő törekvéseibe, illetve az alulfejtett régiók rövidtávú gazdasági és hatalmi érdekeibe.

Amikor a következőkben a fenntarthatóságról fogalmazunk meg gondolatokat, folyamatosan találkozni fogunk a fent vázolt ellentmondásokkal, és persze számos további ellentmondással is, ami a fejlődés dialektikus értelmezése szerint természetes attribútuma a folyamatnak. Ugyanakkor minél hatékonyabban és gyorsabban érünk el sikereket ezen ellentmondások feloldásában, annál inkább van esélyünk arra, hogy még időben tegyünk megfelelő lépéseket a Föld erőforrásaival való fenntartható gazdálkodás érdekében.

## **2. Történelmi adalékok**

A görög mondavilágból, a homéroszi eposzokból tudjuk, hogy a mai Horvátország területén a dalmát tengerpartot és a mögötte húzódó többszáz kilométer hosszú hegyvonulatot sűrű erdőségek borították. Az antik és a középkori világnak mégis sikerült kb. 1000 év alatt kipusztítania szinte a teljes faállományt, miközben a kor lakossági és gazdasági terhelése nyilván nagyságrendi töredéke volt a mai értékeknek. Akkoriban még nem foglalkoztak a szakszerű erdészkedéssel, nem ismerték az erózió drámai hatásait, így elsősorban a hajóépítés és a faszéngyártás igényei értek el ekkora hatást.

A Brit-sziget erdőirtása még rövidebb idő alatt zajlott le. A középkor vége felé még sűrű erdőség borította Angliát, de az iparosodás korai szakaszához kapcsolható extenzív energiaigényt szinte kizárólag fatüzeléssel elégítették ki, így az 1700-as évekre már a további gazdasági fejlődés gátja lett a fahiány. Nyilván sok tényező játszott még közre, de kijelenthető, hogy az ipari fejlődés egyik legjelentősebb minőségi ugrása, az első ipari forradalom egy drasztikusan jelentkező erőforrás-hiánynak köszönhető.

Érdeemes néhány példán áttekinteni, hogy a tüzelőanyag-hiány milyen jelentős innovációs és fejlesztési dinamikát indított el:

- a manufaktúrák egyedi energiatermelési megoldásai helyett megjelentek a gyártócsarnokok központi tüzelőberendezései, majd kazánházai;
- az olcsó fa helyett a költségesebb, de nagyobb energiasűrűségű szén kezdett rohamosan elterjedni;
- a minden faluszélen rendelkezésre álló erdők helyett a sokkal ritkább előfordulású szén kitermelése, szállítása, hasznosítása olyan szintű mennyiségi és minőségi fejlesztést indukált, hogy sikerült egyrészt rövid idő alatt a fatüzelést teljesen kiváltani, másrészt az extenzív és intenzív ipari fejlődés máig ható alapjait lerakni. (Ma már bele se gondolunk, de a szénbányászathoz és a szénfelhasználáshoz rengeteg, nyilván mára továbbfejlesztett innováció köthető: pl. szivattyúk a bányavíz-kitermeléshez, ventilátorok és légtechnika a bányák levegőellátásához, gőzgép a nagy

berendezések működtetéséhez, gőzhajó, gőzmozdony és vasúti rendszer a szállításhoz, és a példák tovább sorolhatóak...)

A fatüzelés kiváltása nyilván az egyik első olyan látványos lépés volt, amit a mai megítélés szerint már a fenntarthatósági szemlélet motivált, ugyanakkor az extenzív és intenzív ipari fejlődés a legmeghatározóbb eleme az erőforrásainkkal való nem fenntartható gazdálkodásnak.

Ezen újabb erős ellentmondás is jól példázza a fenntarthatóság értelmezésének bonyolultságát, de egyúttal azt is, hogy a fenntarthatóság felé vezető „rögös” úton az innovációnak és a kreatív megoldásoknak kell prioritást biztosítani a szankciókkal szemben.

Az első ipari forradalom alapvetően változtatta meg az egyén és a társadalom kapcsolatát, s teljesen új irányokat jelölt ki a filozófia és a társadalomtudományok területén. Az utópista szocialisták, valamint Marx és Engels alapvetően az ipari forradalom társadalmi-gazdasági hatásait elemezték, erősen támaszkodva a hegeli dialektikára. Ugyanakkor Hegel maga az egyén és az állam viszonyát, az egyén és a társadalom harmonikus kapcsolatát vizsgálta.

*A szellem fenomenológiája* című művében (megjelent 1807-ben) az egyén és a közösség viszonyát elemzi, és eközben talán elsőként használja a fenntarthatóság kifejezést mint *fenntartható erkölcsiséget*, amivel a többség érdekérvényesítését deklarálta az egyéni érdekekkel szemben. 1820-ban jelent meg *A jogállam filzófiájának alapelvei*, melyben az egyén és az állam kapcsolatrendszerét elemzi, és kiemeli az állam kötelező felelősségét a közjó érdekében, melynek keretében köteles biztosítani a természeti erőforrások kímélését a jövő számára. (2)

Valószínűleg ez a hegeli megfogalmazás a fenntarthatóság első tudományos megközelítése, és sokáig kell várni, amíg a fenntarthatóság gondolköre megjelenik a tudományos gondolkodásban. John Maynard Keynes, a múlt század egyik legnagyobb hatású angol közgazdásza 1930-ban egy futurologiainak tekintett tanulmányt írt „Economic Possibilities for Our Grandchildren” címmel. Miközben azt prognosztizálja 2030-ra, hogy az emberek az általános gazdasági jólétben csak heti 15 órát fognak dolgozni és így rengeteg idejük lesz szórakozásra és egyéb nem gazdasági tevékenységre, nem említi, hogy ez a jólét mennyire globális, vagy csak a fejlett és/vagy gyarmattartó országokra korlátozódik. De azt sem említi, hogy egy racionális, nem a profit-maximalizálásra törekvő gazdaság mennyire lehet pozitív a fenntarthatóság szempontjából. (3)

Ugyanakkor Keynes gondolatai, hogy nem a gazdaság állandó fejlesztése a hosszútávú cél, implicite tartalmazták a fenntarthatósághoz vezető út egyik legfontosabb elemét, az erőforrásokkal való ésszerű gazdálkodást, valamint azt az ő korában újszerű gondolatot, hogy a GDP állandó, folyamatos növelése nem feltétlenül garantálja az emberiség jó közérzetének emelkedését. Csak az 1990-es években jelentek meg az első közgazdasági elemzések, amelyek a GDP-növekedés lassulásával foglalkoztak, még nem kiemelve, hogy ez a közjó szempontjából hasznos is lehet, de legalább nem a negatív aspektusokat hangsúlyozták túl.

### 3. Növekedési mítosz és fenntarthatóság

A 2000-es évek elején jelentek meg az első tanulmányok két M.I.T. professzor, Abhijit Banerjee és Esther Duflo tollából, akik szakítva a közgazdasági 'maenstream' növekedési ortodoxiájával, azt vizsgálták, mennyire kívánatos a GDP állandó növekedése, és hogy szegényebb közösségekben milyen politikai technikákkal, milyen kormányzati eljárásrendekkel lehet érdemben javítani az életminőséget és az általános közérzetet. Szigorú tudományos elemzéssel kimutatták például, hogy ha szegény környezetben fizetnek a szülőknek a gyerekeik folyamatos iskoláztatásáért, szemben a korai munkába küldéssel, az eredmény mind a konkrét közösség, mind a tágabb társadalom számára egyértelműen pozitív. (3)

„*Good Economics for Hard Times*” című könyvükben kifejtik, hogy a kormányzatoknak nem a 'növekedési csodát' kellene hajszolni, hanem sokkal inkább olyan kipróbált intézkedéseket meghozni, amelyekkel a legszegényebb rétegeket tudják érdemben segíteni, elsősorban az egészségügyi ellátás, az oktatás és a szociális kedvezmények területén. Részletesen kifejtik, hogy egy lassú GDP-növekedés is lehet nagyon hasznos, különösen, ha a növekedés gyümölcseit szélesebb körben terítik szét, kiemelten az iskolák, a kórházak, a gyógyászat és a szegények anyagi segítése területén.

Ezek a gondolatok és ajánlások mára a közgazdasági 'maenstream' számára is kezdenek relevánssá válni, és ezen nyilván tovább lendít, hogy 2019-ben Banerjee és Duflo kapták a közgazdasági Nobel-díjat. Az általuk képviselt gondolatokat részben továbbfejlesztve, Dietrich Vollrath, a Houstoni Egyetem professzora a nulla növekedés potenciális és tényleges hasznosságát vizsgálta. „*Fully Grown; Why a Stagnant Economy Is A Sign of Success*” című könyvében (2020) számos példán keresztül mutatja be, hogy a növekedés lassulása a fejlett gazdaságokban organikus folyamat, és indokolatlan a növekedés mítoszához ragaszkodni. Ráadásul a fejlett országokban a növekedés lassulása olyan folyamatokhoz is köthető, amelyek természetes következményei az életminőség javulásának. (4)

Két tendenciát érdemes kiemelni: egyrészt a lakosság átlagéletkorának növekedését és a munkaképes korosztály stagnálását, vagy csökkenését, másrészt az egyénekre és ezáltal a társadalom széles rétegeire jellemző költési/vásárlási szokások meghatározó változását. Például az USA jellemzően fogyasztói társadalmának költési szokásai az elmúlt 60 évben alapvető változásokon mentek át. Korábban a tárgyi eszközök (pl. ruházat, autók, bútorok stb...) voltak túlsúlyban, ma már a szolgáltatások, mint többek között a gyerekgondozás, az egészségügyi ellátás, a nyaralási-turisztikai és wellness időtöltés váltak meghatározóvá. Számokban is kifejezve: a 60 év alatt a szolgáltatások hozzájárulása az USA GDP-jéhez 40%-ról 70% fölé nőtt. (4)

Egyes közgazdászok és társadalomtudósok már a stagnáló növekedésen is túlléptek, és a „*degrowth*” (ellen-növekedés, vagy negatív növekedés lehetne magyarul) össztársadalmi hasznosságát hangsúlyozzák. A *degrowth* csak nyilvánvalóan erős társadalmi konszenzus alapján lehet eredményes, de pl. munkamegosztási (work-share) és bevétel átcsoportosítá-



si szabályozásokkal megvalósítva látványos pozitív változások prognosztizálhatók többek között a munkanélküliség, a szegénységi index és számos, a fenntarthatóság szempontjából is fontos mutató terén.

Nem véletlen, hogy az ilyen irányú kutatások és kezdeményezések a társadalmi konszenzus szempontjából érzékeny és előrehaladott Kanadában folynak intenzíven, ezen belül is kiemelhető Peter A. Victor, a torontói York Egyetem professzorának kutatómunkája. Victor egy olyan számítógépes modellt fejlesztett ki, amellyel a kanadai gazdaságon belül elemezte különböző scenáriók mentén a *degrowth* hatását. A különböző premisszák mellett nyilván változó eredmények adódtak, de érdemes kiemelni, hogy pl. egy kb. 30 évre tervezett 50%-os (!) csökkenés az egy főre jutó GDP-ben, megfelelő munkamegosztási, jövedelem disztribúció és szociális politika mellett, a közjó és a fenntarthatóság szempontjából látványos eredményeket hoz, és nem jár az átlagos tényleges életszínvonal romlásával. (3)

Jelen gondolatok nem közgazdasági indíttatásúak, de nyilvánvaló, hogy a gazdasági vezetőik, a politikusok és a társadalmak hangsúlyos vezetőinek paradigmaváltása nélkül a fenntarthatósági szempontok alig, vagy csak nagyon nehezen tudnak/fognak érvényesülni. Ezt sajnos jól tükrözi az elmúlt 60 év 'fenntarthatósági' krónikája, amelyben nagy nekibuzdulások és kis eredmények követték egymást, de egy pozitív eredménye biztosan volt az elmúlt időszaknak: a fenntarthatóság mint globális prioritás látványosan átlépte a láthatósági küszöböt, és nem megkerülhetően meghatározó eleme lett mind a világgazdaságnak, mind a lokális politikai színtereknek.

#### **4. A fenntarthatósági „mozgalom” fejlődése**

A II. világháború lezárása új politikai és gazdasági világrendet hozott létre, melyet hamarosan követett a gyarmatbirodalmak felbomlása. Elsősorban e két alapvető fordulatnak (de természetesen még számos további momentumnak) a következménye az a drámai paradigmaváltás, amely alapvető változásokat generált mind a politika, mind a gazdaság, mind a társadalmi kapcsolatrendszerek és a szociális viszonyok terén.

Az 1968-as mozgalmak hatása és kulturális leképezése (filmek, könyvek, színház, képzőművészet stb.) azóta is látványosan velünk él, a nagyjából ugyanakkor megindult fenntarthatósági törekvések lényegesen lassabban lépték át a láthatósági küszöböt. A 68-as generáció számos területen újrhangolta a társadalmi konszenzusokat és új prioritásokat fogalmazott meg, többek között az életminőség s a szociális szerepek és kapcsolatok terén. Ez a generáció már érzékenyebben reagált a fenntarthatóság kihívásaira, ezen belül elsősorban a környezetvédelem lett az a központi mozgalom, amely gyorsan felemelkedett a politikai és a társadalmi prioritások közé.

Nem kell külön hangsúlyozni, hogy a környezetvédelem meghatározó eleme a fenntarthatósági princípiumoknak, s logikus, hogy a széles rétegek számára is könnyen érthető és mobilizáló hatású környezetvédelmi ismeretterjesztés és politikai aktivizálás 'farvizén' a fenn-

tarthatóság sokkal komplexebb gondolatai is terjednek. Ez a folyamat sok forrásból indult, de csak a Római Klub alakulásától tekinthető olyan mozgalomnak, amelynek jelentős társadalmi és politikai súlya volt, és sikeresen iniciálta a tudományos és politikai közélet összefogását.

Nyilván nem véletlen, hogy a Római Klub is 1968-ban alakult, azzal a céllal, hogy lehetőleg tudományos megközelítést alkalmazva, elősegítse a világméretű problémák megértését a döntéshozók és a közvélemény körében. A két alapító, Aurelio Peccei és Alexander King először 30 olyan elismert európai személyiséget hívott össze, akik osztoztak kettejük közös aggodalmában a túlhevített gazdasági fejlődés következményeire. Érdekes hangsúlyozni, hogy már kezdetben is jelentős gazdasági szereplők álltak be a klub támogatói közé: az alakuló tudományos ülést hivatalosan az Agnelli Alapítvány, Olaszország leggazdagabb családjának, a FIAT tulajdonosainak alapítványa támogatta, de informálisan és nem hivatalosan David Rockefeller is támogatást nyújtott. (5) (W)

Peccei és King is olyan gazdasági vezetői pozíciót töltöttek be, ahol jelentős 'network' kapcsolatokat tudtak mobilizálni. Peccei az egyik legbefolyásosabb olasz gazdasági vezető és üzleti tanácsadó volt, a legnagyobb olasz cégek igazgatóságát vezette, ill. résztvett azok igazgatóságában (FIAT, Olivetti, Alitalia, Innocenti, Montecatini), míg King az OECD tudományos, technológiai és oktatási területekért felelős igazgatója volt. (Később még számos magyar vonatkozással fogunk találkozni, de érdemes megemlíteni, hogy Peccei nagyszülei Pécsről vándoroltak ki Olaszországba.)

Az alakuló ülést követően hamarosan kialakult a klub máig érvényes működési rendje és a tagsági struktúra alapelve. A Római Klub egy nem hivatalos multikulturális, multinacionális és széles, nyitott ideológiai bázison működő szervezet, amely tagjait az akadémiai hagyományok szerint választja. A változó számú, de maximum 100 tag, általában kb. 40 országból a tudományt, az oktatást, a kultúrát, az üzleti életet, valamint a kormányokat és a nemzetközi szervezeteket képviseli, de egy magas politikai pozíció kizárja az aktív tagságot. Vagy a klub tagjai, vagy felkért szakértők irányításával globális szakértői csapatok dolgozzák ki a klub által kijelölt világméretű problémát bemutató elemző és javaslatokat megfogalmazó tanulmányokat, melyeket először a klub maga fogad el, vagy küld vissza átdolgozásra.

A klub rögtön az indulása után olyan súlyú politikai támogatást kapott, amelynek révén azonnal felkerült a világpolitika meghatározó háttérszervezetei közé. 1969 szeptemberében, Alpachban, az Európai Nyári Egyetemen Peccei és King találkoztak Josef Klaus akkori osztrák kancellárral, aki felismerte, hogy a klub által képviselt gondolatok a jövőnk szempontjából valóban meghatározóak, és túl az együttgondolkodáson, támogatásáról biztosította a klubot. Ausztria semlegessége garancia volt az együttműködés politikamentességére, ugyanakkor látványosan tágította a klub profilját s lehetővé tette, hogy sokkal szélesebb és meghatározóbb körből tudják meghívni és felvenni az újabb tagokat. (7)

A világgazdaság főszereplői közül többen is felismerték az új szervezet potenciális szerepét, s háttér szervezeteiken keresztül közvetlenül is támogatták az egyes jelentések készítését és kiadását. Nyilván nem csak véletlen, hogy a megalakulás fő támogatója a FIAT (Agnelli Alapítvány) volt, míg a klub első nagy hatású jelentését – *The Limits to Growth*

(*A növekedés határai*, 1972) – és az ebből készült nagy sikerű könyv kiadását a Volkswagen Alapítvány támogatta.

A *The Limits to Growth* sikerét jól jellemzi, hogy az egész világon máig ez a legnagyobb példányszámban eladott, fenntarthatósággal/környezetvédelemmel kapcsolatos könyv, továbbá azt is igazolja, hogy a Római Klub nemcsak jól határozta meg működési struktúráját, de megtalálta a széles közvéleményt is elérő, hatékony ismeretterjesztési formát is. (Mivel a *The Limits to Growth* hatása máig meghatározó a fenntarthatóság gondolkörének szakmai, politikai és társadalmi bővítésében, elmélyítésében és terjesztésében, később alaposabban is foglalkozunk a könyv tárgyalási módszerével, megállapításaival és üzeneteivel.)

A Római Klub már megalakulásakor számos globális kérdéskör tudományos elemzését tűzte ki célul – a fenntarthatóság szempontjából az alábbiak emelendők ki, miközben a felsorolás nyilván nem teljeskörű:

- *Milyen következményekkel jár, ha a világ népesség-növekedése a jövőben korlátlanul folytatódik?*
- *Vajon lesz-e mindenkinek elegendő élelem és ivóvíz?*
- *A véges kőolaj, kőszén és földgáz készletekkel hogyan gazdálkodjunk?*
- *Mit lehet tenni azért, hogy a Föld eltartóképességén belül maradjon az emberiség?*
- *És egyáltalán: mekkora ez az eltartóképesség?*

Ezek a felvetések, nyilván más kontextusban, de már korábban is megjelentek mind a tudomány, mind a futurisztikus irodalom területén (Malthus modellje és Aldous Huxley, angol író főként a 1920-as, 30-as években írt regényei emelendők ki), ám a korábbi megközelítések alapvetően a fenti kérdések negatív vetületét és a jövőt súlyosan beárnyékoló hatásait prognosztizálták.

Thomas Malthus, angol demográfus és közgazdász túlnépesedési elmélete a XVIII. és XIX. század fordulóján abból indult ki, hogy a népességnövekedés mértani sorozat, míg a létfenntartási cikkek gyártásának növekedése számtani sorozat szerint alakul. Ez egyre erősebb feszültségekhez, a nyomor és éhezés növekedéséhez vezet. De hogy ez a tendencia ne váljon végzetessé, arról maga a természet gondoskodik a háborúk, a betegségek és járványok, valamint a bűn segítségével. Mára Malthus elmélete a legtöbb tézisében túlhaladott lett, sőt, szélsőséges eszmék alátámasztását is szolgálta, de az a felismerése, hogy a népesség növekedése nem egyértelműen csak pozitív hatásokkal bír egy ország gazdaságára, valójában az első jelentős lépésnek tekinthető a fenntarthatósági gondolkör kialakulásában. (8)(9)(W)

A világnézetektől független, 'kincstári' optimista jövőképet a Római Klub sem fogadta el, de szemben a korábbi depresszív, sőt fatalista víziókkal, tudományos módon kereste a válaszokat, és megpróbálta matematikai modellek segítségével elemezni a világ erőforrás-gazdálkodásának lehetséges forgatókönyveit s a várható fejleményeket. A hidegháborús 1960-as években nem sok olyan gazdasági és politikai elmélet létezett, amelyben

különböző ideológiai alapon ugyan, de a Szovjetunió (és természetesen hű csatlósai is), valamint a vezető kapitalista hatalmak azonos célokat tűztek ki, és e célok elérését feltétlenül hasznosnak látták. Az állandó gazdasági növekedés egy ilyen 'tudományos' elmélet volt, de a politikai célokat is megtestesítő gazdasági verseny a két polarizált ideológiai és hatalmi blokk között azt az irányt jelölte ki, hogy mindkét fél a folyamatosan hajszolt gazdasági növekedés terén is legyőzze a másikat, illetve hogy a kapitalista gazdasági fölény továbbra is megmaradjon, sőt növekedjen.

Ebben a világpolitikai helyzetben tudatosult egyre inkább a felelősen gondolkodó és a napi politikától független értelmiségi körökben, hogy a túlhajszolt gazdasági növekedés negatív hatásaira fell kell hívni a figyelmet s olyan hatékony információs csatornát kell kiépíteni, melyen keresztül minél szélesebb körben jut el a fenntarthatósági üzenet akár a témához nem értő laikusokhoz, de a politikusokhoz, a döntéshozókhöz, a közgazdászokhoz s a más tudományterületen dolgozó tudósokhoz, kutatókhoz is.

Az, hogy a globalizáció, a népességgrobbanás és a korlátlanul hajszolt gazdasági növekedés súlyos környezeti, társadalmi, sőt gazdasági problémákat vet fel, számos tudós és publicista előadásában és publikációjában is megjelent az 1960-as évekre, de ezek még nem jutottak el sem a kérdéskör komplex vizsgálatához, sem a társadalom széles köreinek hatásos megszólításához. Egyes művek mégis jelentősen átlépték a láthatósági küszöböt, s meghatározóan hozzájárultak a fenntarthatósági gondolkodás elmélyüléséhez és elterjedéséhez.

Itt leginkább Rachel Carson, amerikai ökológus 1962-ben megjelent '*Néma tavasz*' (*Silent Spring*) című könyvére kell utalni, amely talán elsőként tárta fel és mutatta be eklatáns példákon keresztül a gazdaság, a politika és a tudomány negatív szerepét a környezetszennyezésben, a fajok pusztulásában, sőt kipusztulásában. Rámutatott, hogy ezek a súlyosan ható tények, események nem véletlen és szükségszerű melléktermékei a gazdasági tevékenységnek, s hogy kialakulásukhoz a tudomány és a politika nehezen, vagy alig visszafordítható következményekkel járó felelőtlen döntései jelentősen hozzájárulnak. A '*Néma tavasz*' informatív és tudatformáló hatása is fontos szerepet játszott az 1960-as években abban, hogy az eleinte csak értelmiségi körökben erősödő fenntarthatósági felelősségvállalás túllépett a lokális és partikuláris hatásterületen, s a globális gazdaságpolitikai és politikai színpadon is szerepet játszó értelmiségi köröket is aktivizált. (10)

A Római Klub ennek a felelősen gondolkodó értelmiségi körnek volt a leglátványosabb és leghatékonyabb tevékenykedő szervezete, s az első globális üzenete megfogalmazásához kiválóan választotta ki a jelentéskészítő személyeket. A klub a *fenntarthatóság* tárgykörében sokakban sejlő érzéseket és gondolatokat tudományos módszerekkel kívánta alátámasztani, és ezzel elérni, hogy laikus és/vagy demagóg ellenérvekkel ne lehessen egyszerűen félresöpörni a növekedési mítoszt elemző és kritizáló gondolatokat. Ehhez a hiteles megközelítéshez olyan tudományos módszert kellett választani, amely alkalmas különböző scenáriókat elemezni és minél szélesebb információs bázis minél átfogóbb adattömegét feldolgozni.

Ne feledjük, hogy 1969–70 körül járunk, s az a tudományos kapacitás és számítógépes erőforrás, ami egy ilyen tanulmányhoz szükséges volt, nagyon korlátozottan állt rendelkezésre. Ezért is volt rendkívül hatékony az a döntés, hogy a klub az első jelentés elkészítésére az M.I.T. három kutatóját, Donella és Dennis Meadowst, valamint Jorgen Randerst kérte fel. Az M.I.T. szakmai és számítógépes kapacitásai, a három tudós modellezési és környezetvédelmi tapasztalatai garanciát nyújtottak egy sikeres tanulmányhoz, de azt a globális hatást, amit a *The Limits to Growth*s megjelenése után rövidesen elért, nem igazán lehetett előrevetíteni. (7)(11) (12)

## 5. A *The Limits to Growth* hatásai

### 5.1. Politikai hatások

Kevés közérthető tudományos könyv ért el akkora hatást, mint *A növekedés határai*. A 60-as években elindult fenntarthatósági és környezetvédelmi gondolkodás a könyv hatására látványosan felerősödött, s felgyorsult az 1968 után elindult zöld mozgalmak pártokká és társadalmi egyesületekké szerveződése. A világpolitikai hatások közül kiemelendő, hogy a korábban csak marginálisan kezelt *fenntarthatósági/környezetvédelmi* gondolatkört az ENSZ és társult szervezetei kiemelt fontosságú feladatként határozták meg, és beemelték a szervezetek stratégiai prioritásai közé. Ismert az ENSZ tevékenységének korlátozott hatékonysága és eredményessége, de nem szabad a hatásait alábecsülni. Globális politikai célok megfogalmazásában nem lehet helyettesíteni az ENSZ szerepét – az már a szokásos ellentmondások egyike, hogy a konkrét megvalósítások általában a lokális érdekek prioritásai miatt csak részben, vagy alig realizálódnak.

*A növekedés határai*, a Római Klub további tanulmányai és természetesen a zöld mozgalmak felerősödött politikai hatásai meghatározó szerepet játszottak abban, hogy az ENSZ 1983-ban megalapította a 'Környezet és Fejlődés Világbizottságot', amely Brundtland aszszony vezetésével kidolgozta az 1987-ben megjelent 'Közös jövőnk' című jelentést. Ez már globális krízisként értékeli a kialakult helyzetet, és így fogalmaz: „Eljött az idő, hogy kitörjünk a múlt sémáiból. A szociális és ökológiai stabilitás fenntartása a környezetvédelem és a fejlesztés hagyományos megközelítésével csak az instabilitást növeli.” (12)

A bizottság javasolta, hogy a jelentés minél magasabb szintű politikai súlyt kapjon, és ezt az ENSZ is magáévá tette. A politikai üzenetek megvitatásához és megfogalmazásához a bizottság közreműködésével az ENSZ megszervezte addigi legnagyobb politikai rendezvényét, melyre 1992-ben 'Környezet és fejlődés' címmel Rio de Janeiróban került sor. A helyszínválasztás kiemelt fontosságú volt, hiszen a Brundtland-jelentés egyik lehangsúlyosabb üzenete a fejlődő és elmaradott világ helyzetével foglalkozott és annak az ellentmondásnak a kezelésével, hogy a világ meghatározó gazdasági és politikai döntései csak tovább mélyítik a gazdagok és szegények, a fejlettek és fejlődők közötti ellentétet.

Az ENSZ 1992. évi világtalálkozóját alapvetően környezetvédelmi hangsúlyok jellemezték.

ték ugyan, de a szinte egységesen elfogadott záródokumentum ('*Feladatok a XXI. századra*', 1993) legfontosabb üzenete a fenntartható fejlődést hangsúlyozta: „*A fejlődéshez való jogot úgy kell érvényesíteni, hogy a ma élő és a jövő nemzedékek fejlődési és környezeti szükségletei egyaránt kielégítést nyerjenek.*” (12)

Ez a megfogalmazás sokféleképpen értelmezhető, és az egyes országok többnyire a számukra kedvező értelmezést hangsúlyozták, de azt elérte, hogy a fenntartható fejlődés fogalma a legmagasabb politikai prioritások szintjére emelkedett, és a legtöbb országban törvényhozási kategóriaként értelmezték és vezették be. Az Európai Unió már 1992-től stratégiai feladatként tűzte ki a fenntartható fejlődés megvalósítását, amit hazánk a 2004-es belépéssel érvényesített, illetve 2007-ben kormányunk elfogadta a Nemzeti Fenntartható Fejlesztési Stratégiát. Az UNESCO oktatási programja a 2004–2015 közötti időszakot a Fenntartható Fejlődés évtizedének nyilvánította. Ezt is figyelembe véve, a 2005-ben elfogadott Felsőoktatási Törvényünk (2005. évi CXXXIX. törvény a felsőoktatásról) az európai egyetemek Magna Chartájával való harmonizáció jegyében az oktatási célok fő prioritáisaiként a társadalmi kohézió és a fenntartható fejlődés szolgálatát emelte ki a bevezető indokló fejezetben. (12)

*A növekedés határai* valójában egy nagyhatású tudományos tanulmány volt, ami a kor sajátos társadalmi légkörében rendkívüli politikai reakciókat és pozitív eredményeket generált, de nem sikerült elérnie azt az áttörést, amiben a Római Klub alapítói és támogatói, talán túl optimistán, reménykedtek.

## 5.2. Tudományos hatások

*A növekedés határai*, ahogy azt már a korábbiakban kiemeltük, a kor legfejlettebb szintjének megfelelő számítástechnikai módszerekkel, széles adatbázisra támaszkodva, scenárió modellezéssel próbált minél pontosabb képet adni az akkor ismert 'jelen' helyzetről s a rövid és középtávon várható hatásokról. Egyes forgatókönyvek esetében hosszútávú (50 év) prognózisokat is bemutat, de mindegyik forgatókönyv alapvetően optimista megközelítésű, azt feltételezi, hogy a felismert negatív kihívások és a politikai konszenzussal elfogadott pragmatikus lépések révén az emberiség talál pozitív forgatókönyvet a fenntarthatósági problémakör kezelésére.

Itt érdemes említeni, hogy *A növekedés határai* által elindított széleskörű szakmai műhelymunka az eredeti szerzők műhelyében is folyt tovább, ezt tükrözték az 1992-ben megjelent *A növekedés határain túl*, és a 2004-ben megjelent *A növekedés határai harminc év múltán* című, továbbfejlesztett kiadások, amelyek az időközben feltárt újabb lehetőségeket, de az időközben felerősödött negatív tendenciákat is integrálta a scenáriókba. (A 3. kiadásban már nem tudott részt venni Donella Meadows, aki a szerzőhármas legkarizmatikusabb szereplője volt, de időközben elhunyt.)

A két újabb kiadás már messze nem olyan optimista, mint amilyen az első könyv volt, de tovább erősítették az első kiadás tudományos hatásait. A szerzők négy alapvető fogalmat emeltek ki s ezek tudományos újraértelmezésével és pontosított definícióival érték el, hogy

az elemzések egzakt módszerekkel és transzparens matematikai modellezéssel készülhetnek. Ez a négy fogalom az alábbi volt:

- *növekedés*
- *fejlődés*
- *túllövés*
- *korlát*.

Ezek szisztematikus elemzése feltárta a fogalmak belső ellentmondásait, és rámutatott a pontatlan, vagy félreértelmezés hibáira, sőt ezek veszélyeire. Legfontosabb talán, hogy egyértelmű különbséget kell tenni a növekedés és a fejlődés között. (13)

### 5.2.1. *Növekedés*

A *növekedés* anyagi jellegű, mennyiségi felhalmozódást jelent, mint például a népesség növekedése, vagy a gazdasági növekedés. Mindkettő vizsgálatához egzakt módszerek állnak rendelkezésre, változásaik matematikailag modellezhetőek. Például a népesség növekedését (de akár a csökkenését, azaz negatív növekedését) nyomon követhetjük az anyakönyvezések számának ismeretében, vagy a népszámlálási adatok alapján, míg a gazdasági növekedést különféle makromutatók segítségével. A legtöbbször alkalmazott makromutató a GDP (Gross Domestic Product), ami egy adott területen vagy régióban, de leggyakrabban egy konkrét ország területén, adott idő alatt előállított, végső felhasználásra szánt javak összértéke.

A *növekedés határai* 1972-es megjelenése óta a világ GDP-értéke gyakorlatilag folyamatosan nő, sőt, a növekedés üteme is gyorsult a legtöbb időszakban. Elvileg ez magával hozhatná a fejlődő országok felzárkózását, a gazdag és szegény régiók közötti különbségek csökkenését. De a tényadatok mást mutatnak: a fejlődő világ is növekedési pályán halad ugyan, sőt számos régióban csökkent a mélyszegénységben élők, az éhezők és alultápláltak aránya, de az egy főre vetített GDP értéke a legtöbb fejlődő országban alig növekszik, sok helyen inkább csökkenést mutat. Ugyanakkor a fejlett gazdaságok folyamatos GDP-növekedése az egyéni GDP-mutatóban is jelentkezik, így a fejlettek és a fejlődők közötti különbség gyakorlatilag a legtöbb összehasonlított ország esetében inkább növekszik, mint csökken.

További negatív tendencia s számos ellentét és ellentmondás forrása az a jelenség, hogy az egyes országokon és régiókon belül, mind a fejlett, mind a fejlődő országokban, a szűk gazdag réteg jövedelme sokkal gyorsabban növekszik, mint az átlag, ezáltal szinte minden országra igaz, hogy az alsó és középrétegek felzárkóztatása nem igazán valósul meg. Még számos ellentmondás fogalmazható meg a hagyományos gazdaságtan mérőszámai, kiemelten a GDP elemzése alapján, különösen a társadalmi és szociális elemeket is figyelembe vevő tendencia-bebecslések és szcenárió-modellek esetében.

A *növekedés határai* és a hatására feltárt ellentmondások, illetve újrafogalmazott vizsgálati kritériumok voltak a fő indítékai a közgazdaságtan új ágának, a *környezetgazdaságtan* mint önálló tudományterület megszületésének. Az új tudományterület túllépett a

hagyományos GDP alapú és hagyományos gazdaságtani mérőszámokkal dolgozó elemzéseken, mert ezek a vizsgálatok nagyon szűken értelmezik a jólét fogalmát. (14)

A jólét csak részben hagyományos közgazdasági fogalom, abban alapvető szerepe van a társadalmi, szociális, életminőségi elemeknek, hogy csak a legfontosabbakat emeljük ki. A GDP alapú megközelítés nem számol pl. a munkanélküliséggel, a relatíve növekvő szegénységgel, nem veszi figyelembe a jövedelemelosztást, a szabadságjogok, a szociális jogok és egyéb alapvető emberi jogok érvényesülését, nem vizsgálja az oktatás, az egészségügy és a közbiztonság helyzetét, miközben ezek – és lehetne tovább sorolni a szempontokat – alapvető mérőszámai egy társadalom fejlettségének és az egyébként is csak relatív mérőszámokkal jellemezhető *jólétnek*.

A jólét és növekedés ellentmondásai közül érdemes kiemelni egy jellemző és a fenntarthatóság szempontjából is fontos példát: a hagyományos közgazdaságtan a környezet-szennyezés okozta károk megelőzését, korlátozását, enyhítését és magát a szennyezést előidéző termelő vagy szolgáltató tevékenységet is a GDP növekedéseként könyveli el. Hasonló példa a bontás, felújítás, újjáépítés láncolata is: egy lakóház, vagy üzem bontása és utána újjáépítése, vagy akár csak részleges felújítása mind önálló additív komponense a GDP növekedésének. Ez korrekt, hiszen több vállalkozó munkája, építési és szerelőanyagok és egyéb komponensek kerülnek felhasználásra, de a végeredmény maradt gyakorlatilag ugyanaz, van egy ház, vagy egy üzem, csak a minőségi többlet a tényleges különbség.

Ez a példa is jól mutatja, hogy a növekedés nem azonos a fejlődéssel. A növekedés alapvetően csak a mennyiségi változásokat követi, míg a *fejlődés* főként a minőségi változást jelenti. A mennyiségi változások könnyen nyomonkövethetők, pontos mérőszámokkal dokumentálhatók, ugyanakkor a minőségi változások nehezen, vagy alig mérhetőek, sok esetben semmilyen hagyományos értékmérővel nem jellemezhetőek. A hagyományos közgazdaságtan próbált ugyan becslési kategóriákat definiálni sok területre, pl. a termőföldre, erdőkre, hal- és vadállományra és hasonló kategóriákra, de a tényleges érték csak akkor kap esetleg pontosabb számértéket, amikor a természet pusztulása, vagy pusztítása után a hiányt pótolni kell, az esetleges pótlást meg kell becsülni. (15)

Még bonyolultabb a helyzet a környezet alapelemeivel, a levegővel és a vízzel (a marxista és követő elméletek a fát is idesorolták), mert sokáig semmilyen értéket nem rendeltek hozzájuk, abból a feltételezésből kiindulva, hogy korlátlanul állnak rendelkezésre. Ma már tudjuk, hogy ez a szemlélet teljesen hibás, hiszen a víz és a levegő ugyan nehezen definiálható értéket, de értéket képviselnek (a fa esetében ez jóval korábban nyilvánvalóvá vált), de leginkább nem korlátlanok, tehát pótlásuk, helyettesítésük jelentős költséggel jár. (16)

### 5.2.2. Fejlődés

A *fejlődés* és a *jólét* jellemzése társadalmi viszonyoktól, kulturális hagyományoktól, életviteli szokásoktól és sok egyéb, makromutatókkal nem mérhető elemtől függ, s a minél



pontosabb értékelések érdekében bevezették az ún. *zöld indexeket*. Ilyen például a Humán Fejlődési Index (HDI, Human Development Index), vagy a Fenntartható Fejlődés Indexe (SDI, Sustainable Development Index). Ezek alapvetően olyan értékekkel foglalkoznak, amelyek a GDP-ben és más hagyományos közgazdasági mutatókban nem jelennek meg: ilyenek például a házimunka, a gyerekeknvelés, az önkéntes munka, a rászorulókat/idősek gondozása, a szabadidős tevékenységek széles spektruma, a sportolás, a vallásgyakorlás, de a családdal, barátokkal töltött idő is. Könnyű belátni, hogy az előbbi – akár még bővíthető – felsorolás elemei nem tartoznak közvetlenül a termeléshez, a fogyasztói termékek előállításához, vagy a szolgáltatások nyújtásához, de a munkavégzés teljesítményét erősen befolyásolja, hogyan érezzük magunkat, mennyire töltődünk fel energiával, hogyan regenerálódunk – összefoglalva: milyen az életminőségünk.

*Kis színes érdekesség az SDI-hez: az utolsó letölthető SDI táblázat 163 országot rangsorol, s logikus módon a fejletlen iparral és alacsony környezeti lábnyommal rendelkező országok vannak az élen. Az első helyen Kuba található, és érdemes kiemelni, hogy a rangsorban legelől található EU-tagország, Magyarország a 28., a következő EU-tag, Románia a 39. és az első nyugat-európai ország a listán, Portugália a 70. Érdekes, de mindenképp elgondolkodtató adatok. Csak tájékoztatásul, az USA a 159., míg a két utolsó Kuvait és Szingapúr. (W)*

*Ezek az adatok is jól jellemzik a fenntarthatóság fogalomkörének ellentmondásos és bonyolult értelmezését, és ismételten felhívják a figyelmet arra, hogy a fenntarthatóság felé vezető úton nehéz áldozatokat is kell hozni és bonyolult kompromisszumokat kötni.*

A növekedési mítosz egyik fő hozadéka a fogyasztói társadalom kialakulása, a divat által diktált fogyasztói kultúra erős vonzása. Az újabb és újabb modellek folyamatos vásárlási mániát generálnak, és az egyes termékek rövid ciklusideje nem engedi, hogy a fenntarthatósági szempontok maguktól érvényesüljenek. Ezzel szemben a hosszabb ciklusidő, az újrahasznosítás fokozott térnyerése, a tartós fogyasztási cikkek preferálása, a környezetvédelmi prioritások érvényesítése közvetlenül vagy közvetve, értéket képviselnek a *zöld indexekben*. A hagyományos GDP-növekedés által motivált közgazdaság egyaránt növekedésként könyveli el a környezetszennyezést előidéző termelést és szolgáltatást, de a károk megelőzését, korlátozását, enyhítését és megszüntetését is.

Ez a szemlélet nyilvánvalóan súlyosan téves a fenntarthatóság szempontjából, hiszen felesleges erőforrás-pocsékolásokat számít be a GDP-növekedésbe, alkalmas a politikusok általi demagóg félreértelmezésre.

*Ehhez ismét álljon itt a korábban említett szemléletes példa: Egy ház lebontása majd újjáépítése mindkét munkafázist tekintve GDP-növelésnek számít, miközben valójában alig történt érdemleges értéknövelés, a régi helyett lett egy új házam. Nyilván ezt a példát is lehet az ellentmondásai mentén elemezni, de a GDP-mítosz lényegét jól tükrözi.*

A *jólét* precízen nehezen definiálható, az értelmezési tartományába beletartozik a fenntarthatóság, az életminőség, az élhetőség és még számos önállóan is vizsgált fogalom. Közben nyilvánvaló, hogy ezek a kategóriák számos szubjektív elemet tartalmaznak, hiszen

legtöbbször az egyén közérzetével foglalkoznak, a tudományos kutatás a mérőszámok pontosabb meghatározásával és az adott vizsgálatba bevont számuk növelésével próbál minél pontosabb értékeléshez jutni. Például a Központi Statisztikai Hivatal fenntartható fejlődést monitorozó, kétévenként megjelenő *előrehaladási jelentése* 103 indikátort vesz figyelembe. (17) A városok, települések élhetőségi rangsorának összeállítói is nagy számú indikátorral dolgoznak. (18) Még az alapvetően ingatlanpiaci szempontok szerint készülő, egyszerűbb rangsor-összeállítások is legalább 15–20 mérőszámot vesznek figyelembe, de az igényes tudományos ismeretterjesztő kategória egyik vezető orgánuma, a National Geographic több mint 50 indikátor alapján állítja össze évenként a világ legélhetőbb városainak sorrendjét.

A tárgyval foglalkozó tudományos művek, kiadványok gyakran akár jóval 100 feletti mérőszámot elemeznek, ami önmagában is mutatja, hogy a fenntarthatóság kérdésköre már rég túllépett a társadalmi és politikai mozgalmak által korábban megfogalmazott célokon. Ezt az ENSZ is felismerte: bonyolult, számos kompromisszumot is kikényszerítő előkészítés után, az ENSZ 70. közgyűlésén, 2015. szeptember 25-én a világ vezetői elfogadták az aktualizált fenntartható fejlődési keretrendszert, a *2030 Agendát* (The 2030 Agenda for Sustainable Development).

A globális program magját a Fenntartható Fejlesztési Célok (*Sustainable Development Goals, SDG*) alkotják, ezen belül 17 célt és 169 alcélt (eszközcélt) határoz meg egy hatékonyabb gazdasági, társadalmi, környezeti fejlődési és fejlesztési együttműködés érdekében. (19) Az Agendát elfogadó országok vállalták a publikussá teendő előrehaladási vagy felülvizsgálati jelentések elkészítését, amelyek az összehasonlíthatóság érdekében közös indikátor-készlettel dolgoznak. Az Agenda elfogadásakor 241 globális mutatót határoztak meg, de az egyes régiók, országcsoportok és nemzetállamok jogosultak saját indikátorokat is meghatározni, így valószínű, hogy a globális együttműködés keretében figyelembe vett mérőszámok vagy indikátorok tényleges száma 300 körül becsülhető.

### **5.2.3. Túllövés és korlát**

A *növekedés és fejlődés*, ezen belül a jólét értelmezése után röviden utalni kell *A növekedés határai* másik két kiemelt fogalmára, a *túllövésre* és a *korlátra*. A két fogalom a legtöbb esetben együtt értelmezendő, mivel a *túllövés* leegyszerűsítve azt jelenti, hogy valamilyen területen egy olyan határt, azaz *korlátot* léptünk át, ahonnan már nincs reverzibilis visszaút, mindenképp káros következmények lépnek fel. A túllövés és a korlát összekapcsolódása nyilvánvaló, és ha a józan ész, a megalapozott ismeretek, vagy a racionális helyzetértékelés és leginkább ezek ésszerű kombinációja jellemezné az emberiség döntési folyamatait, akkor kevesebb válsággal kellene szembesülnünk.

A történelmi tapasztalat azonban a legtöbb esetben épp az ellenkező döntési inkompetenciára mutat példákat. A butaság, a mohóság, a türelmetlenség, a hibás becslések, a gyáva politikai kompromisszumok, az önző érdekérvényesítés, a kontroll nélküli gazdasági döntések, a megalapozatlan hipotézisekre építő fejlesztési koncepciók (és még lehetne sorolni

a döntéseinket negatívan befolyásoló motivációkat...) rendre markáns túllövésekhez vezetnek. Az emberiség dokumentált történelmi korszakaiban folyamatosak a negatív példák, de úgy tűnik, hogy ezekből alig, vagy csak alacsony hatáskokkal tanulunk.

- A már korábbi példaként is említett erdőirtások a legtöbb esetben nem pótolhatók, mert pl. a dalmát partvidéken az erózió eltüntette a termőtalajt, de ahol a fizikai adottságok adottak az újratelepítésre, ott is az aránytalan időigény korlátozza az ezirányú gazdasági döntéseket.
- Az elmúlt két évszázadban kipusztult vagy kipusztított állatok számát csak becsülni lehet, de több tízezerre, sőt inkább több százezerre tehető. A kihalás egyaránt érintette és érinti a rovarokat, madarakat, hüllőket, emlősöket (a felsorolás nyilván nem teljes), és a kihalás okai is széles palettán mozognak: – élettér beszűkülés, vagy megszűnés, – mezőgazdasági vegyszerek mellékhatásainak késői felismerése vagy kontrollálatlan alkalmazása, – értelmetlen túlvadászás vagy trófea-mítoszok által motivált orvvadászat (szomorú példa a közelmúltban kihalt utolsó északi szélesszájú orrszarvú), – illegális vadállat kereskedelem és ehhez kapcsolódóan invazív fajok térhódítása s a hagyományos helyi fauna részleges kipusztulása, – a gyarmatosítással behurcolt helyidegen állatok és betegségek pusztító hatása (elég itt a speciális ausztrál és új-zélandi madárvilág és az Európából behurcolt patkányok, macskák, kutyák tragikus találkozására utalni...), – környezeti körülmények változása, pl. melegedés, kiszáradás, tápláléklánc megszakadása stb., – adott fajra toxikus talaj- és vízszennyezés, ami akár abszolút értékben lehet alacsony, de az adott élőlény számára magasabb, mint a szenzibilitási határérték... és persze a felsorolás sajnos messze nem teljes, de mindegyik példa hatása végzetes, azaz a *korlát* átlépése után nincs visszaút, a kihalt fajok nem támaszthatók fel...
- A klasszikus aranyláz-történetek is ehhez a kategóriához tartoznak. A kincskeresők hirtelen rohama egy általában fejletlen, infrastruktúra nélküli területre messze *túllő* azon a határon, amit a manuálisan aranyat keresők reálisan tudnának művelni, a kisléptékű aranymosást hamarosan felváltja a kontroll nélküli bűnözés, a betegségek terjedése és további fizikai és mentális *korlátok*.
- Tipikus *túllövés* a 2008-ban kirobbant gazdasági válság, amit az USA túlhajszolt ingatlanpiacán a fedezetlen jelzáloghitelekkel való spekuláció robbantott ki. Nyilván a történet sokkal bonyolultabb, de egyszerűsítve a bankok minél több jelzáloghitel-kihelyezésben voltak érdekelték, adott lakásszám mellett ehhez indokolatlanul fel kellett emelni az ingatlanok értékbecslését, ez az ingatlanbrókerek érdekével is találkozott, az ugrásszerűen emelkedő árak az új ingatlanok finanszírozásán túl teret nyitottak a régebbi ingatlanok refinanszírozási konstrukcióihoz, azaz adott ingatlanra újabb jelzálog létesítéséhez, végül az egész láncreakció bedőlt, mert a fedezetlen jelzálogtömeg finanszírozási *korlátba* ütközött.

- Első közelítésben a kőolajtermelés és a kőolajfeldolgozás termékeinek felhasználása nem tűnik *túllövésnek*, mert tudjuk ugyan, hogy a világ szénhidrogén-készletei nyilván végesek, de újabb kitermelési és feldolgozási technológiák bevezetésével lényegesen megnőtt és folyamatosan nő a még tervezhetően kitermelhető, úgynevezett műrevaló szénhidrogén-vagyon, tehát a *korlátot* a készlet szempontjából még egyáltalán nem értük el. Azonban ebben az esetben a *korlát* nem valaminek az elfogyása, vagy a termelés irreális árszintre ugrása, hanem a szénhidrogén-termékek hozzájárulása a globális felmelegedéshez, ami mostanra olyan szintre emelkedett, hogy reálisan nem tervezhető visszaút, tehát az emberiség e téren átlépett egy súlyos *korlátot*.

#### **5.2.4. A fenntarthatósági célok megvalósítási korlátai (eseti példák)**

*A fenti példához kapcsolódóan jól bemutatható, hogy milyen bonyolult megvalósítani a fenntarthatósági célkitűzéseket. Ma már egyértelműen bizonyított ugyan a fosszilis energiahordozók (szén, kőolaj, földgáz) negatív hatása a klímára, kiemelten a globális felmelegedésre, de sajnos rendkívül lassúak azok a változások, amelyek korlátoznák ezek felhasználását, vagy egyéb módszerekkel csökkentenék a káros kibocsátásokat, elsősorban a CO<sub>2</sub>-emissziót.*

*A fosszilis energiahordozók felhasználása, különösen a szénhidrogéneké, az elmúlt több mint 100 év alatt olyan világgazdasági, politikai, társadalompolitikai és szociális érdekeltségi hálót és olyan lobbipozíciókat épített ki, amit nagyon nehéz megtörni és alternatív megoldásokkal helyettesíteni. A szénhidrogén-kitermelés, -értékesítés, -feldolgozás és szénhidrogéntermék-kereskedelem külön-külön is meghatározó profittermelő centrummá alakult, s az adókon, illetve keresztlül az államok is jelentősen érdekeltek a lánc fenntartásában.*

*Még ha a felsorolás nyilván nem is teljes, érdemes végigkísérni a szénhidrogénlánc meghatározó komponenseit, jól érzékelhető lesz ugyanis, hogy ezek a szereplők és a hozzájuk kapcsolódó újabb érdekláncok olyan szinten világgazdasági és világpolitikai tényezők, hogy az aktuálpolitika ezeket nem tudja, de nem is akarja megkerülni vagy háttérbe szorítani: – szénhidrogénkutatás, – olaj- és földgázkutak fúrása, – kitermelés, – csővezeték építés és üzemeltetés, – nagybani szállítás, elsősorban tengeri tankerekkel, – tankerek gyártása, – szénhidrogén tárolók építése és üzemeltetése, – LNG (cseppfolyós földgáz) előállítás, tárolás és szállítás, – országokon keresztülli tranzitálás szervezése és működtetése, – kőolajfinomítók építése és üzemeltetése, – szénhidrogéntermékek tárolása és elosztása, – termék nagy- és kiskereskedelem, – üzemanyagkutak létesítése és üzemeltetése, – műanyag alapkomponensek gyártása, – vegyipar, – a szénhidrogén-termékek felhasználásához kapcsolódó kutatási, fejlesztési tevékenység (pl. gépkocsigyártás, repülőgép-üzemanyagok, műanyagok, kozmetikumok stb...), – a teljes lánchoz kapcsolódó környezetvédelmi és újrahasznosítási kutatások és alkalmazások, – a teljes lánchoz kapcsolódó marketing és hirdetés, – a teljes lánchoz kapcsolódó helyi és állami adók, illetve, – a teljes lánchoz kapcsolódó gép- és eszközgyártás, és ahol nem emeltetett külön ki, nyilván az egyes láncszemekhez tartozó tervezési, építési, üzemeltetési, karbantartási tevékenységek, és a teljes folyamathoz tartozó foglalkoztatási és fizetési elemek.*

*Ha nem is ennyire összetett, de hasonló tervezési, fejlesztési, termelési és értékesítési láncot lehet bemutatni a közlekedési eszközök (pl. gépkocsi, repülő, vonat, hajó) esetében, és szélsőséges negatív példaként az esőerdők kivágása is hasonlóan elemezhető, s a példák száma szinte végtelen...*

Valójában szinte bármelyik termelési lánc a mezőgazdaságtól a nehéziparig kialakította a maga prioritás- és érdekhálóját, s ezek megváltoztatása igen bonyolult, valamint költséges, és mindig olyan falakba ütközik, amelyeket az aktuálpolitika nem szívesen bont le. Szavakban ugyan általában a változásokat hirdeti, de a szabályozások és a végrehajtások ezt alig tükrözik...

Az elmúlt évszázad gazdasági fejlődése a szénhidrogén-termelést és -felhasználást olyan meghatározó szerephez emelte, ami mára már nem megkerülhető, de nem is ez a célravezető út egy fenntarthatóbb irány felé. Egyetemes megoldás nyilván nem létezik, de a későbbiekben próbáljuk elemezni, hogy milyen értelmes és politikailag is vállalható kompromisszumok mentén érdemes megoldásokat keresni, mégha általában csak rész megoldásokat is. Gyakran azonban a legegyszerűbbnek tűnő és relatíve könnyen megvalósítható megoldások is fennakadnak az aktuálpolitika hálóján.

A politikai választások 4–5 éves ciklusai rendkívül szűk mozgásteret engednek a fenntarthatósági célkitűzéseknek: még a legegyszerűbb ezirányú lépések is általában olyan mértékű gazdasági kihatásokkal járnak, amit a majdnem mindig demagóg választási propaganda ki tud használni, ezért a rövidtávú pártpolitika felülírja a társadalom hosszútávú érdekeit. Elgondolkodtató és nem túl biztató ellentmondás, hogy a világ egyetlen országa, ahol a zöld indexek (HDI és SDI) a meghatározóak, a választások nélkül kormányzott Bhutáni Királyság. A bhutáni király személyes elkötelezettsége tette lehetővé, hogy az ország politikáját a fenntarthatóság határozza meg, és ez az egyetlen ország a világon, ahol a fő mutató nem a GDP, hanem a nemzeti összboldogság, a Gross National Happiness (GNH). (W)(20)

A kormányzat mellé felállított GNH Commission a boldogság és jó közérzet szempontjából ellenőrzi minden fejlesztési tervet, és csak azokat hagyja jóvá, amelyek a szigorú kritériumoknak megfelelnek. Sok egyedi összetevője van ennek a lokálisan meglepően jól működő modellnek, de a legfontosabb, hogy a hagyományos többpárti demokráciát mellőző, de felvilágosult fiatal uralkodó által irányított ország képes sajátos utat választani. Ha ez a modell, akár csak elemeiben, leképezhető lenne a többpárti demokráciákban is, ... de ezt a gondolatot elég nehéz továbbszőni, mert máshol inkább a diktatórikus elemek kerülnének túlsúlyba, és a fenntarthatóság továbbra is háttérbe szorulna...

## **6. A környezetgazdaságtan alapelemei**

Ahogy azt az előző fejezetben említettük, „A növekedés határai” által elindított tudományos folyamatból alakult ki a *környetgazdaságtan*, amely összefoglaltan vizsgálja a fenntarthatósághoz kapcsolódó tudományterületeket. Ehhez felhasználja a releváns tudományos elemzéseket és elméleteket, de olyan új következtetéseket és téziseket alkot, melyek együttesen indokolják, hogy önálló, új tudományterületként kezeljük.

„A növekedés határai” széleskörűen elterjesztette a fenntartható fejlődés fogalmkörét, és a környezetgazdaságtan is a fejlődést tekinti a tudományterület meghatározó alapfogalmának. A *fejlődés* általános értelmezése egy teljesebb, összetettebb, magasabb minőségi állapot felé irányuló változás, kibontakozás, kiteljesedés, amelyek során általában bonyolultabb struktúrájú, változatosabb és differenciáltabb tulajdonságú rendszerek jönnek létre.

A fejlődés fogalmának mélyebb megértéséhez az *evolúció* dialektikus értelmezésén keresztül juthatunk el: a fenntartható fejlődés csak az emberiséggel összekapcsoltan értelmezhető, az emberiség fejlődése pedig a földi evolúció meghatározó része, ezért életünkre, a természettel való kapcsolatunkra is érvényesek az evolúció törvényei. Az evolúció folyamatában az egyre összetettebb rendszerek megteremtették az embert és annak létfeltételeit, társadalmi, gazdasági rendszereit, végsősoron az emberi kiteljesedés feltételrendszerét. Ez ugyan nagyon szépen hangzik, és még azt is sejtetheti, hogy az evolúció mentén a helyes irányban fejlődünk, de a természettel való folyamatos kölcsönhatások révén az emberiség meghatározóan alakítja az evolúció folyamatát, így a fejlődés rövidtávon becsülhető, de hosszabb távon csak sejthető, valójában kiszámíthatatlan. Az 1814-ben papírra vetett hegeli gondolat ma is érvényes, és mély dialektikával írja le az ember és a természet kapcsolatát: „A természet az abszolút végcél nem önmagában tartalmazza”. (12)

Ez a rendkívül mély gondolat sokféleképpen értelmezhető, akként is akár, hogy az „*úgyse tudjuk, mi lesz majd a jövőben*” mentalitás alapján fatalista módon nem foglalkozunk a fenntarthatósági szempontokkal, és nem követünk el a lehetőségeink szerint minél többet annak érdekében, hogy az utódaink is egy élvezhető világban éljenek. De a helyes értelmezés nyilván pont az ellenkező: az evolúció folyamata az ember és a természet, az ember és az általa létrehozott struktúrák folyamatos kölcsönhatása keretében valósul meg, és felelősen akkor cselekszünk helyesen, ha döntéseinknél a fenntarthatóság szempontjait is minél inkább figyelembe vesszük.

### **6.1. Az általános evolúciós elmélet ismérvei**

A fejlődés és az evolúció kapcsolatára az imént utaltunk, de a *fenntartható fejlődés* mélyebb összefüggéseinek megértéséhez célszerű, sőt szinte nélkülözhetetlen megismerni az evolúció elméleteit és kiemelten az általános evolúciós elméletet.

A természettudományos alapismeretek szintjén az evolúció elméletét Charles Darwinnal kötjük össze, az ő 1859-ben megjelent, *A fajok eredete* című korszakos műve foglalta először konzisztens rendszerbe a biológiai evolúció elemeit. De csíráiban az evolúciós gondolkodás már a görög filozófiában is fellelhető, Darwin maga is kiemeli, hogy Arisztotelész előrevetítette a természetes szelekció fogalmát, és a későbbi tudományos gondolkodás is számos részlettel járult hozzá az evolúciós elmélet kifejlődéséhez.

Például Leibniz (az 1700-as évek elején), aki ugyan mindezt az isteni gondviselés eredményének tulajdonítja, de a fejlődés-evolúció gondolatkört kiterjeszti a biológián túl a

geológiai formációkra, a lélek fejlődésére és többek közt a civilizációk kialakulására, fejlődésére, s ezzel az általános evolúciós elmélet egyik előfutáraként a társadalmi formációk evolúcióját is felismerte.

A XX. század második felében az evolúciós elméletek az univerzum és a bioszféra tárgyalásán túl egyre mélyebben foglalkoztak a társadalmi-gazdasági rendszerek rendszerszemléletű megismerésével és mint élő rendszerekkel, ezek evolúciós fejlődésével. A természetes rendszerek önszerveződők, önfenntartók, s ez a képesség az anyag saját tulajdonsága. Hagyományos értelemben az önszerveződés, az önfenntartás az élő anyag reprodukálódását, a fajfenntartást szolgálja, de eközben a környezeti hatásokra reagálva, vagy akár véletlenül is a replikatív mintákban változások lép(het)nek fel. Ezek a változások vezetnek az egyre bonyolultabb, egyre fejlettebb biodiverzitáshoz, kiterjesztve a gondolatot az egyre fejlettebb társadalmi-gazdasági rendszerekre is.

A rendszerek fejlődését a pozitív és negatív visszacsatolások katalizálják, a fejlődési folyamatok változásokon keresztül mennek végbe. A változások visszafordíthatatlanok, térben és időben egyenetlenek, és a folyamatok döntő többségében ciklikusak. Anyagi szinten a bolygó zárt, véges rendszer, azonban energetikai szempontból nyitott, a Nap és az univerzum energetikai rendszereivel folyamatos a kölcsönhatás. Mind a földi rendszerek önfejlődése, mind az univerzummal való kölcsönhatások alapvetően spontán folyamatok, ezáltal a változásokat és ezen keresztül a fejlődést elsősorban a véletlenek határozzák meg. Egyes rövid- és középtávú trendek némi bizonytalansággal tervezhetők, illetve modellezhetők, de az evolúció hosszútávú eredményei alig becsülhetők, valójában az evolúció célja(i) ismeretlen(ek).

*A fenntartható fejlődést* tagadók ugyan alapvetően éppen arra hivatkoznak, hogy az emberi tevékenységek hatásai elhanyagolhatóak a természet spontán folyamataival szemben, de a tudományosan alátámasztott tények ennek az ellenkezőjét bizonyítják. Rövidtávú céljai érdekében az emberiség rendre úgy avatkozik be az evolúciós folyamatokba, hogy azzal negatív irányban felgyorsít negatív folyamatokat, pl. drasztikusan csökkenti a biodiverzitást, drámaian felgyorsítja az időjárás (egyébként valóban ciklikus) változásait, kíméletlenül gazdálkodik a természet erőforrásaival (itt is megismételve néhány példát: ivóvíz, erdők, tengeri élővilág, talajerózió stb.), és talán a döntő negatívum: a rövidtávú gazdasági és politikai célok érdekében elhanyagolja, sőt tagadja az élet minőségének értelmes szolgálatát.

Ahogy azt korábban is jeleztük, a politikai hatásokat és érdekeket csak érintőlegesen vonjuk be az anyagba, de a *fenntartható fejlődés* érvényesüléséhez szükséges a gazdasági prioritások és az evolúció harmonizációját *rendszerszemléletben* végiggondolni.

## **6.2. Az evolúció rendszerszemléletű jellemzése**

A *bioszféra* az a komplex természetes rendszer, amelyben az ember társadalmi és gazdasági rendszereket, valójában alrendszereket alkotva él. Az emberiség az univerzum és a földi élet evolúciójának része és aktív résztvevője ezáltal fejlődési kereteit és határait a létfenntartó bioszféra fejlődési irányai és törvényei jelölik ki és szabják meg. Ebből követ-

kezik, hogy az emberiség mint a bioszféra egyik alrendszere úgy képes csak biztonságosan, fenntarthatóan fejlődni, ha a létfenntartó bioszféra fejlődési irányaihoz és annak szerveződései és működési modelljeihez igazodva fejlődik, tehát kompatibilis, harmonikus módon illeszkedik a bioszférához, abban visszafordíthatatlan károkat nem okoz, és így képes hosszútávon is biztosítani az *indokolt és szükséges* erőforrásokat az emberi létezéshez.

Nyilvánvaló, hogy az *indokolt és szükséges* erőforrásokat globálisan nehéz értelmezni, és a relatíve túl sokat fogyasztók egészséges önmérséklete nélkül csak tovább mélyül a szakadék az erőforrásokhoz bőségesen és korlátozottan hozzáférők között. A társadalom feladata, hogy teljeskörű ellenőrzést valósítson meg a gazdaság felett, hogy az emberiség globális érdekeit és az egészséges önkorlátozást széleskörűen beépítse az együttélés morális szabályaiba, a fenntartható fejlődés ökológiai alapelveivel integrálva ellenőrizze és szabályozza a gazdaságot és a fogyasztási kultúrát.

A fenti gondolatok kiemelt fontosságúak, ezért a *fenntartható fejlődés rendszerszemléletű hierarchikus modelljét* összefoglaltan is bemutatjuk:

- A főrendszer a bioszféra, amely létfenntartó rendszerként biztosítja a benne élő emberi alrendszerek létét és létezésük szükséges és elégséges feltételeit.
- A természetbe ágyazottan, alrendszerként él a társadalom, amely egészséges kontrollt, egyensúlyt tart fenn a bioszféra és a gazdaság között.
- A társadalomba ágyazottan, alrendszerként működik a gazdaság, amely a teljes (!) társadalom valódi és morálisan szabályozott, realis szükségleteit és kiteljesedésének feltételeit biztosítja. (12)

A fenti hierarchia alapvető paradigmaváltást feltételez. Az emberiségre eddig a fizikai korlátok kitágításának stratégiája volt jellemző, de mostanra, hogy felismertük ennek korlátait, a jövő stratégiája a fizikai korlátokon belül keresendő. Természetesen a fizikai korlátokat a tudományos-technikai fejlődés képes tovább tágítani, újabb felismerésekkel, helyettesítő anyagokkal, újrahasznosítással – hogy csak néhány momentumot emeljünk ki a hatékonyságnövelési lehetőségek közül. Azonban a *természeti erőforrások mennyiségét és a bioszféra tűrőképességének határait a tudomány sem képes növelni és kiterjeszteni.*

Az emberiség *döntés* előtt áll: vagy az önkéntes korlátozás, azaz a szigorúbb szabályozás nehéz, de biztonságosabb módját választja, vagy rábízta magát a „természetes” szabályozásra, ami súlyos válságokkal és fokozódó katasztrófa helyzetekkel fenyeget. Ezen éles ellentét hordozza az esélyét annak, hogy az emberiség talán még nem túl későn, de a paradigmaváltás irányába mozdul el. Mivel az egyes ember és az emberiség is az önszabályozó rendszer része, ezért van/lehet esély arra, hogy egy elfogadhatóan korlátozott és mérsékelt válságokkal, veszteségekkel járó korszakváltást valósítsunk meg. *Ugyanakkor ez az esély továbbra is ellentétes az uralkodó gazdasági és politikai prioritások motivációs trendjével, ezért a korszakváltás csak nagyon lassan, tendenciaszerűen valósul meg (ha egyáltalán!), és emiatt mind az emberiség, mind a természet további súlyos fizikai veszteségeket fog elszenvedni.*



## **7. A fenntartható fejlődés és a természeti erőforrások kapcsolata, különös tekintettel a technikai fejlődésre**

Emlékezzünk vissza az anyag elején említett, 1987-ben kiadott „Közös jövőnk” című Brundtland-jelentés meghatározására: *A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely biztosítja a jelen szükségleteinek a kielégítését anélkül, hogy lehetetlenné tenné a jövő generációk szükségleteinek kielégítését.*

Ez egyszerűsítve, de a lényegét pontosan visszaadva azt igényelné, hogy az emberiségnek a fenntartható fejlődés érdekében reális szinten fenn kell tartania a természeti erőforrások által nyújtott szolgáltatásokat, és minél hatékonyabban biztosítani azok mennyiségi és minőségi színvonalát. Ezt a gondolatkört pontosítva (és a következőkben főként Kerekes Sándor *A környezetgazdaságtan alapjai* c. tankönyvére utalva) a természeti erőforrásokat alapvetően három csoportba sorolják: (1)

- megújuló természeti erőforrások (pl. víz, biomassa, szél, napenergia),
- nem megújuló erőforrások (ásványok),
- részben megújuló erőforrások (pl. talajtermékenység, hulladék-asszimiláló kapacitás).

A fenntartható fejlődés követelményeit a természeti erőforrásokra vonatkoztatva az alábbi egyszerűsített összefoglalás adódik:

- a megújuló természeti erőforrások felhasználásának mértéke kisebb vagy megegyező legyen a természetes vagy irányított regenerálódó (megújuló) képességük mértékével;
- a hulladék keletkezésének mértéke/üteme kisebb vagy megegyező legyen a környezet szennyezésbefogadó-képességének mértékével, amit a környezet asszimilációs kapacitása határoz meg;
- a kimerülő erőforrások ésszerű felhasználási üteme, amit részben a kimerülő erőforrásoknak a megújulókkal való helyettesíthetősége, részben a technológiai haladás határoz meg.

A fenti elvek megsértése erőforrás-szűkösséghez vezet, ha feltételezzük, hogy:

- a környezet nyújtotta adott szolgáltatások és javak alapvetőek, nélkülözhetetlenek a gazdasági rendszer számára, és helyettesítésük az adott kor technikai színvonal mellett (még!) nem megoldható;
- a környezeti funkciókat a technikai haladás adott szintje nem növeli.

Ez a megfogalmazás szándékosan nem kategorikus, hiszen a *technikai haladás* számos esetben felülírta az egy adott erőforrásra vonatkozó kimerülési jóslatokat. Például a réz évtizedeken keresztül monopolhelyzetet élvezett az energetikában, távközlésben és az informatikai hálózatokban, s egyes fejlődő országok abban bíztak, hogy ez a monopolhelyzet belátható időn belül nem változik, és biztosítani fogja az adott ország stratégiai bevételét.

Időközben kiderült, hogy pl. a digitális jelek továbbítására az üvegszál-kábelek sokkal alkalmasabbak, ezáltal a réz iránti primer igény csökkent, sőt, a korábban lefektetett réz-kábelek felszedhetőek, és az ezekből kinyert rézet újrahasznosítják. *(Ez a példa ismételten rámutat a fenntarthatóság bonyolult és ellentmondásos érvényesülésére. Az új helyettesítő technika nyilván hasznos a természeti erőforrás hosszútávú hasznosítása szempontjából, de súlyos gazdasági és ezáltal általában kiélezett társadalmi problémát okozhat a réztermelésre túlzottan ráutalt adott fejlődő ország számára.)*

A *technikai haladás* szerepe egyéb vonatkozásokban is meghatározó. A Földet érő *környezeti terhelést* alapvetően három tényező határozza meg:

- a Föld lakóinak száma,
- az egy főre jutó GDP,
- a GDP egységére jutó környezetterhelés mértéke.

A terhelés mértékére jó közelítést nyújt a három tényező szorzata; ezek ésszerű szabályozása már a Római Klub első tanulmányaiban és a többször említett, a Meadows házaspár által jegyzett *A növekedés határai – egy gondolat születése* című tanulmányban is kiemelt hangsúlyt kapott. Ennek ellenére az első két tényező terén az elmúlt kb. 50 évben nem sikerült előrelépni:

- a Föld lakossága folyamatosan nő, sőt, egyes régiókban kifejezetten robbanásszerű a népszaporulat;
- az egy főre jutó GDP korlátozása, egy-egy elméleti modellt leszámítva, gyakorlatilag nem került érdemben napirendre, sőt, még a legfejlettebb régiók is – ahol értelmes önkorlátozásnak, ill. régiók közötti transzfer gazdaságpolitikának lehetne tere – a GDP növekedését hirdetik.

Ugyanakkor a harmadik tényező, a GDP egységre jutó környezetterhelés terén jelentős eredmények születtek, s ez az a terület, ahol további jelentős fejlődési potenciál van. A tudományos-műszaki haladás számos területen hozott látványos eredményeket, melyek mind az iparban, mind a mezőgazdaságban jelentős változásokat iniciáltak, pl. az anyag és energia fajlagosok javulása, vagy a kiugróan javuló terméshozamok területén. Ezek a változások segítik a kimerülő természeti erőforrásokkal való racionálisabb gazdálkodást, ill. növelik a részben megújuló erőforrások (pl. talaj) használati potenciálját, ami kedvező a fenntarthatóság szempontjából, ugyanakkor új kihívásokat hoz felszínre, melyekre a társadalmi reakció akár szélsőségesen negatív is lehet.

A jelen vázlat későbbi, erősebben gyakorlati részében számos példát vizsgálhatunk a technikai haladás eredményeiről és a fenntarthatóság szempontjából fontos terheléscsökkentő hatásairól, valamint az ezzel párhuzamosan jelentkező új kockázatokról – itt csak két látványos példát emelünk ki:

- A fenntarthatósági mozgalmak indulásakor az egyik legnagyobb globális kihívás a fejlődő világ alultápláltsága, az állandóan fenyegető regionális éhínség volt. A múlt század utolsó harmadában új, nagyhozamú terményfajtákkal, szárazságtűrő haszon-

növények elterjesztésével, hatékonyabb tápanyagpótlással, intenzívebb növényvédelemmel, a génmódosítási eredmények (részben vitatott) alkalmazásával hihetetlenül rövid idő alatt olyan terméshozam-növekedést sikerült elérni, hogy a század végére megszűnt az éhínség veszélye. De ezen belül pl. a növényvédelem ugrásszerű hatékonyságnövekedése olyan új technológiákra támaszkodott, ahol egy adott új szerből 1 gramm elegendő 1 hektár védelmére, míg a hagyományos szerekből több tíz kilogrammra volt szükség. Könnyű belátni, hogy az ilyen koncentrált, nagyhatású szerek milyen óriási kockázatot hordoznak akár a gyártás, akár a kiszállítás, a felhasználás során, hiszen pár száz kilogram kontrollálatlan kiszóródása felmérhetetlen mérgezési katasztrófát idézhet elő, de egy tartálykocsi, vagy vasúti szerelvény balesete, egy robbanással járó üzemi baleset több millió embert és állatot képes megmérgezni (lásd Seveso, Bhopal).

- A hagyományos, természeti erőforrás alapú energiatermelés, a szén- és szénhidrogénbázisú villamos erőművek és fűtőművek felelősek a világ légköri emissziós szennyezésének meghatározó részéért, ugyanakkor a nukleáris erőművek gyakorlatilag emisszió mentesek, csak rendkívül ritkán előforduló havaria esetben képzelhető el toxikusnak tekinthető radioaktív hatás. Az immár közel 70 évre kiterjedő statisztikák alapján a nukleáris erőművekhez rendelhető megbetegedési és/vagy halálozási valószínűség nagyságrendekkel kisebb, mint a hagyományos erőművekhez kapcsolható mortalitási valószínűség, ennek ellenére a társadalmi ellenállás olyan mértékű a nukleáris erőművekkel szemben, hogy nemhogy új erőművek alig épülnek, de számos ország, nyilvánvaló politikai dekadenciából, a meglévőket is bezárja.

Ha a két rizikót összehasonlítjuk, nyilvánvaló, hogy a fejlett növényvédőszerrel kapcsolatos veszély nagyságrendekkel nagyobb, mint a nukleáris erőművek esetleges kockázata, de az emberi természet elfogadó mechanizmusa teljesen különböző az általa ismert és kezelhetőnek vélt havária kihívásokkal szemben, mint az általa nem érzékelhető, számára rejtett veszélyekkel kapcsolatosan.

Egy mindennapi példa is jól illusztrálja az emberek irracionális hozzáállását a különböző rizikószintekhez: a gépkocsi-közlekedéshez rendelhető, egy utaskilométerre eső mortalitási érték nagyságrendekkel nagyobb, mint a légiközlekedés esetén, ráadásul a repülés baleseti statisztikája évről-évre javuló tendenciát mutat. Ennek ellenére az emberek különösebb félelem nélkül ülnek a kocsikba, vagy sétálnak az autóforgalom mellett, ugyanakkor a repüléstől való félelem, sőt a repülést teljesen mellőző fóbia nagyon gyakori jelenség.

A technikai fejlődéssel együttjáró növekvő rizikószint és ennek elfogadása, ill. elutasítása jellemző momentum a emberiség fejlődésének, hosszútávon mégis ez tűnik a társadalmilag, de főleg politikailag leginkább elfogadható útnak a fenntarthatóság irányában, hiszen az új technológiák képesek nem megújuló erőforrásokat kiváltani, terméshozamokat növelni, a műszaki-gazdasági fejlődést intenzíven támogatni. A politikusok ezért az elmúlt időszakban előszeretettel a „fenntartható növekedés” politikáját hangsúlyozzák, ami nyil-

ván csak részben felel meg a Földünket érő környezeti terhelés radikális csökkentési igényének, de legalább egy olyan lépésnek tekinthető, ami széles társadalmi konszenzussal haladhat a részben elfogadható irányba.

Azonban rá kell mutassunk arra, hogy a *fenntartható növekedés* politikája alig odázza el a globális kihívások jelentős részét. Hogy csak néhányat ismételtlen kiemeljünk:

- a népesség-robbanás és az ezzel járó migrációs nyomás,
- a sűrűsödő és fokozottan veszélyes környezeti katasztrófák,
- a globális felmelegedéssel járó természeti vészhelyzetek és katasztrófák,
- a mindezekkel járó létbizonytalanság, politikai és társadalmi instabilitás, amik ugyancsak a migrációs nyomás erős növekedését vetítik előre.

Mindez azt is prognosztizálja, hogy az ún. *környezetvédelmi menekültáradat* olyan kihívásokat hozhat magával, amelyek érdemben módosíthatják Földünk geopolitikai és egyes régiók politikai stabilitását, és jelentős, nehezen kezelhető bizonytalansági tényezőként fogják befolyásolni a globális politikai-biztonsági helyzetet.

### **8. A fenntartható növekedés és a Föld eltartóképessége**

(Ugyan jelen vázlat elsősorban a fenntarthatósághoz kapcsolódó dialektikus gondolkodást próbálja szolgálni, de talán nem haszontalan a gondolatokat minimális természetudományi alapokkal is alátámasztani.) Az ökológiában, azaz a környezettanban egy adott terület eltartóképessége az a populáció, ami az adott területen hosszútávon képes megélni anélkül, hogy az adott terület érdemben károsodna. Ha az adott területként a bolygónkat értelmezzük, akkor a Föld eltartóképességét elemezhetjük. Nyilvánvaló, hogy a rengeteg bizonytalanság miatt egzakt számítások nem jöhetnek szóba, de bizonyos modellezési technikákkal különböző scenáriókat lehet felvázolni. (1)

A bizonytalanságok közül indokolt kettőt külön is kiemelni:

- nem tudjuk, hogy a jövő generációk milyen új nyersanyagokat és technológiákat fognak használni;
- nem tudjuk, hogy a fejlődő és a fejlett világ közötti új típusú együttműködést feltételező paradigmaváltásra mikor és milyen körülmények között kerül (ha egyáltalán!) sor.

A scenáriók alapvetően optimista és pesszimista megközelítésűek, és mindkettőnek van történelmi létjogosultsága. Az *optimizmus* alapja, hogy a fejlődést szolgáló felfedezések az embertől származnak, és ha elegen fognak össze, hogy a negatív tendenciákat eredményező kihívásokra választ találjanak, akkor az emberek megoldják a problémákat. Ugyanakkor e történelmi alapokra támaszkodó felfogás ellen szól, hogy korábban a gazdaság súlya nem volt meghatározó a bioszférával szemben, de mára ez a reláció drasztikusan megváltozott, bolygónk jelentős részén a gazdaság uralkodóvá vált a bioszférával szemben.

Az optimista felfogás hívei abban keresik a potenciális megoldást (és némi erkölcsi felmentést), hogy ugyan a mai generációk kevesebb természeti erőforrást hagynak az utókorra, ezzel szemben lényegesen magasabb technológiai színvonal és nagyobb tőkeerő áll majd rendelkezésre.

A pesszimista felfogást elsősorban természettudományi törvények támasztják alá. A termodinamika I. törvénye, az ún. megmaradási törvény a gazdasági fejlődésre értelmezve kimondja, hogy a termelésnövekedés:

- energiát és anyagot igényel a környezettől,
- növeli a környezet hulladékasszimiláló kapacitásának terhelését.

Ebből sajnos az következik, hogy még a legfejlettebb recirkulálás és hulladékhasznosítás sem oldja meg a nyersanyagok limitált előfordulásából és a hulladékok környezetterhelő hatásaiból adódó problémákat.

A termodinamika II. törvénye, az energia áramlásának a törvénye, az ún. *entrópiatörvény*. Az első törvény a mennyiségi korlátot jellemzi, a második minőségi korlátot állít. Az entrópia az energia minőségét, azaz felhasználhatóságának mértékét jellemzi. A növekvő entrópia a csökkenő hasznosságot jelzi, és a környezet degradálódásának mértékével arányos.

A két törvény alapján a Föld, ha zárt rendszernek tekintjük, egy nagy entrópiájú, az emberi élet számára kedvezőtlen végállapot felé halad. Csak a haladás sebességére lehet ráhatásunk, és éppen a mostani sebesség az, ami növekvő aggodalomra ad okot.

A kedvezőtlen végállapot értelmezése ebben az esetben nem a csillagászati események függvénye, hiszen a nap fokozatos kihűlése, de a közben lehetséges esetleges hőrobbanás(i), vagy a Föld pályájának kedvezőtlen módosulása csak földtörténeti időhorizonton mérhető forgatókönyvek. Nekünk azt kell vizsgálnunk és értelmeznünk, hogy a Föld eltartóképességének hol vannak a ma ismert, vagy becsülhető határai, és az emberi beavatkozásokon túl, ezeket a határokat mennyire befolyásolják (csökkentik!) a természet öntörvényű folyamatai, pl. az erózió.

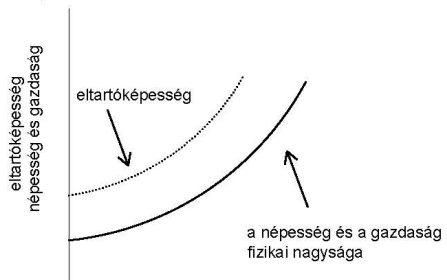
Azt már láttuk az eddigiek során, hogy az emberiség nem tekinthető jó 'gazdának', nem tervez hosszútávra, és nem lép túl a jövő érdekében a jelennek számára primer érdekein. A tudomány feladata, hogy meggyőző modelleken mutassa be a Föld eltartóképességének és a gazdaságnak, valamint a társadalomnak a lehetséges kölcsönhatásait, s e modellek segítségével próbálja a politikán és a társadalmi mozgalmakon keresztül befolyásolni a fejlődési folyamatokat.

### **8.1. Az eltartóképesség és a gazdaság kapcsolatának modellezése**

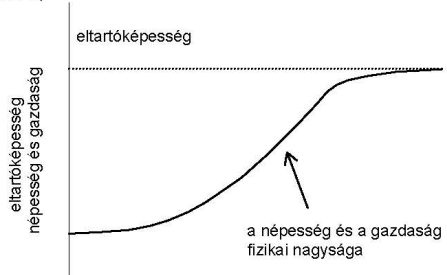
Az elmúlt évtizedekben számos modell készült, de a legtöbb Donella Meadows és munkatársai alapmodelljeiből indult ki. Ezért itt csak a négy alapmodellt mutatjuk be: (21)

Az eltartóképesség és a gazdaság lehetséges kapcsolatainak modellezése

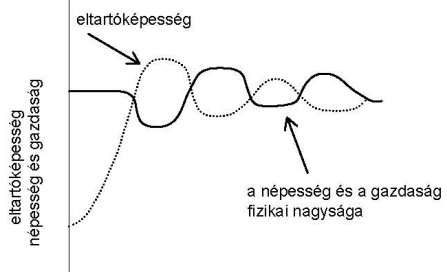
8.1. a,



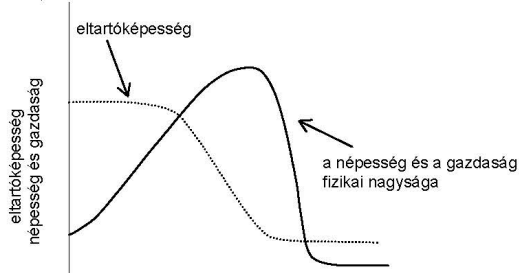
8.1. b,



8.1. c,



8.1. d,



8.1.a. A kiindulási modell a Föld, a gazdaságok és a társadalmak historikus fejlődésének leegyszerűsített leképezése. Ez a limit nélküli optimista modell, amit akár nevezhetünk „ahogy lesz, úgy lesz...” modellnek is, a múltbeli folyamatokat prognosztizálja tovább: abból indul ki, hogy az eltartóképességet jellemző fizikai mennyiségek együtt nőnek a gazdaság és a népesség növekedésével. Ilyen fizikai mennyiség például a földterületek termőképessége, amit számos technikával lehet jelentősen fokozni:

- ma még terméketlennek tekintett területek művelésbe vonásával,
- a termőképesség növelésével, főként műtrágyázással és öntözéssel,
- az adott környezethez igazodó vetőmagok kifejlesztésével és alkalmazásával,
- az agrotechnika folyamatos javításával.

A Föld szennyezésasszimiláló kapacitása is növelhető műszaki és logisztikai beavatkozásokkal. A felszíni vizek és a talajok öntisztuló képessége növelhető például szelöltetéssel, a hulladékok lebomlása gyorsítható aprítással és speciális, célzott hatású enzimek alkalmazásával.

A nyersanyagforrások kimerülése is lassítható új tudományos eredmények és korszerű helyettesítési technológiák alkalmazása révén. A nagyszámú példák közül itt megint két korábban is említett, már elterjedt, ill. terjedőben lévő említünk: – az optikai üvegszálak magasabb használati értéken váltják ki a rézkábeleket; – a hidrogén üzemanyag forrása, a víz szinte korlátlanul rendelkezésre áll, szemben a szénhidrogénnel.

Ezek a példák – és nyilván sok hasonló sorolható – azt jelzik, hogy az eltartóképesség határai valóban kiterjeszthetők, de ugyanakkor e példák mélyebb elemzése is rámutat, hogy a kiterjesztés nem tekinthető végtelen folyamatnak, hiszen minden új technológia új fizikai határokat képez. Például a hidrogén mint üzemanyag alkalmazása a földkéregben kis koncentrációban előforduló fémek, ritkafémek és ritka nemfémek fokozott alkalmazását igényli, ami nemcsak a fizikai határok újraértelmezésével jár, de új, helyenként drámai környezetvédelmi kihívásokat is magával hoz.

Ez a modell nem veszi figyelembe, hogy a népesség és a gazdaság folyamatos növekedése nem csak az eltartóképesség fizikai határait robbantja szét, de olyan társadalmi és politikai feszültségeket generál, melyek súlyosan veszélyeztetik az emberiség 'harmonikus' életminőségét.

8.1.b. Ez a modell, szemben az előző, akár naivnak is tekinthető megközelítéssel, azt prognosztizálja, hogy az emberiség képes egészséges önszabályozással reagálni az eltartóképesség határai által adott figyelmeztetésekre. Ez az 'önkorlátozó' modell azt feltételezi, hogy a gazdaság és népesség egy ideig ugyan exponenciálisan növekszik, de utána az eltartóképességi határok visszacsatoló reakciói hatására a növekedés leáll, és egy dinamikus állandó állapot alakul ki. Nyilván ez a modell is erősen optimista, de ugyanakkor számos gyakorlati tapasztalat arra utal, hogy ennek a tendenciának van realitása.

Ahogy már a bevezető fejezetekben is utaltunk rá, fejlett gazdaságokban egy bizonyos fejlettségi szint elérése után megfigyelhető mind a népesség erősen lassuló növekedése, sőt csökkenése, mind a fajlagos anyag- és energiafelhasználás csökkenése. Ezekben a gazdaságokban tehát realitás, hogy növekvő GDP mellett a népesség és gazdaság növekedése elér egy telítési szintet, és ezáltal nem lépi túl az eltartóképesség határát.

Ennek a modellnek ugyanakkor jelentős a bizonytalansága a fejlődő és az alulfejlett országok felzárkozási sebessége és az általuk megcélzott és elfogadható fejlettségi szint vonatkozásában. Ma meg sem becsülhető, hogy például a Kína és India által megkezdett s a régió számos országa által követett út mikor közelíti meg az adott társadalom által elfogadott telítési szintet. Ezek az országok egymás után kezdték el a gazdaságaik erőteljes fejlesztését, először az olcsó munkaerőt kihasználva ellátták a fejlett piacokat árukkal és szolgáltatásokkal. Ennek a folyamatnak a hatására egyre szélesebb rétegek emelkedtek ki az extrém szegénységből, és megjelent ennek a több mint három milliárdos rétegnek az egyre növekvő önfogyasztása és növekvő társadalmi öntudata. (Tovább rontja a képet s növeli a bizonytalanságot, hogy Afrika jelentős része még el sem indult ezen az úton, ugyanakkor a népességrobbanás további globális kihívásokat generál.)

Ebben a dinamikus fejlődési szakaszban alapvetően az extenzív lépések a meghatározóak, a fenntarthatóság szempontjai gyakorlatilag nem érvényesülnek, és a lokális környezetvédelmi mulasztások olyan szintűek, hogy globális hatásuk is mérhető. Az alig kontrollált extenzív fejlesztések és ezeknek a Földre gyakorolt hatásai folyamatosan közelítik az eltartóképesség határait, növelik az entrópiát és ezáltal a negatív végállapot felé haladás sebességét.

8.1.c. Ez a modell is alapvetően optimista, lát lehetőséget a fejlődés és az eltartóképesség összehangolására. Gyakorlatilag az előző, 8.1.b. modell pragmatikus változtatásával prognosztizálja a jövőt. A gazdaság méretei szakaszosan, de folyamatosan meghaladják az eltartóképességet, ugyan a visszajelzések és a beavatkozások késnek, ám e késések még nem okoznak maradandó károsodásokat, a határok csak időlegesen erodálódnak, ill. tervezhető időszakon belül regenerálódnak.

Ez a modell azzal számol, hogy a *túllövések* esetleges megközelítése visszafogja a gazdaságot, időt ad az eltartóképesség helyreállítására, és így egy folyamatos, de rövidülő amplitúdójú ingadozással a gazdaság és az eltartóképesség *dinamikus egyensúlyba* kerül. Számos példa igazolja, hogy ennek a modellnek is vannak reális mintái:

- A túlhalászás mind a tengerekben, mind az édesvizekben számos halfajt és egyéb élőlényt veszélyeztetett, kihalással fenyegetve azokat, de ha a hatékony korlátozás még időben érkezett, akkor a veszélyeztetett fajok populációja rövidebb-hosszabb idő után visszaállt.
- Ugyanez a reakció az édesvizeket, de akár a tengert is érintő olajszennyezés, vagy detergensterhelés, ill. egyéb vegyi szennyezések esetén. A szennyező hatás megszűnését követően az élővilág egy idő után regenerálódik.



- Lassan feledésbe merülő példa a DDT nevű rovarirtó alkalmazása. Az Amerikából globálisan terjedő coloradói burgonyabogár irtására elképesztő mennyiségben, gyakorlatilag kontroll nélkül szórták ki a DDT-t. Hamarosan jelentkezett az egyéb rovarok és ezen keresztül a madarak és más gerincesek pusztulása. Erre következett a DDT betiltása, ami szinte az első globális környezetvédelmi akció volt, és a mérgező hatás megszűnte után a legtöbb érintett faj hamarosan regenerálódott.

A DDT-mérgezés és néhány hasonló növényvédelmi szer negatív hatása volt az első komoly figyelmeztetés, hogy a vegyszerek mezőgazdasági alkalmazása az előnyök mellett rendkívül veszélyes lehet, mert nemcsak közvetlen úton okozhatnak mérgezést, de a talajvízbe és az élővizekbe, tengerekbe bemosódva hosszútávú rizikót jelentenek az élővilág és az emberiség számára. Korábban már említettük Rachel Carson amerikai ökológus 1962-ben megjelent *'Néma tavasz' (Silent Spring)* című könyvét, aki a DDT-példából kiindulva vázolta fel az emberi tevékenység élővilág-pusztító hatását.

Ez a *dinamikus egyensúlyi* modell közelíti legjobban a realitán optimista scenáriót, de sejteti, hogy egyes folyamatok *túllövéshez* vezethetnek, és a természet degradációja nem fordítható vissza, ahogyan a globális felmelegedés és ennek negatív hatásai sem kontrollálhatók, illetve ellensúlyozhatók.

*8.1.d.* Ahogy az a két görbe lefutásából szembe tűnő, ez a modell valójában az előttünk álló *katasztrófális jövőt* írja le. A *8.1.c.* modellnél a visszajelzések és beavatkozások ugyan késnek, de csak annyira, hogy az esetek többségében a természetnek még van ideje és energiája regenerálódni. A *katasztrófa*-modell túllép ezen a szerinte rövid időhorizonton, és azt mutatja be, hogy hosszabb távon az emberiség nem képes adekvát válaszokat és reakciókat adni a károsító folyamatokra, így a természeti folyamatok nem lesznek képesek regenerálni a Föld eltartóképességét, ezáltal a természeti rendszerek degradálódnak és az eltartóképesség folyamatosan csökken.

Valójában a *8.1.c.* és a *8.1.d.* modellek nem ellentétesek, csak az időhorizontjuk eltérő. Míg a *8.1.c.* modell emberi léptékkal mérhető tervezési ciklusokban gondolkodik, a *8.1.d.* modell korszakokban és földtörténeti folyamatokban vetíti elénk a jövőt. Az ábrán az látszik, hogy az eltartóképesség csökkenése visszahat a gazdaság és a népesség alakulására, a természet degeneratív folyamatai az emberiség számára is negatív előjelű folyamatokat generálnak.

Ez a modell az entrópia-törvény által is alátámasztott realis jövőképet írja le, de az időhorizont még nem definiált, és az emberiségnek számos eszköz állhat a rendelkezésére, hogy *'jó gazda'* módján alakítsa a saját és Földünk sorsát. Ha a tervezési időhorizontokon belül sikerülne alapvetően a *8.1.c.* modellt megvalósítani, azzal a *8.1.d. katasztrófa*-modellt jelentősen lehetne késleltetni, de tudomásul kell vegyünk, hogy egyes nagyléptékű degenerációs folyamatok már elérték a visszafordíthatatlan szintet, és kihatásuk már ma is katasztrófális az élővilág és az emberiség számára.

A következő néhány példa (sajnos sokkal többet is lehetne sorolni) azokat a jelentős változásokat mutatja be, ahol a folyamatok már nem állíthatók le, és teljeskörű negatív kihatásuk alig becsülhető:

- A *sivatagosodás* egyes földrészeken több millió négyzetkilométert érint. Alapvetően klimatikus változások hatására alakult ki, de a folyamatot a globális felmelegedés és a túlzott legeltetés felerősítette. Számos negatív hatása közül néhány: növeli a globális felmelegedést, az életterek elvesztése regionális és akár globális geopolitikai feszültségeket okoz, a kialakuló migrációs nyomás globális bizonytalansági tényező.
- A tundra zónák *permafrost* rétegeinek felmelegedése szintén több millió négyzetkilométerre terjed ki, elsősorban az északi sarkkör környezetében. A melegedés hatására egyre mélyebb rétegek kerülnek ki az állandóan átfagyott talaj zónájából és idéznek elő gyakorlatilag kontrollálhatatlan változásokat. Ilyenek a globális felmelegedést erősen növelő metánkibocsátás, a korábbi építményeket veszélyeztető geotechnikai változások, az egyre nagyobb területeket érintő, szinte olthatatlan, öngyulladásos tüzek, amelyek túl az élettér veszélyeztetésén, szintén fokozzák a globális felmelegedést.
- A *jégtömegek olvadása* is elérte a kritikus sebességet. Mind a sarkvidéki jégtakarók, mind Grönland több kilométer vastag jégpáncélja, mind a Föld gleccserei rohamosan olvadnak. Ennek hatására mérhetően emelkedik a tengerszint, megváltozik a tengerek ökológiai egyensúlya, egyes élőlények élettere veszélyesen beszűkül (pl. jegesmedve), de a hideg vizekhez szokott mikrorákfajok kipusztulása a teljes tengeri tápláléklánc felborulását vetíti előre.
- A *tengervíz felmelegedése* már érzékelhetően megváltoztatta egyes áramlatok intenzitását, erős ökológiai és meteorológiai változásokat előidézve, de leglátványosabban a Rák- és a Baktérítő zónájára jellemző pusztító viharok gyakoriságát és intenzitását növelte. Egyes nagyerejű hurrikánok vagy tájfunok az általuk érintett területeken túl nemzetgazdasági, sőt világgazdasági kihatásúak, pl. a Mexikói-öböl környéki kőolajkitermelés és olajfinomítók leállása következtében. (1)(13)(21)(W)

### 9. Fenntartható-e a fenntartható fejlődés?

Az előzőekben bemutatott modellek alapján és a termodinamika I. és II. fő tételének a Földre mint alapvetően zárt egységre vonatkozó értelmezése szerint, a rövid válasz sajnos a NEM. Ugyanakkor nem lehetünk közömbösek sem magunk, sem a minket követő generációk érdekében, hogy a tényleges katasztrófa-modell mikorra és hogyan valósul meg. Már eddig is számos példát láttunk arra, hogy az emberiség képes hatékony változási stratégiákat kidolgozni, sőt bizonyos keretek között még alkalmazza is azokat, és továbbra is mindent, vagy annál is többet meg kell tennünk annak érdekében, hogy az emberiség minél nagyobb hányada legyen képes a fenntarthatóság elvei szerint élni és gazdálkodni.

A Brundtland-jelentés igyekezett a fenntarthatóság alapelveit úgy megfogalmazni, hogy az politikamentesen s az eltérő társadalmi és gazdasági fejlettségi szinteket is figyelembe véve, általános érvényű legyen. Ma már lehet, hogy markánsabban fogalmaznának, hiszen az elmúlt négy évtizedben új sokkhatások is megjelentek, de a jelentés *kilenc pontba szerkesztett alapelve* ma is érvényes, és ha azt a különböző szintű társadalmi és gazdasági

formációk konstruktívan értelmezik, akkor segíthet a fenntarthatóság minél hosszabbtávú megőrzésében: (1)

1. Figyelem és gondoskodás az életközösségekről
2. Az emberek életminőségének javítása
3. A Föld életképességének és diverzitásának megőrzése
  - Az életet támogató rendszerek megőrzése
  - A biodiverzitás megőrzése
  - A megújuló erőforrások folytonos felhasználhatóságának biztosítása
4. A meg nem újuló erőforrások használatának minimalizálása
5. A Föld eltartóképessége által meghatározott kereteken belül kell maradni
6. Meg kell változtatni az emberek környezetünkhöz való hozzáállását és magatartását
7. Lehetővé kell tenni, hogy a közösségek gondoskodjanak a saját környezetükről
8. Biztosítani kell az integrált fejlődés és természetvédelem nemzeti kereteit
9. Globális szövetsége(ke)t kell létrehozni

Ez a kilenc pont semmilyen konkrét útmutatást nem ad a fenntarthatóság megőrzése érdekében, de akár tekinthető a mai kor vallásoktól független „tízparancsolatának” is. Több ezer évvel ezelőtt, a természet egy az emberek fölött álló legyőzhetetlen entitás volt, így az eredeti Tízparancsolat alapvetően az emberek közötti erkölcsi és etikai kódeket fogalmazta meg, természetesen beleértve az emberek feletti misztikus erő feltétlen tiszteletét.

Mára az Ember és a Természet kapcsolata tragikusan megváltozott, és ha ezen a trenden nem sikerül változtatnunk, akkor folyamatosan növeljük azt a sebességet, amivel a katasztrofális végállapotot közelítjük. A Brundtland-jelentés kilenc alapelve azt sugallja, hogy az emberiségnek sürgősen olyan paradigmaváltáson kell keresztülmennie, amely az erkölcsi és etikai prioritások közé magas szintre emeli a természet tiszteletét, hátrább helyezi az anyagi értékrend elsőbbségét, és olyan etikai normákat tekint követendőnek, amelyek nem veszteségnek, vagy értelmetlen lemondásnak tekintik a túlzott fogyasztás csökkentését és a fejletlen régiók értelmes felzárkóztatását, hanem az egyetlen lehetséges útnak, hogy az unokáink is egy élhető Földet örököljenek.

A Tízparancsolatra tett utalás nem véletlen, miközben nem jellemző, hogy akár a környezetvédelem, akár a fenntarthatóság szakirodalma sokat foglalkozna a vallási kérdésekkel és az egyházak szerepével. De egy globális paradigmaváltás globális stratégiákat igényel, és jól látszik az elmúlt 50–60 év kudarcaiból, hogy se a politika, se a társadalmi mozgalmak, se a nemzetközi szervezetek, se a tudomány és ezek prominens képviselői nem voltak képesek áttörést elérni a fenntarthatóságot érintő főbb degresszív folyamatokkal szemben. (Az 50–60 év arra utal, hogy a *Silent Spring* (1962) és a *Római Klub* (1968) indították el globálisan a fenntarthatóság gondolatkörét és iniciálták azokat a jelentősnek tekinthető eredményeket, amelyek azt sejtetik, hogy vannak részsikerek, s akár globális kihatású eredményeket is el lehet érni.)

Hogy ne csak a pesszimizmus domináljon, utalunk itt néhány globális stratégiával kidolgozott és globálisan ellenőrzött szabályozásra, amelyekkel látványos eredményeket sikerült elérni (a DDT-példára már korábban utaltunk):

- Az ózonréteg *regenerálódása* az 1987-ben megkötött montreáli egyezménynek köszönhető. A légkör felső rétegében egy vékony ózonréteg fontos funkciót tölt be, jelentős hányadát kiszűri a Nap által kibocsátott s az élőlényekre károsan ható UV (ultraibolya) sugárzásnak. Az 1970-es években ismerték fel, hogy az ózonréteg folyamatosan vékonyodik, és ezzel arányosan a kóros bőrelváltozások – a bőrrákot is beleértve – elterjedése növekszik. Viszonylag hamar rájöttek, hogy a jelenségért a különböző fluór-, bróm- és klórszénhidrogének a felelősek. Mivel ezek felhasználása elég széleskörű (pl. hűtőberendezések hűtőközege, kozmetikai és háztartási spray-k hajtógázai, fénycsövek töltőgáza), először a kiváltásukra alkalmas technológiák kidolgozását kellett globálisan motiválni. (22)
  - A gyors fejlesztési eredmények és a közvetlenül is kimutatott egészségügyi kockázat szokatlanul gyors nemzetközi szabályozáshoz vezetett, de az 1987-ben született s a világ nagy részén betartott intézkedés csak lassan hozza meg az eredményt, mert ezeknek a vegyületeknek lassú a lebomlása, ezáltal sokáig fennmarad a roncsoló hatás egy része.
  - Ugyanakkor már megfigyelhető, hogy a regenerálódási folyamat elindult, és pozitív irányba halad. Ebből és a korábban idézett DDT-példából is szembetűnő, hogy ha *a negatív jelenség közvetlenül érinti az emberek veszélyérzetét, akkor sokkal nagyobb az esély a gyors és hatékony reakciókra, beavatkozásokra.*
- A Nemzetközi Bálnavadászati Bizottság 1946-ban alakult, miután az érintett országok többsége felismerte, hogy a kontroll nélküli vadászat a cetek kihalásához vezet, de számos közbenső irányelv után csak 1982-ben fogadta el azt az egyezményt, amely *megtiltotta a bálnák kereskedelmi célú vadászatát s a bálnahús és minden bálnából készült termék nemzetközi kereskedelmét.* A nemzetközi szót mint kiskaput használta és használja ki Izland, Norvégia és Japán, mert ők hivatalosan saját fogyasztásra vadásznak. (23)
  - Ez csak Japán esetében jelent számottevő meggyilkolt egyedet, hisz a másik két ország népessége alacsony, de végeredményben az egyezmény pár év múlva látványos eredményeket hozott: szinte az összes, korábban vadászat által veszélyeztetett cetfaj populációja emelkedésnek indult, és ma már egyik sem szerepel a súlyosan veszélyeztetett kategóriában. Sajnos ugyanakkor a vizsgálatba bevont 86 cetfaj mintegy negyede veszélyeztetett vagy súlyosan veszélyeztetett, elsősorban a ‘nagyüzemű’ óriáshalás halászat révén. A szomorú ellentmondás az, hogy ezekkel az olykor több száz méteres hálókkal nem a cetekre, hanem az úgynevezett rajhalakra

(pl. makréla, hering, szardínia) vadásznak, és a kisméretű cetek a hálókba gabalyodva pusztulnak el. (24)

- A közepes és nagytestű emlős ragadozók szinte mindegyike túlvadászott, vagy egyéb okokból került veszélyeztetett kategóriába, ugyanakkor a korábban kihalás szélére sodródott *farkas-populációt* számos országban visszatelepítették, és a szaporodásuk is elindult. Mivel a farkasok előszeretettel vadásznak háziállatokra és nyájban terelt állatokra, a visszatelepítést szociális oktatással és pénzügyi eszközökkel is támogatni kellett, hogy az érintett gazdák ne kezdjenek újabb farkasirtásba. Az USA-ban (Yellowstone Nemzeti Park) és Németországban a komplex újratelepítési program olyan sikeres volt, hogy a saját vadászterületre törekvő újabb családok már elhagyták az eredetileg kijelölt határokat. (25)
  - Ez jó példa arra, hogy az érdekek hosszabb távú figyelembevételével és megfelelő oktatással, felkészítéssel hagyományos negatív berögződések is kezelhetők, és bizonyos lemondásokra is van kompromisszumkészség.
- Az utóbbi évek dízelbotrányai sokat rontottak ugyan a *gépkocsigyártó ipar* társadalmi megítélésén, de az elmúlt 20–30 év fejlesztései zömükben a környezetvédelem érdekeit is szolgálták. Elsősorban az Európai Unió egyre szigorúbb szabályozásai révén folyamatosan csökkent a fajlagos fogyasztás, az üvegházhatású gázok és a toxikus komponensek kibocsátása. A környezetvédelmi tudatosság szempontjából fontos az elektromos gépjárművek folyamatos térhódítása is, de ez a folyamat a fenntarthatóság szempontjából kicsit eltérően értékelendő (erre később még kitérünk).

Ezek a részsikerek azonban nem tudják feledtetni, hogy az eltartóképesség határait alapvetően veszélyeztető gazdasági és népességnövekedés területén alig látszik jelentősebb változás. Pontosabban, a gazdasági növekedés önszabályozására már vannak pozitív jelek, de a népességnövekedés lassítására csak egyedi példák hozhatók fel, és a téma szenzitivitása miatt messze nem a kellő súllyal kerül a vizsgálatok fókuszába.

### **10. Lehet, hogy Malthusnak alapvetően igaza volt?**

Ahogy azt a 4. fejezetben említettük, Thomas Malthus, angol demográfus és közgazdász túlnépesedési elmélete a XVIII. és XIX. század fordulóján abból indult ki, hogy a népességnövekedés mértani sorozat, míg a létfenntartási cikkek gyártásának növekedése számtani sorozat szerint alakul. Ez egyre erősebb feszültségekhez, a nyomor és éhezés növekedéséhez vezet. Malthus korában a Föld népessége kb. 1 milliárd fő volt, és még fel sem merült a Föld eltartóképessége mint meghatározó gyűjtőfogalom, de mint racionálisan gondolkodó tudós, aki elsősorban demográfiai adatokat elemzett, ráértett az emberiség legnagyobb kihívására, a túlnépesedés problémakörére. Ez annál inkább figyelemre méltó, mert Malthus alapvégtzettségét tekintve teológus volt, és sem abban a korban, sem azóta nem jellemző,

hogyan az egyházak proaktívan foglalkozzanak a fenntarthatóság kérdéskörével, azon belül is a népességnövekedés és a fenntarthatóság ellentmondásos kapcsolatával. Ez a hozzáállás még magyarázható is az egyházak hagyományos, alapvetően konzervatív értékrendje és determinisztikus tanításai alapján. De hogyan lehetséges, hogy az ENSZ közgyűlése által 2015-ben elfogadott *Agenda 2030 program*, amely 17 pontba foglalta a fenntartható fejlődés legfontosabb céljait, a népesség növekedésének kérdésével nem foglalkozott önálló célkitűzésként?

Ez annak tükrében különösen ellentmondásos, hogy az ENSZ szakosított tudományos testülete, az IPPC (Éghajlatváltozási Kormányközi Testület), a népességnövekedést és a gazdasági növekedést (a fogyasztás növekedését kiemelve) határozta meg a globális felmelegedés két fő okaként. Az ENSZ 2019. évi közgyűlése tervezte az *Agenda 2030 program* előrehaladásának monitorozását, és ezt próbálták jelentős tudományos erők arra használni, hogy felhívják a döntéshozók figyelmét a népesedésnövekedés prioritásként való kezelésére. (26)

Ez csak két példa a számos magasszintű tudományos kezdeményezésre, de az ENSZ nem változtatott az *Agenda 2030* 17 alappontján. Ez sajnos negatív üzenet a Földünk fenntarthatósága szempontjából, hiszen mind a politikai, mind a gazdasági döntéshozók arra tudnak hivatkozni, hogy az ENSZ sem kezeli kiemelt feladatként a népességnövekedés lassítását, sőt esetleg megfékezését, így ez a rendkívül szenzitív kérdés számukra sem tekintendő prioritásnak. Emiatt szinte biztosra vehető, hogy a világ keveset fog megvalósítani az *Agenda 2030* program célkitűzéseiből, különösen olyan országokban, ahol magas a születésszám.

### **10.1. A túlnépesedés problémaköre**

Ha jelen vázlat nem akar ugyanebbe a szemethúnyó taktikába menekülni, hogy csak érintőlegesen kezelje a túlnépesedés kérdéskörét, akkor néhány gondolat erejéig külön is foglalkoznunk kell ezzel az érzékeny és bonyolult, de az Emberiség jövője szempontjából meghatározó kérdéssel.

A *Homo Sapiens* ('bölcs ember') megjelenését a tudósok kb. 3–400000 évvel korunk előttre becsülik, de az utolsó 4–500 évet leszámítva, az emberi népesség szaporodása igen lassú volt. Magas volt ugyan a gyermekszaporulat, de a születéskor várható élettartam sokáig nagyon alacsony maradt. Elsősorban a magas csecsemő- és gyermekkori halálozás, de a járványok, behurcolt fertőzések, éhínségek, háborúk is erősen fékeztek a népszaporulatot.

Például a középkori Európát sújtó pestisjárványok hatására néhány évtized alatt 70–80 millió halálessettel kellett számolni, és több mint 200 év kellett a veszteség kiheverésére, ami az 1600-as években ismét 10 milliós nagyságrendű veszteségbe fordult a súlyos éhínségek és a 30 éves háború hatására. Az amerikai őslakos népesség azonban soha nem heverte ki az európai hódítók XVI. századi érkezését, akik nem elsősorban tudatos fegyveres népiirtással, hanem az akaratlanul behurcolt kórokozók pusztító hatásával irtották ki az őslakosság mintegy 90%-át.

A világ népessége éppen Malthus alkotó éveiben, becslések szerint az 1800-as évek kezdetén érte el az egymilliárdot, de a következő milliárdos ugrások egyre rövidebb időközönként követték egymást: a kétmilliárdhoz kb. 123 év, a hárommilliárdhoz már csak 32 év és az újabb milliárdokhoz 15, 13, 12 és ismét 12 év kellett. A jegyzet írásakor (2020. szeptember) már több mint 7,8 milliárd ember élt a Földön, és várhatóan az újabb milliárdos határhoz csak 11,5 év kell majd. Ugyan a növekedés elmúlt pár száz éve leginkább exponenciális görbével írható le, és az elmúlt 20–30 évben a görbe meredeksége mintha inflexiós ponthoz közeledne, azaz a növekedés üteme mintha relatíve lassulna, de sajnos ez még mindig drasztikus növekedésnek felel meg, miközben a Föld eltartóképessége már régóta stagnáló, vagy esetleg csökkenő népességszámot igényelne.

Malthus a Föld eltartóképességét elsősorban az élelmiszertermelés korlátaival állította szembe, de elméletében egyéb szempontokat is figyelembe vett. Több mint 200 évvel ezelőtt még nem láthatta, hogy a mezőgazdaság rendkívül hatékony fejlődés előtt áll, de a válságokat generáló társadalmi folyamatokra egyértelműen ráérezett. Azzal számolt ugyan, hogy az emberiség igényeihez igazodva egyre bővül a hozzáférhető javak mennyisége, de azt feltételezte, hogy a tényleges hozzáférés különböző mértékű lesz a társadalmi osztályok, rétegek között. Az elosztási különbségek, a gazdagok és szegények közötti ellentétek generálják a malthusiánus katasztrófákat (háborúk, éhínségek, járványok), amelyek olyan szinten csökkentik a népességet, hogy helyreáll a kínálat és kereslet közötti egyensúly.

Malthus idejében a járványok közel egyformán sújtották a különböző osztályokat, de már látható volt a tendencia, hogy az ivóvízszolgáltatás fejlődésével, a csatornázás elterjedésével nagyságrendeket javulhatnak a higiéniai körülmények, ami eleinte nyilván az ezekhez hozzáférő gazdagokat fogja inkább segíteni. A Malthus korában ismert egyedi problémák és ellentmondások egy része a folyamatos 'fejlődés' révén ugyan részben megoldódott, de az alapvető konfliktushelyzet, az emberiség súlyos gazdasági és forráshozzáférési polarizáltsága ma is fennáll. A neomalthusianizmus a világméretű szegénység, éhezés és ivóvízhiány tényéből kiindulva állítja, hogy a Malthus-féle csapdák ma is érvényesek, a népességrobbanás idővel természeti, társadalmi és demográfiai katasztrófákhoz vezet. (W)(8)(9)

### **10.1.1. Népesedési elméletek**

Malthus a történelmi folyamatokat és korábbi tudományos téziseket elemezve állapította meg, hogy a népesség alakulása és a rendelkezésre álló élelmiszerek mennyisége közötti összefüggés alapvető történelemformáló tényező. Már a vándorló korszakban is az élelmiszerek megszerzése volt a fő hajtóerő, s a vándorláshoz hasonlóan a mezőgazdaság elterjedésének kezdeti korszakában is az új területek művelésbe vonása adta a megoldást, és nyilván fel sem merült a túlnépesedés kérdése. Mai szemmel nézve annál meglepőbb, hogy az első jelentősebb letelepedési korszak, a folyóvölgyi kultúrák kialakulásával (i. e. 6000–2500 között, Mezopotámia az Eufrátesz és Tigris völgyei, Egyiptom – Nílus, Indus völgye) megjelent a relatív túlnépesedés problémaköre. Mivel a viszonylag erősen behatárolt folyóvölgyekben a művelhető terület alig volt növelhető, a népszaporodás és az élelmi-

szերtermelés közötti egyensúlyt a népesség korlátozásával tudták fenntartani. Az erős központi hatalom ezt akár drasztikus lépésekkel is, de megvalósította; néhány nagyobb hatású esemény (népirtás, csecsemőgyilkosságok) némi mitológiai transzformációkkal a *Bibliába* is bekerültek. (8)

Ezekre a történelmi példákra is támaszkodva, az ókori görög filozófusok is foglalkoztak a népességszabályozással. Platon (i. e. 427–347) „*A Törvények*” című művében szükségesnek tartja az állam népességkorlátozó intézkedéseit, amelyek kitüntetésekkel, ill. büntetésekkel szabályozzák a születések számát, sőt, a házasságokét is a háborúk és betegségek/járványok figyelembevételével határoznák meg. Korlátozni javasolta a házassági kort és a bizonyos szülői koron túli születéseket is, akár az újszülött megölésével. Nyilvánvalóan Platon téziseinek is materiális alapjai voltak, de ő ezt filozófiájának megfelelően a magasabb ideákkal magyarázta, a városállam polgárainak minőségét, ‘kvalitását’ a felhígulás megakadályozásával gondolta megvédeni.

Arisztotelész (i. e. 384–322), Platon tanítványaként mestere gondolatait fejleszti tovább. Ő sem a primer materiális kérdést, az élelmiszerellátás és túlszaporodás ellentmondását hangsúlyozza, hanem az ennek következtében és nyilván más tényezők hatására is kialakuló szegénységet és ennek hatásait elemzi. Nézete szerint a *szegénység* az anyja a rossznak és a lázadásnak. (Arisztotelész már 2400 éve felismerte a mai világot is szétfeszítéssel fenyegető gazdag–szegény ellentét jelentőségét!) Arisztotelész minden házaspár esetében korlátozná a gyermekszámot, nem engedné, hogy egy férfinak 55 év felett gyereke szülessen, a várható testi-lelki fogyatékok miatt. A sok gyerek nevelése helyett a szabad polgár inkább filozófiával, költészettel, politikával és sporttal foglalkozzon, mert így válik a városállam értékes polgárává.

Végül is mindketten a városállamnak mint az ókor legfejlettebb formációjának a minőségmegőrzését kezelték prioritásként, és ezáltal a népességkorlátozást természetes állami feladatnak tekintették. (8)

Az ókori Kínában a két nagy folyó völgyben (Huangho és Jangce) már az i. e. első évezredben mutatkoztak a túlnépesedés jelei. Konfucius (Kung-fu ce, i. e. 551–479) népesedési tanokkal is foglalkozott, s a népesség száma és a földterület közötti megfelelő arány fontosságát emelte ki. Szerinte az arány felbomlása szegénységhez vezet. Demográfiai megfigyeléseket is közölt: a halálozások száma nő, ha az élelmiszer mennyiség csökken, és a korai házasságkötések számának emelkedése növeli a csecsemőhalandóságot. (W)

A fentiekkel ellentétes volt a Római Birodalom klasszikus aktív népességpolitikája, amely természetesen a polgárok körére korlátozódott. A római polgárok (*Populus Romanus*) szaporodása nemzeti érdek volt, ami különösen a birodalom hanyatlása idején erősödött fel, mert ebben látták a katonai és gazdasági hatalom biztosítását. A rabszolgák szaporodásától tartottak, ezért próbálták korlátozni. A polgárok számára az állam vagyoni és közjogi előnyöket biztosított, ha házasság és különösen, ha több gyerekük is van, de komoly hátrányokkal sújtotta a gyermekteleneket és a házasságon kívül élőket.



A középkor Európában a keresztény kultúra teljes dominanciáját hozta, ezzel együtt járt, hogy a gyermekáldás isteni akaratból történik, azt korlátozni bűn. A népvándorlás kori nagy népességpusztulás után a járványok és háborúk sújtotta Európában ez természetes reakció volt a népesség pótlására, és ez a tendencia közel ezer évig érvényesült az erős egyházi kontroll mellett. A középkor végére már a reneszánsz új gondolkodásformája is teret hódított, amely a kultúra, a tudomány és egyéb szellemi értékek terén megtörte a konzervatív katolikus egyház dominanciáját, ami népessépolitikai gondolatokban is megfogalmazódott. A reneszánsz két nagy gondolkodója, Morus Tamás (1478–1535) és Machiavelli (1469–1525) a kor domináns uralkodási formája, az abszolút monarchia érvényesülését szolgálták. Úgy tanították, hogy ehhez változatlan népességszám szükséges, mert a népesség növekedése társadalmi zavarokat, lázongásokat eredményezhet. (8)

A reneszánszt követő reformáció, majd ellenreformáció és végül 1760-tól 1840-ig az első ipari forradalom, különböző motivációk alapján, de egyértelműen a népesség növekedését tartották fontosnak. Ezért is meglepő, hogy Malthus, épp az ipari forradalom közepén, a napóleoni háborúk népességcsökkentő hatását is negligálva fejtette ki ellentmondásos, de fontos üzeneteket megfogalmazó elméletét. Ugyan Malthus csak az európai demográfiai adatokhoz fért hozzá és tanítását ennek megfelelően alapvetően az európai viszonyokra alapozta (ne felejtjük, hogy abban az időben gyarmatbirodalmán keresztül Anglia gyakorlatilag a világ ura volt!), de népesedési prognózisai, különösen a világ alulfejlett régióiban, mint Afrika, valamint Dél- és Délkelet-Ázsia jelentős részében ma időszerűbbek, mint valaha.

### ***10.1.2. A túlnépesedés okai és hatásai, szociológiai szempontok, biztonsági kihívások, a vallások szerepe***

A népességnövekedés lassításának, sőt a népesség csökkenésének leghatékonyabb módja a fejlett gazdaság és a jó életkörülmények. Történelmi megfigyelés, hogy a vagyoni gyarapodás csökkenti a gyerekvállalási trendet, hiszen a családi vagyon örökösök közötti túlzott aprózódása ellentétes a családi vagyon gyarapításának igényével. Ugyanakkor a nyomor bármennyi örökös között korlátlanul 'osztható'. (27)

A jóléti társadalmakban a családok jelentős része hosszútávra tervezett családmódel alapján alakítja életét. Először a kívánt szakmai szint elérése (továbbtanulás, továbbképzés) és a megnyugtató anyagi bázis megszerzése a cél. Ehhez kapcsolódik, hogy a szociális ellátórendszer igénybevételéhez néhány évet dolgoznia kell a leendő anyának, így az első gyermek születése az anya húszas éveinek végére, harmincas éveinek elejére tolódott, de egyre gyakoribb a még későbbi, az egzisztencia megteremtése és egyéb célok megvalósítása utáni, negyvenes évekre húzódó első szülés. Ezek a késői szülések szinte programozzák az egy-, maximum kétgyerekes családot, de a korábban szülő anyák is csak annyi gyereket vállalnak, ahányat anyagi biztonságban fel tudnak nevelni. (8)(W)(27)

(Kis színes adalék az örökösödés szerepéhez: a papi szüzesség már Szent Pál apostol leveleiben megjelent mint a magasabb rendű elhivatottság igénye, ennek ellenére csak önként vállalt ajánlás volt a katolikus egyházon belül. A kora középkori zsinatok ugyan rendre

próbálták szabályozni a papi nőtlenség kérdését, de a teljes kirekesztés első lépésére 1139-ben, a lateráni zsinaton hozott törvény révén került sor. Ez azonban még mindig kevés volt az addigra erősen 'elfajzott' szabadosság megszüntetésére, a késői középkorban gyakori volt az egyébként nem örökölhető egyházi vagyon szétosztása az egyházi előljárók gyerekei között, sőt nem egyszer megesett, hogy nagyhatalmú püspökök, pápák saját gyermeküket emelték az utódlást biztosító pozícióba, az pedig bevett gyakorlatnak számított, hogy családtagok, kegyencek, szeretők szinte egyházi kontroll nélkül jutottak pozíciókhoz, vagyoni juttatásokhoz. Végül az 1563-as tridenti zsinat érvényesítette az ellenreformáció kemény elveit, és hozott rendkívül szigorú törvényt a cölibátus érvényesítésére. A fő cél nyilván a központi hatalom keménykezü érvényesítése volt, de az egyházi vagyon megőrzése is jelentős szerepet játszott.) (28)(W)

Visszatérve a gyerekvállalásra, a fejlett, jóléti társadalmakban a vagyon a szülőktől áramlik a gyerekek felé, míg a fejlődő világban a gyerekek vagyontermelő képessége adja a családok vagyoni biztonságát, tehát a vagyon a gyerekektől áramlik a szülők felé. Ez a fő gazdasági szempont, ami éles különbséget eredményez a jóléti és fejlődő társadalmak termékenységi rátája között. Általában az egy szülő nő által vállalt 2,1 gyerek/anya viszonyt tekintik a reprodukció határértékének, ez alatt csökken egy adott társadalom lélekszáma, és minél magasabb ez az érték, annál nagyobb a népszaporulat.

Az előbb említett vagyoni motiváción túl azonban számos tényező befolyásolja a termékenységi rátát, ami a fejlődő világban az egészségügyi ellátás fejlődésével önmagától is növekedne. Néhányat célszerű itt kiemelni, hiszen ha ezek terén sikerülne előrelépni, akkor érdemben lehetne a népszaporulat csökkenésével számolni: (29)(27)(W)(4)(30)

- Kulturális és törzsi hagyományok gyakorlatilag doktrína szinten előírják a férfi–női szerepeket, és ebben a nők elsődleges feladata a család szolgálata, minél több gyerek szülése. Azokat a nőket, akik ezt nem vállalják, az erősen tradicionális vagy törzsi kultúrkörben kiátkozással, vagy akár még súlyosabb büntetéssel fenyegetik, amit adott esetben végre is hajtanak.
- Ennek ellenére, még az ilyen tradicionális társadalmakban is jelentős különbség van a nők és a férfiak gyerekpreferenciájában. Afrikában például a nők átlagosan hárommal kevesebb gyereket szeretnének, mint a férfiak, de a fejlődő világ legtöbb országában a női egyenjogúság még messze van attól, hogy a nők egy ilyen fontos kérdésben érvényesíteni tudják jogaikat. Kijelenthető, hogy a női emancipáció biztosítása önmagában jelentősen csökkentené a túlnépesedés mértékét.
- A tanulás, tanítás szerepe többszörösen meghatározó. Az UNESCO adatai alapján az általános iskola elvégzése átlagosan eggyel, a középiskolai végzettség átlagosan hárommal csökkenti a tervezett gyermekek számát. (A fejlődő világban olyan alacsony az ennél magasabb iskolai végzettség a nők között, hogy nem elégséges statisztikai adatbázis létrehozásához.) Azon túl, hogy a képzettség meghatározóan növeli a nők egyenjogúságát, erősen kitolja az egyébként tizenéves korban kezdődő szülési ciklusok belépő időpontját. (W)

- Az oktatáshoz való hozzáférés az előző számokon túl növeli a nők álláslehetőségét is. Az alulfejlett társadalmakban a nők a szülésen és a háztartási munkán kívül alig találnak munkalehetőséget, az oktatási rendszer fejlesztése, óvodáktól a magasabb iskolákig, nagyszámú álláslehetőséget kínál. Hasonló a hozadéka az egészségügy fejlesztésének is, amely a kistérségi alapellátástól a kórházak és klinikák nagy létszámigényéig sok álláslehetőséget kínál.
- A fejlődő világban a fogamzásgátlás olyan alacsony szinten van, hogy alig segít a népszaporulat szabályozásában. A fogamzásgátlás emberi jogáról nagyon kevesen tudnak, ezért a megszületett gyerekek kb. 50%-a a nem kívánt kategóriában jön világra. A fogamzásgátlás állami népszerűsítése, a különböző állami, társadalmi fórumok ezirányú igénybevétele nagy mértékben tudná csökkenteni a túlnépesedést.

Az ENSZ és egyes szakosított szerveinek értékelése s az ezeken alapuló számítások szerint, az oktatás és fogamzásgátlás emberi jogainak globális biztosítása és érvényesítése egy generáción belül képes lehetne a népességrobbanás leállítására, sőt egyes vélemények szerint akár a népességcsökkenést is megalapozná. (30)(31)

Egyszerűen hangzik, de mégsem valósul meg! Ennek az elemzése egy másik tanulmány bonyolult témája lehetne, itt csak néhány gondolat erejéig érintjük a problémakört. A fenti hét, gyermekvállalást befolyásoló tényező mindegyike erősen motiválható lenne, ha nemcsak a szakmai konszenzus, hanem a legnagyobb befolyással és széles kommunikációs platformmal rendelkező intézményrendszerek is felvállalnák ezt a fenntartható jövő szempontjából alapvető feladatot.

A leghatékonyabb kommunikációs csatornákkal a politikai fórumok és politikai programok, valamint az egyházak rendelkeznek, de különböző okokból ezek az erős tömegbefolyással rendelkező intézmények a gyermekvállalással nem hajlandóak foglalkozni. Az egyetlen látványos ellenpélda Kína, amely sok és nyilván részben megalapozott indok alapján 1979-ben bevezette az ókor óta legszigorúbb, drasztikusnak nevezhető születésszabályozási törvényt. A kitűzött célok legfontosabbját, a népszaporulat kordában tartását elérték ugyan, de az egész társadalmat negatívan érintő következmények miatt az elmúlt években több lépcsőben kivezették az „*egyketörvényt*”. A negatív hatások közül kiemelendő

- a lány csecsemők meggyilkolása, amely a törvény érvényessége alatt az 1,4 milliárdos lakosságon belül 100 nő 106 férfi arányra torzította a nemi arányt. Ha azonban a jövő szempontjából meghatározó 18 év alatti korosztályt nézzük, akkor az arány 100 nőre 115 férfi viszonyszámra torzult, ami számos területen olyan megoldhatatlan feszültségeket generál, amit a politika már nem tudott volna kezelni. Ugyanakkor érdemes megemlíteni, hogy a törvény eltörlése után sem ugrott meg a termékenység, az időközben megváltozott társadalmi-gazdasági viszonyok az alacsony szülésszám felé motiválnak. (32)
- Az életfa torzulása miatt a munkába újonnan belépő korosztályok egyre kevésbé tudták és tudják fedezni a folyamatosan bővülő gazdaság munkaerőigényét, s a korábban kimeríthetetlennek hitt vidéki munkaerőtartalék is elfogyott, veszélyeztetve

ezáltal a kínai politika világunalmasi pozíciókra törő rövid- és hosszútávú terveit, amelyeket széles spektrumú gazdasági dominanciával és ezt támogató egyéb eszközökkel kíván (és tud is!) érvényesíteni.

Ezt az időközben visszavont példát leszámítva, az egyes államok politikája, sőt még a nemzetközi nagypolitikát reprezentáló nemzetközi szervezetek programjai (pl. ENSZ, WHO) sem vállalják fel a születésszabályozás témakörét, nyilván bekalkulva az egyes tagországok negatív hozzáállását. Kiemelkedően negatív példa az USA Trump-féle, szinte ókonzervatív irányultságú politikája, amely nem volt hajlandó olyan programokat, szervezeteket támogatni, amelyek progresszív módon foglalkoznak a születésszabályozás – beleértve az abortuszt is – komplex témakörével. Mivel az USA a legnagyobb egyedi befizetője a nemzetközi szervezeteknek, negatív példája az egész világot befolyásolja. (9)

Pedig éppen az USA tekinti magát a világ domináns katonai hatalmának, ha kell a világ csendőrének, és ha saját gazdasági vagy politikai érdekei azt kívánják, akár alapos előzetes elemzések nélkül is beveti katonai erejét, vagy titkosszolgálati eszköztárát. Saját rövidtávú biztonságpolitikai elvei és doktrínái szerint avatkozik be helyi vagy regionális konfliktusokba, de szinte tudomást sem vesz korunk legnagyobb biztonságpolitikai kihívásáról, a túlnépesedésről.

Elsősorban Afrikában, de a világ más régióiban is a túlnépesedés olyan szinten növeli a szegénységet, az éhezést, az edesvíz-hozzáférés korlátait, a környezet súlyos és helyrehozhatatlan pusztítását (és még lehetne sorolni...), ami a helyi népességet drámai lépésekre kényszeríti: szaporodnak a helyi konfliktusok, háborúk, egyre nagyobb tömegek hagyják el lakóhelyüket, s a migrációs nyomás újabb és újabb országokat, régiókat fog érinteni és destabilizálni. Ez reálisan akár azzal is járhat, hogy a lokális háborúk világméretű konfliktusokat, akár világháborút generálnak, melynek kimenetele a mai tömegpusztító fegyverek ismeretében kiszámíthatatlan kockázatot jelent az emberiség számára.

És nyilván az USA számára is, ennek ellenére sem kerül be a világ legfejlettebb országainak prioritásai közé a túlnépesedés elleni összehangolt akcióterv és annak szisztematikus támogatása. A korábban említettekén túl, ennek etikai és speciális történelmi okai is vannak, hiszen nehezen eladható, sőt gyanúkelítő, hogy éppen a korábbi gyarmatosítók, rab- szolgatartók lépnek föl a világmegváltó szerepében és diktálják a szükséges változásokat.

Egyes tudományos-fantasztikus koncepciókban a Földön kívüli élet biztosításával és túlélő csapatok exportálásával látják a kiutat a globális fenntarthatósági káoszról, de ennek realitása, főleg a hamarosan 8 milliárd fős és folyamatosan tovább növekvő földi lakosság számához viszonyítva, gyakorlatilag elhanyagolható. Tehát a Földet zárt rendszernek kell tekintenünk, s a tudósok és tudományosan érdeklődők számára ismert tény a zárt rendszerekben kialakuló együttélési káosz klasszikus példája, ami szinte előrevetíti, hogy mi várható globálisan is.

A Húsvét-sziget többszáz kilométerre fekszik Dél-Amerika partjaitól és a legközelebbi lakott szigetektől. Feltehető, hogy amikor kb. 1600 évvel ezelőtt néhány polinéziai törzs letelepedett a szigeten, gazdag faunát és flórát találtak, szinte paradicsomi állapotok között

indult fejlődésnek a helyi gazdasági, politikai és kulturális rendszer. Úgy becsülik, hogy a folyamatosan növekvő lakosság száma már elérte a kb. 20000 főt, amikor kezdett felborulni a sziget ökológiai egyensúlya. A kipusztított erdők megújulása lassabb volt, mint a fakitermelés üteme, ennek hatására fokozódott a talajerózió, csökkent a művelhető terület és a terméshozam, ezáltal a sziget már nem tudta kellő mennyiségű élelmiszerrel ellátni a lakóit. Mivel a szigetlakók nem tudtak elköltözni és új területeket termelésbe vonni, a túlélési ösztön állandó háborúskodáshoz és öldökléshez vezetett, erről máig tanúskodik a misztikus védőfunkciójú óriásszobrok ledöntése, elpusztítása. (31)

Mire 1772 húsvét vasárnapján partra szálltak az első európai felfedezők/hódítók, a valaha volt trópusi paradicsom helyén csak egy letarolt szigetet és egymást öldöklő, kannibalizmusra kényszerült lakosságot találtak. A Föld ma még nem tart itt, de ha a spontán folyamatokat nem sikerül a fenntarthatóság irányába terelni, akkor a Húsvét-sziget példája mint egy nagylabor-kísérlet (pilot plant), előre vetíti, hogy mi várhat az emberiségre! (29)

A Földünk jövője szempontjából ugyan egyáltalán nem elfogadható, ahogy a politika kezeli a túlnépesedés és az ezt előidéző gyerekszaporulat kérdését, a politikai döntések mögött azonban, mégha rövidtávú is, de részben racionális motiváció áll, ami reményt adhat ennek megváltoztatására. A *vallásról* mint a politika melletti másik globális tömegmotiváló vagy tömegmanipuláló erőről ez nem állítható. Az egyes vallások szent iratai sokáig szinte kontroll nélkül érvényesek lehettek, de a tudomány fejlődésével, a robbanásszerű műszaki-gazdasági előrehaladással párhuzamosan egyre több olyan kérdés/probléma került elő, amelyre a vallások nem tudnak adekvát választ adni.

Ennek ellenére az emberiség jelentős része ma is inkább hisz a szent tanításokban, mint például az evolúcióelméletben, és ugyan a francia forradalom óta a demokráciák hivatalosan követik a vallási szekularizációt, mégis demokratikusnak nevezett nagyhatalmak hivatalos politikájában is megjelennek a vallási mozgalmak közvetlen hatásai. Főleg akkor, ha ezzel a politika saját hatalmi céljait tudja erősíteni, ami sajnos a politikában általános jelenség.

Harari *21 lecke a 21. századra* című tanulmánykötetében elemzi, hogy képesek-e a nagy, tradicionális vallások választ adni korunk kihívásaira. Harari a kihívásokat három problémakörbe sorolja: (33)

- Technikai problémák – például: mit kezdjenek a száraz országokban a gazdák a globális felmelegedés okozta súlyos aszályokkal?
- Eljárásbeli problémák – például: milyen intézkedéseket hozzanak a kormányok a globális felmelegedés megelőzése érdekében?
- Identitásproblémák – például: foglalkozzam-e egyáltalán a világ másik felén élők problémáival, vagy csak a saját törzsem és országom gondjaival törődjek?

*Technikai problémák:* a premodern világban a vallások/egyházak voltak az illetékesek számos technikai probléma megoldásában olyan világi területeken is, mint a mezőgazdaság. Az isteni kalendáriumok határozták meg, mikor kell vetni és mikor aratni, és templomi

szertartások biztosították az esőt, sőt a kártevők elleni védelmet is. De egyházi hatáskörben volt a gyógyítás és gyakorlatilag minden olyan 'szakterület', amely a közember, az alattvaló számára elérhetetlen volt, hiszen a papság monopolizálta a magasabb szintű tanítást és tudást.

Mára az egyház hatalma szinte az egész világon visszaszorult a technikai problémák területén, helyébe a tudományos ismeretek és ezek alkalmazása lépett. A világvallások átadták ezt a terepet a szakembereknek, csak rendkívül alulfejlett régiókban maradtak pozícióban a törzsi sámánok és guruk.

*Eljárásbeli problémák:* nyilvánvaló az előző problémakör alapján, hogy a tisztán technikai kérdések kezelésében nincs szerepe a vallásnak, de ha az új technika alkalmazása etikai és erkölcsi kérdéseket vet fel, akkor az egyházak is szót kérnek. Például a mesterséges intelligencia, vagy a védőoltások alkalmazása rengeteg vitát vált ki, és ezekben a vitákban az egyházak is részt vesznek, anélkül persze, hogy lenne definiált muszlim, zsidó vagy keresztény álláspont az ilyen jellegű kérdésekben. Vérmérséklet szerint vagy ellene, vagy mellette vannak, és ahogy a tudósok is, kétségeket fogalmaznak meg, ami minden új fejlesztés természetes velejárója.

Azt gondolnánk, hogy a globális felmelegedés elleni harcot az egyházak egységesen támogatják. Nos ez sem igaz, hiszen az amerikai evangélikalista (a XVIII. századi Angliából eredő protestáns mozgalom, az USA-ban működnek kislétszámú, de rendkívül agresszív szektái) lelkészek buzgón, sőt túlbuzgón tagadják a környezetvédelmi szabályozások szükségességét, és demagóg prédikációik hatása tettenérhető volt a Trump-kormányzat retrográd intézkedéseiben is. Ezzel szemben Ferenc pápa a globális felmelegedés elleni harcot hirdeti Krisztus nevében, tehát a politikusok egyéni, vagy gazdasági lobbierdekek szerint kényelmesen válogathatnak a különböző vallási nézetek között.

*Identitásproblémák:* itt kerülnek a vallások igazán meghatározó, sőt gyakran megkerülhetetlen pozícióba. Az emberi hatalom a tömegek együttműködésétől függ, ennek alapja pedig a tömeges identitás kialakítása. Ezek az identitások mítoszokra, fiktív történetekre, hitalapú tanításokra épülnek, és ezeken a területeken az egyházak megőrizték szerepüket. Sokszor hozta a történelem, hogy egy új hatalmi rendszer új egyházat alapított saját identitását minél jobban erősítendő (pl. az anglikán egyház VIII. Henrik alatt), de még a közeli jelenkorban is élnek diktatúrák ezzel az eszközzel. Az észak-koreai rezsim a dzsucse nevű fanatikus államvallással mossa át alattvalói agyát. Ez a marxizmus-leninizmusnak, egyes ősi koreai hagyományoknak, a koreai faj egyedülálló tisztaságába vetett rasszista hitnek, illetve Kim Ir Szen és leszármazottai istenítésének a keveréke. A fanatikus hit segít az éhínségek elfogadásában, és abban is, hogy a relatíve alacsony nemzeti jövedelem jelentős részét a szent feladatra, az atomfegyverek fejlesztésére fordítsák.

Látható, hogy a XXI. században a vallás már nem gyógyít, nem épít rakétákat, de abban, hogy ki a „jó” és ki a „rossz”, azaz ellenség, a vallás megőrizte pozícióit. A vallásoknak továbbra is nagy politikai erejük van, amennyiben képesek megszilárdítani a nemzeti identitásokat, és szélsőséges esetben akár hozzájárulhatnak a III. világháború kirobbantásához is. De amikor nem a XXI. század problémáinak szításáról, hanem azok megoldásáról van

szó, nem igazán kínálnak alternatívát. Sőt azáltal, hogy a legtöbb országban a vallások a modern nacionalizmus kiszolgálói, így akár a tradicionális világvallások, akár a helyi kisebb vallások és egyházak valójában megnehezítik a globális problémák megoldását. A világ fenntarthatósága szempontjából kritikus kihívások csak nemzeteken átívelő, nacionalista érdekeket visszaszorító, összehangolt, hosszútávú globális programok segítségével kezelhetők (ha egyáltalán kezelhetőek!), de ehhez a politikának és a vallásoknak is szolgálniuk kellene azt a tényt, hogy az emberiség egyetlen civilizációt alkot.

Az egyetlen civilizáció mint meghatározás valójában egy triviális tény, de a nacionalizmus mint politikai eszköz és a vallások egymással hadakozó, kompromisszumra alig képes táborokra osztják a civilizációt. A közös jövőnk szempontjából nincsenek lokális megoldások olyan globális problémák esetén, mint pl. a nukleáris háború veszélye, az ökológiai összeomlás, a túlnépesedés vagy a technológiai bomlás, de ameddig a vallások is a lokális rövidtávú politika kiszolgálói, addig sajnos a lokális identitások nem engedik érvényesülni az emberiség globális érdekeit.

Érdekes ehelyütt utalni arra a válságra, amely jelenleg az Európai Uniót sújtja. A II. világháború utáni euforikus állapotban a közös Európát tervező politikusok csak az összefogás pozitív és előnyös oldalait látták, és fel sem tételezték, hogy akik csatlakoznak a majdani unióhoz, azok egy idő után ugyancsak ki lesznek téve a nacionalizmus és az irracionális kirekesztő identitások csábításának, ami a történelem során már sokszor borította fel a legszebb elképzeléseket is. A globális problémák, jelen esetben a nagyléptékű regionális problémák és a lokális identitások ütközése adja azokat a konfliktusokat, amelyekre az Európai Unió nincs felkészülve, és amelyek az eddigi legnagyobb multikulturális kísérlet széthullásával fenyegetnek. (33)

Két kiegészítő gondolattal szükséges árnyalni a népesedési kérdéskört.

- Ahogy az előzőekben láttuk, mindegyik világvallás elutasítja az aktív családtervezés és proaktív fogamzásgátlás bármilyen megnyilvánulását (az abortuszt kiemelten beleértve), és ebben a Vatikán álláspontja sem különbözik. Mégis, a buzgó katolikusnak ismert olasz, spanyol és lengyel népesség ugyanolyan lassan növekszik, illetve ugyanúgy stagnál, mint az európai átlag, sőt az olasz és spanyol reprodukciós ráta gyakorlatilag már évtizedek óta a legalacsonyabb Európában, és a mégis kimutatható népességnövekedés kizárólag a migrációs hatásoknak köszönhető. Valószínűsíthető tehát, hogy egy bizonyos oktatási, kulturális és gazdasági színvonal felett a vallások irracionális tanításai kevésbé érvényesülnek. Ezen az sem változtat, hogy a lengyel klérus 2020 októberében elérte, hogy a lengyel parlament tovább szigorította Európa addig is legszigorúbb abortusztörvényét, negatív példát mutatva ezzel az elvileg szekularizált demokráciák és az egyház kapcsolatában, valamint a fenntarthatósági szempontok figyelembevételében.
- Malthus a népességszabályozás spontán eszközei között kiemeli a járványok és a háborúk szerepét, s bizonyos értelemben nyilván igaza is volt. Azóta is felbuknának

olyan 'szakértői' tézisek, hogy a nyomor és a fegyveres konfliktusok természetes szelekcióként működnek, segítenek a túlnépesedés szabályozásában. A valóság ezzel szemben azt mutatja, hogy éppen a háborúk, belső fegyveres konfliktusok, anarchiába fulladó belső viszonyok által sújtott országok és régiók produkálják az utóbbi 60–70 év legmagasabb születési rátáját. Számos példa említhető, de elég ha itt Afganisztánra, Szudánra, Szomáliára, Haitire, vagy akár a Gázai övezetre utalunk, ahol az állandó konfliktusok ellenére rendkívül magas a reprodukciós ráta. (27)

E jegyzet írása közben rendkívüli esemény történt a katolikus egyházban, amely, ha folytatása is lesz, alapvetően változtathatja meg az egyik legfontosabb világvallás identitáspolitikáját. Ferenc pápa azt üzent a híveknek és a világnak, hogy az azonos nemű pároknak is joguk van a boldog élethez, sőt nem látja okát, hogy kirekesszük őket a gyerekvállalás öröméből. Ez az üzenet olyan éles váltás a korábbi dogmákhoz képest, hogy ma fel sem mérhető a hatása, de feltétlenül egy radikális váltást képvisel a kirekesztő, sőt a nem tetszőt üldöző vagy kiátkozó katolikus kánonhoz képest. Ferenc pápa üzenete egy teljes paradigmaváltás első lépése lehet, amely elvezethet a másság széles értelemezett elfogadásához, és talán a születésszabályozás pragmatikus értelmezéséhez, akár támogatásához is. (34)

Ez az írás nem merül el sem a vallástörténet, sem az államvallások mélységeiben, de hangsúlyozni kell, hogy a világvallások megjelenése előtti vallások, és azok, amelyek az időszámítás előttről ránk maradtak (pl. Konfuciusz tanításai, Buddhizmus), alapvetően az élet megismerését, a harmonikus együttélést – ebbe az emberek sokszínűségét is beleértve – tanították. Talán elég itt a görög többistenhitre utalni, amely a hozzá tartozó mitológián keresztül is számos azonos nemű kapcsolatot ábrázol teljes természetességgel. Világirodalmi és sokszor megfilmesített példa Homérosz Íliászának egyik főhőse, Akhilleusz, aki szerelmes párkapcsolatban élt Patroklosszal a Trója alatti csatatéren.

Az ókori görög és római társadalomban természetes volt az azonos neműek kapcsolata, és akár a promiskuitás is, ami arra utal, hogy az akkori társadalmi normák erősen eltértek a mai doktriner szabályoktól, és sokkal befogadóbbak voltak a mássággal kapcsolatban. Az akkori vallások nem törekedtek világvallási dominanciára, hanem az élet és a politika gyakorlati kiszolgálásában vettek részt. Lehet, hogy Ferenc pápa az antik hagyományokra támaszkodva próbál reformokat iniciálni? Lehet, hogy ez a kis, de a doktriner tradíciókat meghaladó rendkívüli lépés elvezethet a világ fenntarthatósága szempontjából legfontosabb problémakör, a túlnépesedés pragmatikus kezeléséhez?

Van-e egyéb reménység, ami változást hozhat a túlnépesedés politikai és vallási kezelésében? Legyünk optimisták, és bízzunk egyfajta racionalizmusban: a Föld jelenlegi népességének közel 50%-a Ázsia azon övezetében él (Kína, India és a Távol-Kelet országai), ahol az uralkodó vallások, a buddhizmus, a hinduizmus és a konfuciuszi tanítások nem doktriner parancsokra, nem a napi politika kiszolgálására és nem kirekesztő dominanciára építenek, hanem a megismerésen, a tapasztaláson és a tudományos felismerések interpretálásán keresztül az emberi harmóniára és a pragmatikus együttélésre törekednek. Ma még nem érzékelhető, hogy ezek a vallások érdemben léptek volna a népességszabályozás



irányába, de reménykeltő, hogy ennek a régióknak a globális szinten is legismertebb és az egész világra kiható tanításokat terjesztő vezetője, a dalai láma határozottan a tudósokra hivatkozik, amikor az emberiség jövője szempontjából fontos kérdésekről nyilatkozik. Tanítása szerint az emberiség egy nagy közösség, és ahogy a modern gazdaság valójában a határokon átnyúló világgazdaság, úgy a globális ekológiai kérdések is csak világméretű összefogással és a tudományos eredményekre támaszkodva kezelhetők. Próbáljunk abban bízni, hogy ez a mind világgazdasági, mind világnépességi szempontból meghatározó régió túllép a nacionalista identitás politikáján és akár a vallási pragmatizmusra is támaszkodva elindul egy tudatosabb népesedéspolitikai irányában.

### **11. Érdemes-e továbbgondolkodni, hogy vannak-e az egyéneknek és a szélesen értelmezett közösségeknek lehetőségei a fenntarthatóság szolgálatában?**

Az eddigi 8 fejezet megpróbálta bemutatni a *fenntarthatóság* mint fogalomkör kialakulását, fontosabb történelmi, gazdaságtörténelmi, társadalmi, kulturális, politikai és vallási kapcsolódásait, és némi evolúciós elméleti és termodinamikai ismeretekkel is törekedett a problémakör tudományosabb megközelítésére. Ahogy a bevezető fejezetekben bemutatuk, mintegy 50 évvel ezelőtt (1968, 1972) a fenntarthatóság alapidokumentumai, a *Római Klub* nyilatkozata és az általa megrendelt és koncepcionált *A növekedés határai* című tanulmánykötet próbált reális képet rajzolni a fenntarthatóság súlyos problémáiról, de nem csak negatív forgatókönyveket vázolt fel, hanem látott lehetőséget a negatív folyamatok leállítására, sőt akár visszafordítására is.

Az azóta eltelt 50 év sajnos nem hozott paradigmaváltást az alapproblémák kezelésében, így kijelenthetjük, hogy fontos részsikerek ellenére a Föld ma sokkal közelebb van az eltarthatósága határához, és számos területen már visszafordíthatatlannak tűnő ekológiai folyamatok zajlanak. Vajon egy ilyen drámai helyzetben van-e az egyéneknek vagy a különböző közösségi és társadalmi formációknak esélye és lehetősége a közös jövőnk pozitív szolgálatában? Van-e szerepe az egyéni felelősségvállalásnak a globális problémák kezelésében, az egyének és közösségek pozitív törekvései átcsaphatnak-e olyan minőségi pluszba, ami érzékelhető eredményeket hoz a fenntarthatóságért folytatott küzdelemben?

Ezekre a kérdésekre nincs adekvát válasz, mégis az egyetlen út, amin az emberiség haladhat, egy olyan ösvény, amelyen az egyének és a közösségek minél nagyobb számban próbálnak minél kisebb ökológiai lábnyomot hagyni, és próbálnak a politikára s a gazdaságra olyan nyomást gyakorolni, amely a nagypolitikát is a fenntarthatóság felé tereli. A következőkben olyan példák és lehetőségek között szemezgetünk, amelyek segíthetnek a fenti célok elérésében, s a tudatformáláson túl hozzájárulhatnak a fenntarthatósági célok eléréséhez, vagy a már bekövetkezett károk enyhítéséhez, esetleg további károsodások megelőzéséhez.

### **11.1. Klímavédelem, vagy a társadalom védelme a klímaváltozások hatásától**

Azon sokat lehet vitatkozni, hogy a globális felmelegedés és az ezzel járó klímaváltozások mennyire az emberi aktivitás eredményei és mennyire a természet ciklikus folyamatainak következményei. Akik csak az utóbbira esküsznek, figyelmen kívül hagyják a különböző emissziók hatását a Föld és a kozmosz – természetesen ezen belül főhelyen a Nap – közötti energiaáramlásra; akik csak az emberi tevékenységet teszik felelőssé, azt a reményt táplálják, hogy az emberiség gyors döntésekkel mindent rendbehozhat.

De mindkét megközelítés figyelmen kívül hagyja azt a tényt, hogy egyes változások már nem állíthatók le, és a társadalmaknak minél nagyobb energiákkal arra kellene fókuszálniuk, hogy a kialakuló változások hatásait lehet-e kompenzálni, és ha igen, hogyan. Sajnos nagyon széles az a politikusi réteg, amely egyáltalán nem hajlandó tudomásul venni, hogy komolyan kell foglalkozni a már észlelhető, vagy szinte tervezhető változásokkal, és az a folyamat, amely az egész világon az autoriter rendszerek térhódításában nyilvánul meg, tovább rontja a fenntarthatóságról s a globális változásokra adandó megalapozott válaszokról felelősen gondolkodók pozícióit.

A globális felmelegedés rendkívül széles területen avatkozik bele a Föld egyensúlyába, pontosabban a jelenlegi civilizáció által megszokott környezeti keretekbe és ekológiai egyensúlyokba. Sajnos a bioszférát érő negatív hatások nem, vagy alig kompenzálhatók, hiszen nem tudjuk megállítani a tengerek felmelegedését és ezáltal pl. a korallzátonyok pusztulását, vagy a cettfélék fő táplálékát jelentő, sarki, hideg vizekben élő apró rákok életterének folyamatos zsugorodását. Ugyanígy kevés ráhatásunk van az éghajlati zónák megváltozására és a geoszféra érintő negatív folyamatok visszafordítására, pl. a gleccserek folyamatos zsugorodására, vagy a sarkvidéki és a grönlandi jégtakaró olvadására s ezáltal a tengerek vízszintjének emelkedésére.

Ugyanakkor vannak változások, ahol a folyamatok lassítására adódik lehetőség, ill. ahol a negatív hatások időben tervezett lépésekkel részben kivédhetőek lennének, de itt is elsősorban a technikai oldalon vannak beavatkozási lehetőségek, a negatív változásokkal járó társadalmi, kulturális, gazdasági és szociológiai hatások alig felférhetőek és csak nehezen kompenzálhatók. Lássunk ezekre a folyamatokra néhány példát:

- A tengerek vízszint emelkedésének leginkább kitett régió a Csendes-óceán és az Indiai-óceán szigetvilága, ezen belül is az atoll szigetek. Ezek többsége csak pár méterrel emelkedik a tengerszint fölé, kiterjedésük rendkívül kicsi, felszínük eróziónak fokozottan kitett, a szűk édesvíz-készletek folyamatosan egyre sósbabbá válnak, és még sorolhatók a súlyos degeneratív folyamatokat előidéző problémák, de szomorú lényeg, hogy nincs reálisan kezelhető eszközrendszer és finanszírozási forrás, ami ezeken a zátonyszigeteken hosszútávon tudná biztosítani a populáció életét.
- A populáció alatt ne csak egy kis sziget néhány fős lakosságára gondoljunk; általában sok kisseten, szétszórtan élő társadalom, saját kultúrával, történelemmel és nemzeti attribútumokkal rendelkező ország a pusztulás célpontja. Pl. Kiribati állam, va-

lahol félúton Ausztrália és Hawaii között 33 korallszigetből áll, ebből 21 lakott, összesen 811 km<sup>2</sup> a területe (valamivel nagyobb csak, mint Budapest), kb. 120 ezren lakják, a legmagasabb pontja 3 méter, már kénytelen tervezni az ország elhagyását. Ennek első lépése, hogy a relatíve közeli, tehát hasonló életfeltételeket nyújtó Fidzsi egyik szigetén 20 km<sup>2</sup> területet vásárolt 2014-ben. (W)

- A Maldív Köztársaság Indiától délnyugatra, 800 km hosszan húzódik É-D irányban az Indiai-óceánban. A kedvelt turistaparadicsom 26 atollból és 1192(!) szigetből áll, melyekből kb. 200 lakott és 87 fogad turistákat. A legnagyobb sziget is csak éppen 13 km<sup>2</sup>, de a teljes szigetcsoport sincs 300 km<sup>2</sup>, így a ténylegesen lakott szigeteken nagy népsűrűséget eredményez a közel 440 000 lakos. A szigetek és atollok megoldhatatlan problémáját az jelenti, hogy a legmagasabb pont alig 2.4 méterre emelkedik a tengerszint fölé, de a teljes terület 80%-a még az 1 méteres magasságot sem éri el. A Maldív Köztársaság Indiával áll szoros kapcsolatban, és folynak is államközi tárgyalások a maldív lakosság várható áttelepítéséről, amit az ilyen esetekben szokásos problémákon túl tovább nehezít, hogy a szigetek lakossága túlnyomóan iszlám (szunnita), és India egyre erőteljesebben folytat kirekesztő politikát a mohamedán kisebbségekkel szemben. (W)
- Kevésbé ismert tény, hogy a Pápua Új-Guineához tartozó Carteret-szigeteken már 2005-ben megkezdődött a lakosság evakuálása. A max. 1.5 méterre kiemelkedő korallzátony szigetcsoport pár ezer fős lakosságát a közeli, saját országon belüli, de biztonságosabb Bougainville-szigetekre költöztették, így ez csak egy kisléptékű, országon belüli átköltöztetésnek minősült, komolyabb társadalmi és politikai konfliktusok nélkül, de jól modellezi azt a folyamatot, ami az atoll szigetek lakóira vár. (W)
- Jelenleg a tengerszint-emelkedés átlagos értéke 3.3 mm/év, de ez az érték nem egyenes a Föld minden partszakaszán, hiszen az emelkedést alapvetően két hatás idézi elő: a Föld jégtömegeinek rohamos olvadása és a tengerek fokozott hőtágulása, ami nyilván eltérő a különböző klímazonákban. Mivel mindkét összetevő erősödik, ezért az emelkedés várható mértéke is folyamatosan növekedni fog, és történelmi távlaton belül kell hatékony védekezést biztosítani több ezer kilométernyi, de valójában több tízezer kilométer partszakaszon. Az IPCC (az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete) becslése szerint reális lehet egy akár 1 méteres tengerszint-emelkedés a következő 100 évben, amivel szemben nyilvánvalóan csak korlátozott védekezési lehetőségek adódnak. Kisebb összefüggő területek, városok, ahogy azt a holland példa is bizonyítja, hatalmas gátrendszerekkel aktívan védhetőek lehetnek, de az ehhez szükséges erőforrások csak néhány gazdag ország esetében teremthetők elő. (W)
- Feltételezhető, hogy pl. New York, London, Sanghaj, Tokió vagy Szingapúr képes felkészülni erre a kihívásra, de az összefüggő területeket veszélyeztető vízszint-emelkedés elleni védelem nem csak finansziális kérdés, hanem jelenleg megoldhatatlan műszaki problémákat is felvet. Florida jelentős területe érintett például, és nem elsősorban a felszíni elöntés által, hanem a sós tengervíz beáramlása révén, ami telje-

sen megbontaná a Föld legnagyobb összefüggő édesvízi mocsárvilágának, az Everglades Nemzeti Parknak az ökológiai egyensúlyát. Hasonló folyamatok várhatóak a Mississipp-i torkolatvidéken és Dél-Karolina több tíz kilométeres parti zónájában is, ahol a különleges partvidéki flóra és fauna pusztulása már meg is indult, és a világ leggazdagabb országa sem tud ez ellen tenni... (W)

- Az IPCC becslése szerint 100 éven belül akár 5 millió km<sup>2</sup> elöntése is bekövetkezhet, ami tönkretenné a Föld termőterületeinek közel harmadát és többszáz millió ember életterét, valamint az adott régió bioszféráját és édesvíz-készleteit, de ugyanígy a globális felmelegedés következménye, hogy Ausztrália a teljes kiszáradás közelébe került, hogy a bozót- és erdőtűzek egyre nagyobb veszélyt jelentenek mind Ausztráliában, mind az USA nyugati partvidékén, és hogy a sivatagi zónák egyre nagyobb kiterjedésűek. Ezek esetében tovább gyorsítja a sivatagosodási folyamatot a túllegeltetés és az egyébként is szűkös édesvíz-készletek túlzott igénybevétele. (W)
- A kiszáradás által előidézett életter-beszűkülés, különösen Afrikában, több száz millió embert helyez migrációs nyomás alá, és ezek befogadására az alulfejlett régió nem tűnik alkalmasnak, így a világ többi része is közvetlenül érintetté válik. Ráadásul ezeknél a becsléseknél a területek jelenlegi népességével kalkulálnak, de ha a túlnépesedés nem áll meg, akkor a világot érintő migrációs kihívás milliárdos népvándorlásokat fog előidézni.
- A Rák- és Baktérítő zónájában és az onnan kiinduló szubtrópusi és trópusi viharok gyakorisága és hevessége is nőtt, de az érdemi változást a hurrikánok és tájfunok időbeli elhúzódása s a kísérő, hosszan tartó, özönvíz mértékű esőzések jelentik. Az USA evakuációs tervekkel és azok félkatonai leveleznylésével viszonylag felkészült volt a pusztító szélviharokkal szemben, de a nagy kiterjedésű árvizekre nincsenek felkészülve. A viharok és kísérő esőzések által leginkább sújtott déli államok építkezési és városépítési szokásai, elsősorban a földszintes, faszerkezetes családi házas lakótelepek és a települési csatornahálózatok általános hiánya nagy mértékben fokozza az áradások pusztító hatását. A csatornahálózatok kiépítése, ún. záportározók létesítése enyhíthetné a veszélyt, a házépítési előírások megváltoztatása csökkentené az elöntési rizikót, de ezen intézkedések csak hosszútávon érnének el eredményt, olyan pénzügyi igények mellett, amelyeket eleve csak olyan gazdag országok tudnak biztosítani, mint az USA, de ott is mérlegelnék, hogy érdemes-e minden érintett területet bevonní ilyen ilyen fejlesztési programba. (W)

A fenti példák sajnos csak a leglátványosabbak közül valók, hiszen a klímaváltozás a világ minden részén, a bioszféra teljes spektrumában, a Föld felszíne és a geoszféra jelentős területein idéz elő változásokat, melyek többségükben nem, vagy csak alig lassíthatók – a változások szuperponált hatásaival is számolva a kép még kedvezőtlenebb. Az ilyen szuperponált hatásokra is álljon itt egy példa: a jégtömegek olvadásából, a folyók édesvizéből és a tengerek különböző sótartalmú nehezebb vizéből kialakuló új keveredési arányok

alapvetően változtathatják meg a tengeráramlatokat, például a Golf-áramlatot is. A Föld klímájának egyik meghatározó szabályozó komponense a tengeri áramlatok hálózata, s ha ezek rendszere, erőssége, gyakorisága, hőfoka és akár egyéb paraméterei megváltoznak, akkor teljesen új éghajlati hatások alakulhatnak ki, gyakorlatilag az egész világot érintően változhat a globális éghajlat. (35)

### ***11.2. Gazdasági fejletlenség és fenntarthatóság: feloldható-e az ellentmondás?***

A Föld fejlett régiói között rendkívül nagy különbségek vannak az élet minden területén, akár a gazdaságot, akár az oktatást vagy a szociális szférát vetjük össze. Ezek a különbségek mind lokálisan, mind globálisan nagy feszültségeket generálnak, és ha ehhez hozzáteszük, hogy a kondicionált különbségek jelentős mértékben a volt gyarmattartók felelőssége is, akkor a különbségek felszámolását a gazdasági és egyéb tényezőkön kívül emocionális-történelmi gátak is nehezítik.

Az ilyen emocionális gátak miatt is kialakult kapcsolati blokkokat használják ki az újragyarmatosítók – elsősorban Kína –, akik jelentős ipari és infrastrukturális beruházásokkal törnek be a fejlődő, de valójában sok területen alulfejlett piacokra. Nem vitatható, hogy ezek a beruházások segítenek egy adott körzet gazdasági és akár szociális fejlődésében, de a fenntarthatóság szempontjából negatív tendenciát eredményeznek. Többnyire olyan iparágak vonzzák a beruházásokat, amelyeknél alacsony a hozzáadott érték, így a helyi munkaerő emelt szintű képzésére nincs szükség, ugyanakkor a környezeti terhelés magas, mint például a bányászatban és az ércfeldolgozásban.

Az újragyarmatosítás tehát konzerválja a fejlettek és fejlődők közötti különbséget s a környezeti terhelések „exportjával” valójában tovább rontja a célterület életkörülményeit, cserébe nem kínál olyan látványos gazdasági előnyöket, ami igazi esélyt adna egy gyorsított felzárkózáshoz. De a gyarmatosítás egész gazdaságfilozófiája ilyen, tehát csak akkor van esély kitörni a kizsákmányolt helyzet ördögi köréből, ha az adott fejlődő ország felismeri, hogy nem kell mindenáron elfogadni a gazdasági segítségnek látszó negatív hatású beruházásokat, csak olyan fejlesztéseket engedélyezni, amelyek hosszútávon illeszkednek a fenntarthatósági célokhoz.

Érdeemes ebből a szempontból afrikai példákat vizsgálni, hogy van-e megoldás erre az ellentmondásos helyzetre. Jelenleg a szubszaharai területeken élő több százmilliós lakosság több mint 50%-ának nincs áramellátása, így gyakorlatilag az áramtermelés és elosztás fokozása az egyik legfontosabb kulcs az önálló gazdasági és szociális fejlődéshez. Ma már egyes fejlett országokban az alternatívenergia-források alkalmazása eléri a 30–40%-ot, de egyes időszakokban (sok napsütés, jó szélviszonyok) olyan erősen iparosodott országokban, mint pl. Japán, Németország és Nagy-Britannia, az alternatív, ill. nem fosszilis alapú energia aránya közel 100%-os. (W)

Ezekben az országokban a kormányok korlátozó törvény- és rendeletszintű intézkedéseket vezettek be, amelyekkel alapvetően korlátozták a fosszilis energiahordozókat, első-

sorban a szemet tüzelő erőművek létesítését és üzemeltetését, de ugyanezen országok és nagy tőkeerejű energetikai cégek a fejlődő világnak adják el, vagy kívánják eladni a saját hazájukban már betiltott áramtermelő technológiáikat. Nyilvánvaló, hogy ez a rövidtávú exportpolitika csak az exportörnek kedvező, a fejlődő országokat hosszútávon konzerválja a fenntarthatóság szempontjából negatív pozícióban.

De miért választja a fejlődő ország az elavult technológiákat, hiszen a fenti példa sok más fejlesztésre is igaz? A fejlődő piacokra általánosan jellemző a korrumpált döntési mechanizmus, és a nagy, központi beruházások nagy kenőpénzeket tudnak biztosítani. Ráadásul egy nagy erőmű csak egy szerteágazó villamosenergia-elosztó hálózaton keresztül jut el a fogyasztóhoz, és a hálózat építése és üzemeltetése is hordoz korrupciós lehetőségeket s az esetleg diktatórikus állam számára ellenőrző és beavatkozó pozíciókat.

Pedig ma már az úgynevezett diszruptív technológiák által számos lehetőség kínálkozik alternatív megoldások alkalmazására, melyek révén egy fejlődő piac átugorhatja az elmúlt 100–200 év technológiai rendszereit s ezek fenntarthatósági és szociális csapdáit is. Afrika különleges kísérleti terep a technológiai paradigmaváltásokra, hiszen a szubszaharai országok alulfejlett gazdaságaiban szinte kizárólag a nyersanyagbányászat és -kitermelés meghatározó, egyedül a Dél-afrikai Köztársaság rendelkezik diverzifikáltabb gazdasági struktúrával. Ugyanakkor a XX. század informatikai robbanása, a komputerizáció és a mobiltelefonok térhódítása új kihívásokat és új lehetőségeket kínált, sőt, új megoldások alkalmazására kényszerített. (36)

Ahhoz, hogy a széles társadalmi igényeknek megfelelően szinte mindenki zsebében működőképes mobiltelefon lapuljon, teljesen új hálózati és működési rendszert kellett kialakítani. A városokat leszámítva, de főleg a hagyományos életformájú, szétszórt településeken nem volt és ma sincs központi villamosenergia-ellátás, így a rendszerek működéséhez (erősítő és átjátszó állomások, készülékek töltése) alapvető áramellátást helyi megoldásokkal kellett és kell biztosítani. Eleinte a hagyományos dizelmotoros aggregátokra próbáltak támaszkodni, de ezeken gyorsan túlléptek a mini áramtermelő és -tároló rendszerek alkalmazásával. Ezek többnyire napelemes áramfejlesztők, amelyek egy ún. mikrohálózat igényét tudják kielégíteni, de ahhoz elegendők, hogy a világtól elzárt hatalmas populációt bekapcsolják a gazdaság, az információáramlás és a kultúra vérkeringésébe, és még számos alapvető szolgáltatáshoz való hozzáférést biztosítsanak. (37)

Van, ahol a napelemeken kívül szélmotorokat és mini vízerőműveket is alkalmaznak, de a lényeg, hogy a telefonizáció által gerjesztett diszruptív áramtermelés mára sok szubszaharai ország áramtermelésének többségét adja, és megkérdőjelezi a hagyományos, nagy, fosszilis erőművek mindenáron való preferálásának létjogosultságát. Jó példa erre a Kenyában tervezett első nagy, szénttüzelésű erőmű közelmúltbeli története. A tervezett beruházás már megszerezte a környezetvédelmi engedélyeket is, amikor a mobilhálózaton mozgó-sított, környezetvédelemre érzékeny lakosság olyan méretű tüntetéssorozatot szervezett, ami végül leállította a beruházást. (36) Ebben a rövid történetben több fontos momentum is tettenérhető:

- a mobiltelefonok elterjedése akaratlanul is behozza a magasabb szintű műszaki és egyéb haladást az adott régióba;
- a telefonizáció lehetővé teszi, hogy fontos információk akár a teljes lakossághoz eljussanak;
- a telefonizáció által gerjesztett lokális áramtermelés keretét és feltételt biztosít elektronizáció- és komputerigényű, korszerű technológiákat alkalmazó vállalkozások indításához, átlépve ezzel a nagy energiaigényű fejlesztéseket, teret nyitva a korszerű, nagy hozzáadott értéket termelő start-upoknak;
- a fenntarthatósági gondolat kezd a fejlődő világban is terjedni, és helyenként már olyan mobilizációs potenciállal bír, hogy a központi hatalom is kénytelen figyelembe venni.

A fejlődő világ paradigmaváltásához álljon itt még három példa, amelyek közül kettő a Covid-járvány következtében a fejlett világban is terjed:

- A középkor végén a gazdasági integráció megteremtette a bankrendszert, és ennek első lépéseként 1472-ben, Sziénában (Toszkána, Olaszország) létrejött az első (egyébként ma is működő) nagybank. Azóta a világgazdaság pénz- és tőkepiaci aktivitása a bankokon keresztül valósul meg – ezen változtatott az elmúlt 20–25 évben a mobiltelefonokra, de főleg az intelligens telefonokra építő bankolási rendszer. Már az okos telefonokról indított átutalások és egyéb tranzakciók is a hagyományos bankolás diszruptív változatai, hiszen gyakorlatilag feleslegessé teszik a bankok fiókhálózatait, de a bankoktól független, nyílt bankolási platformok elterjedése ténylegesen magukat a bankokat iktatja ki egy jelentős piaci szegmensből. Afrikában több ilyen rendszer is terjed, pl. a dél-afrikai azonnali pénzáttalások (EFT) több mint 70%-át lebonyolító Ozow nevű start-up, de hasonló tendenciák figyelhetők meg Indiában és a világ számos régiójában, ahol ezáltal a pénzüpiaci fejlődés átugorja a fiókhálózatok kiépítését, így a bankok felszabaduló forrásait aktívabb gazdaságtámogató lépések irányába terelheti. (38)
- A szubszaharai Afrika elmaradott, vagy ki sem épült iskolarendszereit forradalmasítja az internetalapú távoktatás és információterjesztés, amely képes a népesség legszélesebb rétegeit is tanítani és a globális információáramlásba bevonni. Itt ne csak a politikára gondoljunk, hanem olyan alapvető információkra, amelyekhez korábban nem volt hozzáférés, utalhatunk akár családtervezési, vagy egyéb szociálisan érzékeny témákra is. A mostani pandémia-helyzet előrevetíti, hogy az online oktatás a hagyományos, fejlett oktatási hálózattal rendelkező országokban is teret fog hódítani, és az internetalapú információterjesztés az oktatási rendszerek minden szintjén meghatározó szerephez fog jutni. (W)
- Bill Gates, a Microsoft alapítója és futurológiai képességekkel is megáldott víziós vezető már évtizedekkel ezelőtt megjósolta, hogy a hagyományos irodák teljesen átalakulnak, és a számítógépes hálózatokkal összekapcsolt egyedi, vagy mikro munkahelyek egyre nagyobb szerepet fognak betölteni. A

fejlődő világ számos országában otthoni, vagy mikro-közösségi számítógépes munkahelyek biztosítják nagy, központi beruházások nélkül a relatíve olcsó, de képzett munkaerő bevonását a regionális és globális munkaerőpiacra, diszruptív módon átlépve az irodaépítési megalománián. A mostani pandémia-reakciók egyik leglátványosabb hatása a *home-office* széleskörű elterjedése és létjogosultságának bizonyítása. Nyilván a *home-office* rengeteg új típusú problémát vet majd fel szociális, információkezelési, adatbiztonsági és egyéb területeken, de elterjedése a fenntarthatóság érdekeit is szolgálja, különösen, ha az irodaépítésekre, túlméretezett, önmutogató cégek központokra szánt beruházási forrásokat a társadalom számára hasznosabb területekre (pl. egészségügy, oktatás, ivóvízellátás, szennyvízkezelés – hogy csak néhány kiemelt példát említsünk) csoportosítják át. (W)

*Ebben a fejezetben többször említettett a diszruptív technológiák fogalomköre, ezért néhány mondatban bemutatjuk ezt a kb. 20 éve kialakult új fogalmat. Alapvetően a megszo-kott üzleti és működési modelleket felforgató, elsősorban a digitalizációra támaszkodó új technológiákat nevezzük diszruptív technológiáknak. Elterjedésük rohamos gyorsaságát és intenzitását jól jellemzi, hogy még 2000-ben is nagybankok, multinacionális ipari óriások, kereskedelmi láncok és csak néhány technológiai cég (pl. IBM, HP, Microsoft) vezette a világ legnagyobb cégeinek listáját, mára 5 olyan technológiai óriás vezeti a ranglistát, amelyek diszruptív fejlesztéseikkel átformálták a világot: a Microsoft a számítástechnikát, a Google (Alphabet) a globális online hirdetési piacot, a Facebook a médiafogyasztási szokásainkat, az Amazon a bevásárlást forradalmasította, az Apple pedig az okos telefonnal kezünkbe adta a kényelmesen használható mobilinternetet.*

*A diszruptív technológiák új piaci területeket is teremtettek, elsősorban a megosztáson alapuló gazdaságban (sharing economy): jól ismert a rövidtávú ingatlankiadással foglalkozó Airbnb, a hagyományos turisztikai szálláshelyeket értékesítő BookingCom, a taxizást átala-kító UBER és Kelet-Európában a BOLT, de ilyen a kriptovaluták (Bitcoin és társai) nehezen átlátható piaca is. (W)*

### **11.3. Az energetika és a fenntarthatóság dialektikus kapcsolata**

#### **11.3.1. Az első egymillió év: a fosszilis korszak**

Az emberiség egyik meghatározó motivációs viszonya az ember és az energiatermelés kapcsolatrendszer, ami sajátos módon már az emberré válás kezdeteitől megfigyelhető. Az első, homo sapienshez közeli kultúrák olyan klimatikus zónákban alakultak ki, ahol az éghajlat egész évben kedvező volt a gyűjtögető, halászó, vadászó életmódhoz, ruházat és fűtés nélkül, legfeljebb éjszakai takarózással kellett az életfunkciókat komfortossá tenni. Ebben a fejlődési szakaszban az energetikával való kapcsolat csak annyit jelentett, hogy olyan élőhelyeket választottak, ahol a nap *energiaszolgáltatása* hosszútávon képes volt kiszolgálni az ember kezdeti igényeit.



A következő lépcső a tűz felfedezéséhez és terjedő alkalmazásához kapcsolódik. A tűz lehetővé tette a klimatikus zónák kiterjesztését, ezáltal az emberiség geográfiai elterjedését, magasabb feldolgozottságú és koncentráltabb tápértékű élelmiszerek előállítását és fogyasztását, s ezáltal a korábban a táplálékgyűjtésre fordított idő egy részének más aktivitások felé történő kiterjesztését.

Ezek az új aktivitások rohamosan felgyorsították a civilizáció fejlődését, a vándorló életmódot felváltó állandó települések kialakulását, majd a városodást és ezáltal a városállamok létrejöttét. Ezt a logikai folyamatot folytatva, az emberiség fejlődése az energetikához való viszonyán keresztül is leírható lenne, de most csak néhány markáns elemet fogunk kiragadni, elsősorban a fenntarthatóságra, a Föld eltartóképességére és az energiasűrűsége fókuszálva.

Az emberiség kezdeti energiaforrása a biomassa volt, amelyből legnagyobb energiasűrűségével kiemelkedett a *fa*. A biomassa alacsonyabb fűtőértékű elemei alapvetően a háztartási igényeket elégítették ki és elégítik ki ma is, főként alulfejlett, vagy túlnyomóan mezőgazdasági övezetekben, de a *fa* megfelelő volt ennél magasabb energiaigényű tevékenységek megvalósításához is, így a kezdeti gazdasági diverzifikációt is lehetővé tette. A fatüzelés kiterjesztette az aktívan lakott területek földrajzi és magaslati határait, és komplex hasznosíthatósága révén elősegítette a regionális ellátó központok, azaz a városok kialakulását. (29)

A városi lakosság ellátása már fejlettebb logisztikai és kereskedelmi rendszereket igényelt, megnőtt a szállítás, elsősorban a vízi szállítás szerepe, de a városok új hatalmi, uralkodói hierarchiákat is létrehoztak, amelyek a korábbi ad-hoc katonáskodáshoz képest állandó önvédelmi és hódító katonaságot igényeltek. Ha ehhez hozzáadjuk, hogy a városi polgárság, a hivatalnokréteg, az oktatási és egyházi s számos egyéb funkció kialakulása folyamatosan növelte a termelésből kivont népesség számát, egyértelmű, hogy a városiasodás és az ehhez is köthető hatalmi központok kialakulása alapvetően változtatta meg a korábbi gazdasági struktúrákat és hozott létre kezdeti szakosított termelési rendszereket.

A fejlettebb és koncentráltabb gyártási folyamatok egyre több fát igényeltek mind tüzelőanyagként, mind technológiai alapanyagként, ami Európában egyrészt az erdők kiirtásához vezetett, másrészt relatíve alacsony energiasűrűsége miatt az intenzívebb gazdasági fejlődés gátjává vált. A minőségi váltást a *kőszén* jelentette, amit Kínában már több mint 2000 éve, és Európában is a XII. század óta használtak, de az áttörés a XVII. században következett be Angliában. A *kőszén* alapú gőzfejlesztés lehetővé tette a koncentrált és nagy teljesítményű iparok kialakulását, a vízi szállítás határfokának és biztonságának nagyságrendi növelését, a vasútközlekedés kialakulását és ezek együttes hatására a gyári tömegtermelést. (W)

Energetikai oldalról nézve, a *kőszén* alkalmazásának elterjedése volt a fő hajtóerő az ipari forradalom meghatározó első lépésére, amikor az ipari termelés megelőzte a mezőgazdaságot. Ez a folyamat már az újkor kezdete óta elindult, először egy ellentmondásos váltással, amikor is a mezőgazdaság termelékenysége folyamatosan nőtt, a falusi lakosság a

városokba és új földrészek felé vándorolt, a városokban megteremtve a növekvő ipar folyamatosan növekedő munkaerőigényét.

A XIX. század második felében a *kőolaj* is elkezdte hódító útját, alkalmazása új iparágakat szült (pl. a hatékony belsőégésű motorok gyártását, ezen keresztül a gépkocsigyártást), illetve a korábban szénalapú vegyipart teljesen új, dinamikus fejlődési pályára állította. Ekkor indult el az elektromos áram alkalmazása is, amely ugyan nem primer energiaforrás, és előállítására erősen terheli a bioszférát, de felhasználása tiszta, kényelmes, és mind a technikai fejlődésnek, mind a kényelmi szolgáltatások (és még lehetne sorolni....) felfedezésének és elterjedésének az alapját biztosította.

A XX. század második felében a harmadik fosszilis energiahordozó, a *földgáz* is terjedni kezdett a közvetlen energiatermelésben és a vegyipar szinte minden területén. Ezzel olyan energiabőség alakult ki, amely szinte elvakította a gazdasági szereplőket, és gyakorlatilag kontroll nélkül ruháztak be nagy energiaigényű fejlesztésekbe. Ebből az energia-eufóriából az 1970-es évek olajár-robbanásai térítették vissza a világot, de közben megváltoztak a világ gazdasági és politikai erőviszonyai. A hatalmas szénhidrogénkincsen ülő közel-keleti arab országok és Irán világgazdasági és világpolitikai szereplővé léptek elő, és a többi nettó szénhidrogén-exportáló (pl. az akkori Szovjetunió s a mai utódállamai közül néhány) is új politikai és hatalmi pozíciókat tudott kiépíteni.

A három *fosszilis energiahordozó* földrajzi elterjedése, felhasználhatósági területei, szállíthatósági kritériumai, környezetvédelmi-emissziós hatásai eltérőek, és ennek mentén diverzifikálódtak a primer alkalmazási területeik is:

- A *kőszén*, valamint alacsonyabb fűtőértékű változatait (barnaszén, lignit, tőzeg) alapvetően az erőművek áramtermelésében használják fel, ráadásul a koncentrált tüzelés lehetővé teszi a környezetterhelő emisszió jelentős csökkentését, porleválasztó elektrofilterek, kén- és nitrogénoxid-mosók beépítésével (sajnos a globális felmelegedés egyik fő előidézője, a CO<sub>2</sub> nem vonható ki ilyen egyszerűen). Egyéb alkalmazásaiból kiemelendő a magas fűtőértékű és nagy szilárdságú koks gyártása, amit elsősorban a kohászatban és a cukorgyártásban használnak fel. Mivel földrajzi eloszlása széleskörű, ezért általában rövid- és középtávú szállítást igényel, akár közúti, akár vasúti vagy vízi úton, interkontinentális szállítása ritka. Tárolása relatíve egyszerű, általában nem igényel speciális építményeket.
- A *kőolaj* földrajzi eloszlása lényegesen korlátozottabb, de felhasználhatósága nagyságrendileg szélesebb körű, mint a kőszéné. Mivel interkontinentálisan is könnyen szállítható akár csővezetéken, akár tankerhajókkal, globális elterjedésének nincs érdemi akadálya. A kőolajat a fogadó helyszíneken épített finomítók dolgozzák fel különböző frakciókra, az egyes frakciók továbbszállítása és terítése szintén csővezetéken vagy speciális tartályokban, hagyományos utakon történik. Sem az alapanyag, sem a frakciók tárolása nem okoz problémát, de viszonylag költséges tartályok építése és üzemeltetése szükséges. Az egyes frakciók különböző felhasználási igényeket elégíthetnek ki, de a finomítók egyedi technológiákkal további termékeket is előál-

lítanak, főleg a vegyipar számára. A főbb frakciók és termékeik, valamint fő felhasználásuk az alábbi:

- könnyű frakció – különböző benzinek – közlekedés, vegyipar;
- közép frakció – petróleum, kerozin, gázolaj – közlekedés, vegyipar, áramtermelő motorok, generátorok;
- nehéz frakció – viaszok, pakura, aszfalt – kozmetikai ipar, energiatermelés (gőz és áram), útépités.

- *A földgáz környezetterhelés szempontjából a legtisztább fosszilis energiahordozó, sokoldalúan alkalmazzák tüzelőanyagként mind erőműveknél, mind lakossági gázellátásban, valamint üzemanyagként és vegyipari alapanyagként is. Mivel a levegőnél is lényegesen kisebb sűrűségű, igen gyúlékony és robbanásveszélyes, ezért felhasználása több ezer évig csak erősen korlátozott volt. Az ókori Kínában egyes helyeken a templomok világítására használták, rövidtávú szállítására bambuszcsöveket alkalmaztak. Újkori felhasználása az USA-ban indult a XIX. század végén, fűtési és világítási céllal. Globális felhasználása a XX. század második felétől dinamikusán nő, miután megoldották a nagynyomású csővezetékes szállítás műszaki és biztonságtechnikai problémáit. Tárolása, akár korábban a szénből gyártott városi gáz esetében, hatalmas, nyomásálló tartályokban történik, de van, ahol a kimerült gázmezőkbe sajtolják vissza a gázt, és fogyasztási csúcsok idején onnan adagolják vissza az ellátó csőhálózatba. Mára már korlátozottan ugyan, de piacképes a cseppfolyósított földgáz (LNG Liquefied Natural Gas) tárolása és szállítása is. (W)*

A fosszilis energiahordozók és a fenntarthatóság összefüggései komplex, többsíkú és többszintű rendszert képviselnek, az ezzel kapcsolatos vizsgálatok eredményeit és részeredményeit egyaránt prezentálja az energialobbi és a környezetvédelmi szakma, nyilván néha eltérő előjellel. Jelen írás ezekre csak részben tud kitérni (néhány utalás már eddig is történt az anyagban), ehelyütt egy, a civilizáció fejlődése szempontjából fontos momentumot emelünk ki.

Az ókorban és a középkorban a városok organikus fejlődésének erős akadályt állított a szállítás és az energiaellátás biztosítása. A napi ellátmány beszállítása élelmiszerekből, közsükségleti cikkekből, energiahordozókból, és ellenkező irányban a hulladékok gyűjtése, kiszállítása és elhelyezése olyan nagy logisztikai igényt jelentett, amit csak a birodalmi jelképként is reprezentáló néhány főváros (pl. Róma, Alexandria, Angkor) volt képes megoldani. Bizonyos korlátok mellett kijelenthető akár, hogy az újkor kezdetéig a településhálózatok fejlődése ösztönösen összhangban volt a fenntarthatósági szempontokkal. (29)

A fosszilis energiahordozók nagy energiasűrűsége, sokoldalú alkalmazhatósága és ehhez kapcsolódóan a koncentrált ipar, majd nagyipar munkaerőigénye alapvető változást hozott az urbanizációs trendben. Míg a középkor végén a jellemző „nagyvárosi” méret, pl. London vagy Párizs esetében sem haladta meg a 100.000 főt, addig a XIX. század végére már 16

város elérte vagy túllépte az 1 milliós lakosságot, de a világ lakosságának csak kb. 10%-a volt város lakó. Mára ezek a számok rendkívüli mértékben megnöttek, hiszen becslések szerint több mint 800 város érte el az 1 milliós értéket, és a város lakók aránya megközelíti a 60%-ot. A XX. század második felében megjelentek a 10 milliós lakosság feletti megacity-k, amelyek száma, különösen a fejlődő világban és Kínában folyamatosan nő. Az adatok különböző statisztikai megbízhatóságúak ugyan, de mára az ENSZ nyilvántartása szerint is a gyéren lakott Ausztráliát leszámítva a többi földrészen együttesen legalább 35 megacity található. (29)(W)

Urbanizációs szempontból az egyes értékek különböző zónákat vesznek figyelembe, pl. Sao Paulo vagy Mexico City esetében a tényleges város kiterjedése éri el a több mint 20 milliót, míg a kínai számok általában egy városközpontot és a hozzátartozó 50–100 km átmérőjű járást fedik le. De ez nem változtat azon a megdöbbentő tényen, hogy jelenleg a Föld lakosságának közel 10%-a már megacity-kben él, és a tendencia lassulására nem látszanak jelek. Ha ehhez hozzávesszük az 1 milliós nagyvárosokban élők arányát is, akkor az adódik, hogy a világ lakosságának közel negyede olyan koncentrált népességű településeken él, melyek nagy részénél kijelenthető, hogy az ott élők szinte teljesen eltávolodtak a még fenntarthatónak tekintett természetközeli életformától.

Visszatérve az energetika és a fenntarthatóság kapcsolatrendszerére, ki kell emelni, hogy a fosszilis energiahordozók – rengeteg előnyük és könnyű hasznosíthatóságuk mellett – számos, a környezetet negatívan terhelő tulajdonsággal bírnak. Elsősorban a levegőt szennyező emissziót kell kiemelni, de nem elhanyagolható az alkalmazásukhoz kapcsolódó hőterhelés sem. Azt is figyelembe kell venni, hogy a felhasználásukhoz hatalmas logisztikai rendszer kapcsolódik (kitermelés, szállítás, tárolás, eljuttatás a fogyasztókhoz, hogy csak a fő elemeket említsük), jelentős energiafelhasználással, és ezáltal, az önfogyasztás révén további jelentős emisszióval.

### **11.3.2. Nukleáris energia... Igen?...Nem?**

Míg az emberiség szinte teljes történetét végigkíséri a karbon alapú (C és CH<sub>x</sub> tartalmú anyagok elégetése) energiatermelés, addig az első nukleáris erőmű csak 1954-ben csatlakozott a villamos hálózatra. Az ezt megelőző 60 év rendkívüli hatású tudományos felfedezéseket hozott az anyag–energia–sugárzás–maghasadás relációkban, ezek a felfedezések alapozták meg a nukleáris energia hasznosítási lehetőségeit mind hadászati, mind békés célokra. (W)

Maga a nukleáris kifejezés arra utal, hogy az energia az anyag struktúrájából (atommag – nukleonok, a latin nucleous-ból) nyerhető ki. Röntgen 1895-ben fedezte fel, hogy bizonyos körülmények között az anyagból intenzív, nagy áthatolóképességű sugárzás lép ki. Becquerel 1896-ben fedezte fel az uránhoz köthető radioaktív sugárzást, és Einstein 1905-ben publikált relativitáselmélete bizonyította be, hogy az anyag elemi struktúrájához kötődve hatalmas energiapotenciál állhat a rendelkezésünkre. (W)

A következő 30–40 év számos nagy jelentőségű felfedezésen keresztül igazolta Einstein elméleti téziseit, de az is nyilvánvalóvá vált, hogy a nukleáris energia felszabadításánál jelentkező rendkívüli energiasűrűség egyaránt lehet hasznos és veszélyes is, és a hasznosítás alapfeltétele még a nukleáris robbantás esetén is (pl. atombomba) a nukleáris folyamatok, a maghasadás szigorú kontrollálása és szabályozása. Nyilván ez a fokozott szabályozás és ellenőrzés biztosítja, hogy a nukleáris erőművekhez köthető mortalitás, akár az emissziók káros hatása miatt, akár üzemzavarok és balesetek következtében, töredéke a hagyományos erőművek – még a vízi erőműveket is beleértve – elhalálozást növelő hatásainak.

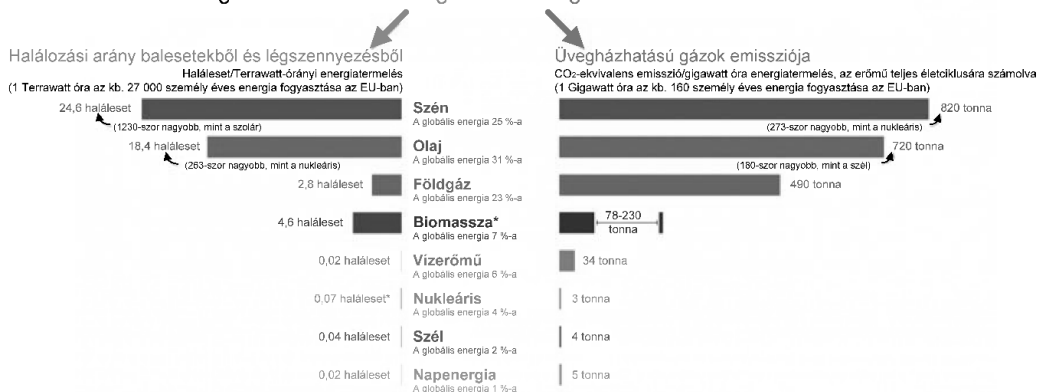
Az atomerőművek eddigi mintegy 18000 reaktor-év üzemideje alatt mindössze 3 jelentősnek mondható baleset történt:

- *Three Mile Island* (USA, 1979), ahol ugyan egy reaktor erősen megsérült, de nem lépett ki sugárzás az erőműből, és senki sem sérült meg vagy kapott mérhető sugárfertőzést.
- *Csernobil* (Szovjetunió, mai Ukrajna, 1986), ahol a súlyos emberi mulasztások következtében kialakult robbanások és tűz szinte az egész erőművet lerombolta. Magában az erőműben csak 2 haláleset volt, és hivatalosan a baleset utáni 3 hónapban 28 halálesetnél mutatták ki, hogy a sugárfertőzés a közvetlen halált okozó tényező. Nyilvánvaló, hogy a rejtett, határokon is átnyúló radioaktív sugárzás ennél lényegesen nagyobb számban idézett elő bizonyos szintű sugárfertőzést, de a pontos érték nehezen határozható meg.
- *Fukushima* (Japán, 2011), ahol egy Richter skálán 8-as erősségű földrengés és 12 méternél magasabb hullámokat generáló cunami tönkretette az erőmű hűtési rendszerét, és ez súlyos üzemzavart idézett elő. Ilyen drámai körülmények ellenére sem történt sem az erőműben, sem a környezetében az üzemzavarhoz köthető haláleset vagy súlyosabb sérülés, miközben a cunami mintegy 19000 embert ölt meg. (W)

A WHO becslése szerint az emberiség közel 90%-a van kitéve több-kevesebb, emisszió okozta légszennyezésnek, és évente 8–9 millió ember haláláért közvetlenül a légszennyezés felelős, de valószínűsíthető, hogy legalább egy nagyságrenddel nagyobb azon halálesetek száma, ahol a levegő minősége jelentősen hozzájárul a megbetegedés vagy fertőzés kialakulásához, és adott esetben halált is okozó lefutásához. Nyilván nehezen számítható ki, hogy a légszennyezés okozta megbetegedések és halálozások hány százaléka köthető közvetlenül a fosszilis alapú energia- és hőtermeléshez, de biztos nem tévedünk, ha a megbetegedések nagyságrendjét a tízmilliós, míg a halálozásokét a milliós tartományba becsüljük. Egyértelmű, hogy ezek az értékek és az ezekből számított kockázati tényezők nem összevethetők a nukleáris eredetű megbetegedési és mortalitási kockázatok rendkívül alacsony értékeivel. (W)

Az alábbi táblázat látványosan mutatja be az *Our World in Data* szabadon hozzáférhető adatbázisából, 2020-ban frissített adatok alapján a ma általánosan használt energiatermelési technológiák mortalitási és üvegházhatású gázemissziós értékeit: (39)

## Az energiahordozók biztonsági és tisztasági összehasonlítása



\*A biomassza erőművek életciklus szintű emissziói erősen változnak a különböző bioanyagok és ezek esetleges kezelése szerint

\*A nukleáris haláláselet arány tartalmazza a Csernobil és Fukushima katasztrófákat és az uránbányászat és feldolgozás munkahelyi baleseteit is.

A nukleáris haláláselet adat tartalmazza a csernobili és a fukushimai katasztrófák s az uránércbányászat és -feldolgozás (dúsítás, fűtőelemgyártás) értékeit is, míg a fosszilis energiahordozóknál a bányászat, kitermelés, feldolgozás stb. logisztikai rendszer arányos adatai nem szerepelnek a bemutatott értékekben. De ezek nélkül is olyan rendkívül nagy a különbség a nukleáris erőművek javára, hogy objektív alapon nem érhető az a társadalmi és politikai ellenállás, ami világszerte fékezi, sőt blokkolja a nukleáris energia szélesebb elterjedését, és azt is eredményezte, hogy az utóbbi években számos ország politikai döntéshozói a meglévő nukleáris kapacitások leállítása és leszerelése mellett döntöttek. (40)

A helyzet ellentmondásosságát jól jellemzi, hogy a tudományos világ döntő része próbál reális, pozitív képet bemutatni a nukleáris energiatermelésről, és Bill Gates, akinél kevesen vizionálják jobban a jövőt (lásd például a pandémiák előrevetítését már 8–10 évvel ezelőtt!), magánvagyonából működtet egy kutatóközpontot azzal a céllal, hogy flexibilisen rendszerbe állítható, kisméretű nukleáris reaktorokat fejlesszenek ki a fosszilis energiatermelés kiváltására. (W)

Az előbbi összehasonlítások alapvetően az erőművi emissziókra és mortalitásra fókuszáltak, és ezek alapján a nukleáris energia előnyei nyilvánvalóak. Ha az energiahordozók kitermelésétől a véghulladékok ártalmatlanításáig a teljes vertikumokat hasonlítjuk össze környezetvédelmi és hosszútávú környezetterhelési szempontok alapján, akkor a nukleáris energiatermelés már nem ad ilyen kedvező képet, de azért kijelenthető, hogy a következőkben bemutatandó adottságok és problémák nem olyan súlyúak, hogy az atomerőművek elleni hisztériát indokolnák.

Az urán a földkéregben és a tengervízben is előfordul ugyan, és mint ilyen, az egyik legelterjedtebb elem, de ez az elterjedés csak milliomod százaléku, és kevés helyen éri el a pár ezrelékes koncentrációt. A kitermelhetőség gazdaságosságát (műveletességét) egyéb szem-

pontok is befolyásolják, ezért viszonylag tág az a határ, amely még gazdaságos kitermelést biztosíthat, de ezek a határok még a legkedvezőbb esetben is nagyon alacsonyak. Uránércbányászat ott folyik, ahol az ércben az uránkoncentráció 0,5–5g/kg értékű, ami nagyságrendileg azt jelenti, hogy egységnyi urán kinyeréséhez közel ezerszeres mennyiséget kell kibányászni, majd ércelőkészítőben feldolgozni, utána kénsavban feloldani, és csak ezután következik a szintén vegyi technológiát igénylő kicsapatás, aminek az eredménye az uránkoncentrátum, közkeletű nevén a sárga pogácsa (*yellow cake*). (W)

Egy tonna *yellow cake* előállításához kb. száz tonna kénsav szükséges, így ha csak a folyamat két legnagyobb volumenű hulladékát vesszük figyelembe, akkor 1 tonna *yellow cake* előállítása nagyságrendileg többszáz tonna bányászati és ércelőkészítői hulladékot és kb. 500–1000 tonna, a savas kezelés után semlegesített és leszűrt iszapot eredményez. Mindkét hulladék többé-kevésbé radioaktívnek minősül, és kémiai, fizikai tulajdonságai miatt az iszap speciális deponálási megoldásokat és folyamatos ellenőrzést (monitoringozást) igényel. Nyilvánvaló, hogy ezek a relatíve kedvezőtlen adottságok lényegesen nagyobb terhelési koncentrációt eredményeznek, mint amit a fosszilis energiahordozóknál számítunk, de itt figyelembe kell venni, hogy a nukleáris energiahordozók fajlagos energiasűrűsége nagyságrendileg nagyobb, mint a fosszilizéké, így egységnyi mennyiségű energiatermeléshez relatíve kisebb környezetterhelés tartozik. (W)

Bonyolultabb a probléma az energiatermelés során képződő és az erőművek leállítása után visszamaradó nukleáris hulladékokkal, különösen a nagy aktivitásúakkal. A kiegészítő fűtőelemek biztonságos tárolása nehezen megoldható probléma, jelenleg csak Finnország, Svédország és Franciaország rendelkezik hivatalosan engedélyezett mélységi geológiai tároló koncepcióval, de csak Finnországban folyik a tényleges építkezés. Oroszország a tárolás mellett nagy súlyt helyez a reprocesszállási megoldásokra, ezért alapvetően nagy kapacitású átmeneti tárolókat üzemeltet. Speciális a tárolási kérdés kezelése az USA-ban, ahol New Mexikóban, a Carlsbad melletti sóbányában egy *full licenced*, teljeskörűen engedélyezett lerakó üzemel, de helytakarékosági és üzemeltetési szempontok miatt a kiegészítő fűtőelemeket átmeneti tárolókban helyezik el. (41)(W)

Magyarországon is folynak ugyan kutatások a nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezésére, de a következő évtizedekben is csak az átmeneti tárolók alkalmazása valószínűsíthető. A kis és közepes aktivitású hulladékok tárolása általában és Magyarországon is megoldott, hiszen ebbe a körbe tartoznak az egészségügyi és tudományos kutatásokból származó hulladékok is, és ezek tárolása a kisebb sugárzási szint miatt relatíve alacsonyabb biztonsági követelményeket támaszt.

2019-ig globálisan 181 atomreaktor leállítására került sor, de csak 19 reaktornál történt meg a teljeskörű leszerelés, közben azonban a nagy tömegű bontási hulladék végleges tárolása megoldatlan maradt. Jelenleg ezek és a hasonló hulladékok is alapvetően átmeneti tárolókba kerülnek, ahol a pihentetés, tárolás és ellenőrzés folyamata szinte minden rövid- és középtávú biztonsági követelményt kielégít, de nem éri el a mélységi geológiai tárolók biztonsági kritériumait. (41)(W)

A politikai döntések következtében a közeli jövőben viszonylag nagyszámú reaktor leállítására fog sor kerülni, s a politikusok és a laikus társadalom akkor szembesül majd a ténnyel, hogy a reaktorok leállítása egyáltalán nem oldja meg az általuk valószínűsített problémákat, hiszen ilyen volumenű nukleárisan szennyezett anyag kezelésére nincs kialakult egyszerű módszer, a leszerelés termékeire nem áll rendelkezésre tárolókapacitás, a felhagyott objektumok ellenőrzése, őrzése és védelme rendkívül költséges, miközben az objektum semmilyen társadalmi hasznot nem hoz.

Ezek a problémák nem lebecsülendők, de logikusabbnak tűnik az erőművek hosszútávú biztonságos működtetése és az ennek során termelt profitból a leszerelési, dekontaminálási (sugárzásmentesítési) technológiák fejlesztése s a hosszútávú tárolási kapacitások kiépítése, mint a nem működő, de veszélyes objektumok őrzése. (Egy nukleáris erőműnél nem opció a kibelezett épület egyéb hasznosítása, amire világszerte több példa is van, legismertebb Londonban a Tate Modern Gallery, ami korábban egy nagy, városi szénérmű volt.)

A fentiek próbálták reális képbe helyezni a fő energiatermelő rendszerek környezetvédelmi és mortalitási rizikóit, és szembetűnő, hogy a nukleáris erőművek egyes országokban élesen jelentkező, kirekesztően negatív megítélése különböző objektív összehasonlítások alapján egyáltalán nem tekinthető megalapozottnak. Az előző mondatból ki kell emelni egy nem technikai jellegű elemet, mégpedig az *egyes országokban* kifejezést. Ha a nukleáris energia valóban olyan veszélyes volna, mint ahogy azt egyes országokban állítják, akkor hogyan lehetséges, hogy más országokban zavartalanul működhetnek az atomerőművek, sőt, sok országban újabb egységek épülnek? (Megjegyzés: Magyarországon sem a biztonsági kérdések körül folytak és folynak viták Paks II. kapcsán, hanem alapvetően az objektum tényleges szükségességét és hosszútávú gazdaságosságát kérdőjelezi meg.)

Jelen írás nem kívánja és nem is tudja ezt a nagyon bonyolult, irracionális és racionális érvekkel, félelemekkel terhelt gondolatkört kibontani és elemezni, de megpróbál néhány szempontot kiemelni, ami segíthet a továbbgondolásban:

- A fosszilis energiahordozók, különösen a szénhidrogének, rendkívül erős és hatékonyan működő lobbitevékenységre támaszkodhatnak, melyet nemcsak a többnyire multinacionális megacégek, hanem a szénhidrogén-kitermelésben és -exportban érdekelt államok költségvetési forrásai is támogatnak.
- Mivel a fosszilis energiahordozók logisztikai rendszere globálisan az egyik legnagyobb foglalkoztató és adófizető, erős foglalkoztatáspolitikai és költségvetési érdekek is támogatják.
- A nukleáris energia első tényleges *hasznosítása* hadászati célú volt, és a nukleáris energia felhasználásának ellenőrzése máig alapvető biztonságpolitikai kérdés, ezért felhasználása nem kerülhetett át a magángazdaságok szférájába, és így erős lobbitevékenység sem jött körülötte létre.
- A lobbiszervezetek a közvetlen gazdasági motiváción túl jelentős tudatformáló tevékenységeket is finanszíroznak, így az oktatáson, társadalmi szervezeteken, szakmai fórumokon stb. keresztül is erős, befolyásoló hatást gyakorolnak a közvéleményre.



Érdeemes ezzel kapcsolatban a Greenpeace-jelenségre is utalni: akik hivatalosan nem fogadnak el cégektől vagy állami szervektől támogatást, csak magánadományokat és alapítványi forrásokat gyűjtenek, de a globálisan több mint 3 millió egyéni adományozó tudatformálását, akár a tudatalattin keresztül is, sokkal erősebben befolyásolja a szénhidrogénlobbi, mint a nukleáris energiához kapcsolódó száraz tudományos tények.

- A tudatalatti szerepe egyébként is rendkívül erős a nukleáris energia kapcsán. Az emberiség jelentős részének alig van információja az atomenergia békés felhasználását szabályozó és ellenőrző rendszerekről, de szinte mindenkinek van erős negatív viszonyulása az atombombával kapcsolatban, ami természetesen blokkolóan hat a nukleáris erőművek elfogadására.
- A tudatalatti félelmek sajátossága, hogy amely folyamatokról azt hisszük, mi ellenőrizzük, és úgy gondoljuk, egyszerű, érthető a jelenség, amihez viszonyulunk, azt könnyen elfogadjuk, és félresöpörjük az objektív rizikót leíró adatokat. Ilyen a gépkocsi- és légitözlekedés összehasonlítása is, ahol az egyének általában csak a nagyságrendekkel biztonságosabb repüléstől félnek, mert ott kiszolgáltatottnak és védtelennek érzik magukat. Hasonló a zsigeri félelem magyarázata az atomerőmű és egy hagyományos, tűzzel működő erőmű esetében is...

Az atomenergia körüli bonyolult politikai, gazdasági, tudományos, környezetvédelmi és társadalmi kérdéskört egy egyetemi jegyzet csak részlegesen tudja bemutatni, de azt a célt talán eléri, hogy a szélsőséges nézeteket és indulatokat is generáló nukleáris témakörhöz árnyaltabban közelítsünk s a pró és kontra érveket lehetőleg előítélet- és indulatmentesen vizsgáljuk.

### ***11.3.3. A hidrogéné a jövő az energiamixben?***

Ismert, hogy a hidrogén képes kiváltani a fosszilis energiahordozók hátrányainak jelentős részét, de széleskörű alkalmazását még számos specifikus probléma hátráltatja. Mindenesetre elgondolkodtató, hogy az elektromos autózásban is úttörő Toyota a gépkocsik hidrogén hajtásában is élenjáró szerepre tör, és ezzel valószínűleg példát mutat mind az iparágon belül, mind egyéb alkalmazások területén. (42)

Ez a kicsit hatásvadász bevezető hivatkozás arra kívánt utalni, hogy a jövő már itt van, kis szeriában ugyan, de már gyártanak H<sub>2</sub> hajtású járműveket, s a gazdaság számos területén kutadják a hidrogén széleskörű alkalmazásának lehetőségeit. De miért a hidrogén, és ha igen, akkor miért indul ilyen lassan a nagy volumenű felhasználása?

Ha egy sajátos logika mentén hasonlítjuk össze az égési technológiákban hasznosuló energiahordozókat, akkor azt láthatjuk, hogy az elmúlt 150–200 évben a tüzelőanyagok energiasűrűsége és hidrogéntartalma folyamatosan nőtt, s ennek a folyamatnak gyakorlatilag a hidrogén a végpontja. A különböző szén (lignit, barnaszén, feketeszén, antracit) hidrogéntartalma alacsony, fűtőértéke 10 és 32 MJ/kg (megajoule/kilogramm) között változik. A kőolajszármazékok (benzin, kerozin, petróleum, gázolaj) hidrogéntartalma ma-

gasabb, egy szénatomra 2,2–2,8 hidrogénatom esik, fűtőértékük 43–44 MJ/kg. A földgáz esetében a hidrogéntartalom a metán–etán–propán–bután arányától függ, átlagosan egy szénatomra 3–3,5 hidrogén esik, a fűtőérték 48–50 MJ/kg. A tiszta metán esetében a szén–hidrogén arány 1–4, a fűtőérték 50 MJ/kg. A tiszta hidrogén ugyanakkor 120 MJ/kg fűtőértékkel rendelkezik, tehát tömegre vetített energiasűrűsége még a metánt is közel 2,5-ször meghaladja. (43)

Az előbb bemutatott energiasűrűség-sorrend a közlekedés fejlődésében is nyomon követhető: az első közlekedési eszközöket, a gőzhajót, majd a gőzmozdonyt, széntüzelésű gőzmozdonyokban generált gőz hajtotta, 1900 körül megjelentek a benzin-, később a gázolajüzemű dízelmotorok, majd egyedi fejlesztések mentén a gáztüzelésű járművek. A hidrogén is korábban kapott szerepet, mint sokan gondolnánk, hiszen már az 1950-es években a rakéták hajtóművei főként H<sub>2</sub>-t égettek az alacsony tömeg és a magas energiasűrűség miatt. (Valójában, ha indirekt módon is, a közlekedés már a XX. század elején hasznosította a hidrogént a léghajók töltőgázaként. A légiközlekedésnek ez az ága azonban relatíve rövid életű volt, egyrészt a hidrogén gyulladása által előidézett balesetek és katasztrófák miatt, másrészt a hidrogén kiváltására alkalmas hélium szűkössége és rendkívül magas ára miatt.) (W)

Az elmúlt 100–120 év a közlekedés szinte teljes spektrumában a kőolajszármazékok (benzin, kerozin, petróleum, gázolaj) dominanciáját hozta, hiszen mind a szárazföldi, mind a légi s a vízi közlekedésben is az említett szénhidrogénszármazékokat alkalmazó belsőégésű motorok terjedtek el. Egyes speciális régiókban (pl. Hollandia, Brazília) a földgázalapú motorok is jelentős piaci hányadot szereztek, de az egész világon vannak hívei az LNG (Liquid Natural Gas) alapú járműveknek. Elsősorban a főként propánt és butánt tartalmazó LPG terjedt el, amely bizonyos százalékban akár a hagyományos üzemanyagokoz is keverhető. Technikai értelemben az LPG alkalmazásához kifejlesztett műszaki megoldások (cseppfolyós gáz manipulációja, nyomásálló tartályok és csőrendszerek, biztonságtechnikai követelmények stb.) a hidrogéntüzelés előszobáját jelenthetik. De hangsúlyozni kell, hogy csak az előszobáját, mert a tényleges közlekedési alkalmazás nem a hagyományos belsőégésű motorok továbbfejlesztése irányába halad, hanem az ún. tüzelőanyag-cellákat tekintik a hatékony útnak. (W)

A tüzelőanyag-cellák alkalmazása bőven túlmutat a közlekedési felhasználás területein, de mielőtt a hidrogénalapú közvetlen áramtermelés folyamatával foglalkoznánk, ismerkedjünk kicsit a hidrogénnel. A hidrogén a földfelszín (szárazföld és tengerek) s a világűr leggyakrabban előforduló kémiai eleme. 1766 óta ismerjük mint önálló elemet, de eleinte alig volt közvetlen felhasználási területe, amit főként tűz- és robbanásveszélyessége indokolt. Ugyanakkor a szénalapú városi gáz, a szénminőség és a technológia függvényében akár 50% hidrogént is tartalmazott, és egyes angol városokban még mindig üzemképesek azok a vezetékes gázhálózatok, amelyek ilyen magas H<sub>2</sub> tartalmú gázt szállítottak. (43)(44)

A leggyakoribb elem ugyan, de önállóan nem fordul elő, ezért számos előállítási technológiát dolgoztak ki, és elvileg legalább 4–5 technológia iparilag is alkalmazható. Ugyanakkor

kor ezek mindegyike relatíve energiaigényes, ezért a hidrogén hagyományos energetikai alkalmazása nem terjedt el, hiszen az előállításához szinte több energiára volt szükség, mint amit az égetéssel termelne. Az elmúlt 20–30 év energetikai fejlődése ezen a helyzeten változtatott alapvetően: nem csökkent ugyan a H<sub>2</sub> előállításának energiaigénye, de a megújuló energiaforrások, főként a szél- és napenergia intenzív elterjedése és az átalakult *energiamix* (egy adott régió energiaforrásainak elemei) szükségessé tette az áramtermelési és fogyasztási csúcspontok összehangolását. A hidrogén egyik legnagyobb előnye, hogy pont ebben az összehangolásban van gazdaságilag is megalapozott, egyre növekvő kulcsszerepe. (43)(44)(W)

Mivel az *energiamix* optimális kialakítása és az egyes termelési és elosztási elemek összehangolása a villamosenergia-termelés és az energiagazdálkodás egyik kulcskérdése, indokolt pár mondatral ezzel is foglalkozni. A kalorikus alapon működő alaperőművek csak folyamatos üzem mellett hatékonyak, ez különösen igaz az atomerőművekre, ezért ahol ilyen is működik, ezek biztosítják a hosszútávú alapterhelést. A széntüzelésű erőművek sem alkalmasak rugalmas szabályozásra, ezért ezek is főleg alaperőműként termelik az áramot. A nehézzolaj (pakura) tüzelés némileg elasztikusabb, de ez is inkább a szezonális vagy kisfrekvenciájú változásokat tudja követni, a napi és egyéb rövidtávú változásokra nem tud reagálni. (W)

A kalorikus erőművek közül a földgáztüzelésűek képesek leginkább reagálni a fogyasztási igények változására, ezen belül kiemelendő az ún. gázturbinás csúcserőművek rendkívül gyors indíthatósága, ami akár egyes alaperőművek üzemzavari eseményét is képes a hálózat összeomlása nélkül kompenzálni. A földgáz a szénhez és pakurához képest lényegesen kedvezőbb emissziós értékekkel bír, ezért ahol kellő mennyiségű földgáz áll rendelkezésre, ott a földgáztüzelésű erőművek az *energiamix* fontos komponensei.

A fenntarthatóság szempontjából egyik kalorikus erőmű sem tekinthető optimálisnak, hiszen nem megújuló erőforrásokat transzformálnak villamosárammá, és a kitermelésük is általában jelentős környezeti terheléssel jár. Külön is hangsúlyozni kell, hogy a hagyományos kalorikus *energiamix* a zsinórban termelő erőművek révén egyes fogyasztási mélypontok idején jelentős mennyiségű felesleges áramot termel, ami felesleges energiahordozó-felhasználást eredményez.

A megújuló energiaforrások közül hagyományosan a vízenergia a legismertebb és a leginkább komplex módon hasznosítható. Itt most nem érintjük a vízerőmű számos negatív hatását, csak az energetikai szempontokat emeljük ki, ezen belül is az *energiamix*ben betöltött speciális szerepét. Ebből a szempontból különösen a relatíve nagy tározókapacitású vízerőműveket és a külön csúcstározóval működő szivattyús-tározós erőműveket kell kiemelni, mert ezek egyaránt alkalmasak a villamosenergia-fogyasztás csúcsigényeit kielégíteni, ill. a hálózatban jelentkező többletáramot hasznosítani.

A hegyvidéki, magas völgyzárógát mögötti, ill. magaslaton lévő tározóban tárolt víztömeg igény szerint és rendkívül kis reakcióidővel engedhető rá a turbinákra, ezáltal jól szolgálja

a csúcsidekben jelentkező többlet-energiaigény kielégítését. A fogyasztási minimumok ideje alatt a hálózat többletenergiáját hasznosítva, a szivattyús tározók töltés üzemmódba kapcsolnak, és ugyanez a folyamat valósul meg azoknál a völgyzárógátas erőműveknél, ahol nagy kapacitású szivattyúkat is beépítettek. Mivel a villamosenergia csak költségesen és korlátozottan tárolható akkumulátorokban, a tározós vízerőművek szerepe az energiamixben rendkívül értékes.

(Érdekes példa erre a már több mint 60 éves francia–svájci energetikai kooperáció. A francia villamosenergia-hálózat kb. 60%-ban zsinórban termelő atomerőművekre támaszkodik, míg Svájcban jelentős kapacitású a hegyi völgyekben épített, szivattyús üzemmóddal kiegészített vízerőműrendszer. Amikor a francia hálózatban csökken a fogyasztás, akkor a többletárammal Svájcban tározókat töltenek, amelyekből a francia áramigény növekedésekor engedik le a víz egy részét, és a termelt áramot vezeti vissza a hálózat Franciaországba.)

Míg a hagyományos vízenergia többé-kevésbé tervezhető szinten termel villamosenergiát, a fenntarthatóság és környezetvédelem által leginkább favorizált két megújulót, a szél- és napenergiát csak számos bizonytalansággal és eleve ciklikussággal lehet az energiamixbe beépíteni. Egy kevésbé ismert szélsőség a szélerőművek esetében: még ahol állandóan fújna a szél (ilyen persze nincs!), ott sem állandóan termelne a szélerőműpark, mert egy bizonyos szélesebesség felett, és ez pont a szél szempontjából legstabilabb offshore parkokra jellemző, a szélkerekek biztonsági automatikája lekapcsol, így egy hosszabb viharos időszakban napokra leáll az áramtermelés.

Ezekből a bizonytalanságokból fakad, hogy a szél- és napenergiaparkok nem képesek kiváltani a hagyományos erőműveket, és csak egy diverzifikált energiamix esetében lehet kihasználni a bennük rejlő előnyöket. Amikor napközben folyamatosan süt a nap, és/vagy nagyjából stabil szélviszonyok uralkodnak, akkor ahol az alaperőművek rugalmasan szabályozhatók (pl. gáztüzelés, vízerőmű), ott ezek teljesítményét vissza lehet venni, de általában a szélviszonyok és a napsütés intenzitása változó, ezért ennek követése az erőművek és a hálózat szempontjából valójában egy nagyon bonyolult feladat.

A villamosenergia-hálózat stabilitása megköveteli, hogy a megújulók többlettermelését állandóan kövesse az alaperőművek áramtermelése, vagy a megújulók által termelt többletet valamilyen módon lehessen tárolni. Korábban csak a szivattyús tározók álltak rendelkezésre, ma már egyéb tárolási variánsokkal is lehet számolni. Ilyen pl. az elektromos járművek főként éjszakai töltése, ami az elektromos közlekedés terjedésével egyre nagyobb tárolókapacitást és ezáltal jelentős, de nehezen szabályozható rendszerkomponenst reprezentál.

Visszatérve e fejezet bevezető gondolatára, ma a szivattyús tározók mellett a hidrogén tűnik a legalkalmasabbnak a villamosáram rugalmas tárolására és utána az áram közvetlen visszatermelésére. Ennek a folyamatnak az első lépése a H<sub>2</sub> előállítás a víz elektrolízise útján, többletárammal, de elsősorban szél- és naperőművek áramával. A víz gyakorlatilag korlátlanul áll rendelkezésre, és mivel a hidrogén elégetése és/vagy katalitikus oxidációja (a tüzelőanyag-cellákban) során ismét víz képződik, s a folyamatok oxigénigénye megegyezik az elektrolízis során felszabaduló oxigénnel, az anyagmérleg közel zártnak tekinthető.

A hidrogén kalorikus felhasználására már történt utalás néhány bekezdéssel ezelőtt, de jelenleg a tüzelőanyag-cellák alkalmazása tűnik az igazán értékes hasznosítási variánsnak, elsősorban azért, mert az úgynevezett tüzelőanyag-cellák (vagy tüzelőanyag-elemek) révén a H<sub>2</sub> közvetlenül villamosárammá alakítható. Elvileg a tüzelőanyag-cellák olyan elektrokémiai elemek, amelyek az elektrolízis ellentétes folyamatán alapulnak: itt a kémiai energiából elektromos energia keletkezik. Ilyen értelemben hasonló fiziko-kémiai alapelven működnek, mint a galvánelemek, azzal a döntő különbséggel, hogy nem merülnek le – amíg a reakcióban résztvevő energiahordozót adagolják, addig az áramtermelés is folyamatos. (43)(44)(W)

Ma még a teljes H<sub>2</sub>-ciklus, a víz bontása, a hidrogén tárolása, szállítása, végül égetése és/vagy katalitikus oxidációja valójában fejlesztési stádiumban van. Ahhoz képest, hogy a fejlesztési elemek minden területén vannak működő technológiák, és közismert, hogy a fenntarthatóság s a környezetvédelem szempontjából a hidrogén energetikai hasznosítása rendkívül kedvező, elterjedése mégis csak lassan halad előre. Ennek számos oka van, néhányat érdemes ezek közül kiemelni:

- A H<sub>2</sub> termelése, értékesítése jelenleg nem kapcsolódik semmilyen lobbierdekekhez, ellenkezőleg, a szénhidrogénlobbi kifejezetten ellenérdekel, hiszen a víz bontásához sem kalorikus energiát, hanem elsősorban megújulókat (főleg szél- és nap-) használnak.
- A politikai szándék sok országban egyértelműen támogatja a hidrogénalapú energetikai rendszerek fejlesztését, sőt az EU 2020-ban bemutatta a „Hidrogén-stratégiát a klímasemleges Európáért” című koncepcióját, de a politikai szándékhoz még nem kapcsolódik elegendő pénzügyi forrás és motiváló adókedvezmény. (45)
- A tüzelőanyag-cellák fő alkalmazási területe a közlekedés, de ennek kiszolgálása csak hatalmas logisztikai fejlesztésekkel és beruházásokkal valósítható meg. Míg az elektromos járművek ellátásához szükséges villamosenergia-alaphálózat mindenütt rendelkezésre állt, és csak a kapcsolódó rendszerelemek fejlesztésével kellett foglalkozni, addig a H<sub>2</sub> elosztás rendszerének szinte minden elemét újonnan kell kifejleszteni és elterjeszteni.
- A közlekedés legtökeeringősebb szegmense a személygépkocsi-ipar, de pont a személyautók esetében tűnik úgy, hogy a tüzelőanyag-cellák sem költséghatékonyság, sem közlekedési rugalmasság (gyorsítás-lassítás), sem kényelmi szempontok alapján nem jelentenek olyan szignifikáns előnyt, amiért ezt a profilt erőteljesen fejleszteniék.
- Mivel a H<sub>2</sub>-ciklus egyik legfontosabb előnye, hogy képes a villamosenergia-rendszerben rendelkezésre álló időszakos vagy szezonális többletenergiát tárolni, ez az előny csak akkor realizálódhat gazdaságosan, ha a tárolás viszonylag egyszerűen és kis energiaigénnyel megoldható, ill. a tárolt hidrogén adott esetben biztonságosan szállítható is lesz. A jelenleg alkalmazott nyomás alatti (kb. 700 bar), ill. cseppfolyós (-253°C) tárolási variánsok nehézkesek és nagy energiaigényűek, a szilárd állapotú

tárolás – amikor a H<sub>2</sub>-t valamilyen hordozó anyaggal kötik le, és ezáltal mind a robbanásveszélyt, mind a könnyű gyúlékonyságot lehet szabályozni – még a fejlesztések kezdeti szakaszában jár. (W)

- A tüzelőanyag-elemek már ma is megbízhatóan alkalmasak különböző közlekedési eszközök hajtására, de az igazi áttörést az jelentené, ha az előbbieken vázolt problémák ellenére, a személygépkocsikban alkalmaznák nagy számban. Ehhez azonban töltőhálózatok kiépítése szükséges, ami ma még nagyon kezdeti stádiumban van, és egyébként is elképzelhető, hogy a gazdasági és műszaki optimum a H<sub>2</sub> tárolásával és igény szerinti árammá visszaalakításával érhető el. Ezzel kapcsolatban utalni kell arra, hogy a tüzelőanyag-elemek a személygépkocsi-igényeknél lényegesen nagyobb méretekben (nehézárművek, vasúti mozdonyok, hajók) is kedvezően alkalmazhatók. (W)

Az ebben a bekezdésben felvázolt ellentmondások ma még nem oldhatók fel, de nyilvánvaló, hogy a megújulókra támaszkodó villamosenergia-termelés folyamatos bővülése a H<sub>2</sub> felhasználást is katalizálni fogja, és még az is reálisan elképzelhető, hogy a jelenlegi „lobbihiányos” hidrogén-ciklusnak éppen a villamosenergia-lobbi lesz a fő támogatója – esetleg nyílt politikai háttértámogatással – az energiamix optimalizálásáért.

Ezt a felvetést támasztja alá a jelen jegyzet írásakor, 2021 januárjában publikált hír, hogy a Shell (nyilván nem kell bemutatni), a Mitsubishi Heavy Industries (a világ egyik legnagyobb energetikai gépgyártója), a Vattenfall (a főleg Európában aktívan beruházó és terjeszkedő svéd állami villamosenergia-termelő óriáscég) és a Wärme Hamburg (Hamburg városi hő- és energiatermelő és -ellátó cége) szándéknyilatkozatot írtak alá városi energiamix hidrogénbázisú fejlesztésére.

A hidrogéntermelést és -hasznosítást egy olyan hamburgi telephelyre tervezik, ahol a városi Elektromos Művek egy gáztüzelésű erőművet, míg a Vattenfall egy szénttüzelésű erőművet üzemeltetett 2020-ig, és a létesítmények ma is rendelkezésre állnak. A hidrogénfejlesztés megújuló bázison történne, ezt elősegíti, hogy az Észak-Német térség több ezer MW szélerőmű-kapacitással rendelkezik, de meglepően nagy a beépített fotovoltaiikus napelem kapacitás is. A projekt koncepciója elsősorban a H<sub>2</sub> által biztosítható energiatárolást hangsúlyozza, de a városi gázművek 10 éves fejlesztési koncepciójában szerepel egy hidrogénelosztó hálózat kiépítése is, így Hamburg modell lehet egy nagy léptékű komplex, optimalizált energiamix működtetésére. (46)

Kiseb léptékben több német városban indult el a H<sub>2</sub> kísérleti előállítás és hasznosítása, elsősorban az energiatárolás, csúcsidőben történő villamosáram-visszatáplálás és a városi gázhálózatban való hasznosítás területén. A komplex hasznosítás lehetővé teszi, hogy ahol az elektrolízis folyamatának hulladékhojót is tudják hasznosítani (pl. városi távfűtés), a hidrogén-ciklus eredő hatásfoka az átlagos 55–60%-ról akár 90%-ra is növekedhet. (47)

Egy 2020 augusztusában bejelentett érdekes fejlesztési koncepció szerint a Hydro-Québec, a világ egyik legnagyobb vízerőmű bázisú villamosenergia-termelője (kb. 37000 MW termelőkapacitással) egy 90 MW kapacitású elektrolizáló üzemot létesít Montreal közelében, hogy hidrogénnel és oxigénnel lássa el a tervezett Recyclage Carbone Varennes (RCV) üzemot. Az RCV nem újrahasznosítható hulladékokból fog biofuetelt (bio üzemanyag) gyártani, és így elkerülhető lesz több millió m<sup>3</sup> hulladék depóniákon történő elhelyezése. Mivel a Hydro-Québec kizárólagosan a québeci kormány tulajdonában van, ebben az érdekes példában, Hamurghoz hasonlóan, tettenérhető, hogy a H<sub>2</sub>-felhasználás motorja a villamosenergia-termelő és a politika lehet a jövőben. (48)

Még egy példa, ezúttal politikamentesen, habár az egyik főszereplő, a Clemson University Dél-Karolina (USA szövetségi állam) tulajdonában van, így a közérdeket ők képviselik a projektben, de a finanszírozást a két nagy energetikai magáncég biztosítja. A három partner, a Siemens Energy, a Duke Energy és az egyetem H<sub>2</sub>-Orange címmel indított egy pilot-plant projektet, ahol mind a hidrogén-előállítás és -tárolás, mind az energiamix-optimalizálás kérdéseit bevonják a tanulmányi projektbe, de egyúttal, főleg az ipar számára, kísérleteket végeznek. *(A Clemson az USA egyik vezető állami egyeteme, a Duke Energy pedig az egyik legnagyobb villamosenergia-termelő, főleg a keleti és dél-keleti államokban. Több 10000 MW kalorikus, fosszilis és nukleáris kapacitása mellett vízerőművekben, nap- és szél-erőművekben is több ezer MW kapacitással rendelkezik, így a H<sub>2</sub>-előállításához rendelkezésre áll a megújuló forrás.)* (49)(W)

A fenti példák csak egy szűk válogatás az egyre bővülő hidrogénalkalmazások közül, de jól látható, hogy mind a politika, mind a gazdaság felismerte, a fenntarthatóság és a környezetvédelem szempontjából a hidrogén a jövő egyik kiemelkedő alternatívája. Ezt a tendenciát jól hangsúlyozza az EU, de főleg a német kormány azon törekvése, hogy a H<sub>2</sub>-termelés és -elosztás rendszerét globalizálja és optimális helyszíneket vonjon be a rendszerbe. Főként azt vizsgálják, hogy a napsütéses órák szempontjából szinte korlátlan kapacitású sivatagos területeken, de főleg a Szaharában, Afrikában létesítenének hatalmas naperőműveket és hozzájuk kapcsolt H<sub>2</sub>-termelő üzemeket, s a komprimált hidrogént szállítva biztosítanák indirekt módon az 'energiaszállítást'. (50)

Ennek a koncepciónak már ma sincs érdemi műszaki akadály, de a megvalósítás számos politikai, gazdaságpolitikai, biztonságpolitikai és logisztikai kérdés körültekintő megoldását igényli. A fenntarthatósági és energetikai előnyökön túl, ki kell emelni, hogy egy ilyen beruházáscsokor a világ egyik legelmaradottabb régióját emelheti ki a mélyszegénységből, és biztosíthat az érintett országok számára hosszútávú, jelentős bevételt. Az Arab-félsziget gazdag, olajtermelő országai a jövő szénhidrogén melletti, vagy utáni útjának tekintik ezt a koncepciót, és kínai műszaki-tudományos közreműködéssel elkezdtek a sivatagi naperőművek építését s a kapcsolt H<sub>2</sub>-elektrolizáló üzemek telepítését. A két földrajzi terület gazdasági pozíciója erősen különbözik, de az azonos törekvések jól szimbolizálják a hidrogén jövőbeli szerepének fontosságát és az ebből érvényesíthető gazdasági előnyöket.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. Kerekes Sándor (1998): *A környezetgazdaságtan alapjai*, Budapest, Egyetemi jegyzet
2. Elke Schmitter (2019): *Der Spiegel*, Nr.48/23.11. 134–136.
3. John Cassidy (2020): *The New Yorker*, February 10, 24–27.
4. Vollrath, Dietrich (2020): *Fully Grown, Why a Stagnant Economy Is a Sign of Success*, The University of Chicago Press
5. Rosta István (2008): A Római Klub három jubileuma 2008-ban, *Magyar Tudomány* 2008. 12. szám
6. W = Wikipédia (*adott tárgyhoz kapcsolódó és a Wikipédia információját felhasználó irodalom jelzése, a későbbiekben is*)
7. László Ervin (1984): *Globális problémák – a Római Klub szemlélete és hatása*, Kromek's Weblog (W)
8. Általános társadalomföldrajz I–II. Szerzői kollektíva, Dialóg Campus Kiadó – Nordex Kft., 2014
9. Barotányi Zoltán (2019): Megoldja-e a természet? A túlnépesedés hatásai bolygónkra, *Magyar Narancs*, 2019/27. (07. 04.)
10. Carson, Rachel(1962): *Silent Spring*, Houghton Mifflin
11. Meadows, D. H. – Meadows, D. L. – Randers, J. – Behrens III, W.W. (1972): *The Limits to Growth*, New York, Universe Books
12. Hajnal Klára: *A földrajz és fenntarthatóság*, 1.3. fejezet, ELTE TTK egyetemi tankönyv (W)
13. Meadows, D. – Randers, J. – Meadows, D. (2005): *A növekedés határai – Harminc év múltán*, Budapest, Kossuth Kiadó
14. Gyulai Iván (2013): *Fenntartható fejlődés és fenntartható növekedés*, Statisztikai Szemle, 91. évfolyam 8–9. szám
15. Tenk Antal (2010): *Természeti erőforrás és környezetgazdálkodás*, Nyugat-magyarországi Egyetem, egyetemi jegyzet
16. Fenntartható Fejlődés és Erőforrások Kutatócsoport (2012): *A növekedés határai – egy gondolat születése I.*, Szám Dorotya's blog, 2012. július
17. Központi Statisztikai Hivatal (2019): *A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon*, 2018
18. Pomázi István (2010): *A társadalmi haladás mérése*, Statisztikai Szemle, 88. évfolyam, 2010. 3. szám
19. KSH (2020): *A fenntartható fejlődési célok és az Agenda 2030 keretrendszer*, 2020. április
20. Gross National Happiness Index, United Nation, Sustainable Development Goals, Knowledge Platform, 2015
21. MIT – World3 modell (Meadows, D. 2005, alapján)



22. Faragó Tibor (2017): *Az ózonréteg megmentése – Egy globális környezeti áttérhelés évfordulói és tanulságai*, Magyar Tudomány, 2017/09
23. Bihari Dániel (2019): *Jól is elsülhet a korlátlan bálnamészárlás*, 24.HU, 2019. 01. 16.
24. A tengeri szemét és a halászhajók gyilkolják a bálnákat Anglia partjainál, QUIBIT.HU, 2019. 09. 06.
25. National Geographic és a Der Spiegel kb. 2000 óta folyamatosan tudósít a tárgyban
26. Götmark, F. és Maynard, R. nyomán (2019): *Fékezni kell a világ népességének növekedését*, Világgazdaság, 2019. 09. 20.
27. Kaiser Ferenc (2011): *A túlnépesedés és globális biztonsági kihívásai*, Nemzet és Biztonság, 2011. október
28. Britannica Hungarica, Magyar Világ Kiadó, Budapest, az Encyclopaedia Britannica 15. kiadása (1995) alapján
29. Horváth Balázs (2019): *A beteg bolygó, a fenntarthatatlanság és a betegség kultúr-története*, Budapest, Typotex
30. The Overpopulation Project, TOP – Research and Outreach, Projektvezető: Götmark, Frank, Wikipedia-blog, 2018
31. *A Föld túlnépesedése, Globális problémák*, multimédiás jegyzet (W) 2011. 05. 11.
32. *Véget ért az egykeorszak Kínában, de a gondok nem oldódtak meg*, ORIGO, 2018. 08. 31.
33. Harari, Yuval Noah (2018): *21 lecke a 21. századra*, Budapest, Animus
34. Euronews.hu, szerző: Pálfi Rita, 2020. 10. 21.
35. *A tengerszint mindenképpen emelkedni fog, csak nem mindegy, mennyire – az IPCC új különjelentéséről*, mta.hu, 2019. 10. 4., szerk. Sipos Géza
36. Machel, G. (2019): *Africa can be the launchpad for a greenenergy revolution*, Time (magazine) Sept. 23, 2019
37. *Smart inverters and mini-grids: has the grid of the future arrived in Africa?* Renewable Energy World, 2020. 11. 25.
38. *Ozow – Paving the Way for Open Banking in Africa*, Businesswire.com, July 28, 2020
39. Our World in Data, szabad hozzáférésű adatbázis, 2020
40. *Évi 1100 halálesetet okozhat a német atomstop amerikai közgazdászok szerint*, Index.hu, 2020. 01. 05.
41. Kirill Kudryavtsev (2020): *Még mindig nem tudjuk, mi lesz az atomhulladékunkkal*, 24.HU, 2020.11.29.
42. Der Spiegel Nr.35/22.8.2020 98–100.oldal, szerző: Christian Wüst
43. Tóth Péter, Bulla Miklós, Nagy Géza (2011): *Energetika*, Digitális Tankönyvtár
44. Szilágyi Zsombor (2019): *Hidrogén: a jövő üzemanyaga*, MVM.veb, 2019. 12. 12.
45. Európai Bizottság (2020): *A klímasemleges gazdaság létrehozása – A Bizottság nyilvánosságra hozta a jövő energiarendszerére és a tiszta hidrogénre vonatkozó terveit*, Brüsszel, 2020. július 8.

46. Pamela Largue (2021): *Shell, Mitsubishi and Vattenfall partner on Hamburg hydrogen project*, Renewable Energy World, 1. 26. 2021
47. Hydro-Québec to build hydrogen electrolyzer facility powered primarily by hydro-power, Renewable Energy World, 12. 8. 2020
48. Siemen, Duke Energy and Clemson creating H2 Orange pilot for hydrogen as CHP resource on campus, Renewable Energy World, 12. 14. 2020
49. Der Spiegel Nr.8./25.1.2020, 34. oldal, szerzők: Medick, V., Traufetter, G.



# ÖNKÉNTES SZEMLE

## SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

*Kuti Éva* tiszteletbeli elnök,

*Pavluska Valéria* elnök

## SZERKESZTŐBIZOTTSÁGI TAGOK:

*Kozák Annamária, Molnár Klára, Nárai Márta,*

*Oláh Miklós, Reisinger Adrienn, Sebestény István,*

*Szabó Máté*

## SZERKESZTŐSÉG

*Bartal Anna Mária*

(főszerkesztő)

*Dorner László*

*Fényes Hajnalka*

*Laki Ildikó*

*Nagy Réka*

*Perényi Szilvia*

*Perpék Éva*

[www.onkentesszemle.hu](http://www.onkentesszemle.hu)

[szerkesztoseg@onkentesszemle.hu](mailto:szerkesztoseg@onkentesszemle.hu)

## KIADÓ

Alapítvány a Magyar Önkéntesség Fejlesztéséért

1024. Budapest, Buday László utca 5/b.

*Kmetty Zoltán* (kurátor), *Bartal Anna Mária* (főszerkesztő)



Az Önkéntes Szemle a hazai önkéntesség fejlődésével, helyzetével foglalkozó elméleti, gyakorlati, módszertani tudományos szakmai folyóirat.

Az Önkéntes Szemle online megjelenő, ingyenesen elérhető (open access), két lektor által anonim módon (double blind peer-reviewed) lektorált folyóirat, amely évente négy alkalommal jelenik meg.

ISSN 2786 - 0620

2021



## ELMÉLET

**Bartal Anna Mária – Fényes Hajnalka – Szalóczy Nóra:** Az elkötelezettek, a csalódottak, a tapasztalatszerzők és akik megpróbálták – az orvos- és az egészségtudományi hallgatók COVID-19 járvány alatti önkéntességének vizsgálata

**Fekete Károly – Dombi Gábor – Oláh Miklós:** Önkormányzatok és önkéntesek a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetben a COVID-19 pandémia első hulláma idején

## GYAKORLAT

**Tóthné Almásy Monika:** Újratervezés – a KórházSuli Alapítvány gyors és rugalmas válaszai a COVID-19 járvány idején

**Kapitányné Légrádi Éva – Kőműves Glória:** Mire tanított meg bennünket a COVID-19 járvány? – a Nevetnikék Alapítvány tapasztalatai

**Perényi Szilvia – Kalencsik Mariann:** Válságkezelés az átmentés érdekében – az 52. Eucharisztikus Kongresszus Önkéntes Programja

**Nagy Réka:** Hogy tetszik lenni? – egy kísérleti önkéntes program a COVID-19 pandémia idején

**Balázs-Piri Kata – Hegyi Dóra – Horváth Ádám – Udvarhelyi Tessa – Jo Urban:** Önkéntesek szervezése koronavírus idején – a Józsefvárosi Közösségi Részvételi Iroda tapasztalatai

## MÓDSZERTAN

**Bodor-Eranus Eliza – Bocskor Ákos – Szvetelszky Zsuzsanna – Takács Károly – Vit Eszter – Samu Flóra – Galántai Júlia – Pétervári Judit:** Professzionizálódó fesztivál önkéntesség egy kapcsolathálózati kutatás tükrében – esettanulmány

## RECENZIO

**Markos Valéria:** Online önkéntesség – a segítség 21. századi formája