

Néhány gondolat a hatodik tömegkihalásról és az ember evolúciójáról

Ha a világunk történelmét a Föld- és a természet, illetve az emberiség közös történelmének tekintjük, akkor a homo sapiens megjelenése és szétvándorlása óta az emberiség környezetre gyakorolt hatása alapján nemcsak periodizálhatjuk a nagybetűs Történelmet, hanem annak egyik lényegi összetevőjére is fókuszálhatunk, sőt, ma már a közeli jövő felé is prognózisokat tehetünk. Ugyanis a homo sapiens megjelenése és uralkodó fajjá válása egyúttal az ember környezetátalakító képességének növekedését, s hatásában – pozitív visszacsatolásokkal felerősítve – annak hatványozódását is jelentette és jelenti.

Az ember–környezet viszonyában, az emberiség környezetre gyakorolt hatásában alapvetően három nagy korszakot lehet elkülöníteni, amelyek az emberi tevékenység és életvilág minden szegmensét – ha másként fogalmazunk: a társadalom, a gazdaság, a politika és a kultúra minden szintjét – áthatották. A gyűjtögető-vadászó kor, a neolitikus forradalommal megjelenő élelmisztertermelés és letelepedés, valamint az ipari forradalom eredményeképpen létrejövő ipusztériális és urbanizált társadalom a környezet/természet felől szemlélve az emberi hatás, átalakítás fokozódásáról tanúskodik.

S emellett még egy olyan jelenségről is, mely hosszú időn keresztül komoly tudományos viták tárgya volt, de mára a fellelt bizonyítékok alapján beigazolódott: ahogyan a földtörténeti múltban is voltak tömeges kihalások az élővilág történetében, a jelenben is elkezdődött már egy hasonlóan tömeges mértéket elérő kihalási szakasz. E legutóbbinak esetében azonban egyre több bizonyíték szól arról, hogy most az emberi tevékenység a tömegkihalás okozója. Az alábbiakban egy gondolat kísérletet teszünk a helyzet súlyosságának, s egyúttal távlatainak felmérésére.

Az amerikai újságíró, Elizabeth Kolbert: *A hatodik kihalás* című könyvében tudományos alaposággal, a téma legnevesebb kutatóival való együttműködéssel, rengeteg terepmunkával és megrendítő tisztánlátással elemzi a jelent, de különösen a jövőt meghatározó hatodik tömegkihalás jelenségét.¹

A gyors kihalásokról szóló tétel, melyet George Cuvier francia természettudós 1796-ban tárt a nyilvánosság elé, egészen az 1980-as évekig nem volt a tudományos közmegegyezés által elfogadott elméletek szerves része, mivel a később meghatározóvá váló kutatók, mint a geológia atyja, Charles Lyell és az evolúciós gondolat megalkotója, Charles Darwin egyaránt tagadták ennek lehetőségét. A később „katasztrófizmusnak” nevezett elmélet helyett Lyell a fajok földtörténeti időkben való lassú kihalásáról és újrakeletkezéséről értekezett, Darwin pedig csak a fajok egymást felváltó, lassú, fokozatos kihalását fogadta el, vagyis a „aktualizmus” vagy másképpen szólva a „gradualizmus” elméletét.²

A katasztrófizmus végül mégis beigazolódott, az áttörést a 66 millió évvel ezelőtti történet kréta kor végi (kréta-harmadidőszaki) tömegkihalás okának vizsgálata hozta meg Walter és Luis Alvarez kutatási során a '80-as években. Később a kihalást okozó kisbolygó becsapódási kráterét is megtalálták, s ahogy az egyre több bizonyíték mellett a becsapódás követő eseményeket is egyre pontosabban lehetett rekonstruálni.³

A '90-es évek elejére a katasztrófák gondolata teret nyert: ma már a földtörténeti ókortól (paleozoikum) máig öt nagy tömegkihalásról tudunk, több kisebb kihalási esemény és a háttérkihalásnak nevezett lassú folyamat mellett. Ez azonban nem zárja ki az új fajok megjelenésének lassú folyamatát. Vagyis az evolúció ilyen szemlélete mintegy

szintézisben látja az aktualizmus és a katasztrófizmus kettősségét: az evolúció folyamata a fokozatos keletkezés és a lassú kihalás egyöntetű ábrázolásánál bonyolultabbnak bizonyul.⁴

A tömegkihalások során akár az élő fajok 75-96%-a is kipusztulhat – az eddig ismert legnagyobb kihalás a perm kor végén volt a maga 96%-os kihalási rátájával – földtörténeti mértékkel nézve rövid idő alatt.⁵ Kolbert a kihalási jelenség megértése céljából paleontológusokhoz fordul: David Jablonski a tömeges kihalásokat „a biodiverzitás nagyfokú elvesztésének nevezi”, amelyek gyorsan történnek és „globális kiterjedésűek”.⁶ Mindez az érintettek szempontjából azt jelenti David Rauphoz megfogalmazásában: „A fajok az idő nagy részében alacsony kihalási kockázatot hordoznak”, ám „ezt a viszonylag biztonságos állapotot alkalmanként egészen magas fokú kockázat szakítja meg”.⁷ Vagyis az élet időben-való-léte: „az unalom hosszú szakaszaiból áll, olykor pánikrohamokkal megtűzdelve” – idézi újra David M. Raupot.⁸

A kihalások földtörténetileg rövid ideje körülbelül 100 000 évtől tarthat néhány millió évig, majd a bioszféra újraéledése, a biodiverzitás újra gazdagabbá válása szintén hosszú időszakot igényel – ami szintén eltarthat akár néhány millió évig is. Ez a folyamat vezet a biodiverzitás újraéledéséhez, legutóbbi kihalás utáni, jelenleg még tapasztalható fajgazdagsághoz, melynek nagyságát Edward O. Wilson biológus középértéken kevéssel 10 millió fölé helyezi. Bár a pontos számokat csak közelíteni tudjuk, mivel a fajok pontos regisztrációja még folyamatban van.⁹ Mondhatni, ez az emberiség öröksége.

A ma már elkezdődött hatodik kihalás ugyanakkor nemcsak azért különleges, mert a bioszféra, az élők együttesének egyik tagja, az emberi faj okozza, vagyis nem klímaváltozás, vulkánkitörés, a kontinensek vándorlása vagy kisbolygó becsapódása, mint az eddigiekét, hanem azért is, mert a kihalás gyorsasága rendkívüli – lehet, hogy ez lesz az egyik leggyorsabb tömegkihalás. Edward O. Wilson egy kilencvenes évek végén írt tanulmányában a mai fajkihalás gyorsaságát az emberi beavatkozás előtti időszak tízezerszeresére teszi.¹⁰ Ezt az adatot a későbbi, fentebb említett könyvében – némileg módosítva – az ezerszeres és tízezerszeres nagyságrend közé becsüli.¹¹

S hogy valóban tömegkihalásról beszélhetünk, forduljunk Elizabeth Kolbert adataihoz, amelyek friss kutatásokon alapulnak, s az úgynevezett háttérkihalási arányt is számításba veszik. Ez az arány az átlagos földtörténeti korokban bekövetkezett fajpusztulásokat méri, ami számtanilag, csoportoktól függően az egymillió év alatt kihalt fajoknak az összeshez viszonyított százaléka. Ezek szerint az emlősök esetében körülbelül 700 évenként hal ki egy faj, a kétéltűek esetében pedig körülbelül 1000 évenként.¹²

Tehát Kolbert szerint: „Mára a kétéltűek [...] az állatvilág legveszélyeztetettebb osztálya [...] a csoport kihalási aránya akár a negyvenötezerszerese lehet a háttérértéknek. [...] Úgy becsülik, hogy az összes zátonyépítő korall egyharmada, az össze édesvízi puhatestű harmada, a cápák és ráják harmada, az összes emlős egynegyede, az összes hulló egyötöde és valamennyi madár egyhatoda a megsemmisülés felé tart.”¹³

Legújabbán pedig a World Wide Fund 2016. októberi jelentése igazolja a sokkoló adatokat: a gerinces fajok populációja átlagosan 58%-al csökkent 1970 és 2012 között.¹⁴

És ezt már a jelen generációk érzékelik/érezékelhetik – köszönhetően az egyre nagyobb tudásunknak és az információáramlás felgyorsulásának – de a jövő generációk valószínűleg még inkább érzékelni fogják, ha az emblematis fajok eltűnése után/mellett a biodiverzitás csökkenése már az emberi létezés és fennmaradás paramétereit is befolyásolni fogja.

Elizabeth Kolbert a kihalási események szuggesztív bemutatásához látleteket nyújt át könyve első tematikus egységében az élet múltbeli történéseinek, korszakainak kuta-

tási eredményeiből. Mindegyiknek üzenetértéke van a jelenben zajló folyamatok helyzetértékelésének vonatkozásában.

Ilyen az amerikai masztodon leletek kiváltotta tudományos kihívás bemutatása, ami George Cuvier révén a katasztrofizmus gondolatát indította el.¹⁵

Az Izland szigetén kipusztított – de korábban az észak-atlanti térségtől a mediterrán területekig sokfelé előforduló – óriásalka, ez a nagy termetű, repülésre képtelen, a pingvinekéhez hasonló életmódot folytató madár sorsának bemutatása azért is fontos, mert a kihalást az emberi vadászat és zsákmányolás (az állat felhasználása tollnak, tüzelőnek és horgászbotnak) okozta, mégpedig Darwin korában, aki csak a lassú kihalási tézist fogadta el (!).¹⁶

A foraminiferák és az ammoniteszek maradványainak felfedezése és eloszlásuk értelmezése a kréta-harmadidőszaki tömegkihalás felfedezéséhez és bizonyításához vezetett, s ahhoz a tanuláshoz, miszerint: a tömegkihalások idején a túlélésre vonatkozó szabályok teljesen megváltozhatnak, ami addig bevált adaptáció volt, nem biztos, hogy a körülmények ilyen megváltozása esetén is elegendő lesz.¹⁷

A következő fossziliák, a graptoliták, az ordovicium időszak végi tömegkihalás tanúi, s egyúttal a kihalások okainak tisztázásában is szerepet játszottak: ma inkább az a hipotézis az elfogadottabb, miszerint nem egyetlen okra – nevezetesen a naprendszer mozgásának 26 millió éves asztrofizikai ciklusára, melynek során a Nap egy ikerbillaga az Oort-felhőn történő áthaladás során üstökösöket zúdít a Földre – vezethetők vissza a tömegkihalások, hanem okok együttes fellépésére, ráadásul a ciklikusság hipotézise mára már nem alátámasztható alá kétséget kizárólag. „Szóval nyilvánvaló, nincs egyetemleges elméletünk a tömeges kihalásra” – idézi Kolbert Walter Alvarezt, aki apjával együtt – mint fentebb már utaltunk rá – a kréta-harmadidőszaki kihalás kutatása során alátámasztotta a kihalás-elmélet létjogosultságát, vagy másképp az új katasztrofizmus névvel illetett evolúciós szemlélet igazát.¹⁸

A könyv második egységében szintén egy-egy emblemikus faj sorsának bemutatásával a jelen eseményeit interpretálja, a jövőnek szóló felhívással.

A csészececsigák jelensége az óceánok savasodására figyelmeztet, erre a nemrég felfedezett jelenségre, amely összefügg a felmelegedéssel, hiszen légkör és az óceánok érintkeznek egymással, vagyis a levegő szén-dioxid-tartalmának növekedése az óceánok pH-értékének csökkenését váltotta ki – a savasság-lúgosság arányának eddigi egyensúlytól való elmozdulását – aminek következtében az óceánok ma 30%-kal savasabbak, mint 1800-ban. És ez az érték egyre csak növekszik.¹⁹

Ebben rejlik a jelennek és a jövőnek szóló figyelmeztetés: a savasság megnövekedése – bár lesznek fajok, amelyeknek kedvez a változás – összességében a biodiverzitás csökkenését idézi elő, mivel a savasabb víz alapvető biokémiai folyamatokra (anyagcsere, enzimtevékenység, fehérjeműködés, tápanyagokhoz való hozzájutás, fotoszintézis és mészkiválasztás) lehet/van hatással. Ebben az eseménysorban leginkább az ún. mészkiválasztók járnak rosszul, hiszen pontosan a mészkiválasztás folyamata nehezedik meg. A mészkiválasztók hatalmas fajgazdagságát tekintve az óceánok savasodása bizonyára nagymértékben hozzájárul a hatodik tömegkihaláshoz.²⁰

Ahogy történt ez a földtörténeti múltban is: az óceánok savasodása szerepet játszott a perm és a triász végi nagy kihalási eseményekben, valamint fontos tényező volt a kréta végi kihalásban.²¹

A mészkiválasztók sorsa átvezet a korallzátonyok helyzetének vizsgálatához, ahhoz a jelenséghez, amit korallzátonyok zsugorodásaként és kihéredéseként tapasztalhatunk, a Nagy-korallzátonytól a karibi térség zátonyaiig. A korallzátonyok a trópusi esőerdők-

höz hasonló fajgazdagsággal rendelkeznek: a hozzájuk kötődő fajok becsült számai 0,5-től 9 millióig terjednek. Vagyis a zátonyok pusztulása szintén részét képezi a hatodik nagy kihalásnak.²²

Az óceánok savasodása mellett más okok is hozzájárulnak a korallzátonyok zsugorodásához: a kalcium-karbonátra és aragonitra vonatkoztatott telítettségi állapot, a túlhalászás és a mezőgazdasági szennyezés az elalgásodás miatt, az erdőirtás az eliszaposodás miatt, és a dinamitos halászat rombolása. De a legfontosabb az éghajlatváltozás következtében növekvő vízhőmérséklet, mely megszünteti a szimbiózist a korallak és a zooxantellák között – ez a korallkifehéredés –, s végeredményben a koralltelep pusztulásához vezet.²³ Mindezek következtében: „Valószínűleg a korallzátonyok lesznek a jelenkor első nagy környezeti rendszerei, amelyek ökológiailag kihalnak” – idéz brit kutatókat Elizabeth Kolbert.²⁴

Az óceánok állapotának vizsgálata után hasonlóan fajgazdag és szintén alapvető fontosságú ökoszisztéma következik: a trópusi esőerdő. A Manú Nemzeti Parkban tett látogatás a fajszám–terület összefüggés ökológiai szabályára világít rá: vagyis a fajgazdagság alapvetően az adott terület méretével áll korrelációban, a térségi jellemzők és a rendszertani csoportállandók mellett.²⁵ Manapság viszont éppen a rendelkezésre álló területet csökkenti az emberi tevékenység intenzíven, amikor az erdőket szántóföldekké, városokká, infrastrukturális és egyéb mesterséges beruházásokká alakítja.

Az itt szerzett tapasztalat azt is jelzi, hogy a klímaváltozás is rányomja a bélyegét a szárazföldi biodiverzitásra: a kutatások átlaga – mivel lehet alacsonyabb, vagy magasabb felmelegedéssel, illetve a fajok esetében semmilyen, vagy élénkebb mozgékony-sággal, helyváltoztató képességgel kalkulálni – azt mutatja, hogy az éghajlatváltozás önmagában a fajok tíz, vagy afölötti százalékára lesz végzetes.²⁶ Márpedig a globális felmelegedés előidézésében is döntő szerepe van az emberiségnek.

Persze, az emberi hatás – ahogy az óceánok esetében szintén – nem csak ennyiből áll, hiszen illegális fakitermeléssel, bányászattal és mezőgazdasági tevékenységgel is számolni kell, de azaz is, hogy a klímaváltozás miatt merőben új helyzet áll be a fajok megszokott körülmények megváltozása miatt bekövetkező tömeges vándorlásában, mely jelenségek együtt elég nehézvé tehetik a kijelölt rezervátumokban történő megőrzést – gondolja tovább a problémákat Elizabeth Kolbert.²⁷ Ez azért valószínűsíthető, mert a klímaváltozás önmagában is új helyzetet teremt a fajok életkörülményeinek megváltoztatásával, hiszen „az emberek okozta többi kalamajka mindig hagyott valami szabad teret. Az éghajlat kihat *mindenre*” – idézi Kolbert Miles Silmant, a Manú Nemzeti Parkban kutató erdőökológust.²⁸

Hosszabb távon elképzelhető, hogy egy melegebb világban a fajgazdagság is nagyobb marad, de az utóbbi évmilliókban, talán egészen az eocén korszakig (50 millió évvel ezelőttig) visszamenőleg az élővilágnak hidegebb körülményekhez kellett alkalmazkodni. A kérdés az, hogy az újabb alkalmazkodás most mely fajoknak fog sikerülni ilyen hosszú idő után...²⁹

A következő régió, az Amazonas erdősegeinek felszabdálása fele-fele részben megművelt szántókra-legelőkre és vadon, „érintetlenül” hagyott erdőrészekre-szigetekre, egyszerre két szempontból fontos jelenség. Egyrészt, az elszigetelődés (fragmentáció) jelenségének vizsgálatába be tudtak kapcsolódni biológusok, így ez lett a „legfontosabb ökológiai kísérlet”, hiszen közvetlen közelről lehet tanulmányozni a biodiverzitás változását a korábbi, összefüggő vadon feldarabolásának, vagyis a parcellák, szigetek létrehozásának következtében. Másrészt a fragmentáció jelensége egyúttal a világ jelen állapotának szindrómája is, mivel a vadont gyakorlatilag mindenhol felszabdálja az em-

beri tevékenység, ültetvényekkel, vagy csak tereptárgyakkal (csővezetékek, szeizmikus rezgésérzékelők, tanyák, vízi erőművek és utak) is.³⁰

Az évtizedek óta tartó „kísérlet” eredménye egyértelmű: az elszigetelődés a biodiverzitás csökkenéséhez, az adott terület fajszámának elszegényedéséhez vezet. Ráadásul a folyamat nem áll meg egy alacsonyabb variációjú egyensúlyi állapotnál, hanem tovább tart.³¹

De nem csak ilyen összefüggés kezd kibontakozni. Kolbert összegzi az eddig megtudottakat: „[...] létezik egy sötét összjáték az erdőtöredezés és a globális felmelegedés közt, ugyanúgy, ahogy a globális felmelegedés és az óceánsavasodás közt, valamint a globális felmelegedés és a benyomuló fajok közt, meg a benyomuló fajok és az erdőtöredezés közt.” Ugyanis az ottani földhasználati szokások kihatnak az esőzésekre is, említi meg Tom Lovejoy kutatási eredményeit Elizabeth Kolbert.³² Az emberi hatás különböző formában, de egymást erősítő folyamatokat indított el.

A fajok felgyorsult keveredésének újabb keletű problémája egyértelműen tükrözi az emberiség élővilágra gyakorolt hatását, hiszen ami ma zajlik, az tulajdonképpen Anthony Ricciardi szavaival egy „tömeginváziós esemény”, a földi élővilág összekeverése fajok öntudatlan és tudatos betelepítésével, a globalizált világ mindent egybekapcsoló hálózatának jóvoltából – egy új szuperkontinens, vagyis egy új Pangea létrejötte – mondja találóan Kolbert.³³

Az új Pangea az úgynevezett benyomuló fajok problémáját vetette fel. Benyomuló fajok alatt a korábbi élőhelyüktől távol, sikeresen megtelepedett fajokat értjük, amelyek megszabadulva új lakóhelyükön még evolúciós előnnyel is rendelkeznek, s kiszorítják, vagy kipusztítják az őshonos fajokat. A legtöbbször véletlenül kerülnek egy új helyre, de sokszor azért is, hogy az invazív fajok ellen telepítenek be újakat egy veszélyeztetett területre, melyek azonban nem a várt módon, hanem hódítóként viselkednek.³⁴

Bár a különböző módokon behozott új fajok kezdetben gazdagíthatják a helyi flórát és faunát, később az őshonos fajok kipusztulásával a biodiverzitás csökkenésnek indul: „Ugyanazon okokból, melyek miatt a helyi sokszínűség általánosságban nő, a globális sokszínűség, azok a világszerte fellelhető különböző fajok össz-száma csökken.”³⁵

Majd a következő részben Elizabeht Kolbert bizonyítékkal szolgál arról, hogy a fajok ember általi kipusztítása nem kizárólag modern jelenség, hanem messze a múltba nyúlik vissza a túlvadászat – a pleisztocén végi nagyvadfauna kiirtása – formájában, melyet az emberi „benyomulás” okozott, az ott élő, természetes ellenségnek jórészt híján lévő, lassan szaporodó nagyvadak esetében. Ami azt a kérdést veti fel, hogy élt-e valaha az ember harmóniában a természettel?³⁶

De a homo sapiens nem csak a nagyvadakat irtotta ki. Hanem a Neander-völgyi embereket is, miután az Afrikából történt elvándorlás után körülbelül 40 ezer évvel ezelőtt megérkezett Európába. Azonban az újabb, kissé bizarr felismerés szerint a Walestől a Kaukázusig terjedő területen élő Neander-völgyiek „felváltása” Európában és Ázsiában nem volt teljes: génjeik akár négyszázaléknyi mértékben továbböröklődtek a modern emberben is...³⁷

Elizabeth Kolbert könyvnyi terjedelmű figyelmeztetése végezetül a bevezetésben lévő Panamában lévő Kétéltűvédelmi Központ zárt terrárium-állatkertje után az utolsó fejezetben bemutatott, San Diegóban lévő Fagyasztott Állatkert és állatkórház jelenvalóságával emelkedik szindrómává: egyre több jövője már csak mesterséges „élettérben” képzelhető el, az ember környezetátalakító hatásának következtében.³⁸

A Pulitzer-díjas könyv üzenete egyértelmű: a hatodik tömegkihalás tény, sőt nemhogy már elkezdődött, hanem egyre intenzívebb és kiterjedtebb szakaszába ért. A kiváltó

oka az emberi faj. Egyértelműen megfogalmazza ezt az Amerikai Természettudományi Múzeum biodiverzitás csarnokából idézett felirat: „Jelenleg a hatodik kihalás kellős közepén vagyunk, melyet ezúttal kizárólag az ökológiai táj emberi átalakítása okozott.”³⁹ Mondhatni: ez lesz az emberi faj utódokra hagyott öröksége, ha nem változik a természethez való viszonya.

Az Elizabeth Kolbert segítségével elénk táruló panoráma megerősíti Edward O. Wilson jóval korábban, 2002-ben, *Az élet jövője* című könyvében írt figyelmeztetését, amelyben Wilson a természetes ökoszisztémák zsugorodásának és a gyorsuló fajpusztulásnak az okait kutatja. A fajpusztulást a modern korban öt faktor egymást erősítő kombinációja okozza, melyek erőssorrendben – a népességnövekedést leszámítva – a következők: élőhelypusztulás, invazív fajok, szennyezés, népességnövekedés és túlvadászás.⁴⁰ Wilson kiemelten tárgyalja az erdőirtást, mivel ez az élőhelypusztulás jár a legtöbb következménnyel. A biodiverzitás központjainak számító trópusi esőerdők közül 15 az úgynevezett „forrópontok” – ahol a legtöbb faj él – közé tartozik, ezek helyzetét kritikusan tartja, de a még viszonylag egyensúlyi állapotban megmaradt vadon, avagy a „határvidéki erdők” is komoly károkat szenvedtek a halcsontvázszerű tájkép – az utak által felszabdalt erdő – kialakulásának következtében, amely már a tarvágás előtt megkezdte az élőhelyek átalakítását – írja.⁴¹

A szinergikus kölcsönhatások – vagyis a fakivágások és a csapadék elmaradása, valamint az El Niño jelenségek és az erdőtüzek gyakorisága közötti egymást erősítő összefüggések – létéről is beszámol, valamint a globális felmelegedést az élőhelyleromláshoz hasonló súlyos tényezőnek tartja, melyet az invazív fajok károkozása követ.⁴²

A megafauna pusztulását kizárólagosan az ember számlájára írja, csak ott maradtak életben nagy testű állatok (Afrika és Ázsia trópusi részében), ahol az ember is őshonos fajnak számított, tehát volt idő alkalmazkodni egymáshoz.⁴³ Vagyis már Wilson sem látja a „a nemes vadembert”, sőt komor jelent és jövőt vázol fel: „Ahol eredetileg csak nagy testű szárazföldi állatok estek áldozatul, most már a halak, kétéltűek, rovarok és növények pusztulnak ugyanolyan kérérlhetetlen módon. A kihalás pirkadat nélküli éjszakája ez idő tájt borítja sötét fátylát a folyókra, tavakra, a deltavidékekre, a korallzátonyokra, sőt még a nyílt tengerekre is.”⁴⁴

Ezek a gondolatok térnek vissza 12 évvel később Elizabeth Kolbert könyvében is. Ugyanakkor mindkét figyelmeztetés nem egyszerűen a hatodik kihalásról, az ember és természet viszonyáról szól, hanem a benne rejlő időtávlatok miatt egyúttal a homo sapiensről, az emberi evolúció, továbbá a kulturális evolúció sajátosságairól is, s igen elgondolkodtató kérdéseket vet fel az ember világban-való létét illetően.

Hogy a változás irányát és jellegét megértsük, az ember és környezet kapcsolatrendszerének eddig feltárt összefüggéseiből kell kiindulni.

Hiszen az emberiség környezetátalakító tevékenysége akkor kezdődik, amikor a homo sapiens megkezdte a Föld egészének benépesítését, egyrészt a megafauna túlvadászatával, ami kihathatott az adott terület flórájának jellegére is (például Ausztráliában), másrészt a vetélytársat jelentő más, rokon emberfaj (például a neandervölgyi) kipusztításával.

A neolitikus forradalom, majd az azt követő idők egészen a modernitásig tovább erősítették a környezetre gyakorolt hatást a házasíthatónak bizonyult állat- és növényfajok szelektálásával, a további vadászati tevékenységgel, valamint a szántóföldek, illetve legelők kialakításával, a fakitermeléssel. A neolitikus forradalom kezdetétől meginduló lassú népességnövekedés és technikai fejlődés csak fokozta az emberiség környezetátalakító tevékenységének erejét.

A legnagyobb változás az ipari forradalom óta következett be, különösen a XX. században, írja John McNeill a *Valami új a nap alatt – a XX. század környezettörténete* című monumentális könyvében, melyben világossá teszi, hogy a múlt században teljesedtek ki azok a folyamatok, amelyeket az ember uralkodó fajtá válása indított el: a bioszférán túl, a többi geoszféra is – mint a litoszféra, az atmoszféra és a hidroszféra, vagyis a kőzetburok és talaj, a légkör és a víz – eddig még nem látott mértékű hatást gyakorol az emberiség, bár – ne felejtjük a fentebb elmondottakat – mindig is volt valamilyen környezetre gyakorolt hatás.⁴⁵

McNeill gondolatai demonstrációjaként arányszámokkal is igazolja, hogy a XX. században „valami új történt a nap alatt” pontosabban az 1890-es évek és az 1990-es évek közötti időszakban, néhány gazdasági-demográfiai-ökológiai tényező változását bemutatva, a korábban megadott mennyiségi adatokból kiindulva: a Föld népessége négyszeresére, a teljes városi lakosság a tizenháromszorosára, a világgazdaság a tizennégyszeresére, az ipari termelés a negyvenszeresére, az energiafelhasználás a tizenháromszorosára, a légszennyezés körülbelül az ötszörösére, a szén-dioxid-kibocsátás a tizenhétszeresére, a kén-dioxid-kibocsátás a tizenháromszorosára, a légköri ólomkibocsátás körülbelül a nyolcszorosára, a vízfelhasználás a kilenceszeresére, a tengeri halászat a harmincötzörösére, a szarvasmarha-állomány a négyszeresére, a sertésállomány a kilenceszeresére növekedett a vizsgált korszakban. Az öntözött területek nagysága megötszöröződött, a termőföldek pedig a duplájukra növekedtek. McNeill táblázata nem tartalmazza azokat az összetevőket, amelyek csak 1900 után növekedtek (CFC-k kibocsátása és a traktorok száma), sem azokat, melyek növekedése rendkívüli (a gépkocsik száma, a felhasznált műtrágya mennyisége, a szintetikus anyagok összűlya).⁴⁶

De, a gépesítés ellenére a lóállomány is növekedett kis mértékben (1,1-szeresére). Valamint az új tüzelőanyagok (kőolaj, földgáz) felhasználása ellenére a széntermelés is meghétszereződött. Radikálisan csökkent viszont a kék- és barázdásbálna-állomány (99,75, illetve 97%-os csökkenés). Továbbá, McNeill a madár- és emlősfajok 1%-os és az erdők területének 20%-os csökkenéséről számol be. A világ azonban elindult az urbanizáció útján, hiszen a vizsgált kor előtthöz képest a Föld lakosságának városokban élő része megháromszorozódott.⁴⁷

Vagyis: a XIX. században induló, majd a XX. századra beérő folyamatok során „az emberi faj megrengette a régi gazdasági, demográfiai és energiagazdálkodási rendszerek szigorú stabilitását, lerombolta korlátjaikat” – vonja le a következtetést John McNeill.⁴⁸

A fejlődés okai között elsősorban az emberi innovációt említi, amely technikai és szervezeti újításokat hozott létre az 1760-as évektől, amelyek új energiaforrásokat tettek felhasználhatóvá, valamint fokozták a munka termelékenységét és kialakították a társadalmi és üzleti szerveződés új formáit. Szerepet játszhatott a véletlen egybeesés is, amely a népesség számbeli növekedését akadályozó betegségektől történő megszabadulásban jelentkezett – még a modern orvostudomány kibontakozása előtt – a XVIII. században. De az ipari forradalom korában ért véget az ún. kis jégkorszak is, ami, ökológiai értelemben szintén segíthette a növekedést.⁴⁹

Később, tovább árnyalva az okok bemutatását, a XX. század környezetre gyakorolt hatásának kivételességére fókuszálva a változás motorjának két tendencia – a fosszilis tüzelőanyagokon működő energiarendszerre történő átállás és a nagyon gyors népességnövekedés – globálissá válását tekinti, melyek mellett megerősödött egy, már korábban is létező harmadik jellemző: „a gazdasági növekedés és a katonai erő melletti ideológiai és politikai elkötelezettség”.⁵⁰ Ezek kölcsönösen vezettek a legfontosabb mozgatóerőhöz, a XX. században tapasztalható hatalmas gazdasági növekedéshez. És viszont: „a

gazdasági növekedés ökológiai következményei a XX. század technológia-, ideológia- és politikatörténetében rejlettek⁵¹. Mindezekhez hozzájárultak még a század más tendenciái is: az urbanizáció, az iparosítás, a termelési rendszerek megújítása (a fordizmus és a taylorizmus), a tömegfogyasztás megjelenése, a gazdasági integráció, továbbá a gazdasági növekedés ideológiájának kizárólagossága és a fogyasztói attitűd minden mást megelőző, egyetemes eszméjének kialakulása is.⁵²

A gazdasági-technológiai fejlődés tehát látványos, elképesztő, ugyanakkor visszahatást is gyakorolt/gyakorol az emberiségre is, hiszen megjelent az emberre is veszélyt jelentő környezetszennyezés és ennek, valamint a környezetátalakításnak köszönhetően gyorsuló szakaszába érkezett a hatodik nagy kihalás.

John McNeill a könyve megírásakor – némi bizonytalansággal, de már 2000-ben (!) – jelezte ezt a veszélyt: „a korábbi kihalási hullámok okai ismeretlenek, ám az új kihalási hullám (már ha egyáltalán arról van szó) oka nyilvánvaló: az »útonálló« emlős gazdasági tevékenysége. A Föld történetében ez példa nélküli. A legtöbb újkori kihalás az élőhelyek elvesztéséből fakadt, bár néhányuk a vadászat, vagy a betelepített ragadozó fajok miatt történt. [...] Jóllehet a szakértők nézetei között jócskán van eltérés, számos megfigyelő azt jósolja, hogy a szárazföldi fajok 30-50%-a el fog tűnni a következő egy vagy két évszázadban. Ha ez bekövetkezik, akkor a földtörténet során ez lesz a fajok kihalásának hatodik nagy hulláma, amely sokkal hamarabb lezajlik, mint bármelyik korábbi és az okát tekintve is egyedülálló.”⁵³

John McNeill ugyanitt kiemeli, hogy a trópusi erdők felgyorsult kitermelése és felszabdalása „szigetekké”, különösen a XX. század utolsó harmadában, döntő jelentőségű a biodiverzitás csökkenése szempontjából.⁵⁴

De sajnos, a tíz évvel későbbi, magyar fordításhoz írt utószavában már nem lát „valami újat a nap alatt”, csakhogy ekkor már a XX. századi gyakorlathoz képest nem. Illetve annyiban, hogy a környezetszennyezés fő zónája már Kelet- és Dél-Ázsia lett. De a lényeg nem változott: Kína (és India) gazdasági növekedése – ha jellege nem változik – gyakorlatilag lerombolja/lerombolhatja mindazt a kevés eredményt, amit eddig sikerült a világ néhány pontján elérni a környezetbarátabb technológiák alkalmazásával.⁵⁵

De mit jelenthet mindez, ha távolabbról – az ember evolúciója szempontjából – nézzük?

Véleményünk szerint azt, hogy az ember evolúciója, illetve, úgy tűnik annak csak egy szakasza, a homo sapiens megjelenése utáni időszakban elkezdődött kulturális evolúció az emberi szempontok, igények, érdekek alapján átalakítja az őt körülvevő világot, más-képpen megfogalmazva antropomorfizálja, a tudásának, a technológiai fejlettségének és az emberi populáció nagyságának függvényében.

Amint a technológiai-szervezeti lehetősége megvolt rá, a földtörténeti értelemben vett modern ember megkezdte a bioszféra radikális átalakítását. Az antropomorf átformálás nemcsak geofizikai és geokémiai paraméterekben jelentkezett, hanem a domesztikációval a biológiai, genetikai adottságok megváltoztatására is irányult, hiszen az emberi érdeket szolgáló átformálásnak vannak nyertesei: a házasítható fajok, melyek alkalmazkodtak az emberi igényekhez. Azok, amelyek hasznosak voltak, de nem voltak házasíthatók, vagy, amelyek nem tudtak alkalmazkodni az emberhez, a kihalás szélére jutottak.⁵⁶

Ennek következtében a tömegkihalás ellenére mintegy 40 állat és 100 növényfaj populációja nőtt meg jelentősen, annyira, hogy az 1980-as évekre a Föld állati biomasz-szájának 15%-át a házasított állatok tették ki – írja John McNeill.⁵⁷ Tehát a természetes szelekció helyét jórészt az emberi szelektálás vette át. S a folyamat nem állt meg: a közeljövőben az élettudományi, biotechnológiai forradalom sokkal mélyrehatóbb változtatásokat ígér.

Tehát az ember vált a bioszféra urává, de ez egyúttal kiválást, fokozatos, gyorsuló elszakadást is jelent az eredeti bioszférától, az élő és élettelen környezetől, az átalakítás és a hatodik tömegkihalás által. S ezzel párhuzamosan egy mindinkább kiterjedő mesterséges környezet megteremtését is, mely lassan körülveszi az eredeti természet maradványait, megfordítva a modernitás kezdetén még létező vadon-civilizáció viszonyt.

Ez a folyamat számos tudatos törekvést is tartalmaz, hiszen – ahogy McNeill felidézi – a környezetszennyezést a kortársak (tegyük hozzá: a mai napig) a sokszor gazdasági-társadalmi fejlődés szükségszerű velejárójának tekintették/tekintik.⁵⁸ A környezettudatos életvitel ezért olyan nehezen megvalósítható, még ha a környezeti krízis érzékelése egyre nagyobb hangsúlyt is kap. Az ember, mint uralkodó faj, eddig összességében csak a saját antropocentrikus szemléletén keresztül látta a világbanaló-létét, bár számos környezetvédő, ökoetikai gondolkodó már felhívta az ebben rejlő veszélyre a figyelmet.

A veszélyhelyzet egyszerűen megfogalmazható: a természet – bármi hatalmunk is lett mára „felette” – ontológiai elsőbbségben van az emberiség létezése viszonylatában. Vagyis a természet fennmarad az ember nélkül is, de az ember – nagyon valószínű, hogy – nem tud fennmaradni a természet nélkül. Az emberi evolúció eddig csak a természeti keretek, csak a természet által biztosított feltételek között működött, aktualizálva: még egyetlen tömegkihalást sem élt túl.

Ez két dolgot jelent: egyrészt, a természet átalakítása, antropomorfizációja és az ezzel együtt járó természetrombolás, a szennyezés növekedése és a biodiverzitás csökkenése elérhet egy olyan állapotot, átléphet egy kritikus vonalat, ahonnan már gondot jelenthet a puszta létezésünk fennmaradása is.

Másrészt: eddig nem sikerült a természet által adott komplexitást, organikus és nem-organikus együttműködést mesterséges körülmények között újraalkotni. A Bioszféra 2 kísérlet kudarca – a 80-as évek végén Arizonában indított program, melynek során különböző bioszféra-zónákat (esőerdő, sivatag, mezőgazdasági terület, óceán) mesterségesen utanzó, zárt, önfenntartó (illetve annak szánt) „világot” hoztak létre, a földi élet mesterséges működtetésének szándékával – ebből a szempontból az ember tényleges hatalmának metaforája és az emberi hübrisz szindrómája.

Vagyis nem tudjuk megkerülni a természethez fűződő viszonyunk újragondolását, mivel nem tudjuk megkerülni magát a természetet, nem tudjuk helyettesíteni egy mesterséges, csak antropomorf világgal. Ugyanis az evolúciós folyamat, amelynek során annak csúcsa, az ember létrejött, a Föld bioszférájának keretei között zajlott le, ami viszont a Föld legáltalánosabb geofizikai feltételei – mint a gravitáció, a Nap körüli keringés, a tengely körüli forgás, a kontinensek elhelyezkedése és mozgása, a Nap besugárzása, az anyag- és energiaáramlás körfolyamatai, a fotoszintézis, a víz- és légkörzés, a kőzetek képződése és mállása és egyebek – között alakult ki, egyszóval ezek határozzák meg a bioszféra legátfogóbb működési törvényeit.

A bioszféra pedig biztosít olyan „szolgáltatásokat” – az atmoszféra és az éghajlat szabályozása, az édesvizek tisztítása és a készletek megtartása, a gabona beporzása, a hulladék méregtelenítése és visszaforgatása, a fűrészáru, a takarmány és a fűtőanyag előállítása – melyek mesterséges úton történő létrehozása nagyon sok problémával jár.⁵⁹

Erre azt lehetne mondani, hogy már sikerült kijutni a világűrbe, vagyis nem-földi környezetben élni. De: a Nemzetközi Űrállomás is földi erőforrásokra szorul, rajta az élet – néhány ember számára – csak rövid ideig elviselhető egészségkárosodás nélkül. Ezen persze javíthat a technika, de egy idő után akkor is beleütközik a földi geofizikai viszonyok mesterséges rekonstrukciójának problémáiba: a víz, az élelem, a sugárzástól

való védettség, a megfelelő hőmérséklet, a belelegezhető levegő, és a gravitáció ember számára huzamosabb ideig elviselhető *természetes* feltételeinek megteremtésébe.

Tehát a fentebb említett ontológiai elsőbbség a bioszféra léte keretfeltételeinek meghatározásával az emberi létezés keretfeltételeit is alapvetően meghatározza, még ha sok korlátot sikerült is kitágítani. Johann Gottfried Herder történetfilozófiájában – amely, panteizmusa mellett, kozmikus-geológiai, valamint organikus-biológiai összefüggésekben, analógiákban látja az emberiség történetét – kifejezően festi le az ember helyzetét a Földön: „Az én szemem ennek és nem más naptávolságnak a sugárzásához, fülem ehhez a levegőhöz, testem ehhez a földtömeghez, minden érzékem a Földnek ehhez az organizációjához idomult és ebből formálódott: lelki erőim szintén ehhez mérten működnek; nemem térbeli helye és hatóköre éppoly meghatározott és körülhatárolt, mint tömege és pályája a Földnek, ahol végig kell élnem az életemet; ezért viseli sok nyelvben az ember az anyaföld nevét.”⁶⁰

A jelenlegi környezetátalakítási folyamatok és törekvések, a természet emberi uralom alá hajtása és átformálása ezeket a kereteket feszegeti, mert a tudomány és a technológia összekapcsolódása valamint az új gazdasági-üzleti struktúrák révén olyan eszköz van az emberiség kezében, amely soha nem látott erejűvé fokozta az emberi képességeket, s így soha nem látott lehetőségekkel kecsegtet.

John McNeill szerint az emberiség a XX. században egy „gigantikus” és „ellenőrizhetetlen” kísérletezésbe fogott az intenzív és gyors környezetformálása során, amely a „... 20. század legjelentősebb folyamata, amely következményei tekintetében felülmúlja a II. világháborút, a kommunista rendszer kísérletét, az írni-olvasni tudás tömeges megjelenését, a demokrácia terjedését vagy a nők emancipációját.”⁶¹

Edward O. Wilson kristálytisztán fogalmaz: „... a *Homo sapiens* kikerülhetetlen geofizikai tényezővé vált, lévén az egyetlen faj a bolygón, mely ilyen széles körben képes hatni környezetére.”⁶²

Mindezek fényében igen súlyos kérdések merülnek fel. Tehát: a homo sapiens az az emberfajta, amely uralkodó fajjává válása során képes volt ilyen mértékben átalakítani a bioszférát, kipusztítani a neki nem tetsző humán és nem-emberi fajokat, elindítani a hatodik tömegkihalást, megzavarni az ökológiai folyamatokat. Ez akkor azt jelenti, hogy a homo sapiens attól más, mint a többi humanoid, azaz attól ember, hogy minderre képes? S az áldozatok azt bizonyítják, hogy benyomuló, vagy másképpen invazív faj vagyunk?

Herder úgy gondolta, hogy végeredményben a történelem folyamán teljesülni fog a Gondviselés terve, s az emberiség a humanitás irányába fejlődik tovább, a kultúrának az ész és a méltányosság kialakította tartós egyensúlyi állapota felé.⁶³

Persze, erre is megvan a lehetőség, hiszen a technológiai fejlettség és a felhalmozott tudás valószínűsítheti ezt a forogatókönyvet is. Csakhogy a homo sapiens eddigi történelemben-való-léte nem ezt bizonyítja, mint ahogy az a tény sem ennek a kimenetnek kedvez, hogy az emberiség már túllépte a Föld eltartóképességének határait.

S ekkor egy újabb dilemma merül fel, amely a változások eszközeit jelentő technológia mibenlétéből indul ki. Az ember környezetátalakító képességének növekedése, a Föld antropomorfizációja egyúttal az emberiség és a tudomány támogatott technológia sokkal intenzívebb összefonódását is jelenti, amely visszahat az emberre, életmódjára, tevékenységére, sőt megváltoztathatja az eddig viszonylag intakt emberi természetet is. Ami kezdetben elsősorban az ember biológiai örökségét, biofizikai paramétereit jelenti.

Ennek következtében viszont az emberi evolúció a technológiával, az általa létrehozott és működtetett mesterséges-technikai környezetben való létezésével, a mesterséges-sel történő egyre nagyobb interdependenciát jelentő kapcsolatával – hiszen a technikai

környezetet működtetni is kell, erőforrásait biztosítani – még jobban eltávolodik az eredeti, organikus természettől, a bioszférától. Vagyis egyre inkább mesterséges, technikai környezet veszi körül az emberi létezését, a modern ember egyre inkább függ a technológiai feltételektől. Ez az összefüggés pedig egyfajta pozitív visszacsatolásként tovább fokozza a természeti erőforrások kiaknázását és a környezetszennyezést.

Ami azt jelenti, hogy a technika már nem értéksemleges tényező, nemcsak eszköz az emberi képességek fokozására, hanem – véleményünk szerint – már visszahatást gyakorol a működtetőjére, megváltoztatja az életmódját, valamint megváltoztatja a természethez való viszonyát.

Ennek a megváltozott viszonyoknak a következménye – még ha a gyökerei a távolabbi múltba is nyúlnak is vissza – az ember–környezet viszony instrumentális felfogása: az ökoszisztéma szolgáltatások az emberi jólét növelésének eszközei: a gazdaság növekedését, az életszínvonal javulását, az emberi képességek kiterjesztését, a növekedési kényszert szolgálják.

A környezet ember szempontjából történő átformálása ezért okozza a hatodik tömegkihalást, sokszor csupán azzal, hogy megzavarja az ökológiai rendszerek működését. Amire a gépesített mezőgazdaság – minden sikere ellenére – az egyik legjobb példa. Hiszen a „zöld forradalom” hozzájárult a biodiverzitás csökkenéséhez, a gépesített, piacorientált, monokultúrás termesztés preferálásával, szemben a korábban általános kisebb parcellákat művelő, ritkán specializálódó, nem gépesített mezőgazdasággal.⁶⁴

De, ezzel elindult egy másik, az emberi evolúció távolabbi jövőjét befolyásoló folyamat is: az ember–gép szingularitás. A környezetátalakításhoz használt eszköz átalakítja a használatját is a hatékonyság és a képességek kiterjesztésének ígéretével.

A technológiával való egyre szorosabb kapcsolat újabb kérdéseket vet fel a hatodik tömegkihalás egy másik dimenziójaként: ha mégis sikerülne egy biológiailag lepusztított, de mesterséges eszközök segítségével még működő civilizációt fenntartani, a túléléshez szükséges technológia nem tenné-e a humánus számára elviselhetetlenné azt a világot?

Úgy tűnik, hogy az emberi evolúció sikeresen megvalósított egy programot: beléptünk egy új földtörténeti korszakba: az antropocénba.⁶⁵ Azonban minden ígérete, s eredménye mellett, a környezetalakító képességünk legalább három olyan veszélyforrást hagyott örökül a XXI. századnak, melyek önmagukban is elegendőek lehetnek az emberiség bukásához: a klímaváltozást, a hatodik tömegkihalást és az ember–gép szingularitást.

Úgy tűnik, hogy az emberiség, mint benyomuló faj, önhittségből és tudatlanságból egyfajta orosz rulettet⁶⁶ játszik; csakhogy most három tölteny van a tárnban.

JEGYZETEK

- 1 Elizabeth Kolbert: *A hatodik kihálás*, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2016.
- 2 I. m.: 35–92. o.
- 3 I. m.: 94–116. o.
- 4 I. m.: 25. és 94–116. és 123–124. o.
- 5 I. m.: 134–135. o.
- 6 I. m.: 25–26. o.
- 7 I. m.: 26. o.
- 8 Uo.

- 9 Edward O. Wilson: *Az élet jövője*, Akkord, 2006. 40–41. o.
- 10 Elizabeth Kolbert: i. m.: 241–243. o.
- 11 Edward O. Wilson: i. m.: 140–143. o.
- 12 Elizabeth Kolbert: i. m.: 25–26. o.
- 13 I. m.: 27. o.
- 14 Lpr_living-planet_report_2016.pdf. 12–14. o.
- 15 Elizabeth Kolbert: i. m.: 35–63. o.
- 16 I. m.: 75–92. o.

- 17 I. m: 93–119.
 18 I. m: 121–136. o.
 19 I. m: 147–151. o.
 20 I. m: 154–161. o.
 21 I. m: 156. o.
 22 I. m: 168–171. és 175–182. o.
 23 I. m: 182–185. o.
 24 I. m: 169–170. o.
 25 I. m: 213–215. o.
 26 I. m: 215–217. o.
 27 I. m: 219–220. o.
 28 I. m: 219–222. o. A kiemelés tőle.
 29 I. m: 221–223. o.
 30 I. m: 226–229. o.
 31 I. m: 232–235. o.
 32 I. m: 244–245. o.
 33 I. m: 254–255. o.
 34 I. m: 259–268. és 271–275. o.
 35 I. m: 273–275. o.
 36 I. m: 284–286. és 294–301. o.
 37 I. m: 304–306. és 315–317. o.
 38 I. m: 22–24., 333–335. és 338–340. o.
 39 I. m: 341–343. o.
 40 Edward O. Wilson: i. m: 83–85. o.
 41 I. m: 94–101. o.
 42 I. m: 101–113. o.
 43 I. m: 123–140. o.
 44 I. m: 140–144. o.
- 45 J. R. McNeill: *Valami új a nap alatt*, Ursus Libris, 2011. 21–38. o.
 46 I. m: 395–396. o.
 47 Uo.
 48 I. m: 34. o.
 49 I. m: 35. o.
 50 I. m: 299–300. o.
 51 I. m: 390–391. o.
 52 I. m: 348–357. és 369–370. o. és 401. o.
 53 I. m: 295–296. o.
 54 Uo.
 55 I. m: 407–409. o.
 56 I. m: 220. o.
 57 I. m: 296. o.
 58 I. m: 78. o. és 132. o.
 59 Edward O. Wilson: i. m: 148–149. o.
 60 Johann Gottfried Herder: *Eszmék az emberiség egyetemes történetének filozófiájáról*, Gondolat Kiadó, Budapest, 1978. 60. o.
 61 John McNeill: i. m: 21. o.
 62 Edward O. Wilson: i. m: 51. o.
 63 Johann Gottfried Herder: i. m: 425–454. o.
 64 John McNeill: i. m: 240–257. o.
 65 Elizabeth Kolbert: i. m: 139–143. o.
 66 I. m: 259–268. o. Elizabeth Kolbert az emberre nem ezt a kifejezést használja, hanem a „nyápic fajt”.
 15., 27. és 341. o.

