KOZÁK MIKLÓS - PÜSPÖKI ZOLTÁN

Geodiverzitás és természetrajz

Bevezetés

Az élőlények fajainak sokféleségét már a kőkorszak embere is érzékelte, hiszen e fajok hol veszélyt hoztak rá, hol a táplálékát jelentették, sőt ruházatul vagy eszközként is hasznosíthatók voltak, ahogy az a természeti népeknél még napjainkban is megfigyelhető. Néhány faj kultikus szimbólummá, istenséggé, totemmé vált. Az élővilággal való szoros egymásrautaltságát az ember a kezdetektől fogva folyamatosan átélte. Hasonlóképpen fejlődött az embernek a környezet földtani alkotóival való kapcsolata is, hiszen a lakható barlang, a megmunkálható kőzet, a festéket és ékszert jelentő ásvány, a táplálékul szolgáló só, forrásvíz, az olvasztható érc, az építőanyag, az értékmérő nemesfém a kezdetektől napjainkig nélkülözhetetlen része életünknek. Korszerű ipar, lakáskultúra, közlekedés, agrárgazdálkodás földtani képződmények, nyersanyagok nélkül elképzelhetetlen lenne.

A mind tudatosabbá váló ismeretekkel az ember már igen korán, a történeti ókor előtt eljutott egy magasabb rendű felhasználói szemlélet kialakításáig, ahol a háziasítások és egyszerű nemesítések révén nem csupán mint alkalmi vadász, hanem a holnapra is gondoló gazdálkodó kezdett viszonyulni környezetéhez. A szükségszerű munkamegosztás révén azonban egyre többen távolodtak el a természetközeli létformától, ill. látásmódtól. A természeti objektumokat megfosztotta mágikus nimbuszától, kultikus jelentésétől, és módszeresen lerombolta az iránt érzett megszemélyesítő tiszteletet.

A tudományok fejlődésével a környezetről, annak fajairól, összefüggéseiről összegyűjtött ismeretek robbanásszerűen szaporodtak, ám az emberi kultúrák fejlődési üteme erősen differenciálódott, sokszínűvé formálva a környezetről alkotott antropomorf képet, mintegy szembeállítva a technikai környezetet a természetivel.

Egyes törzsek, népek még ma is kőkorszaki szinten tekintenek az őket körülölelő világra, míg mások már eljutottak a rablógazdálkodásig. Létrejöttek a tömegtermelésre szakosodott ipari központok, s a fejlett országokban megszületett a tudományos igényű kísérletek, a szupertechnológiák, a génmanipulációk világa. S mire a természetközpontú látás szükségességét napjainkban újra felismerte az emberiség, már olyan mértékűvé vált a túlszaporodás, a szemléletmódok sokfélesége, a hiánytünetek köre, az aránytalanságok száma, mérete, a haszonelvű technokrata gondolkodás elfogadása, a fajok pusztulása, hogy az már földi méretű egyensúlyzavarokat idézett elő. A természetvédelmi törvények és szabályozók lennének hivatottak arra, hogy a várható katasztrófahelyzetet elhárítsák és a fejlődés ön- és fajpusztító jellegét megszüntessék. A biológiai sokféleség fontosságának és valódi jelentőségének egyre általánosabb felismerése éppúgy századunk terméke, mint az iparszerű környezetrombolás ütemének csaknem exponenciális felgyorsulása. Ám előremutató nemzetközi megállapodás csupán az 1992-93-as években született (Rio-i csúcs), szinte a huszonnegyedik órában.

Egymásrautaltság

A természet- és környezetvédelem nemzeti szintű kampányai lassan kezdték átformálni a köztudatot és elültetni a *biodiverzitás* védelmének fontosságát. Még akkor is jelentős előrelépés ez, ha e rehabilitációs folyamatok lassúak és mozaikosan valósulnak meg anyagi, technikai, szemléletbeli hiányosságok miatt. A viszonylagos szegénység és a fennálló ipari struktúra nem teszi lehetővé az azonnali átállást, csupán a szennyezett környezetek kárelhárítása és rekultivációja 100 milliárdos nagyságrendű tőkeráfordítást igényel, s a kiút jelenleg csak más szektorokból történő drasztikus elvonások árán oldható meg. Ez viszont számos területen (pl. egészségügy, oktatás, stb.) a működőképességet rendíti meg alapjában. Jelenleg tehát a szükséges rossz döntések kényszerpályáján mozgó hazai elosztási politika az egyik környezeti gond felszámolása, vagy mérséklése érdekében újakat, ma még kevésbé érzékelhetőeket teremt, amelynek árát éppúgy meg kell majd hosszú távon fizetnünk, mint a korábbi túlkapásokat.

Eközben sajnos a köztudat, a köz- és felsőoktatás, kutatás szintjén a korábbinál is jobban elhalványul a földtani háttér ismerete és fontossága, amire a biológiai sokféleség a maga gyorsuló evolúciós spiráljával épül, ill. amibe ágyazódik évmilliárdok óta, megfelelő természetes védelmet élvezve. Ennek oka leginkább abban keresendő, hogy a földtani környezet folyamatai lassúak, értékei rejtettebbek, kevésbé sérülékenyek. Károsodásuk viszont szinte jóvátehetetlen és idővel visszahat az élő környezetre is.

Távlatait tekintve az élővilágra ható földtani folyamatok nagymértékben kiváltói és fenntartói a biológiai sokféleség kialakulásának. Az élőlényekre hatnak a földi geofizikai erőterek (gravitáció, elekromágneses tér, belső és külső kis entalpiájú geotermikus energiaáramlások). A kontinensvándorlások, a globális fölmelegedések,

lehűlések, a hegységképző és medenceformáló geodinamikai mozgások mm-cm/év nagyságrendű térszínmódosulásai, a geológiai erózió, az állandóan változó anyag- és energiatranszport a fajokat alkalmazkodásra, vándorlásra, szelekcióra kényszerítették, sőt katasztrofális nagyságrendű és sebességű folyamatai részleges kihalást, ill. más, életképesebb fajok számára térnyerést jelentettek. E változások és hatások nyomai az üledékes kőzetekbe "vésett" mementóként rétegtanilag teszik lehetővé a fejlődés nyomonkövetését. A jelen valódi veszélyeinek, folyamatai irányának helyes megítélésénél nélkülözhetetlen szükség van arra a dinamikus őskörnyezeti földtörténeti fejlődésrekonstrukciós képre, amelyet a geológia kínál a többi tudományok számára (pl. paleoszikesedés, fosszilis talajok, klímaváltozások, paleokörnyezeti paraméterek változásai, geofizikai erőterek, geokémiai változások, kihalások, új fajok megjelenése stb.) Ebbe a lassú, hosszútávú fejlődésbe lép be az ember, ill. a társadalom, mint egy környezetátalakító természeti tényező.

A természet egészét időben-térben egységben látó és védő ember nem vonatkoztathat el a befogadó földtani környezettől. Veszélyes lenne ha a természet fogalma (lásd új tankönyvek) az egységes egész helyett a növény és állat kizárólagos szinonimájává redukálódva elszakadna környezetétől, hiszen a bioszféra veszélyeztetettsége legtöbbször éppen a környezet degradálódása folytán érvényesül. S míg az élőtársulások reprodukciós képessége és regenerálódási folyamata gyors, emberi léptékű, addig a geológiai környezet sérülései gyakran végzetesek és visszafordíthatatlanok (pl. geológiai erózió → antropogén erózió, meg nem újuló nyersanyagok → bányászat, energiahordozók kimerülése, felszín alatti vízbázis elszennyezése, túlhasználata stb.).

A földi természeti környezet alkotói 98 %-ban geológiaiak, s a globális földi anyagáramlási folyamatok nagyságrendjében is hasonló

arányban érvényesül hatásuk. A bányászati termékek (építő- és díszítőkőzetek, drágakövek, nemesfémek, ércek, energiahordozók, vizek) felhasználásán keresztül az ember a geológiai értékekhez a biológiai környezet értékeihez hasonló módon, azaz kezdettől felhasználói szemlélettel közelít, ám sajnos e téren még sem a megfelelő közismertség, sem a diverzitás- és értékvédelem szemléleti alapjai nem fogalmazódtak meg kellőképpen. Így félő, hogy az egyoldalúság hibájába esve csupán részrendszereket védünk a természeti rendszer egysége helyett.

Egy haszonanyag értéke a használati, ill. piaci értékén keresztül napi árfolyamokon pénzben is kifejezhető. Ez azonban nem állja meg a helyét az eredetiségében megőrzendő biológiai és geológiai természeti alkotásokra, ill. ezek együttesére, mivel ezek nem csupán esztétikai vagy tájképi értékkel rendelkeznek. Magukba ágyazva rejtik a földi anyagfejlődés nyomait, állomásait és az okozati összefüggéseket. A fejlődési trendeket feltárva általuk pillanthatunk be a múltból a jövőbe vezető természetes fejlődési folyamatokba éppúgy, mint az élőlény - környezet viszonyrendszerbe a változó háttéradottságok rekonstrukciója révén. Enélkül aligha tudjuk helyesen megítélni, hogy az emberi hatások mennyire torzítják el a fejlődést, s azt sem, hogy ez meghaladja-e a természetes ingadozások, változások, kataklizmák és katasztrófák mértékét.

Miközben a propaganda eszközeivel a környezet megóvására, megismerésére, a "TERMÉSZET" védelmére hívjuk fel a figyelmet, az oktatásból sanda módon kimaradnak a földtani alap- és háttérismeretek (lásd pl. Művelődési Közlöny 1997. p. 3391, 166/1997. sz. Kormányrendelet, tantárgyi struktúrák, környezetvédelmi szakképzési programok, tantárgyak stb.).

Környezettudományok

Aligha vált ki népszerűséget, ha megjegyezzük, hogy számos nyugati szakemberrel egyetértve nem hiszünk az izolált "környezettudományok" létezésében, miközben gombamód látható piacorientált szaporodásuk. Valamilyen fokon minden tudomány környezettudomány (1. ábra), s csupán az a kérdés, hogy művelői mennyire érzékenyek a környezeti problémák feltárásában és megoldásában. A környezeti viszonyulás tehát csupán egy környezetcentrikus ismereti szelekciót, viszonyulást és problémamegoldó készséget jelent, s bármely természetvizsgáló tudomány művelőjének rendelkeznie kell az "ökológikus" látás képességével. Az önálló diszciplinaként történő elkülönítés legfeljebb hivatkozási alapul szolgálhat szakmai lobbykhoz, pozícióerősítő terjeszkedéshez, más területek kiszorításához. E folyamatot nem hasznosnak, hanem kifejezetten károsnak tartjuk, hiszen azt a látszatot kelti, hogy vannak kitüntetetten fontos területek és vannak másodrendűek, sőt szükségtelenek is. Ugyanakkor a környezeti gondolkodás és viszonyulás felelősségét mintegy leveszi a tudományok, ill. tantárgyak válláról, holott éppen ennek szakterületenkénti együttes erősítése lenne a cél.

Geodiverzitás és természetrajzi szemlélet

A *geodiverzitás* a földi anyagnak a Föld fejlődése során bekövetkező, fokozatos differenciálódását jelenti. Ez kiterjed a földövek összességére, annak összetételi változásaira, kicserélődési, anyagvándorlási folyamataira, határfelületi jelenségeire (pl. bioszféra) és az általuk létrehozott anyagi képződmények összességére.

Ennek legfontosabb része az élővilág, ill. földtanilag annak fejlődését, létalapját és fennmaradását biztosító geokörnyezet, amely a litoszféra, hidroszféra, atmoszféra és pedoszféra érintkezési övében alakult ki, s ezek kölcsönhatásainak folytonos színtere évmilliárdok óta. Ha hiszünk a "historia est magistra vitae" (a történelem az élet tanítómestere) érvényességében, akkor evidens a párhuzam, hogy ugyanaz a természeti környezet anyagi-energetikai változásait vizsgáló idő-tér tudományra, a földtanra is igaz egy más léptékű tudományok közötti viszonyrendszerben. Hosszú lenne felsorolni, hogy a nemzetközi gyakorlattal szemben nálunk e téren hol, hogyan, mennyire és miért sérültek a kapcsolatrendszerek és ennek közismereti, oktatási és kutatási vetületei. Az ember mint természeti tényező ma még a sérülékenyebb élővilágot erőteljesebben képes károsan, vagy hasznosan manipulálni, mint a masszívabb geokörnyezetet, de ez csak energetikai, technikai és dimenzionális kérdés.

Szűkebb értelemben a geodiverzitás a földkéreg fejlődésének kváziciklikus (spirális) lemeztektonikai-hidrológiai-hőcirkulációs folyamatain keresztül testesül meg. E fejlődés alapeleme a faj, ill. a "földtani faj". A fajfogalommal a biológiában egy olyan legkisebb szerveződési egység kapcsolódott össze, melynek genetikai állománya csaknem egységes, s melynek megváltozása, fejlődése az egész élővilág fejlődésének alapját képezi, ill. amelyre a bioszféra szervezeti felépítése és folyamatos átstruktúrálódása visszavezethető. A földtani objektumok ilyen alapegységei az ásványok, melyek összetétele a biológiai fajok genetikai állományához hasonlóan közel állandó. Az ásványok a környezeti adottságokhoz igazodva rendeződnek "társulásokba", létrehozva a kőzeteket. A kőzetek melyek így már maguk is egy adott környezetet (fáciest) képviselnek ugyancsak szigorú ok-okozati összefüggések alapján sajátos tér, sőt időbeli elrendeződést (mintázatot) mutatnak, kialakítva a típusokba rendezhető

"társulásegyütteseket", ill. a még magasabb szintű szerveződési egységeket, a formációkat. Egyes ásványok ("fajok") telepképző koncentrálódása analóg lehet egy csak néhány fajból felépülő egyszerűbb életközösséggel, vagy éppen egy mesterséges biokörnyezettel (pl. kukoricatábla). Míg azonban az élővilágban a fejlődés foka, a diverzitás növekedése már faj szinten is egyértelműen megjelenik, addig a kéregevolúció előrehaladása leginkább a társulások, vagyis a kőzetek diverzitásnövekedésében mutatható ki.

Bolygónk első, primitív kérge egymástól csak kis mértékben különböző, elsősorban bazaltoid kőzetekből (pl. komatiit) épülhetett fel. Az első szubdukciós vulkáni szigetívek megjelenésével, fokozatosan teljesedett ki a magmás kőzetsorozat a semleges, majd semleges-savanyú, ill. savanyú (andezites-dacitos-riolitos) változatok megjelenésével. E magasabb Si-tartalmú, "differenciáltabb" kőzetek elterjedése egyben a különböző fokon differenciált kéregtípusok (óceáni kéreg, kontinentális kéreg) elkülönülését is jelentette. A térszínkülönbségek növekedésével megindult a külső erők anyagáttelepítő munkája, ami az üledékes kőzetek széles körének megjelenésével, s egy szelektív elemkoncentrálódással járt. A kéreg vastagodásával lehetőség nyílt a metamorfózis folyamatainak megindulására, s ezzel teljessé vált a kőzetciklus. E ciklus azonban nem körszerűen zárt, hanem sokkal inkább egy spirálisan előrehaladó, a sokszínűség mind magasabb fokát mutató, fejlődőképes nyílt rendszert képez, s bár a folyamatok mozgatórugói az idők során lényegében nem változtak, a magma-kéreg kölcsönhatások, elemvándorlások, helyi dúsulások és kilúgozódások, stb. az alapjelenségek egymástól lényegesen különböző változatainak széles skáláját hozták létre.

A hosszú távú fejlődésben fokozatos arányeltolódással egyes korai "fajok" kikopásával, eltűnésével, mások, újabbak megjelenésével számolhatunk, mivel a geofizikokémiai és biogeokémiai tényezők újabb

konstellációi az anyagszerveződés újabb formáinak létrejöttéhez nyújtanak lehetőséget. Mindezt azonban a természetszerető ember csak akkor képes érzékelni, ha az alapműveltség szintjén a Linné-i korszak ökológikus azaz klasszikus "természetrajzi" természetlátásához visszatérve ismét együtt jelenik meg a természet három országa. Egykor okkal jött létre a természetrajz szakos tanárképzés, amelyben a geológia és biológia szorosan egymásraépülő egységet alkotott, s kitűnő szemléletű, felkészültségű tudós tanárok egész sorát adta a hazai biológiai és geológiai oktatásnak és kutatásnak. E rendszer szétbomlasztása a teljességre törekvő természetszemlélet hazai elsorvadását jelentette, s a legnagyobb kultúrpolitikai értékrombolások egyikének tekinthető. A mai aránytalan természeti környezeti alapműveltséget egy túldimenzionált orvosbiológiai és molekulárbiológiai szemléletű, specialista képzéshez igazított tantárgy próbálja a közoktatás szintjén megoldani, miközben a tanárok képzéséből már szinte teljesen kikopott a földtani alapismeretek megszerzésének lehetősége is.

Az élő anyag fejlődése, a légkör és a hidroszféra változásai, egyes kozmikus hatások befolyása a földi anyagfejlődésnek olyan irányultságot adott, amelyen belül a differenciáció foka növekszik, a fajok száma gyarapodik, az összetételben hangsúlyeltolódások következnek be. Maga a bioszféra a földkéreg, a hidro- és atmoszféra érintkezésénél lezajló határfelületi reakciósorok sajátos rendszerben való ötvöződéseként is felfogható. Megjelenésében, fejlődésében alapvető szerepe lehetett egyes olyan környezetpotens ásványoknak, kőzeteknek (pl. agyagásványok, zeolitok) ionmobilis hidratált "geo-fajok"-nak, amelyek ma is meghatározói a talaj termőképességének, a víz minőségének az élő közösségek geokémiai, energetikai, geotermikai stb. környezetének. Az élővilág megjelenésével a kéregevolúció mállási folyamataira a differenciálódás minőségileg új léptéke

rétegződött, ami a diverzitás növekedésében nagyságrendi módosulást idézett elő, új fejezetet nyitva a Föld fejlődésében. A bioszféra a differenciálódó földi anyagfejlődési piramis csúcsa, amely visszahat beágyazó környezetére, miközben léte és fejlődése mindenkor e környezet függvénye marad.

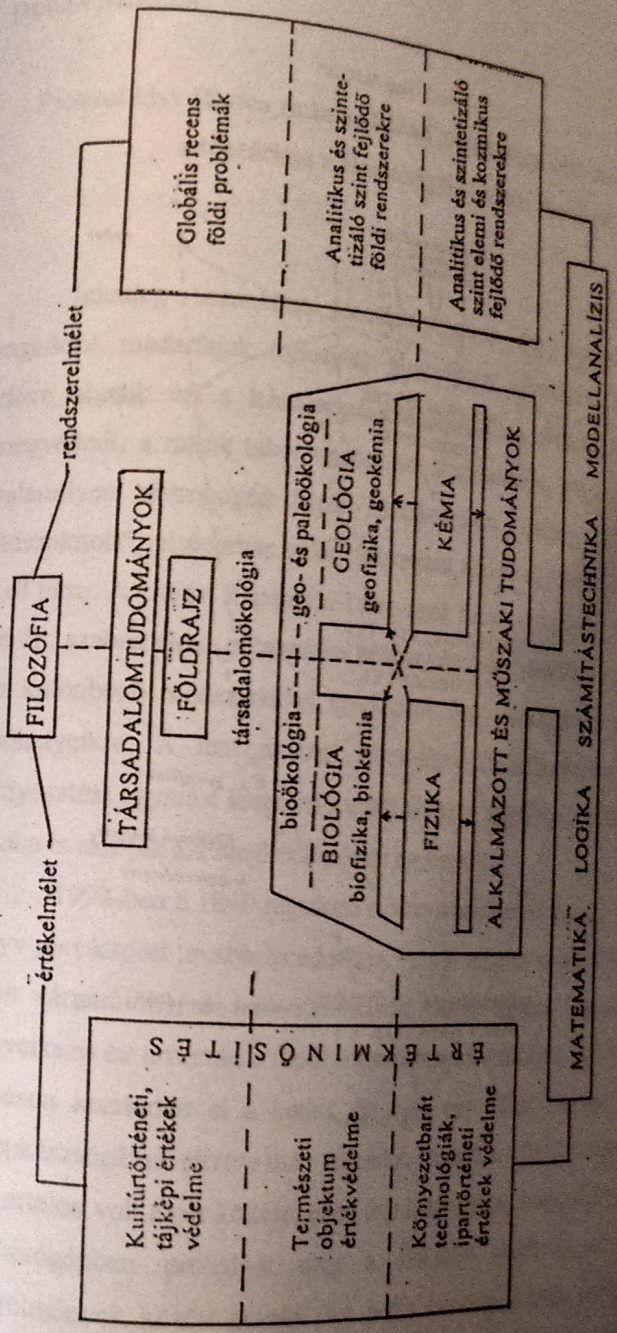
A kéregevolúciót működtető geotermikai-geomechanikai folyamatok eredményeként a kéreg vastagszik, savanyodik, alkáliákban és szerves eredetű anyagokban dúsul, mindinkább kontinentalizálódik. Ezzel együtt a növekvő tagolódás és fokozódó differenciálódás függvényében új típusú környezetek jöttek létre, mind térszíni, mind fácies szempontjából. A kéreg vastagodásával, egyes szerkezeti egységeinek süllyedésével, gyűrődésével, a metamorfózis ásvány- és kőzetképző feltételei is bővültek.

A folyamat az igen távoli jövőben a földi hőtartalékok lassú elvesztéséhez vezet, miközben a kéreg belső evolúciós folyamatai véglegesen befagynak majd, ahogy ez a Hold esetében már több mint 3 milliárd éve bekövetkezett. Jelenleg a fejlődés felívelő szakaszának érettebb stádiumában járunk, amely azonban természeti energiatartalékainkat tekintve még milliárd évekig működő módon tartja majd fenn a fokozatos differenciálódás folyamatát.

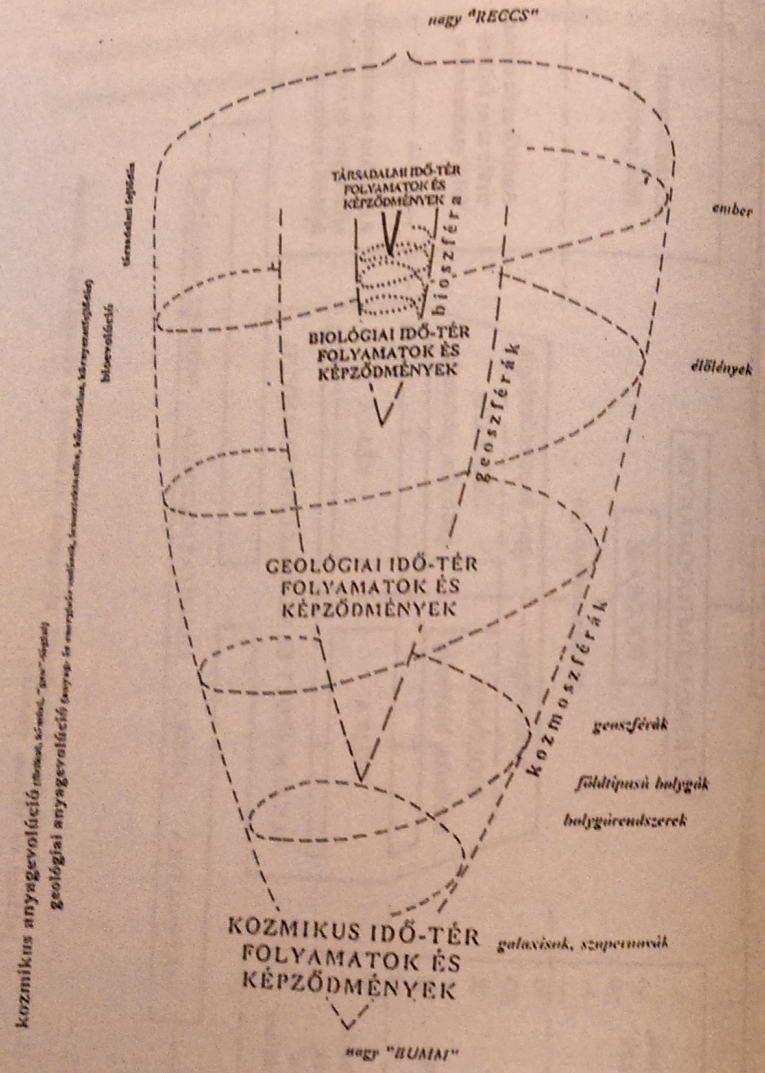
Ebbe a geodiverzitásba, mint keretbe ágyazódik bele a bioevolúció és a biodiverzitás teljessége, igazodva annak környezeti feltételeihez, befolyásolva ugyanakkor annak fejlődési trendjeit, állomásait, minőségugrásait (2. ábra).

Amikor tehát földtani objektumot védünk egyben élőhelyet és őskörnyezet-fejlődési bizonyítékok sokaságát helyezzük védelem alá, segítve a földi fajdiverzitás összességének együttes védelmét. Az ember és az élővilág teljes mértékben környezetfüggő volt és marad, s hogy a környezetet az ember mennyire érti és hasznosítja természetcentrikus

módon eredményesen, ahhoz a természetrajzi szemlélet soha el nem évülő látásmódjához kellene visszatalálnunk, mind az oktatás és kutatás, mind a tudományközi együttműködések szintjén.



1. ábra A tudományok és a természeti környezet viszonya a vizsgálati szintek jellege és típusa szerint



2. ábra Környezeti szférák dimenzionális egymásraépülése az anyagevolúciós spirálban

Pusztai ölyv (Buteo rufinus) fiókák mesterséges keltetése és sikeres adoptációja a Hortobágyi Nemzeti Parkban

Jelenleg hazánkban nincsenek igazán hagyományok az egyes ragadozó madárfajok tojásainak mesterséges keltetésére. Vannak, akik eleve elvetik ezt a lehetőséget, mondván, hogy élőhelyeiken kell őket megvédeni, a másik tábor viszont azt szorgalmazná, hogy a természetből valamilyen antropogén hatás következtében (lelövés, áramütés, stb,) "kiszakított", elsősorban ritka, fokozottan védett egyedeket reprodukcióra kell bírni. A Górési Repatriáló Telep egyik fontos célkitűzése, hogy az ilyen sérült, szabad életre alkalmatlan példányoktól megkísérlünk utódokat nyerni és különböző módszerekkel igyekszünk őket visszajuttatni a természetes élőhelyeikre. A fent említett lehetőségek (élőhelyvédelem+mesterséges tenyésztés) egymást kiegészítő voltát elvitatni nagyfokú felelőtlenség lenne, hiába is akarják azt megkérdőjelezni egyesek.

1992-ben a HNP ragadozó madár repatriáló telepe egy sérült pusztai ölyv párt kapott további gondozásra. A tojó teljesen röpképtelen állapotban volt (áramütött), a hím valamelyest tudott repülni (megsörétezett). A következő év tavaszán a röpdéjükbe behelyezett műfészket elfoglalták és öt tojáson kezdődött el a kotlás, de csak egy fiókát sikerült felnevelniük. Röpkészségének elérése után szabadon engedtük a fiatal madarat. 1994-ben sikertelen volt a pár költése, ezért úgy határoztunk, hogy a következő évben keltetőgépben próbáljuk meg a fiókákat kikeltetni, s mesterséges körülmények között nevelni 3-4 hetes korukig, azután pedig vad párok fészkeibe adoptálni, hogy az emberre való téves bevésődést elkerüljük.