

## PAPP SÁNDOR

### Véges rendszerben végtelen növekedés?

#### Örökségünk a 20. századból

Ha a mögöttünk hagyott század meghatározó tényeit, tendenciáit, folyamatait és értékeit címszavakkal szeretnénk kifejezni, akkor a címszó-lista élén bizonyára a *növekedés* állna. Egyképpen érvényes ez a Föld lakóinak számát, a gazdaság teljesítményét, a méretek, az erőhatások és a sebességek tényét illetően is. Talán ennek a növekedés-orientált mentalitásnak köszönhetik napjainkban nagy népszerűségüket a dinoszauruszok, és ezt tükrözi a Guinness-rekordok könyve is. Jellegzetes tendenciája a múlt századnak a *specializáció*. Elsőrendű képességünkkel magasodott, hogy bizonyos részletekben el tudjunk igazodni; a mélység rovására szélességben gyarapodni vagy mérhetetlenül sokat, vagy száználmasan keveset jelent, s ráadásul még gyanúba is keveredhet az ember. A specializáció megajándékozott bennünket a szelektív gondolkodás (instrumentális ész, kalkuláló gondolkodás) képességével, gyakorta a szakértelem csömlésével. (A részletek trónusára felülni ma egyszerűbb – még ha nem is könnyebb –, mint bejutni az EGÉSZ birodalmába). Nemkülönböztetve markáns tünete az elmúlt évszázadnak a *relativizmus*. Posztmodern (egyes vélemények szerint „póztmodern”) korunkban semmi sem biztos, semmire sincs garancia és bármi megkérdőjelezhető. Hajlandók vagyunk elutasítani az egyetemes értékeket (a különös fontosabb, mint az általános), hasonlóan az emberi létezés megbízható alapjait és az objektív tudás lehetőségét; a periféria mindig fontosabb, mint a centrum. Szorosan kapcsolódik évszázadnyi múltunkhoz a „gyorsabb” életérzése. Nem csak közlekedési eszközeink egyre nagyobb sebességéről van itt szó csupán, hanem elsősorban életünk felgyorsult tempójáról, hajszoltságáról, üzőttességéről; minél rövidebb időtartamba egyre több cselekvést kívánunk belegyömöszölni. Szophoklész még mondhatta: „az idő kegyes istenség”. Az idő ma ostort pattogat! Döntő változáson esett át ebben a korszakban az ember *éntudata, önértelmezése*. A fogyasztói társadalmakban megszületik a túldimenzionált énközpontúság, az elszabadult individuum, némi „költői” túlzással, az üvöltő magány szabadsága. Elég vagyok magamnak, meg akarom valósítani magam, hagyjatok békén, megvan a magam baja – fogalmazódik meg eképpen az „embertárs nélküli humanizmus” eszménye, ha ilyen egyáltalán létezhet.

Gyakorlatiasabb területre érve – az elmúlt száz év meghozta az *erőszak és terrorizmus* eddig nem tapasztalt mértékét és terjedését. Az erőszak egyszerre van jelen az utcán, a sportstadionokban, az iskolában, a családban és újabban az egészségügyi intézményekben is. A terrorizmus nemzetközi méreteket öltött, és számos helyén a világnak létezik az állami szintre emelt erőszak, amelynek megvalósításához gyakran a legfejlettebb demokráciák hadiipara a megbízható fegyverszállító. Európa és az Egyesült Államok fokozódó mértékben szembesülnek a *migráció* jelenségével. Kezdetben voltak a politikai, majd a gazdasági, napjainkban pedig fokozódó mértékben jelennek meg a környezeti menekültek. A migránsok befogadása sok esetben a munkaerőgondok rövid távú kezelését ugyan lehetővé tette, ám mára alig kezelhető konfliktusokat szült a bevándorlók alapvetően eltérő mentalitásbeli, vallási, erkölcsi és értékfelfogásbeli különbözősége miatt, nem is beszélve a demográfiai jellemzőkben megmutató különbségekről. Az elmúlt évszázadban az információtechnológia szinte követhetetlen fejlődésének köszönhetően létrejött az úgynevezett harmadik valóság, a *virtuális valóság*, egy megállapítás szerint a „digitális éden”. Mások, utalva az egyre növekvő kiberbűnözésre, virtuális vadnyugatról beszélnek. Ebben a térben minden úgy történhet, ahogy mi akarjuk (interaktivitás, számítógépes szerepjátékok), ami a háromdimenziós fizikai valóságban, szemben a kétdimenziós képi valósággal, ritkán adatik meg nekünk. És végül – a *globalizáció*. Irodalma könyvtárnyi, és ha ennek a

folyamatnak a lényegét tömören szeretnénk megfogalmazni, akkor azt mondhatjuk: a globalizáció az euró-amerikai civilizáció kísérlete arra, hogy értékvilágát, érdekviszonyait, technológiai-gazdasági-pénzügyi struktúráit, társadalmi és politikai intézmény-mintáit átvigye azokra a társadalmakra, amelyek más úton jutottak el a mába, azaz másként teljesítették a történelem legfőbb parancsát, a túlélést!

Hálás feladat lehetne most a vázolt címszavakat egyenként és alaposabban megvizsgálni, ám ezen a helyen engedtessek meg, hogy csupán az elsővel, a növekedéssel foglalkozzam. A Föld lakóinak száma száz év alatt megháromszorozódott (ma 6,7 milliárd fő), a gazdaság teljesítménye hússzorosára, a fosszilis tüzelőanyagok felhasználása harmincszorosára, az ipari termelés ötvenszeresére növekedett. A változások négyötöde 1950 óta következett be. Mi a gond ezzel a növekedéssel? – tehetnénk fel az „álnaiv” kérdést. Hiszen tény, hogy az emberiség történelme során ennyi ember, ilyen anyagi körülmények között és a szolgáltatások mai színvonala mellett még soha nem élt! Ennyi gépjármű, számító- és háztartási gép, mobiltelefon, televízió még nem szolgált, az élelmiszerek ilyen bősége és választéka még soha nem állt rendelkezésre. A sommás válasz: ez a szinte lélegzetállító növekedés – különösképpen az elmúlt néhány évtizedben – rendkívüli mértékű aránytalanságokat és egyre fokozódó társadalmi és környezeti konfliktusokat generált.

A világ népessége növekedik, miközben Európa fogyó, öregedő kontinenssé változott (a migrációnak tehát nem csupán nyomás-, hanem szívás oldali okai is vannak). A Föld ökológiai rendszereiből kitermelt nyersanyagok és energiahordozók nyolcvan százalékát a civilizációs társadalmak húsz százaléknyi lakossága használja fel. Ezen utóbbiak úgynevezett „ökológiai lábnyoma” a többiek kárára növekedett meg oly mértékig, ami jóval meghaladja saját lehetőségeiket, pontosabban erőforrásaikat. Az úgynevezett fejlett, illetve fejlődő világ közötti konfliktusok szinte elviselhetetlen mértékűvé váltak. De a civilizációs társadalmakban is azt tapasztaljuk, hogy kevesen fölfelé, többen pedig lefelé haladnak a jövedelmi ranglétrán. (Az USA-ban a lakosság egy százaléka birtokolja a nemzeti vagyont 33 százalékát, újabb kilenc százalék a további 30 százalékát.) És a társadalmi konfliktusok fokozódásánál nem kisebb a környezeti elemek rombolásának a tempója sem. Globális klímaváltozás, a biológiai sokféleség csökkenése, a trópusi esőerdők mértéktelen irtása, talajpusztulás, savas ülepedés, a sztratoszféra ózonkoncentrációjának ingadozása, hulladékhegyek és szennyvíztengerek – mind-mind indikátorai a természettel szemben viselt hadjáratnak.

Ha a környezeti károk megelőzéséről vagy elhárításáról esik szó, akkor a „mainstream” képviselői mindegyre azt az ellenérvet fogalmazzák meg, hogy ezek alapját csak a gazdasági növekedés teremtheti meg. Ezzel szemben két ellenérv is megfogalmazható. Egy hibát azzal a szemlélettel kijavítani, amivel előidéztük, reménytelen vállalkozás (A. Einstein). A másik ellenérv gyakorlati: még 1992-ben a Világbank vizsgálatokat végzett azt tekintve, hogy bizonyos társadalmi, illetve környezeti folyamatok miként változnak a GDP növekedésével. Kimutatták, hogy a közegészségügy állapota egyértelmű javulást mutat, a városi szilárd szennyezők és kén-dioxid koncentrációja maximumon megy át, ám az egy főre jutó széndioxid kibocsátás, illetve az egy főre jutó hulladék mennyisége a GDP-vel szakadatlanul növekedik (1. ábra). Ezek az úgynevezett Kuznets-féle görbék jól mutatják, hogy utóbbi esetekben a gazdasági növekedés nem hoz egyértelmű megoldást.

### **A civilizációs óriásgép – modellkísérlet**

Próbáljuk meg ezek után az euró-amerikai civilizáció, a civilizációs óriásgép működésének lényegét modellszerűen megragadni. A modell – mint tudjuk – amputált valóság! Mégis, a feltételek és a tényezők szerencsés megválasztásával néhány helytálló következtetés levonására alkalmas lehet.

A civilizációs struktúrák úgynevezett hármas nagyrendszerként ragadhatók meg, amelynek egyik eleme (részrendszer) a társadalom, a maga értékészletével, érdekviszonyaival és –

artikulációjával, intézményeivel, jogi és garanciális rendszereivel. A másik részrendszer a gazdasági-technológiai objektumok összessége, ahová mindazon tárgyak tartoznak, amelyek emberi aktivitás révén jönnek létre, és amelyek a természetben önmaguktól soha nem keletkeznének. Ez az úgynevezett második valóság vagy művi világ. Az említett két részrendszer működésének „színpada” a természet, az úgynevezett első valóság (vagy másként, a teremtett világ), ami tehát nem emberi munka terméke, és amelyet a kereken tizenháromezer kilométer átmérőjű, megközelítőleg gömb alakú Földünk reprezentál. A Föld úgynevezett zárt rendszer, ami azt jelenti, hogy környezetével, a csillagközi térrel jelentéktelen anyagcserét folytat, de a Nap–Föld, illetve Föld–csillagközi tér hatalmas energiaforgalma a jelenlegi földi életnek alapvető feltétele. A modellből (2. ábra) néhány következtetést levonhatunk:

– A hármas nagyrendszer egyes részrendszerei az ember-természeti környezet anyagcsere révén (termelés, illetve fogyasztás) szorosan kapcsolódnak egymáshoz. Az egyes részrendszerekben indukált változások valamilyen formában és mértékben megjelennek a másik két részrendszerben is.

– Az ember-természeti környezet anyagcserét a 20. század második felében korábban nem tapasztalt mértékben intenzifikáltuk. (Egy felmérés szerint évente mintegy százezer megatonna nyersanyagot és energiahordozót termelnek ki a Föld ökológiai rendszereiből, és ennek nagy része még ugyanabban az évben hulladék formájában kerül vissza a természeti környezetbe.)

– A hármas nagyrendszer két eleme egyirányú változást (növekedés) mutat, míg a Föld reprezentálta természet zárt rendszer.

– A gazdasági-technológiai részrendszer autonómiája a 20. század második felében rendkívüli mértékben megnövekedett (gazdaságba ágyazott társadalom), és alapvető törvényeit – növekedés, haszonmaximalizálás, költségminimalizálás) – a másik két részrendszerre kívánja oktroyálni. Minden emberi kapcsolatot funkcionálissá és piacszerűvé alakít (piaci, jogi szabályozás), és nincs tekintettel arra, hogy a természet folyamatai körfolyamatok. (Ha már valamiről azt állítják, hogy gazdaságtalan, az lesújtóbb vélemény, mintha valakiről azt mondják, hogy csúnya vagy erkölcstelen – E. E. Schumacher).

– Tanulságosak lehetnek a részrendszerekben zajló folyamatok időskálái. A természeti folyamatok időtartama a másodperc törtrésztől évmilliókig terjedhet. (Ennek jelentőségét akkor érzékelhetjük, ha tudjuk, hogy pl. az ásványolaj kitermelési sebessége képződési sebességének hatmilliószorosa.) A gazdasági-technológiai részrendszer a minél rövidebb megtérülési időben érdekelt (3-5 év, illetve negyedévenkénti bonuszok). A társadalomban – demokratikus struktúra esetén – általában négy évenkénti politikai forgószínpad, a kor- és sorsproblémákra adott, gyakran rövid szavatossági idejű divatválaszok, tehát a „jelen idő” filozófiája a jellemző. (Az elmondottakból egyértelmű, hogy amennyiben a vetélkedő politikai aktorok között alapvető kérdésekben nincs konszenzus, a cselekvésképtelen demokrácia réme kísért.)

– A folyamatokat leíró törvények mindhárom részrendszerben klasszikus determinisztikus, sztochasztikus (valószínűségi), illetve kaotikus (a determinisztikus rendszerek véletlenszerű viselkedése) törvények lehetnek. Az elmondottak megkülönböztetése azért fontos, mert a közvélekedés olykor hajlandó azt hinni, hogy a világ bármely folyamatát a klasszikus determinisztikus törvényekkel (Newton-i mechanika) megragadhatjuk.

– A természetben lejátszódó folyamatok függetlenek attól, hogy mit gondolunk róluk. A gazdaságban (és a társadalomban) a folyamatok nem függetlenek velük kapcsolatos gondolatainktól (pl. inflációs-, politikai-, recessziós-, tőzsdei várakozás stb.). A részt vevő tudat ugyanis ebben az esetben behatol az események szerkezetébe, és megváltoztatja azt. Amiről beszélünk, azt módosítjuk azáltal, ahogyan beszélünk róla. A valósághoz fűződő viszonyunk kognitív mozzanata tehát – a Descartes-i *res cogitans*–*res extensa* értelmében –

nem választható el mereven a participatív, illetve manipulatív mozzanattól. Sajátos reflexív viszony alakul ki tehát, ami a Heisenberg-féle „bizonytalansági elv”-hez hasonló, ahol – mint tudjuk – a mikroobjektumnak nem az eredeti, zavarmentes állapotáról, hanem a mérőeszközzel való kölcsönhatás során kialakuló, módosult állapotáról szerezhetünk tudomást. (Pontosabban: a megfigyelő hatása nem az, hogy megzavarja a mikroobjektum korábban létező pontos, de általunk nem ismert állapotát, hanem az, hogy a valószínűség-elosztás által, meghatározott sok potenciális lehetősége egyikét arra kényszeríti, hogy tényleges tényezővé váljék.)

– A természet rendjét, önszabályzó és -korrigáló folyamatait évmilliók/évmilliárdok evolúciója körfolyamatokban alakította, csiszolta össze; a technika, immanens természetét, lényegét szem előtt tartva, méret, erő és sebesség tekintetében önkorlátozó elvet nem ismer (pl. állandósult növekedési kényszer), ily módon nem rendelkezik az önkorlátozás, az önszabályozás képességével (E. F. Schumacher). Ugyanez érvényes a gazdaság növekedési folyamataira is (egyirányú változás), amelyek önszabályozásra ily módon – számos gazdasági elméletet cáfolva – hosszabb távon nem képesek. (A jelenlegi gazdasági-pénzügyi krízis eléggé meggyőző bizonyítéka lehet ennek.) Ha a gazdasági növekedésnek nincs külső kontrollja, ellensúlya, entrópiikus folyamat indul meg, aminek vége az elszabadult rendszer csupán összeomlás útján bekövetkező „önkorrekciója”.

Egy-, másfél évtizeddel ezelőtt – az imént vázolt korlátok kirajzolódása kapcsán – megszületett a „harmonikus fejlődés” paradigmája. Ezt mihamar a „fenntartható fejlődés” elvének koncipiálása követte, majd a kör bővült, és a társadalmi-politikai diskurzus új fogalmat hozott forgalomba: fenntartható társadalom. Napjainkban már gyakran csupán fenntarthatóságról beszélünk, s ez a gondolat-folyam a nem távoli jövőben a talán sokkal egyszerűbben értelmezhető túlélés kifejezést teremheti meg.

A szóban forgó fogalmak kapcsán óriási nehézségek jelentkeznek – elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt. A természettudományokban egy fogalom a tisztázó viták során letisztul, kikristályosodik, míg a társadalomtudományokban éppen ellenkezője történik: a fogalom sokértelművé, kontúrnélkülivé, diffúzzá válik, egyre újabb és újabb olvasatok (dekonstrukció), értelmezések születhetnek meg. A gyakorlati probléma pedig ott jelentkezik, hogy a hármas nagyrendszer egyes elemeiben – társadalom, gazdaság, természet – mind a fenntarthatóság, mind a fejlődés eltérő, érdekfüggő és egymásnak ellentmondó értelmezést nyerhet.

Hogy a harmonikus fejlődés megvalósítható-e, arra választ kapunk, ha az egyes részrendszerek értéktartalmát megvizsgáljuk és azokat összevetjük. A gazdasági-technológiai részrendszer alapértékei: hatékonyság, termelékenység, növekedés, haszonmaximalizálás, költségminimalizálás, mamut-technológiák és –szervezetek, monokultúrák, hatalom- és hódításorientáltság. Az ökológiai rendszerek alapértékei: változatosság, sokszínűség, kiegyenlítőképeség, körfolyamatok, öngyógyítóképeség, kölcsönös függőség, fenntarthatóság. A társadalmi struktúrák pedig alapvetően két típusba sorolhatók be. Az egyik típus alapértékei: dogma, hierarchia, diszciplína (tekintélyelvű, szélső esetben diktatórikus rendszerek, ahol nincs vita, diskusszió, csak utasítás van és végrehajtás). A másiké: értékpluralizmus (értékrelativizmus), mellérendelő (horizontális) vagy hálózati társadalom, permisszivitás, (megengedő magatartás). A második típus szélső esetben cselekvésképtelen demokráciát reprezentál (hamis illetékességtudat, bárki, bárhol, bármikor, akármiben ügyfél lehet).

Az értéktartalmak összevetése alapján „harmóniára” nem nagyon számíthatunk az egyes rendszerelemek együttes működése során, ám a működés optimalizálására mód van. Az egyes értékek egymást támogató vagy semlegesítő, illetve kizáró volta azután meghatározza, hogy az optimalizáció milyen szinten lehetséges.

A vázolt hármas nagyrendszer a globalizáció folyamatában – Alan Greenspant, az amerikai központi jegybank korábbi elnökét idézve – ijesztően nagygyá, áttekinthetetlenül bonyolulttá és ördögi gyorsasággal átalakulóvá változott. Kire hárul – tehetnénk fel a kérdést – ennek a rendszernek a szabályozása, illetve vezérlése. Demokratikus struktúrában nyilvánvalóan a „Homo Politicus”-ra, a közügyekkel foglalkozó szereplőkre (2. ábra). Tévedés ne essék, szólni, nem csupán a választott közszereplőkről van szó. Demokratikus viszonyok között minden polgár „Homo Politicus”, hiszen a demokrácia azon hálózat, amelynek működtetésében és ellenőrzésében minden polgár alanyi jogon vesz részt, kifejezésre juttatva ezzel szubjektumát. A választott közszereplők felelőssége – a dolgok természetéből fakadóan – kétségkívül jóval nagyobb. Valljuk be, a feladat nem könnyű. A legmagasabb szintű szakmai és morális felkészültséget, empátiát, szociális érzékenységet, toleranciát, kölcsönösséget és együttműködési készséget feltételezve sem könnyű feladat az „ijesztően nagygyá, áttekinthetetlenül bonyolulttá és ördögi gyorsasággal átalakulóvá vált világban” a szabályozás és a vezérlés mesterei (művészi) szinten történő megoldása. Hát még ha a szükséges képességek hiányoznak, vagy csak töredékesen léteznek! Ezért tűnhet fel úgy a posztmodern tömegdemokráciában, hogy a választott „Homo Politicus” nem szabályoz és vezérel, csupán „tüzet olt”, ahol arra éppen a legnagyobb szükség van. S a kor- és sorskérdésekre töredékes, rövid szavatossági idejű divatválaszok születnek. A jó „Homo Politicus” – egy mondás szerint – olyan, mint a kubista festő: egyszerre látja a kockának mind a hat oldalát. Minthogy fizikai tapasztalás (látás) révén csak három oldalt érzékelhet, a másik hármát intuitív tudás és tudat, mély empátia, szociális érzékenység kapcsán, tehát nem kvantifikálható módon kell megközelítenie és megragadnia. Ebben áll(na) a politika művészete!

### **Jól kommunikálunk-e a természettel?**

Az elmúlt két-, háromezred évben a létező valóság, a természet racionális, tapasztalati úton történő megközelítése és megértése hatalmas és lenyűgöző mennyiségű és minőségű ismeretanyag felhalmozását, a legkülönbözőbb struktúrák jellemzését, a legváltozatosabb folyamatok törvényekkel kifejezett megragadását, leírását tette lehetővé. Az ily módon feltárt törvényszerűségek alapján káprázatos technikák és technológiák születtek meg, az emberi igényeket kielégítendő, napjainkban már sokkal inkább generálandó. A folyamat korábban nem tapasztalt specializációhoz vezetett el, amelynek alapján az ismeretek diszciplínákba rendeződtek (fizika, kémia, biológia, geológia, ...), majd ezek az idők folyamán rész-, illetve szubdiszciplínákba sporadizálódtak. Oly mértékben, hogy nem csupán az alapvető diszciplínák között, de a diszciplínákon belül is rendkívül erősen beszűkült az átjárás lehetősége.

Mindez addig nem okozott különösebb gondot, amíg a 21. század második felére a természeti környezetbe történő emberi beavatkozás mértéke el nem érte mai szintjét, és világossá nem vált, hogy az eddig még nem tapasztalt léptékű beavatkozás várható hatásainak előzetes becslése, illetve a beavatkozással okozott drasztikus változások következményeinek megszüntetése diszciplináris alapon csak töredékesen és nem kielégítő megbízhatósággal lehetséges. Kiderült továbbá, hogy az induktív, analitikus, redukcionista, atomizáló közelítéssel hozott racionális döntések alapján álló cselekvés az ökológiai rendszerekbe történő beavatkozás során háromféle eredményhez, illetve következményhez vezet(het): szándékolt és bekövetkezett esemény; szándékolt és nem bekövetkezett esemény; nem szándékolt és bekövetkezett esemény. Az események értelmezését ráadásul megnehezíti, hogy időskálájuk jelentősen eltérő lehet.

Richard Feynman Nobel-díjas fizikus mintegy három évtizeddel ezelőtt így fogalmazott: az emberi értelem a természetet – pusztán célszerűségi okokból – fizikára, kémiára, biológiára, geológiára osztja fel, ám figyelemmel kell lennünk arra, hogy a természetnek erről a

felosztásáról nincs tudomása. (Az iménti okfejtés természetesen nem vonatkozik a laboratóriumi kísérletek során általunk konstruált fiktív-, pszeudo- vagy szimulált valóság vizsgálatára.) Feynman figyelmeztető gondolatát máig nem igazán sikerült felfogásunk meghatározó elemévé tenni.

A természetnek, mint egységes egésznek, mint rendszernek a szemléletét, az ökológiai gondolkodás szükségességét a 19. század hatvanas éveiben Ernst Haeckel német biológus fogalmazta meg először: az ökológia a természet háztartását leíró tan, tehát olyan tudomány, amely az organizmusok egymás közötti és a környezetükhöz kapcsolódó viszonyával foglalkozik.

Ezen szemlélet alapja az, hogy a folyamatos anyag- és energiaáramlás alapján a Föld bármely önkényesen választott, természetes vagy csupán elvi határokkal rendelkező része nyitott rendszernek (kvázi egyensúlyi rendszer) tekinthető. Tetszőleges rész vagy tetszőleges szféra úgynevezett dobozként kezelhető (3. ábra), amelybe anyag és energia áramlik, ezt követően fizikai (geológiai), kémiai és biológiai állapotváltozások játszódnak le, majd a térből anyag és energia távozik. A vizsgált részrendszerre természetesen érvényes az anyag-, az energia- és az impulzusegységmaradás elve, nem csupán a rendszer teljes tömegére, hanem bármely elegendően hosszú élettartamú kémiai elemre is.

Mindazon fizikai vagy kémiai folyamatok, amelyek primer módon egy anyag koncentrációjának növekedéséhez vezetnek, úgynevezett Forrásként (Quelle) kezelendők (Q), megfordítva, bármely folyamatot, amely az anyag koncentrációjának csökkenését eredményezi (anyagkiáramlás, kémiai átalakulás) Nyelőnek (Senke) nevezzük (S). A fentiekhez kapcsolódva a következő paraméterek definiálhatók: anyagáram (mol s<sup>-1</sup>, kg s<sup>-1</sup>); az anyagáram esetén tömegegységként a teragrammot (1 Tg = 10<sup>12</sup>g) használják, ami a technikailag használatos megatonna (1 Mt = 10<sup>6</sup>t) egységgel számszerűleg megegyezik. A tartózkodási időt átlagos áthaladási időként, T (turnover) definiálhatjuk; reciproka az áthaladási sebesség. Stacionárius állapotban egy kémiai komponens koncentrációjára (c): a következő összefüggés érvényes:  $dc/dt = Q - S = 0$ .

Minthogy az ökológiai rendszerek nyitottak, az egyensúlyi állapot esetükben csupán többé-kevésbé közelíthető meg. A természeti rendszerek reális viselkedésének leírása kapcsán tehát a következő egyszerűsítő feltételeket kell bevezetnünk:

- azok a reakciók, amelyek a kiszemelt komponens tartózkodási idejéhez (turnover) képest nagyon gyorsan játszódnak le, egyensúlyhoz vezetnek.

- azok a reakciók pedig, amelyek a kiszemelt komponens tartózkodási idejéhez képest nagyon lassan játszódnak le, figyelmen kívül hagyhatók.

Az ökológiai rendszer, mint az anyag komplex szerveződési formája élő szervezetekből, azok élettelen környezetének komponenseiből és technikai (antropogén) tényezőkből tevődnek össze, amelyek szerkezeti és funkcionális kapcsolatok révén tartoznak egybe. Az ökológiai rendszerek térben és időben korlátozottak, más rendszerekkel anyagcserét folytatnak, energiacsere révén is egymáshoz kapcsolódnak, éppen ezért külső tényezők állapotukat megzavarhatják. Jellemző rájuk a hosszú időn keresztül fennmaradó stacionárius állapot, és dinamikájukat az energiaáramlás és az anyagátalakulás határozza meg. (Ez a szemlélet az ökológiai rendszerek jóval komplexebb közelítésmódját feltételezi, mintha azokat csupán mintavételi helyszíneként értelmeznénk.)

Az ökológiai rendszereket természeti (természetközeli) és városi-ipari rendszerekre (erős emberi beavatkozás) oszthatjuk fel. A legfontosabb természeti rendszerek: szárazföldi vagy teresztriális; tengeri és limnológiai. A városi-ipari rendszerek (nooszféra) az emberi beavatkozás révén jelentősen módosult természeti rendszerekből állnak.

Egy ökológiai rendszer állapota és minősége biotikus és abiotikus faktoroktól függ. Elvileg bármely tényező képes arra, hogy az ökológiai rendszer stabilitásának határt szabjon abban az esetben, ha mértéke azon tartományban mozog, amely az egyes organizmusok számára

érvényes toleranciahatárral egybeesik. Az ökológiai rendszereknek az a képessége, hogy külső hatásokat kiegyenlítsenek, és önmagukat dinamikus egyensúlyban tartsák, lényegében véve a különböző korlátozó tényezők időben változó kombinációjától függ.

A globális anyagkörforgás, az ökológiai rendszerek közötti anyagáramlás sémáját a 4. ábra mutatja be; néhány kémiai elem egyes környezettartományok között lejátszódó transzportjáról pedig az 1. táblázat tájékoztat. Pusztán szemléltetés céljából – külön magyarázat nélkül – bemutatjuk a biológiailag esszenciális elem karbónium körforgásának úgynevezett dobozmodelljét, ahol a „dobozokban” (rezervoárok) található számok az ott helyet foglalóanyagmennyiségeket, a dobozok közötti kapcsolatot jelző nyilak melletti pedig az éves „vándorló” mennyiségeket reprezentálják (5. ábra).

Röviden összefoglalva, a kémiai elemek biogeokémiai körforgása a következőről tájékoztat:

- Az adott elem milyen mennyiségben, koncentrációban és vegyület(részecskefajta) formájában van jelen az egyes rezervoárookban;
- milyen mértékű az egyes rezervoárok közötti anyagtranszport;
- melyek azok a kémiai, biológiai és fizikai (geológiai) mechanizmusok, amelyek az anyagtranszportot szabályozzák;
- a természeti vagy antropogén tényezők előidézte anyagtranszport milyen környezeti változásokat hoz létre;
- az előző hatására a természetben létrejövő szabályozó (kiegyenlítő) mechanizmusok.

A kémiai elemek biogeokémiai körforgása természetének felderítése nem csupán elméleti szempontból jelentős, hanem az emberiséget napjainkban érintő kihívásokra szükségképpen adandó helyes választ tekintve is alapvetően fontos:

- Az élelmiszertermelés és annak függése a hőmérséklettől és más éghajlati tényezőktől; a tápanyag hozzáférhetősége, toxikus anyagok jelenléte;
- a globális éghajlat természeti és antropogén tényezői és körülményei;
- a savas ülepedés, ennek hatása az ökológiai rendszerekre, a jelenség antropogén összetevői;
- a sztratoszféra ózontartalma, hatása az emberi egészségre és az élővilágra, érzékenysége a szennyező nyomgázok jelenlétére;
- növényesedő szerek és más szintetikus vegyi anyagok globális jelenléte, perzisztenciájuk, ezen anyagok terjedési módja és átalakulásuk valamint lebomlásuk az ökológiai rendszerekben;
- ipari ökológia, ipari szimbiózis, technikai-technológiai, illetve hozzájuk kapcsolódó társadalmi problémák.

Az imént felvázolt kérdések a társadalom működése szempontjából alapvetők, ezért nagy kihívást jelentenek a tudományos (szakmai) közösségek számára is. Azt ugyan nem állíthatjuk, hogy a problémák tudományos-technikai megértése egyben azok megoldását is jelentené, de az is bizonyosnak látszik, hogy számos társadalmi kérdés megoldása ezek megismerése nélkül elképzelhetetlen. A rendszerek megértése – összetett voltuk miatt – számos diszciplína integrációját kívánja meg, és ha a tudományos közösség képtelen lesz arra, hogy az ökológiai rendszerek leírásához szükséges diszciplínákat integrálja, egészen biztos, hogy a társadalom nem fog megbirkózni az előtte álló feladatokkal.

A megoldás a jelenlegi tudományos struktúrák mélyreható átalakítását követeli meg. Ehhez az szükséges, hogy a diszciplináris közelítésmódot kiegészítse, illetve felváltsa az interdiszciplináris (integratív) látásmód, ami a kutatás szervezeti modelljét tekintve is változásokat hoz magával: mellérendelt, heterogén összetételű és időben változó kutatási struktúrák; „állandó társulat helyett, stagione rendszer”. Az eszköz-, illetve módszerközpontú megismerés a problémamegoldó megismerés felé tolódik el. Fontos figyelemmel lennünk arra, hogy a diszciplináris , illetve integratív közelítésmód ezen felfogás szerint nem jelentenek külön egymást kizáró minőséget, eltérő entitást, hanem a megismerés mint EGÉSZ két pólusát reprezentálják.

## **Következtetések és kihívások**

Az elmondottak után próbáljuk meg röviden felvázolni, hogy a hármas nagyrendszer egyes elemei kapcsán melyek a legfontosabb következtetések, egyben a halaszthatatlanul választ igénylő kihívások.

### **Gazdaság**

- véges térben (Föld) végtelen gazdasági-technológiai növekedés nem lehetséges.
- a gazdaság mai dominanciáját funkcionális autonómiává kell átalakítani. A társadalom egzisztenciáját nem lehet csupán egyetlen nyelven, egyetlen fogalomkészlettel, egyféle szóhasználattal (gazdaság) kifejezni.
- az árucseré, a pénz, a piac civilizációnk immanens kategóriáit jelentik, megszüntetésük nem lehetséges, de társadalmi ellenőrzésük szükséges.
- számos környezeti probléma és társadalmi gond megoldása csupán a gazdasági növekedést szem előtt tartva, továbbá nemzeti határok között nem lehetséges.
- a gazdaság súlyosbodó problémáit kizárólag gazdasági eszközökkel orvosolni egyre inkább „münchauseni vállalkozásnak” tűnik fel.

### **Társadalom**

- a hamis illetékeségtudat – bárki, bárhol, bármikor, bármiben ügyfél lehet – a demokratikus politikai struktúra cselekvésképtelenségéhez vezethet.
- a „semmi sem biztos, semmire sincs garancia, bármi megkérdőjelezhető” posztmodern relativizmusa a társadalmat organikus rendszerből mechanikus halmazzá fokozza le („magányos együttlét”, „ember embernek farkasa”).
- a korlátok nélküli szabadság (normanélküliség) maga a káosz, míg a szélsőséges tekintélyelvűség (kizárólagos illetékeségtudat) a diktatúra bestialitásához vezet (szabadság szülte organikus, illetve autoritás kikényszerítette mechanikus-bürokratikus rend).
- az egyetemes emberi szabadságjogok mellett azonos hangsúllyal szükséges érvényre juttatni az egyetemes kötelességtudat és felelősségvállalás eszményét.

### **Természet**

- a természetbe történő nagyléptékű emberi beavatkozás következményeinek előzetes becslése és utólagos elhárítása – mivel a természeti környezet komplex nagyrendszer – a specializáción alapuló diszciplináris közelítéssel csak töredékesen lehetséges. Erre integrált, mellérendelő, időben változó összetételű, problémamegoldásra orientált kutatási struktúrák adhatnak lehetőséget.
  - a természeti erőforrások felhasználásának a megértésen és nem az erőn (minden határon túli haszonszerzés) kell alapulnia. A természettel való kommunikáció nyelvét újra kell tanulnunk..
  - a megértés önmagában véve nem jelent megóvást. A dolgok iránti tisztelet nélkül minden közönségessé válik. Aki tiszteli a dolgokat, lemond arról, hogy csupán birtokba vegye és saját céljaira használja őket.
  - a társadalmi szerződés történeti mintája szerint szükséges a „természeti szerződés” megkötése, jogszabályokban történő rögzítése (úgynevezett harmadik generációs jogok; garanciák és jogok által a jogok működésképpé tétele).
- A felsorolt kihívásokra a válasznak nagy valószínűséggel a távlatos gondolkodáson, rendszerszemléleten, a takarékoság elvének érvényesítésén, a helyi erőforrások fokozott bevonásán és az oktatás célrendszerének újrafogalmazásán kell alapulnia. A rövid távú haszon érdekében nem ignorálhatjuk a hosszú távú következmények számbavételét. Ma a dolgokat – az egyszerűbbnek látszó, gyorsabb és kizárólag érdekvezérelt döntés meghozatala érdekében – igyekszünk kiszakítani a lehető legteljesebb összefüggés-rendszerükből. Az ilyen döntések



kétségesek és állandósuló reformkényszert szülnek. A fogyasztás kialakult három szintjéből – szükséges, presztízs illetve zabolátlan fogyasztás – a harmadik, valamint részben a második az erőforrások pazarlásával jár, azok nem kívánt mértékű igénybe vételét jelentik (ezt a magatartást nem igazolhatja a „miért, hát megfizettük” indignálódott reakciója sem!). A helyi erőforrások fokozódó felhasználása megteremti a termelő–fogyasztó csaknem közvetlen kapcsolatot (könnyebb termékellenőrzés), másfelől csökkenek a szállítással összefüggő energiaköltségek, továbbá a környezetterhelés (természetesen látnunk kell azt is, hogy a megapoliszok ellátása ezen az úton adott esetben nem több mint illúzió).

Az oktatás célrendszerének középpontjában ma minden határon túl a kiképzés ideája áll. Ki kell képezni azt a csereszabatos munkaerőt, aki a technológiai és gazdasági folyamatokban szinte azonnal és bárhol elhelyezhető, akinek számára a munkahely – vagy szakképzettségváltás nem jelent semmiféle gondot. Tagadhatatlan, hogy a munkaerő mobilitása a civilizációs társadalmak működésének elengedhetetlen feltétele. Nagy hátrány azonban, hogy ez a szemlélet megreked a jelenidő horizontján. Csupán a pillanatnyi feladatra koncentrálnak, és híjával van a távlatos gondolkodásnak. (Csak az a probléma érdekes, ami közvetlenül előttünk van.)

A mai oktatási rendszerek csaknem teljességgel lemondtak a kinevelés feladatának ellátásáról. Ez az út pedig a társadalom normanélkülivé válása felé (anómia) vezet. Természetesen, a kinevelés végletekig relativizált értékek mentén elképzelhetetlen, a természet (teremtés) rendjének és a közösségnek a megzavarásától ily módon legfeljebb a büntetőjogi felelősségre vonástól való félelem és nem a „belülről irányított” ember erkölcsi normái tartanak vissza bennünket. Hasonlóképpen, a mai iskola nem tartja elsőrendű feladatának a kiművelést sem. Kétségkívül, ez az állítás, mint sommás vélemény, akár az elutasítással is szembesülhet, hiszen a tanulók szinte fuldokolnak a rájuk zúduló információ-óceánban. Ám figyelemmel kell lennünk arra, hogy bármely nagyságú információtömeg, ha nem szervesül, ha nem válik rendszerezetté, és nem tartalmazza az emberi élet teljességének kibontakoztatásához szükséges ismereteket, csupán pótszer lehet. Ily módon a legfőbb dologról, az emberi minőségről feledkezünk meg, azaz az emberek ama képességéről, hogy válaszolni tudjon a legváratlanabb kihívásra és élni tudjon a legszokatlanabb lehetőséggel is. Rendszerszemléletű gondolkodásra csak az ebben az értelemben kiművelt ember képes.

H. G. Wells még a múlt század első felében ezt írta: a jövő, a történelem egyre inkább az oktatás és a katasztrófa versenyfutása lesz. Ha az állítás igazságtartalmát részben kétségbe is vonhatjuk, azt nem áll módunkban tagadni, hogy a ma iskolája a holnap társadalmát elővételezi.

### **Fenntarthatóság és identitás**

A vázolt kihívásokra adandó válasz lehetőségét és minőségét alapvetően az fogja meghatározni, hogy a még előttünk álló 21. században miként formálódik önazonosságunk, az önértelmezés, az én-tudat, azaz az identitás. (Az identitás időben változó, társadalmi termék és tipikusan a 20. század szülötte.)

Az identitás – egy közelítés szerint – hármas rétegződésű: valaki-, senki-, akárki identitás. Az első tipikusan a fogyasztói társadalmak terméke, státusz-identitásnak is nevezhetjük. Az egyén valakivé akar válni, adott státusz elérésére törekszik, hiszen az bizonyos előnyökkel jár együtt. Mára ez a vágy sok tekintetben elvezetett a korábban már említett túldimenzionált énközpontúsághoz, az individuuum elszabadulásához. A senki-identitás (hamis identitás vagy identitás nélküliség) legpontosabb definícióját a múlt századi Amerika hetvenes éveiben a punk-filozófia vázolta fel: szex és drog és rock and roll. Ma ehhez a képernyő- és a netfüggést is hozzászámíthatjuk. Itt a lényeg egy roppant erős külső érzéki hatás, amire az én-ben pillanatnyi belső készlet alakul ki. Mindeközben eltűnik a múlt és nincs lehetőség arra, hogy cselekedeteink jövőbeli következményeivel számot vessünk. Az akárki-identitást

tömegidentitásnak is nevezik. Ebben az esetben az én-tudat átadja a helyét a mi-tudatnak. A rendszerint ideológiai alapon szerveződő csoportok, közösségek egyes tagjai a csoport többi tagjával azonossá, mi több, tőlük megkülönböztethetetlené válna. Ez az identitás érthető tetten a sportstadionok tomboló szurkolóiban, pop-koncertek extatikus örömben hajladozó árnyalakjaiban, és a tömegrendezvények zsigeri megnyilvánulásaiban.

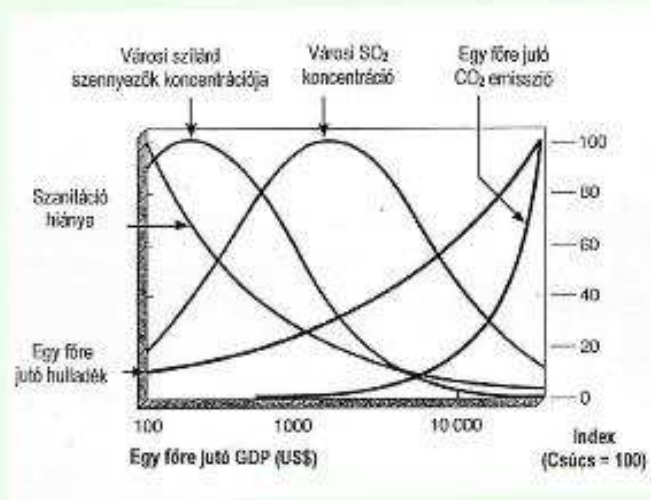
A három réteg egyszerre van jelen bennünk, időben változó módon és arányban. Vizsgálódásunk szempontjából azonban igazán lényeges most az, hogy ezen hármas rétegű identitást a már ma is létező három technológia – információs-, bio-, illetve nanotechnológia – miként képes befolyásolni (6. ábra). Az információtechnológia révén elmosódik a különbség a háromdimenziós fizikai valóság és a kétdimenziós virtuális valóság (interaktivitás, számítógépes szerepjátékok) között. A biotechnológia képes arra, hogy a generációk közötti különbséget (külső megjelenés, egészségi állapot, reprodukív képesség) megszüntesse. Külön hangsúlyozandó, hogy ezt a technológiát nem csak terápiás, hanem széles körben kozmetikai célokra is alkalmazzák (plasztikai sebészet, kozmetikai farmakológia, génsébsészet), s ezen az úton a tudatmódosítástól a személyiségváltásig bezárólag beláthatatlan lehetőségek adódnak. A nanotechnológia megszünteti az én és a külvilág közötti különbséget. Nanoméretben tárgyak, eszközök és kémiai rendszerek számára a testet a külvilágtól elválasztható külső (bőr) és a belső határfelületek átjárhatóvá válnak, amelyeken át mikroméretben ilyen transzportra nincs lehetőség.

Messze vezetne annak taglalása, hogy az előttünk álló kihívásokra adandó válaszokat tekintve, mely identitás-réteg(ek) alapján lehetünk sikeresek, és teremthetjük meg a jövő fenntartható társadalmát. Ezt tekintve vannak komoly aggodalomra okot adó jelek. Fejezzük be mégis a francia költő, Paul Valery biztató szavaival: az élet, a jövő sohasem reménytelen, mert mindig azok határozzák meg, akik hisznek benne, és nem azok, akik tagadják. A hitnek abban az értelmében talán, ahogy a fizikus W. Heisenberg fogalmazott: minden emberi cselekedet kezdetén a hit áll. És ez feltehetően független attól, hogy a hit szakrális vagy szekurális értelmezéséről van szó. Ellenkező esetben a bennünket olykor megérintő planetáris félelem jegyében reménytelenné vagy embertelenné válunk.

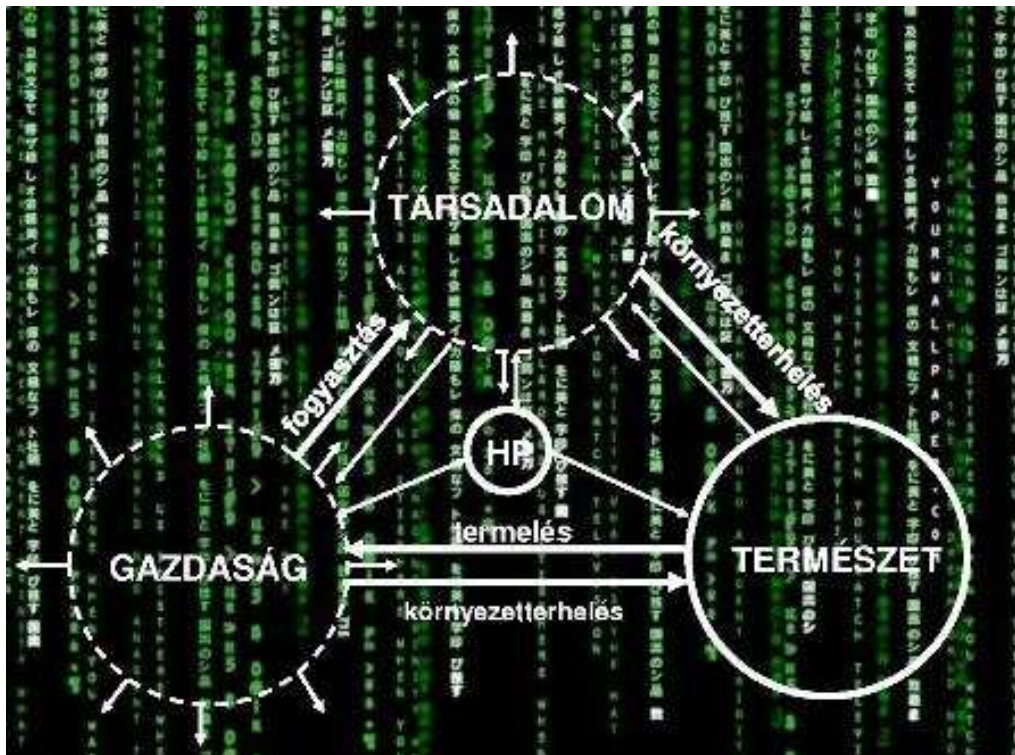
## Irodalom

- Tillman J. A. (szerk.): A későújkor józansága I. II., Göncöl Kiadó, Budapest, 1994, 2004.  
A világ helyzete – A washingtoni Worldwatch Institute évenkénti jelentése a fenntartható társadalomhoz vezető folyamatról, Föld Napja Kiadó  
Diamond, J.: Összeomlás, Typotex Kiadó, Budapest, 2007.  
Kóródi Mária (szerk.): Az erőszak kultúrája, Fenntartható-e a fejlődés?, Pallas Kiadó, Budapest, 2009.  
Meadows, D. et al: A növekedés határai – harminc év múltán, Kossuth Kiadó, Budapest, 2005.  
Mészáros Ernő: A környezettudomány alapjai, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.  
Vida Gábor: Helyünk a bioszférában, Typotex Kiadó, Budapest, 2001.  
Kerekes Sándor: A környezetgazdaságtan alapjai, Aula Kiadó, 2009  
Schlesinger, W., H.: Biogeochemistry, Academic Press, San Diego, 1997.  
Papp Sándor: Biogeokémia – körfolyamatok a természetben, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2002.  
Greenfield, Susan: Identitás a XXI. században, HVG Könyvek, Budapest, 2009.  
Papp Sándor: Fagyöngy-civilizáció, Új Horizont Kiadó, Veszprém, 2002.  
Fukuyama, F.: Poszthumán jövődönk, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2003.

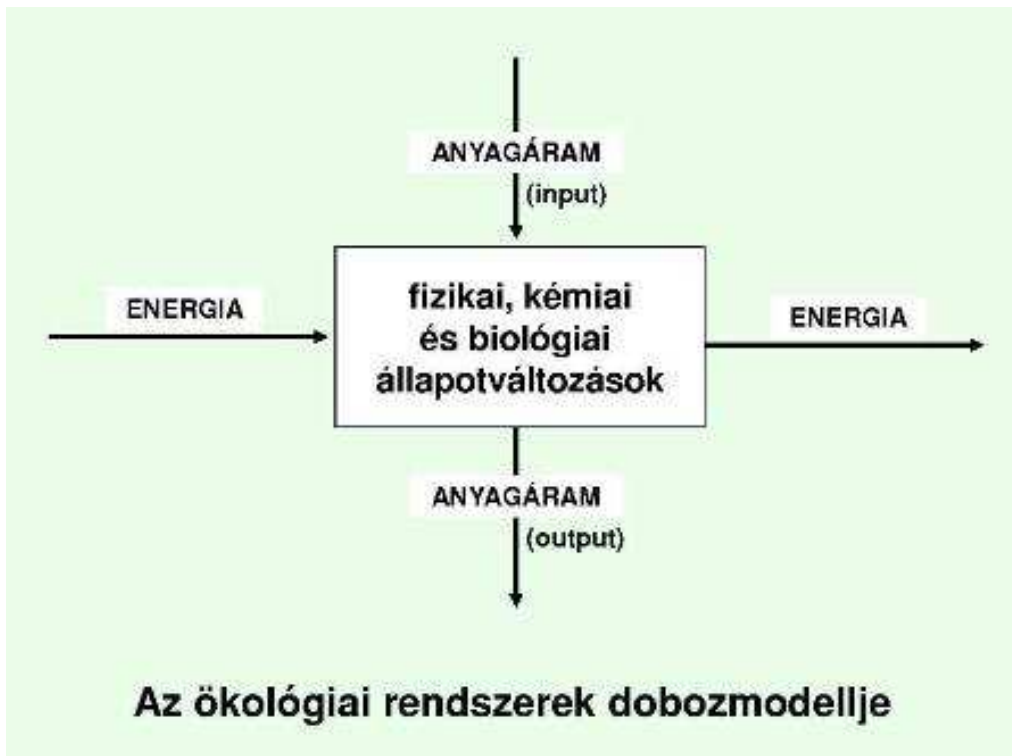
# Fejlettség és környezet



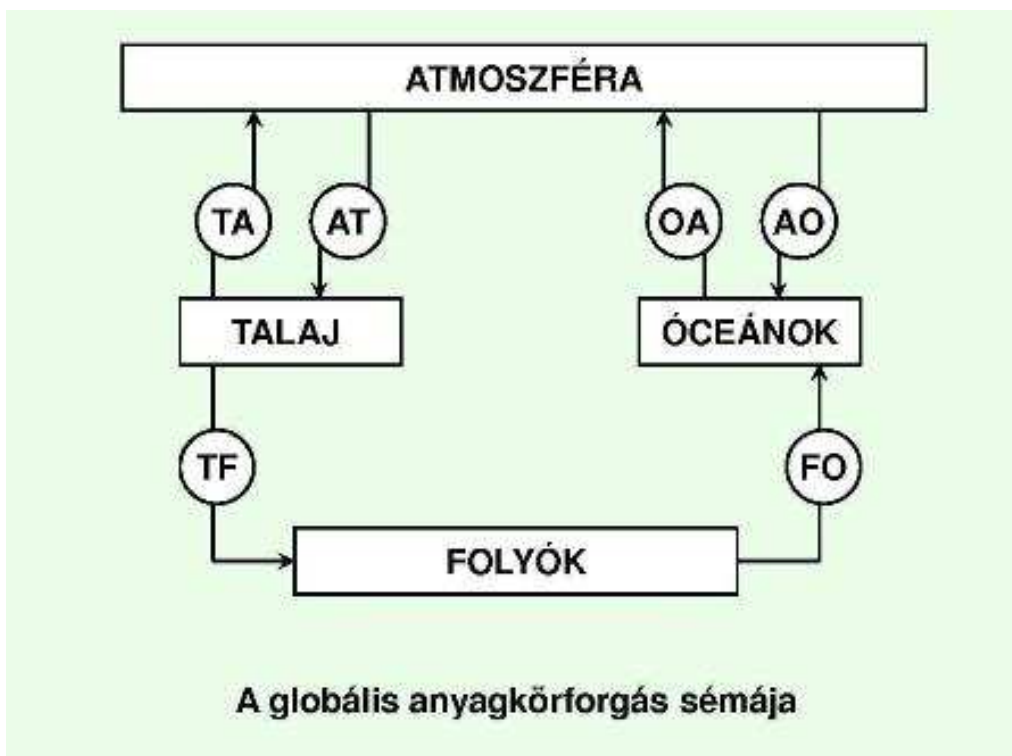
1. ábra. GDP és környezet



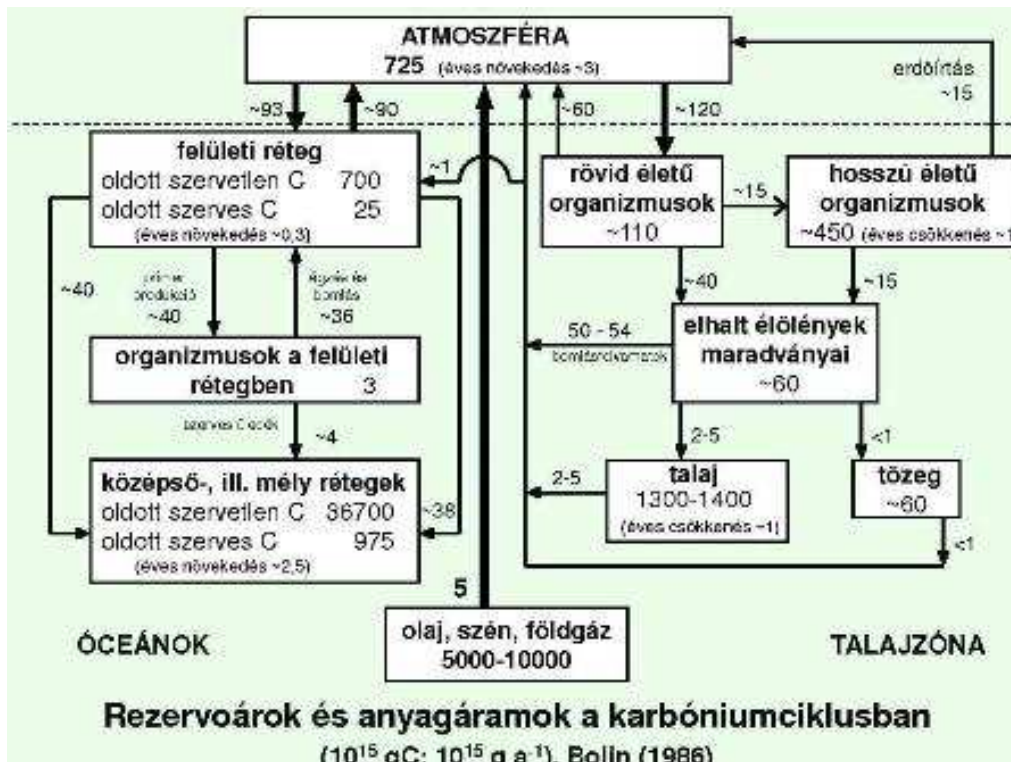
2. ábra. Civilizációk három arca



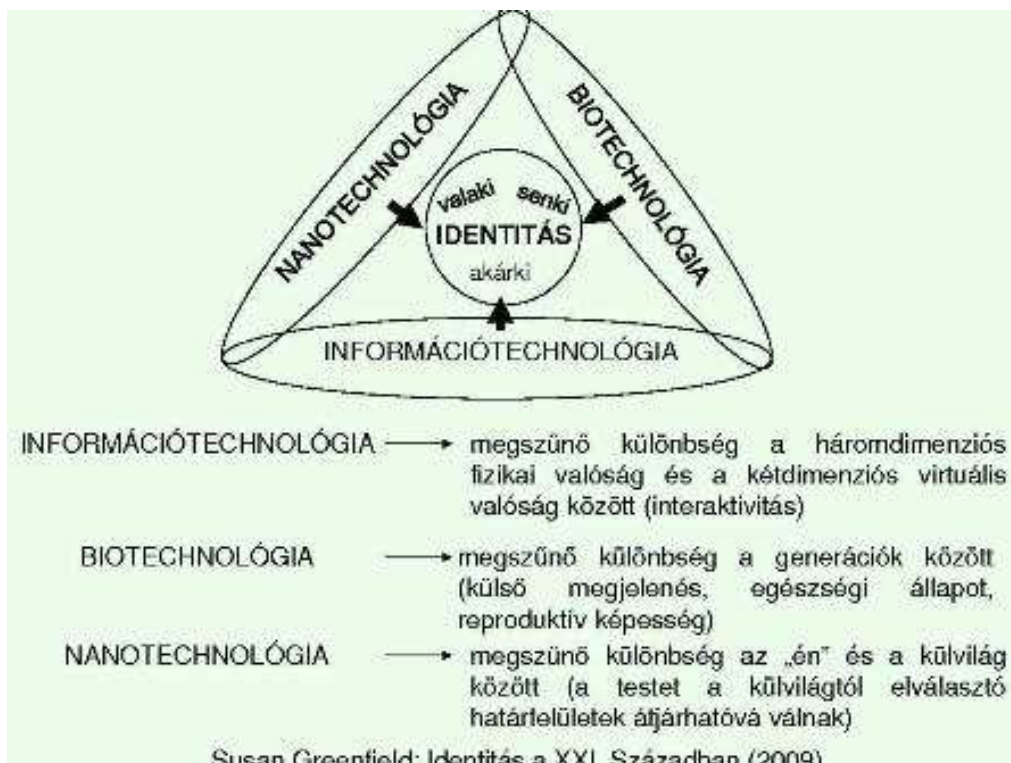
3. ábra Az ökológiai rendszerek dobozmodellje



4. ábra A globális anyagkörforgás sémája



5. ábra Rezervoárok anyagáramok a karboniumciklusban



6. ábra. Posztumán identitás

**Néhány kémiai elem transzportja az egyes környezettartományok között**

A = atmoszféra; T = talaj; F = folyók; O = óceánok

Elem	AT	TA	FO	OA	AO
Oxigén <sup>a)</sup> ( $10^{17}$ kg/év)	1.0	0.7	0.3	3.7	3.4
Karbónium ( $10^{14}$ kg/év)	1.2	1.27	<0.01	0.1	0.1
Kén ( $10^{14}$ kg/év)	0.7	1.6	2.1	1.6	2.6
Foszfor ( $10^9$ kg/év)	3.2	4.3	19	0.3	1.4
Ólom ( $10^8$ kg/év)	3.2	4.7	7.8	<0.01	1.4
Réz ( $10^7$ kg/év)	6.2	7.1	632	<0.01	1.3

a) víz formájában

1. táblázat

Néhány kémiai elem transzportja az egyes környezettartományok között

Papp Sándor (Biri , 1936) az MTA doktora, ny. egyetemi tanár, Pannon Egyetem, Veszprém.