

Ökológikus civilizáció

Azoknak a súlyos károsodásoknak a fényében, amelyek a világ természeti környezetét és népességét érték, szükségszerű azon elgondolkodnunk, hogy miként szervezhetnénk meg egy valóban ökológikus civilizációt – amely harmóniában van a környezeti rendszerekkel –, ahelyett, hogy megpróbáljuk magunk alá gyűrni és uralni a természetet. Ez nem csupán etikai kérdés, hanem annak alapfeltétele, hogy mint faj tovább létezhessünk, illetve feltétele számos más faj túlélésének is. Vissza kell fordítanunk bolygónk létfenntartó rendszerének pusztulását, amely annakidején megbízható klímával, tiszta levegővel és vízzel (édes- és sósvízzel), élettől nyüzsgő óceánokkal, egészséges és termékeny talajjal szolgált.

Számos módon megközelíthetjük és értelmezhetjük azokat az óriási károkat, amelyek a környezetet sújtották. Én a következőket fogom megvitatni: (1) a szilárd ökoszisztémák alapjául szolgáló alapvető jellemvonásokat; (2) hogy a társadalmak miért vannak híján a megfelelő ökológiai hozzáállásnak; (3) miként lehetne a szilárd környezeti ökoszisztémák jellemzőit egy jövőbeni ökológiai civilizáció kereteként elképzelni.

I. Ökológiai alapelvek: tanulni a természettől

Az ökológia tanulmányozása úgy fejlődött ki, hogy a tudósok elkezdték megérteni a természeti rendszerek működését. Hamar rájöttek, hogy multidiszciplináris szellemben kell gondolkodniuk – az efféle rendszerek összetettségét semmiképpen sem lehet egy-egy adott tudomány vagy tudományterület keretei közé erőszakolni. Valójában még kimerítő kutatások után is többnyire lehetetlen teljesen megérteni egy ennyire komplex rendszer működését – az interakciók, a pozitív és negatív visszacsatolások összességét –, legalábbis azon a szinten, hogy az ember pontosan megjósolhassa, mi is fog történni, ha valamilyen módon beavatkozunk a rendszer működésébe. Ezt a jelenséget Friedrich Engels immár több mint egy évszázada, 1876-ban kiválóan leírta: „De azért ne kérkedjünk túlságosan a természetten aratott emberi győzelmeinkkel. A természet minden ilyen győzelemért bosszút áll rajtunk. Bár mindegyiknek a következményei elsősorban azok, amelyekre számítottunk, de másod- és harmadsorban egészen más, előre nem látott hatásai vannak, amelyek ezeket az első hatásokat nagyon gyakran megszüntetik. Azok az emberek, akik

Mezopotámiában, Görögországban, Kis-Ázsiában és egyébütt kiirtották az erdőket, hogy művelés alá vehető földhöz jussanak, nem is álmolták, hogy ezzel megvetették ezen országok mostani pusztasággá válásának alapját, mivel az erdőkkel együtt megfosztották őket a nedvesség gyűjtőközpontjaitól és tartályaitól. Az alpesi olaszok, mikor a fenyveseket, amelyeket a hegység északi lejtőin oly gondosan ápolnak, a déli lejtőn elhasználták, nem is sejtették, hogy ezzel a maguk területén megfosztották gyökereitől a havasi pásztorgazdaságot; még kevésbé sejtették, hogy ezáltal hegyi forrásaiktól az év legnagyobb részében megvonták a vizet, miáltal ezek az esőzés idején annál dühödtebb áradásokkal öntötték el a síkságot. Akik a burgonyát elterjesztették Európában, nem tudták, hogy a lisztes gumókkal egyúttal a görvélykórt is terjesztik. Ily módon minden lépés eszünkbe juttatja, hogy korántsem úgy uralkodunk a természetén, mint ahogy egy hódító egy idegen népen uralkodik, mint olyan valaki, aki a természetén kívül áll, hanem hogy hússal, vérrel és aggyal hozzá tartozunk, és kellős közepében állunk, és hogy rajta gyakorolt uralmunk abban áll, hogy túltéve minden más lényen, a törvényeit felismerjük és helyesen alkalmazzuk.” (Engels 1963a, 457, [korrigálva])

A természet „törvényeinek” ismerete és „megfelelő alkalmazása” óriásit fejlődött Engels kora óta. Bár mindig igen óvatosan kell eljárunk, ha komplex ökoszisztémákkal dolgozunk (amint arra Engels is figyelmeztetett, adódhatnak beláthatatlan következmények), sokat megtudtunk a természeti rendszerek működéséről, az élőlények egymás közötti, valamint fizikai/kémiai/éghajlati környezetükkel folytatott interakcióiról. Vannak olyan sérülékeny, természetes ökoszisztémák, amelyeket könnyű megzavarni, és a legkisebb beavatkozásra is kárt szenvednek. Mindazonáltal számos természetes ökoszisztéma szilárd, és jelentős zavaroknak is képes ellenállni, vagy egy-egy zavaró hatást követően gyorsan vissza tud térni normális működéséhez. Egy ökoszisztémát természetes eredetű zavarok érhetnek hirtelen – villám által kiváltott erdőtüz, hurrikánok, árvizek stb. – vagy fokozatosan, mint a csapadékviszonyok hosszú távú változásai. A rugalmasabb rendszerek mind a hosszú távú, fokozatos, mind pedig a hirtelen változásokhoz jobban képesek alkalmazkodni.

Anyagcserék és anyagcsere-kapcsolatok

Az *anyagcsere* szót többnyire arra a folyamatra használjuk, amely egy élőlényben vagy egy sejten annak normális működése közben lezajlik: vagyis új szerves anyagok felépítése és mások lebontása, energia kinyerése bizonyos vegyületekből, és az energia felhasználása a működéshez. Ám a sejtek vagy a nagyobb élőlények anyagcseréjének kulcsfontosságú része a környezettel, illetve más élőlényekkel folytatott anyagcsere is: az összes életfunkcióhoz szükség van az energiában gazdag szerves molekulák vagy egyes elemek – így az oxigén, a széndioxid, vagy a

tápanyagok (mint a nitrogén, a foszfor, a kálium, a kalcium stb.) és a víz – megszerzésére. Ha ezeket a létforrásokat nem képes önmagán kívülről megszerezni, akkor az adott élőlény kifogy az energiából, és elpusztul. A növényeknek és az állatoknak – akárcsak a gombáknak és a legtöbb baktériumnak – oxigént kell kivonniuk a légkörből vagy a vízből ahhoz, hogy élni tudjanak. Emellett minden élőlénynek meg kell szabadulnia a salakanyagoktól, így például a széndioxidtól, amelyek a szervezetében feldúsulva mérgezőkké válhatnak. Tehát az anyagcsere nem csupán a szervezet belső folyamatait jelenti, hanem azt a folyamatos anyagcserekapcsolatot is, amely egy adott élőlény és közvetlen környezete – a talaj, a levegő, a víz, illetve más élőlények – között fennáll. (Lásd az 1. ábrát.)

Majdnem minden élőlény a napsugárzásból származó energiát használja – akár úgy, hogy fotoszintézis útján közvetlenül maga termeli, vagy növényi anyagokat fogyaszt, vagy pedig növényi anyagokat fogyasztó élőlényeket fogyaszt. Ám a „legegyszerűbb” baktériumoktól az emlősökig minden élőlény interakcióban van a többi élőlényvel, és környezetük kémiai és fizikai aspektusaival. Egy sejt – vagy akár egy teljes élőlény – elpusztulása táplálékul szolgál más élőlények számára. És számos élőlény – akár testében, akár testének felületén – más élőlények élőhelyül is szolgál, többnyire kölcsönösen előnyös, szimbiotikus alapon. Az emberi bélrendszerben élő számtalan baktérium (akárcsak más állatok esetében) fontos szerepet kap anyagcserénkben, és hozzájárul szervezetünk normális működéséhez.

A talaj nem egyszerűen csak olyasvalami, amiben a növények megkapaszkodhatnak. Ásványokat, gázokat (atmoszférát), vizet, lebomló szerves anyagokat is tartalmaz, és élőlények millióit, így gombákat, baktériumokat, fonalférgeket, gilisztákat stb., amelyek állandó interakcióban állnak, és táplálékul szolgálnak egymás számára. A növények és a talaj között erős anyagcsere-kapcsolat áll fenn. A növények növekedésük során rengeteg talajlakó élőlénynek szolgáltatnak táplálékot, ahogyan a klorofill tartalmú növényi szövetekben fotoszintézissel képződő anyagok a gyökerekbe kerülve kiválasztódnak. (Lásd az 1. ábrát, amely bemutatja egy olyan természetes ökoszisztéma főbb anyagcsere-kapcsolatait, amelynek az ember is része.)

Sok, a gyökerek közelében élő mikroorganizmus olyan szerves anyagok forrásul szolgál, amelyek szükségesek a növények egészséges fejlődéséhez. Az összes növény felhasznál olyan tápanyagokat is, mint a kálium, a foszfor, a magnézium, a kalcium és a nitrogén. Egyes növények – így például a hüvelyesek – szimbiózisban vannak bizonyos bennük élő baktériumokkal; ezeket a fotoszintézis során megtermelt energiában gazdag anyagokkal táplálják, és cserébe a növény által felhasználható formájú nitrogént kapnak. Amikor a növények, vagy a gyökerek elpusztulnak, olyan gombák és baktériumok táplálékul szolgálnak, amelyeket azután fonalférgek és más hasonló élőlények fogyasztanak, hogy azután ezek is további élőlények energiaforrásai legyenek az élet

összetett táplálkozási hálózatában. (Manapság inkább táplálkozási *hálózatról* beszélünk a korábbi *tápláléklánc* helyett, hiszen az élőlények egy komplex, szétágazó rendszerbe szerveződnek, és nem egy szabatos, piramis-szerű láncolatba.) Habár a növények a napsugárzás energiáját felhasználva fotoszintézis útján megtermelik maguknak az energiában gazdag vegyületeket, de azok a létfontosságú szerves anyagok, amelyeket a talajból nyernek, szintén bekerülnek a táplálkozási hálózatba. Amikor más élőlények az elpusztult növényekből táplálkoznak, akkor azt az energiát használják, amelyeket a növények életük során elraktároztak, és egyben a táplálékukban lévő tápanyagokat olyan formába alakítják át, amelyeket a későbbiekben a növények képesek lesznek felhasználni.

A közös ökoszisztémában élő növények anyagcsere-folyamataikban gyakorta kapcsolódnak egymáshoz. Egy hüvelyes által felszabadított nitrogént például felvehet a közelében növő fű. A gombafonalak (hifák), amelyek segítik a növényeket a víz és a tápanyagok felszívásában, sokszor egyes növényeket is összekapcsolnak. Ráadásul vannak olyan növények, amelyek táplálékot és menedéket nyújtanak olyan rovaroknak, amelyek megtámadnak más növényekkel táplálkozó rovarokat.

A növények és a talaj fontos elemei a víz körforgásának. A növények a talajból felszívott víz egy részét növekedésükre fordítják, ám a nagy részét leveleiken keresztül elpárologtatják, és az a légkörbe visszajutva végül ismét eső formájában hullik a földre. A csapadék beszivárog a talajba, ahol a növények ismét felhasználhatják, vagy pedig mélyebbre kerülve újratölti a talajvíz-készleteket. Ha a talaj laza és porózus, és szerves mulcstakaró fedi, akkor az esővíz nagy része képes beszivárogni. Ám ha a talaj kötött és nem fedi szerves takaró, illetve csupán kevés növény nő rajta, akkor az esővíz a felületén elfolyva erodálja azt.

Ugyancsak szoros és lényeges az anyagcsere-kapcsolat a növények és a fejlettebb állatok között, hiszen az állatok növényekkel (vagy növényevő állatokkal) táplálkoznak, így azokat a talajból származó tápanyagokat és azt a napsugárzásból származó energiát fogyasztják, amelyeket a növények raktároznak. Az állatok életében és szaporodásában az energia a szervezet működtetését szolgálja, és a tápanyagok salakanyag formájában visszatérnek a talajba. Az állatok között is szilárd anyagcsere-kapcsolatok vannak, ahogy a ragadozók, a mindenevők (köztük az ember), a paraziták stb. annak rendje-módja szerint élik életüket.

Az ember számos formában lép anyagcsere-interakcióba a Földdel – mezőgazdaság, halászat, bányászat, iparcikkek termelése és fogyasztása, a közlekedési és szállítási rendszerek kialakítása és használata, az otthonok fűtése, a főzés, a szilárd hulladék (szemét) elhelyezése, a tájak átalakítása, az útépitések miatt, stb. Mindazonáltal most az emberek és a Föld közötti anyagcsere-kapcsolatoknak csupán azzal a részével foglalkozunk, amelyek az élelmiszerek elfogyasztásában, illetve a salakanyag kiválasztásában realizálódnak. Ez lehetővé teszi számunkra, hogy lássuk, mit is tanulhatunk a természeti rendszerek működéséből.

A természetes talaj–növény–állat anyagcsere-kapcsolatok folyamatosága alapvető fontosságú a szilárd ökoszisztémák fenntartásában. A talajon belül a számtalan különféle élőlény anyagcsere-interakciói segítenek a tápanyagok és a növekedést serkentő elemek biztosításában, amelyek elengedhetetlenek a növények egészséges fejlődéséhez, illetve elősegítik az esővíz beszivárgását a talajba, növelik annak vízmegtartó képességét, amelyet később a növények felhasználhatnak.

Több olyan jellemzőt találunk, amelyeket a szilárd természetes ökoszisztémákat fenntartó pilléreknek tekinthetünk. Ezek a következők:

Diverzitás. A mérsékelt égövi és a trópusi szilárd természetes ökoszisztémák közül sokat jellemez a nagy biodiverzitás, mind a talaj fölött, mind pedig magában a talajban. A nagyszámú élőlény közötti anyagcsere-kapcsolatok biológiai szinergiát eredményeznek, megnövelik a növények rendelkezésére álló tápanyagok mennyiségét, kordában tartják a betegségek kitörését és a rovarok túlzott elszaporodását stb. Így például a forrásokért való küzdelem és a specifikus antagonizmusok a talajban található élőlények között (mondjuk az, hogy egyes talajlakó baktériumok antibiotikumokat választanak ki) többnyire megakadályozzák, hogy a talajból kiinduló betegségek súlyosan letarolják a természetes mezőket vagy erdőket. A föld feletti és föld alatti élőlények sokszínűsége, amelyek között soknak azonos az ökostátusza (*niche*) és a funkciója, azt eredményezi, hogy ha valamelyik fajt betegség tizedeli, azonnal akadnak olyanok, amelyek biztosíthatják az ökoszisztéma működésének folyamatosságát.

Hatékony körforgás a szorosan kapcsolódó anyagcsere-kapcsolatokon keresztül. A természetes rendszerek természetes ciklusainak hatékonysága mögött a szoros biológiai interakciók és kapcsolódások, valamint a biológiai szinergiák állnak. A szoros energia- és tápanyag-áramlások – amelyek kevés felesleggel, illetve „elszivárgással” járnak – jellemzőek a szilárd természetes rendszerekre. Az élőlények változatossága és nagy száma, a talajban és a talaj fölött kialakult számos ökostátuszuk, valamint az élő és az elhalt növényzetben tárolt nagy mennyiségű napenergia jelenléte megnöveli az energiaáramlás hatékonyságát, amint az élőlények a szerves hulladékot és egymást fogyasztják. Az egészséges talajjal és számos növényfajjal rendelkező természetes ökoszisztémák többnyire képesek hatékonyan befogadni és elraktározni az esővizet, mobilizálni és körforgásban tartani a tápanyagokat. A tápanyag-, az energia- és a vízfelhasználás hatékonysága képes megóvni az ökoszisztémát a „kimerüléstől”, amit a túlzott energia- és tápanyagvesztés (illetve a felső talajréteg eróziója) okozna, és egyben megfelelő szinten tartja a talaj- és felszíni vizeket. A csapadék könnyen behatol a porózus talajba, és így kielégíti a növények szükségleteit, újratölti a talajvíz-készleteket, ahonnan lassanként a forrásokba, patakokba és folyókba vándorol.

Önellátás. A diverzitásból és a hatékony természetes körforgásokból következően válik egy természetes szárazföldi ökoszisztéma önellátóvá – vagyis csupán a napsugárzás és a csapadék inputjára van szüksége. A természetes ökoszisztémák az aktuális és a közelmúltban felhalmozódott (a talajban szerves anyagként tárolt) napenergiára támaszkodva működnek. A zöld növényzet által megkötött napenergiát azután számos élőlény, így gombák és baktériumok használják fel, amelyeknek szerves hulladékából és maradványaiból más élőlények táplálkoznak, ezek azután további élőlények táplálékául szolgálnak a táplálkozási háló egyre magasabb szintjein.

A tápanyagok körforgása a talajból a növényeken át az állatokhoz, majd vissza a talajba nélkülözhetetlen ahhoz, hogy egy ökoszisztéma stabil és alkalmazkodóképes legyen. Vannak olyan alacsony koncentrációjú tápanyagok mint a nitrátok, amelyek a csapadékkal érkező a por leülepedésével tárolódnak el. Más tápanyagok a talajban lévő ásványok bomlásával szabadulnak fel. Ám a tápanyagok és az energia körforgása leginkább mégis magán a rendszeren belül megy végbe. Miközben egyes élőlények lebontják az elhalt növényeket és állatokat, a tápanyagok újrahasznosítására és az élelemben felhalmozódott energia felhasználására egyszerre kerül sor. Az alapvető fontosságú nitrogént, amelyre a fehérjék kialakításához van szükség, számos baktériumfaj (önállóan élők, valamint a gyökerekben és a gyökereken élő szimbióták) szolgáltatják, amelyek képesek a légköri nitrogént a növények által közvetlenül felhasználható aminosavakká alakítani, illetve olyan ásványokat felszabadítani, amelyet a növények szintén képesek hasznosítani.

Önszabályozás. A számos föld feletti ökostátuszt benépesítő növény- és állatfaj közül sok képes együtt élni, például a mezőkön. Ám ezek anyagcsere-kapcsolatokban állnak egymással, és szorosan egymáshoz kötődnek. Az élőlények nagymértékű diverzitásának köszönhetően meglehetősen ritka az, hogy a növényeket jelentős mértékben károsító járványok törjenek ki, vagy egyes rovarpopulációk mértéktelenül elszaporodjanak. Így például egy növényekkel táplálkozó bogár populációját számos más faj tartja vissza a túlzott elszaporodástól – „egy sor, a lombok és levelek között élő ragadozó rovar, valamint olyan kórokozó fonalférgek és gombák, amelyek a talajban bebábozódó bogarakat támadják meg” (Turnbull – Hector 2010, 36–37).

Az állatoknak számos védekező rendszerük van más élőlények támadásainak kivédésére, így például az emlősök immunrendszere. Ám a növények is sok védekező mechanizmussal rendelkeznek – nem egyet talajlakó élőlények gerjesztenek vagy stimulálnak –, amelyek a gombák és a baktériumok okozta károktól védelmezik őket. Vannak olyan élőlények is, amelyek a növényekkel táplálkozó rovarokra vadásznak (vagy éppen azokba rakják petéiket). A növények csodálatos módon még arra is képesek, hogy kémiai jelekkel hívják magukhoz kártevőik ellenségeit (erről részletesebben lásd: Magdoff – van Es é. n., 77–81).

Az önmegújítás rugalmassága. A zavarok minden ökoszisztémában előfordulhatnak, legyenek azok akár természetesek, akár nem. A szilárdabb ökoszisztémák jobban képesek ellenállni a zavaró hatásoknak, illetve gyorsabban képesek regenerálódni. (Magdoff 2007, 109–117) Ez a fajta rugalmasság az erős és stabil ökoszisztémák legfontosabb jellemzője, amely más jellemzőkkel együtt hozzájárul az önmegújítás képességéhez. A talajban megbúvó magvak, amelyek egy erdőtűz után kicsíráznak, jó példáját adják a növények önmegújításának.

Van-e mit tanulnunk a méhektől?

A természet világa számos olyan érdekesítő példával szolgál, amelyek az emberi tevékenységgel is analógiába állíthatók. Így például ha egy méhkaptár túlzottan nagyra nő, a méhek kirajzanak egy ideiglenes helyre. Felderítők repülnek minden irányba, majd visszatérve egyfajta táncjal adják át az információt a felderített helyekről és azok tulajdonságairól. A többi méh a körül a felderítő körül gyűlik össze, amelyik szerintük a legmegfelelőbb helyet találta. Ha elegendő méh dönt valamelyik hely mellett, akkor az egész raj felkerekedik, hogy ott építsék fel új kaptárakat. (Miller 2010)

Vagyis amikor elég méh ért egyet valamelyik hely tekintetében, akkor megszületik a döntés. Ez analóg az emberi viselkedéssel. Ha az emberek csoportjai megfelelő információhoz jutnak, általában jobb döntéseket hoznak, mint amikor egyének döntenek a csoport nevében. Az emberek sokszínűsége, diverzitása (háttér, képességek, szemléletmód) lehetővé teszi a csoport számára, hogy alaposabban mérlegelje a problémákat. Mivel a csoport tagjai részt vesznek a döntéshozatalban, ezért sokkal inkább magukénak is érzik azt a döntést, jobban törekszenek rá, hogy megvalósulását elősegítsék.

II. Miért nem alkalmazzák a társadalmak az ökológiai ismereteket?

„És csakugyan napról napra jobban megtanuljuk helyesen megérteni törvényeit és felismerni a természet hagyományos menetébe való beavatkozásaink közelebbi és távolabbi utóhatásait. Nevezetesen a természettudomány e századi hatalmas előrehaladásai óta mindinkább módot kapunk arra, hogy legalábbis legközönségesebb termelési cselekvéseink távolabbi természeti utóhatásait is megismerjük, és ezzel megtanuljunk uralkodni rajtuk. De minél inkább történik ez meg, annál inkább fogják az emberek magukat megint nemcsak egynek érezni, hanem egynek tudni is a természettel, és annál lehetetlenebbé válik az értelem- és természetellenes elképzelés a szellem és anyag, ember és természet, lélek és test közötti ellentétéről” (Engels 1963a, 457).

Bár az ökológia, mint tudomány, a XIX. században alakult ki, az évek hosszú során át csupán lépésről-lépésre fejlődött. Fejlődése során elmélyültek ismereteink a természetes rendszerek működéséről, az élőlények és környezetük közti interakciókról. De hogyan lehet összeegyeztetni egyre bővülő ismereteinket az egyre inkább súlyosbodó környezetrombolással? Arról van szó, hogy ma már szinte az egész világ egy globális kapitalista rendszerbe tagozódott, amely lényegét tekintve egy környezetellenes gazdasági/társadalmi rendszer. Mivel hajtóereje és egyetlen célja a vég nélküli tőkefelhalmozás, a kapitalizmus folyamatosan termeli a helyi, regionális és globális környezeti problémákat.

Amint arra Engels is rámutatott: „Ahol az egyes tőkésék a közvetlen profit kedvéért termelnek és cserélnek, ott elsősorban csak a legközelebbi, legközvetlenebb eredmények jöhetnek tekintetbe. Ha az egyes gyáros vagy kereskedő a gyártott vagy bevásárolt árut csak a szokásos profitcskával is eladja, meg van elégedve és nem törődik vele, mi lesz ezután az áruból és annak vásárlójából. Éppígy nem törődik e cselekmények természeti hatásaival. A kubai spanyol ültetvényesek, akik a lejtőkön leégették az erdőket és a hamuban elég trágyát találtak igen jövedelmező kávécserjék egy nemzedéke számára – mit bánták ők, hogy utóbb a tropikus záporok az immár védtelen televényt magukkal sodorták és csak csupasz sziklát hagytak maguk után?” (Engels 1963a, 459)

Ezek a szavak, ha lehet, ma még fontosabbak, mint amikor Engels papírra vetette őket. A kapitalizmus ösztönzője és hajtóereje, a tőkefelhalmozás számos olyan következménnyel jár, amelyek károsak a környezetre nézve. A rendszer – minden ezzel ellentétes bizonyíték dacára – úgy működik, mintha az erőforrások (ideértve az olcsó energiát), valamint a keletkező hulladék tárolási lehetőségei korlátlanok lennének.

Az emberi tevékenység tönkreteszi vagy jelentősen megváltoztatja a fentebb tárgyalt anyagcsere-kapcsolatokat, elszegényíti és meggyengíti az ökoszisztémát, amely így egyre kevésbé hatékony és alkalmazkodóképes. Bár az emberek által okozott anyagcsere-zavarok és károk előfordultak már a kapitalizmus kialakulását megelőzően is – így például évezredekkel ezelőtt, amikor a földközi-tengeri térségben az erdők kivágása miatt fokozódott az esővíz okozta talajerózió, és a száraz időszakokban a források kiszáradtak –, ám a kapitalizmus logikája, az általa kialakított technológiával és a Föld emberi népességének rohamos növekedésével karöltve egyre intenzívebb töréseket eredményezett a szóban forgó természetes körforgásokban, nem csupán a helyi és a regionális, hanem a globális környezetet is pusztítva.

Az anyagcsere-folyamatok megbomlását előidéző problémák felismerése esetén gyakorta az a reakció, hogy igyekeznek a hatásokat enyhíteni, vagy megszüntetni az adott problémákat. Ám, ahogyan azt Engels is kifejtette, legtöbbször az történik, hogy nem várt másodlagos és harmadlagos hatások jelentkeznek, amelyek közül nem egy igazán pusztítóknak bizonyulhat. Az ökológiai problémák és a kezelésükre irányu-

ló törekvések is egyaránt lehetnek helyiek, regionálisak vagy globálisak. Így rengeteg példát találhatunk a súlyos környezeti ártalmakra, a talaj–növényzet–állatvilág–léghő anyagcsere-kapcsolatainak megbontására. (Lásd a 2. ábrát a városok fejlődése és a kapitalista mezőgazdaság által okozott problémákra; a 3. ábrát a problémák enyhítését szolgáló intézkedések hatásaira; és az 1. táblázatot a problémák és következményeik átfogó bemutatásához.)

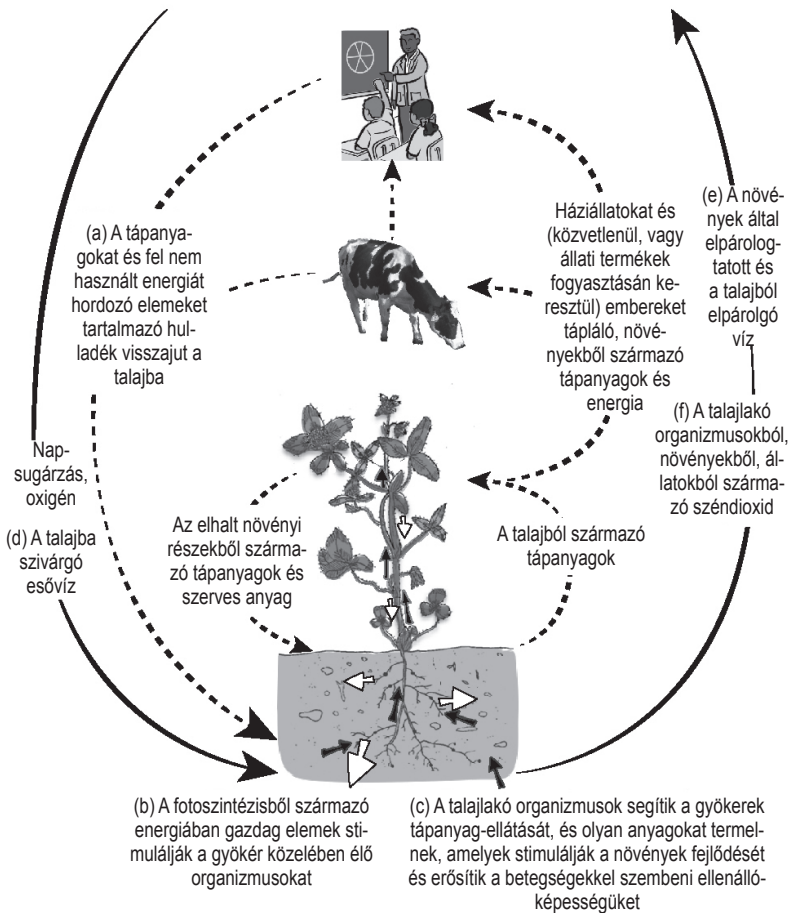
A táplálkozási ciklusok megzavarása

(lásd a 2. és 3. ábrák [a] pontját)

A XIX. században sokan észrevették a kapitalizmusnak azt a jellemzőjét, amely – ráadásul egyre óriásibb mértékben – ma is problémát okoz: a tápanyagoknak a talajból a növényeken és a háziállatokon keresztül az emberig ívelő, majd a talajba visszatérő körforgásának megbomlását, annak számos formájában. Marx például így írt *A tőke* első kötetében: „A városi népességnek, amelyet nagy központokban halmoz össze, folyton növekvő túlsúlyával a tőkés termelés [...] megzavarja az ember és a föld közti anyagcserét, azaz az ember által táplálkozási és ruházkodási eszközök formájában elhasznált talajalkatrészek visszatérését a talajba, tehát a talaj tartós termékenységének örök természeti feltételét.” (Marx 1986, 471)

A foszfátlelőhelyek felfedezését, illetve a növények számára hasznosítható foszfor kinyerésére szolgáló eljárások kidolgozását megelőzően az európai mezőgazdaság foszforigényét részben halott katonák csontjaiból fedezték – ezeket a napóleoni háborúk egykori csatatereiről és tömegsírjaiból gyűjtötték össze. A XIX. század második felében a kimerült talaj feljavításának szüksége a „guanó-imperializmusba” torkollott, és az egyes államok egymással versenyezve igyekeztek elfoglalni a természetes trágyában bővelkedő szigeteket. (Foster – Magdoff 1998, 32–45) A világ legdúsabb guanótelepei Peruban voltak, így ez az ország lett a nemzetközi guanókereskedelem központja.

1. ábra
A talaj–növényzet–állatvilág–léggör közötti anyagcsere-interakciók



A guanótelepeken kínai vendégmunkások (kulik) dolgoztak, hogy az értékes trágyát kitermelve azt a globális Északra exportálják. Az alultáplált, bottal munkára hajtott, guanóportól fuldokló kínaiak olyan körülmények között robotoltak, amelyek – Marx szavaival – „a rabszolgaságnál is rosszabbak” voltak. Napjainkban óriási mennyiségű nitrogénalapú műtrágyát állítanak elő Haber-Bosch eljárással, miközben jelentős a

foszfor-, illetve a káliumtartalmú ásványok bányászata és feldolgozása is. A Haber-Bosch eljárás (elsősorban a nitrogéntermelés) egyre növekvő energiaszükségletének kielégítése, illetve a foszforbányászat és feldolgozás komoly ökológiai zavarokat és környezetszennyezést produkál.

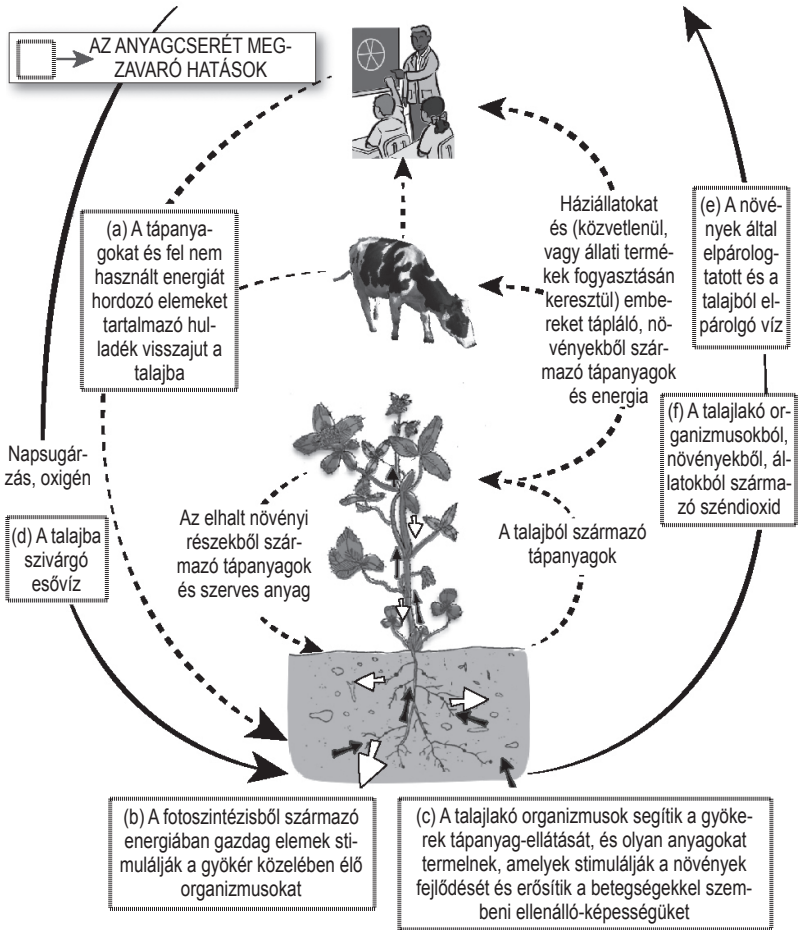
Az élelmiszerszükségleteiket megtermő földtől elszakított emberek anyagcsere-viszonyai egyre inkább felbomlanak, ahogy a népesség nagy része vidékről a városokba vándorol. Ez a jelenség a XV. és a XIX. század között az angliai bekerítésekkel kezdődött, mikor a parasztokat elűzték földjeikről, és a mai modern bekerítésekkel folytatódik, ahogy a latin-amerikai, afrikai és ázsiai földműveseket kiszorítják a földekről, és arra kényszerítik őket, hogy a városokba menjenek, ahol viszont alig találnak munkalehetőséget. A legtöbben az „informális gazdaság” keretei között küzdenek pusztá túlélésükért. (Packer 2006; Barta – Pokharel 2009)

A XX. század második felében az is megbontotta a táplálkozási körforgást, ahogy a nagy, koncentrált kapitalista vállalatok a vágóhidak közelébe telepítették a marhaistállókat, a baromfi- és sertéstelepeket. Ezeknek az igényei jóval felülmúlták a lokális takarmánytermelés nyújtotta lehetőségeket, és elkerülhetetlenné tették, hogy a takarmányt – főleg szóját és kukoricát – kilométerek százairól netán ezreiről kelljen odaszállítani. Ennek két hatása volt: a termőtalaj kiuzsorázása a szántóföldeken (és így a műtrágyák mind nagyobb arányú felhasználása), valamint a trágya óriási mértékű felhalmozódása az állattenyésztő-telepeken (ami a vizek elszennyezéséhez vezetett).

További súlyosbító körülmény volt a vetésforgó rendszerének megváltozása. Az évelő hüvelyes takarmánynövények, illetve a hüvelyesek és a pázsitfűfélék vegyes termesztése valamikor a növénytermesztés alapja volt. Az évekig tartó szénatermelésnek és a legelőváltásnak is számos pozitív hatása volt. Ezek közé tartozott, hogy a hüvelyesek után visszamaradt nitrogént felhasználhatták az utánuk vetett pázsitfűfélék, így a kukorica vagy a búza. Az állatokkal végzett szántást felváltották a traktorok, a húsmarhákat mindinkább óriási telepeken tenyésztették, és egy-egy tejgazdaságban mind több tehenet koncentráltak. Számos korábbi tejgazdaság, vagy állatokat és növényeket egyaránt termelő vegyes gazdaság olyan gépesített mezőgazdasági egységgé vált, amely már csak egyetlen fajta gabonát vagy szójababot termel. Ezek a „pénztermény”-farmok nem használják az évelő hüvelyes takarmányokon alapuló vetésforgót – hiszen állatok híján nincs szükségük takarmányra. Sőt, a szomszédaiak sem tartanak állatokat. Így rengeteg farm immár nem termeli meg (hüvelyes termények segítségével) saját nitrogénszükségletét, és egyre nagyobb mennyiségű nitrogén-műtrágyát kell használnia – amelynek megtermeléséhez viszont rengeteg energiára, többnyire földgázra van szüksége. (Bár a szója hüvelyes, de igen kevés nitrogént hagy a talajban.)

2. ábra

A talaj–növényzet–állatvilág–légtér közötti anyagcsere-kapcsolatokat megzavaró hatások



Zavarok a szerves anyagok körforgásában és a szén-ciklusban
(lásd a 2. és 3. ábrák [a] és [f] pontját)

Amikor a talajban lévő szerves anyagokról beszélünk, szem előtt kell tartanunk, hogy – mint minden szerves vegyület – ezek szénben gazdag anyagok. Valójában a talajban található szerves anyagok mintegy háromszor annyi szenet tartalmaznak, mint a légkör. A mezőgazdasági művelés hatással van arra, hogy a talaj mennyi szenet tartalmaz, és

abból széndioxid formájában mennyi jut vissza a légkörbe. Amikor az erdőket vagy a mezőket mezőgazdasági termelés alá vonják, az többnyire a talaj szervesanyag-tartalmának nagymérvű csökkenésével jár, hiszen a szántás és hasonló zavaró behatások felgyorsítják a talajlakó élőlények szervesanyag-fogyasztását. Az intenzívebbé váló mikroba-anyagcsere hatására pedig nagymennyiségű széndioxid kerül a légkörbe. Amikor viszont a talaj szervesanyag-tartalma már nagymértékben lecsökken (lásd alább), többé már nem szolgálhat a légköri széndioxid fő forrásául.

A táplálékkörforgásra tett hatása mellett az emberek és a háziállatok elválasztása azoktól a területektől, ahol élelmük megterem, hozzájárul a talaj–növényzet–állatvilág–ember szervesanyag-körforgás elakadásához is. Nem csupán azért, mert a trágya és az emberi salakanyag nem jut vissza a földre, hanem a leegyszerűsített mezőgazdasági ökoszisztémák miatt is, amelyek az élő takarmánynövényeket kihagyják a vetéskörforgóból. Bár némi növényi hulladék még ezeknél a leegyszerűsített művelési módoknál is a talajban marad, annak szervesanyag-tartalma lecsökken és alacsonyan is marad, a talajban élő organizmusok kevesebb táplálékhoz jutnak, populációjuk és diverzitásuk lecsökken.

A vízkörforgás zavarai

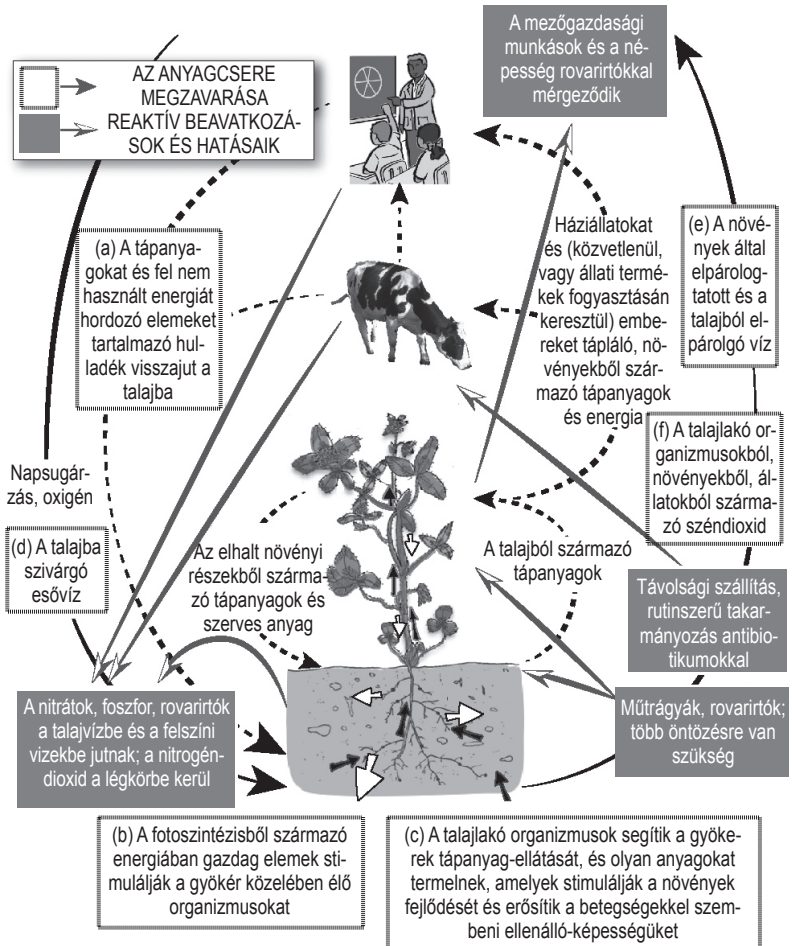
(lásd a 2. és 3. ábrák [d] és [e] pontjait)

A kapitalista fejlődés sok velejárója – így az emberek koncentrálódása a nagyvárosokban, az üzemszerű állattenyésztés, a kutak túlzott igénybevétele az öntözéshez, az erdők tarvágása, a hegyek eltávolítása a szénbányászat következtében – olyan jelentős változásokat okozott a vízkörforgásban, amelyek súlyos hatással voltak a helyi és a regionális ökoszisztémákra.

A kutakból kiszivattyúzott – jórészt öntözésre használt – víz hatalmas mennyisége jelentős hatást gyakorol a globális vízkörforgásra. „Az emberek annyi vizet emelnek ki a föld alól, hogy az (nagy részét elpárologva és csapadékot képezve) az óceánokhoz adódva a globális éves tengerszint-növekedés 25%-áért felelős.” (Bierkens et al. é. n.) A világ olyan jelentős mezőgazdasági területein, mint India északnyugati része, Kína délkeleti része, Pakisztán északkeleti területei, Kalifornia közepének völgyei vagy az USA-beli Központi-síkság, az óriási mértékű vízkitermelés a talajvízszint gyors növekedésével jár, és az öntözéses gazdálkodás jövőjét fenyegeti. Mivel az öntözésre használt víz nagy része a világ folyóiból származik, így azok közül nem egy csak ritkán éri el normális hozamát – ez a helyzet többek között a kínai Sárga-folyón, a Colorado-folyón az USA-ban és Mexikóban, illetve a Tigris és az Eufrátesz esetében a Közel-Keleten. Bár a hatások a folyótorkolatok táján pusztítóak, az öntözésre használt víz a növényekből és a talajból elpárologva csapadékként újra a földre hullik.

Ahogy a leegyszerűsített mezőgazdasági ökoszisztémák fejlődnek, és mind kevésbé termelnek élő takarmánynövényeket, egyre kevesebb szerves anyag jut vissza a talajba (lásd fentebb). A szerves anyag mennyiségének csökkenésével a talaj struktúrája is romlik, a víz lassabban képes beleszivárogni. A nehézgépek – különösen, ha nedves talajon használják őket – összetömrítik a talajt. Ilyen körülmények között – és különösen heves esőzések esetén – a csapadék elfolyik a talaj felszínén és erodálja azt, különösen a talaj felső, szerves anyagokban gazdag rétegét. A növények így, még a nedves területeken is, egyre inkább öntözésre szorulnak.

3. ábra
Reaktív beavatkozások és elsődleges hatásaik



Az erdők tarvágása miatt – a leggyorsabb módja, hogy az erdőkből pénzt csináljanak – a talaj fák nélkül kevésbé hatékonyan képes a csapadék felfogására. Az elhaló gyökök már nem képesek megtartani a földet. Az erózió következtében csökkenhet a felszíni szerves talajtakaró. A nagy trópusi esőerdőkben a víz a levelekből elpárologva jut vissza a légkörbe, majd csapadék formájában ismét az erdőre hullik. Az esőerdők nagy területeinek kiirtása nagymértékben visszafogja a víz folyamatos körforgását – több víz folyik el a patakokba és a folyókba.

A városok, elővárosok és bevásárlóközpontok terjedésével, az utcák kikövezésével egyre kevesebb a vizet felszívni képes talajfelület. Ezért az esők egyre nagyobb hányada folyik el a felületen, a talajvízkészletek és a kutak egyre kevésbé képesek újratöltődni, és a csapadékhiányosabb időszakokban mind több vízfolyás szárad ki.

Az élőlények közötti interakciók sérülései (lásd a 2. és 3. ábrák [b] és [c] pontjait)

A leegyszerűsített mezőgazdasági ökoszisztémák (néhány – genetikailag homogén – termény, a rövid vágásfordulók, a sövények és fasorok kiirtása) megjelenése az erdők és a mezők helyén, az állattenyésztés leválása a növénytermesztésről a föld fölött és a talajban egyaránt csökkentette az állati és növényi diverzitást. Az állatok és a hasznos mikroorganizmusok kevesebb élőhelyet találnak. A talajba kisebb mennyiségű és kevésbé változatos szerves anyag jut, ez csökkenti a talaj szervesanyag-tartalmát, a talajban található élőlények diverzitását és aktivitását. A növények, az állatok és a talaj diverzitásának csökkenése miatt nő a fogékonyság a különféle betegségekre és rovarkárookra (mivel csökken az önszabályozás), és ennek hatására nő a rovarirtók és egyéb hasonló szerek felhasználása. (Egy érdekes kínai kísérlet eredményei azt mutatják, hogy ha a különféle rizsfajták egymás melletti vetésével nagyobb genetikai diverzitást biztosítunk, úgy csökken a betegségek iránti hajlam.) (Zhu et al. 2000, 718–722)

Az anyagcsere-zavarok áthidalására, illetve a probléma exportálására irányuló törekvések

A súlyosan leromlott anyagcsere-kapcsolatok okozta problémákkal szemben leginkább a következő válaszleépések körvonalazódnak (lásd a 3. ábrát is): (1) az élelmiszer és a takarmány távolsági szállítása a városokba, illetve oda, ahol az állattenyésztő telepek koncentrálnak; az antibiotikumok rutinszerű alkalmazása a takarmányozás során; (2) nagy mennyiségű trágya használata a tápanyag- és szervesanyag-körforgás zavarai miatt; (3) különféle irtószerek használata a gyom- rovar-

és fonalféreg-fertőzések, illetve a betegségek ellen, amelyek sokkal gyakrabban jelentkeznek a leegyszerűsített rendszerekben (monokultúrák, ritka vetésforgó, a talaj szervesanyag-tartalmának kimerítése); (4) megnövekedett öntözés, hogy így ellensúlyozzák a talaj lecsökkent képességét a víz beszivárgására és tárolására; (5) az öntözővíz szállítása a vízben gazdag területekről oda, ahol a kutakat és a folyókat már túlzottan kimerítették.

Ezek a beavatkozások azután akaratlanul is mellékhatásokkal járnak: a vizek tápanyagokkal és irtószerekkel szennyeződnek, a mezőgazdaságban dolgozók szervezetében és a megtermelt élelmiszerben is mérgező anyagok gyűlnek fel, és az antibiotikumokra rezisztens baktériumtörzsek alakulnak ki. A kiuzsorázott, lecsökkent szervesanyag-tartalmú, alacsony biodiverzitású, nagymértékben leegyszerűsített mezőgazdasági ökoszisztémákkal betelepített földeken egyre több beavatkozásra lesz szükség az elfogadható terméshozam eléréséhez.

Az ökológiai károk komplexitása

Már Marx is rámutatott, hogy amikor a kapitalista fejlődés korai szakzaiban az emberek a városokba vándoroltak (vagy kényszerültek oda vándorolni), hosszú távon csökkent a talaj termékenysége. Ennek hatása „olyan feltételeket teremt, amelyek helyrehozhatatlan szakadást idéznek elő a társadalmi – és az élet természettörvényei által megszabott – anyagcsere összefüggésében” (Marx 1975, 765).

Ám sok, nagyléptékű mezőgazdasági rendszer más okoknál fogva is kevésbé hatékonynak mutatkozik a tápanyag-körforgás terén. A gabonaföldek többségénél a talajvízbe szivárogva rengeteg nitrogén alapú műtrágya megy veszendőbe, és így a patakokba és folyókba kerülve szennyezi azokat. (Komoly mennyiségű foszforral is ugyanez történik: vagy a talaj felületén kicsapódva a lefolyó esővíz, vagy az erózió távolítja el.) A gabonatermesztő amerikai Közép-Nyugatról származó nitrogéntöbbletet tartják sokan a Mississippi torkolatvidékén kialakult oxigénszegény övezet (időnként „halott” zónának is hívják) fő okának. Világszerte százával találhatunk ilyen oxigénszegény övezeteket, a legnagyobbat Európában, a Balti-tenger környékén. A talajban felhalmozódó nitrogén egy kisebb, de még mindig jelentős része dinitrogén-oxiddá alakulva a légkörbe kerül, ahol hozzájárul az üvegházhatás kialakulásához, és a sztratoszféra ózonrétegének pusztulásához is.

A fokozott trágyázás oka a tápanyagok kimosódása, a kevésbé hatékonyan megtervezett rendszerek szivárgása és párolgása, valamint az állatok és az emberek leválasztása azokról a területekről, ahol táplálékukat termelik. A talaj folyamatos tápanyagvesztésének egyik következménye, hogy a gabonaföldek trágyaimportra szorulnak – amelyért a bányászat okozta pusztítások és az energiafelhasználás formájában

súlyos környezeti árat kell fizetni. A nitrogénalapú műtrágyák gyártása különösen energiaigényes. Egy tonna szilárd ammónium-műtrágya (ez mintegy 1700 kg nitrogénnek felel meg) előállításához mintegy 1200 köbméter földgázra van szükség. (Gellings – Parmenter é. n.) Az amerikai Közép-Nyugaton megtermelt kukorica termesztéséhez szükséges energia mintegy egyharmada a nitrogén alapú műtrágyák előállítására, szállítására és felhasználására megy el. És minden egyes tonna foszfortrágya – mivel sav formájában morzsalékosabbá teszi a talajban lévő köveket – öt tonna hulladékot jelent, amely radioaktív anyagokat tartalmaz, és nagymértékben savasítja a vizeket. Arról nem is beszélve, hogy a világ lassan elér a foszforkitermelés zenitjére, amely után egyre nehezebben és egyre nagyobb költségek árán lehet majd foszforhoz jutni. A foszforalapú műtrágyák várható hiánya, illetve megfizethetetlenül magas ára a legnagyobb problémává válhat a világ mezőgazdasága számára.

Amint arról már korábban szó volt, az intenzív mezőgazdasági eljárások okozta változások jóval túlnőnek a talaj kimerülésén, és más anyagcsere-kapcsolatokra is hatással vannak.

Igen lényeges probléma, hogy milyen szörnyű a munkaerő helyzete a kapitalista mezőgazdasági rendszerekben. A vendégmunkásoknak – különösen, ha külföldről érkeznek – szinte alig vannak jogaik, és gyakran rabszolgaként tekintenek rájuk. A mezőgazdasági dolgozók és családtagjaik szervezete sokszor irtószerekkel mérgeződik. A nagy ültetvényeken – főleg Afrikában, Latin-Amerikában és Ázsiában – a legelképesztőbb mértékű kizsákmányolás uralkodik. A munkások bére alacsony, szerveződésüket erőszakkal vagy azonnali elbocsátásokkal torolják meg, és bőségesen, szabadon alkalmazzák a súlyos egészségkárosodást okozó irtószereket (amelyek közül a gazdagabb országokban sok már tiltólistára került).

Ezek a szerek a talajvizet is elszennyezhetik. Így például a Növényvédőszer Akcióhálózat (*Pesticide Action Network*) Costa Rica-i koordinátora egy interjúban elmondta, hogy az ananászültetvényeken „olyan szerves foszfátokat, szerves klórt, hormonkárosító kemikáliákat használnak, amelyek bizonyítottan rákot vagy meddőséget okozhatnak” (Lawrence 2010). És nem csupán a munkások, illetve a helyi környezet mérgeződik, de az a termék is, amely a fogyasztók asztalára kerül. A Nagy-Britanniába kerülő Costa Rica-i ananász mintegy 94%-a „gombaölő triadimefont tartalmaz, amely meddőséget okoz, és vélhetőleg a hormonháztartást is károsítja” (Lawrence 2010).

Az ipari termelés/fogyasztás által okozott széleskörű anyagcsere-zavarok

A fentiekben szinte kizárólag a természetes rendszerekről, illetve a kapitalista mezőgazdaság bevezetésének és fejlődésének a megzavart

anyagcsere folyamatokra tett hatásairól esett szó. Az ipari és szolgáltatási szektor által okozott anyagcsere-problémák részletes megvitatása túlnőne jelen írás keretein. Mindazonáltal legalább jelezniünk kell, hogy a kizárólag a profitot szem előtt tartó bányászat, a nyersanyagok feldolgozása és az ipari termelés is komoly környezeti problémákat okoz: (1) óriási mennyiségű mérgező kemikália felhasználása (amelyek az emberi szervezetet és az ökoszisztémát mérgezik); (2) az erőművek és az olajfinomítók által kibocsátott széndioxid és egyéb szennyező anyagok jelenléte; (3) a nem megújuló forrásokat kimerítik, a megújuló forrásokat túlzott mértékben veszik igénybe, vagy szintén kimerítik; (4) magát a természeti tájat is pusztítják, például a szénbányászathoz társuló „hegybontásokkal”; (5) nagy tömegben termelik a szükségtelen árucikkeket a világ népességének egy töredéke számára (és ráveszik őket ezek megvásárlására), miközben a népesség nagyobb hányadának alapvető igényeit sem elégítik ki.

A kapitalista gazdálkodás e jellemzői annak hajtóerejéből – a vég nélküli tőkefelhalmozásból – következnek. (Részletesebben lásd: Magdoff – Foster 2010, 1–30.) Amint Richard Levins kifejtette: „A mezőgazdaság nem az élelmiszerek, hanem a profit termeléséről szól. Az élelmiszer csupán mellékhatás.” (Levins 2010) A kapitalista rendszerben ezt szinte bármilyen termelésről, bármiféle szolgáltatásról elmondhatjuk. A kapitalizmus, amely tőkét halmoz fel az újabb tőkék felhalmozásának érdekében *ad infinitum*, mind az emberi munka, mind pedig a természet megosztásnak extrém formáit produkálja. Mindkettőt leegyszerűsíti és degradálja, anyagcsere-zavarokat okoz az ember és a természet között, megtöri az egész társadalmi anyagcserét.

1. táblázat

Az anyagcsere-kapcsolatok megzavarásának vagy lerombolásának következményei

Zavar vagy sérülés	Következmények	A következmények ellensúlyozására irányuló beavatkozások	A beavatkozások kéretlen mellékhatásai
Tápanyag-körforgások			
Ahogyan az emberek a városokba költöznek, illetve az állatokat üzemi telepeken tenyésztik, az élelmiszert és a takarmányt a termőhelyről nagy távolságokra kell szállítani.	A szántóföldeken csökken a talaj tápanyag-tartalma.	Trágyák és műtrágyák termelése és bányászata, a termelőhelyekre szállítása.	a) A nitrogénalapú műtrágyák gyártásának nagy energiagénye, a táj pusztítása a foszforbányászat miatt, a vetésforgó hiánya és a nagymértékű műtrágyázás rengeteg veszteséggel jár (a növények az alkalmazott trágya kevesebb, mint felét képesek hasznosítani), a vizek nitrogénnel és foszforral szennyeződnek, mind helyileg mind pedig bizonyos távolságon belül, dinitrogén-oxid kerül a légkörbe – ez elősegíti a globális felmelegedést és csökkenti a sztratoszféra ózonrétegét; kimerülnek a nem megújuló foszforkészletek.
	A városokban és a tenyésztő telepeken felhalmozódó tápanyag elszennyezi a vizeket.	A salakanyagokat elterítik a földeken, elégetik vagy elásák; a felesleges tápanyagot az állattenyésztő-telepekhez közeli földeken használják fel.	b) A tápanyagok túltengése a szennyvíztisztítók és állattenyésztő-üzemek környezetében; a szennyvíz szállítása és kezelése sok energiát igényel. c) A szennyvízbe kerülő ipari és háztartási kemikáliák lerontják és mérgezik a talajt.

Szénciklus			
<p>A fosszilis tüzelőanyagok felhasználása, a természetes mezei és erdei ökoszisztémák megzavarása a gabonatermesztés érdekében, a monokultúras erdők és ültetvények terjedése hozzájárul a légkör széndioxid-szintjének növekedéséhez, a talajban lévő szerves anyagok bomlásának felgyorsulása, széndioxidot szabadít fel, illetve a gabonák termesztéséhez, szállításához és feldolgozásához felhasznált fosszilis energia is ilyen hatással van.</p>	<p>A klíma destabilizálódik, egyes gabonák terméshozama csökken, olvadnak a sarki jégsapkák, az emelkedő tengerszint veszélyezteti az alacsonyan fekvő területeket.</p>	<p>Az üzemanyagot hatékonyabban használó járművek tervezése; több bioüzemanyag felhasználása; jobban támaszkodnak a szél-, nap-, geotermikus-, árapály- illetve nukleáris energiára; tervezetek a széndioxid megkötésére (erdőtelepítések), nagyléptékű tájtervezési projektek.</p>	<p>Az új rendszerek kialakítása jelentős mennyiségű energiát (és nyersanyagot) igényel, és a „zöld” rendszereknek is megvannak a mellékhatásai; növekvő élelmiszerárak a növekvő előállítási költségek kompenzálására; a nukleáris hulladék biztonságos elhelyezése nem megoldott; a tájtervezés káros hatásai még nem ismertek.</p>
Szervesanyag-körforgás			
<p>Bár ez a szénciklus része, de hatásai olyan fontosak, hogy külön tárgyaljuk. A teljes földalatti ökoszisztémát és a talaj felszíni rétegét kitöltik az állati és növényi hulladékból származó, energiában gazdag szerves anyagok. E mellett a gyökerek kiválasztása táplálékot szolgáltat a gyökerek közelében élő számos élőlény számára.</p>	<p>A természetett növényekből táplálkozó mikroorganizmusok és fonalféreg betegségei az egyéb élőlényekkel folytatott verseny következtében gyakoribbá válnak. A leegyszerűsített vetésforgó miatt a növények megbetegedései nagyobb gondot jelentenek.</p>	<p>Különbéle mérgekkel igyekeznek ellenőrzés alatt tartani a hasznónövények növekedését akadályozó élőlényeket.</p>	<p>a) Az irtószerek felhalmozódnak a mezőgazdasági dolgozók szervezetében, a vízben és az élelmiszerben. b) Másodlagos (korábban nem jelentős) betegségek terjednek el, mivel az irtószerek kipuhtítják természetes ellenségeiket.</p>

<p>A leegyszerűsített mezőgazdasági rendszerek, a termények elszállítása a földek környezetéből, az emberektől és háziállatoktól származó salakanyagok hiánya megbontja a szerves anyagok körforgását. Ez az intenzív talajműveléssel párosulva a talajlakó élőlények felgyorsult anyagcseréje miatt jelentős szénvesztést, illetve a szerves anyagban gazdag talajtakaró eltűnése miatt fokozott eróziót okoz.</p>	<p>Csökken a talaj képessége a tápanyagok megtartására, illetve a növények tápanyagellátására.</p> <p>A talaj tömörödik, kevésbé képes felszívni és tárolni a vizet (lásd a vízkörforgásra vonatkozó részt).</p>	<p>Szükségessé válik a gyakoribb és intenzívebb trágyázás.</p> <p>Lásd alább a vízkörforgásra vonatkozó részt.</p>	<p>c) Lásd fentebb a tápanyag-körforgásra vonatkozó rész (a) pontját.</p> <p>Lásd alább a vízkörforgásra vonatkozó részt.</p>
Vízkörforgás			
<p>Ökológiai egyszerűsítésre kerül sor, mikor a mezőgazdaság felváltja a természetes ökoszisztémákat, majd amikor bevezetik a kapitalista mezőgazdasági módszereket – a monokultúrát és/vagy vetéscserét és/vagy vetéscserét hiányát, a nehéz munkagépek használatát, a termés betakarításának a szerződésekhöz igazodó időzítését.</p>	<p>A szervesanyag-tartalom csökkenése és a nehéz munkagépek tömörítő hatása rontja föld fizikai állapotát. A csapadék lassabban képes beszívni a talajba, az elfolyó víz eróziót okoz. Ez csökkenti a növények rendelkezésére álló víz mennyiségét, illetve a kútak újratöltődését.</p>	<p>Több öntözésre lesz szükség. Helyre kell állítani az összetömörített talajt és az erodált partokat. Csökkenteni kell a talajművelést, növénytakarót kell telepíteni.</p>	<p>a) A további öntözés pénz- és energiaigénye. b) A fokozott vízkitermelés és a talajlazítás költségei. c) A víz gyorsabban fogy, mint ahogy a csapadék újratölti a készleteket.</p>
<p>A felszíni vizeket nagy mennyiségben használják öntözésre.</p>	<p>A víznyerő helyekből kiemelt víz mennyisége akkora, hogy ezek a vízkörforgás felszíni szakaszába jutva hozzájárulnak a tengerszint emelkedéséhez, miközben számos forrás és kút kiszárad.</p>	<p>A víz távolsági szállítása a vízben gazdag területekről a vízben szegény területekre. Mélyebb kutakat ásnak, hogy elérjék a süllyedő talajvízszintet.</p>	<p>d) Az építkezések költségei, az azok által okozott pusztítás; a vízben gazdag területek kiaknázásának nem várt hatásai. e) A mélyebb, gyorsabban kiürülő kutak kiaknázásához több energiára van szükség.</p>

Az élőlények közötti interakciók			
<p>A biológiailag sokszínű erdők kivágása az ipari fatermesztés, az ültetvények vagy szántók létrehozására csökkenti a föld feletti és a talajlakó élőlények számát és faji diverzitását. A diverzitás csökken a földeken (monokultúrák váltják fel a többretű termelést, genetikailag homogén növények váltják a genetikai sokszínűséget) és térségükben (a vegetáció hiánya a környező vidékeken csökkenti a kedvező hatású élőlények számát). További egyszerűsítés az egy fajhoz tartozó állatok tömeges tenyésztése kis helyen; a nagyüzemi állattenyésztés csökkenti az állatfajok közötti, illetve az állatok és a növények közötti interakciók lehetőségét.</p>	<p>A csökkenő önszabályozás a különféle ártalmakkal (gyomosodás, rovarkárok, járványok, fonalférgek) szembeni ellenálló képesség csökkenéséhez vezet az állatoknál és a növényeknél; az állatállományt szörnyű körülmények között tartják.</p>	<p>Különféle mérgekkel igyekeznek ellenőrizni a hasznos növények növekedését akadályozó élőlényeket. A nagyüzemi állattartásban rutinszerűen alkalmazzák az antibiotikus takarmányokat.</p>	<p>a) Az irtószerrel felhalmozódnak a mezőgazdasági dolgozók szervezetében, a vízben és az élelmiszerben. b) Másodlagos (korábban nem jelentős) betegségek terjednek el, mivel az irtószerrel kipusztítják természetes ellenségeiket. c) Az antibiotikumokra rezisztens bakteriális megbetegedések alakulnak ki. d) A szerződéses miatt a farmerek elveszítik ellenőrzésüket a termelés felett, mivel meghatározott módszereket és anyagokat (takarmányokat, vetőmagvakat, növekedéscsökkentőket, gyógyszereket) kell használniuk, amelyek a nagy cégekhez kötődnek.</p>

III. Egy ökológiai civilizáció kialakítása

A kapitalizmus inkompatibilis egy valódi ökológiai civilizációval, hiszen olyan rendszer, amelynek állandóan terjeszkednie kell, az emberi szükségleteket meghaladó fogyasztást kell ösztönöznie, és nem képes figyelembe venni a nem megújuló erőforrásokat és a bolygó hulladékterhelő kapacitáit (a csapot és a mosogatót). A progresszívista individualizmus rendszereként szükségszerűen kapzsiságot, versengést, önzést gerjeszt, az „*Utánam az özönvíz!*” filozófiáját vallja. („*Après moi le déluge!* [Utánam az özönvíz!] – ez minden tőkés és minden tőkésnemzet jelszava. A tőke tehát nincs tekintettel a munkás egészségére és élettartamára, *hacsak a társadalom nem kényszeríti rá, hogy tekintettel legyen.*”) (Marx 1986) Már Engels is rámutatott, hogy a „valódi emberi szabadság” csupán

egy olyan társadalomban valósulhat meg, amely „összhangban van a természet törvényeivel” (Engels 1963b, 113).

Bár azt nem lehet megjósolni, hogy milyen lesz a jövő társadalmá, de legalább felvázolhatjuk egy igazságos, ökológiai alapokon nyugvó társadalom jellemzőit. Amikor egy rendszer megváltozik, az adott ország története és a harc fejlődése az, amely meghatározza az új realitásokat. Ám ahhoz, hogy ökológiailag egészséges legyen, egy civilizációnak új kultúrát és ideológiát kell kialakítania, amelyek olyan premisszákon alapulnak, mint a lényegi egyenlőség: (1) biztosítani kell mindenki számára a megfelelő, emberhez méltó életet: a táplálkozást, a tiszta vizet, az egészségügyi ellátást, a lakhatást, a ruházzkodást, az oktatást, a kulturális és pihenési lehetőségeket; (2) meg kell szüntetnie az embereknek más emberek felett gyakorolt hatalmát vagy ellenőrzését; (3) ki kell alakítania a gyárak, mezőgazdasági üzemek és más munkahelyek feletti munkás- és közösségi ellenőrzést; (4) biztosítani kell a választott tisztségviselők könnyű visszahívhatóságát; (5) helyre kell állítani az emberek és a természetes rendszerek közötti összhangot az élet minden területén, ideértve a mezőgazdaságot, az ipart, a közlekedést és szállítást, illetve általában véve az életkörülményeket.

Egy ökológikus társadalom alapvetően minden szempontból a kapitalizmus ellentéte kell, hogy legyen: (1) le kell állítani növekedését, ha kielégítette az alapvető emberi szükségleteket; (2) nem ösztönözheti mind több fogyasztásra az embereket; (3) védelmeznie kell a természetes életfenntartó rendszereket, és a következő generációk érdekében is odafigyelve tiszteletben kell tartania a természeti erőforrások korlátait; (4) az emberek közvetlen igényét is tekintetbe véve a hosszú távú társadalmi és ökológiai szükségletekre kell alapoznia döntéseit; (5) a fosszilis energia helyett a lehető legnagyobb mértékben a közvetlen (vagy közvetlenül felhalmozott) energiákra kell alapoznia igényeit; (6) támogatnia kell a valódi emberi jellemvonásokat, az együttműködés, a megosztás, a kölcsönösség kultúráját, a szomszédok és közösségek közötti felelősségteljes viselkedést; (7) lehetővé kell tennie az emberekben rejlő lehetőségek teljes kibontakoztatását; (8) valóban demokratikus módon kell meghoznia politikai és gazdasági döntéseit mind helyi, mind regionális, mind pedig multiregionális szinten.

Ha a szilárd ökoszisztémák jellemzőiből kívánunk a szilárd gazdasági-társadalmi rendszerek jellemzőire következtetni, akkor lesznek átfedések – egyes alapvető vonások több „jellemzőhöz” vagy „pillérhez” is társíthatók. Mindazonáltal ezeknek a jellemzőknek az analitikus szétválasztása segíthet abban, hogy rendszerezzük gondolatainkat e kérdésben. Egy ökológikus civilizáció a megfelelő társadalmi-gazdasági anyagcserék létrehozásán alapul, vagyis a társadalom folyamatosan meg kell, hogy feleljen az emberi és környezeti igényeknek. Az alábbi felvetések nem kívánnak részletes tervezetet adni, csupán meghatározni egy ökológikus civilizáció néhány kulcsfontosságú jellemzőjét.

A döntések – a lehető legnagyobb mértékben – ott születnek, ahol hatásaik a leginkább érezhetőek lesznek. Az önszabályozás ebben az értelemben a demokratikus önkormányzás, amely egyaránt szükséges a munkahelyeken, a lakóhelyi közösségekben és közöttük, regionális és multiregionális szinten – vagyis a főbb politikai és gazdasági döntések a népesség kezébe kerülnek. A gazdasági és politikai demokrácia rendszerében felismerni és kezelni is könnyebb a felmerülő problémákat. Ez a rendszer jól képzett, az alternatív lehetőségeket ismerő embereket feltételez, akik érdeklődőek és határozottan részt kívánnak venni a döntéshozatalban. Bár saját környezetüket és szükségleteiket leginkább a helyi lakosok tudják felmérni, ám a körültekintő döntésekhez az embereknek elegendő ismerettel és elemzési készséggel, gyakorlattal kell rendelkezniük. Ennek egy embrionális formáját példázza a közösségi tanácsok rendszere Venezuelában, ahol egy-egy ilyen tanácsban száz-négyszáz család vesz részt közösségeiket érintő beruházásokról szóló döntéshozatalban, és vállal szerepet megvalósításukban.

Az ember és a társadalom, illetve a természet közötti anyagcseréket irányító munka- és termelési folyamatokat kollektíve szervezik és ellenőrzik. A gyárakban és hivatalokban dolgozó parasztok és munkások – helyi lakóközösségeikkel együtt – ellenőrzést gyakorolnak munkahelyük felett. Az embereket arra bátorítják majd, hogy vállaljanak vezető szerepet, hiszen egy rendszernek szüksége van arra is, hogy a társadalmi lét minden szintjét rendszeresen ellenőrizzék olyan hatalommal felruházott emberek is, akik szükség esetén könnyedén meg is foszthatóak ettől a hatalomtól. Minden döntés számításba fogja venni az alapvető emberi szükségleteket, az emberi lehetőségek teljes kibontakoztatását, miközben fenntartja vagy újratерemti azt az egészséges helyi/regionális/globális környezetet, amely az egészséges emberi élethez, illetve általában véve minden élethez szükséges.

Diverzitás

A diverzitásnak számos formája lehet – a vélemények és képességek sokszínűsége (hiszen az emberek háttere, tapasztalatai különbözőek) annak részleteiben is szerepet játszhat, hogy miként szerveződnek meg a közösségek és a régiók –, amíg mindnyájan hasonló célokat tűznek ki maguk elé. A diverzitás komoly erőt és biztonságot nyújt, társadalmi, kulturális és gazdasági értelemben egyaránt előnyös a közösségek számára. Jobb döntések születnek, ha az emberek különböző nézőpontokból vizsgálják meg ugyanazt a kérdést. A művelődési, oktatási lehetőségek, a pihenés és kapcsolódás, az érdeklődés sokszínűsége megerősíti a közösséget és a társadalmat. Elő kell segíteni az egészségesebb talaj

kialakítását szem előtt tartó összetettebb növénytermesztési rendszerek, a mezőgazdasági és városi tájakba illeszkedő „természetes” tájak által képviselt biológiai diverzitást.

A szoros anyagcsere-kapcsolatokból eredő hatékony természetes körforgások

A kapitalista hatékonyság koncepcióját – a termelési folyamatok leegyszerűsítését, a minél kevesebb (és többnyire képzetlen) munkaerő felhasználását, a munka- és egyéb költségek minimalizálását a nagyobb profit érdekében, a „minél kevesebb benzinnel minél több kilométert megtenni” étoszát – felváltják majd az anyagcsere hatékonyságának ökológiai koncepciói, amelyek az anyagok és energiák körforgásának effektivitásán keresztül képesek lesznek biztosítani a civilizáció fenntarthatóságát. Ez az egymással (a versengés és az individualizáció helyett) kooperációban élő emberek között kialakuló szinergiákon alapul. A társadalmi anyagcsere folyamatai, az emberek közötti interakciók analógiába hozhatóak a nem emberi élőlények (mikroorganizmusok, növények, rovarok, más állatok) közötti anyagcsere-interakciókkal. Ha kevesebbet kell dolgozni – amennyiben mindenki részt vállal a létszükségleteket kielégítő termelésben –, akkor több időt lehet a családdal vagy a közösséggel tölteni. Ha az emberek között az individualizmust, a fogyasztást és a versengést a kooperatív kapcsolatok váltják fel, akkor erősebb közösségek jönnek létre, és kialakítják az alapvető testi, kulturális és kikapcsolódási igények biztosításának rendszereit és módszereit mindenki számára.

Az ökológiai tervezés alapelvei fogják meghatározni a mezőgazdaságot, az építkezéseket, az ipari termelést, és hozzájárulnak majd a lepusztított környezet helyreállításához. A természettel való kooperáció szorosabban egybekapcsolódó tápanyag- energia és vízkörforgásokhoz vezet, segít fenntartani a természetes körforgásokat és áramlatokat. Az ökológiai alapelveken nyugvó regeneratív mezőgazdaság a természettel, és nem a természet ellen dolgozik, egészséges élőhelyek sokféleségét alakítja ki és biztosítja a termőföldek környezetében, a földeken és magában a termékeny talajban. (Magdoff 2007) Az állattartás és a takarmánytermesztés összevonása hatékony tápanyag-körforgást és jobb vetésforgót tesz lehetővé, csökkentve így az ásványkincstől (a foszfortól és a káliumtól) való függést, a nitrogénalapú műtrágyák gyártásának gigantikus energiaszükségletét. Így lenne ok, hogy a kérődzőknek takarmányként élő hűvelyeseket és fűféléket ternesszenek. Ha nem engedjük, hogy az emberi salakanyagok és hulladék felhasználhatóságát lerontsák az ipari hulladékok és egyéb mérgek, akkor az hatékony körforgásban kerülhet vissza a táplálékunkat biztosító termőföldekre.

Az emberek a lehető legnagyobb mértékben a munkahelyük közelében fognak élni, tömegközlekedéssel utaznak majd, és olyan táplálékot

fogyasztanak, amely elfogadható távolságban termett otthonuktól. A munkaidő lerövidül, hiszen eltűnik az összes felesleges munka (így a reklámpar és a kereskedelemhez kötődő sok egyéb tevékenység, a pénzügyek nagy része, az ingatlanforgalmazás, a biztosítási ipar), így a társadalom alapvető szükségleteinek megtermelésére kevesebb munka is elegendő lesz. De mindenkinek, aki képes dolgozni, lesz munkahelye.

Egy ökológiai civilizáció számára a magán gépkocsik nem lehetnek a közlekedési rendszer alapvető, vagy akár fontos részei. Attól függetlenül, hogy a személygépkocsik és a teherautók milyen hatékonysággal használgják majd az üzemanyagot, a buszokra, vonatokra alapozott regionális közlekedési rendszerek energiafelhasználása mindenképpen hatékonyabb lesz. Egy kevésbé autófüggő társadalom kevesebb nyersanyagot fogyaszt, kevesebb kárt okoz, kevesebb földet igényel az útépitésekhez, illetve általában a gépkocsi-kultúrához kapcsolódó beruházásokhoz (mint például a McDonald's autósbüféi). Nem készülnek majd luxuscikkek, és az áruk nem kapnak majd olyan hivalkodó csomagolást, mint amilyen manapság dugig tölti a föld szeméttelpeit. Az emberek tetszetős és kényelmes otthonokban élnek majd, amelyeket mindazonáltal a hatékony energiafelhasználás szempontjait, a természetes fűtési és hűtési lehetőségeket figyelembe véve terveznek majd.

Az ipari termelés, akárcsak a mezőgazdaság, természetesen szükség-szerűen magával hozza majd a természeti rendszerek bizonyos mértékű megzavarását is. Komoly odafigyelésre lesz szükség az e tevékenységek, valamint a bányászat okozta negatív hatások minimalizálásához. A termelési rendszereket olyan „bölcsőtől bölcsőig” (cradle-to-cradle, C2C) koncepciókra fogják alapozni, ahol az egyes anyagok vagy alkatrészek újra-felhasználhatóságát eleve beletervezik az eredeti termékbe. (McDonough – Braungart 2002) El fogják kerülni mind a munka, mind pedig a természet olyan mértékű megosztását, amely az életben zavarokat okozhat.

Önellátás

A teljes önellátás nem lehetséges, de nem is kívánatos minden régió és minden közösség számára. Mindazonáltal számos szükséglet – így a víz, az élelmiszer, a lakhatás, vagy az energia – kielégítésében az önellátás olyan cél, amely felé a közösségeknek vagy a régióknak törekednie kell. Így egy helyi közösség vagy szomszédos közösségek egy csoportja rendelkezhet mindazon ismerettel és gyakorlattal, amelyre az alapvető igények kielégítéséhez szüksége van. Az önellátás magába foglalhatja a megújuló energiák olyan kisléptékű, helyi formáinak felhasználását, mint a nap- és szélenergia, a geotermikus vagy vízenergia, ahelyett, hogy a távoli (akár „zöld”, akár másféle energiát termelő) erőművekre és a távolsági energiaszállításra támaszkodnának. A közösség-alapú, az

ökoszisztéma előnyeire és a szoros tápanyag-körforgásra támaszkodó élelmiszerrendszernek (termelésnek és elosztásnak) célszerű a lehetőségek szerint a helyi ökoenergiát használnia.

Még egyszer hangsúlyozom, mindez nem azt jelenti, hogy minden régiónak és közösségnek teljesen önellátónak kell lennie (így például értelmetlen lenne, ha minden közösségnek meg kellene termelnie a saját buszait és hűtőszekrényeit). Ez inkább egy olyan cél, amely felé – különösen az alapvető élelmiszerek tekintetében – törekedniük kell. Az emberek képességeinek és a termelési lehetőségeknek a bősége növeli az önellátás lehetőségeit.

Az önmegújítás rugalmassága

A rugalmasság és az önmegújításra való képesség szintje attól függ, hogy a fentebb megvitatott jellemzőket miként sikerül kialakítani és a társadalomba integrálni. Az olyan közösségek és regionális társadalmi struktúrák, amelyek jobban képesek ellenállni a kedvezőtlen eseményeknek, illetve gyorsan magukhoz térnek azokat követően, fenntarthatóbbak lesznek. A fentebb sorra vett jellemvonások vagy pillérek – az önszabályozás, az önellátás, a diverzitás és a szoros anyagcsere-kapcsolatokból eredő hatékony természetes körforgások – mindegyike hozzájárul egy rugalmas társadalom kialakításához. Az ezeken alapuló közösségek, regionális struktúrák és gazdaságok képesek lesznek ellenállni a kedvezőtlen eseményeknek, és hamarabb tudnak magukhoz térni utánuk az önmegújító folyamatok segítségével. A globális kulturális csere és együttműködés (amelyet megkönnyít, hogy kölcsönösen önszabályozó közösségek között megy majd végbe, amelyek nem versengenek egymással) szintén a rugalmasság növekedésének irányába hat.

Igen valószínűtlen, hogy maga a kapitalizmus egy olyan ökológikus civilizáció irányába fejlődjön, amely kielégítené minden ember alapvető igényeit. Ám egy posztkapitalista társadalomban sem fog csak úgy önmagától felépülni egy társadalmi igazságosságon alapuló ökológikus civilizáció. Ezt csupán egy elkötelezett népesség koncentrált akarata, folyamatos odafigyelése és ébersége teheti lehetővé.

Hivatkozott irodalom

- Barta, Patrick – Pokharel, Krishna 2009: Megacities Threaten to Choke India. *Wall Street Journal*, 2009. május 13.
- Bierkens et al. é. n.: Groundwater Use Increasing Sea Level Rise. A description of Bierkens, M.F.P. et al. In: A worldwide view of groundwater depletion. *Geophysical Research Letters*. <http://seaweb.org/news>
- Engels, Friedrich 1963a (1876): A természet dialektikája. A munka része a majom emberré válásában. In: *MEM 20*. Budapest, Kossuth Könyvkiadó

- Engels, Friedrich 1963b (1878): Anti-Dürring. In: *MEM* 20. Budapest, Kossuth Könyvkiadó
- Foster, John Bellamy – Magdoff, Fred 1998: Liebig, Marx and the Depletion of Soil Fertility: Relevance for Today's Agriculture. *Monthly Review* 50, 3. sz.
- Gellins, Clark – Parmenter, Kelly E. é. n.: Energy Efficiency in Fertilizer Production and Use. In: *Encyclopedia: Efficient Use and Conservation of Energy*, vol. 2. <http://eolss.net/ebooks>.
- Lawrence, Felicity 2010: Bitter Fruit: The Truth about Supermarket Pineapple. *The Guardian* (UK), 2010. október 2.
- Levins, Richard 2010: Why Programs Fail. *Monthly Review* 61, 10. sz.
- Magdoff, Fred 2007: Ecological Agriculture: Principles, Practices, and Constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22, no. 2
- Magdoff, Fred – Foster, John Bellamy 2010: What Every Environmentalist Needs to Know about Capitalism. *Monthly Review* 61, 10. sz.
- Magdoff, Fred – van Es, Harold é. n.: *Building Soils for Better Crops* (3. kiad.). <http://sare.org/publications/bsbc/bsbc.pdf>
- Marx, Karl 1975 (1894): *A tőke*. 3. köt. MEM 25. Budapest, Kossuth Könyvkiadó
- Marx, Karl 1986 (1867): *A tőke*. 1. köt. MEM 23. Budapest, Kossuth Könyvkiadó
- McDonough, William – Braungart, Michael 2002: *Cradle to Cradle*. New York, North Point Press
- Miller, Peter 2007: Swarm Behavior. *National Geographic*, July 2007
- Packer, George 2006: The Megacity: Decoding the Legacy of Lagos. *The New Yorker*, 2006. november 13.
- Seeley, Thomas D. 2010: *Honeybee Democracy*. Princeton, Princeton University Press
- Turnbull, Lindsay – Hector, Andy 2010: How to Get Even with Pests. *Nature*, 466. sz.
- Zhu, Youyong – Chen, Hairu – Fan, Jinghua – Wang, Yunyue – Li, Yan – Chen, Jianbing – Fan, JinXiang – Yang, Shisheng – Hu, Lingping – Leung, Hei – Mew, Tom W. – Teng, Paul S. – Wang, Zonghua – Mundt, Christopher C. 2000: Genetic Diversity and Disease Control in Rice. *Nature*, 406. sz.

(Fordította: Konok Péter)

(Eredeti megjelenés: *Monthly Review*, Vol. 62. No. 8., 2010. január)