

Illés Erzsébet

A Föld mint égitest

Nekünk — Föld-lakóknak — természetes, hogy olyan a Föld, mint amilyen. Egy eszkimó nem csodálkozik el a jégvilágon, egy beduinak nem csoda a sivatag, de fordítva igen. Kívülről nézve a Földet — a többi bolygó tükrében — azonban sok „csoda” fedezhető fel rajta, s így talán jobban megértjük azt is, hogy mi nem természetes, meg azt is, hogy ami van, az miért olyan, amilyen.

A Voyager 2 — ez a csodálatos kis robot, amely ikertestvérével együtt oly sok érdekességgel ismertetett meg bennünket a külső bolygók világát illetően — a bolygórendszer határáról visszanézett, és ahogy *Carl Sagan* megálmodta, búcsúzóul egy „családi fényképet” készített a Napról annak összes bolygóival együtt. Ez a fénykép nem olyan látványos, mint azok a képek, amelyek bolygóközelségben „teleobjektívvel” készültek, de reálisan mutatja, hogy milyen parányiak is ezek az égitestek az űr óriási méreteihez képest. Hogy ez a kilenc bolygó micsoda irdatlan térrészt jár be a Nap körül — vagyis, hogy milyen nagy a Nap „felségterülete” —, világosan látszik abból, hogy ha ezt a térrészt egyetlen fényképen szeretnénk bemutatni, akkor szinte láthatatlanná törpül az a néhány „óriási” anyagcsomó, amelyek egyike nekünk az egész világ, a mi kék bolygónk, a Föld.

Negyven évvel ezelőttig ezt a családot jóformán csak ilyen kis fénypontokként ismertük — kivéve természetesen a miénket, amelynek felszínét bejártuk, belaktuk, és azt hittük, hogy nagyon jól ismerjük is. Azt hittük, hogy beláthatatlanul nagy, végtelen időig elég lesz nekünk embereknek. Nos, egyre inkább kérdéses, hogy ez az elképzelés megfelel-e a valóságnak.

A többi kis fénypontról — vagyis bolygóról — korábban csak annyit tudtunk, hogy mozog, és hogy hogyan mozog a Nap körül. Sőt, az egyik mozgásából még azt is meg tudtuk mondani, hogy van még egy másik is, amelyet addig nem ismertünk: éppen tavaly volt 150 esztendeje, hogy *Le Verrier* számításai nyomán *Galle* felfedezte a Neptunuszt. A bolygótestek által visszavert napfényt hullámhossz szerint analizálva meg lehetett mondani, hogy milyen anyag van a felszínükön

vagy légkörükben. Meg tudtuk mérni, hogy fényességük változik-e, s ebből a légkörrel nem rendelkezők esetében felszínük fényvisszaverő-képességének egyenetlenségeiből azonnal adódott a tengely körüli forgás ideje. A csillagászok ugyan elnevezték őket, de a név nem mondott semmit még nekik sem.

A Naprendszer mint kozmikus laboratórium

S jött az űrkorszak. Egyre gyorsuló ütemben tárgult az a tér, ameddig szondáink eltávolodtak a Földtől, s egyre nagyobb távolságból láttuk, hogy Földünk milyen kicsi. A Föld körüli űrhajókról még a fél eget eltakarta, de az Apollo program asztronautáinak már a Föld „kelt fel” a Hold egén, már a Föld mutatott „holdfázisokat”, már egyértelműen égitestként viselkedett, és nem „földként”, amelyen járunk.

A szédületes fejlődés az űrkutatásban műszereinket először csak a Holdig, majd a Marsig, aztán a Vénuszig, majd a Merkúrig juttatta el, de közben már megkezdődött az elindulás kifelé, az óriásbolygók világába (1971—72, Pioneer 10,11). A 70-es évek elején egy egyetemista számítógépes „játékából” jött a felismerés, hogy most a bolygók olyan szerencsésen helyezkednek el, hogy egyetlen szondával végig lehetne látogatni valamennyit. Hát mire a szervezés, a technika, a pénz megmozdult, a bolygók is arrébb mozdultak egy kicsit, és a „grand tourból” a Plútó lemaradt. De így is „grandiózus”, ami megvalósult. A két Voyager szonda a Pioneer 10 és 11 által „feltérképezett” gravitációs teret felhasználva lendült egyik óriástól a másikig, s közben mért, fotózott, s jelek millióit küldte „haza”, a Földre. És minden működött rajta, úgy, ahogy a mérnökök megálmodták. Szinte eszünkbe sem jutott, hogy lehetne ez másképp is. (Azóta már tudjuk, hogy lehetne. A Fobosz szondák csaknem, a Marsz'96 és a Mars Observer pedig teljesen elveszett, a Galileo csak részben működik. De sérülten is teljesíti feladatait, s micsoda eredményeket produkál!)

És a nevek, amelyeket azelőtt csak a csillagászok ismertek, egymás után egyéniséggé váltak, s most már nemcsak a csillagászoknak mondanak valamit. A sok-sok információból pedig a 80-as évek végére fokozatosan előállt egy csodálatos „laboratórium”, amelyben a négy óriás gázbolygó mellett a Földdel együtt 26 kérges test állt rendelkezésre, amelyeket tanulmányozni lehet. Ez a földtudományokban is lehetővé teszi az összehasonlító vizsgálatokat és a „kísérletezést”, amelyet a fizikusok és a vegyészek laboratóriumaikban mindig is végeztek: vagyis, hogy megváltoztatva a feltételeket megnézik, hogy hogyan változik az eredmény. Természetesen ebben a kozmikus laboratóriumban azért nem olyan egyszerű a helyzet, mint a földiben, mert nem lehet akármilyen feltételeket „előállítani”, nem lehet a paramétereket tetszőleges kis lépésekben változtatgatni. De azért mégis laboratórium ez, amelyben a korábban a Földre megalkotott elméleteket, modelleket — legyen az akár a légkörére, akár a mágnetoszférájára vagy a belsejére vonatkozó — ellenőrizhetjük. Van persze néhány olyan jelenség is, amely sehol máshol nem található meg, csak a Földön, ezért ezek nem kontrollálhatók, és ez nemcsak az élet jelenségére vonatkozik.

Először is az űrből sok mindent megláttunk a Földön, amit lenről nem ismertünk fel. Hiába, a „fától nem látszik az erdő”. Például egyértelművé vált sok, feltűnően kerek alakzat, amely kisbolygók becsapódásának a Föld felszínéről fel nem ismert nyoma lehet. Továbbá az űrből könnyen fel lehetett ismerni, hogy van egy lineamentum-rendszer (repedések, vetődések, gerincek, hegyek) a volt Szovjetunió területén, amely a Föld forgástengelyéhez rendezett — s ezt az akkori ország nagy mérete miatt globális jelenségként kell értelmezni. A *jelenlegi* forgástengelyhez rendezett ez a rendszer, pedig az elmúlt évmilliók alatt is volt pólusvándorlás, kontinensvándorlás, s így a forgástengely és a kontinensek kölcsönös helyzete változott. Azt mondják, a rendszert a Hold árapályereje hozza létre a kéregben a maga feszültségkeltő hatásával. Vajon mennyi idő alatt „veszi tudomásul” egy kéregdarab, hogy hova sodorta a sors (vagy a köpenyáramlás), és merre van hozzá képest az új forgástengely? Vajon új lineamentumok keletkeznek-e ilyenkor, vagy a meglévő milliányi és mindenféle irányú repedés, vető közül csak azok „szólalnak meg”, aktivizálódnak (ezek a megfelelő „receptorok”), amelyek megfelelő irányba állnak? A többi meglévő repedés talán „tektonikai hallgatásba burkolózik” (betakarja és láthatatlanná teszi őket az üledék?) arra az időre, amíg nem ők állnak az éppen aktuális forgástengelynek megfelelő irányban? Az óriásbolygók holdrendszerén belül mindenütt működnek árapályerők, és sok égitesten van repedésrendszer (Europa, Ganymedes, Enceladus, Rhea, Dione, Tethys, Ariel, Titania, Triton). Az elmélet tehát sok példán ellenőrizhető.

A légkörök laboratóriuma

A Földnek elég jelentős légköre van, amelynek nyomása és hőmérséklete folyadékszféra jelenlétét teszi lehetővé, méghozzá nem is akármilyet, hanem hidroszférát, amely az élethez nagyon fontos. S talán a vízburoknak is köszönhető — mint ezt az Europa hold ritka oxigénlégkörének példája is most mutatja nekünk — hogy fejlődésének korai szakaszában légkörében oxigén halmozódott fel (amelynek mennyiségét az élet keletkezése után a növények még gyarapították). A vizet ugyanis az ultraibolya sugárzás bontja, s a hidrogén mint legkönnyebb elem megszökik, az oxigén pedig két atomból — vagy ha elég sok van belőle, az ultraibolya sugárzás hatására három atomból — álló molekulákat hoz létre. A Marson is megtalálták az ózont, azonban ott nem elég gyakori molekula ahhoz, hogy az ultraibolya sugarak zömét feltartóztassa. Azok le is hatolnak a felszínig, a vízgőzt elbontják, a hidrogén elszökik. A Vénuszról a magas felszíni hőmérséklet miatt ez a mechanizmus óceányi mennyiségű vizet tudott eltüntetni. A Földet viszont a kialakult ózonpajzs már megvédi. Az a hidegcsapda ugyanis, amely miatt a vízgőz lecsapódik és visszahull a felszínre, az ózonpajzs alatt foglal helyet. Tehát a vízgőz-molekulák nem jutnak fel olyan magasra — legalábbis a zöme nem — ahol az ultraibolya sugárzás elbontaná őket. Ennek köszönhető kivételes helyzetünk, mert van csapadék a Földön, aminek kellemes következményei vannak. A lehulló csapadék ugyanis egyrészt a talajt megnedvesítve nem engedi, hogy a szelek szárnyán nagy mennyiségű por kerüljön a levegőbe. Másrészt a csapa-

dékképződés jég-magként felhasználja, illetve kimossa a fotokémiai reakciók által létrehozott aeroszolókat, illetve a légkörbe a szél által felkavart port, és nem lesz miatta átlátszatlan globális szmog, mint a Titánon, illetve globális porvihar, mint a Marson.

A Föld légköre főleg nitrogént és oxigént tartalmaz. Ilyen légkörök érdekes módon nem a többi Föld-típusú bolygók világában, hanem a külső Naprendszer bizonyos holdjain fordulnak elő. Nitrogén-légkört a Titánon, a Tritonon és a Plútón, tehát messze kint találtak csak a szondáink, oxigén jelenlétét viszont az Europa holdon regisztrálta a Hubble-űrtávcső. Ez az égítést is a vizének köszönheti oxigén-légkörét, hiszen abból szabadul fel. Ott azonban a Nap ultraibolya sugárzásához lényegesen hozzájárulnak a Jupiter magnetoszférájában nagy sebességgel mozgó töltött részecskék is, amelyek szintén bontják a vizet.

A Mars és a Vénusz légkörében a szén-dioxid dominál, ami az élet szempontjából kedvezőtlen. Hogy ez az összetevő a Föld légkörében nem olyan nagy jelentőségű, szintén elsősorban a víznek (meg a biomasszájának) köszönhető. Víz jelenlétében ugyanis mészkő formájában a szén-dioxid a kéregbe kötődik, és ott marad mindaddig, amíg vagy a vulkánok vagy egy magas hőmérsékletre megszaladt üvegházhatás „ki nem engedi a szellemet a palackból”.

A „laboratóriumban” nincs kontroll-lehetőség a hidroszféra és a légkör kölcsönhatásának a vizsgálatára. Pedig ez az éghajlat hosszabb és rövidebb távú alakulására biztosan hatással van. A rövidebb távú befolyásra nagyon jó példa az El Nino jelenség, amelynek globális voltát már ki lehetett mutatni. A hosszabb távú hatásra pedig az olyan időszakok fellépését említhetjük, amikor is a meleg tengeráramlatok nem hűlnek le kellő mértékben, ezáltal nem tudnak lebukni az óceán mélyére, s ezzel az egész óceáni medence áramlásrendszere megváltozik, s vele a Napból kapott hő újraelosztása, tehát az éghajlat is.

A mágneses terek és a légkörök kölcsönhatásának laboratóriuma

A Föld vasmagjának külső olvadt része cirkulációjával mágneses teret épít fel, méghozzá nem is akármilyet, hanem elég erőset! A négy óriásbolygón kívül csak a Földnek van természetes rádiósugárzása. Ezt persze csak űreszközökkel, kívülről fedezhettük fel, hiszen az ionoszféra kívülről sem enged be bizonyos hullámhosszúságú rádióhullámokat ugyanúgy, ahogy belülről sem kifelé (ezt a rádiózásban erősen ki is használjuk).

A „laboratóriumban” megtalálható a Föld lényeges légkörrel és erős, a légkört védő mágneses térrel, a Vénusz nagyon sűrű légkörrel, de mágneses tér nélkül, a Mars ritka légkörrel és nagyon gyenge mágneses térrel, és a Merkúr légkör nélkül, de mágneses térrel. Kell ennél szebb? S mindezek a Nap magnetoszférájában, a napszélbe vannak beágyazva — nagyon is érzékelve a naptevékenység változását. (Sokat írhatnánk a 200 km feletti légkör kiterjedéséről, tulajdonságairól, óriási változékonyságáról, a magnetoszférával való kölcsönhatásáról a naptevékenységgel kapcsolatban — ezeket szintén csak az űrszondák segítségével ismerhettük fel.) És akkor jön a Galileo szonda, és felfedezi a Ganymedes mágneses terét, amely

a Jupiter magnetoszférájába van beágyazva! Vajon a naptevékenység a Jupiter magnetoszférán keresztül befolyásolni tudja-e a Ganymedes magnetoszféráját?

A Föld magnetoszférája teljes egészében tartalmazza a légkört, védi azt a napszél szétziláló hatásától. Ugyanakkor a Földdel majdnem azonos méretű Vénusz légköre nem kap védelmet, mert nincs mágneses tere. Azt mondják, azért, mert nagyon lassan forog a tengelye körül (243 nap), s ez nem kedvez olvadt vasmagjában a kellő sebességű cirkulációk kialakulásának, amelyek a meglévő gyenge mágneses teret felerősítenék. A Marsnak sincs lényeges mágneses tere, pedig olyan gyorsan forog, mint a Föld. Azt mondják, azért, mert kicsi, gyorsan lehűlt, és ezért már nem olvadt a vasmagja. Ugyanakkor a Marsnál kisebb, és nála lassabban forgó Ganymedes esetében a Galileo szonda mégis talált belső eredetű mágneses teret és olvadt vasmagot. Miért?

A kéreg és köpenyek „laboratóriuma”

Ebben a laboratóriumban is Földünket szeretnénk a többi égitesthez viszonyítva vizsgálni. Földünk a kéreggel bíró égitestek közül a legnagyobb a Naprendszerben. Olvadt köpenyén úszó kéreg kétféle: kontinentális és óceáni. Ez az első hallásra természetesnek tűnő megállapítás a Föld nagyon különleges helyzetét jelzi az összes többi kérges bolygótesttel szemben.

Kialakultak ugyanis elsődleges kéreg a bolygótesteken, ezek az ősi magma-óceánokból felszínre került legkönnyebb anyag megszilárdulásával jöttek létre. A legtöbb kis égitest kérgé ilyen, de ilyen a Hold és a Mars felföldjeinek világos színű kérgé is. A másodlagos kéreg az ez után megmaradt olvadékok felszínre ömlésével és megszilárdulásával jöttek létre (a Hold sötét foltjai, hasadékok mentén felszínre került anyagok, például a Ganymedesen). A Földön azonban harmadlagos kéreg is kialakult a lemeztectonika következtében, amely fokozatosan új kérget hoz létre és a régieket megsemmisíti. A könnyebb, kontinentális kéregről az erózió által lehordott hordalék a tengerfenékre kerülve az óceáni lemezzel együtt a szubdukciós zónákban betolódik a köpenybe, megolvad, a köpenyanyagba keveredik, átdolgozódik, majd a vulkánok által a felszínre hozva és megszilárdulva jön létre a harmadlagos kéreg.

Ma még nem tudunk más égitesten működő lemeztectonikáról, bár kéregrepedést, sőt egymáshoz képest kéreglemezek eltolódását is megfigyelték néhol, ezen utóbbit transzform vetők léte igazolja az Enceladuson, a Ganymedesen és a Tritonon.

Korábban azt hitték, hogy a Vénuszon találunk még a földihez hasonló lemeztectonikát — azon a bolygón, amely méretét tekintve nagyon hasonló a Földhöz. Ezt azonban az első mérések nem támasztották alá. Hiányzott ugyanis róla a lineáris töréshálózat, amelyet a tenger alatti hátságok és a mélytengeri árkok képviselnek a Földön. Azt mondták, azért nem működik ott a lemeztectonika, mert a Vénuszon nincs víz, amely a földi lemeztectonikában a kenőanyag szerepét játssza. A közelmúltban a Magellan szonda még pontosabban, a 100 m-t is elérő felbontással térképezte fel a Vénusz felszínét (ezzel már pontosabban ismerjük a

Vénusz-felszínt, mint a Föld tengeraljzatát). E térképek és a gravitációs mérések azt mutatják, hogy a Vénusz kérge a köpeny minden „rezdülését” jelzi, „megmondja”, hogy mi megy alatta végbe a köpenyben, ugyanis nagyon jó a korreláció a topográfia és a gravitáció között. Továbbá azt a következtetést is le lehetett vonni, hogy a Vénuszon is vannak tágulási centrumok, mint a Földön az óceánközépi hátságok, mégpedig a nagy vulkáni hegyeket keresztülszelő hasadékvölgyek lennének ezek (például a Devana Chasma a Beta hegységénél), és kéregmegsemmisülési helyek (szubdukciós zónák, mint amilyenek a Földön a mélytengeri árkok), mégpedig az óriási koronák vagy kerek hasadékok (chasmák) bizonyos ívei lennének ezek. E tágulási centrumok és kéregbetolódási helyek azonban nagyon közel esnek egymáshoz, sokkal közelebb, mint földi megfelelőik. Vagyis a Vénuszon egyfajta „képlékenylemez”-tektonika működik, amely nem a földivel azonos módon, de a harmadlagos kéreg létrehozásában kb. azonos hatásfokkal dolgozhat.

A Vénuszt megismerve most már látjuk, hogy a Földön elsősorban az óceáni kéregnek vannak különleges tulajdonságai. Ez a vékony, mindössze 6—8 km vastag földi óceáni lemez abban különleges, hogy a feszültséget deformálódás nélkül, nagy távolságra tudja továbbítani — a tágulási centrumoktól a nagyon messze lévő mélytengeri árkokig. Vagyis a feszültség nem oszlik el diffúz módon rajta, mint a Vénusz kérgénél vagy mint a földi kontinens-kéregnél, hanem teljes egészében továbbítódik a betolódási helyekre, és csak ott hajlik meg az óceáni kéreg. Ez azt jelenti, hogy ez a kéreg lecsatolódott az alatta lévő köpenyről: a topográfia nincs korrelációban a gravitációval.

Érdekes a Földön a kétféle kéreg viselkedése. Az óceáni kéreg merevlemez-tektonikát tesz lehetővé, a kontinentális kéreg pedig képlékenylemez-tektonikát: a kontinentális kéreg megredőződik, mintha akadozna a csúszása. Pedig a Földön van víz, amely mindkét kéreg csúszását lehetővé tenné. Miért van ez a kétféle viselkedés?

A Földön több ciklust járt végig a lemeztektonika, miközben összehordta, majd újra összetörte és széthordta a kontinenseket. A Földön kívül víz csak az Europa holdon van óceánnyi mennyiségben. Igaz túl sok is: az Europa 1—2 km vastag jégkérgé alatt 100 km mély óceán lehet. De a kisebb gravitáció miatt ennek az óceánnak az alján ugyanakkora lehet a nyomás, mint a földi óceánok mélyén. A Galileo szonda képei alapján a Jupiter ezen holdján olyan összetöredezett, szétűszott, majd újra összefagyott jégfelszín tárul elénk, mint amilyen a földi sarki óceánokon, ami azt jelzi, hogy nincs fenéig befagyva és van hőtartaléka. Hát kíváncsi lennék ennek az Európának a tengeraljzatára! Vajon mutatja-e az a tartós merevlemez-tektonika nyomát? Találunk-e rajta sok-sok transzform vetőt? Mert ha igen, akkor ezen az égitesten lehetne ellenőrizni a lemeztektonikára vonatkozó hipotézist a víz kenőanyag-szerepét illetően.

Az árapályfűtés szerepe

A Ganymedes rezonanciában mozog az Ioval és az Európával a Jupiter körül, s emiatt mindhárom hold pályája kényszerűen excentrikussá alakul a másik két

hold gravitációs hatására. Az óriási méretű Jupiter az excentrikus pályán mozgó holdakban nagy árapályfűtést hoz létre; annál nagyobb, mennél közelebb van egy égitest a Jupiterhez. A Jupiter holdrendszerében az árapályfűtés leglátványosabb megnyilvánulása az Io hold nagyon aktív vulkanizmusa. Azt mondják, hogy emiatt az árapályfűtés miatt olvadt az Io köpenye és vasmagja, de a Ganymedes vasmagja is, illetve az Europa vízköpenye is. A Galileo képek alapján arról is meg van győződve a tudományos közvélemény, hogy az Europa szilikátköpenye is olvadt, és hogy óceánjának aljzatán vulkanizmus működik. Gyanítja, hogy a földi óceánok mélyén talált „fekete füstölőkhöz” hasonló vulkáni kúrtók körülíhez hasonló élet lehet ott is.

Lehetséges, hogy a Föld bolygó fejlődéstörténetében is nagyobb szerepe volt az árapályfűtésnek, mint ahogy azt általában hiszik? Nem az erősségére gondolok itt, hanem arra, hogy esetleg a Föld valamely paramétere éppen olyan állapotban van, hogy ez a kis többletfűtés már jelentős szerepet kaphat. Ilyen, a kritikus érték közelében lévő esetre a „laboratóriumban” van példa: a Jupiter két külső Galilei-holdja, a Ganymedes és a Callisto. Ezek a holdak majdnem egyforma nagyok, ugyanolyan távolságban vannak a Naptól, tehát keletkezési feltételeik azonosak voltak, mégis a Ganymedes felszíne erős geológiai aktivitásról tanúskodik, míg a Callisto teljesen halott, és soha nem is volt más, mint a kozmikus becsapódások passzív célpontja. Azt mondják, hogy a hőmérséklet egy fázismenethez tartozó kritikus érték alá, illetve fölé eshet ebben a két égitestben, s ez okozhatja ezt a viselkedésbeli dichotómiát.

A Hold által a Földben kiváltott árapályfűtést elhanyagolhatónak tekintik a radioaktív fűtéshez képest, ami biztosan így is van. Az a tény azonban, hogy a Föld kérge nem vastagodik túlságosan gyorsan, hanem éppen olyan állapotban marad sok-sok cikluson keresztül, hogy a lemeztektonika tartósan működhessen, elgondolkoztató. Talán annak a kis többletfűtésnek lehet ebben szerepe, amit a Hold (és a Nap) a Földbe árapályfűtésként betáplál. Sajnos ennek az ötletnek az igazi kontrolljára hiányzik a „laboratóriumból” a megfelelő kísérleti alany: nincs még egy gyorsan forgó, vizes bolygó hold nélkül (a Vénusz ugyanis lassan forog, és nincs víz rajta). Illetve nincs még egy olyan kettős rendszer, mint a Föld—Hold, ahol egy nagybolygó körül hozzá képest igen nagy tömegű hold kering, de a bolygón nem működik a lemeztektonika. A Plútó—Charon kettős nem megfelelő ellenőrzésül, mert egyrészt nagyon kicsi a bolygó (2300 km), másrészt azonos a forgási és a keringési idejük, vagyis mindketten kötötten keringenek, ilyenkor pedig nem lép fel a bolygóban árapályfűtés.

Miért jó, ha a többi bolygót is ismerjük?

A többi bolygó megismerése egy sor olyan kérdést vetett fel, ami a Földdel kapcsolatban nélkülük nem fogalmazódott volna meg, illetve nem ismertük volna fel, hogy miben különleges a Föld. S azok az elméletek, amelyeket a Földre kidolgoztak, kontrollálhatók máshol, más kezdőfeltételekkel, ezért a Föld jövőjére belőlük levont következtetésekben jobban bízhatunk, ha az elmélet tágabb para-

méertartományban is képes megmagyarázni a megfigyeléseket. Tehát a Naprendszer kutatása fontos saját Földünk jobb megértése szempontjából. A folyamatokat megértve — és most már nem extrapolációval — pontosabban tudjuk előre jelezni a veszélyes antropogén hatásokat is.

Amíg él az édesanyánk vagy egészségünk rendben van, addig észre sem vesszük, hogy milyen jó nekünk. Értéküket akkor tudjuk igazán felmérni, ha elvesztettük őket. Ha erre a felismerésre még meglétükkor rájönnénk, nem folytatnánk „rablógazdálkodást” velük szemben, mint ahogy, sajnos általában tesszük.

A Földön jelenleg még nem fejlődik ki globális szmog és porvihar, megszaladt üvegházhatás, kénsaveső, globális jégkéreg, pedig mi emberek sok mindent megteszünk, hogy ezek előálljanak. Ezért lett napjainkra törékeny is a Föld, nemcsak kicsi! Sajnos, önmagunktól kell óvnunk! Én optimista szeretnék lenni; talán segít, ha előre felismerjük a veszélyeket, és talán leszünk olyan okosak mi, emberek, hogy „nem vágjuk magunk alatt a fát”. Ezért a felismerésért, tehát a Föld érdekében, van szükség úrkutatásra!