

**Grandpierre Attila:**

## **A Héliosz-elmélet: a naptevékenység és jelentősége életünkben**

Megjelent: A Nap szerepe a társadalom életében. Tanulmánykötet, szerk. Antal Z. László. Argumentum, 2016, 31-98.

### **A Nap jelentősége az élet számára**

Azt gondolhatnánk, hogy életünket alapvetően a közvetlen anyagi viszonyok határozzák meg: a táplálkozás, a légzés, a tájékozódás, a közlekedés látszólag közvetlen környezetünkől függenek. Ez a szűkebb környezetünk figyelembe vételére korlátozódó szemlélet azonban megbukik egy sor alapvető tényen. Mégis gyakori. Ebből a szempontból meglepő, hogy az élet létrejöttében, fenntartásában, irányításában nem a közvetlen, de még nem is a tágabb földi környezetünk, hanem egy égi tényező játszik fontos szerepet, mégpedig 150 millió kilométer távolságból: a Nap. A Nap azonban nemcsak égi mivolta, hanem saját természete révén is figyelemre méltó az élet jelentősége számára. Mostanáig minden külön, erre a kérdésre irányuló vizsgálat nélkül kétségtelennek tekintették, hogy a Nap fizikai természetű. Ennek megfelelően, az elfogadott tudományos vélekedés szerint a Nap egy "magenergiát termelő izzó gázgömb" (Ridpath 1997, 450). Ez a közkeletű nézet azonban az utóbbi időben egyre több oldalról érkező bizonyítékok súlya alatt átértékelésre szorul. A Nap ugyanis nem egyszerűen egy magenergiát termelő, izzó gázgömb, hanem egy olyan csillag, amelynek különös módon saját maga által kezdeményezett és fenntartott öntevékenysége van: a naptevékenység. Ha a naptevékenység biológiai természetű, akkor a napfénynek nemcsak azért van jelentősége, mert világít és melegít, fényt és energiát ad az élet számára, hanem azért is, mert információt, fizikai és biológiai információt is hordoz. S ha így van, akkor *a Nap nem „magenergiát termelő izzó gázgömb”, hanem öntevékenységre képes, erőforrásait biológiai célok érdekében mozgósító kozmikus rendszer, s ezért a szó általánosabb, asztrobiológiai értelmében élőlénynek tekinthető. S ha a Nap élőlény, akkor az élet sokkal jelentősebb, mint eddig gondolhattuk, hiszen akkor nem korlátozódik egy bizonyos bolygó egyes kisebb körzeteire, hanem a csillagok egészére is kiterjedhet.*

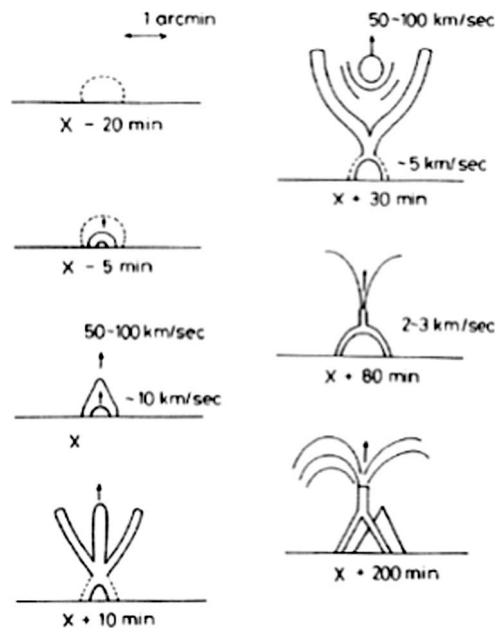
Úgy gondoljuk, hogy a naptevékenység eredetének és természetének vizsgálatában az utóbbi évtizedekben elért eredményeink szükségessé teszik a Nap fogalmának újraértékelését. Ezt az átértékelést történelmi léptékben elkerülhetetlenné teszi az asztrobiológia tudományának egyidejű kifejlődése. *Az asztrobiológia ugyanis az élet és a Világegyetem kapcsolatát, az élet kozmikus viszonyok között megvalósult összes válfaját, és ezek legegységesebb tulajdonságait vizsgáló tudomány.* Mivel a Nap kétségtelenül a Világegyetemhez tartozik, ezért ha a Világegyetem és az élet között közvetlen és alapvető kapcsolat áll fenn, ahogy azt az asztrobiológia vívmányai egyre inkább kétségtelenné teszik, akkor szükségszerű, hogy közvetlen kapcsolat álljon fenn a Nap és az élet között is. Ez a kapcsolat pedig alább bemutatandó eredményeink szerint éppen a naptevékenységben keresendő.

## A naptevékenység nagy kihívás a fizikusok számára

A naptevékenység fizikai alapon váratlan és mindmáig megmagyarázatlan jelenség. A csillagok tömegének és hőmérsékletének eloszlását leíró egyenletek alapján azt várnánk, hogy ez a nagy tömegű, lassan forgó, saját tömegvonzásának hatása alatt álló, hőmérsékletét évmilliárdos léptékben változtató, a környezetétől elszigetelt „izzó gázgömb” „teljes mértékben nyugodt, békés legyen, az égi nyugalom megtestesítője” – írta a Nap fizikájának egyik legkiemelkedőbb szakértője, Eugene N. Parker (1977). Ezzel szemben rendkívül meglepő módon a Nap kifejezetten *aktív*! Folyamatosan erős mágneses tereket összpontosító napfoltok emelkednek a felszínére, és ezekben gyakoriak a napkitörések, szakszóval *fler*-ek (az angol flare, felvillanás szóból). A naptevékenység nagy kihívást jelent a fizikusok számára – tette hozzá.



1. ábra. A napkitörések akkor lépnek fel, amikor a Nap felszíne alól mágneses erővonal-kötegek bukkannak a felszínre. Először egy kis „hurok” bukkan fel, majd a további emelkedés során egy kiszélesedő hurok-rendszerre terebélyesedik.

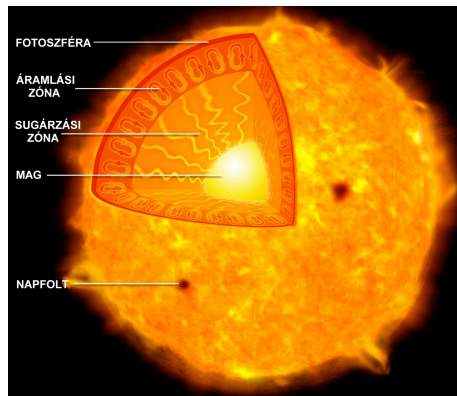


2. ábra. A flerkitörések nagy sebességű, forró anyag felszínre emelkedésekor keletkeznek. Amikor (az ábrán x-szel jelölt pillanatban) a forró anyagelem emelkedésének sebessége a fotoszférában eléri a 10 km/mp-es helyi hangsebességet, hangrobbanás lép fel, amelynek során a forró anyagelem a földi észlelő számára csak nagyon nehezen megfigyelhető, nagyenergiájú részecskenyalábot ló ki felfelé, a forró anyagelem által szállított mágneses erővonal-köteg tetejébe. A huroktető mágneses terében gyorsan lefékeződő, körpályára kényszerülő nagyenergiájú részecskék

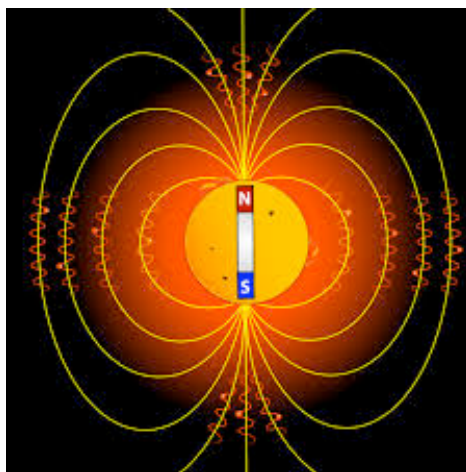
hirtelen erős fénykibocsátását észleljük fler-ként (Grandpierre 1996a, 2010).

### A naptevékenység rövid ismertetése

A napkorong peremét a napfizikában fotoszférának nevezik, mert ebből a körzetről, a Nap felszínéből érnek el bennünket a Nap megtermelt energiájának túlnyomó részét hordozó fotonok. A kb. 500 km vastagságú fotoszféra alatt található a 200 000 km vastagságú konvektív zóna. Ebben a zónában a hőenergia jelentős részét konvektív cellák szállítják. A konvektív cellák a napmag rendkívüli forrósága miatt alakulnak ki. Cella-szerkezetűek, középen a melegebb anyag feláramlik, a cella tetejénél és aljánál vízszintesen szétterül, és a cella oldalai mentén leáramlik, így összességében a cellán belül körkörös áramlási rendszert alkotva. A konvektív zóna alatt található a sugárzási egyensúlyban levő 500 000 km sugarú sugárzási zóna. Azt a körzetet, amelyben a napenergia túlnyomó része megtermelődik, nevezzük napmagnak. A napmag mérete körülbelül 200 000 km. A Nap középpontjától a fotoszféráig mérhető távolság 700 000 km.



3. kép. A Nap szerkezete. A Nap központjától kifelé haladva először a napmag, majd a sugárzási zóna, majd az áramlási (konvektív) zóna, végül a Nap felszínén a fotoszféra következik.



4. kép. A Nap egészét átható, globális mágneses tér alapvetően dipól természetű – olyan, mint a rúd mágnesé.

A *naptevékenység* kifejezés alatt a Nap mágneses terének és anyagáramlásainak közel ciklikus változását értjük. Ez a nem szigorúan periodikus változás átlagosan 11,2

évenként mutat maximumot, illetve a maximumok után 4-5 évvel minimumot. Naptevékenységi maximumban rendszerint 100-200 napfolt is látható a Nap felületén, minimumban viszont előfordul, hogy egy-két évig egyetlen napfolt sem tűnik fel. A naptevékenység jelenségköréhez tartoznak a Nap felületén sötétebbnek látszó napfoltok változásai éppúgy, mint a fényesebb és forróbb körzetek, szakszóval a napfáklyák, a protuberanciák, vagyis a napkoronában lebegő vagy mozgó, a környező gáznál sűrűbb és hidegebb felhők, és a Nap légkörének egyes körzeteiben időnként megfigyelhető robbanásszerű energiafelszabadulások, a napkitörések.

*A naptevékenység szoros kapcsolatban áll a Nap mágneses terével, ahogy azt már George Ellery Hale és Horace W. Babcock kimutatták. Feltételezik, hogy a Nap mágneses tere egyfajta dinamó-hatásból ered. A Nap dinamójának működése abban áll, hogy a forró, erősen ionizált anyag a mágneses térben elmozdulva elektromos áramokat termel, amelynek mágneses tere módosítja a Nap már meglévő mágneses terét. Az általános elgondolás szerint az erősen ionizált anyag mozgási energiája alakul át az újonnan megtermelt mágneses tér energiájává, és ennek a folyamatnak az eredménye a napciklus (Ridpath 1997, 431). Vegyük azonban figyelembe, hogy a Nap sugara 700 000 km, a Föld 6 750 km-es sugarának közel százszorosa, térfogata tehát több, mint milliószorosa. Ebben a hatalmas térfogatban a mágneses tér iránya és erőssége pontról pontra változik, ráadásul nemcsak a térben, hanem az időben is. Bár a Nap mágneses tere első közelítésben a rúd-mágneséhez hasonlítható, vagyis dipól jellegű, de egy rúd-mágnes tere állandó, a Napé viszont folyamatosan változó, a rúd-mágnes-jellegű dipól tere éppúgy, ahogy a rúd-mágnes dipól terétől eltérő mágneses terei is. Ha meg kellene adni számszerűen a Napban fennálló mágneses tér erősségének és irányának értékeit, minden egyes pillanatban más-más számok (vektorok) adódnának a Nap óriási térfogatának minden egyes pontjában. Azt mondhatjuk, hogy a Nap mágneses tere rendkívül bonyolult, komplex, rendkívül sok szám rendkívül nagy térben eloszlásával, vagyis rendkívül komplex vektortérrel jellemezhető. Ennek megfelelően rendkívül sok információra lenne szükség valódi mágneses térének megadásához. Mégis ez az óriási információt tartalmazó mágneses tér ciklusról ciklusra eltűnik és újratermelődik. Ha ebből a nézőpontból tekintjük, a naptevékenységgel szoros kapcsolatban álló mágneses tér rendszeres eltűnése és újra megjelenése sokkal nagyobb feladat, mint egy földi dinamó megépítése.*

*A naptevékenység egyik fontos energiaforrása a Nap forgása. A Naphoz hasonló csillagok mágneses terének erőssége egyedül a forgással áll kapcsolatban (Skumanich 1972), más olyan paraméterek, mint például a konvektív zóna mélysége, az általános elképzelés ellenére ebben nem játszanak szerepet (Reiners et al., 2014). A Nap saját tengelye körüli forgása több milliárd éves életútja során a mágneses tér fékező hatása miatt fokozatosan lelassul, óriási forgási energiája pedig a földrengésekhez hasonlóan, hirtelen „adagokban” szabadul fel valahol a Nap belsejében. A Nap forgása azért lassul, mert mágneses tere kiterjed messze a Nap fotoszféráján túl, egészen a helioszféra határáig, amely pedig a Plutón is túlnyúlik. A Nap mágneses tere azonban nem foroghat a Naptól bármilyen nagy távolságra is együtt a Nappal, mert a Nap 24-27 nap alatt fordul meg forgástengelye körül, és ezalatt mágneses tere óriási térséget söpör végig, benne a bolygókkal és a bolygóközi anyaggal, amelyek nem tudnak ennyi idő alatt egy teljes kört leírni a Nap körül, ezért lemaradnak, emiatt fékezik a Nap mágneses terét, és ennek révén a Nap forgását.*

Az előbb-utóbb mindenképpen felszabaduló óriási forgási energiát a Nap képes egy

mostanáig ismeretlen folyamat beindítása révén a naptevékenységet hordozó fizikai képződmények, elegendően nagy de nem túl nagy méretű, és elegendően forró anyagelemek létrehozásához megfelelő módon, az energiát az ehhez szükséges térbeli méretben és időskálán, megfelelő méretű kis körzetben hirtelen felszabadítani, és így valóban nagyon forró anyagelemeket, 'forró buborékokat' létrehozni, amelyekben a magreakciók rohamosan felgyorsulnak, 'elfutnak' (Grandpierre 2010, 2012b). Ez a jóslatunk később sokszorosán be is igazolódott (Scafetta 2012, Cionco and Companucci 2012). A forgási energia felszabadításának beindításához egy kis 'szikra' elegendő, viszonylag rendkívül kis energia-ráfordítással megvalósítható. Addig, amíg ez a forgási energia fizikai alapon csak véletlenszerűen képes felszabadulni, a Nap mikroszkopikus energiák révén, elegendően nagy számú kvantum-szintű beavatkozással (a Planck-határon belüli folyamatokkal, lásd alább) képes lehet makroszkopikus energiákat mozgósítani és ennek révén tevékenységét irányítani. Ez lehet az energia-mozgósítás leggazdaságosabb módja.

A Planck-határ fogalma: Ha spontán folyamatban elegendően kis energiájú részecske-antirészecske pár jön létre a vákuumból, akkor a Planck-határ szerint a részecskepár csak olyan rövid ideig létezhet, hogy részecskepárra vonatkozóan az energia  $\times$  idő szorzat kisebb legyen a Planck-állandónál. A Planck-állandó a kvantummechanika egyik alapvető állandója. Max Planckról, a kvantummechanikában nagy szerepet játszó fizikusról nevezték el. Értéke  $6,62 \times 10^{-27}$  erg sec. A Planck-állandó mértékegysége energia szorozva idővel, amely a hatás egysége. Ezen a Planck-határon belül az energia-ingadozások spontán jellegűek, fizikailag meghatározatlanok, vagyis módot adnak egyéb, a természetben megvalósuló okokra, mint a biológiai vagy a pszichológiai okok.

*Úgy gondoljuk, hogy a forgási energia hirtelen felszabadulásában közvetve a bolygók árapályhatása is jelentős szerepet játszik.* A Föld, a Jupiter és a Vénusz együttállásai periódusainak átlaga megegyezik a napciklus átlagos periódusával, a 11,2 évvel (Grandpierre 1996a). Az árapályhullámok a Nap belsejében lefékeződve energiájukat átadják a környezet anyagának, azt magasabb hőmérsékletűvé téve. Ez az árapályfűtés jelensége. Az egyébként parányi árapályfűtés, bár önmagában elhanyagolható, de a Nap magreakcióinak különleges érzékenysége miatti termonukleáris elfutások képesek lehetnek a parányi árapályhatásokat felerősíteni, különösen, ha az árapályhatások szerepet játszanak a Nap forgási energiájának hirtelen felszabadulásában (u. ott). Ezek a forró buborékok a Nap egész energiatermelésében is jelentős hányadot képviselnek, a teljes energiatermelés akár több százalékát is kitehetik, ezekben a forró buborékokban a Nap tehát képes felerősíteni, felgyorsítani a magreakciókat (Grandpierre 1996a,b). Ezt az előrejelzést Wolff igazolta 2009-ben (Wolff 2009). Wolff eredményei szerint a Nap teljes fényességének 3%-át ezek a forró buborékok termelhetik. A forró buborékok előre haladásuk és hűlésük során hőhullámokat termelnek, amelyek rendkívül hosszú életűek, és ezért több ilyen hőhullám is létezik egyszerre, vagyis előrejelzésünk szerint ezek össze fognak adódni (Grandpierre és Ágoston 2005). Robert Ehrlich (2007), a George Mason Egyetem professzora ezt az előrejelzést komolyan véve kiszámolta a hőhullámok összeadódását. Az eredményül kapott két legjelentősebb periódus, a 41 000 és 100 000 éves, megegyezik a földi jégkorszakok két legkiemelkedőbb periódusával. 2007-ben a New Scientist egész oldalas cikkben számolt be a napmag és a földi jégkorszakok ezen kapcsolatáról (Clark 2007).

Figyelemre méltó, hogy *a naptevékenység a Nap teljes energiakibocsátásában, fényerejében (ezt nevezik a napfizikában a Nap luminozitásának) is megmutatkozik. A napfelszín alatti konvektív zóna hőmérséklet-változásának időskálája azonban rendkívül lassú, mintegy 100 000 év (Foukal et al. 2009). Mivel a napciklus időskálája 10 ezerszer rövidebb, 11 év, ezért nem valószínű, hogy a naptevékenységgel együtt jelentős mértékben változó luminozitás a konvektív zóna egészét jellemző fizikából eredjen, ahogy egyébként mostanáig feltételezték. Naptevékenységi maximumban a Nap több, mint 0,1%-kal több energiát bocsát ki, mint minimumban (Willson and Hudson 1991, Fig. 2). Vegyük észre, hogy ez az energia-változás nagyságrendekkel felülmúlja a mágneses, forgási vagy árapály-energia napciklus alatti változását. Ugyanakkor fontos tudni, hogy a Nap energiatermelő magjából származó neutrínók termelődésében is kimutatható a naptevékenység periódusa (Haubold & Gerth 1985, 1990; Haubold and Mathai, 1994; Gavryusev and Gavryuseva, 1994; Sakurai et al., 2008; Khondekar et al., 2012).*

Következtetésünk szerint a Nap forgásának fékeződésével felszabaduló energia, nagyságrendekkel kisebb lévén, nem lehet elegendő a naptevékenység fenntartásához. Tény, hogy a forgási energia felszabadulása jelentős szerepet játszik a naptevékenységben, de ezek szerint csak egy kezdő lökést ad az egyes forró buborékok képződéséhez. De honnan ered akkor a naptevékenység energiájának fennmaradó, túlnyomó része? Megítélésünk szerint egy ilyen óriási energia-forrást csakis a magenergia képes biztosítani. A naptevékenység energiájának túlnyomó része tehát a forró buborékokban, különlegesen magas hőmérsékleten, hatványozottan gyorsan zajló magreakciókban termelődik. Mivel azonban a magenergia csak a forró buborékok révén képes ciklikusan együtt változni a naptevékenységgel, ezért a teljes napkisugárzásban jelenkező bolygóperiódusok újabb bizonyítékai annak, hogy a naptevékenység a napmagból ered. Számításaink szerint a forró buborékok kezdeti energia-többletük 99,9%-át elvesztik útközben, amíg kijutnak a napfelszínre. A forró buborékok menet közben a környezetnek átadott energiája miatt a környezet melegebbé válik. Az aktív körzetek jelntős hőenerhia-többletét mérésekkel is kimutatták. A teljes napkisugárzás napciklussal történő együtt változását a napmagban keletkező forró buborékok és a bennük uralkodó magas hőmérsékleten hatványozottan gyorsan termelődő magenergia magyarázhatja.

De ha így van, akkor a naptevékenység nem lehet korlátozódhat kizárólag a Nap felszíne közelében lezajló folyamatokra, ahogyan ezt általánosan feltételezik, hanem kiterjed a Nap magjára is! Mindezek a tények - sok más ténnyel együtt (Grandpierre 1996b, 2015) - erőteljesen jelzik, hogy a naptevékenység nem a Nap felszíne közelében fekvő konvektív zónából, hanem a Nap energiatermelő magjából ered (Grandpierre 2015).

### **A forró buborékok keletkezése**

A csillagok magenergiát szabadítanak fel magukban. A magenergia felszabadítása viszont rendkívül érzékeny a környezeti feltételekre. A Nap magjában az energiatermelés elsősorban a proton-proton ciklussal történik, hidrogénből hélium keletkezik. A folyamat sebessége a hőmérséklet *negyedik* hatványával arányos (Böhm-Vitense 1997). Ha például a Nap energiatermelő magjának akár csak egy kis körzete is—az egyszerű példa kedvéért—kétszer melegebb lenne környezeténél,

akkor ebben a forró körzetben az energiatermelés  $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ -szor gyorsabban zajlana, mint a környezetében. Ha pedig 16-szor gyorsabban termeli a forró körzet az energiát, akkor hamarosan 16-szor melegebb lesz. Akkor viszont már  $16 \times 16 \times 16 \times 16$ -szor gyorsabban termeli az energiát, amitől még sokkal melegebb lesz, azaz robbanásszerűen melegedni fog! Egy *önmagát erősítő* folyamatra, termonukleáris elfutás lehetőségére bukkantunk. A környezetüknél melegebbé váló körzetekben az energiatermelés rendkívüli hőmérséklet-érzékenysége közrejátszhat abban, hogy forró buborékok jöjjenek létre. A forró buborékok emelkedésük közben három tényező miatt is energiaveszteséget szenvednek. Egyrészt melegebbek lévén környezetüknél, tágulnak. A buborék tágulásához szükséges munkát a buborék többlet-energiája fedezi. Másrészt a forró buborékok környezetüknél forróbbak lévén, sugárzással is hőt adnak le környezetüknek. Harmadrészt ahhoz, hogy emelkedni tudjanak, maguk előtt szét kell válasszák a környezet anyagát. Emiatt súrlódási veszteséget is szenvednek. Ez a három 'veszteség' negatív szabályozást jelent, amit a forró buborék kezdeti energia-többlete és a benne termelődő többlet-magenergia a körülményektől függően képes lehet ellensúlyozni. Elegendően hirtelen és erős kezdeti hőtöbblet esetén a buborék térbeli méretétől függően előfordulhat, hogy a forró buborékok képesek egészen a Nap felszínéig kijutni és a napkitöréseket előidézni (Grandpierre 2010).

A naptevékenységben felfedezett, egymással szoros összefüggésben álló önerősítő és öngyengítő, 'pozitív' és 'negatív' csatolás a kibernetikai szabályozásban központi jelentőségű. Ha a Nap forgási energiája véletlenszerűen szabadulna fel, akkor nem létezne napciklus, és a Nap mágneses tere véletlenszerű, kis változásoktól eltekintve már régen megszűnt volna. Észrevételünk szerint ez az összefüggő, pozitív és negatív csatolási rendszer az, ami lehetővé teszi, hogy a magreakciók feltételeinek parányi módosításával a Nap képes legyen a forgási energia felszabadításának vezérlésére, a naptevékenységre.

### **A naptevékenységben rejlő kihívások érzékeltetése: a dinamó rejtélye**

A Napon feltételezett dinamó-hatásra szükség van a naptevékenység magyarázatához, a megfigyelt mágneses tér megtermeléséhez, eltüntetéséhez és újratermeléséhez. A Nap-dinamó elméletének mai állapota azonban távolról sem megnyugtató. A *naptevékenységi maximum mágneses tere néhány év alatt eltűnik a Nap felszínéről, de hogy ez milyen folyamatnak köszönhető, azt „rejtély fedi”* (Schrijver 2001). A mágneses tér és a napfelszín anyagáramlási (konvekciós) mintázatának létrejötte éppúgy a napfizika nyitott kérdése (Consolini et al. 2003) mint a naptevékenység hosszabb szüneteinek, az ún. Maunder-minimumoknak a magyarázata (Charbonneau 2010). A naptevékenység kaotikus és sztochasztikus (véletlenszerű) összetevői lehetetlenné teszik a naptevékenység előrejelzését egy ciklusnál hosszabb időtávra (Usoskin 2013). Még abban sincs egyetértés, hogy hány dinamó tevékenykedik egy időben a Napon, azaz hány körzetben termelődik, illetve módosul a mágneses tér. Egy vagy két dinamót szoktak feltételezni a Nap belsejében (Giampapa et al. 2010), de az Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics „Solar Activity Indices” (A naptevékenység jelzőszámai) című szócikkének szerzői szerint a dinamó a Nap légkörében működik (Tapping and Murrin 2001). Ahogy a Carpenter és Schrijver által vezetett nemzetközi kutatócsoport 2005-ös jelentésében fogalmaz: *„A dinamó az asztrofizika egyik igazán nagy rejtélye. Jelenleg nincs olyan modell, amit a naptevékenység előrejelzésére lehetne használni akár hónapos, akár éves időtávon.*

Nincs általánosan elfogadott dinamó-modell, *még közelítő értelemben sem*. A szakértők még abban sem egyeznek meg, hol tevékenykedik a dinamó a csillagok belsejében, vagy hogy *egyáltalán melyek a dinamó kulcsszerepet játszó folyamatai*” (Carpenter, Schrijver et al. 2005; a szerző kiemelése).

A dinamó egy olyan gép, amely mechanikai, mozgási energiát üzemszerűen mágneses energiává alakít (lásd pl. az Oxford English Dictionary „dynamo” szócikkét: the dynamo is „a machine for converting mechanical energy into electrical energy; a generator”). Ehhez az ionizált anyag mozgásának nagyon speciális feltételeknek kell megfelelnie. Rendkívül bonyolult áramlásokra van szükség ahhoz, hogy a mozgási energiából folyamatosan mágneses tér termelődjön. *„Az ember által tervezett dinamó szerkezetének aszimmetrikusnak kell lennie. A csillagokban ilyen aszimmetria nincs jelen. Sokkal nehezebb asztrofizikai viszonyok között dinamót létrehozni, mint egy földi gyárban”* (Proctor and Gilbert 1994, 5). Az asztrofizikai dinamó az ember által tervezett és megépített gépnél sokkal bonyolultabb, ráadásul kizárólag képlékeny gázból és plazmából ilyen még az ember sem tudott létrehozni. Fizikai alapon nem várható ilyen különlegesen bonyolult gép spontán megjelenése és ciklusról ciklusra történő újratermelése. A változó fizikai feltételek között olyan állandó összefüggésrendszert kell létrehozni a napmag anyagában, amelyek a folyamatosan változó körülmények között biztosítják az energia szétszóródásának törvényszerű megakadályozását és előírt irányba terelését, a naptevékenység fenntartására fordítását.

A naptevékenység nemcsak a dinamó működését tételezi fel, mert a Nap összes energiatípusát érinti, beleértve a forgási, mágneses, mechanikai, mozgási, gravitációs és magenergiákat. Ebben a megközelítésben a naptevékenység lényegét a folyamatos energia-átalakítás megnyilvánulásaként foghatjuk fel (Grandpierre 2004). A dinamó egy olyan gép, amely a mozgási energiát alakítja át mágneses téré. A Nap minőségileg több, mint dinamó, mert nemcsak a mozgási energiát alakítja mágneses téré, hanem az összes energiatípusát, alakítja át rendszeresen egymásba. Ebben az összefüggésben a Nap egy különös, többfunkciós gépnek tekinthető. Ez a megközelítés különösen érdekes számunkra, mert a Naptevékenységet irányító tényezők, belső „kapcsolók” rendszerét, a gépek lényegét jelentő „szerkezetéről” nyerhetünk segítségével képet. A gép olyan berendezés, amely úgy van megépítve, hogy egy adott energiatípusát üzemszerűen, rendszeresen egy másik energiatípusává alakítsa át. Vegyük most figyelembe, hogy az élőlények felépítésének lényeges vonása, hogy az egyes energiatípusokat belső munka végzésére használják fel (Bauer 1967) és ennek során az energiatípusokat másfajta energiákká alakítják át. Szent-Györgyi Albert szerint (1972) éppen ez az élet központi problémája: a táplálékkal a szervezetbe juttatott kémiai energia átalakítása mechanikai, elektromos és ozmotikus munkává. Felismerhetjük a lényegi hasonlóságot: mind a gép, mind az élőlény energiatípusokat rendszeresen átalakító rendszerek. Ez közös lényegük. Csakhogy az élőlények lényegesen különbözőek a gépektől (Bauer 1967; Nicholson 2013).

De mi a különbség a gép és az élőlény között? A gép egy külsőleg elrendelt cél érdekében hajtja végre az energia-átalakításokat, a munkavégzést. Az élőlény viszont saját tevékenységének fenntartása érdekében végzi az energiaátalakításokat, a munkavégzést (Bauer 1967, Nicholson 2013). A Bauer-elv egyik megfogalmazása így hangzik: *azt és csakis azt a rendszert nevezhetjük élő szervezetnek, amely a munkavégzést saját munkavégző-képessége fenntartására fordítja* (Bauer 1967, 52-



57). Ennek fényében válik igazán jelentőssé, hogy a naptevékenység során a naptevékenység újratermelődik. A Nap tehát a naptevékenység során energiákat alakít egymásba, vagyis munkát végez, és a munka eredménye az, hogy saját munkavégzőképességét újratermeli, az energiaátalakulások következménye a naptevékenység rendkívül gyors megtermelése és fenntartása. Más szóval: az egzakt elméleti biológia kritériuma alapján a Nap nem gép, hanem élőlény!

Ahogy azt Polányi Mihály 1968-ban a Science-ben megjelent nagyhatású tanulmányában kimutatta, a gép mindig két egymástól eltérő elv hatása alatt működik, az irányítási és a végrehajtási szinten. A magasabb, globális szint a gép algoritmikus komplexitással jellemezhető konstrukciós elve. A naptevékenység Parker által említett kihívása annál jelentősebb, mert mindmáig nem került napirendre a naptevékenységben alapvető szerepet játszó dinamó ezen szempontok fényében felmerülő komplexitás-elméleti aspektusa. A komplexitás-elmélet az algoritmikus információ-elmélettel összefüggésben a 20. század második felében indult rohamos fejlődésnek, Ray Solomonoff (1964), Andrey Kolmogorov (1965) és Gregory Chaitin (1968) munkássága nyomán. A gép szerkezetének bonyolultságát a gép megépítéséhez szükséges, egymástól független lépések minimális számát megadó *algoritmikus komplexitás* jellemzi. A gép szerkezetétől függ alkatrészeinek működése. Ezért a gép globális szintű szerkezete az, ami irányítja az alacsonyabb, helyi szinten végbemenő folyamatokat. Vegyük észre, hogy az asztrofizikai dinamónak éppen ezek az aspektusai a legkérdésesebbek, amelyek a dinamó algoritmikus komplexitásával függenek össze. Mi biztosíthatja a Nap esetében a belsejében működő dinamó megépítéséhez szükséges, egymástól független lépések célszerű egymásutánját? Bár ilyen kérdések a naptevékenységgel kapcsolatban mindmáig nem merültek fel, a komplexitás-elmélet megjelenése és a dinamó természete az ilyen kérdéseket időszerűvé teszi. És ezzel a naptevékenység vizsgálata minőségileg új, az eddigieknél mélyebb szintre tevődik át. Újszerű tényező, hogy egy ilyen bonyolult asztrofizikai gép spontán megjelenése egy alkalommal is rendkívül valószínűtlen, fizikai alapon gyakorlatilag kizárható. Még inkább kizárható akkor, ha ez a rendkívül valószínűtlen és példátlan esemény milliárdszor megismétlődik, ahogy ez a naptevékenység esetében történik. És még inkább kizárható akkor, ha mindez rendkívüli gyorsasággal zajlik le. Ugyanakkor tény, hogy a naptevékenység és mágneses tere folyamatosan eltűnik és újratermelődik. Dinamó tehát működik a Napban. A kérdés csak az: hogyan jön létre, és mi biztosítja létrejöttét, fenntartását és újratermelését?

### **A naptevékenység biztosítja önmaga fenntartását**

A termodinamika legáltalánosabb válfaja nemcsak a hőjelenségek, hanem mindenfajta energiaátalakulás tudománya. Az energia a fizikában legalább olyan alapvető, mint az anyag. Ezért ennek az általános „termodinamiká”-nak az alaptörvényei, köztük az úgynevezett második főtétel, a fizika egyik legalapvetőbb törvénye, mert a fizika összes ágában szereplő energiafajták változásaira egyetemesen érvényes. A termodinamika második fő tétele törvényének mai, korszerű megfogalmazása így hangzik: „Mindenfajta energia úgy változik, hogy a kezdeti helyhez kötöttségtől a szétszórt állapot felé tart, eloszlik a térben, ha nincs ebben megakadályozva” (Lambert 2006). Ez a törvény a Nap mágneses terének energiájára is vonatkozik. Ennek fényében figyelemre méltó, hogy *a naptevékenység a termodinamika második fő tételét rendszeresen, törvényszerűen kijátssza*. Ahelyett, hogy mágneses tér és a

naptevékenység energiája lassan szétszóródna, rendkívül gyorsan eltűnik, majd ugyanilyen gyorsan előteremtődik. Ráadásul ez a termodinamikailag csak egészen rendkívüli feltételek mellett lehetséges, szélsőségesen valószínűtlen jelenség rendszeresen, újra meg újra fellép. A termodinamika második főtételének érvényesülését folyamatosan újratermelt „akadályok” sorozata gátolja, illetve háttérbe szorítja. Ezek az „akadályok” (ezek a fizikai leírása során az egyenletek bemeneti adatai, a kezdeti és határfeltételek, azaz *a mindenfajta energia átalakítását leíró termodinamikához képest külső* tényező által létrehozott feltételek) menetközben rendszeresen és következetesen, törvényszerűen merülnek fel. Így ismerhetjük fel, hogy a naptevékenység során *az energiaátalakítások irányát meghatározó „akadályok” rendszeres újratermelése túlmutat a termodinamika keretein.*

A naptevékenység révén a Nap tengely körüli forgásának globális energiája ciklusról ciklusra a naptevékenység viszonylag kis, aktív körzeteire összpontosul. Tény, hogy bizonyos rendszerekben előfordulhat, hogy az energia kis körzetre összpontosul. Így például egy fékező autó mozgási energiája a kocsis egész tömegére oszlik el. Hirtelen fékezéskor fellépő csúszási súrlódás esetében az egész kocsis mozgási energiájának jelentős része a kocsikerék és az úttest pontszerű érintkezési felületére összpontosulhat, alaposan felforrósítva a kocsis kerekét. A naptevékenység az energia összpontosulása szempontjából az ilyen ritka esetek közé tartozik. Azzal a figyelemreméltó különbséggel, hogy amíg a fékezéskor felszabaduló mozgási energia a súrlódás által hővé válik, és a hő rögtön szétszóródik, eloszlik, addig a *naptevékenység esetében az összpontosuló energia éppen ellenkezőleg, nem szétoszlik, hanem további folyamatokat, anyagáramlásokat és dinamót létrehozva a naptevékenység fenntartására fordítódik.* Ez olyan, mintha a fékezéskor felszabaduló hőenergia lenne a kocsis hajtóereje, és benzin helyett a súrlódási hő segítségével közlekedne. A súrlódási hő ilyen hasznosítása azonban rendkívüli feladat lenne bármely gépészmérnök számára.

*A Nap mágneses terének erőssége az elméleti számítások szerint belső áramlások nélkül több milliárd év alatt csökkenne le a felére* (Shore 1992, p178). Ezzel szemben a tapasztalat azt mutatja, hogy a Nap mágneses tere néhány év alatt eltűnik, majd újratermelődik, s ez az eltűntetés-újratermelődés ciklikusan ismétlődik. A Nap és a hasonló, de fiatalabb csillagok tevékenységének jellemzőit összehasonlítva ugyanis Nandy és Martens (2007) megállapították: a tapasztalati tények alapján nincs jelentős megfigyelt trend a mágneses periódus és a csillag életkora között, ami azt jelzi, hogy a naptevékenység periódusa független a Nap életkorától. Ha a Nap életkora 5,5 milliárd év, és a napciklus átlagértéke 11 év, akkor a Nap születésétől máig félmilliárd cikluson ment át. *A Nap mágneses terének változását a naptevékenység változásait irányító folyamat nemcsak milliárdszor gyorsabbá teszi, hanem egyszersmind egy önfenntartó folyamattá is. A naptevékenység két sarkalatos tapasztalati ténye: a mágneses tér változásainak milliárdszoros felgyorsítása, és a napciklus milliárdszoros ismétlődése.* A tapasztalat szerint a naptevékenység biztosítja önmaga fenntartását. Következtetésünk szerint *a mágneses tér ilyen rendkívül gyors lecsökkenése és újra megtermelése csakis a mágneses teret megtermelni és eltüntetni képes anyagáramlások miatt következhet be.* Az ehhez szükséges anyagáramlások során a Nap egyes körzeteinek anyaga környezeténél jóval forróbbá kell váljon, hogy el tudjon mozdulni környezetéhez képest. Az elmozduló anyag ionizált, rendkívül jó az elektromágneses vezetőképessége és magával viszi a mágneses teret (ez a befagyás tétele). Ha tehát gyorsan mozog az anyag, akkor emiatt a mágneses tér is gyorsan tud

változni. *A naptevékenység kulcsa tehát az anyagáramlásokat beindító forró buborékok létrejöttében keresendő.*

### **A naptevékenység a Nap magjából ered**

A naptevékenység eredetének vizsgálatában kulcsfontosságú, hogy *elegendő energia álljon rendelkezésre* a megfigyelt jelenségek létrehozásához. A naptevékenység energetikájának vizsgálatai bennünket arra az újszerű következtetésre vezettek, hogy *a naptevékenység végső soron nem a Nap légkörében, nem is a Nap felszíne alatti konvekciós zónában keletkezik, hanem a Nap magjából indul*, ahol mind az anyagsűrűség, mind az energiasűrűség elegendő a legnagyobb napkitörések létrehozásához is (Grandpierre 1988, 1990, 1996a,b, 1998, 2004, 2010, 2012b, 2015; Grandpierre and Ágoston 2005). Ez a részletes számításokon alapuló következtetés (Grandpierre and Ágoston 2005, Grandpierre 2010) sokszorosan beigazolódott (Ehrlich 2007, Clark 2007, Wolff and Donovan 2007, Wolff 2009, Haubold and Kumar 2011, Scafetta 2012). De miféle folyamat indítja be a Nap magjában a naptevékenységet? Miféle folyamat képes megtermelni az anyagáramlások beindításához szükséges forró buborékokat?

### **A bolygók szerepe a naptevékenység beindításában**

Először Rudolf Wolf svájci csillagász (1816-1893) vetette fel, hogy a napfoltok száma és a bolygók helyzete között szoros, valószínűleg oksági kapcsolat állhat fenn.

J. K. Wood 1972-ben ismertetett eredményei szerint a napfoltok száma és a bolygók a Nap anyagára gyakorolt árapály-ereje az elmúlt 300 évben, mióta a napfoltok számát pontosan feljegyzik, szorosan együtt változik. Rejtélyes azonban, hogyan képes a bolygók a Nap saját tömegvonzásához képest rendkívül gyenge vonzóereje ilyen jelentős következményre vezetni. Bár a tapasztalati összefüggést azóta sokan megerősítették, a megfelelő értelmezés hiánya miatt ez az elképzelés nem vált igazán elfogadottá. E sorok írójának 1996-ban jelent meg az a tanulmánya, amelyben ismerteti, hogy a Jupiter, a Föld és a Vénusz hatása a naptevékenységre a Nap magjában elindított termonukleáris elfutásra vezethető vissza. Ez a tanulmány indította el Charles Wolff (2007, 2009), majd Scafetta (2012) hasonló kutatásait, amelyek nyomán egyre több publikáció születik. Ahogy kimutattuk (Grandpierre 1990, 1996a, b), a bolygóhatások és a naptevékenység kapcsolatának az adhatja meg a fizikai alapját, hogy a magreakciókkal történő energiatermelés rendkívül érzékenyen függ a hőmérséklettől. Ezért egy olyan, viszonylag kis hatás, mint a bolygóké, is jelentős következményre vezet, ha menet közben felerősödik.

Bár a naptevékenység és a bolygók szoros összefüggésének felismerése (Wolf 1859) megelőzi a naptevékenység mágneses jellegének felismerését (Hale 1908), sokáig kétségbe vonták a bolygók hatását a naptevékenységre, elsősorban azért, mert teljesen homályban maradt, hogy miféle fizikai folyamatok révén képesek a bolygók befolyást gyakorolni a naptevékenységre. Ellenérvként viszont felmerült, és sokáig döntő hatású volt az az észrevétel, hogy a bolygók fizikai hatása a Napra rendkívül kis mértékű, a Nap saját magára gyakorolt tömegvonzásának mindössze  $10^{-12}$  része. Nemrég azonban jelentős áttörésre került sor. Egyrészt döntő lépést jelent a bolygóhatások fizikai folyamatainak feltárása (Grandpierre 1996b, 2010, 2015). Másrészt kiderült,

hogy az észlelt 38 legnagyobb flérből legalább 25 akkor lépett fel, amikor az árapályhatás szempontjából legjelentősebb bolygók, a Jupiter, a Föld, a Vénusz és a Merkúr közel egyvonalon helyezkedtek el, 10 foknál kisebb eltéréssel (Hung 2007). Az adatok halmozódásával és az adatfeldolgozó módszerek javulásával kétségtelenné vált, hogy a bolygóperiódusok a Nap teljes energiakibocsátásában is kimutathatóak (Scafetta and Wilsson 2013). A Nap teljes energiakibocsátásának legpontosabb adatsorozatait elemezve kimutatták szinte az összes bolygóperiódust egyenként a teljes napkisugárzás adataiban. A Nap teljes kisugárzása spektrumának csúcsai szorosan egybeestek a bolygóperiódusokkal. Így például a Föld és a Jupiter 1,09 éves együttállási ciklusa a legutóbbi, a 23-as számú napmaximumban kimutatható a Nap teljes energiakisugárzásában, ami arra enged következtetni, hogy a Nap Jupiter felé eső oldala fényesebb a maximumban. Nemrég a tekintélyes *Nature* folyóiratban jelent meg a naptevékenység egyik legelismertebb szaktekintélye, Paul Charbonneau cikke, amelyben elismeri a bolygóhatások szerepét a naptevékenység eredetében (Charbonneau 2013).

### **Az anyagáramlások beindításának kérdése**

A Nap magjában az anyagáramlás nem indulhat be egy spontán hőmérséklet-ingadozás hatására. A kaotikus hőmozgás következtében fellépő spontán hőmérséklet-ingadozás ugyanis mikroszkopikus kis körzetekben és csak véletlenszerűen jöhet létre. Mivel a hőmérséklet annál magasabb, minél gyorsabban mozognak az atomok, ahhoz, hogy egy bizonyos körzet jóval melegebb legyen környezeténél, arra van szükség, hogy az atomok hőmozgásból adódó, véletlenszerű ütközéseiből a várható összevisszaság helyett a nagyobb sebességgel visszapattanó atomok jó része egy körzetben zsúfolódjon össze. Ilyen jelenség csak rendkívül ritkán jöhet létre, csakis rendkívül kis körzetben, mert sok átlagosnál gyorsabb atom összpontosulása a termodinamika második főtétele szerint rendkívül valószínűtlen. S ha olykor-olykor éppen ez a rendkívül valószínűtlen eset következik be, akkor is csak viszonylag kis hőmérséklet-különbséget képes létrehozni. Márpedig számításaink szerint a Napban nagy távolságot leküzdeni képes anyagáramlások beindításához rendkívül erős fűtésre, egyfajta 'forró buborék' létrehozására van szükség. Az sem mindegy, hogy egy ilyen erős fűtés milyen méretű körzetben jön létre. Ha túl kis méretű, és nem elegendően forró buborék jön létre, akkor a forró buborék veszteségei hamarosan meghatározóakká válnak és a forró buborék emelkedése során nem képes méreténél sokkal nagyobb távolságot megtenni. Ha pedig túl nagy a mérete, akkor a sűrűlódási, hőszállítás és hőtágulási veszteségei aránytalanul nagyobbakká válnak, és a buborék hamarosan leáll. Ahhoz, hogy a forró buborék képes legyen a Nap felszínére kijutni, számításaink szerint egy pontosan meghatározott térbeli méret-tartományba kell esnie, ráadásul kezdeti hőtöbbletének is magasnak kell lennie. Ez a méret-tartomány a napmag sűrű anyagában keletkező forró buborékokra tipikusan az egy-tíz kilométer lineáris mérethatárok közé esik (Grandpierre és Ágoston 2005, Grandpierre 2010). Az ennél kisebb vagy kevésbé forró buborékok hőtöbbletüket viszonylag hamar elvesztik, és így nem jutnak el a Nap azon külső körzeteibe, ahol a naptevékenység észlelhető. Mivel tudjuk, hogy a napciklus rendszeres ismétlődik, ebből arra következtethetünk, hogy az ilyen, a felszínre jutáshoz megfelelő méretű forró buborékok termelésének is törvényszerűen be kell következnie, nem lehet tehát rendkívül ritka jelenség. De ha nem a spontán hőmérséklet-ingadozások hozzák létre az anyagáramlásokat, akkor milyen fizikai hatások indítják be őket?

## Az anyagáramlások időbeni fejlődése

Még az sem elegendő, hogy a mágneses tér változását milliárdszorosan felgyorsítani képes anyagáramlások létrejöjjenek. Olyan rendkívül speciális módon kell létrejönniük, és útjuk során a Nap külső rétegei felé haladva olyan különleges módon kell sebességüket és irányukat változtatniuk, hogy *bármilyen* erősségű és irányú mágneses tereket is találnak útközben maguk előtt, ezeket *mindig* úgy nyomják össze maguk előtt és úgy mozgassák, hogy ennek eredményeként a mágneses terek pár éven belül a Nap egész térfogatában eltűnjenek. Ha ez megtörtént, akkor a mágneses tér eltűnésének dacára újra be kell induljon a mágneses tér termelése. Ha pedig már jól kifejlődött, akkor a mágneses teret ismét el kell tüntessék az anyagáramlások. És így tovább. *Tapasztalati úton sikerült kimutatni, hogy a naptevékenység több tízezer éve a maihoz hasonló módon ismétlődik.* Ha ebből a sarkalatos tapasztalati tényből indulunk ki, akkor tudjuk a naptevékenység kihívásait teljes súlyában érzékelni. Ez az a megközelítés, ami végül is előbbre vezetett. Az eddigiekben vázolt megközelítésben érthetjük meg, hogy a naptevékenység ismétlődő újratermeléséhez az anyagáramlásoknak rendkívüli követelményeknek kell megfelelniük.

Az egyszerűség kedvéért itt csak a naptevékenységi maximum utáni időszakra, a mágneses tér eltüntetésére vonatkozó, a naptevékenység önfenntartásának az anyagáramlásokra vonatkozó követelményeit vizsgáljuk. Lényegesen leegyszerűsíthetjük a feladat megoldását, ha figyelembe vesszük, hogy a Nap globális mágneses tere dipól jellegű, mint a rúd-mágnesé, és ezért első közelítésben a 45 fokos szélességi kör alatt, a Nap egyenlítőjéhez közelebbi körzetben a mágneses tér "vízszintesnek", azaz a Nap felszínével közel párhuzamosnak tekinthető. A mágneses tér akkor tüntethető el, ha ellentétes irányú, és lehetőleg azonos erősségű mágneses erővonalakat nyomnak össze két oldalról az anyagáramlások olyan erősen, hogy az ellentétes irányú mágneses erővonalak egymással fedésbe kerüljenek, és ennek következtében egymással összekapcsolódva (ezt nevezik rekonnekciónak) annihilálódnak, azaz megsemmisüljenek, s ekközben energiájukat felszabadítsák. Tehát ha a mágneses tér jellemzően vízszintes, akkor a globális tér eltüntetéséhez is vízszintes, csak éppen ellenkező irányú mágneses térre van szükség. Ahhoz tehát, hogy a naptevékenység eltüntethesse a maximum után a globális teret, szükséges, hogy a Nap belsejében olyan forró buborékok termelődjenek, amelyek mágneses terének iránya éppen ellentétes a globális terével.

Ha ez a feltétel fennáll, akkor a napmaximum után képes eltüntetni a globális tér túlnyomó részét. Így bekövetkezik a naptevékenységi minimum, amelyben a globális mágneses tér majdnem teljesen eltűnik, és napfoltok is alig láthatók a Nap felszínén. Igen ám, de a tapasztalat szerint ezután a globális mágneses tér iránya megfordul, azaz az előző ciklus terével ellentétes irányú mágneses tér kezd termelődni, és az így termelődő, ellentétes polaritású tér fokozatosan erősödik 11 éven át a következő maximumig. Ezt a feltételt minden további feltevés nélkül biztosítani tudjuk az eddigiekkel. Hiszen ha az előző cikluséhoz képest ellenkező irányú mágneses teret hoznak fel a forró buborékok a Nap belsejéből, és már eltüntették az útjuk során maguk előtt talált ellenkező irányú teret, akkor a minimum után fokozatosan egyre tovább erősödnek, egyre több ilyen, az előző cikluséval ellentétes irányú mágneses erővonal-köteg lesz jelen a Nap belsejében. Ahhoz, hogy a naptevékenységet

magyarázni tudjuk, szükséges azt is tudni, miért vált 22 évenként előjelet a Nap belsejében a frissen termelődő mágneses tér.

Hogyan jönnek létre a forró buborékok? Ez a kérdés a naptevékenység eredetének egyik kulcskérdése (Grandpierre 2015). Ha ez a gyors fűtés egy pontszerű körzetből szétterjedően jön létre, ahogy az ellentétes irányú mágneses erővonalak összenyomódásakor fellépő „rekonnekciónál” történik, akkor a cella-szerkezetű hőáramlásokkal jellemezhető Bénard-konvekcióhoz hasonlóan egy-egy forró buborék (konvektív cella) közepén a hőhatásra az anyag felfelé áramlik, a cella tetején vízszintesre vált, majd a cella falainál lefelé irányul, így a cella közepe és falai között köráramlás-rendszert hozva létre. Fontos látnunk, hogy a forró buborékok termelődéséhez nagyon sok és nagyon gyors kezdeti fűtésre van szükség. Ha túl kevés energia szabadul fel egy körzetben, akkor a sugárzási egyensúly fennállását nem képes megváltoztatni, a melegebb körzet több fényt sugároz ki, ezzel több energiát veszít, és ezért hamar lehűl, és így visszaáll az eredeti állapot, a körzet hamar kisimul. Szükséges tehát, hogy az elemi energia-felszabadulások elérjenek egy bizonyos kritikus mértéket. Ezt a mértéket az adja meg, hogy mikor képes az adott körzet a fűtés hatására úgy mozgásba jönni, hogy mozgását képes legyen hosszabb időn át fenntartani. Ennek meghatározásában figyelembe kell venni az adott fűtött körzetből, buborékból sugárzással elszállított energiát, a buborék mozgásához, kitágulásához felhasznált energiát, és a bent rendelkezésre álló többlet-energiák viszonyát. Ha a többlet-energiák nagyobbak, mint az energia-veszteségek együttesen, a buborék képes felemelkedni, és jelentős távolságot megtenni. Így jönnek létre az elemi hőszállító események. Számításaim szerint ahhoz, hogy a forró buborékok a felszínre tudjanak emelkedni, a napmagban kezdeti méretük legább 5-10 km kell legyen.

A forró buborékok képződésében a Nap forgási energiájának hirtelen felszabadulása játssza az egyik kulcs-szerepet. A Naphoz hasonló csillagok „csillagtevékenysége” rendszerint annál erősebb, minél gyorsabban forog a csillag (Skumanich 1972). Általánosan elfogadott ténynek számít, hogy a naptevékenység energiájának egyik jelentős forrását a Nap forgásának fékeződése adja. A Nap fejlődése során magja összehúzódik, és eközben forgása a napfelszín forgásánál jóval gyorsabbá válik. Mire a Nap eléri fejlődése során mai állapotát, magjának 4-15-ször gyorsabban kellene forognia a számítások szerint a napfelszínénél. A mérések szerint azonban a Nap magja a felszínnel azonos sebességgel forog. Valaminek tehát le kellett lassítania. A Nap 4 milliárd évvel ezelőtt tízszer gyorsabban forgott a mainál, és így forgási energiája a mainak százszorosa volt. Ez pedig azt jelzi, hogy a Nap egész élettartama alatt a Nap kezdeti forgási energiájának 99 százalékát másfajta energiává kellett alakulnia! Ha ez az energia a Nap mélyében, egy-egy alkalommal, viszonylag gyorsan és kis körzetben szabadul fel, akkor ennek a körzetnek nagyon forróvá kell válnia. Kézenfekvő, hogy ezen a módon jöhetnek létre a forró buborékok.

Vegyük most számításba, hogy a Nap korai állapotában forgási energiája kb.  $3 \cdot 10^{44}$  erg (1 erg energia kell ahhoz, hogy 1 gramm tömegű testet 1 cm magasra fölemeljünk) volt, ma ennek egy százaléka,  $2,4 \cdot 10^{42}$  erg (Allen, 1973, 161). Ha a Nap lelassulása jórészt az utóbbi 2 milliárd évre esett, ahogy az a többi csillagnál is kimutatható, akkor ebből számszerűen meghatározhatjuk a forgási energia csökkenésének ütemét:  $2,4 \cdot 10^{44}$  erg /  $2 \cdot 10^9$  év  $\sim 10^{35}$  erg/év. Ha ez az energia jórészt a forró buborékok formájában szabadul fel, és a forró buborékok száma a naptevékenység maximumában  $\sim 1-3$  darab, akkor egy buborék létrehozására  $\sim 10^{34}$ -

$10^{35}$  erg forgási energia jut. És ha ez az energia egy hirtelen eseményben szabadul fel, földcsuszamlásszerűen, akkor a buborékok kezdeti hőmérséklete jelentősen meghaladhatja környezetükét. A hirtelen esemény csak olyan folyamat lehet, amely a napmag egy pontján a mágneses erővonalakat hirtelen összeérinti, összenyomja, és így óriási elektromágneses energia is szabadulhat föl a mágneses tér raktározott energiájából. Továbbá, ha a hőmérséklet növekedése elér egy kritikus értéket, kb. háromszáz-millió fokot ( $3 \cdot 10^8$  K-ot), a magenergia-felszabadulás olyan gyorsá válik, hogy kevesebb, mint egy másodperc alatt megkétszereződik a termelő magenergia. Így tehát a magenergia is bekapcsolódik a buborék fűtésébe. Ha a "hirtelen esemény" időtartama elegendően gyors, 1-10 másodperc, akkor a buborék egy rövid ideig egyedül a forgási energiától  $10^{33}$ - $10^{35}$  erg/mp fényességű lesz, vagyis elérheti a napmag hőmérsékletének sokszorosát. Így pedig az energiatermelés a forró buborékban rendkívül gyors lesz. Létezik néhány olyan nehéz elem, amely csak rendkívül magas hőmérsékleten, egymilliárd fok felett termelődik. Tény, hogy éppen a napkitörések anyaga az, amely különösen gazdag éppen ilyen nehéz elemekben (Grandpierre 1996a). Ennek magyarázatát csakis a napmagban termelő és a felszínig eljutni képes forró buborékok adhatják (Grandpierre 2010).

Mi történik, ha a buborékok  $10^{33}$ - $10^{35}$  erg kezdőenergiával indulnak? Számításaink megmutatták, hogy az ilyen buborékok már képesek kijutni a Nap felszínére (lásd az ábrákon). A felszín közelébe érve még mindig jelentős energiátöbblettel bírhatnak, és ez az energiátöbblet elérheti a  $10^{32}$  –  $10^{34}$  erg nagyságot is, miközben a buborékok sebessége elérheti az 5-15 km/s értéket. Ez a sebesség azért különösen figyelemre méltó, mert ahogy a Nap magjából a felszín felé haladunk, és csökken a hőmérséklet és a sűrűség, a hangsebesség a 400 km/s értékről a felszín közelében 10 km/s-ra csökken. Más szóval: amíg a buborék energiátöbblettel rendelkezik, és kifelé haladva gyorsul a rá ható felhajtóerő hatására, addig környezetében a hangsebesség egyre csökken, és a két sebesség, a buboréké és a környezet hangsebessége éppen a napfelszín közelében találkozhat. Mivel pedig *a hangsebesség elérésekor fellépő hangrobbanás hatására a buborék hirtelen összenyomódik és felbomlik* (Grandpierre, 1981), *energiájának jelentős része nagysebességű részecske-nyaláb létrehozására fordítódik*. A felszín alól kilövődő részecskenyaláb a buborékkal magával hozott, maga előtt tolt és meghajlított erővonalak formálta hurok közepébe, a huroktetőbe lövődik be, ami szépen egyezik azzal a megfigyeléssel, hogy a napkitörések rendszerint az emelkedő erővonal-hurok közepénél és azok felett lépnek fel. Ráadásul, az emelkedő buborék többletenergiaja éppen a megfelelő nagyságrendű ahhoz, hogy fedezze a nagy napkitörések energiáját! Olyan új tényező kapcsolódhat így be a napkitörések vizsgálatába, amelyet eddig figyelmen kívül hagytak, és amely egyszerre képes a megfigyelések lényegi elemeit magyarázni.

A naptevékenység kapcsolatban áll a Nap forgásának mágneses eredetű fékeződésével. A mágneses fékező hatás következtében a mágneses erővonalak elmozdulnak, megnyúlnak, fokozatosan halmozódnak a feszültségek, mint a földrengések előtt. Ezek a feszültségek akkor tudnak robbanásszerűen felszabadulni, amikor a mágneses erővonalak összekapcsolódnak, azaz amikor rekonnekció lép fel. A rekonnekció természete szerint pontszerű körzetben jön létre, ahol emiatt hirtelen óriási fűtés lép fel, annál is inkább, mert a Nap forgási energiája is ekkor és itt szabadul fel. Ez a hatalmas energia a pontszerű energiafelszabadulás esetén elősegíti a forró buborékok köráramlásainak és mágneses terének termelődését. Ahhoz, hogy a napciklust képes legyen fenntartani, a forró buborékkal erős mágneses térnek kell

termelődni. Ezek az erős, a buborékokkal együtt termelő mágneses terek aztán a forró buborékokat körbevéve egyfajta plazmoidként elősegíthetik a forró buborékok felszínre jutását. A plazmoid olyan plazma-anyagot jelent, amelyet egységes szerkezettel bíró mágneses tér vesz körül.

Most már az a kérdés, hogy hogyan képes olyan asztrofizikai dinamó létrejönni, amely megtermeli a forró buborékok mágneses terét. Eddig a pontig tudtunk eljutni a kérdést leegyszerűsítő feltevésünkkel – ami csak abban az esetben érvényes, ha a rekonstrukcióhoz szükséges két mágneses erővonal egyikét a Nap vízszintes mágneses tere, a másikat a forró buborék ellentétes irányú mágneses tere biztosítja. A forró buborékok mágneses terét megtermelő, általunk elsődleges dinamónak nevezett folyamatnak azonban már nemcsak „vízszintes”, hanem mindenféle irányú, bonyolult szerkezetű kezdeti mágneses terekből kell sokkal erősebb, ráadásul a napciklus fenntartása követelményének megfelelő, vagyis *felsőbb szerveződési szinthez tartozó tényező által adott* irányú mágneses tereket megtermelnie. Hogyan lehetséges ez?

A Nap globális mágneses térének eltüntetésére és újratermelésére hivatott anyagáramlások forró buborékok felszínre emelkedésével valósulnak meg. A forró buborékok megtermeléshez szintén anyagáramlásokra van szükség. Ezeket megkülönböztetésül elsődleges anyagáramlásoknak nevezzük. Először ugyanis a forró buborékokat és mágneses terület létrehozó anyagáramlásokat kell előidézni, és csak ez után, a folyamat második lépésében emelkednek a Nap felszíne felé a frissen megtermelt forró buborékok, és viszik magukkal és maguk előtt a globális mágneses tér ciklikus eltüntetéséhez és újratermeléséhez szükséges lokális mágneses tereket. Amíg a globális mágneses tér 22 évente ellenkező előjelű mágneses teret magával vivő forró buborékokkal eltüntethető és újratermelhető, addig a forró buborékok és a naptevékenység újratermelést biztosító mágneses terület létrehozása ilyen módon nem biztosítható.

Tekintve, hogy a forró buborékok térbeli méretét egy olyan gömb sugarával adhatjuk meg, amelynek mérete 5-10 km nagyságrendű, ezért a forró buborékok nagysága Budapest méretével hasonlítható össze. Ahhoz, hogy egy forró buborék s benne a dinamó egyidejűleg létrejöhessen, egy olyan dinamó, amely elegendően erős és éppen megfelelő irányítású mágneses teret termel a naptevékenység fenntartásához, a forró buborékokat és mágneses terület létrehozó anyagáramlások nem lehetnek véletlenszerűek. Az anyagáramlásoknak és az általuk megtermelt és magukkal szállított bonyolult mágneses térnek pontról pontra egymással összehangoltan kell változniuk. Úgy kell a mágneses erővonalakat hajtogatniuk, hogy eredményül a dinamó-hatás létrejöhessen, a mágneses terek felerősödjenek. Nemcsak egymással összehangban, de a naptevékenység újratermelésének követelményével is összehangban kell mind az anyagáramlásoknak, mind a mágneses térnek változniuk, a forró buborék térfogatának egészében. A napmagban a forró buborékok termelésekor működő dinamót minden egyes forró buborék létrejöttekor újra létre kell hozni. Más szóval: a napmagban nemcsak dinamó működik, mert minden dinamó a napmagban működő dinamó-gyár terméke. Hasonlatunkban ez megfelel annak, hogy Budapest közlekedési viszonyait pontról pontra összehangba kell hozni mondjuk azzal a globális követelménnyel, hogy a közlekedés során megtermelt kipufogógázok úgy adódjanak össze, hogy a Föld bolygó légkörének áramlási mintázatában 11 éves periódussal ismétlődő ciklikus változást idézzenek elő.



Nem tételezhetjük fel, hogy a napmagban a leendő forró buborék körzetét átható globális mágneses tér közel vízszintes erővonalát egy mélyebbről jövő harmadik anyagáramlás tünteti el az előzőekben ismertetett módon, mert akkor annak a harmadik típusú anyagáramlásnak is szüksége van egy beindító negyedik anyagáramlásra és így tovább a végtelenségig. Nincs mélyebb szintről induló anyagáramlás. Az ok-okozati láncban ez a legelső anyagáramlás, ami létrejön: a forró buborékot és mágneses terét megtermelő, dinamót üzemeltető anyagáramlás. Nincs fizikai mód arra, hogy ezeket az anyagáramlásokat valami még elsődlegesebb helyi tényező előidézze (lásd erről még a 12. oldalon bemutatott érveket is), mert ez az első láncszem az ok-okozati láncban. Ha az ok-okozati láncban csakis helyi fizikai okok szerepelnének, ahogy azt rendszerint feltételezik, akkor a naptevékenységet beindító hatás, ahogy az eddigiekben többször utaltunk rá, véletlenszerű lenne, s következésképp a Nap mágneses tere vagy évmilliárdos időskálán lassan csökkenést mutatna kisebb véletlenszerű változásokkal kísérve, vagy, ha a belsejében véletlenszerűen fellépő kaotikus anyagáramlások hevesek, akkor már régen eltűnt volna kis, véletlenszerű változásoktól eltekintve. A naptevékenység azonban egyik vázolt lehetőséget sem mutatja. Ellenkezőleg, ciklikus jelleget mutat.

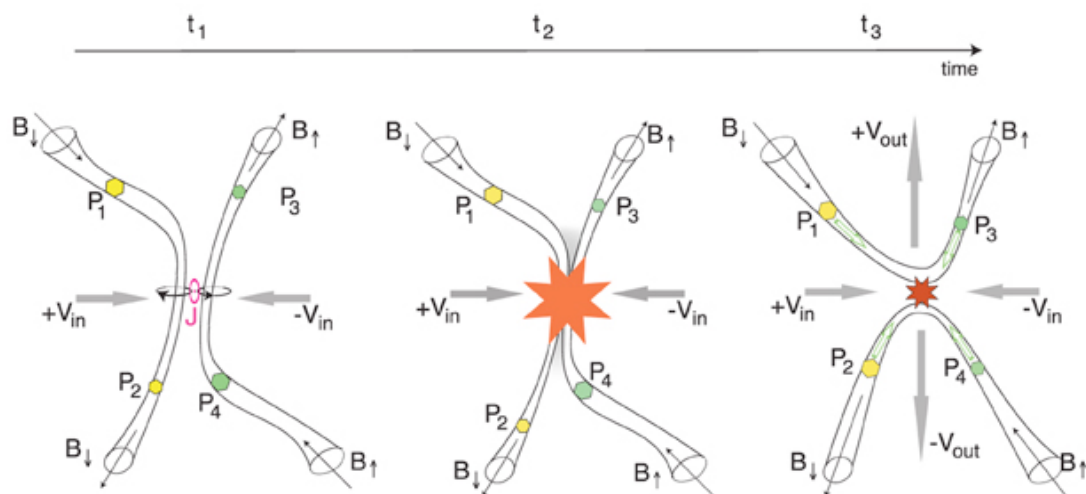
Vegyük figyelembe az asztrobiológia előretörését és behatolását a csillagászat egyre több ágába. Az asztrobiológusok körében általánosan elfogadottnak számít az egész Világegyetemet átható "biológiai determinizmus" – az a minden folyamatot az élet felé terelő hatás, amelyről úgy vélik, hogy "bele van írva a természettörvényekbe" (Davies 2000a), mert az élet – a Nobel-díjas Christian de Duve szavaival – "kozmoszu parancs". Vegyük figyelembe az elméleti biológia egzakt megalapozása (Bauer 1967, Grandpierre 2007, Grandpierre 2011, Grandpierre, Chopra and Kafatos 2014) következtében előállt lényegében új helyzetet. Ez a következőket jelenti. A biológia nem a fizika része, mert önálló, saját alapelve van, ami ráadásul általánosabb, mint a fizikának az az alapelve, amelyből a fizika összes alapegyenlete levezethető. Ebből következik, hogy a biológia egyetemes mozgástörvénye, amelyet Bauer Ervin matematikai alakban is megfogalmazott, éppúgy egyetemes, mint a fizikáé. Ez pedig azt jelenti, hogy a biológia alapelve éppúgy kifejti a hatását az egész Világegyetem minden pontján, mint a fizikáé. Mindezen fejlemények és a naptevékenységről fentebb elmondottak fényében nem utasítható el a gondolat, hogy a biológia a naptevékenységben is megmutatkozik. Az asztrobiológiai kontextus újabb nyomatékokot ad fentebb bemutatott érveinknek, amelyek szerint a naptevékenység eredete nem magyarázható külsődleges vagy véletlenszerű tényezőkkel, mert szervezett jellegű. A forró buborékok mágneses teréhez szükséges dinamót megtermelő, „legyártó” folyamat nem lehet se fizikailag külsődleges hatásokból eredő, sem pedig véletlenszerű folyamatokból adódó. Következésképpen az elsődleges anyagáramlásoknak szervezett jellegűeknek kell lenniük. Ezt megköveteli a dinamó megtermelésének szükségessége. A Nap magjában működő dinamó ugyanis nem támaszkodhat sem a konvekciós zóna anyagáramlásaira, sem olyan egyéb tényezőkre, amelyeket a konvektív zónában feltételezett dinamó elméletében szükséges feltételezni. A Nap magjában működő dinamó ráadásul nem lehet lokális eredetű, hiszen globális szintű követelménynek kell megfelelnie: fenn kell tartania és újra kell termelnie a naptevékenységet. Ezért az oksági lánc csakis a globális szintről indulhat. Ez az, amit kénytelenek vagyunk felismerni: a Nap maga kezdeményezi tevékenységének fenntartását. Az elsődleges anyagáramlásokkal meghajtott dinamó a Nap magjában csak akkor működik, ha az anyagáramlások nem véletlenszerűek, hanem egymással összehangoltak, szervezettek.

A forró buborékban működő dinamóhatás során a mágneses tér iránya gyorsan változik. Így itt egy újabb, még mélyebb problémával kell szembenéznünk. *Általános esetben, amikor a mágneses tér iránya pontról pontra változó irányú lehet, hogyan fogalmazhatóak meg annak követelményei, hogy a forró buborékot létrehozó elsődleges anyagáramlások eltüntessék, majd újratermeljék a mágneses teret?* Az egyszerűség kedvéért vizsgáljuk az eltüntetés követelményét. Az újratermelés első közelítésben hasonlóan működhet, csak éppen ellentétes irányú mágneses erővonalak egymáshoz nyomása helyett azonos irányítású erővonalakat kell egymáshoz nyomni. Az ilyen folyamat a meglévő mágneses tér felerősítéséhez vezet.

## A naptevékenység öfenntartásának az elsődleges anyagáramlásokra vonatkozó követelményei

### 1. Az anyagáramlás-pár két tagjának összehangolása egymással

A forró buborék rendkívül erős mágneses terét megtermelő körzet minden egyes pontjában az ott éppen fennálló mágneses tér eltüntetéséhez ellentétes irányú anyagáramlásokra, azaz az adott pont két oldalán két, egymással ellentétes irányban mozgó, a mágneses térre merőleges irányú, a maguk előtt ellentétes irányítású mágneses erővonalakat hozó és ezeket megfelelő erővel összenyomó anyagáramlásra van szükség (1. ábra).



1. ábra. Az ellentétes irányítású mágneses erővonalakat összenyomó áramlások idézik elő a mágneses tér eltűnését (Treumann and Baumjohann 2013).

Ezt a két, az erővonalakat összenyomó anyagáramlást összetartozó *anyagáramlás-párnak* nevezzük. Minden anyagáramlás-párnak a naptevékenység öfenntartó jellegéből fakadó feladata van, közös erővel el kell tüntetniük egy, a kiindulópontjuktól jelentős távolságban található mágneses teret. Az anyagáramlásokat létrehozó hőmérséklet-különbségnek elegendően nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy a létrejövő anyagáramlás egyrészt meg tudja tenni azt a távolságot, amely az általa eltüntetendő mágneses tér körzetétől elválasztja, másrészt az anyagáramlások sebességének olyan speciális, egymással összehangolt módon kell

fejlődnie, hogy mire arra a helyre érkeznek, ahol a mágneses tereket egymáshoz nyomják, egymással ellentétes irányúvá kell válniuk.

## **2. Az anyagáramlás-párok összehangolása a globális áramlási mintával és a mágneses térrel**

Mire az anyagáramlás-pár a kiinduló körzetéből a mágneses tér eltüntetésének körzetébe ér, eltelik egy bizonyos idő. Ezalatt az ottani mágneses tér megváltozik, amiatt, hogy a többi pontban is módosítani kell a mágneses teret, s ezt további anyagáramlások valósítják meg mágneses erővonalak elmozdításával, ez pedig az összes többi pontban is módosítja a teret. A mágneses tér az anyagáramlással szállítva nem csak egy pontban változik, hanem a mágneses erővonal egész hosszában elmozdul és megnyúlik. Minden egyes elmozduló mágneses erővonal több százezer kilométeres szakasza változik folyamatosan, nagy térséget érintve. Ráadásul a mágneses tér minden változása az egyes erővonalak mentén módosítja az egész környezet mágneses terét. Így az összes elsődleges anyagáramlás, amely a forró buborékokat létrehozza, olyan módon kell kifejlődjön, hogy a mágneses tér menet közbeni módosulását is figyelembe vegye. Az egyes anyagáramlás-pároknak tehát olyan mágneses tereket kell eltüntetniük, amelyek az összes anyagáramlás egész térbeli és időbeli fejlődésének függvényei. Ahhoz, hogy meg lehessen határozni bármelyik elsődleges anyagáramlás-pár beindításához szükséges kezdeti hőmérsékleteket, *szükséges lenne előre ismerni az összes anyagáramlás teljes térbeli és időbeli lefutását, azaz az elsődleges áramlások egész globális áramlási mintáját, és ezek közül kellene kiválasztani az adott áramláspár által eltüntetendő mágneses tér eltüntetéséhez megfelelő kezdeti hőmérséklet-különbséget.*

*Fizikai alapon azonban a kezdeti hőmérséklet-különbségeket csakis a kiinduló körzet helyi viszonyai határozhatják meg. Az egy adott áramlást beindító kezdeti hőmérséklet-különbség kialakulása után kifejlődő globális áramlási minta fizikai alapon nem járulhat hozzá az adott körzetben pillanatnyilag uralkodó fizikai viszonyok alapján irányított anyagáramlások létrehozásához. Egy ilyen követelmény túlmegy a naptevékenység szokásos, fizikai alapú megközelítésén.*

Fizikai alapon a kezdeti hőmérséklet-különbségek vagy hőmérséklet-ingadozásokból (fluktuációkból), vagy külső fizikai hatásokból jöhetnek létre. A kaotikus hőmozgásból eredő hőmérséklet-ingadozások azonban rendkívül kicsik, véletlenszerűek. A külső fizikai hatások - például a bolygóhatások - pedig csak külsődleges, e követelményektől független meghatározottságokkal tudnak hozzájárulni mindehhez; a mágneses tér rendszeres létrehozására és kioltására, eltüntetésére nem alkalmasak. És mivel globális szintű követelmény kell szabályozza az egész áramlási mintát, az oksági lánc csakis felülről, a naptevékenység egészének szerveződési szintjéről indulhat.

Röviden foglaljuk össze az eddigieket! Még visszatérünk rájuk, mert ezek szokatlanul mély és újszerű kérdések, de a felmerült kérdések további megvilágításában segíteni fog, ha az eddigi legfontosabb állításokat sorra vesszük.

A Nap dinamó-elven működik. A napdinamó az ember által előállított dinamónál sokkal bonyolultabb.

A Nap a termodinamika 2. főtételét kijátszó körülményeket rendszeresen előidézve

tartja fenn tevékenységét.

A Nap a folyamatosan változó fizikai feltételeket kvantumszintű, mikroszkopikusan kis beavatkozásokkal módosítja tevékenységének újratermelése érdekében. Mind a forgási energia felszabadulása, mind a mágneses rekonnekció, mind az árapályhatások csak szükséges, de nem elegendő feltételei a naptevékenység újratermelésének.

A dinamó ciklikus létrehozása, a forró buborékok polaritásváltása a Nap tevékeny, aktív közreműködését igényli, az ehhez szükséges fizikai feltételek megfelelő megteremtését és megszervezését.

### **A naptevékenység és a felülről ható okság**

Ha az anyagáramlások közvetlen környezetének lokális fizikai viszonyai nem alkalmasak a naptevékenység ciklikus, önfenntartó jellegéből adódó követelmények biztosítására, akkor nem marad más lehetőség, mint megvizsgálni, indulhat-e globális szintről bármiféle olyan hatás, amely az elsődleges anyagáramlásokat a követelményeknek megfelelővé teheti. A globális szintről induló hatások a fizikában régóta jelentős szerepet játszanak. A felülről induló okság vizsgálatában elsősorban a fizikai határfeltételek és a fizikai „önszerveződés” jöhetnek szóba.

A Nap felszíne (fotoszférája) alatti 200 000 kilométer vastag körzetben cella-szerkezetű hőáramlásban van az anyag. Az ilyen cellákból álló hőáramlást nevezik a fizikusok konvekciónak, felfedezőjéről Bénard-konvekció néven is említik. Ezek a konvektív cellák a Nap felszínén megfigyelhetők, ott granuláknak, szemcséknek nevezik őket. Cella-szerkezetük abban áll, hogy a konvektív anyagelem közepén az anyag feláramlik, fent a cella szélei felé kifelé, majd pedig a szélein lefelé, lent pedig befelé a középpont felé, így egyfajta körkörös áramlási rendszert alkotva. Chandrasekhar (1961) kimutatta, hogy a Bénard-konvekció anyagáramlási mintázata az egész zónát alulról és felülről határoló határfeltételektől, elsősorban ezen globális határfeltételek térbeli-geometriai jellegétől, szimmetriáitól függ. Csak olyan anyagáramlási minták jöhetnek létre, amelyek megfelelnek a globális határfeltételeknek. Ez pedig a felülről lefelé ható ok jelenlétét mutatja. Hasonló ez a jelenség a hópelyek-képződéshez. A hópelyek mintázata azért szimmetrikus és azért más és más, mert megfelel a képződésük pillanatában a környezetükben uralkodó szimmetria-viszonyoknak. A Bénard-konvekció mintázatának képződését, a hópelyek-képződést a spontán fizikai önszerveződés folyamata teszi lehetővé. Lehet, hogy a naptevékenység globálisan önfenntartó jellegét is a globális határfeltételeken át érvényre jutó lefelé ható okság, a fizikai önszerveződés biztosítja?

Ennek a kérdésnek a megválaszolásához először is vegyük figyelembe, hogy a naptevékenység mintázata nem mutat olyan szimmetriát, amely határfeltételekkel kapcsolatba lenne hozható, mint a Bénard-konvekció vagy a hópelyek esetében. A globális határfeltételek szerepét a Nap felszínének fizikai jellemzői játsszák. A fotoszféra térbeli viszonyai azonban semmiféle alapot nem adhatnak ahhoz, hogy egymással összehangolt időbeni és térbeli fejlődésű anyagáramlás-párok induljanak el a napmagból úgy, hogy a napmagban olyan elsődleges anyagáramlások induljanak be, amelyek a forró buborékok létrehozásával egyidejűleg és egy körzetben egyszersmind rendkívül erős és gyors dinamó-hatást tudjanak egyúttal létrehozni. Ha a fotoszféra fizikai viszonyai, határfeltételei erre nem alkalmasak, akkor miféle fizikai hatás képes ezeket a folyamatokat megfelelően összehangolni?

Először is az anyagáramlás beindításához pontosan olyan erősségű helyi fűtésre van szükség, hogy egy éppen annyira forró körzet jöhessen létre, amely éppen annyival melegebb környezeténél, amennyi ahhoz szükséges, hogy forró buborékot alkotva képes legyen jelentős távolságot megtenni a Nap belsejében, és az útközben elkerülhetetlen energia-veszteségeket legyőzhesse. Ha a fűtés erősebb a kelleténél, akkor a forró buborékok mérete megnő, hőveszteségeik hatványozottan gyorsan növekednek, emiatt nem képesek a felszínre kijutni, előbb leadják környezetükhöz képest mutatkozó többlethőjüket, és elkeverednek környezetükkel. *A keletkező forró buborékok számát, méretét, keletkezésének helyét, idejét, a forró buborékok környezetükhöz viszonyított kezdeti hőtöbbletének mértékét, egyszersmind a forró buborékkal együtt termelődő mágneses tér erősségét és irányát a naptevékenység ciklikus megújulásának megfelelően finoman össze kell hangolni.* Ráadásul minden fizikai folyamat, amely részt vesz a forró buborékok létrehozásában, módosítja közvetlen környezetének fizikai viszonyait, áramlási sebességeit, mágneses tereit, és ezeken keresztül a többi, a forró buborék létrehozásában szerepet játszó folyamatra, anyagáramlásra is hat. Miféle fizikai hatás képes ezt a globális-lokális csatolást és a lokális finomhangolást egyszerre biztosítani? Mivel *a globális és a lokális szint között közvetlen csatolásról van szó, egyfajta alagút-effektusra van szükség. A megoldás tehát a kvantumfizikához vezet.*

A kvantumfizika feltalálása óta ismeretes, hogy az idő nem pillanatszerű, hanem az energiával összekapcsolódó kvantumokból álló, véges idő-intervallumokból, elemi időlépésekből összetevődőnek tekinthető. Minden egyes elemi idő-adaghoz, időlépéshez tartozik egy akkora energia, hogy az elemi időszakos hosszának és az energiának a szorzata a Planck-állandónál kisebb legyen. Ha az anyagáramlások pályáit módosító hatásokat nem a helyi közegben fennálló fizikai viszonyok, és nem is a Nap felszínének határfeltételei, térbeli-fizikai viszonyai határozzák meg, mert globális, felülről ható oknak kell itt is szerepelnie, akkor felmerül, hogy valamilyen módon a Nap globális szintről hatást gyakorol a napmagban lezajló folyamatokra, azaz *beavatkozik* (a Nap globális szintről történő „beavatkozása” mind fizikai nivoltában, mind fogalmi szinten olyan szokatlanul mélyreható jelenség, hogy tisztázása külön erőfeszítést igényel. Tanulmányunk későbbi részeiben igyekszünk részletesen megmutatni, mire gondolunk) egyes részei viselkedésének, anyagáramlásai időbeli fejlődésének módosításába, irányításába. Világos ugyanis, hogy a kvantumfizikai szinten meghatározatlan energia-ingadozások a naptevékenységet irányító elsődleges anyagáramlások létrehozásában és pályáinak módosításában nem lehetnek teljesen véletlenszerűek. Az anyagáramlásokat folyamatosan a naptevékenység fenntartására vezető módon szükséges módosítani, hiszen tény, hogy a naptevékenység mágneses terével együtt ciklusról ciklusra eltűnik és újratermelődik. Ez pedig csakis a globális követelmények szintjéről történő hatásokkal, a Nap tevékeny közreműködésével biztosítható. Ez a kapcsolat a Nap és az anyagáramlások között funkcionálisnak nevezhető. Funkció (magyarul: szerep, feladatkör) alatt ugyanis azt a szerepet értjük, amelyet a rendszer egy része játszik az őt tartalmazó rendszer tevékenységeiben (Beckner 1969), a rendszer egyes globális tulajdonságainak fenntartása érdekében. Fogalmazhatunk tehát úgy, hogy az elsődleges anyagáramlásoknak a naptevékenységet meghatározó funkciójuk van.

Hogyan érthetjük meg az anyagáramlások funkciójának eredetét és mibenlétét? Vegyünk segítségül egy példát. A fogaskeréknek funkciója van az órában. Az

anyagáramlás funkciója azonban más természetű. A fogaskerék működését, változásait ugyanis teljes mértékben a közvetlen környezetének fizikai viszonyai határozzák meg. Az anyagáramlás funkcióját viszont globális szintről, fentről lefelé ható okság révén, folyamatosan biztosítani kell – az anyagáramlásokat irányítani kell ahhoz, hogy funkciójukat sikeresen betöltsék. Ha a naptevékenység esetében ezt a globális szintet a Nap egészéhez tartozónak ítéljük, akkor ebben az értelemben arra a következtetésre jutunk, hogy a Nap maga irányítja belsejének anyagáramlásait.

A forró buborékok Budapest nagyságú térbeli körzetében minden egyes anyagelem mozgása befolyásolja a helyi dinamó működését és ezen keresztül a globális mágneses tér fenntartását és újratermelését. Minden egyes anyagelem mozgató hatása spontán kvantumfizikai szintű folyamatban, egyfajta alagút-hatásban keletkezik mikro-szintű hatásokból. Ezek a mikrohatások minden egyes elemi energiaadagban, a Heisenberg-féle határozatlansági összefüggésben megadott, ehhez tartozó időszakaszban, időlépésben hozzáadódnak az előzőekhez, és így képesek összeadódni és makroszintű hatásokká válni, és így éppen a felső szintről adódó követelménynek megfelelő módon növekedni, változni. Minden egyes anyagelem mozgása összefügg az összes többiével, és az összes mágneses erővonalával. Ennek az összehangolt közösségi tevékenységnek van értelme: közösen hozzák létre azt a dinamót, ami a mágneses teret éltető jellegűvé teszi, alkalmassá a Nap globális tevékenységének fenntartására és újratermelésére. Az anyagáramlások irányítását biztosító energiaáramok felülről vezéreltek. Ennek a hatalmas, Budapest méretű térségnek szinte minden pontján folyamatosan energia-utánpótlás érkezik a globális szintről indítva. A helyi viszonyok, beleértve a forgási energia felszabadulását, a mágneses erővonalak rekonstrukciójával felszabaduló hőenergiát és a magreakciók különösen erős érzékenységet a hőmérsékletre, képesek pozitív visszacsatolással tovább erősíteni a felülről indított hatásokat. Így a globális szintről minimális beavatkozásra van csak szükség. A forró buborékban felszabaduló többlet-magenergia elérheti a másodpercenként  $10^{30}$  erg-et is. Óriási energiabőség áll tehát rendelkezésre az elsődleges anyagáramlások kvantumszintű irányításához a forró buborék minden pontján. A magreakciók hatványozott hőmérséklet-függése és az ellentétes irányú mágneses erővonalak érintkezésbe hozása révén az összpontosulva felszabaduló forgási energia jelentős helyi fűtést hoz létre, amit a magreakciók tovább növelnek egy önmagát erősítő folyamatban, egyfajta energia-szökőkutat alkotva, amely a forró buborék különböző körzeteiben éppen úgy vándorol pontról pontra, hogy erős mágneses teret termelő dinamót hoz létre és működtet. Ez a dinamó olyan mágneses térrel veszi körbe a forró buborékot, hogy mialatt a buborék megteszi az utat a Nap felszínéig, 22 évente váltakozó előjellel újratermeli a Nap globális mágneses terét és tevékenységi mintázatát. A Nap tehát úgy kell vezérelje e tölcser-szerűen összpontosuló energiafelszabadulás menetét térben és időben, hogy eredményül éppen olyan anyagáramlások jöjjenek létre a forró buborékban, amelyek egy dinamót működtetnek, amely olyan mágneses tereket termel, amelyek éppen alkalmasak a globális tár és tevékenység ciklikus eltüntetésére és újratelérésére.

Nemcsak arról van szó, hogy a naptevékenységet nem tudja a mai tudomány modellezni, hanem arról, hogy globális szintű követelményt, az áramlási minták és a mágneses tér szerveződésének célravezető összehangolását biztosítani kell a napmag áramlásait beindító és ezeket irányító tényezőnek. Az elsődleges anyagáramlások akkor töltik be funkciójukat, ha biztosítják a naptevékenység ciklikus fenntartását. Bár ezzel kapcsolatban már több érvet is bemutatunk, úgy gondoljuk érdemes ebben

a kérdésben sokoldalúan, körültekintően eljárni.

Egyáltalán lehetséges-e olyan funkciót, ami csak globális szinten van jelen, és globális szintről hat „lefelé”, levezetni a lokális szintű folyamatokból? Keller (2007) részletes modellszámításokkal kimutatta, hogy önszerveződő hálózatokban létrejöhetnek ugyan globális mintázatok, de hozzájuk tartozó funkciók nem jönnek létre. Krohs és Callebaut (2007) kimutatták, hogy olyan modellek tervezése, amelyekben a funkciókat külső beavatkozással idézik elő, túlságosan önkényes folyamat ahhoz, hogy a biológiai funkciókat magyarázhassa. A globális szintű biológiai funkciók éppúgy nem jöhetnek létre lokális tulajdonságokból, ahogy egy focicsapat tevékenységét nem határozzák meg a focicsapat tagjainak fizikai tulajdonságai. A focicsapat csak akkor válik képessé a játékra, ha a játékosok megismerik és elfogadják a játékszabályokat, ha kijelölik az egyes játékosok szerepkörét stb. (Grandpierre 2013).

### **Felülről lefelé ható okság és autonómia**

Ismeretes, hogy a hőmérséklet, bár a testek globális tulajdonsága, levezethető a testek molekuláinak hőmozgásából. Hasonlóan, lokális tulajdonságokból eredő globális tulajdonság a szín vagy a halmazállapot. De az anyagi tulajdonságok esetében a globális tulajdonság az alkotóelemek tulajdonságaiból, viszonyaiból, viselkedéséből ered. A globális funkció esetében azonban a globális szintről indul ki az okság, és ez terjed ki az alkotóelemek felé, ráadásul úgy, hogy az anyagáramlásokat beindításuktól kezdve egészen az annihilációig nem a közvetlen környezetük fizikai viszonyai határozzák meg. Újszerű fizikai okok lépnek működésbe, amelyek a kvantumfizikai határozatlanság megengedte mértékig mentesek a közvetlen, helyi fizikai meghatározottságoktól, és a globális szintről lefelé fejtik ki hatásukat. Olyan funkcióról van szó, amelyet nem határoznak meg a közvetlen fizikai előzmények, sem pedig az adott pillanatban fennálló fizikai viszonyok, hanem maga a rendszer egésze, a Nap lép fel és avatkozik be az eseményeket meghatározó tényezőként. Az ilyen típusú, *a rendszer egészének szintjéről induló, az előzményektől és a pillanatnyi adottságoktól független, önálló okozati képességet autonómiának, a biológiában pedig biológiai autonómiának nevezünk* (Grandpierre 2012a,b, Grandpierre and Kafatos 2012, 2013). A gépek esetében az alkatrészek viselkedését a gép szerkezete—beleértve a gépet vezérlő programot—határozza meg. Bár a gép szerkezetét felülről ható okság, az emberi beavatkozás határozta meg, a már kész gép működését – eltekintve be- és kikapcsolásától és menet közbeni, ember általi vezérlésétől – kizárólag helyi fizikai tényezők határozzák meg. Ahogy ezt megindokoltuk, a Nap esetében ez a kizárólagos helyi meghatározottság nem lehetséges. Úgy tűnik, nem kerülhető el a következtetés: *a Nap a naptevékenység fenntartásában a globális szintről induló okozati képességgel bír.* A Nap saját maga kezdeményezi a helyi dinamó működésére és egyidejűleg a globális mágneses tér eltüntetésére és újratermelésére alkalmas módon a forró buborékokat és dinamójukat megtermelő anyagáramlások létrehozását és irányítását.

Nagy kihívás a naptevékenység megértése a fizikusok számára, hiszen ezek a kérdések a kutatások látóhatárán is alig-alig tűntek eddig fel. Az ilyen kérdések ráadásul mélyreható, zavarba ejtő, évezredek óta megoldatlan filozófiai kérdésekkel is összefüggnek. A szűkebb területeken jól bevált módszerek, meglátások, legyenek

bármennyire is igazoltak és elfogadottak, mégsem biztos, hogy átvihetők a tágabb összefüggések keretei közé.

Hasonló kérdésekkel a biológiában találkozunk. Descartes nyomán általánosan elterjedt a nézet, hogy az élőlények bonyolult, komplex gépek (Vogel és Angermann, 1992, 1; Brenner 2012). Az élőlények valóban lényegi hasonlóságot mutatnak a gépekhez, ugyanakkor azonban lényeges különbségek is fennállnak. Amíg a gépek kívülről, az ember által megadott céloknak megfelelően működnek, addig az élőlények belső okság alapján tevékenykednek. Az élőlények nem gépek, alapvetően másfajta, belülről meghatározott okság alapján tevékenykednek (Nicholson 2013). Az élőlények és a gépek analógiája félrevezető. Nem segíti elő az élő rendszerek megértését, mert kizárólag az “alulról felfelé vezető okság” elképzelésére épül, pedig a valóságban az élő rendszerekben a fentről lefelé ható okság lényeges szerepet játszik, teszik hozzá egyre többen (Witzany and Baluska 2012; Walker, Cismeros and Davies 2012; Walker 2014). A biológiai funkciók sem magyarázhatóak fizikai alapon, mert a célokság (a teleológia – íme egy másik szokatlanul mélyreható jelenség, Grandpierre 2012c, 2014) az élő szervezetek alapvető tulajdonsága (Toepfer 2012). Az élő szervezetek attól élő szervezetek, hogy viselkedésüket saját maguk határozzák meg (Bruce 2014, Vane-Wright 2014, Corning 2014).

### **Mitől élő a szervezet? Történeti körkép az élet mibenlétéről és definícióiról**

#### **Thalész, i.e. 585**

A hagyományból úgy látszik, Thalész is valami mozgatónak tartotta a lelket, minthogy azt állította, a mágneskőnek lelke van, mert a vasat mozgatja.

- Arisztotelész: A lélek. Lélekfilozófiai írások. Európa Könyvkiadó, Budapest, 1988, 21.o.

#### **Platón, i.e. 360**

A lélek ... a tulajdonképpeni oka és forrása a testek minden változásának és átalakulásának.

-Platón: Timaios, 892a; Platón összes művei. Európa Könyvkiadó Budapest, 1984. Harmadik kötet.882.o.

#### **Arisztotelész, i.e. 350**

Mindazok, akik a lelkes lényben a mozgást tartották fontosnak, a mozgás első okának fogták föl a lelket, akik pedig azt nézték, hogy megismeri és érzékeli a dolgokat, azok a lelket princípiumokkal azonosítják...A lélek a potenciálisan étellel bíró természeti test formája.

-Arisztotelész: Lélekfilozófiai írások. Ford. Steiger Kornél. Európa Könyvkiadó, 1988, A lélek. 1.könyv, 1. fejezet, 19.o.

#### **Giordano Bruno 1584**

A világon mindent a belső elv mozgat, ami maga a lélek.

- Bruno, Giordano, On the Infinite Universe and Worlds, First Dialogue.

„Ezeknek a testeknek van belső mozgató elvük saját természetük által, saját lelkük, saját értelmük.”

- Bruno, Giordano, Ash Wednesday Supper, Edward Gosselin and Lawrence S.



Lerner, trans. Toronto, 1995, Fifth Dialogue, p.206.

### **Johannes Kepler, 1596/1623**

Ifjúkorában Kepler figyelmesen tanulmányozta Julius Scaliger munkáját, aki Averroes arab filozófust követte, aki szerint az égitesteket elmék (intelligenciák) irányítják, az ókori sztoikusok tanításainak megfelelően. Már a fiatalkorában írt „A Világegyetem titkai”-ban, amelyben lelkek mozgatták a bolygókat, Keplert érdekelték a bolygók sebességének okai, és szerette volna számszerűvé tenni ezen lelkek tevékenységét. Megfogalmazta hipotézisét, mely szerint „a bolygókat mozgató lelkek vagy annál kevésbé tevékenyek, minél távolabbi a bolygó a Naptól, vagy csak egy mozgató lélekről van szó az összes pálya központjában, a Nap amely annál sebesebben mozgatja a bolygókat, minél közelebb vannak hozzá”.<sup>79</sup>

Az 1623-as második kiadásban hozzáadott lábjegyzet egyetlen mondatba foglalt átmenetet jelent a lelkekről az erőkre: „Ha a Világlélek (anima) szót „erő”-re (vis) cseréljük, akkor eljutunk az égi fizika legfontosabb alapelveéhez (amelyen az Új Csillagászat nyugszik)”. Íme dióhéjban az átmenet az animizmusból a mechanizmusba, az élő világegyetemből a mechanikus világegyetembe”.<sup>80</sup>

Kepler útja a lelkektől az erőig nem volt egyenes és könnyű. Még érett munkájában, „Az új csillagászat”-ban is Kepler a fizikáját olyan mágneses erőkkel egészíti ki, amelyekért a bolygók elméi felelősek. Ezek tisztán értelmi természetű lények, akik tisztán matematikai fogalmakban gondolkoznak. In: *The Holistic Inspirations of Physics: The Underground History of Electromagnetic Theory*. Val Dusek, Rutgers University Press, 1999.

### **Julian de la Mettrie, 1748**

„A régiek meg voltak győződve arról, hogy egyetlen test sincs mozgásforrás nélkül, s ezért úgy tekintették a testek szubsztanciáját, mint két elsődleges attribútum összetételét; az egyik tette lehetővé, hogy ez a szubsztancia mozogjon, a másik pedig, hogy mozgatható legyen.” (Julien de la Mettrie, *Filozófiai művek*, Akadémiai Kiadó 1968, 58-59.o.). „A testeknek a lélek az aktív princípiuma” (u. ott, 53.o.). „Az anyag önmagában véve passzív princípium, csak tehetetlenségi ereje van. Ha tehát van a testekben egy mozgató erő, és bizonyítottan vesszük, hogy ugyanazon erő, amely a szívet dobogtatja, készíti az idegeket az érzésre és az agyat a gondolkodásra, nem következnek-e világosan, hogy ezt az erőt kell Léleknek neveznünk?” „Miért ne lenne szabad kutatni természetét vagy tulajdonságát ennek az ismeretlen, de kétségtelenül érző és aktív erőnek, amelytől e féreg büszkén csúszik a föld felszínén? (u. ott, 53-54.o.)

### **Gottfried Reinhold Treviranus, 1802**

A biológia tárgya az élet különböző formái és jelenségei, létezésük törvényei és feltételei, az az őket meghatározó okok. Gottfried Reinhold Treviranus, *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur* (1802-1822), 1: 4; idézi Lenoir, Timothy: *The strategy of life*. 1982, p.1.

Mind ezek a vitalista elméletek az életet a tisztán szervetlen jelenségekre visszavezethetetlennek tartják. Vannak, akik az élő anyag saját mozgástörvényeiről beszélnek (Reil, Tiedemann); mások, és ez a gyakoribb, a 'vis vitalis' (életerő) létezését védik, melyet vagy egy fizikai típusú erőnek gondolnak el, vagy pszichikusnak, amely tudattalanul vezeti az anyagot a cél irányába.

- Treviranus, in: Blandino, G. 1969, *Theories on the Nature of Life*. Philosophical Library, New York, p.23.

**Czuczor Gergely és Fogarasi János, 1864**

Az „él” ige jelentésének meghatározása: „Szorosb értelemben oly erővel és tehetségekkel van ellátva, melyeknél fogva önként mozog és érez, továbbá saját változásainak, működésének okait magában, szervezetében foglalja.”

- Czuczor Gergely és Fogarasi János: A magyar nyelv szótára. MTA, 1864, 2. köt., 487. o.

**J. Arthur Thomson, 1921**

Az élőlényeknek van saját akaratuk, saját tudatuk; az élőlény kitartóan dolgozik olyan módon, ami eltér a legkisebb ellenállás útjától, olyan eredmény érdekében, amely nem közvetlenül adott.

Thomson, J. A. 1921, Life: The Problems of Existence. in: Harmsworth' s universal encyclopedia. Ed. by John Alexander Hammerton. 1-9. vol. London, The Amalgamated Press. Vol. 7. p. 4859.

**Bertalanffy Lajos/Ludwig von Bertalanffy, 1933**

Ma a biológia még mindig a Kopernikusz-előtti periódusában van.

- Bertalanffy, L. 1933, Modern Theories of Development. An Introduction to Theoretical Biology. Oxford University Press, London, p.22.

**Bauer Ervin, 1935**

Az élő és csakis az élő rendszerek soha sincsenek egyensúlyban és szabadenergia tartalmuk terhére állandóan munkát végeznek annak az egyensúlynak a beállta ellenében, amelynek az adott külső feltételek mellett a fizikai és kémiai törvények értelmében létre kellene jönnie.

- Bauer Ervin, Elméleti biológia, 1935 (oroszul)/1967 (magyarul), Bp., Akadémiai Kiadó, 51. o.

**John Burdon Sanderson Haldane, 1937**

Őseink azt hitték, hogy akármilyen, ami önmagától mozog: él. A gépek feltalálása előtt ez egészen jó meghatározás is volt. Azonban egy gép (mint pl. autó vagy gőzgép) is mozgásba hozza önmagát és amint az önműködőleg mozgó gépeket feltalálták, azt kérdezték az emberek: “Gép-e az ember?” Descartes, a filozófus, úgy vélte, hogy emberek és állatok egyaránt gépek, azonban az emberi gépezetet részben a lélek irányítja...Az állatok és gépek közötti különbség jórésze csupán abból származik, hogy az állatok sokkal komplikáltabbak (u. ott, 4.o.). Még közönséges gőzgépeknek is van önműködő szabályozójuk. Az állat talán nem más mint egy tökéletes önszabályozó mechanizmus. (u. ott, 5.o.) Először is tegyük fel a kérdést: mit is értünk gép alatt? Azt hiszem olyan rendszert, mely képes valamely (GA: külsőleg megadott, rögzített) funkció (zajkeltés, favágás) elvégzésre, mely pótolható alkatrészekből áll és amely teljesen érthető, ha alkatrészeit ismerjük. A gép ellentéte az individuum: olyasvalami, amit eredeti természeténél fogva nem lehet részeire szedni és újból összeállítani. A forma állandósága egy állatnál inkább hasonlítható lánghoz vagy vízeséshez, mint házhoz vagy szoborhoz. Ha analizáljuk az életet, úgy tűnik, hogy a megfejtés: önszabályozás, szabályozásra szolgáló állandó berendezések nélkül. 7.o.

-J. B. S. Haldane: Mi az élet? Az élet eredete. Budapest, 1937. Kronos Könyvek. Fordította: Gyulai Ida. Angolul megjelent: Encyclopedia of Modern Knowledge, 1930, ed. J. A. Hammerton.

### **Alexander Oparin, 1961**

Az a különleges sajátosság, amely minőségileg megkülönbözteti az életet az anyag minden más mozgásformájától (különösen az élettelen anyag áramlási rendszereitől) az az, hogy az élő testben sok tíz- és százezer individuális kémiai reakció, amely összességében az anyagcserét adja, nemcsak, hogy szigorúan koordinált az időben és a térben, nemcsak harmonikusan együttműködő az önmegújítás egyedülálló sorozatában, de az egész sorozat egy rendezett módon az élő test mint egész folyamatos öfenntartása és ön-reprodukciója felé irányított. Oparin (1961/2010) in: *The Nature of Life*, ed. M. A. Bedau and C. E. Cleland. Published by Cambridge University Press. 2010, p.74.

### **Günter Vogel és Harmut Angermann, 1992**

Történetileg a való világ rendszereit vagy élőnek, vagy élettelennek tekintjük, s ennek megfelelően a fizika, illetve a biológia tudományterületéhez soroljuk. Ez a megkülönböztetés nem elvi, hanem gyakorlati jellegű, mivel a két rendszertípus között csak bonyolultságuk fokában van különbség.” (Vogel és Angermann, *Biológia*. Springer Atlasz, Budapest, 1992, 1.o.). „A különböző dolgok kapcsolódása kizárólag az oksági elv szerint (‘‘miért?’’ kérdés) az ok és az okozat szigorú, mindenkor ellenőrizhető és lehetőleg mérhető egymáshoz rendelésének elve szerint történik (u. ott, 7.o.).

### **Paul Davies, 2000**

Ötven évvel ezelőtt sok tudós meggyőződéssel vallotta, hogy küszöbön áll az élet rejtélyének megoldása. A fizikusok addigra lenyűgöző lépéseket tettek az anyag atomi szintű szerkezetének tisztázásában, és olybá tűnt, hamarosan az élet problémája is megadja magát. Akkoriban úgy vélték, az élő szervezetek nem többek mikroszkopikus részekből összeálló, roppant bonyolult gépezeteknél, amely részek a kísérleti fizika módszereivel tanulmányozhatók. Az alapos vizsgálat tovább erősítette ezt a szemléletet. Az élő sejtben valóban nyüzsögnek a miniatúr gépezetek. Vagyis csak össze kellene állítani a megfelelő használati utasítást, egy afféle „gépezetelési könyvet”, és a probléma már meg is oldódik. Manapság azonban igencsak naivnak tűnik a sejtet pusztán nagyon bonyolult gépezetnek tekintő álláspont. A molekuláris biológia tagadhatatlanul fényes sikerei ellenére a tudósok változatlanul nem tudják határozottan megmondani, pontosan mi választja el az élő szervezetet a más természetű fizikai objektumoktól. A szervezetek gépekként való kezelése kétségkívül igen gyümölcsözőnek bizonyult, de nem szabad a túlságos leegyszerűsítés amúgy vonzó csapdájába esnünk. A mechanisztikus magyarázat az élet megértésének fontos része, de távolról sem kerekedik ki belőle a történet egésze.

Nézzünk egy meglepő példát arra, lényegében hol is rejlik a probléma! Képzeljük el, hogy feldobunk a levegőbe egy halott és egy élő madarat. A halott madár megjósolhatóan néhány méterrel arrébb lepuffan a földre. Az élő madár a város túlvégén egy tévéantennán, vagy egy faágon, egy háztetőn, egy sövényen vagy egy fészekben fejezheti be röptét; nehéz volna előre kiszámítani, hol.

Fizikusként úgy szoktak gondolkodni az anyagról, mint ami passzív, közömbös és csak külső erő hatására reagál – például, mint amikor az elhajított kő a gravitációs vonzás következtében a földre esik. Az élőlényeknek azonban *önálló* életük van. Mintha valamilyen belső szikrát tartalmaznának, ami *önálló cselekvőképességet*, autonómiát ad nekik, úgy, hogy (bizonyos határok között) kedvükre cselekedhetnek.

Kimutatták, hogy a maguk módján még a baktériumok is a saját akaratukat követik. Mit jelent ez a belső szabadság, ez a spontaneitás? Hogy a szervezetek dacolnak a fizika törvényeivel, vagy csak hasznosítják a céljaik érdekében? Ha igen, hogyan? És honnan erednek ezek a „célok” egy olyan világban, amelyet látszólag vak és céltalan erők kormányoznak? Mintha ez az autonómia vagy önrendelkezés jelentené az élet az életteltől való megkülönböztetés legtalányosabb oldalát: még azt sem tudni, miből fakad. Miféle tulajdonságai ruházzák fel autonómiával az élő szervezetet? Nehéz megmondani.

Az *autonómia* az élet egyik legfontosabb sajátossága. De sok más is akad, nevezetesen:

*Anyagcsere.* Minden szervezet reakciók bonyolult sorozatán át feldolgoz különféle anyagokat, aminek eredményeként energiát nyer, hogy képes legyen olyan feladatok végrehajtására, mint amilyen a mozgás és a szaporodás. Ezt a kémiai folyamatot és energia-felszabadítást nevezik anyagcserének. Csakhogy az anyagcserét nem azonosíthatjuk az étellel, egyes mikroorganizmusok hosszú időn át szunnyadhatnak tökéletesen felfüggesztett életfolyamatokkal, de mégsem mondhatjuk őket halottaknak, amíg lehetséges az újjáéledésük (u. ott, p.10).

*Reprodukció.* Az élő szervezetnek képesnek kell lennie a szaporodásra. Csakhogy egyes nem élő dolgok, például a kristályok és a bozóttüzek is reprodukálódhatnak, ugyanakkor a vírusok, amelyeket sokan élőnek tekintenek, képtelenek önerőből szaporodni. Az öszvérek egészen biztosan élnek, ám sterilek leven, nem szaporodnak. A tulajdonságok listáját összegezve kijelenthetem, hogy általánosságban szólva az élet két döntő tényezőt tartalmaz: anyagcserét és szaporodást.

-Paul Davies: *Fifth Miracle*. 1998, 17.o.; *Az ötödik csoda*. Ford. Kertész Balázs, Vince Kiadó, Budapest, 2000)

### **Carl Woese, 2004**

A molekuláris paradigma, amely olyan sikeresen vezette a biológiát át a huszadik század túlnyomó részén, többé már nem megbízható útmutató. A biológiáról alkotott elképzelése megvalósult, a molekuláris paradigma kifutotta formáját. Az élőlényeket géphez hasonlító metafora bizonyára képes felismerésekre vezetni, de csakis ennek az ára, hogy ennek során elkerüli a figyelmünket annak túlnyomó része, ami valójában a biológia.

-Woese, C. 2004, *A New Biology for a New Century*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 68: 173-186.

### **Carol E. Cleland, 2006**

Ahhoz, hogy választ tudjunk adni a kérdésre: „Mi az élet?”, az élő rendszerek általános elméletére van szükségünk. Sok biológus úgy gondolja, hogy a neodarwinista evolúció ilyen elméletet jelent. Sajnos azonban ez az eset nem áll fenn. Valójában kizárólag a Földön megismert tapasztalatokon alapszik. Ugyanakkor meggyőző biokémiai bizonyítékaink vannak arra vonatkozóan, hogy a Földön megismert élet nem ad kellően általános mintát az élet lehetőségei számára

-Cleland, C. E. 2006, “Understanding the Nature of Life: A Matter of Definition or Theory?”. In: *Life as We Know It*. Ed. Joseph Seckbach. Springer, pp591-600.

## **Összegzés és az élet lényegének megvilágítása**

Ezzel a történeti körképpel érzékeltetni szeretnénk volna az élet kérdésének sokoldalúságát és nehézségeit. Úgy gondoljuk, hogy az élő szervezet biológiai autonómiája ott kezdődik, ahol a kvantumfizika végződik. A kvantumfizikai határozatlanság a fizika keretein belül ok nélküli (!), vagyis megsérti a kauzalitász elvét. Ugyancsak megsérti az energiamegmaradás törvényét (!) is. Elméletünk szerint viszont az élőlények biológiai okok kiváltására képesek, cselekvőképesek. Ez a biológiai eredetű ok hasznosítja a kvantumfizikában „ok nélkülinek”, akauzálisnak és energiamegmaradás-sértőnek feltételezett „határozatlanságot”. Nincsenek nyitva hagyott oksági szálak még a matematikában és a logikában sem, még kevésbé a Természetben lezajló folyamatokban. Semmiből nem lesz valami. Premissza nélkül nincs konklúzió. A biológiai okság a Természet ugyanolyan alapténye, mint a fizikai testek létezése. A biológiai okság bevezetése a természettudományba érdekes módon egycsapásra visszaállítja az energiamegmaradás egyetemes érvényét is. Az ok nélkül, maguktól, a semmiből keletkezőnek feltételezett folyamatok a valóságban biológiai eredetűek. A spontán párkeltés energiáját biológiailag iárnítható energiák fedezik, mint például az akarati energia (Baumeister 2012). Nem lehet véletlen, hogy a biológiai okság, aminek elismerése a mindennapi tapasztalati világban elkerülhetetlen, egycsapásra állítja vissza két természettudományos elv egyetemes érvényét: az okság és az energiamegmaradás elvét. A természettudomány csak így nyerheti vissza logikai következetességét.

Az alábbiakban igyekszünk megvilágítani, hogy valóban az autonómia az élőlények egyik alapvető tényezője. Az autonómia kezdeményezőképeséget, cselekvőképeséget jelent, az anyagi folyamatok befolyásolásának képességét. Az élet másik tényezője a törvényszerű tényező. Minden élőlény törvénye az élet fenntartása és folytatása.

Ahogy azt a fenti élet-meghatározások is mutatják, *az élet lényege az önrendelkezés és a Bauer-elv*. Az önrendelkezési képesség mibenlétét a biológiai autonómia elmélete világítja meg (Grandpierre 2012a,b, Grandpierre and Kafatos 2012, 2013). Az önrendelkezési képesség az, ami a tudat, a lélek, a szabad akarat, az egyéni hozzájárulás alapeleme (1. elem). A Bauer-elv (Bauer 1967; Grandpierre 2007; Grandpierre, Chopra and Kafatos 2014) a sokat keresett, de szabatos, tudományos megfogalmazásban csak Bauer Ervin által felfedezett egyetemes biológiai alaptörvény. A Bauer-elvet életelvnek, életösztönnek nevezhetjük, mert az élet fenntartására és újrateremtésére, továbbadására irányuló alapvető törekvést fejezi ki. Az életelv az élet természeti törvényben rejlő alapeleme (2. elem).

Azt állítjuk, hogy az élet ezen két alapeleméből levezethetők mindazok az alapvető életjelenségek, amelyeket ma az élet lényegének tartanak.

Bizonyítás. Ha az élőlény képes önrendelkezésre (1. elem), és szeretné fenntartani életét (2. elem), akkor kezdeményezi élete fenntartását, táplálkozni fog. Ha az élőlény képes az önrendelkezésre, és van életfenntartó képessége (2. elem), akkor életképes szervezettel bír, következőképpen a táplálkozás anyagcserére vezet, az szervezet szintjén kezdeményezett táplálkozás az életelv révén biztosítja a felépülést, az anabolizmust, és a kiválasztást, a disszimilációt. Sejtszinten ugyanez lezajlik, és ez a sejtszinten lezajló folyamat-sorozat az anyagcsere.

Mi az anyagcsere? A szokásos meghatározás: „az anyagcsere a szervezetben lezajló

kémiai reakciók összege” (Purves, Orians and Heller 1992, p.1) nem megfelelő, mert az élőlény meglétét előfeltételezi, pedig éppen arra kellene vezessen. Valójában az anyagcsere a felépítő, anabolikus és kiválasztó, disszimilációs folyamatok egységes rendszere, amely az élőlény önfenntartását és a faj fennmaradását biztosítja. “Az a különleges sajátosság, amely minőségileg megkülönbözteti az életet az anyag minden más mozgásformájától (különösen az élettelen anyag áramlási rendszereitől) az az, hogy az élő testben sok tíz- és százezer individuális kémiai reakció, amely összességében az anyagcserét adja, nemcsak hogy szigorúan koordinált az időben és a térben, nemcsak harmonikusan együttműködő az önmegújítás egyedülálló sorozatában, de az egész sorozat egy rendezett módon az élő test mint egész folyamatos önfenntartása és ön-reprodukciója felé irányított” (Oparin 1961/2010). Az anyagcsere tehát nem értelmezhető az életelv nélkül. Nem az anyagcsere az alapvető, hanem az életelv.

Mi a szaporodás? Megítélésünk szerint a fajfenntartás az egyed szemszögéből. Ha az életelv nem tünteti ki az egyedet, akkor éppúgy érvényes a fajra, az egész földi élővilágra, és a kozmikus élővilágra is. Mivel a faj egyedekből áll, a fajra vonatkozó életelv érvényesülése elkerülhetetlenül az egyeden keresztül történő szaporodásra vezet.

### **Miért olyan jelentős Bauer Ervin munkássága?**

Egyedül Bauer Ervin épített ki egy rendszeres, következetes, a biológia egészére kiterjedő, minden alapvető életjelenséget alapvetően magyarázni képes, matematikai alapegyenletek leszármaztatására (pl. az anyagcsere alapegyenletének levezetésére) alkalmas, olyan átfogó és egzakt elméleti biológiát, amely az elméleti fizika egészének teljesítőképességével összevethető. Az összevetés elvégzése (Grandpierre 2007) azt jelzi, hogy *a Bauer Ervin által megalapozott elméleti biológia a modern elméleti fizikát továbbfejlesztő, de annál még átfogóbb és mélyebb elmélet.* A fizika összes alapegyenlete levezethető a legkisebb hatás elvéből (Zee 1986, 109; Feynman, 1994; Taylor 2003). Ezért a legkisebb hatás elve a fizika első elvének nevezhető.

A legkisebb hatás elve azt a minden fizikai testre jellemző mozgástörvényt fejezi ki, amely szerint egy adott kezdőpontból egy adott módon elindított fizikai test mindig olyan pályán mozogva jut el egy, már a mozgás első pillanatában előre meghatározott végpontba, amelyre vonatkozóan az elemi időegységre jutó energiaváltozások és a hozzájuk tartozó elemi időtartamok szorzatának összege, amit a fizikában „hatás”-nak neveznek, a legkisebb. Számunkra e meghatározásból két körülmény különösen fontos. Az egyik az, hogy a mozgás végpontja már a kezdőpillanatban adott, a fizikai test tehát nem képes megválasztani mozgásának végpontját. A másik az, hogy a fizikai test mozgása az energiaváltozások tekintetében a lehető leggazdaságosabb. Ezt a két körülményt közérthető alakban összefoglalva azt mondhatjuk, hogy *a legkisebb hatás elve a fizikai testek mozgásának tehetetlen jellegét fejezi ki.* A leejtett kő a tehetetlenségnek megfelelő pályát fut be. Ez pedig azért érdekes, mert ez az elv az egész fizika lényegét fejezi ki. A tehetetlenség minden fizikai test közös és legalapvetőbb jellemzője. A legkisebb hatás elvének kellő értékelése révén az egész fizikáról összefoglaló, áttekinthető és érthető képet alkottunk. Nehéz eléggé hangsúlyozni, milyen óriási jelentősége van annak, hogy a fizika lényege egycsapásra, egy mondatban, közérthetően világossá vált, mert *a fizika egészéről ad összefoglaló*

*képet. A legkisebb hatás elve ugyanis az összes fizikai test viselkedését megszabja.*

Szemléltessük a legkisebb hatás elvét egy alapvető példa segítségével! Galilei annak idején a pisai ferde toronyból különböző anyagból készült golyókat ejtett le. Megállapította, hogy – ha nincs erős szél – akkor mindegy, hogy a leejtett test vasból vagy fából készült, mert pontosan ugyanannyi idő alatt esik le, pontosan ugyanolyan pályán, nyílegyenesen az alatta fekvő ponthoz. De mi van akkor, ha Galilei kísérletét kiegészítve nemcsak élettelen golyókat, hanem egy élő madarat ejtünk le a pisai ferde toronyból? A tapasztalat szerint teljesen más jellegű pályát fog befutni! A legkisebb hatás elve alapvető jelentőségének fényében az élő madár pályájának a fizika legalapvetőbb mozgástörvényétől való eltérése magyarázatra szorul. Érzékelhetjük, hogy az élőlények mozgástörvénye mennyire mélyrehatóan más, mint a fizikai testeké, és azt is, hogy az élőlények viselkedése alapvetően meghaladja a fizikai testekét, azon túl vezető, még mélyebb természettörvényből ered. A biológia Bauer Ervin által megtalált alapelve kimondja, hogy az élőlények megkülönböztető ismérve az, hogy minden pillanatban minden rendelkezésre álló energiájukat mozgósítják annak az egyensúlynak a beállta ellenében, amelynek a fizika törvények és kezdeti feltételek alapján be kellene következnie. Más szóval: az élőlények legalapvetőbb jellemzője, hogy mindent megtesznek a tehetetlenség elvének gépies érvényre jutása ellen. Minden élőlény minden pillanatban minden energiáját mozgósítja az ellen, hogy viselkedésének irányításában a legkisebb hatás elve jusson érvényre. Ezért képesek elkerülni az élőlények számára végzetes, halállal járól fizikai egyensúlyt, mert az minden rendelkezésre álló energiájuk teljes elvesztését jelentené. Ezért képes a pisai ferde toronyból leejtett madár szabadon megválasztani a végpontját. Ennek fényében az is világossá válik, hogy a Bauer-elv nem vezethető le a legkisebb hatás elvéből, mert az a tehetetlenség elve. Nem lehetséges ugyanis egy, a legkisebb hatás elvével ellentétes egyetemes törvényszerűséget levezetni a legkisebb hatás elvéből. Nem lehetséges a legnagyobb cselekvési szabadságot folyamatosan önálló kezdeményezéssel és munkabefektetéssel biztosító viselkedést levezetni a tehetetlenség elvéből. A biológiának tehát a fizikától független alapelve, alapvető mozgástörvénye van.

Matematikailag is kimutattuk, hogy a Bauer-elv felfogható a legkisebb hatás elve általánosításaként. *A Bauer-elv megfogalmazható a legnagyobb hatás elveként* (Grandpierre 2007). A legnagyobb hatás elve azt a tényt ragadja meg, hogy minden élőlény a lehető legnagyobb energiával igyekszik rendelkezni és a lehető legtöbb ideig, vagyis egész életére vonatkozóan, hosszú távon az energia  $\times$  idő – a hatás - a lehető legnagyobb legyen. A Bauer-elvből levezethetőek az alapvető életjelenségek, tehát a biológia első elvének tekinthető. A Bauer-elvből alesetként levezethető a fizika leghatékonyabb elve, a legkisebb hatás elve is (Grandpierre 2011a,b). *A Bauer Ervin által megalapozott elméleti biológia olyan viszonyban áll a kvantumfizikával, mint a kvantumfizika a klasszikus fizikával: tartalmazza és meghaladja.* Amíg a mai biológia többnyire leíró jellegű konyhanyelvet használ (Brent and Bruck 2006), nem tud eljutni az egzakt alapokig. A modern elméleti fizika vívmányait megőrizve a fizika legmélyebb lényegét, első elvét általánosítva a fizikán túlmutató, annál még alapvetőbb tudomány felé vezet az út. A tudomány fejlődésének az útja a fizika továbbfejlesztése a biológia felé. A legkisebb hatás elve egy olyan integrállal fejezhető ki, amelynek kezdő- és végpontja a fizikában eleve adott. Kimutattam, hogy a Bauer-elv megkapható úgy, hogy a biológiában az integrál végpontja az adott élőlény által bizonyos keretek között szabadon megválasztható (Grandpierre 2007).

Így egyetlen minimális lépéssel lépünk előbbre, és eljutunk a biológia birodalmába. Az élőlények legalapvetőbb tulajdonsága ugyanis, hogy képesek saját maguk megválasztani viselkedésük célját. Ugyanakkor ezen a módon megőrizzük a modern fizika összes vívmányát, és átmentjük a biológiába. Ezért *a Bauer-elvnek a tudomány fejlődése szempontjából is történelmi jelentősége van*. Tekintve, hogy a fizika legmélyebb szintje a kvantumfizika, a kvantumfizika általánosítása vezet a még mélyebb valóságszint, a biológiai szint feltárásához (Grandpierre, Chopra and Kafatos 2014).

Szent-Györgyi Albert szerint (1972) az élet központi problémája a kémiai energia átalakítása mechanikai, elektromos és ozmotikus munkává. Hogyan alakul át a kémiai energia a szervezet munkájának különböző formáivá? Ez a biológia legközpontibb problémája lehet (u.ott). A Bauer-elv éppen a kémiai energia átalakulását határozza meg mechanikai, elektromos, ozmotikus és egyéb energiafajttákká. Ha például a diffúzió folyamatát vizsgáljuk, akkor a termodinamikai hajtóerő a válaszfal két oldalán levő koncentrációk különbségét, a koncentráció-különbség által kiváltott változás helyébe pedig azt a sebességet kell tennünk, amellyel a vizsgált anyag a válaszfal egységnyi keresztmetszetén átlép, tehát az egységnyi idő alatt átlépett mennyiséget. Tudjuk azonban, hogy ebben az esetben az egységnyi idő alatt átlépett mennyiség egyenesen arányos a koncentrációkülönbséggel, és az arányossági tényező a diffúziós állandó, amit a fal szerkezeti tulajdonságait tükrözi. Ez a diffúziós állandó élettelen rendszerekben a folyamat alatt nem változik, élő szervezetekben viszont a kiegyenlítődést gátló munka következtében megváltozik. Az élő rendszerekben a munkavégzés mindig a kiegyenlítődéssel ellentétes hatású, és a rendszer gyakorlatilag teljes szabadenergiáját a struktúra tulajdonságainak megváltoztatásához szükséges munkára használja fel. Bauer Ervin elméleti biológiája tehát képes a Szent-Györgyi Albert által az élet központi problémájának nevezett feladat megoldására is.

Elsősorban azért nem ismerik el a maga érdemei szerint Bauer munkásságát, mert nem ismerik. Műveit betiltották a Szovjetunióban, ahol évtizedekig tabunak számított, és angolul nem jelent meg. 1989 óta sorra jelennek meg Bauer művének orosz nyelvű új kiadásai, és hatása egyre nő. Akik ismerik munkáját, rendszerint a legnagyobb elismeréssel írnak róla. *Bauer Ervin munkásságát Einstein tudományos teljesítményével hasonlítják össze* (Tokin 1965, Müller 2005, Grandpierre, Chopra and Kafatos 2014; ebben a tanulmányban szerepel a Bauer Ervin munkásságával foglalkozó legfontosabb cikkek irodalma is). De amíg Einsteinnek nem sikerült az egységes, a fizika összes alapegyenletét egyesítő elmélet megalkotása, addig Bauer Ervin egy ennél sokkal nagyobb jelentőségű feladatot oldott meg sikerrel: felfedezte és matematikai alakban is megfogalmazta minden élőlény egyetemes mozgástörvényét, a Bauer-elvet. *Elméleti biológia* című főművében (Bauer 1967) elméletének gyakorlati alkalmazásait is kidolgozta, többek között olyan vívmányokkal, mint például az anyagcsere és a növekedés alapegyenletének levezetése. *Olyan jelentős tudományos előrelépésről van szó, amely a kvantumfizika felfedezésénél is nagyobb jelentőségű.*

### **A tevékenység értelmezésében rejlő mély probléma**

A Nap globális szintről folyamatosan *beavatkozik* fizikai folyamataiba annak érdekében, hogy fenntartsa a naptevékenységet, hogy újratermelje anyagáramlásait és



mágneses terét, jellegzetes tevékenységi formáit és mintázatait. S ha így van, akkor *a naptevékenység valódi tevékenység*, és nem egyszerűen a közvetlen előzményektől és a környezettől meghatározott, kényszerű történés. A valódi tevékenység mibenléte, hogyan-ja azonban a biológia és a filozófia egyik legnagyobb, mindmáig megoldatlan problémája. Próbáljuk most megérteni, pontosan mi jelenti azt a nehézséget a valódi tevékenység fogalmában, ami miatt mindmáig nem sikerült a cselekvést tudományosan elfogadhatóan megfogalmazni.

Ehhez először azt vizsgáljuk, hogy mit is értenek általában a „*tevékenység*” szó alatt. Az Oxford English Dictionary szerint az “active” szó jelentése: cselekvő, élénk, hatékony; mozgásba hoz, működésbe hoz, tevékeny. A tudósok, a filozófusok a Descartes-i szemlélet és a modern fizika sikereinek hatására rendszerint úgy gondolják, hogy nem létezik a valóságban olyan, hogy cselekvés, még az ember sem cselekszik, csak megtörténnek velünk az események (Moya 1990). „Létezik-e egyáltalán cselekvés? Ez a kérdés bizarrnak tűnhet, mert mi lehetne nyilvánvalóbb, mint ez? A filozófia azonban nem elégedhet meg a bizonyítás ezen szintjével. Tévedhetünk is. A cselekvés filozófiája akkor kezdődik, amikor abbahagyjuk a mindennapi feltevések kész tényként való elfogadását. A cselekvés létezése iránti bizalmatlanság a tudomány alapján kialakított világnézetből fakad. Ha a tudományt komolyan vesszük, akkor össze kell egyeztetnünk a valóságról alkotott közkeletű elképzeléseinket a tudomány álláspontjával, akkor is, amikor ezek úgy tűnnek, hogy ha nem egyszerűen ellentmondóak, de legalábbis nagyon eltérőek. Hogy képet alkossunk a redukcionista módszerről, kezdjünk egy olyan esettel, amit senki sem habozna cselekvésnek minősíteni, mondjuk egy pohár víz megivásával. Milyen jogunk van ahhoz, hogy ezt cselekvésnek nevezzük, ahelyett, hogy történésnek tekintenénk? Hol van ebben a cselekvés? Nos, valaki azt mondhatná, én okoztam a mozgást, így hát én cselekedtem. De gondoljuk el, hogy ezt a mozgást valójában a karom és a kezem mozgása okozta, amelyet néhány izom összehúzódása okozott, amelyet néhány idegsejt tüzelése okozott, és így tovább. A cselekvés a történések sorozatában eltűnni látszik. Ha pedig a vágyakhoz folyamodunk, ez sem válik be, mert a víz utáni vágyat feltehetően a szervezet nélkülözése okozta. Az okok láncolata a múltban egyre messzebb terjed és úgy tűnik, sehol sem mi, mint cselekvő okozati tényezők kezdeményezzük, sehol sincs cselekvés, csak további történések. A cselekvés, úgy tűnik, semmi más, mint történések specifikus sorozata” (Moya 1990, pp.1-3).

Ehhez annyit szeretnénk hozzátenni, hogy a kérdés ilyen beállítása valójában nem általában a „*tudomány*” komolyan vételén alapszik, hanem csakis a *fizika* „komolyan vételén”, egészen pontosan a fizika egyetemes és kizárólagos érvényességének feltételezésén (Kim 1993). *A fizika egyetemes és kizárólagos érvénye azonban fizikai alapon nem bizonyítható metafizikai feltevés*. Emiatt a fizika egyetemes érvényének tétele *tudományos alapon* nem fogadható el. Úgy is fogalmazhatunk, hogy ha a tudományt komolyan vesszük, akkor nem fogadhatjuk el bizonyítatlanul a fizika teljességének feltevését. Valóban, a mai tudományfilozófiában a fizika teljességének tétele erősen vitatott kérdésnek számít (Kim 1993, Bishop and Atmanspacher 2011). Meg kell tehát engednünk, hogy a fizikai okságon kívül másfajta, biológiai okság is létezhet (Corning 2014).

### **Röviden a szabad akaratról**

A tudomány mai állása a szabad akarat és az akaratlagos mozgások beindításával kapcsolatban ellentmondásos. Egyrészt az uralkodó nézet hívei – Benjamin Libet híres kísérletei nyomán – kétségbe vonják az akaratlagos mozgás beindításának a tudat által kezdeményezett voltát, szabadságát. Mark Hallett (2007) például az akaratunk által indított, akaratlagos mozgásokat úgy értelmezi, hogy ezeket valójában nem szabad akaratunkból indítjuk el. Ehelyett tudattalan folyamatok indítják el az akaratlagosnak nevezett mozgásokat, és amikor mi ezeket az alapvetően tudattalan folyamatokat érzékeljük, ezeket fogjuk úgy fel, mintha mi indítottuk volna őket szabad akaratunk segítségével: „A mozgást tudatalatti tényező hozza létre, a tudatosodás csak később alakul ki” - írja Hallett (2007). Mások azonban ezt kétségbe vonják (Roskies 2010, Guggisberg 2013). A szabad akarat létrehozására vonatkozó érvekről Kane (2002), a cselekvés filozófiájáról Baumeister (2012) és Mele (2011, Baumeister, Mele and Vohs 2010) foglalták össze a tudomány és a filozófia mai állását. Úgy tűnik, a helyzet tudományos szempontból tisztázatlannak tekinthető.

Ezért jelent lényeges változást a biológiai autonómia elméletének kidolgozása (Grandpierre 2012a, Grandpierre and Kafatos 2012, 2013), amely kimutatta, hogy minden élőlény lényeges alaptulajdonsága, hogy rá van kényszerítve önálló döntések hozatalára. A tehetetlenség leküzdését nem lehet gépies előírásokkal megoldani. Ha az élőlények csupán tehetetlen gépekként működnének, ellentmondásba jutnának azzal a Bauer-elvben megfogalmazott egyetemes tapasztalattal, hogy az élőlények minden helyzetben képesek a tehetetlen viselkedéstől eltérő viselkedést kezdeményezni. A szabad akarat tehát szükségszerűen alapeleme minden élőlénynek. Így ahol biológiáról vagy asztrobiológiáról van szó, ott az önálló cselekvés képessége, a szabad akarat is jelen van.

A klasszikus fizika keretei között az olyan spontán fizikai jelenségeknek, mint a spontán emisszió, nincs oka. A 20. század elején felfedezett kvantumfizika óta tudjuk, a valóság szélesebb, és a spontán emissziót vákuum-fluktuáció idézi elő. De mi idézi elő a vákuum-fluktuációt? A kvantumfizika szemléleti keretei között ennek nincs oka. A valóságban azonban mindennek van oka. Aminek a kvantumfizikában sincs oka, az csak még mélyebb valóságszintről eredhet. Az asztrobiológia keretei között a Világegyetem élettel telített. S ha az élőlények cselekvőképességgel bírnak, ha képesek viselkedésüket maguk kezdeményezni, azaz fizikai oksági láncot elindítani, akkor nemcsak a fizikai ok nélküli folyamatoknak, de még a fizikai okok egy részének is mélyebb, biológiai oka van.

### **Hogyan és mivel avatkozik be a Nap a saját fizikai folyamataiba?**

Ha a Nap maga kezdeményezi a naptevékenység beindítását és irányítását, akkor folyamatosan avatkozik be a belsejében lezajló fizikai folyamatokba. Konkrétan mivel avatkozik be a Nap a fizikai folyamatokba? Hogyan képes a Nap, mint globális szintű hatótényező, odahatni egy részére és annak mozgásállapotát megváltoztatni? Hogyan képes a fizikai alapon várható viselkedéstől eltéréseket létrehozni, ráadásul mindezt a fenti, globális szintű követelményeknek megfelelően, célszerűen és folyamatosan, évmilliárdokon át?

Ha az ember mozgásba akar hozni egy addig nyugvó testet, mondjuk egy poharat,

akkor a kezével oda kell nyúlnia. De mivel nyúl oda a Nap? Ha létezne a Napnak egy karja, amivel odanyúl, akkor újabb probléma merülne fel: mivel indítja el a karjának a mozgását? Talán egy másik karjával? De azt a másik kart is mozgásba kell hozni, és ha ennek a láncnak nincs vége, akkor ez az út tehát nem járható. Ha pedig a fizikai okok láncolatának van eleje, vagyis kezdő oka, akkor ez a kezdő ok nem lehet fizikai. Ha a Nap fizikai okokkal hatna oda a napmag anyagára, hogy beindítsa az anyagáramlást, akkor először ezt a fizikai okot kellene kiváltania, és a fizika keretében ez is csak fizikai okkal lenne lehetséges, a fizikai okok láncolatában tehát a legelső ok kiváltására szükségszerűen csak nem fizikai ok lehet képes.

A naptevékenység megértésének kérdésében korunkban még annyira a kezdetén járunk, hogy érdemes közelebb hozni hozzánk egy, a probléma lényegét szemléltető, de jóval közelebbi terepen, ahol mindannyian ismerősek vagyunk. Bár a fizika kizárólagosságát valló filozófiai nézetek szerint csakis az anyag határozhatja meg a tudatot, mégis képesek vagyunk arra, hogy mozgósítsuk energiáinkat, hogy mozgassuk karunk anyagát. Karunk felemelésének többlépcsős folyamatában a döntő lépés az, amelynek révén *döntésünk megmozdítja az elektromos töltéseket az agyunkban*, és ráveszi őket arra, hogy az elektromos töltések mozgásukkal olyan bioáramot hozzanak létre, hogy ennek következtében olyan idegingerületek induljanak ki az agyunkban döntésünk hatására keletkezett bioáramokból, amelyek úgy húzzák össze izmainkat, hogy karunk pontosan úgy emelkedjen fel, ahogy azt elképzeltük. Figyelemre méltó, hogy a folyamat összes fizikai részletét képes az akaratunk magasabb szintről összehangolni. És ha karunk mozgását valóban képesek vagyunk szervezetünk egészének szintjéről kezdeményezni, akkor a Nap is képes lehet globális szintjéről beavatkozni a napmag folyamataiba és beindítani a forró buborékok és dinamójuk létrehozását. Következtetésünk szerint a Nap képes globális szinten energiát mozgósítani. Most már csak az a kérdés: hogyan?

A globális szintről indított energia-mozgósítás képes a kvantum-vákuumban virtuális részecskepárokat létrehozni. A Heisenberg-féle határozatlansági összefüggés erre módot ad, ez a híres kvantumfizikai határozatlanság, az indeterminizmus megnyilvánulása. Bármilyen egységes is az anyagi okok láncolata, bármennyire is átfogja az egész érzékelhető világot a fizikai okok gigantikus láncolata, mégis, éppen a legmélyebb szinten nyitott, határozatlan: a mikrovilágban. És mivel az egész anyagi világ mikrorészecskékből épül fel, *oksági szempontból az egész anyagi világ nyitott—alulról*. Egy hasonlattal: olyan a helyzet, mint egy ' kozmikus kesztyű ' esetében. A ' kozmikus kesztyűben ' a látható külső felszíntől egyre mélyebbre haladva eleinte mindennek csakis fizikai oka van, egészen addig, amíg el nem érünk a kéz és a kesztyű érintkezési felületéig. Innentől kezdve azonban már másfajta okság lép működésbe, amely lehetőséget ad a szabad akarat tevékenységére, sőt kifejezetten biztosítja is, hogy amit elhatároztunk, az meg is valósuljon. Ahogy a kesztyű fizikai természete ellenére oksági szempontból nyitott a benne levő kéz mozgására, úgy a Nap is oksági szempontból nyitott a kvantumfizikán túli, biológiai okok számára. A biológiai okok képesek az elemi kvantumfizikai jelenségeket a határozatlansági összefüggés keretein belül előidézni, majd ezeket egységessé szervezni, összeadódásukról gondoskodni és összehangolni.

De ha a Nap a kvantumhatásokkal képes irányítani tevékenységét, akkor a Nap—legalábbis első lépésben—csakis mikroszkopikus mértékű energiákat képes mozgósítani. Igaz, hogy sok kicsi sokra megy, mégis érdemes meggondolni, hogy a

valóságban hogyan valósul meg a naptevékenység. Már csak azért is, mert tudjuk, hogy a Természet sokszor rendkívüli gazdaságosságot mutat. Az élőlények azáltal képesek energiáikat irányítani, hogy érzékenyek, azaz a számukra fontos mégoly parányi hatást is képesek *óriási mértékben felerősíteni*. Az élő szervezetten belül sok kulcsfontosságú biokémiai folyamat a kémcsőben megfigyelhetőnél sok milliárdszor gyorsabban zajlik le. Láttuk, hogy az anyagáramlások révén a Nap sok milliárdszor gyorsabb változásokra képes, mint nélkülük. Bauer Ervin elméleti biológiája szerint *minden élőlény alaptulajdonsága az érzékenység*. Érvelésünk fényében a Nap energiatermelése már önmagában is rendkívüli érzékenységet biztosít. Ugyanilyen lényeges az is, hogy a Nap forgása mágneses fékezést szenved, emiatt forgási energiája időről időre fel kell szabaduljon. Ez az energiafelszabadulás is viszonylag kis energiájú beavatkozással, 'szikrával' kiváltható. A szükségképpen helyben létrejövő mágneses rekonnekció biztosítja a hirtelen koncentrált fűtést, amely a forró buborékok kifejlődéséhez kedvező feltételeket teremt. A bolygóhatások olyan jelentős mértékben járulnak a napmag belső folyamataihoz, hogy ennek fő periódusát meghatározzák, anélkül azonban, hogy képesek lennének a napmag belső folyamatait megszervezni és a napciklus újratermelésére alkalmassá tenni. Mindezek a fizikai körülmények együttesen teszik lehetővé a naptevékenység „felülről”, a Nap egészének szintjéről történő szabályozhatóságát. A Nap fizikai feltételei azonban együttesen sem elegendőek ahhoz, hogy a naptevékenység szervezettségét, finomhangoltságát biztosítsák. Az ehhez szükséges időzítést, az energiák, méretek, áramlási terek és a mágneses tér szerkezetének szabályozását, az elsődleges anyagáramlások beindítását és összehangolását a globális szintről indított rendkívül parányi, kvantumszintű kezdeti hatások, „szikrák” képesek beindítani és menet közben makroszkopikusan jelentős mértékűvé erősíteni. Egy olyan rendkívül mély valóságsszintről induló folyamatról van szó, mint ami képessé tesz bennünket, földi embereket arra, hogy pusztá óhajunk hatására végtagjainkat, testünk makroszkopikus anyagát a szervezetünk globális szintjéről indított mikroszkopikus energiával, akaratunkkal tudjuk irányítani.

### **Izzó gázgömb, vagy életadó égitest?**

Most pedig vizsgáljunk meg néhány olyan következményt, ami tapasztalati úton is ellenőrizhető. Először is vegyük figyelembe, hogy a napfény nemcsak hőenergiát és világító fényt jelent. Hiszen minden fény információt hordoz a forrásáról. A napfény a Napról hordoz információt. Ha pedig a Nap az életre emlékeztető tevékenységet folytat, akkor a napfény nemcsak a Nap felszínéről hoz információt, hanem a Nap életszerű mivoltáról is. Talán ezzel magyarázható, hogy miért ízetlen az üvegházi paradicsom. Az üvegházban ugyanis a paradicsom mindent megkap, ami a modern fogyasztói társadalomban számít: bővelkedik tápanyagban, energiában, optimális környezeti feltételeket biztosítanak számára. Bizonyos szempontból olyan, mint egy gazdag ember csemetéje: megvan mindene, amire, úgymond, szüksége lehet. Hozzá képest a „vadon” termő, vagyis szabadtéri paradicsom élete csupa viszontagságnak és hányattatásnak tűnhet. Mégis a szabadtéri paradicsom sokkal zamatosabb, élettani hatása sokkal kedvezőbb, mint üvegházban felnevelt, „civilizált” mű-társáé! Mi mással magyarázható ez, mint azzal, hogy nemcsak az anyag és az energia számít, hanem az információ is? Sőt, lehet, hogy nemcsak számítógépbe betáplálható adat-információról kell beszélnünk, hanem olyan komplex információ-áramról, amely a Nap élet-szerű, globális szerveződésének hatását is hordozza, s amelynek itt a Földön

valóban életadó, élet-segítő hatása lehet? Ha így van, akkor az üvegház helyett egy szoláriumban felnevelt paradicsom élettani hatása még az üvegházban felnevelténél is kevésbé kedvező, íze még kevésbé zamatos. S mindezt kísérleti úton ellenőrizni is lehet.

### A Nap élet-szerű természetete

Jobban megvilágíthatjuk a Nap élet-szerű természetét, ha összevetjük a Földön általunk ismert életformákkal, illetve az életről alkotott felfogással. A modern biológia szerint az élet az életjelenségek alapján határozható meg. Ezek elsősorban az anyagcsere és a szaporodás. Sajnos egyik életjelenség alapfogalma sem definiált megfelelően. Manapság a biológiában szokásos módszer (Abercrombie et al. 1990; Alberts et al., 2004; Campbell et al., 2008) az élet meghatározása olyan életjelenségekkel, mint az anyagcsere és a szaporodás, és ennek alapján próbálnak választ keresni a biológia alapvető kérdéseire (Cleland 2006). Az „anyagcsere először” (metabolism first) feltevés hívei szerint „az, ami az élőlényeket minőségileg megkülönbözteti az anyag minden másfajta mozgásától, az anyagcsere” (Oparin 2010, Schrödinger 1948, 71). Amikor rákeresünk az anyagcsere fogalmára, akkor kiderül, hogy anyagcsere alatt „az élőlényekben lezajló fizikai-kémiai változások”-at értik (Abercrombie et al. 1990, 357). Más szóval, az életet az anyagcserére vezetik vissza, az anyagcserét pedig az életre. Érvelésük körbe-körbe fut, és emiatt talajtalanná válik. Az élet tudományos értékű meghatározása az élet tudományos elméletének megalkotását igényli (Cleland 2006). *Manapság egyetlen ilyen elmélet létezik, a Bauer Ervin által kidolgozott elméleti biológia* (Bauer 1967). Bauer az életet a következőképpen határozza meg: „Az élő és csakis az élő rendszerek soha sincsenek egyensúlyban és szabadenergia tartalmuk terhére állandóan munkát végeznek annak az egyensúlynak a beállta ellenében, amelynek az adott külső feltételek mellett a fizikai és kémiai törvények értelmében létre kellene jönnie.” Fontos kiemelni, hogy a Bauer-féle élet-meghatározás rendkívül általános érvényű. Általánosabb, mint azok az életformák, amiket itt a Földön eddig megismertünk. Nem az anyagi összetétel vizsgálatát tartja szem előtt, hanem a viselkedésben megnyilvánuló törvényszerűséget, az életre jellemző mozgástörvényt és az ezzel összefüggésben mutatkozó strukturális változásokat. Nem követeli meg, hogy az élet csak fehérje-alapú lehet. Nem követeli meg a makroszkopikus, a súlypont környezethez viszonyított helyzetének megváltoztatását eredményező mozgás képességét sem. Attól, hogy a Nap élőlény, vagy legalábbis lényegében élet-szerű, mert megfelel a Bauer-élnak, az 'élet' szó eddig ismertnél általánosabb, asztrobiológiai értelmében—ez az, amit itt élet-szerűnek nevezünk—nem kell képesnek lennie arra, hogy pályáját tetszése szerint változtassa, mint a madár a földi légkörben. A Nap öntevékenysége nem súlypontjának a környezethez viszonyított szabad elmozdításában áll, hanem anyagának saját tevékenységi formáját fenntartó változásainak biztosításában, beleértve az anyagáramlások és a mágneses tér egymással összehangolt változását.

A Nap anyagcseréje is más értelemben jelentkezik, nem a földi, ismert életformák esetében megszokott módon. A Nap elsősorban saját energiaforrására támaszkodik, energiáját belső forrásból fedezi, és a magenergiához szükséges elemek helyben rendelkezésre álló készlete („tápanyag-szükséglete”)—itt a könnyű elemekre, elsősorban a hidrogénre gondolunk—rendszerint évmilliárdokra elegendő, bár az akkréció (az a jelenség, amelyben a Nap tömege a gravitáció hatására ráhulló külső

eredetű anyag miatt megnövekszik) révén külső forrásból a csillagba került anyag sokszor jelentős szerepet játszhat. A külső hatások szerepe inkább a belső anyagcserét segíti elő, az anyagkeveredés előidézése révén biztosítja az energiatermelés folyamatosságát.

A csillagok esetében a szaporodás kérdése is új összefüggésbe kerül. A csillagok ugyanis mind a csillagszél következtében, mind a csillagfejlődés által fellépő változások (csillagtevékenység, nóva-kitörések, pulzálás, vörös óriássá válás stb.) révén jelentős mennyiségű szerves molekula létrehozásában játszanak szerepet (Kwok, 2013). Maga a reprodukció, újratermelés, szaporodás fogalma (lásd Davies 2000b) is átértelmeződhet kozmikus körülmények között. A reprodukció felfogható úgy, mint az örökletes információ átadása. Az információ pedig sokféle formában adódhat át. Az elektromágneses jelenségek, például a fény az információ hatékony átadói lehetnek. Az elektromágneses jelenségeken kívül a Nap sokféle más módon is hatást gyakorol a Földre, így például a napszéllal ideáramló részecskesugárzás, vagy a helioszféra kozmikus sugárzás ellen védő hatásai révén. Tapasztalati tények sokasága jelzi a Nap és a földi élet szoros összefüggéseit. Tervezett kísérletünk fényében a szabadtéri paradicsom az üvegházinál zamatosabb volta és kedvezőbb élettani hatása kimondottan a napfény információ-tartalmának az életre kedvező voltát jelzi. Az asztrobiológia kifejlődése a naphatások és az élet összefüggését is új távlatok közé helyezi.

### **Új távlatok az élet kozmikus összefüggéseinek kutatásához – az asztrobiológia forradalma**

Az asztrobiológia az élet kozmikus eredetének, fejlődésének, terjedésének és jövőjének a tudománya: a földi és a Földön kívüli életé. Az asztrobiológia az a tudomány, amely az élet jelenlétét vizsgálja a Világegyetemben. Az űrkutatás rohamos fejlődésével megnyílt a lehetőség az élet valóban egyetemes tudományának kifejlesztése előtt – írja az asztrobiológia egyik kiemelkedő alakja, Steven J. Dick (Dick and Strick 2004, p2). Az asztrobiológia fejlődése éppen napjainkban rajzol ki új összefüggéseket és távlatokat a csillagok és az élet összefüggéseinek megismeréséhez és értelmezéséhez.

Az egyre mélyebbre hatoló fúrók megjelenésével a földkéregben 10 kilométeres mélységben a felszíni bioszférával összemérhető tömegű forró bioszférára bukkantak (Gold 1992). Az élet sokkal szélesebb határok között van jelen, mint azt addig gondolták. Az extremofil (szélsőséges körülményeket kedvelő) baktériumok szélsőséges hőmérséklet, nyomás, rádióaktivitás mellett is életképesnek bizonyultak. Rendkívüli mértékben kitágultak az élet határai, beleértve az űrben uralkodó viszonyokat, a -270 fok hőmérséklet környékét is. Az űrkutatás fejlődése lehetővé tette az élet építőköveit biztosító szerves molekulák közvetlen méréseken alapuló vizsgálatát a meteoritok, üstökösök, bolygók és holdjaik anyagában. Kiderült, hogy a meteoritok és az üstökösök rendkívül gazdagok szerves anyagokban. A spektroszkópia gyors fejlődése lehetővé tette a szerves molekulák kimutatását a planetáris és az extragalaktikus kozmikus ködökben is. Kiderült, hogy az élethez szükséges feltételek és az élet építőköveinek szerves molekulái olyan térségekben is mindenfelé jelen vannak, ahol azelőtt ezeket lehetetlennek tartottuk volna. Bebizonyosodott az is, hogy amint a korai Föld megszilárdult, rögtön létrejött rajta az

élet.

Ahelyett, hogy az élet szórványos vagy éppen egyedi esemény lenne a Kozmoszban, mára az asztrobiológiában egyetemesen elfogadottá vált az élet törvényszerű megjelenésének tétele mindenütt, ahol erre bármily csekély mértékben is alkalmasak a feltételek. De még ennél is sokkal messzebb jutott ma már az asztrobiológia. Bebizonyosodott, hogy a csillagközi por legalábbis 20%-a kőolaj-szerű és szén-szerű szerves anyagból áll (Kwok and Zhang 2011). Az élet kozmikus parancs, bele van írva a természettörvényekbe – fogalmazta meg az asztrobiológia hitvallását Christian de Duve Nobel-díjas biológus (1995). Az élet mindenhol és mindenkor kifejlődik, és ahol még nem fejlődött ki, ott is az élet kifejlődésének kedvező feltételek felé haladnak a folyamatok az egész Világegyetemben. Az asztrobiológia kifejlődésével először vált lehetővé az élet valóban kozmikus keretek közötti vizsgálata (Dick and Strick 2004).

Az asztrobiológia eredményei kétségtelenül mélyen hatni fognak arra, hogyan érzékeli az ember a helyét a Világegyetemben; ahogy a darwinizmus elhelyezte az emberiséget a földi összefüggéseiben, úgy fogja az asztrobiológia elhelyezni az emberiséget a kozmikus kontextusban- teszik hozzá (u. ott). De a különleges és meglepő az az eszme, ami átível a bolygók, csillagok, galaxisok fejlődésén: hogy az egész Világegyetem fejlődik, hogy minden része összefügg és kölcsönhat, és hogy ez a fejlődés nemcsak a tehetetlen anyagra vonatkozik, hanem az életre és az értelemre is, és magában foglalja a kultúrát is. Ez a mindent átfogó eszme a kozmikus evolúció eszméje. Ezek a tudományos kérdések rögtön teológiai és filozófiai kérdéseket vetnek fel: része-e az élet a Világegyetem “terv”-ének vagy, hogy másképp fogalmazzunk, az élet az “életbarát Világegyetem” velejárója? Mindez hozzátartozik *a kozmikus evolúció azon történelmi jelentőségű vitájához, amely mellett elhalványul a földi evolúció vitájának jelentősége*, még akkor is, ha a földi körülmények közvetlenül érintenek bennünket. A kozmikus evolúció is közvetlenül érint bennünket, mert *amíg a földi evolúció kijelöli a helyünket a földi viszonyok között, addig a kozmikus evolúció a Világegyetemben jelöli ki a helyünket*. Ez az, amiért a vita olyan szenvedélyes, és amiért teológiai és filozófiai kérdések is felmerülnek, mint például: mi az élet? Mi a valószínűsége az élet keletkezésének? Mi a véletlen és a törvényszerűség szerepe és hogyan függ össze a kozmikus és a földi evolúció egymással? – írják Dick és Strick „The Living Universe” című könyvükben (2004, 8-10).

A földi élet és értelem fejlődésének a kozmikus élet és értelem fejlődése természetes irányt, talajt és célt ad. Az élet sokkal mélyrehatóbb, sokkal mélyebben gyökerezik a Világegyetemet átható természettörvényekben, mint azt az elmúlt évszázadok tudományos vívmányai alapján sejtettük. Maga a tudomány áll új, mélyebb és szélesebb alapokra. A fizika után a biológia is a kozmológia egyenrangú társtudományává válik. Mélyebb és egyetemesebb alapokra rendeződik át az emberiség tudásának egész gigantikus épülete. Az asztrobiológia mind az élet, mind a világ fogalmát az eddigieknél szélesebb és mélyebb tudományos alapokra helyezi, összekötve ezt a két kulcsfogalmat. Az asztrobiológia távlataiban újraértelmeződik az maga az emberiség, az emberi társadalom jelene és jövője.

## Kitekintés

A naptevékenység vizsgálata vezetett el azokhoz a kutatásokhoz, amelyek eredményei arra utalnak, hogy a Nap az életre emlékeztető, élet-szerű tevékenységet folytat. Érvrendszerünk fényében megszületett a felismerés, hogy a Nap globális szerveződési szintje cselekvőképességgel bír. Ezt a cselekvőképes lényt nevezhetjük a Nap görög istenének neve után Héliosznak is, ugyanabból a szótöböl képezve, amelyből a hélium elem neve is származik. Ez a tanulmányunk a Héliosz-elmélet e néven első összefoglaló ismertetése. A Héliosz-elmélet a már jórészt elfogadottnak számító, nagyhatású Gaia-elmélet (Lovelock 1987) önálló társa és kiegészítője. Az asztrobiológiában gyakran hangsúlyozzák, hogy az élet kozmikus körülmények között a Földön ma ismert életformákhoz képest sok tekintetben jelentősen eltérő, miközben alapvető viselkedésében, éppen lényegében megegyező lehet. *Eredményeink szerint a Nap nem „magenergiát termelő izzó gázgömb”, hanem valódi öntevékenységet folytató csillag. Mindezek alapján a Nap a szó általánosabb, asztrobiológiai értelmében élőlénynek tekinthető. Mivel a Nap csillag, és a Világegyetem csillagokból áll, ez a következtetés egész tudományos világképünket, életfelfogásunkat és világszemléletünket szélesebb körűvé és mélyebbé teheti.*

### **Köszönetnyilvánítás**

A szerző köszönetet mond Antal Z. Lászlónak e tanulmány megírására felkérésért, az e tanulmánnyal foglalkozó konferencia és az azt követő sokoldalú vita megszervezéséért, valamint a gyümölcsöző eszmecserékért és a végleges változat megírásában nagy segítséget jelentő javaslataiért. Örömteli munka volt a könyv szerzőinek munkáit olvasni, észrevételeinket kicserélni, újabb és újabb változatot írni, és öröm volt egy ilyen alkotó közösséggel találkozni és részt venni a vitákban. Öröm köszönetet mondani Beck Andreának figyelmes olvasásáért és megjegyzéseierért, sokat segítettek a tanulmány kiforrottabb változatának megírásában. Külön köszönet illeti Tóth Zoltánt és Páldy Annát építő észrevételeikért.

### **Irodalom**

- Abercrombie M, Hickman M, Johnson ML, Thain M. 1990, The Penguin Dictionary of Biology, 8th edition, Puffin, London, p. 357
- Alberts B, Hopkin DBK, Lewis AJJ, Roberts MRK, Walter P (2004) Essential Cell Biology. Second Edition Garland Science, New York, p. 3
- Baumeister, R. F. 2012. Self-control - the moral muscle. Psychologist 25: 112-115.
- Baumeister, R. F., Mele, A. R. and Vohs, K. D. 2010. Free Will and Consciousness How Might They Work? Oxford: Oxford University Press.
- Bauer, E. 1967, Elméleti biológia. Akadémiai Kiadó, Budapest, orosz eredeti "Theoreticheskaya Biologiya", német "Die Grundprinzipien der rein naturwissenschaftlichen Biologie", ford. dr. Müller Miklós.
- Beckner, M. 1969, Function and Teleology. Journal of the History of Biology 2: 151-64.
- Bishop, R. C. and Atmanspacher, H. 2011, The Causal Closure of Physics and Free Will. In: The Oxford Handbook of Free Will: Second Edition, ed. by Robert Kane. Oxford University Press, Oxford.
- Böhm-Vitense, E. 1997, Introduction to Stellar Astrophysics. Cambridge University Press, p. 155.
- Brenner, S. 2012, History of science. The revolution in the life sciences. Science 2012; 338: 1427-1428.



- Brent, R. and Bruck, J. Can computers help to explain biology? *Nature* 2006; 440: 416-417.
- Bruce, E. W. 2014, A reflection on biological thought: whatever happened to the organism? *Biological Journal of the Linnean Society*, 112: 354–365.
- Campbell NA, Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB (2008) *Biology*, 8th ed. Pearson, Benjamin Cummings, San Francisco, p. 2
- Carpenter, K. G., Schrijver, C. J., Karovska, M. et al. 2005, *Stellar Imager Vision Mission Report*. Vision Mission Study Report (15 September 2005)  
[http://hires.gsfc.nasa.gov/si/documents/SI\\_Report\\_final\\_091505\\_ebook.pdf](http://hires.gsfc.nasa.gov/si/documents/SI_Report_final_091505_ebook.pdf)
- Chandrasekhar, S. 1961, *Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability*. Clarendon Press.
- Charbonneau, P. 2010, Dynamo Models of the Solar Cycle. *Living Rev. Solar Phys.*, 7, (2010), 3 <http://www.livingreviews.org/lrsp-2010-3>
- Charbonneau, P. 2013, Planetary Hypothesis Revived. *Nature* 493: 613-614.
- Cionco, R. G. and Compagnucci, R. H. 2012, Dynamical characterization of the last prolonged solar minima. *Advances in Space Research*, 50: 1434-1444.
- Clark, S. 2007, Sun's fickle heart may leave us cold, *New Scientist* 25 January 2007, p.12.
- Cleland, C. E. 2006, Understanding the Nature of Life, in: Seckbach, J. (ed) *Life as We Know It*. Springer, Dordrecht
- Consolini, G., Berrilli, F., Florio, A., Pietropaolo, E. and Smaldone, L. A. 2003, Information entropy in solar atmospheric fields. *Astronomy and Astrophysics* 402, 1115-1127
- Corning, P. A. 2014, Evolution ‘on purpose’: how behaviour has shaped the evolutionary process. *Biological Journal of the Linnean Society* 112: 242-260.
- Dick, S. J. and Strick, J. E. 2004, *The Living Universe. NASA and the Development of Astrobiology*. Rutgers University Press, New Brunswick, p2
- Davies, P. 2000a, *Az ötödik csoda – az élet eredetének nyomában*. Vince Kiadó, Budapest.
- Davies, P. 2000b, *Biological Determinism, Information Theory, and the Origin of Life*. In: *Many Worlds*, edited by Steven Dick, Philadelphia: Templeton Foundation Press.
- Duve, C. 1996. *Vital Dust: Life as a Cosmic Imperative* New York: Basic Books.
- Ehrlich, R. 2007, Solar resonant diffusion waves as a driver of terrestrial climate change. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 69, 759-766.
- Feynman, R. P.: 1994, *The Character of Physical Law*. (Random House, Inc., New York, Chapter 4, pp. 97-100); *A fizikai törvények jellege* 1983, Magvető, Budapest, 170.
- Foukal, P., Bernasconi, P. & Frohlich, C. (2009). Recent Anomalous TSI Decrease Not Due To Low Polar Facula and Network Areas: Time to Broaden Our View of Solar Luminosity Variation? SPD meeting #40, #11.13; *Bulletin of the American Astronomical Society*, Vol. 41, p. 827.
- Gold, T. 1992, The deep, hot biosphere. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 89, 6045-6049.
- Gavryusev, V. & Gavryuseva, E. (1994). Time variations of the  $^{37}\text{Ar}$  production rate in the chlorine solar neutrino experiment. *Astron. & Astrophys.* 283, 978-981.
- Giampapa, M. S., Hill, F., Norton, A. A. and Pevtsov, A. A. 2010, *Causes of Solar Activity*. A Science White Paper for the Heliophysics 2010 Decadal Survey: 1.
- Grandpierre, A. 1988, Flares: Magnetic or Convective Origin? in "Activity in Cool Star Envelopes", ed. O. Havnes et al., Kluwer Academic Press, 159-162;

<http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/1988.pdf>

Grandpierre, A. 1990, How is the Sun Working? *Solar Physics*, 128: 3-6, <http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/1990SoPh.pdf>

Grandpierre, A. 1996a, A Pulsating-Ejecting Solar Core Model and the Solar Neutrino Problem, *Astronomy and Astrophysics*, 308: 199-214.

Grandpierre, A. 1996b, On the Origin of Solar Cycle Periodicity. *Astrophys. Space Sci.* 243: 393-400, <http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/Origin.pdf>

Grandpierre, A. 1998, A Mechanism Driving Solar Flares. In: Proc. YOYOGI Symposium, "Observational Plasma Astrophysics: Five of YOHKO and Beyond", eds. T. Watanabe et al., 83-84 <http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/YOYOGI.pdf>

Grandpierre, A. 2004, Conceptual Steps Towards Exploring the Fundamental Lifelike Nature of the Sun, *Interdisciplinary Description of Complex Systems 2*: 12-28, <http://www.grandpierre.hu/site/2004/09/conceptual-steps-towards-exploring-the-fundamental-nature-of-our-sun/>.

Grandpierre A. 2007, Biological Extension of the Action Principle: Endpoint Determination beyond the Quantum Level and the Ultimate Physical Roots of Consciousness, *Neuroquantology* 5: 346-362.

Grandpierre, A. 2010, Dynamism in the Solar Core. In: Proceedings of the Third UN/ESA/NASA Workshop on the International Heliophysical Year 2007 and Basic Space Science. *Astrophysics and Space Science Proceedings*, eds. Hans J. Haubold and A.M. Mathai. Springer, 103-139.

<http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/Dynamism.pdf>

Grandpierre, A. 2011a, The Biological Principle of Natural Sciences and the Logos of Life of Natural Philosophy: a Comparison and the Perspectives of Unifying the Science and Philosophy of Life. *Analecta Husserliana* 110, *Phenomenology/Ontopoiesis Retrieving Geo-Cosmic Horizons of Antiquity*, 711-727. Springer

Grandpierre, A. 2011b, On the first principle of biology and the foundation of the universal science. In: *Astronomy and Civilization in the New Enlightenment*, eds. Tymieniecka, A.-T. and Grandpierre, A. *Analecta Husserliana*, Springer, 107: 19-36, Springer.

Grandpierre, A. 2012a, Genuine Biological Autonomy: How can the Spooky Finger of Mind Play on the Physical Keyboard of the Brain? Athens: ATINER'S Conference Paper Series, No: PHI2012-0197. <http://www.atiner.gr/papers/PHI2012-0197.pdf>

-Grandpierre, A. 2012b, *Az Élő Világegyetem könyve 2012*. Titokfejtő Könyvkiadó

Grandpierre, A. 2012c, On the Biological Origin of Design in Nature. In: Swan, L.S., Gordon, R., and Seckbach, J. *Origin(s) of Design in Nature: A Fresh, Interdisciplinary Look at How Design Emerges in Complex Systems, Especially Life*. Dordrecht: Springer, 17-41. <http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/Design.pdf>

Grandpierre, A. 2013, The Origin of Cellular Life and Biosemiotics. *Biosemiotics* 6 (3), 421-435. Download from PhilPapers: <http://philpapers.org/rec/GRATOO-5>.

Grandpierre, A. 2014, Biologically Organized Quantum Vacuum And The Cosmic Origin Of Cellular Life. *Analecta Husserliana*, 116, 107-133. <http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/Grandpierre2014BiologicallyOrganizedQuantumVacuum.pdf>

Grandpierre, A. 2015, The Origin of Solar Activity: Local Thermonuclear Runaways in Hot Bubbles and Their Triggers. Chapter 8 in: *Planetary Influence on the Sun and the Earth and a Modern Book-burning*. Nova Publishers, ed. N.-A. Mörner, 97-113.

Grandpierre, A. and Ágoston, G. 2005, On the onset of thermal metastabilities in the solar core, *Astrophys. Space Sci.*, 298: 537-552,

<http://www.konkoly.hu/staff/grandpierre/ApSS1.pdf>

Grandpierre, A., Chopra, D. and Kafatos, M. 2014, The Universal Principle of Biology: Determinism, Quantum Physics and Spontaneity. *NeuroQuantology* 12: 364-373, <http://www.neuroquantology.com/index.php/journal/article/view/747>

Grandpierre, A. and Kafatos, M. 2012, Biological Autonomy. *Philosophy Study* 2(9): 631-649, <http://www.davidpublishing.com/Download/?id=8238>

Grandpierre, A. and Kafatos, M. 2013, Genuine Biological Autonomy: How can the Spooky Finger of Mind Play on the Physical Keyboard of the Brain? Chapter 9, *An Anthology of Philosophical Studies*, Vol. 7, P. Hanna (edit.), Athens Institute for Education and Research 2013, pp. 83-98, <http://www.grandpierre.hu/site/wp-content/uploads/2012/09/GrandpierreKafatos2013SpookyFingerOfMind.pdf>.

Guggisberg, A. G. and Mottaz, A. 2013, Timing and awareness of movement decisions: does consciousness really come too late? *Frontiers in Human neuroscience*, 7: 385.

Hallett, M. 2007, Volitional control of movement: The physiology of free will. *Clinical Neurophysiology*, 118: 1179-1192.

Haubold, H. J. and Gerth, E. 1985, Time variations of the solar neutrino flux. *Astrophysics and Space Science* 112: 397-405.

Haubold, H. J. and Gerth, E. 1990, On the fourier spectrum analysis of the solar neutrino capture rate. *Solar Physics* 127 (2), 347-356.

Haubold, H. J. and Kumar, D. 2011, Fusion yield: Guderley model and Tsallis statistics. *Journal of Plasma Physics*, 77: 1-14.

Haubold, H. J. and Mathai, A.M. 1994, Solar nuclear energy generation and the chlorine solar neutrino experiment. *AIP Conference Proceedings* 320: 102-116.

Hung, C.-C. 2007, Apparent Relations Between Solar Activity and Solar Tides Caused by the Planets. NASA/TM—2007-214817. Technical Memorandum.

Kane, R. 2002, Introduction: The Contours Of Contemporary Free Will Debates. In: *The Oxford Handbook of Free Will*, ed. R. Kane, Oxford: Oxford University Press, 3-44.

Keller E. F. 2007, The disappearance of function from 'self-organizing systems'. In Boogerd F., Bruggeman F, Hofmeyr JH, Westerhoff HV (eds), *Systems Biology. Philosophical Foundations*, pp 301–317. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier.

Khondekar, M. H., Ghosh, D. N., Ghosh, K. and Bhattacharya, A. K. 2012, An investigation on the relationship between solar irradiance signal from ERBS and 8B solar neutrino flux signals from SNO. *Astrophys. Space Sci.*, 342: 287–301.

Kim, J. 1996, *Philosophy of Mind*. Boulder, CO: Westview Press, pp. 131-132.

Krohs, U. and Callebaut, W. 2007, Data without models merging with models without data. In Boogerd F, Bruggeman F, Hofmeyr JH, Westerhoff HV (eds), *Systems Biology. Philosophical Foundations*, pp 301–317. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier.

Kwok, S. 2013, *Stardust. The Cosmic Seeds of Life*.

Kwok, S. and Zhang, Y. 2011, Mixed aromatic-aliphatic organic nanoparticles as carriers of unidentified infrared emission features. *Nature* 479: 80-83.

Lambert, F. L. 2004, Teaching Entropy Is Simple – If You Discard “Disorder”, [http://www.entropysite.com/teaching\\_entropy.html](http://www.entropysite.com/teaching_entropy.html)

Lovelock, J. E. 1987, *Gaia. A földi élet egy új nézőpontból*. Göncöl Kiadó, Budapest.

Mele, A. 2011, Surrounding Free Will: A Response to Baumeister, Crescioni, and Alquist. *Neuroethics* 4: 25–29.

Moya, C. J. 1990, *The Philosophy of Action An Introduction*. Polity Press: Cambridge, UK, pp.2-3.

- Müller, M. 2005, Ervin Bauer (1890-1938), a martyr of science. *The Hungarian Quarterly* 178, 123-131.
- Nandy, D. and Martens, P. C. H. 2007, Space Climate and the Solar-Stellar Connection: What can we Learn from the Stars about Long-Term Solar Variability. *Adv. Space Res.*, 40: 891-898.
- Nicholson, D. J. 2013, Organisms  $\neq$  Machines. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44, 669–678.
- Oparin, A. 2010, The Nature of Life. In: Bedau MA and Cleland C. (eds) *The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 74-87.
- Parker, E. N. 1977, The Origin of Solar Activity. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 15: 45 -68.
- Polányi, M. 1968, Life's Irreducible Structure. *Science* 160(3834): 1308-1312.
- Proctor, M. R. E. and Gilbert, A. D. 1994, *Lectures on solar and planetary dynamos*. Cambridge University Press, p. 5.
- Purves, W. K. , Orians, G. H. and Heller, H. C. 1992, *Life. The Science of Biology*. Third edition, Sinauer Ass., Inc. and W. H. Freeman and Company, Sunderland, Mass., p. 2.
- Reiners, A., Schuessler, M. & Passegger, V. M. 2014, Generalized Investigation of the Rotation-Activity Relation: Favoring Rotation Period Instead Of Rossby Number. *Astrophys. J.*, 794, Article Number: 144.
- Ridpath, I. (ed.) 1997, *A Dictionary of Astronomy*, Oxford University Press, Oxford, New York, 450.
- Roskies, A. L. 2010, How Does Neuroscience Affect Our Conception of Volition? *Annual Review of Neuroscience* 33: 109-130.
- Sakurai, K., Haubold, H. J. & Shirai, T. 2008, The Variation of the Solar Neutrino Fluxes over Time in the Homestake, GALLEX(GNO) and the Super-Kamiokande Experiments. *Space Radiation* 5: 207-216.
- Scafetta, N. 2012, Does the Sun work as a nuclear fusion amplifier of planetary tidal forcing? A proposal for a physical mechanism based on the mass-luminosity relation. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 81: 27-40.
- Scafetta, N. and Willson, R.C. 2013, Empirical evidences for a planetary modulation of total solar irradiance and the TSI signature of the 1.09-year Earth-Jupiter conjunction cycle. *Astrophys. Space Sci.*, 348, 25–39.
- Schrijver, C. J. 2001, Simulations of the Photospheric Magnetic Activity and Outer Atmospheric Radiative Losses of Cool Stars Based on Characteristics of the Solar Magnetic Field. *The Astrophysical Journal*, 547:475-490, 2001 January 20
- Schrödinger, E. 1948, *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 71
- Shore, S. N. 1992, *An Introduction to Astrophysical Hydrodynamics*, p178
- Skumanich, A. P. 1972, Time Scales for CA II Emission Decay, Rotational Braking, and Lithium Depletion. *Astrophys. J.*, 171, 565-567.
- Tapping, K. and Murnin, P. 2001, Solar Activity Indices. *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*, Edited by Paul Murnin, article 2047. Bristol: Institute of Physics Publishing.
- Taylor, E. F. 2003, A call to action. Guest Editorial. *American Journal of Physics*, 71: 423-425.
- Toepfer, G. 2012, Teleology and its constitutive role for biology as the science of organized systems in nature. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43, 113–119.

- Tokin, B. P. 1965, Az elméleti biológia és Bauer Ervin munkássága. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Treumann, R. A. and Baumjohann, W. 2013, Collisionless magnetic reconnection in space plasmas. *Frontiers in Physics* 1, ID 31, doi:10.3389/fphys.2013.00031
- Usoskin, I. G. 2013, A History of Solar Activity over Millennia. *Living Rev. Solar Phys.*, 10: 1, doi:10.12942/lrsp-2013-1.
- Vane-Wright, R. I. 2014, What is life? And what might be said of the role of behaviour in its evolution? *Biological Journal of the Linnean Society* 112: 219-241.
- Vogel G. és Angermann H. 1992, *Biológia. SH Atlasz*, Springer Hungarica, 1.
- Walker, S. I., Cisneros, L. and Davies, P. C. W. 2012, Evolutionary Transitions and Top-Down Causation. *Artificial Life* 13: 283-290.
- Walker, S. I. 2014, Top-Down Causation and the Rise of Information in the Emergence of Life. *Information* 2014, 5, 424-439; doi:10.3390/info5030424.
- Willson R. C. & Hudson H. S. (1991). The Sun's Luminosity over a Complete Solar Cycle. *Nature* 351: 42–44. doi:10.1038/351042a0.
- Witzany, G. and Baluska, F. 2012, Life's code script does not code itself. The machine metaphor for living organisms is outdated. *EMBO Reports* Vol 13 | No 12 | 2012, 1054.
- Wolf, R. 1859, Extract of a Letter to Mr. Carrington. *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, 19, 85-86.
- Wolff, C. L. and O'Donovan, A. E. 2007, Coupled Groups of g-modes in a Sun with a Mixed Core. *The Astrophysical Journal*, 661:568 - 585, 2007 May 20
- Wolff, C. L. 2009, Effects of a Deep Mixed Shell on Solar g-Modes, p-Modes, and Neutrino Flux. *Astrophysical Journal* 701, 686-697.
- Zee, A. 1986, *Fearful Symmetry. The Search for Beauty in Modern Physics*. Macmillan Publ. Co., New York, 107-109, 143.