



**Magyar
Természetvédők
Szövetsége**
Föld Barátai Magyarország

Gyulai Iván

A fenntartható fejlődés

Tananyag tanárok számára

I. rész



Tartalomjegyzék

Gyulai Iván: A fenntartható fejlődés - *Tananyag tanárok számára*

I. rész: A fenntartható fejlődés	2
Mit jelent a „fenntartható fejlődés” fogalma?	2
Mi a fenntartható gazdasági növekedés?	4
Helyettesíthető-e egymással a három töketípus?	5
Az ökológiai és a korlátozott növekedési lehetőségek	6
Ökológia, humánökológia, sekély ökológia, mélyökológia.....	6
Mi a különbség szükségletek és igények között?	6
Mi különbség van jólét és jóllét között?	7
Túlnépesedés és fenntartható fejlődés.....	8
Szegénység és elosztási gondok	9
Éhezés és túltápláltság	10
Mi az ökológiai lábnyom?	10
Környezeti eltartóképesség és rugalmasság.....	11
Mennyire szűkösek az erőforrások?	12
Milyen következményei vannak a túlzott környezethasználatnak?.....	15
Ökoszisztéma szolgáltatások	19
Milyen válaszokat ad az emberiség a fenntarthatatlansági problémákra?	20
<i>Környezetvédelem</i>	21
<i>Megújuló energiaforrások</i>	21
<i>Fenntartható erőforráshasználat</i>	22
<i>Zöld gazdaság - kék gazdaság</i>	23
BIBLIOGRÁFIA	24

A kiadvány a „Képzéssorozat diákoknak és multiplikátoroknak a fenntartható életmód népszerűsítésére” KEOP-6.1.0/B/11-2011-0142 számú pályázat keretében jelenik meg.

Jelen dokumentum tartalma nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió hivatalos álláspontját.

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszachenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projektek az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósulnak meg.

I. rész: A fenntartható fejlődés

Mit jelent a „fenntartható fejlődés” fogalma?

„A fenntartható fejlődés a fejlődés olyan formája, amely a jelen szükségleteinek kielégítése mellett nem fosztja meg a jövő generációit saját szükségleteik kielégítésének lehetőségétől”.

(Az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága – más néven Brundtland-bizottság – Közös jövőnk jelentése, 1987)

A fogalom első üzenete a generációk közötti igazságosság, a jövőért viselt felelősség. Úgy kell élnünk a jelenben, hogy gyermekeink s majd késői leszármazottaink is megélhessenek e bolygón.

A második üzenet, hogy szükségleteink kielégítésére van csak lehetőségünk, igényeinket a szükségletek szintjére kell mérsékelni. Lehetőségeinket bolygónk eltartóképessége határolja be, ha ennél többet veszünk el a környezetünkből, akkor azt a jövő nemzedékek kárára tettük. **Herman Daly** ezért kiegészítette az eredeti meghatározást: *„A fenntartható fejlődés a társadalmi létminőség folytonos megvalósulása anélkül, hogy az ökológiai eltartóképességet meghaladó módon növekednénk.”*

Daly magyarázó kifejtésére rímel az „addig nyújtózkodj, amíg a takaród ér” közmondásunk. A takaró hosszát ebben az esetben Földünk ökológiai kapacitása, a rendelkezésre álló erőforrások mennyisége és minősége, illetve tudományos-technikai ismereteink határozzák meg. Jelenleg úgy néz ki, hogy bőven kilógunk a takaró alól, vagyis egy fenntarthatatlan világban élünk.

A *Fenntartható Fejlődés Bizottság* az emberiség környezeti, társadalmi és gazdasági érdekeinek összehangolásában látta a fenntartható fejlődés megvalósíthatóságát. A fenntarthatatlansági probléma oka, hogy mivel a gazdasági növekedéstől várjuk, hogy forrásokat termeljen a társadalmi jólét megvalósulásához és a gazdasági növekedés által okozott környezeti és társadalmi problémák felszámolásához, ezért elsőbbséget adunk a gazdasági növekedésnek. Vagyis a gazdasági növekedés válik a társadalom első számú céljává, és ennek a célnak alárendeljük a társadalom többi jóléti célját, többek között a környezet jó állapotát. A gazdaság növekedése érdekében az ember és a természet erőforrása, eszközzé silányul a fejlesztéspolitika gyakorlatában.

A Bizottság úgy próbált egyensúlyt teremteni, hogy a fenntartható fejlődés egyenrangú pilléreinek tekintette a környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatóságot. Noha hangsúlyozta, hogy a környezet és fejlődés minden kérdése egy rendszerben létezik, a háromlábú szék koncepciója mégis megalapozta, hogy továbbra is külön beszéljünk környezetről, társadalomról és gazdaságról. Ebben a tekintetben csak annyi történt, hogy mindhárom elé odaillesztettük a szót, hogy fenntartható, és azóta környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatóságról beszélünk. Sajnos ez a szóhasználat nem jelentett áttörést, értékváltást, sőt a pénzügyi-gazdasági válság éppen arra mutatott rá, hogy válság idején még kevésbé foglalkozunk jólétünk összetevőivel.

Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a valóságban a három pillér nem egyenrangú. A gazdaságot a társadalom működteti, az nem független a társadalom szemléletétől, értékrendjétől, szándékától. A társadalom a létehez szükséges természeti erőforrásokat és

ökológiai szolgáltatásokat a környezetéből veszi el, és ezek mindenkor behatárolják a társadalom lehetőségeit. A természetes környezet tehát a befogadórendszere a társadalomnak és a társadalom által működtetett gazdaságnak. A három pillér közötti helyes viszony, ha a társadalom jól-létét tartjuk célnak. A jóllét megvalósulásának a gazdaság eszköze, a környezet pedig feltétele („addig nyújtózkodj...”). A környezet a fenntarthatóság olyan feltétele, amely azt jelenti, hogy adott tudományos és technikai színvonalon nem haladhatjuk meg környezetünk eltartóképességét.

A fenntartható fejlődés nemcsak a jelen és a jövő, hanem a jelen generációk közötti igazságosságot is feltételezi. A fenntartható társadalom egy olyan kultúrával (a kultúra tág értelemben az ember és társadalmi, valamint természeti környezete közötti viszonyt rögzíti) jellemezhető, amely nem vesz el összességében többet a környezetéből, mint amennyi erőforrás képes folyamatosan megújulni. Tekintettel arra, hogy az emberiség együttesen használja bolygónk javait, így globális mértékben lenne szükség arra, hogy betartsuk a korlátokat, elosszuk az azon belüli lehetőségeket. Ma is és a történelem során mindig, a nemzetállamok versengtek a környezeti javakért, a történelem a környezeti erőforrások durvább vagy finomabb módszerekkel történő gyarmatosításáról, egymás kiszorításáról szólt. A fenntartható fejlődés érdekében túl kell lépni az egyéni, vállalati, nemzeti önzésen, a globális együttműködés és felelősségvállalás kultúráját kell elterjeszteni.

A fenntartható fejlődés kifejezés nem adható össze a „fenntartható” és „fejlődés” kifejezésekből, és fölösleges azok értelmezésében keresni a fogalom jelentését, hiszen azt a Bizottság egyértelműen meghatározta. Mégis óriási káoszt okoz, hogy a fenntartható szót a szó szoros értelmében használják nagyon sokan, értve ez alatt valaminek az időben történő fenntartását. Ez okozza azt a téves megközelítést, hogy valaki a környezeti fenntarthatóságon a környezet, fenntartható fejlődésen a fejlődés fenntartását, gazdasági fenntarthatóságon pedig a folytonos gazdasági növekedést érti. A fenntartható fejlődés tehát nem jelenti sem a környezet, sem a társadalom, sem a gazdasági növekedés időben történő fenntartását. A fenntartható fejlődés egy olyan viszonyrendszert (kultúrát) jelent az emberek és környezetük között, amely nem sérti a jövő generációk létezésének esélyeit. Ehhez környezeti szempontból fenntartható módon kell nyúlni erőforrásainkhoz, vagyis azokat a megújulásuk mértékén kell használni. Társadalmi szempontból az erőforrások használatából származó javakat és terheket igazságosan kell elosztani a jelen és jövő nemzedékek között, míg gazdasági szempontból a gazdasági növekedést abszolút mértékben el kell választani a környezeti terhelések növekedésétől!

A három érdek összehangolásának az eszköze a környezeti szempontok megjelenítése a különböző ágazati politikákban (az európai gyakorlatban ezt szektorális integrációnak nevezzük). A Bizottság legfontosabb felismerése az volt, hogy minden létező probléma egy rendszerben létezik, és ha ez igaz, akkor az összefüggő problémák nem oldhatók meg elkülönült intézményekkel. Vagyis fel kellene adni a szemlélettel és gyakorlattal, hogy minden egyes gondunkra találunk egy jónak vélt megoldást, létrehozunk hozzá egy megfelelő intézményrendszert (jogszabály, hivatal, pénz), majd ezek a külön-külön jónak látott megoldások keresztezik egymást. A jó megoldás az, ha olyan döntéseket hozunk a jövőre vonatkozóan, amelyek megelőzik, hogy társadalmi vagy környezeti gondok szülessenek. Ha nem jönnek létre problémák, mert a jó döntéshozatal megelőzte azokat, akkor utólagos megoldásokra sem lesz szükség. Mindebből következik, hogy rendszerszemléletre van szükség, hogy a rendszerben létező problémákat az összefüggések figyelembevételével tudjuk megoldani. A rendszerszemlélet gyakorlati megvalósulása a szokásos ágazatok felett átívelő, egységes intézményrendszer.

Mi a fenntartható gazdasági növekedés?

A fenntartható gazdasági növekedést egy környezetileg elfogadható és társadalmilag igazságos új minőségű növekedésként határozta meg a Brundtland-bizottság.

„Mára a gazdasági növekedés új korszakára van szükség. Olyan növekedésre, amely erőteljes, ugyanakkor társadalmilag és környezetileg egyaránt fenntartható”

„A fenntartható fejlődés többet jelent egyszerű növekedésnél. A növekedést tartalmában kell megváltoztatni, kevésbé anyag- és energiaigényessé kell formálni úgy, hogy hatása igazságosabban érvényesüljön”

Az Európai Unió is hasonlóan gondolkodik erről. Az *EU 2020 Stratégia* szerint a fenntartható gazdasági növekedés alacsony szén-dioxid-kibocsátású, versenyképesebb gazdaság létrehozását jelenti, amely hatékonyan és fenntartható módon aknázza ki a természeti erőforrásokat, a környezet védelme érdekében csökkenti a környezeti kibocsátásokat, gondoskodik a biológiai sokféleség megőrzéséről. Mindennek eszközeként új, környezetbarát technológiák és termelési módszerek kifejlesztésén munkálkodik, és ebben véli megtalálni versenyelőnyét másokkal szemben.

Összegezve, fenntartható az a gazdasági növekedés, amelynek során a GDP növekedése abszolút módon szétválk a környezeti terhek növekedésétől. Vagyis amíg nő az egy főre jutó gazdasági termék, addig abszolút értelemben csökken az erőforrások felhasználása, a környezeti kibocsátások mértéke, vagy a természetes ökoszisztémák átalakítása nem folytatódik tovább.

A szétválasztás elképzelését **Kuznets (Simon Kuznets**, belorusz származású Nobel-díjas közgazdász) tétele alapozta meg. Kuznets azt feltételezte, hogy az anyagi jólét növekedésével egy idő után elenyésznek a környezeti problémák is, hiszen a fejlődésből származó anyagiak lehetővé teszik majd azok felszámolását. Ezt a jelenséget a *Kuznets-görbe* írja le. A Kuznets-görbe sokféle környezeti indikátor esetében igazolja az állítást, míg más esetekben az ellenkezőjét tapasztaljuk. Például a kén-dioxid és a nitrogén-oxidok, az ólom és diklór-difeniltriklóretán (DDT), a halogénezett szénhidrogének (CFC-k, például a Freon-12), valamint a szennyvíziszap esetében látszólag igazolható az állítás, bár az összefüggés csak önmagában igaz, mert nem veszi figyelembe sem a környezeti közeget, sem a különböző helyszínek közötti átterheléseket.

Az Egyesült Államokban 1970 és 2006 között a GNP 195 százalékkal nőtt, míg a gépjárművek száma megduplázódott, és a megtett mérföldek száma 178 százalékkal nőtt. Ennek ellenére a szén-monoxid kibocsátása megfeleződött (197–97 millió tonna), a nitrogén-oxidok 27-ről 19 millió tonnára csökkentek, a kén-dioxid ugyancsak feleződött (31–15 millió tonna), a részecske-koncentráció 80 százalékkal, az ólom pedig 98 százalékkal csökkent. Ugyanakkor nem csökkent a közlekedés erőforrás-felhasználása, a biológiai sokféleségre kifejtett negatív hatása. Bár viszonylagosan csökken a GNP-arányos energiafelhasználás, összességében mégiscsak növekszik.

Amikor a gazdasági össztermék úgy nő, hogy a környezeti terhek csökkennek, akkor relatív szétválásról beszélünk. Míg korábban a világgazdaság egy egységnyi gazdasági terméket egy egységnyi energiafelhasználás-bővüléssel állított elő, addig ma a fejlett világban egy egységnyi gazdasági termék előállításához harmadannyi energiafelhasználás-bővüléssel jár. Ez ugyan sokkal nagyobb hatékonyságot jelent, de mégis csak a környezeti terhek növekedéséhez vezet, egy már amúgy is túlterhelt környezeti rendszerben.

Jelenleg semmi sem bizonyítja a gyakorlatban, hogy lenne olyan gazdasági növekedés,

amely abszolút értelemben szétválik a környezeti terhek növekedéstől, vagyis a fenntartható gazdasági növekedés egyelőre egy elképzelés. Mint ahogyan a fenntartható fejlődés, úgy a fenntartható gazdasági növekedés fogalma is kifordult eredeti értelmezéséből. Amikor egy politikus vagy gazdasági elemző fenntartható gazdasági növekedésről beszél, akkor nem azt érti ezen, hogy ez a növekedés nem növeli a környezeti terheket, hanem azt, hogy a növekedés folytonos. A közgazdasági szakkönyvek szerint fenntartható az a fejlődési pálya, amely biztosítja, hogy az „átlagos (egy lakosra jutó) jólét” ne csökkenjen.

Helyettesíthető-e egymással a három tőketípus?

A fenntarthatóság közgazdasági értelmezése szerint fenntartható az a fejlődési pálya, amely biztosítja, hogy az átlagos jólét ne csökkenjen. A jólét feltételeként elegendőnek tartják, ha a GDP növekszik. **David Pearce** és **Giles Atkinson** három tőketípust különböztetett meg: úgymint az ember által létrehozott tőke (utak, gyárak, házak stb.), a humán tőke (tudás) és a természeti tőke (természeti erőforrások, az élet fenntartásához szükséges természeti folyamatok). A neoklasszikus közgazdaságtan szerint a tőke-javak egymással korlátlanul helyettesíthetők. A gyenge fenntarthatóság akkor áll fenn, ha a társadalom rendelkezésére álló tőke-javak értéke időben nem csökken. Vagyis nem baj, ha csökken a természeti tőke, ha ebből a másik két tőketípus gyarapodik.

A szigorú fenntarthatóság elve szerint a természeti tőke nem helyettesíthető más tőke-javakkal, s a természeti tőke értéke időben nem csökkenhet. Az erős fenntarthatóságot vallja H. Daly és R. Costanza fenntarthatósági meghatározása, amikor is a fenntarthatóság feltételeként felismerik az eltartóképességnek megfelelő növekedést.

Az arab világ szép példája annak, hogy a természeti tőkéből hogyan válik az ember által létrehozott tőke. Közismert ezen országok többségének mesés gazdagsága a szénhidrogének tekintetében, és az ebből felhalmozott vagyonok nagysága. Az is egyre jobban ismert, hogy a legtöbb luxusberuházás ezekben az országokban történik. Az olajból, gázból származó olaj-milliárdok kihívó épületekké (a 828 méter magas Burdzs Kalifa, a világ legmagasabb épülete), műszigetekké (Dzsumeira), luxussá (Rasal-Khaimak síkőzpont) váltak, amellet, hogy az itt élő helyi lakosság sem szenved hiányt.

Ahogy fogy az olaj és a gáz, úgy nőnek a pénzvagyonok, nő a gazdagság, növekszenek a városok, épületek, sőt a lakosság létszáma is. Egyre több szénhidrogénre van szükség ahhoz, hogy a kialakult infrastruktúrákat, luxust működtetni lehessen. Az Emirátusokban élők ökológiai lábnyoma megelőzi az amerikaiakét. Vagyis a kialakult struktúrák és életmód meghatározza, hogy annak fenntartásához nagyon sok energiára van szükség. Ahogy elfogy a természeti tőke, úgy válik kérdésessé, hogy lehet-e működtetni, megújítani a kialakult infrastruktúrát.

A természeti tőke, ha hagyjuk, megújul. Az ember által létrehozott tőke azonban nem újul meg, fenntartása, működtetése, lebontása, megújítása állandóan forrásokat igényel, vagyis egy idő után maga a struktúra válik akadályává a fejlődésnek. A kialakult szerkezet tehát determinálja az erőforrások felhasználását!

Persze még marad a harmadik tőketípus, a humán tőke, pl. a tudás. Miközben folyamatosan fogyasztjuk a természeti tőkét, és bonyolítjuk, növeljük az ember által létrehozott tőkét, gyarapodik tudásunk is. Ma már éppen hibáinkból tudjuk, hogy a fosszilis energiaforrások elégetése ránk szabadította az éghajlat változását, és hozzákezdünk

azok helyettesítéséhez. Vagyis, ha tudásunk gyarapodása képes lépést tartani az általunk létrehozott problémák keletkezésével, nem a problémák, hanem azok kezelésének képessége nő gyorsabban, akkor meg vagyunk mentve. Jelenleg azonban a helyzet fordított: gyorsabban nőnek a problémák, mint kezelésük képessége.

A fenntartható növekedésről olvassa el Herman Daly írását ([Herman Daly: A közgazdaságtudomány lehetetlenségi tétele](http://www.c3.hu/~bocs/eletharm/harpart/daly3pi.htm)
www.c3.hu/~bocs/eletharm/harpart/daly3pi.htm)

Az ökológiai és a korlátozott növekedési lehetőségek

A növekedési lehetőségek korlátosságára az ökológia ad magyarázatot. Az ökológia – **Juhász Nagy Pál** egyik meghatározása szerint – azzal foglalkozik, hogy egy adott faj egyedei adott térben miért nem lehetnek korlátlan számban jelen. A válasz az, hogy a természetben a különböző folyamatok korlátozzák (limitálják) egymást. Vajon a földi élet miért csak ilyen hamar kimeríthető fosszilis energiahordozót halmozott fel, amikor a Nap hatalmas energiamennyiséget juttat a Földre, és az élet alapvető építőkövei, mint a szén, a hidrogén, az oxigén és a nitrogén is hatalmas mennyiségben állnak rendelkezésünkre, ráadásul mobilis állapotban. Ám hiába ez a bőség, ha azok szerves anyaggá való felépülését más építőelemek hiánya nem teszi lehetővé. Jelen esetben ugyan a négy építőelem gyorsan és nagy mennyiségben áll rendelkezésre, hiszen a légkörből elérhető, vagyis gázhalmazállapotban a legkönnyebben mobilizálható, a végső építményhez szükséges kén és foszfor azonban nem áll kellő mennyiségben és időben rendelkezésre. Vagyis a gázciklusban rendelkezésre álló elemek felhasználhatóságát korlátozza a szilikátciklus lassúsága.

Ökológia, humánökológia, sekély ökológia, mélyökológia

Az ökológia a biológiai tudományokon belül határozza meg magát, amely az élőlény-együttesek tér-időbeli eloszlásával és az azt előidéző okokkal foglalkozik. Az ember és környezetének kapcsolatával a humánökológia foglalkozik, ami azt kutatja, hogy a globális problémák létrejöttében az emberi tevékenység milyen szerepet játszik.

A környezetvédő mozgalmak, amelyeket ökológiai vagy zöld mozgalmakként is azonosítunk, az 1960-as években erősödtek meg és intézményesültek. **Arne Naess**, norvég filozófus az ilyen irányú kezdeményezések két alapvető csoportját különböztette meg nézeteik és törekvéseik szerint. A „sekély” ökológia képviselői a környezetszennyezés és erőforrások kimerülése ellen küzdenek, hogy biztosítsák a fejlett társadalmak egészségét és jólétét. Ezzel szemben a „mély” ökológia hívei valamennyi élőlény élethez való jogának tiszteletét hangsúlyozzák (ne árts, ha nem föltétlenül muszáj). Az élővilágban fellelhető valamennyi létforma egyaránt jogosult a fennmaradásra, függetlenül az ember számára való hasznosságától. Az ember nem rendelkezik kitüntetett értékkel a bioszférában, az élőlények egymásra vannak utalva. A mélyökológia az életszínvonallal szemben az életminőséget helyezi előtérbe (jólét és jól-lét), amely a nagy és a nagyszerű közötti különbségtételre alapoz.

Mi a különbség szükségletek és igények között?

Az alapvető szükséglet az az erőforrás-minimum, amely az életben maradáshoz szükséges. Az alapvető szükségletek körébe a víz és ételmiszer, a lakhatás és a ruházkodás tartozik. Ezt szokás kiegészíteni az egészségügyi és oktatási szolgáltatások

elérhetőségével. Amíg tehát a szükségletek körének értelmezésére vannak törekvéseink, addig az igények értelmezhetetlenek, mert egyénenként változnak. Az, hogy mindenkinek jusson elegendő élelem, az egy alapvető szükséglete az embernek, de hogy legyen egy bármilyen autója, hogy elutazhasson egy egzotikus utazásra, ezek már igények.

A társadalmi igazságtalanság alapja, hogy míg nagyon sokan indokolhatatlan igényeket támasztanak, addig még többen az alapvető szükségleteiket sem tudják kielégíteni. A neoklasszikus gazdasági elmélet (pl. **W. Pareto**) szerint a jövedelem és a termelés növelése az egyetlen megoldás arra, hogy szegény és gazdag egyaránt kielégítse igényeit. Ez nyilvánvalóan lehetetlen megközelítés, hiszen az igények növekedésének nincs határa, míg a termelés növelésének a legjobb technikák mellett is lesznek ökológiai korlátai. Erre figyelmeztetett **Gandhi** jól ismert mondása, amely szerint „a Föld ki tudja elégíteni mindenki szükségletét, de nem tudja kielégíteni mindenki kapzsiságát.”

Gandhi persze nem számolt azzal a hihetetlen növekedéssel, amely mára bekövetkezett. Elképzelhető, hogy van egy olyan népességszám, amikor már nem elégíthető ki mindenki szükséglete úgy, hogy a jövő nemzedékeknek is maradjon elegendő természeti erőforrás.

Vigyázzunk a fogalmak helyes használatára! Számos fenntartható fejlődés megfogalmazást találhatunk, amelyekben szükségletek helyett igények szerepelnek. Ezeket ne idézzük kritika nélkül!

Mi különbség van jólét és jóllét között?

Jóléten az anyagi javak meglétét értjük, míg a jól-lét az anyagi jóléten túl magában foglalja a nem anyagi értékeket. Az egyes emberek, vagy a társadalom jó élete nem kizárólagosan az anyagi jóléttől függ, hanem számos érték együttes teljesülésének a függvénye. A jól-létünkhöz hozzátartozik az egészséges, biztonságos élet, a barátság, a szeretet, a hit és a bizalom, a kölcsönös nagylelkűség gyakorlása, a természet adta és társadalom által teremtett lehetőségekhez való egyenlő hozzáférés esélye, a tudás és bölcsesség, a jó környezetminőség, az erkölcsi normák szerinti élet, a munkában való kiteljesedés öröme, az önbecsülés, az identitástudat, az önrendelkezés, a gondoskodás másokról és környezetünkről, az igazságosság és az élet tisztelete.

A valóságban azt tapasztaljuk, hogy az anyagi jólét érdekében feláldozzuk a többi értéket, illetve csak hiányuk fellépése esetén vágyódunk utánuk. Az anyagi jólét kielégítése szinte az összes értékkel konfliktusba tud kerülni, megszerzéséért feláldozzuk az egészségünket, szabadidőnket, emberi kapcsolatainkat, a jó környezetminőséget. Abban a világképben, ahol a gazdaság válik céllá, az ember és a természet tisztelete elvész, azok eszközzé, erőforrássá silányulnak. Ez rossz erkölcsi üzenet a társadalom számára, sőt az erkölcs erejének hiányában maga a növekedés is megrekedhet. A máig megélt társadalmi, gazdasági és környezeti válságok mind azt igazolják, hogy ha elhanyagoljuk az egyetemes értékek követését a társadalomban, akkor az anyagi jólét megszerzése is veszélybe kerül, vagyis nem a jólét termeli a jól-létet, hanem az egészséges, értékkevető társadalom a jólétet.

Mivel ma a jól-létet az anyagi javak meglétével azonosítják, ezért azt a gazdaság teljesítményének változásával mérik. Társadalmi életünk legfőbb iránytűje ezért a GDP lett, tőle várjuk életünk jobbra fordulását. Mivel gazdasági növekedésen az egymás utáni években megtermelt, előállított javak és szolgáltatások összességének érték növekedését értjük, függetlenül attól, hogy az miként viszonyul a környezet eltartó- és tűrőképességéhez, a mutató nem ad információt a fenntartható fejlődés megítéléséhez. A

GDP híven mutatja gazdaságunk teljesítményét, de nem mutatja, hogy annak tartalma hogyan viszonyul jól-létünkhöz. A GDP nem csak a társadalmi szempontból hasznos növekedést veszi számba, hanem a kifejezetten kártékonyt is. Minden baleset, természeti katasztrófa, kórházi beszállítás, környezeti kár elhárítása hozzájárul a GDP növekedéséhez, pedig ezek egyáltalán nem járulnak hozzá jól-létünkhöz.

Túlnépesedés és fenntartható fejlődés

Ennek a szövegnek az írásakor, 2013. december 7-én, 7 milliárd 197 millió földlakó volt. 2013-ban, eddig a napig 76 millió 168 ezer fővel gyarapodott a Föld lakossága, év végéig meghaladja majd a 80 milliót. Ebben az évben naponta 222 ezer fővel gyarapodott a világ népessége, vagyis minden nap ennyivel több embernek kell kielégíteni az alapvető szükségleteit, minimum élelmiszert és egészséges ivóvizet szolgáltatni a számára.

A legújabb népességi prognózisok szerint 2025-re 8.1 milliárd földlakó lesz, 2050-re 9,6 milliárd, 2100-ra pedig 10,9.

A népesség a környezethasználat, környezetterhelés meghatározó tényezője. A környezethasználat nagyságát három tényező szorzatával lehet megadni: a népesség, a teljes fogyasztás és a javak előállításának a hatásfoka. A környezeti terhek akkor fokozódnak, ha a népesség létszámának és a fogyasztás mértékének a növekedése meghaladja a hatékonyság-növekedésből származó megtakarításokat. Jelenleg ez a helyzet áll fenn. A fogyasztás növekedése nem csak a népesség számának növekedéséből származik, hanem az emberek igényeinek növekedéséből is.

A XX. század növekedési trendjeit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy amíg a népesség 4,3-szorosára nőtt, addig az energiafogyasztás tízszeresedett, de a vízfelhasználás is kilencszeresedett, sertésből 9,5-ször, baromfiból pedig 15,2-szer többet tenyésztettek és fogyasztottak el. A népesség növekedése az igények növekedése nélkül ezeknek legfeljebb csak a felét indokolta volna.

A népesség növekedését tudományos-technikai ismereteink és képességeink (mezőgazdaság, energia, ipar, orvostudomány stb.) tették lehetővé, vagyis a hatékonyság növekedése mindig a népesség növekedéséhez vezetett, a népesség növekedése pedig igényelte a több és jobb technikát, hogy a megnövekedett népességet el lehessen tartani. Amíg az ember csak a biomasszában rejlő energiára támaszkodott, addig a népessége nem haladta meg az 1 milliárd főt. Miután a szén kitermelését a mélyművelésű bányákból a szivattyú feltalálása lehetővé tette, a népesség 3 milliárdra nőtt. A kőolajkorszak újabb 3 milliárddal gyarapította az emberiséget, ma pedig a gáz, az atomenergia és a megújulókat éljük.

Mindez nem lenne baj, ha a Föld ökológiai kapacitásai az eltartóképesség csökkenése nélkül képesek lennének ennek kiszolgálására. Az emberiség együttes környezeti terhe az ökológiai lábnyom számítás értelmében másfélszer haladja meg lehetőségeinket, vagyis másfél bolygóra lenne szükségünk. Ráadásul az ökológiai kapacitások folyamatosan szűkülnek, mivel a fenntarthatatlan használat miatt a természeti erőforrások nem tudnak megújulni.

A három tényezőtől álló szorzóban vagy a népességet, vagy a fogyasztást kellene csökkenteni, vagy mindkettőt egyszerre, miközben a hatékonyság növeléséből származó környezeti megtakarításokat arra kellene fordítani, hogy az eltartóképesség szintjére mérsékeljük környezeti terhelésünket.

Szegénység és elosztási gondok

A társadalmi igazságtalanságot általában az egyenlőtlenséggel (*inequality*) azonosítják. A sokféle egyenlőtlenség között is elsősorban a jövedelem-különbséget, gazdagságot, hatalmat és tudást tartják leginkább számon. Ám a társadalmi igazságtalanság ennél jóval szélesebb fogalom, amely magában foglalja a méltánytalanságot (*inequity*), a különböző okokból táplálkozó megkülönböztetéseket és kirekesztést.

A jövedelem-különbségek viszonylag jól mérhetők, míg a méltánytalanság nehezen. A jövedelem-különbséget a gazdagok és szegények arányával és a köztük meglévő jövedelmi távolsággal szokták szemléltetni. Jövedelem vagy vagyoni különbséget mérhetünk egy országon belül a gazdagok és szegények között, de mérhetjük globálisan, a különböző országok között, vagy általában a világ gazdagjai és szegényei között is.

A legutóbbi évek tendenciái összefoglalva azt mutatják, hogy minden jövedelemcsoportban nőtt a jövedelem, és 2005-re csökkent azoknak a száma, akik egy dollárból vagy annál is kevesebből élnek. A szegénységi küszöböt jelentő napi 1 dollár jövedelmet 1,25 dollárra emelték fel (Világbank 2008). Ám az inflációt figyelembe véve az a bizonyos 1 dollár 1,45 lenne. Ebben a kategóriában 1,4 milliárd ember él. 1990-ben 1,82 milliárdan voltak a szegénységi szint alatt. A lényeges csökkenés oka főleg Kína, ahol 475 millió ember került ki ebből a kategóriából, illetve India is jelentősen, 91 millióval csökkentette ezen rétegek létszámát. A szegénységi szint persze nagyon eltérő a különböző országokban. Az USA-ban valaki már 10 dollár alatti napi jövedelemnél szegénynek számít. Ha mindenki az USA-ban élne a jelenlegi jövedelmét tekintve, akkor a világ lakóinak nyolcvan százaléka szegénynek számítana.

Annak ellenére, hogy a jövedelmek minden jövedelemcsoportban emelkedtek, a jövedelem-, és ennek megfelelően a vagyoni különbségek is tovább nőttek. A 2008-as világstatisztika szerint a világnépesség legszegényebb 40%-ának a megtermelt összes jövedelem öt százalékával kellett megelégednie. Ezzel szemben a leggazdagabb 20%-nak 75% jutott a jövedelmekből.

Természetesen a jövedelem a leggazdagabbak között sem terül szét egyenletesen, erre mutat, hogy az igazán gazdag 10% a világ összjövedelmének 54%-át élvezi. Az USA-ban 1973 és 2000 között az adófizetők 90%-ának 7%-kal csökkent a reáljövedelme, míg a legtehetősebb 1%-nak 148%-kal, a leggazdagabb 0,1%-nak 343%-kal, a csúcson lévő 0,01%-nak pedig 599%-kal nőtt.

A Brundtland-jelentés olyan gazdasági növekedést álmódott a világ számára, amelynek eredményei igazságosabban terülnek szét az emberek között. Azonban, ha a hosszú távú trendeket vizsgáljuk, akkor a Föld gazdag és szegény országai közötti különbség folyamatosan nő. Míg az 1800-as évek elején a gazdagok csak háromszor voltak tehetősebbek a szegény országoknál, addig ez a szorzó 72-szeres lett a XX. század végére.

Összességében a világ népességének 80%-a olyan országokban él, ahol a jövedelem-különbségek növekednek. Jelentősek a jövedelem-különbségek az egyes országok viszonylatában is. 2006-ban a világ gazdasági összterméke 48,2 billió (ezer milliárd) dollár volt, és ennek 76%-át a leggazdagabb országok nagyjából egymilliárd lakója tudhatta magáénak. A világ gazdasági össztermékének 7%-át kitevő 3,5 billió dollár 497 gazdag emberre jutott. Ezzel szemben az alacsony jövedelmű országok mintegy 2,4 milliárdos népessége a világ össztermékének mindössze 3,3%-val rendelkezik. A világ pénzügyi

eszközeinek negyede 8,3 millió ember kezében összpontosul, az ő vagyonuk gyarapodása a leggyorsabb, és ők felügyelik a világ pénzügyeit.

A jövedelemviszonyoknál talán jobban szemlélteti a gazdagok-szegények helyzetét, ha a személyes fogyasztásokat vizsgáljuk. 2005-ben a világ legszegényebb 20%-nak népessége az összes fogyasztás 1,5%-át tudhatta magáénak, míg a 60%-nyi középosztály a 21,9%-ot, addig a leggazdagabb 20% a 76,6%-ot. A legszegényebb 10%-nak 0,5%, a leggazdagabb 10%-nak 59% jutott.

A pénz, a gazdaság elsőbbségét minden más gondnál jobban mutatja, ha a kiadások célterületeit vizsgáljuk. A XX. század végén a legnagyobb kiadás a katonai volt, 780 milliárd dollár. Ugyanekkor 40 milliárdot költöttek a világon narkotikumokra, csak Európában 105 milliárdot alkoholra, 50-et dohányzásra, 11-et jégkrémre (mérések hiányában nem lehet tudni, hogy a világon mennyit). Európában és az USA-ban együtt 12 Mrd-t költöttek parfümre, 17-et pedig a kedvencek élvezésére. A szórakoztatóipar bevétele Japánban 35 Mrd dollár volt ekkor. Ugyanekkor alapszintű oktatásra az egész világon mindössze 6 milliárdot, egészségügyi alapellátásra 13 milliárdot költöttek.

Éhezés és túltápláltság

A jóléti különbségeket nagyon jól jelzi az éhezők és túltápláltak száma. A világon jelenleg 895 millió alultáplált és 1 583 millió túlsúlyos ember él, amiből 527 millió kövér. Naponta kereken 30 ezer ember hal éhen. A túlsúly okozta betegségekre naponta 450 millió dollárt költenek a világban, a súlycsökkentő fogyókúrákra pedig 180 milliót naponta.

Mi az ökológiai lábnyom?

Sokáig nem volt mérési eszközünk arra, hogy számokkal is kifejezhessük, hogy mekkora terhelést gyakorolunk környezetünkre. Az 1990-es évek derekán két kanadai tudós, **Rees** és **Weckernagel** munkásságának köszönhetően ismerhette meg a világ az ökológiai lábnyom kifejezést.

Amikor fűtjük a lakásunkat, mosakodunk, használjuk az autónkat, étkezünk, akkor a természet erőforrásait használjuk fel, és ezeket hulladékok formájában adjuk vissza környezetünknek. Mind az elfogyasztott javak megtermeléséhez, mind pedig a hulladékok semlegesítéséhez területre van szükség. Ezt a területnagyságot fejezi ki az ökológiai lábnyom egy személyre, egy településre, egy vállalkozásra, egy országra, vagy a Föld összes lakójára vonatkoztatva.

A lábnyom jellemzően az egy fő által elfogyasztott energiát, élelmiszert, faanyagot fejezi ki hektárban, illetve ehhez hozzáadja a beépített területet is.

Kiszámításához nagyon sokféle segítséget találunk az interneten, amelyek főleg energiafelhasználási, utazási, étkezési szokásainkra kérdeznek rá. Ezek a számítások tájékoztató jellegűek, és azt a célt szolgálják, hogy nyomon követhessük környezeti terhelésünk változásait, és ha környezettudatosan akarunk élni, akkor csökkentjük fölösleges fogyasztásunkat.

Egy-egy ország esetében pontosabb adatokat kaphatunk, mint az egyéneknél, hiszen könnyebb összegezni egy ország fogyasztását. Ebből pedig egyszerűen visszaszámíthatjuk az egy főre jutó terhelést, az ökológiai lábnyomot.

A lábnyom kiszámításának bonyolult módszertana van. A globális igazságosság érdekében ún. Globális hektárban számol, és figyelembe veszi, hogy a különböző földterületek más-más termőképességgel rendelkeznek. Ha minden terület biokapacitását átlagoljuk, akkor ehhez képest a különböző földhasználatok más-más termőképességet adnak. Hogy hányszorosát, vagy hányad részét, ezt mutatja meg az ekvivalencia faktor. Pl. egy szántóföld 2,51-szer több produkciót ad, mint az összes terület termelési átlaga, míg egy legelő pedig csak a felét.
Ekvivalencia faktorok: szántó 2,51; erdő 1,26; legelő 0,46; tenger/tó 0,37; beépített terület 2,51.

Ezen túl a különböző országok a termőhelyi adottságoknak, és művelési módoknak megfelelően más-más termelékenységgel rendelkeznek. Ezt küszöböli ki, az ún. „*yield factor*” – átlagtermés faktor. Ebben az esetben a világ átlagtermését veszik egységnek, és ehhez viszonyítják egy-egy ország termésátlagait. Pl. Magyarországon 1.1 szer nagyobb az éves termésátlaga egy szántóföldnek, mint a világtátlag, de Zambiában csak 0,2%-ka a világtátlagnak. Németországban pedig 2,2-szer nagyobb, mint a világtátlag.

2007-ben az emberiség ökológiai lábnyoma 1,5 bolygó volt. Ekkora bolygóra lenne szükség, hogy tartamosan biztosítsa erőforrásainkat, illetve elnyelje hulladékainkat. Ez azt is jelenti, hogy bolygónk regenerálódásához egy évre és hat hónapra lenne szükség. A jelenlegi tendenciák folytatódása esetén 2030-ra már két bolygóra lenne szükségünk. Abban az esetben pedig, ha mindenki felzárkózna a mai amerikai életszínvonalhoz, helyesebben pocsékolási szinthez, akkor öt bolygóra.

A különböző térségek és országok között termelői és fogyasztói szokásaik szerint lehet különbséget tenni. Nyilván Afrika jelenti a legkisebb terhelést, és Arab világ és Amerika a legnagyobbat, de nyilván Európa sincs lemaradva. Ázsia hordozza a legnagyobb veszélyt ebben a tekintetben, hiszen ott közel 3 milliárd ember kíván felzárkózni a fejlett világ szintjére, és ennyi embernek a még mérsékelten növekvő lábnyoma is hatalmas újabb terhelés a bolygón.

Az egyes országok, régiók lábnyomát a globális átlagkapacitáshoz és az egy főre jutó globális lábnyomhoz kell viszonyítani. 2007-ben az egy főre jutó globális átlagkapacitás 1,78 hektár volt, míg a globális lábnyom 2,7 ha, a hiány pedig 0,92 ha. Európában az átlagos terhelés 4,68 ha, ami az európai teljes fogyasztás egy főre jutó átlaga. Európa saját termelését tekintve 4,31 ha-os lábnyommal rendelkezik, ami azt jelenti, hogy a fogyasztási különbséget (0,37 ha) kiterheli a világ más részére. Európa átlagos ökológiai kapacitása 2,89 ha, vagyis a teljes hiány 1,79 ha fejenként. A legkisebb a terhelése Moldovának, 1,39 ha, a legnagyobb a dánoké 8,26 ha.

Egy átlagos magyar terhelése 2,99 ha, amelyből 1,8 a karbonlábnyomunk. Saját ökológiai kapacitásunk 2,33 ha, így a teljes hiány 0,76, a világ kapacitáshoz viszonyított hiány pedig 1,21 ha. Ez azt jelenti, hogy a saját kapacitásainkat 25%-kal, a globális lehetőségeinket 40%-kal haladjuk meg. A legnagyobb az Arab Emirátusokban élők lábnyoma, köszönhetően az olajbőségnek, illetve az amerikaiak is az élen járnak, a lábnyomuk meghaladja a 10 hektárt. Afrika 1,41 ha-os lábnyommal és 1,48 ha-os biokapacitással rendelkezik, ami azt jelenti, hogy nincs ökológiai túlkapása.

Környezeti eltartóképesség és rugalmasság

A környezet eltartóképessége az egy fajhoz tartozó maximális egyedszámot fejezi ki, amely változatlan környezetben képes fennmaradni. Sokan próbálták meghatározni a Földnek az emberi népességre vonatkoztatott eltartóképességét. Ezek a becslések 1,5 és 800 milliárd között szórnak. Az ember esetében az eltartóképesség megállapítása különbözik minden más fajétól. Ennek az elsődleges oka, hogy különböző fajok egyedei önmaguk szervezetének életben tartására vesznek el anyagot és energiát a környezetükből, míg az embernek ún. belső (endoszomatikus) és külső (exoszomatikus) anyag- és energiaigénye van. A külső energiaigény azoknak a struktúráknak a kiépítésére, fenntartására és üzemeltetésre szükséges, amelyek az ember csökkent biológiai alkalmazkodóképességét pótolják technikai úton.

Tovább bonyolítja az eltartóképesség megállapítását, hogy az ember által igénybe vett források köre rendkívül változatos, és képes egymást helyettesíteni, de képes új források bevonására vagy előállítására is. Így az eltartó képesség a technikai tudás függvénye is. Az sem elhanyagolható bizonytalansági tényező, hogy az emberek legtöbbször nem elégszük meg szükségleteinek kielégítésével, illetve a szükségletek és igények nemcsak fizikai fenntartásunkra, hanem kulturális, technikai, szórakozási igényeinkre is kiterjednek.

Azt biztosan állíthatjuk, hogy a jelenlegi technikai ismereteink mellett bolygónk nem tud tartamosan eltartani hétmilliárd embert. Az eltartóképesség lokális vagy globális meghaladásáról, a hely (ökoszisztémák), vagy a tér (bioszféra) visszajelzéseiből értesülhetünk, általában utólag, amikor az már jól látható degradációban nyilvánul meg. A degradáció a rendszerek tűrőképességének, másképpen *rugalmasságának* átlépésével jön létre.

Minden rendszer jellemezhető a rugalmasságával (*resilience*), amely azt mutatja meg, hogy mekkora az a ráható erő, amelytől még nem szenved a rendszer szerkezeti változást. Ha egy gumilabdát nagy erővel nyomunk össze, akkor az egy bizonyos ráhatásnál kipukkad, és olyan szerkezeti (alak) változást szenved, amely után nem képes eredeti működését (funkcióját) megtartani. Azt, hogy bolygónk tűrőképességét (rugalmasságát) meghaladtuk, onnan tudjuk tehát, hogy szerkezeti változásokat hoztunk létre a túlzott terhelések miatt. Ezek a szerkezeti változások működési változásokban is megnyilvánulnak, tekintettel arra, hogy a szerkezet és a működés elválaszthatatlanok egymástól. A Föld légkörének megváltoztatása a szén-dioxid-koncentráció növelése révén olyan légkörszerkezeti változást okoz, amely többek között az éghajlat megváltozásában nyilvánul meg. De szerkezeti változás a fajok ezreinek kihalása is, amely a Föld élővilágának szerkezetét változtatja meg, aminek következtében csökken a talaj, a víz, a biológiai alapok megújuló képessége, vagy megváltoznak a bio-geokémiai ciklusok és felborul a szén, a nitrogén, a foszfor stb. körforgása.

Ezek után teljesen nyilvánvaló az eltartó-, és tűrőképesség összefüggése: a túlzott igénybevétel a rugalmasság meghaladásával jár, ami szerkezeti változásokat eredményez, módosítja a működést, és csökkenti a rendszer eltartóképességét.

Mennyire szűkösek az erőforrások?

Olaj-csúcs, talaj-csús, víz-csúcs

A természeti erőforrások korlátolt mértékben állnak az emberiség rendelkezésére. A természeti erőforrásokat szokás megújulónak, korlátozottan megújulónak, és nem-megújulónak nevezni. A nem megújuló források is megújulnak, de megújulásuk olyan lassú a fogyasztásuk üteméhez képest (pl. a legtöbb szénhidrogént több ezerszer,

százezerrel gyorsabban fogyasztjuk, mint az megújulna), hogy ezért nevezzük őket nem-megújulónak. A megújulás azt jelenti, hogy egy erőforrás nagyobb vagy legalább olyan ütemben újul meg, mint amilyen mértékben fogyasztjuk. Megújulásról azonban nemcsak mennyiségi, hanem minőségi értelemben is beszélhetünk. Pl. egy vízbázis megújul, ha a használat során nem csökken a víz mennyisége, de ha elszennyezzük a vízkészletet, akkor minőségileg változik.

Számos olyan esetet ismerünk, amikor egy-egy erőforrás felhasználásának elértük a csúcspontját, vagyis abból nagyobb napi mennyiség már nem termelhető ki. Az első ilyen jelenséget egy amerikai geológus írta le, aki előre megjósolta az amerikai hagyományos olajok kitermelési csúcspontját (az olaj-csúcs elmélete - peak oil, **M. King Hubbert**, 1956.). Az olaj-csúcs elmélete levezethető az oljakutak kitermelési görbéjéből, amely egy darabig felfutóban van, majd egy ideig a maximumot nyújtja, utána pedig csökkenni kezd. Ez a jelenség kivetíthető az összes kimerült, működő és még felfedezhető olajmezőre. Ezt a tendenciát mutatja az üzembe állított jelentős mezők számának változása, illetve az új, tervezett mezők száma. 2000-ben 16, 2001-ben 8 nagy mezőt fedeztek fel, 2002-ben pedig már csak 3-at, és azóta egyet sem. 2003-ban 7, 2004-ben 14 új megaprojekt kezdett termelni. A 2005-ös év volt a csúcs év, mert ekkor kezdett el termelni a legtöbb előkészületi folyamatban lévő projekt, szám szerint tizenhármat. 2006-ra ez a tempó tizenegyre lassult le. 2007-ben mindösszesen három új, előre megtervezett projekt indult, további másikat terveznek a 2008-as évre. A 2009 és 2010-es évekre pedig már egyetlen új nagy projekt sem volt betervezve.

A geofizikusok egybehangzó becslése alapján könnyen kitermelhető (azaz 1 hordó erőforrás ráfordításával 5-8 kitermelt hordót eredményező) olajból már nincs több a Földön; illetve 90% annak esélye, hogy nagy mezők (mint például a szaúdi Ghawar, amely a világtermelés tizedét adja) már nincsenek feltáratlanul. Jelenleg az olajkészletek harmada már kimerülő mezőkről származik, amelyekre nagyjából állandó 4%-os csökkenés jellemző.

2005-ben úgy látszott, hogy a kitermelési csúcs napi 74 millió hordóval bekövetkezett, ám ezt a mennyiséget 2011-12-ben tovább növelték. Jelenleg napi 85 millió hordó körül mozog a kitermelés, és a tetőzést jelenleg a húszas évekre várják az optimista becslések. Az előrejelzést nehezíti, hogy számos ország, de főleg az USA sikeresen termeli ki a nem hagyományos olajokat, mint amilyen az olajhomok és olajpala. Ezek energia output-input hányadosa (ún. EROIE érték), azonban már sokkal kedvezőtlenebb, mint a hagyományos olajok esetében: egy hordó bevitt energia 2-3 hordó eredményt produkál.

Annak ellenére, hogy az USA fokozta az olajkitermelést a nem-hagyományos olajok tekintetében, miközben a világ olajfelhasználásának negyedét tudhatja magáénak, kitermelése a világ kitermelésének alig több mint 10%-a. Az Európai Unió helyzete ennél is kedvezőtlenebb, 19,1%-os fogyasztás mellett csak a világtermelés 4,3%-át adja. Érdekes szám, hogy a feltörekvő Kína egyelőre csak a világ összes fogyasztásának 6%-át jelenti.

Az olajkészletek ismert mennyiségének és az éves kitermelésnek a hányadosa azt mutatja, hogy 47 évre elegendő az olaj, és 63 évre a földgáz. A reménybeli készletek, az új felfedezések révén ez az élettartam olaj esetében 13.3, gáz esetében 39.4 évvel meghosszabbítható. Ugyanakkor a várható igénynövekedés miatt a napi kitermelések emelkedni fognak, amely csökkenti a várható élettartamot. Ezt a 2030-ig számolt növekedési előrejelzések figyelembe vételével az olaj esetében 44 évre, a gáz esetében 85 évre módosíthatjuk. Ezek a számítások nem veszik figyelembe a nem-hagyományos szénhidrogének készleteit, mivel azok nem ismertek pontosan, ugyanakkor kitermelésük

esetén a szénhidrogének a század végéig biztosíthatják az emberiség szénhidrogén igényét.

A nem-konvencionális szénhidrogének termelése egyelőre számos technikai, technológiai kérdés sürgős megoldását igényli. A kitermelési hatások javítása, a környezeti károk mérséklése, a termelési költség csökkentése és a szénhidrogének világpiaci árának alakulása központi kérdése ezen alternatív energiahordozók hasznosításának.

A világ szénvagyona a jelenlegi hasznosítási ütem mellett eltérő becslések szerint 112-168 évre elegendő, melyet természetesen a felfedezhető készletek felfelé, a kitermelési ütem növekedése lefelé módosíthat.

Amíg a fosszilis energiahordozók helyettesítésére az emberiségnek van elvi esélye, addig a talaj és a víz aligha helyettesíthető erőforrások. **John Crawford**, a Sydney-i Egyetem Fenntartható Mezőgazdaság tanszékének vezetője szerint akár 60 év alatt is elfogyhat a termőtalaj a világon (talaj-csúcs - peak soil) a föld túlzott használata miatt. Az általa bemutatott tanulmány szerint a termőtalaj vékonyodásának oka az elhibázott földhasználat és túltermelés okozta erózió, valamint a klímaváltozás.

Crawford becslése szerint évente 75 milliárd tonna talaj pusztul el világszerte, és mára a világ termőtalajának 80 százaléka mérsékelten vagy jelentősen erodálódott. Kínában az erózió üteme a természetes regenerációs képesség 57-szerese, míg Európában 17-szeres, Amerikában 10-szeres, Ausztráliában 5-szörös a mutató. Az elmúlt fél évszázad során India a mezőgazdasági területének durván egynegyedét, Kína a termőterületeinek 11 százalékát veszítette el.

A fenntartható mezőgazdaság azt jelenti, hogy a mezőgazdaság úgy bánik az általa használt erőforrásokkal, hogy azok képesek legyenek megújulni. Vagyis nem 17-szer gyorsabban kellene pusztulnia a talajnak Európában a megújulás mértékéhez képest, hanem legalább annyinak kellene évente keletkeznie, mint amennyi elpusztul.

A víz-csúcs (peak water) teóriáját 2010 óta ismerjük. A víz-csúcs ebben az esetben sem azt jelenti, hogy kifogyunk az ivóvízből, hanem azt, hogy folyamatosan csökkennek az egy főre jutó felhasználható, magas ökológiai minőséggel jellemezhető vízkészletek. A fogyás egyrészt összefügg a nem fenntartható vízkészlet-gazdálkodással, mint amilyen az öntözések legtöbbje (a megtermelt gabona 40%-a öntözött területről származik világszerte), amikor az öntözővíz kivételének üteme meghaladja a vízszint regenerálódásának ütemét, másrészt pedig a vízkészletek elszennyezésével.

Manapság mintegy 800 millió ember nélkülözi az egészséges és elegendő ivóvizet, és becslések szerint számuk 1,8 milliárdra nő 2025-ig.

Látszólag az emberek közvetlen vízfogyasztása nem túl magas. Egy átlagos magyar fogyasztó 100-120 litert használ fel naponta, ez 36 – 43 ezer liter víz egy év alatt. Ezzel szemben az ún. virtuális vízfelhasználás egy átlagos világpolgár esetében 1,24 millió liter évente. A láthatatlan vízfelhasználásunkat az ételünkhez, ruháinkhoz, berendezéseinkhez felhasznált víz jelenti, amelyek során nagyságrenddel nagyobb mértékben szennyezzük el vízkészleteinket, mint a személyes felhasználás során. A világon a legnagyobb vízfelhasználó az agrárgazdaság, amely a 70%-át igényli az összes felhasználásnak. Naponta 4 liter vizet fogyasztunk el ital vagy étel formájában, de az ételünk megtermeléséhez napi 2000 liter vízre van szükségünk. Ez ötszázszoros szorzó.

Milyen következményei vannak a túlzott környezethasználatnak?

Éghajlatváltozás és klímapolitika

A legtöbbet emlegetett, és okait tekintve a legtöbbet vitatott környezeti állapotváltozás az éghajlatváltozás. **Éghajlatváltozásról** akkor beszélünk, ha egy megelőző időszak – a Meteorológiai Világszervezet az előző harminc évet tekinti összehasonlítási alapnak – időjárási jellemzőihez képest változásokat észlelünk. Az éghajlat tehát egy földrajzi terület és időszak átlagos időjárási jellemzője, amíg az időjárás egy pillanatnyi állapot. A Föld története éghajlatváltozások története is egyben. A Föld 100 ezer éves távlatban 25 klímaugrást élt meg. A kiegyensúlyozottabb utolsó 10 ezer évben is volt négy kisebb ingás, valószínű a Föld pályamódosulásainak megfelelően. Manapság újabb változásnak vagyunk a részesei, 1850 óta minden harminc éves periódus melegebb volt a földfelszíni hőmérséklet tekintetében, mint az előző harminc. Az északi féltekén 1982 – 2012 közötti időszak volt a legmelegebb az utóbbi 1400 évben. 1880 és 2012 között a globális föld- és tengerfelszíni hőmérséklet kombinált értéke 0,85 °C -kal emelkedett.

A 0,85°C változás még nem okoz elviselhetetlen feladatokat, de nagyjából egyetértés van abban, hogy 2°C hőmérséklet növekedés már kezelhetetlen lenne. Különösen igaz ez az ember esetében, aki mesterséges, épített környezetben él, így nemcsak szervezetének kell alkalmazkodnia a változásokhoz, de a létfenntartáshoz ma már nélkülözhetetlen infrastruktúrákat is meg kell őriznie az időjárás szélsőségeitől. Ilyenek az árvízvédelmi művek, az úthálózat, az energia szállítási rendszerek, az épületek stb.

Az éghajlat egyes jellemzői szoros összefüggésben állnak egymással, ha az egyik változik, az a többi változását is magával húzza. A globális átlaghőmérséklet emelkedésével együtt jár a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoriságának fokozódása, a hőhullámok gyakoribbá válása. A hőmérsékletváltozás kísérője a tengerszint emelkedése is, amelynek a mértéke a XX. században 20.32 cm volt.

A jövőben várható hőmérsékletváltozások előrevetítését számos bizonytalansági tényező hátráltatja, hiszen az éghajlatot nagyon sok külső és belső tényező határozza meg együttesen, és nem lehet csak a várható üvegházhatású gáz (ÜHG) koncentrációval összefüggésbe hozni. A globális hőmérséklet emelkedés tekintetében az előrejelzések 0,3-4,8°C között szórnak, és a Föld különböző régióiban a változás eltérő volta valószínűsíthető. A tengerszint-emelkedésre a legrosszabb forgatókönyv szerint 91 centiméter lehet az évszázad végére, 26-82 közötti értékek a leggyakoribbak.

Az éghajlatváltozás ugyan tény, ám arról heves viták folynak, hogy milyen mértékben járult ehhez hozzá az ember környezet-átalakító tevékenységével. A legtöbb tudományos nézet, amelyet pl. a világ számos klímakutatóját felölelő Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) is képvisel, az éghajlatváltozás okaként a légkörben felgyülemlt üvegházhatású gázokat teszi felelőssé. Tény kérdése, hogy a légkör ÜH-gáz tartalma (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid, klórozott-fluorozott szénhidrogének) az ipari forradalom óta jelentősen, 40%-kal emelkedett szén-dioxidban kifejezve, amelynek nagyobb része a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből, kisebb része a földhasználat megváltozásából származik.

1750 és 2011 között valószínűleg 375 Gt szén került az atmoszférába a fosszilis energiahordozók elégetéséből és a cementiparból, míg 180 Gt a földhasználat változásból. Az óceánok az antropogén kibocsátás mintegy 30%-át (155Gt C) nyelték el, amely azok savanyodásához vezetett. A szárazföldi ökoszisztémák 160 Gt-át használtak fel. Nyelők hiányában a többi kibocsátás, 240 Gt, a légkörben halmozódik fel, és ezért nő abban az ÜHG koncentráció.

Tudósok már a hetvenes évek óta figyelmeztettek az éghajlatváltozás veszélyére. A nemzetek közössége érdemben 1992-ben Rio de Janeiróban lépett fel először a fenyegetés ellen, ahol aláírták az *Éghajlat-változási Keretegyezményt*, amely 1994-ben lépett életbe. Az egyezmény fő célja, hogy a kormányközi tárgyalásoknak nyújtson keretet. Az egyezményt 189 ország ratifikálta. A keretegyezmény egy fontos végrehajtási állomása Kiotó volt, ahol aláírták a *Kiotói Jegyzőkönyvet (1997, életbe lépett: 2005)*. A jegyzőkönyv értelmében 39 fejlett állam, köztük az akkori EU-15-ök átlagosan 5,2%-os csökkentést vállaltak az 1990-es bázisévhez képest. Az első célidőszak 2008-2012 volt, majd 5 évenként lennének újabb és újabb vállalások, amelyekben eddig nem tudtak megállapodni.

Az Európai Unió kezdetektől fogva élére állt az éghajlatváltozás elleni küzdelemnek. Kiotóban az átlagnál magasabb, 8%-os vállalást tett, majd önkéntesen, nemzetközi keretegyezmény nélkül 2020-ig 20%-os csökkentés mellett kötelezte el magát. Létrehozta az Európai Éghajlatváltozási Programot (ECCP), és saját kibocsátás-kereskedelmi rendszert működtet (*EU-ETS*), amely az Európai Unió ipari nagy-kibocsátóira vonatkozó kötelező érvényű kereskedelmi rendszer.

A rendszer lényege, hogy közös kibocsátási keretet szab meg az összes nagy-kibocsátónak. A keretet évről évre ütemesen csökkentik. Az első kiosztási periódusban a tagországok nemzeti kiosztási tervet készítettek, amelyet az Unió hagyott jóvá, és amely meghatározta az egy kibocsátóra jutó kibocsátási lehetőséget. Azok, akik kevesebbet bocsátanak ki a kapott joghoz képest, eladhatják jogaikat azoknak, akik nem tudtak a saját normáiknak megfelelni. A rendszer lehetőséget ad arra, hogy a kibocsátási egységek árának megfelelően az egyes szereplők eldöntsék, hogy jobban megéri-e beruházni a csökkentésbe, vagy éppen megvenni a kibocsátási egységeket. Bármelyik mentén döntenek is, összességében az egész közösség kibocsátása csökkenni fog. 2009 óta változás az is, hogy már nem csak a nagy-kibocsátókra vonatkozik a direktíva, hanem az úgynevezett nem-ETS szektorra, mint amilyenek a háztartások is.

Manapság sokan megkérdőjelezik, hogy az éghajlatváltozásért az ember a felelős. A „klíma-szkeptikusok” felvetik azt a kérdést, hogy a szén-dioxid légköri koncentrációjának a növekedése-e az oka a felmelegedésnek, vagy pedig éppen fordítva, az emberiségen kívül álló tényező (pl. nap) felmelegítő hatása miatt emelkedik a légköri szén-dioxid gáz koncentrációja. Tény ugyanis, hogy a földtörténet során a két görbe együtt fut, és a tyúk tojás problémájával állunk látszólag szemben. Azonban a földtörténet során arra is találunk bizonyítékokat, hogy hol a növekvő hőmérséklet, hol a megnövekedett szén-dioxid volt a kiváltó ok. Vagyis, ha emelkedett a hőmérséklet pl. a Nap-Föld pályájának változása miatt, akkor megnőtt a szén-dioxid koncentráció, ha viszont a szén-dioxid koncentráció emelkedett meg, vagy éppen süllyedt, akkor a hőmérséklet ezeket a változásokat követte. A hőmérséklet változást kiváltó tényező a Föld-Nap helyzetének változása, mint ahogy azt **Milankovic** óta ismerjük, és amely választ adott a jégkorszak glaciális és interglaciális periodicitására.

Természetesen egyetlen folyamat iránya sem tart örökké, mert valami mindig

visszaszabályozza

a vezérelt folyamatokat. Pl. nagyon valószínű, hogy az eocén kezdetén tapasztalható felmelegedésnek mintegy 49 millió évvel ezelőtt egy Azolla nevű vízi haraszt vetett véget, amely olyan mértékben szaporodott el a mai jéggel fedett, de akkor beltengerrel borított területen, hogy önmaga képes volt annyi szénat kivonni a légkörből, hogy az lehűléshez vezetett.

Ma elég egyértelműen látjuk, hogy az ember tölti fel a légkört ÜH-gázzal, és nem a felmelegedés. Aligha cáfolható, hogy az ember milyen ütemben növeli a kibocsátásait, hiszen ezt évről évre követjük. Lehetséges, hogy ez a kibocsátás nem lenne elég önmagában egy ilyen jelentős légköri koncentráció emelkedéséhez, ha nem tettük volna tönkre a természetes nyelőket, és amelyek önmaguk is ne válnának folyamatosan kibocsátóvá, ahelyett, hogy nyelőként funkcionálnának.

Biológiai sokféleség

Biológiai sokféleségen a genetikai, faji és élőhelyi sokféleséget értjük. A genetikai sokféleség a fajokon belüli genetikai variációk sokfélesége, amelynek alapvető jelentősége van a környezeti változásokhoz történő alkalmazkodásban. Az egy fajhoz tartozó variációk száma nagyobb esélyt ad az alkalmazkodásra, míg a sokféleség beszűkülése kockázatokat rejt a faj fennmaradása szempontjából.

A faji sokféleséget jelzi, hogy ma kereken 1,6 millió leírt fajt tart nyilván a tudomány. A jelenlegi becslések szerint körülbelül 14 millió faj élhet a Földön, vagyis valószínű, hogy az összes faj 90%-a ismeretlen a tudomány számára. Az emberi tevékenységek hatására ezeknek a fajoknak a nagy része úgy halhat ki, hogy meg sem ismertük őket. Erre a feltételezésre alapos okot ad, hogy a fajok kihalásának „normális” evolúciós üteme a korábbinak 100-1000-szeresére emelkedett. A múlt században valószínűleg éves átlagban 2500 faj halt ki, míg ebben az évszázadban ennek 10-20-szorosára lehet számítani. Egyes szakemberek szerint a biodiverzitás jelenlegi pusztulása a földtörténet során eddig soha nem tapasztalt, katasztrofális ütemben folyik.

Az élőhelyek változatossága egy adott területen belül található eltérő élőhelyek számát, mintázatát jelenti. Az élőhelyek sokszínűsége a különböző élőhelyek által nyújtott ökológiai feltételek eltérésének és az eltérő szerveződésnek a következménye.

A biológiai sokféleség a bioszféra „immunrendszere”. A sokféleség nagyobb értéke jelenti a magasabb immunitást. A környezet változásaihoz való alkalmazkodásnak rendszerszinten akkor van nagyobb esélye, ha minél nagyobb az a készlet, amelyből szelektálni lehet. Még drasztikus környezeti változások esetén is megvan annak az esélye, hogy a sokféle alkalmazkodási formából legyen túlélő. A biológiai sokféleség tehát a rendszer stabilitását is jelenti egyben.

Mit kell tudnunk a géntechnológia eljárásokkal módosított élőlényekről? (Genetikailag módosított élőlények, (Genetically Modified Organisms, röviden GMO)

Korunk kihívásaira, amelyek a növekvő emberi népesség élelmezési, energetikai és egészségügyi gondjaira vonatkoznak, a géntechnológia szerteágazó válaszokat kíván adni, akár a mikrobák, növények, vagy állatok genetikai módosítása által. A biotechnológiának a növénytermesztés, és az alapanyagok konverziójának minden

területén vannak törekvései. Elsődleges cél a produkció növelése, vagy valamilyen speciális tulajdonság kifejeződésének erősítése, pl., alkalmazkodás a marginális területek ökológiai viszonyaihoz; olaj-, cukor-, vagy keményítőtartalom növelése; ellenállás a rovarkártevőknek; előny a gyomnövényekkel szemben; magasabb cellulóz-, kisebb lignin-tartalom stb. A törekvések másik nagy területe az alapanyagok átalakításának megkönnyítése, mint például a cukor kivonása, a keményítő és a cellulóz hidrolízise és fermentációja a géntechnológia segítségével.

A szerteágazó célok között találjuk a rekombináns fehérjék termeltetését, amelyek diagnosztikai és terápiás célokra használt fehérjék, amelyeket nem a saját szervezettel termeltetnek, hanem más gazdaszervezettel, amelybe átviszik az adott fehérje genetikai kódját. Pl. eritropoetin vérképzési zavarok kezelésére; hepatitisz B vakcina védőoltáshoz, inzulin diabetes kezelésére, veszettség vírus vakcina, VIII-as véralvadási faktor (A-típusú hemofília) kezelésére stb.

Az ember a mikrobákat ugyanúgy szaporítja, mint a növényeket, állatokat, és újabban módosítja is. A felszaporított mikrobákat a biológiai transzformációban használja fel, amelyben a mikrobák átalakítják a szubsztrátokat, miközben ők nem használódnak fel (biokatalízis). Az élelmiszeripar tejipari készítmények, alkohol, ecet stb.; a gyógyszeripar antibiotikumok, enzimek, B12, hormonok; a környezetvédelem a biodegradáció elvégzésére; az energiaipar biogáz termelésre alkalmaz módosított mikrobákat. A módosítás fő célterülete jelenleg a nitrogén- és a szénfixáció javítása a nagyobb produkció vagy a cellulóz lebontása az agroüzemanyagok termelése érdekében.

Jelenleg a transzgenetikus növények három generációjáról beszélünk már. Míg az első generációs transzgenetikus növények célja a stressz-rezisztens fajták elterjesztése és a növénytermesztés technológiájának elősegítése; addig a második generációs transzgenetikus növények a növekedésben, a fejlődésben, az anyagcserében módosított növények; míg a harmadik generációsaktól azt remélik, hogy a növények bioreaktorokként, saját magukban állítanak elő ipari alapanyagokat, fehérjéket, enzimeket stb.

A leggyakrabban a mezőgazdasági haszonnövényeket módosítják: repce, burgonya, cukorrépa, búza, kukorica, szója, gyapot. Az egyik leggyakoribb célterület, hogy a növény ellenálló legyen bizonyos gyomirtószerrel szemben, hogy az egész vegetációs időben lehessen irtani a gyomokat. Így annak veszélye nélkül lehet használni a gyomirtót, hogy az a haszonnövényt károsítsa. Ez első ránézésre előnyösnek látszik, viszont lehetővé teszi a szer gyakori alkalmazását a vegetációs időben is. Ettől több kémiai szennyező jut ki a környezetbe, illetve a túlzott használatához hozzászoknak a gyomok is, s ellenállóvá válnak a gyomirtóval szemben. Egy másik módosítás BT-toxint termelő növényeket hoz létre. A BT, a természetben előforduló baktérium nevének kezdőbetűi. Ezek a baktériumok olyan toxinokat termelnek, amelyekre számos rovarfaj érzékeny, s amely toxin általában ezek halálát okozza. Ennek a toxikus fehérjének az előállításáért felelős gént be lehet ültetni a haszonnövényekbe is, pl. kukoricába, amely ezáltal ellenállóvá válik a kukoricamoly hernyójával szemben.

Transzgenetikus állatokat elsősorban kutatási céllal állítottak eddig elő, pl. egerek tízezreit. Ezek tudományos célokat szolgálnak. Haszonállatok előállításáról kevés közlés van, nagyon magas a költségük. 1985 volt az első alkalom, hogy transzgenetikus sertést és birkát állítottak elő mikroinjektálással. Eddig: a tej és gyapjú szerkezeti fehérjéinek megváltoztatása, az immunrendszer megváltoztatása, betegségekkel szembeni ellenállóképesség kifejlesztése volt a cél, vagy az izomszövet jobb gyarapodása. Sok

nehézség, mellékhatás derült ki és megválaszolatlan etikai érvek merültek fel. Pl., ilyen a xenotranszplantáció, amikor mini sertéseket állítanak elő, amely immunológiai szempontból alkalmas emberi szervdonor. Erre moratórium van a legtöbb országban.

Sokan gondolják, hogy a GMO technológia hosszú távú hatásai az emberi egészségre és a Föld biológiai rendszerére károsak vagy kockázatuk nem kellően ismert.

A lehetséges kockázatok között leggyakrabban emlegetettek a biológia változatosságra gyakorolt potenciális hatások. Mivel a géntechnológia olyan géneket juttat be a kiszemelt szervezetekbe, amelyek természetes körülmények között oda elenyésző valószínűséggel kerülhettek volna, ezért az eljárás megzavarja a természetes evolúció menetét, olyan fajtákat, s azok olyan tulajdonságát hozza létre, amelyek azokra a fajtákra nem jellemzőek. Az így létrehozott fajták a szelekció során előnyre tehetnek szemben más fajokkal szemben. Az is lehetséges, hogy a módosított gének olyan fajokra kerülnek át, amelyekre nem szándékozták azt átadni. Pl. a módosított repce átadhatja a természetben található közeli rokonainak a módosított gént, s ezzel ők is hordozójává válhatnak az új tulajdonságnak.

Ismertek olyan esetek, amikor a nem célzott szervezetre gyakorol hatást a módosítás. Pl. bebizonyosodott, hogy a GM kukorica pollenje pusztulását okozta Amerikában egy ott nemzeti szimbólumként számon tartott nappali lepke hernyóinak. A gének megszökése, az átkezesztés veszélye fenyegeti az organikus gazdálkodókat is. Pl. hogyan lehet biztosítani, hogy egy módosított növény pollenje ne kerüljön át egy másik kultúrára, pl. a GM repce pollenje ne kerüljön át egy organikus termesztett kultúrába? Ennek úgy próbálják elejét venni, hogy ún. *koexistencia* szabályozást alkotnak, amely védőtávolságokat ír elő a különböző termesztés-technológiájú kultúrák között.

Az embereket leginkább a saját egészségükre leselkedő kockázatok izgatják. Az egyik legismertebb eset még a kezdetekkor történt Japánban, amikor módosított baktériumokkal termeltettek egy fontos *esszenciális aminosavat* az egészségipar számára. A módosított szervezetek ugyan több, de egyben szennyezett terméket produkáltak, amelynek hatására 5-10 ezren betegedtek meg, s negyven körül volt a halálos áldozatok száma. Ismertek a módosított szervezetek által termeltetett fehérjékkel szembeni allergiás tünetek is, pl. az USA-ban egy túl jól sikerült BT toxin váltott ki allergiás rohamokat az ilyen kukoricából származó élelmiszereket fogyasztók egy bizonyos körében. Több, mint háromszáz terméket kellett visszavonni a piacról, s a cégnek 1 MD dollárjába került a kaland a kártérítések miatt.

Magyarország is azon Uniós tagállamok közé tartozik, amelyek ellenzik a génmódosított növényfélések termesztésének és forgalmazásának engedélyezését, s változatlanul tilos a GMO-k köztermesztése. Ismert, hogy Magyarország sikeresen védte meg álláspontját a Mon 810-es kukorica tilalmának fenntartása mellett az Európai Bizottsággal szemben.

Ökoszisztéma szolgáltatások

Manapság a biológiai sokféleség jelentőségét az ökoszisztéma szolgáltatások koncepciójával (*Millennium Ecosystem Assessment*, ENSZ, 2005) kívánják közérthetővé tenni, illetve ezeknek a szolgáltatásoknak a közgazdasági értékelésével szeretnék megtalálni a helyét anyagi orientáltságú világunkban.

A koncepció szerint az emberiség különféle hasznokat húz a természetből. Az ökoszisztémák szolgáltatásait négy nagy csoportra osztották, úgy mint ellátó, szabályozó, támogató (újabban *habitat*) és kulturális szolgáltatások. Az **ellátó szolgáltatások** körébe tartozik az élelem, víz, ásványok, gyógyszerek és energiahordozók. A **szabályozó szolgáltatást** a szén megkötése, az éghajlat szabályozása, a hulladékok lebontása, a méregtelenítés, a víz és levegő megtisztítása, a kártevők féken tartása jelenti. **Habitat szolgáltatásnak** nevezzük a biogeokémiai ciklusok működtetését, a nitrogén-, szén-, kén-, és megannyi más ciklust, a magok elterjesztését és az elsődleges növényi produkciót. **Kulturális szolgáltatás** a lelki, szellemi, fizikai felüdülés, a természet jelentette inspirációnk, a tudományos felfedezések lehetősége.

A biológiai sokféleség egy fontos eleme az ökoszisztéma szolgáltatásoknak, de maguk a szolgáltatások az élőlények és környezetük közötti együttműködés eredményeként születnek. Ezért a különböző szolgáltatások nem elkülöníthetők, egymás függvényében léteznek csak. Jó példa erre, hogy amennyiben az ellátó funkciót a megújuló képességen túl használjuk, akkor felborítjuk a szabályozó, támogató, kulturális funkciót is.

A koncepciót érő fő kritika az ökoszisztéma szolgáltatások értékelését érinti, amely szerint a természet nem beárazható, és különösen veszélyes, ha forintosítjuk. Ha pénzben fejezzük ki, akkor ugyanúgy a vétel, eladás tárgyává válik, mint bármi más a piacon. Mivel a funkciók nem helyettesíthetők egymással, az ellátó funkció megfizetése a többi funkció elvesztéséhez vezethet, vagyis, ha valaki fizet érte, akkor elpusztíthatja ezeket a szolgáltatásokat. Ennek egyik gyakorlati példája az ún. *offset mechanizmus*. Ezt leginkább a szén-dioxid-kibocsátás esetére ismerjük, amikor a saját kibocsátásunkat úgy próbáljuk kompenzálni, hogy egy másik országban hajtunk végre valamilyen kibocsátás-csökkentési programot. Ilyen offset mechanizmusokat alkalmaznak akkor is, amikor egy-egy természetes élőhely felszámolását egy másik degradált élőhely felújításával akarják ellensúlyozni.

A kompenzációs mechanizmusok azonban soha sem fognak valódi kompenzációt jelenteni, hiszen az egyik élőhely elpusztításáért kifizetett pénzösszegek anyag- és energia-felhasználásban realizálódnak majd a rekonstrukció során.

A természet üzletté való degradációja számos etikai kérdést vet fel. Az embereknek nem azért kell megvédeniük környezeti értékeiket, mert azok szolgáltatnak nekik. Az emberiségnek kötelessége és felelőssége az éltető Föld megóvása, mert még azt sem tudhatjuk, hogy a sok milliárd égitest között létezik-e olyan, amely akárcsak hasonló életet hordoz.

A kritikák ellenére a koncepció alkalmas annak a megértésére, hogy ha csökkentjük a biológiai sokféleséget, akkor megváltoztatjuk az élő és élettelen környezet közötti kapcsolatot, és ennek következményeként környezetünk szolgáltató funkciója is átalakul, és ellátásunk élelemmel, rostanyaggal, energiával, friss levegővel, ivóvízzel, a természet szépségével és élményével, további megannyi más alapvető szolgáltatással, csökkenni fog.

Milyen válaszokat ad az emberiség a fenntarthatatlansági problémákra?

Környezetvédelem

A környezetvédelem az ember által okozott jelentős környezeti hatások megelőzését, felszámolását, vagy kompenzálását jelenti. A környezetvédelmet megalapozó környezetpolitika jelentős változáson ment át a hatvanas évek óta. Eleinte a környezeti kibocsátások szabályozásán keresztül, jogszabályokkal és szankciókkal kívánta megakadályozni az egyes szennyező anyagok környezetbe kerülését, amelyekhez határértékeket rendelt. A környezetvédelemnek ezt a korszakát „csővégi környezetvédelemnek nevezzük”. Vagyis nem megelőzte a károsanyag-kibocsátásokat, pl. a technológiák lecserélésével, hanem a kibocsátásokat igyekezett elviselhetővé tenni a környezet és az emberek számára.

A környezetvédelemnek ezt a gyakorlatát a jelentős környezeti hatásra irányuló figyelem hozta létre. A környezetvédelem akkor tekint jelentősnek egy hatást, ha a környezeti terhelések következtében jelentős állapotváltozás áll be a környezetben, és annak hatásai jelentősek valamely környezeti elemre vagy az ember egészségére. A jelentéktelen terhelésekkel azonban nem foglalkozott. Ma már jól látható azonban, hogy a jelentéktelen terhelések összeadódnak globálisan, és globális környezeti problémákat hoznak létre. Erre figyelmeztet bennünket az ózont károsító CFC gázok vagy az üvegházhatású gázok története.

A környezetvédelem hibás gyakorlatának bizonyul a helyi, jelentős környezeti problémák elhárítása is. A helyi problémákat, mint pl. szennyvíz, hulladékok, közlekedés okozta légszennyezés, nap, mint nap újratermeljük. Az ezekre irányuló megoldások nem megszüntetik a terhelést, hanem enyhítik hatásukat. Ez azonban csak látszat, hiszen a helyi jelentős problémák napi kezelést igényelnek, ahhoz pedig energiát és anyagot, vagyis természeti erőforrásokat használunk fel. Az erőforrások felhasználása pedig környezeti kibocsátásokkal jár. A valóságban tehát a probléma kezeléséhez további erőforrásokat vonunk be, amelyek környezetterhelő hatása valahol máshol jelentkezik. Amíg a napi terheket újratermeljük, addig a kezelésükhöz szükséges erőforrás-felhasználás jelentéktelennek tekintett hatásai összegződnek, és hozzájárulnak a globális környezeti problémákhoz.

A környezeti problémák modern megközelítése a környezeti szempontok figyelembe vétele a döntésekben. Ezt minden döntési szinten meg kellene tennünk, a politikai, stratégiai döntésektől kezdve, a fejlesztési terveken át az egyéni életünkre, fogyasztásunkra vonatkozó döntésekig. Ez az elv már jó két évtizede létezik az európai gyakorlatban, de végrehajtása a jogszabályok szintjén meglehetősen formális, másrészt az egyén szintjén a környezeti tudatosságot nem lehet normákkal szabályozni.

A környezeti szempontok érvényesítése döntéseinkben a környezeti problémák létrejöttének megelőzéséhez vezetne, és szükségteenné válna a további erőforrásokat igénylő környezetterhelő beavatkozások utólagos kivitelezése.

Megújuló energiaforrások

A környezeti terhelések minden esetben összefüggésben vannak az energia felhasználásával. A fosszilis, nem megújuló energiaforrások kitermelése, szállítása, feldolgozása, majd felhasználása egyaránt kibocsátásokkal terheli a környezetet, és igénybe veszi a természetes ökoszisztémák területeit is. A fosszilis energiahordozók különösen az éghajlatváltozás kapcsán váltak nem kívánatosá, de korlátozott

rendelkezésre állásuk miatt, amúgy is gondoskodni kellene helyettesítésükről.

A világon az összes felhasznált primer energia mintegy 12%-a megújuló energia. Ennek azonban a legjelentősebb része a biomassza, amely csak feltételesen megújuló. Egy erdő pl. csak abban az esetben újul meg, ha a kitermelés mértéke nem haladja meg az éves növedéket. Hiába hallunk oly sokat a nap- és a szélenergiáról, ezek arányának növekedése csak lassú egy állandóan növekvő energiafogyasztásban.

Ha a jelenlegi technikai ismereteink mellett kívánnánk a fosszilis tüzelőanyagokat helyettesíteni, akkor napi egy gigawatt, ezer megawatt megújuló kapacitást kellene átadni ahhoz, hogy 2050-re a fele fosszilis energiaforrást helyettesítsük. Még ha ez meg is történne, akkor is az évszázad közepére 550 ppm-re (a koncentráció mértékegysége, *parts per million*, azaz rész a millióban,) nőne az üvegházhatású gázok koncentrációja a légkörben. Amennyiben csak napi 500 megawatt teljesítménnyel tudjuk növelni a megújuló kapacitásokat, úgy 2050-re az ÜHG koncentráció eléri a 750 ppm-et, ami pedig már jóval túlmutat a még esetleg tolerálható 2 °C felmelegedé sen.

Fenntartható erőforráshasználat

A fenntartható erőforráshasználat a természeti erőforrások tartamos használatára vonatkozik. **A fenntartható erőforráshasználat stratégia célja: a gazdasági növekedés és terhelés abszolút szétválasztása globális és helyi léptékben.** Az emberiség alapvető szükségleteinek kielégítéséhez szüksége van arra, hogy környezeti erőforrásait hasznosítsa. A hasznosítással párhuzamosan azonban gondoskodni kell az erőforrások megőrzéséről is (*az erőforrások egyidejű használata és megőrzése*). A nem megújuló természeti erőforrások végesek, ezek fenntartható használata úgy biztosítható, ha használatuk közben kitermeljük azokat a szellemi és anyagi javakat, amelyek segítségével gondoskodhatunk helyettesítésükről. A megújuló természeti erőforrások fenntartható használata azt jelenti, hogy ezeket az erőforrásokat megújulásuk mértékéig használjuk fel.

A meghatározás értelmezéséhez a természeti erőforrások definiálására is szükségünk van. **Természeti erőforrások:** adott időpontban, illetve időszakban meghatározott közösség rendelkezésére álló azon erőforrások, amelyek vagy teljesen függetlenek az emberi akaratlagos tevékenységtől, vagy meglétük elválaszthatatlanul és döntő módon a természeti tényezők függvénye. Fizikai jellemzőik szerint elsődlegesen, mint **ki nem meríthetők** (nap, szél) és **kimeríthetők** (ásványi nyersanyagok, faállomány) csoportosíthatók. A kimeríthetők ugyancsak két csoportba sorolhatók, **megújuló** (erdő), és **nem megújuló** (kőolaj) erőforrások.

A két definícióból következik, hogy a fenntartható használatot nem lehet leszűkíteni az erőforrásokra, mivel „meglétük elválaszthatatlanul és döntő módon a természeti tényezők függvénye”. **A természeti erőforrások fenntartható használata nem nélkülözheti a környezeti rendszerek szerkezetének és működésének megőrzését, hiszen ezek biztosítják az erőforrások megújulását.**

Nyilvánvaló, hogy minden rendszer alapvető tulajdonsága, hogy szerkezete és működése szétválaszthatatlan, s magának a rendszernek az irányítása annak szerkezetében gyökerezik. Az erőforrások egyaránt szerkezeti és funkcionális elemek, fizikai valóságukban (ásványi anyagok, talaj, élőlények stb.) a szerkezethez tartoznak, míg funkcionálisan a biogeokémiai ciklusok megnyilvánulásaihoz köthetők. A környezeti rendszerekből tehát nem választhatók le az erőforrások. Ez a fogalom emberközpontú, s arra vonatkozik, hogy mi az, amit elveszünk, felhasználunk a környezetből. De még ez

sem teljeskörű gondolkodás, hiszen nem csak elveszük, felhasználjuk, de hulladékait vissza is juttatjuk a környezeti rendszerekbe. Ebből a nézőpontból kiindulva a fenntartható használatot az erőforrásokra korlátozzuk, s akkor beszélhetünk **fenntartható használatról, ha az erőforrások elvétele, felhasználása és hulladékainak visszajuttatása során sem a környezeti rendszerek szerkezetében, sem funkciójában nem okozunk jelentős változást.**

Zöld gazdaság - kék gazdaság

A UNEP meghatározásában a zöld gazdaság javítja az emberek jólétét, míg jelentősen csökkenti a környezeti kockázatokat és figyelembe veszi a környezet adta szűkösségeket. Egyszerűbben a zöld gazdaság egy alacsony-karbonszármazék, erőforráshatékony, és szociálisan érzékeny gazdaság. A legtöbb kormány felfogásában a zöld gazdaság *addicionális* jellegű, amely többnyire az alternatív energiagazdálkodásra korlátozódik, zöld munkahelyeket teremt és növeli a versenyképességet.

Ugyanakkor ez egy új makrogazdasági modell mentén létrejövő új gazdaságszerkezet, amelynek a lényege a kevesebb anyag- és energiafelhasználás, valamint a több információáramlás. Ennek kapcsán a zöld gazdaság a teljes termelési és fogyasztói szerkezet átalakítását jelenti, továbbá, hogy a termelés és fogyasztás minden egysége zárt ciklusba kapcsolódik össze, és olyan, mint a természet gazdasága (kék gazdaság).

A Pauli-féle (**Gunter Pauli**, 1956, holland származású író, vállalkozó, a *Római Klub* volt elnöke) kék gazdaság körfolyamatokba rendezné az anyagáramokat, hasonlóan a geokémiai ciklusok működéséhez. A kék gazdaság egy olyan projektként indult, melyben arra vállalkoztak, hogy megtalálják azt a száz legjobb technológiát, amelyet a természet működése inspirált. A kutatás során 340 ilyen megoldást találtak 2200 technológia átvizsgálása után, amelyek alkalmasak arra, hogy új üzleti lehetőségeknek nyissanak utat, miközben tényleg szolgálják az emberek javát, és a környezetet is hatékonyan hasznosítják. A kék gazdaság elve, hogy „használd azt, amid van, és sokszorozd meg a hasznait.” Sok esetben a meglévő eljárások logikus egyszerűsítéséről van csupán szó. Például az egész elektromos ellátó rendszerünket 220 voltos váltóárammal üzemeltetjük. A napelemek által termelt 12 voltos egyenáramot így kénytelenek vagyunk drága berendezésekkel és jelentős veszteségekkel átalakítani, hogy betáplálhassuk a hálózatba, majd az így átalakított energiát számos fogyasztó esetében visszaalakítjuk.

BIBLIOGRÁFIA

Cohen, J.: How Many People Can the Earth Support? New York, Norton, 1995.

Constanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., Norgaard, R.: An Introduction to Ecological Economics, ISEE, St. Lucie Press, Florida, 1997.

Daly, Herman. A közgazdaságtudomány lehetlenségi tétele. (Sustainable Growth: An Impossibility Theorem. Development, 1990: 3/4, Rome)

<http://www.c3.hu/~bocs/eletharm/harpart/daly3pi.htm>

Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursel A., Reed A., Wackernagel M.: Ecological Footprint Atlas, Oakland: Global Footprint Network, 2010

http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf

Gyulai, I.: A fenntartható fejlődés, Ökológiai Intézet, Miskolc, 2012.:

http://www.mtvsh.hu/dynamic/fenntart/a_fenntarthato_fejlodes.pdf

Gyulai, I.: A fenntarthatóság fogalma és lényege, a fenntartható fejlődés, Magyar Természettudományi Szövetség, Budapest, 2002.

Gyulai I.: Fenntartható fejlődés és fenntartható növekedés. KSH. Statisztikai szemle, 91. évfolyam 8-9. szám (2013. augusztus-szeptember)

http://www.ksh.hu/statszemle_archive/2013/2013_08-09/2013_08-09_797.pdf (A folyóirat szám egyben: http://www.ksh.hu/statszemle_archive/2013/2013_08-09/2013_08-09_001.pdf)

Meadows, D.; Randers, J.; A növekedés határai - harminc év múltán, Kossuth kiadó, Budapest, 2005.

Meadows, D.: Vilápolgár; Időökológia, BOCS Alapítvány, 2001.

Pálvölgyi, T.; Nemes Cs.; Tamás Zs.: Vissza vagy hova? Útkeresés a fenntarthatóság felé, Magyarországon - Tertia Kiadó, 2002.

Pauli, Gunter: A kék gazdaság. (The Blue Economy). PTE KTK Kiadó, 2011

Pulliam, H.R., N.M. Haddad. Human population growth and the carrying capacity concept. Bulletin of the Ecological Society of America, 1994, 75: 141-157.

Wackernagel, M.- Rees, W.: Our Ecological Footprint, New Society Publishers, 1996. (magyarul megjelent: Wackernagel, M. - Rees, W. E : Ökológiai lábnyomunk. Föld Napja Alapítvány 2001)

Williamson, T.: Az Ökológiailag fenntartható gazdaság, Eszmélet, ford. Battyán, K.

<http://www.eszmelet.hu/index3.php?act=search&lang=hu&item=454&info=Eszm%C3%A9let%20foly%C3%B3irat,%2046.%20sz%C3%A1m%20%282000.%20ny%C3%A1r%29&auth=Thad%20Williamson>: