

A BOLYGÓVAL NEM LEHET KÍSÉRLETEZNI

Sz. Koncz István beszélgetése

Vallomással kezdem, belátom, első olvasatra talán nagyon is személyes vallomással: a felhőkkel való kapcsolatom igen régi. Mindig szívesen nézegettem a foltokat, a pamacsokat, a formákat, a foszlányokat, azt, ahogy a nagyobb tömbök előbb fortyognak, majd lassan üllősödni kezdenek... Egy késő októberi napon, több mint negyven éve nagyon kitoltam magammal, mert a Magyar Néphadseregnek nevezett kiszámíthatatlan képtelenség kalocsai lőterén egy hadnagy kiszúrta, hogy az eget kémlelem.

– De mit bámulunk, honvéd elvtárs? – tette föl a számára egyedül lehetségesnek vélt kérdést.

– A felhőket nézegetem. Szépek – próbáltam magyarázni. Nem értette. Fél év laktanyafogságot szabott ki. Állta a szavát: sem a karácsony, sem a húsvét nem látott engem abban a félévben.

A mostani beszélgetésre készülve eszembe jutott ugyan a történet, de minden szorongás nélkül. Ha valakinek, hát Geresdi Istvánnak, a Pécsi Tudományegyetem egyetemi tanárának csak nem lesz ellenszenves, ha a beszélgetőpartnere fölfelé les! A professzor kutatási területe ugyanis a klímaváltozás fizikai alapjainak vizsgálata mellett a felhőfizikai folyamatok számítógépes modellezése. Mindezekről persze részletesen beszélünk majd, gondoltam.

Geresdi István 1956. augusztus 17-én született Baján. Általános és középiskoláit Dombóváron végezte, ott is érettségizett. Szegeden, az akkori József Attila Tudományegyetemen diplomázott 1980-ban, fizikusként. Végzés után az Országos Meteorológiai Szolgálat Alkalmazott Felhőfizikai Központjában dolgozott Pécsen, majd a Bács-Kiskun megyei jégész-elhárítás megszervezésében volt jelentős szerepe. 1990 és '95 között a Nefela, a Dél-Magyarországi Jégész-elhárítási Egyesülés egyik alapítójaként végezte munkáját. A kilencvenes évek első felében kapcsolódott be a felsőoktatásba. A földtudomány kandidátusa (1992), az MTA doktora (2006). Pécsen volt dékánhelyettes, dékán, a Földrajzi Intézet igazgatója. Mái ő a doktori iskola vezetője, valamint a Földtani és Meteorológiai Tanszék egyetemi tanára a PTE Természettudományi Karán. Aktív az ELTE Meteorológiai Tanszékén is. Vezetői munkája elismeréseképpen 2015-ben decan emeritus címet kapott. Munkáját Pro Meteorologia (2002) és Schenzl Guido-díjjal (2010) is értékelték már. Sok egyéb mellett a Magyar Meteorológiai Társaság, valamint a Magyar Tudományos Akadémia számos bizottságának tagja, a Légkörfizikai és Levegőkémiai Albizottság elnöke, sőt, voltaképpen kolléga is, az *Időjárás* című folyóirat szerkesztőbizottsági munkatársaként. Tudományos eredményeit a legnagyobb amerikai légkörkutató intézmények is fölhasználják. Együttműködése az amerikai Colorado állambeli Boulderben működő NCAR-ral (a National Center for Atmospheric Research-csel) például a kilencvenes évek második felétől datálódik, és máig tart. Mesélik róla, hogy ottani kollégájával nemegyszer indult tornádó-vadászatra a kilencvenes évek végén az USA közép-nyugati részén. Gyakran hallom vele kapcsolatban, hogy szakmájában legalább annyira ismert és elismert külföldön, elsősorban angol nyelvterületen, mint Magyarországon.

A professzor 1981 óta nő, feleségével még a szegedi évek alatt ismerkedett meg. Három gyermek édesapja. Nagyobbik fia, Attila fizikus, 2002-ben díjazott volt a nemzetközi diák-olimpián. Mostanság a svédországi Göteborgban szilárdtest-fizikával foglalkozik. Lánya, Zsófi képzőművész, színházi díszlet- és jelmeztervezőként végzett. Nála már kis unokáról is beszámolhatunk. Kisebbségi fia, András pedig sokáig igen magas szinten sakkozott, végül a BME-n végzett matematikusként. Utóbb a Price Waterhouse-nál talált munkát.

Beszélgetésünk eleje majdnem a vége is egyben. Elér ugyanis a riporterri mesterség egyik legrettegettebb átka: a hangfelvevő váratlanul elakad. Geresdi István új elemeket hoz, azokkal sem járunk jobban, majd még újabbakat. Igazi tanárember. Szerencsétlenkedésemet látva vigasztalni próbál. Átélem a világhálón őt véleményező hallgatók helyzetét, miszerint a vizsgán nagyon segítőkész. *Ha rosszat mondunk, kijavít és még el is magyarázza.*

Aztán helyrebillen a délután, az ördögös készülék működni kezd, a professzor pedig belehelyezkedik a válaszadó szerepébe. Bízvást mondhatom, kevés szerényebb embert ismerek, mint amilyenek őt ismerem meg. Majd mindjárt meglátják.

Az interjúra készülve amúgy egy barátjától kölcsönkapom és átlapozom *Felhőfizika* című könyvét, amelynek felfogásához bevallottan a differenciál-, illetve integrálszámítás alapjainak elsajátítása szükséges. Mindezekben talán nem kínoznám végig az olvasót, annál is inkább, mert a pontos megértés és főleg a fejezetek végi példák megoldása enyhén szólva nem megy gördülékenyen. És nem csak amiatt, mert a feladatok számítógépes program írását feltételezik... Szóval, megfordítom a dolgot, és a legegyszerűbb kérdés felől igyekszem közelíteni. Onnan tudniillik, hogy túl képleteken és számításokon vajon talál-e a felhőfizikus szépséget egy-egy szokatlan égi képződményben?

Geresdi István: – Sokan mondják, a meteorológiai karrier valahol ott kezdődik, hogy az ember gyönyörködik az ilyen jelenségekben. Érdekes, amikor sor került arra, hogy egyetemre menjek, mégis ez jutott eszembe a legkevésbé. Édesapám vasutas volt...

Sz. Koncz István: – *Professzor úr bajai születésű, de amennyire tudom, több helyen laktak később az országban.*

– Ilyen a vasutas-sors, mondhatnánk. Húgom például Alsónyéken született, de szülem végül Dombóváron telepedtek le. Elemi és középiskolába tehát ott jártam. Az egykori Gógös Ignác Gimnázium fizika tagozatán végeztem.

– *A család határozta meg a továbbtanulás irányát?*

– Nem, nem igazán. Édesanyámnak igen nehéz gyermekkorra volt. Nagyapám ugyanis meghalt a második világháborúban. Nem mint katona, hanem mint nagybeteg: tüdőgyulladás vitte el. Nagyanyám attól fogva egyedül nevelte a négy gyereket. És ha ez még nem lett volna elég, a Sárköznek nevezett országrészben lévő birtoktestüket elvették, kúlának bélyegezték őket, és így tovább. Édesanyám tehát nem gondolhatott továbbtanulásra, a gimnáziumot is levelezőn végezte, már Dombóváron. Apunak is középiskolája volt, s bár fontosnak tartották, hogy tanuljunk tovább, döntő iránymutatást nem vártunk, nem is várhattunk a szüleinktől. Az életemben a tanárok bizonyultak ilyen szempontból meghatározónak. Főleg a fizikatanárain.

– *Visszahúznám, professzor úr, az égbe. Miért a felhők?*

– Fizikusként végeztem Szegeden, ott álltam a diplomámmal a kezemben, és nem tudtam, hogy hol fogok dolgozni. Záródolgozatomat ugyan szilárdtest-fizikából készítettem el, de Szegeden már megírtam az első számítógépes programot. Körülbelül százsoros lehetett, és négy-öt hónapomba került, mire sikerült működőképessé tennem. No, lényeg, hogy Baranyában akkor indult a jégeső-elhárító rendszer, az Országos Meteorológiai Szolgálat Alkalmazott Felhőfizikai Központjában több álláslehetőséget ajánlottak. Különösen vonzónak találtam, hogy Pécsen nagyon fiatal társaságba csöppenhettem. A feladat is izgalmas volt, ugyanis az volt a kérdés, hogy az időjárás-módosítás folyamatait hogyan lehetne számítógépen modellezni.

- *Nyilván fölcsillant a szeme!*
- *Hogyne! Modellezés, ezt én már csináltam, gondoltam magamban. Nagy lelkesen belevetettem tehát magam a munkába.*
- *És fiatalon kandidált is.*
- *Igen, a dolgozatomnak már ez volt a témája.*
- *Amennyiben avasson be, kérem, amennyiben az olvasóra tartozik a dolog. Ahogy hallok, és nagyon leegyszerűsíttem most, a felhőkbe ezüst-jodidot kellett volna juttatni ahhoz, hogy meg tudjuk akadályozni a nagyobb jégkristályok képződését. A zuhanyhíradóban azonban elterjedt a pletyka, hogy ólom-jodidot használtunk.*
- *A pletyka kivételesen nem pletyka. Így történt. Nyilván, kisemberként kerültem oda, nem ismertem a mögöttes mozgatókat, de elsősorban pénzügyi okai lehettek az anyagválasztásnak. Az akkori Szovjetunióval élt egy megállapodás, ennek keretében szereztük be az ólom-jodidot, illetve az ottani technikán alapult a technológia.*
- *Komoly ártalmunkra volt?*
- *Akkoriban, emlékszünk rá, még a benzint is ólmozták. Ahhoz képest az időjárás-módosítás során a légkörbe kerülő szennyező anyag mennyisége elenyésző volt. Egyébként az ezüst- és az ólom-jodid sem oldódik vízben, így az élő szervezetbe nagyon nehezen kerül be. A környezeti kockázat elhanyagolható.*
- *A kilencvenes évek közepén ön mégis kiszállt az időjárás-módosítás gyakorlati megvalósításából. Miért?*
- *Elsősorban azért, mert nagyon nehezen volt mérhető az eredménye. A természetes változékonyság tudniillik elfedheti a beavatkozás hatékonyságát. Egy laboratóriumban a feltételek pontos beállításával egy kísérlet akár százszor is megismételhető. A természetben ez kivihetetlen. Ha modellezi az ember a folyamatot, akkor a végeredményből levonhat következtetéseket, és változtathat. Biztosra azonban nem mehetünk. Az akkori számítógépek ráadásul nagyon messze álltak attól, hogy az elvárásoknak eleget tegyenek. A nyolcvanas évek közepén a Hewlett Packardtól vettünk két gépet, darabját hárommillió forintért! Mekkora pénz volt az akkor! És mit adtak érte? Egy megabyte RAM-ot és egy negyven megabyte-os winchestert.*
- *Mainapság ez már-már megmosolyogtató. Tizennégy megabyte-os képet készít egy kattintás-ra egy nem is túl nagy felbontású fényképezőgép.*
- *Remek példa, képzelhető, mire volt elég a technika. Mindezzel együtt rengeteget tanultam. Amikor az ember tudománnyal foglalkozik, nagyon fontos, hogy ne csak íróasztal mellett végezze a munkáját. Hisz a számítógép által kalkulált végeredmény jelentősen függ a bevitt adatoktól. Szerencsére nemcsak szabad szemmel figyelhetjük meg a felhőket, hanem vannak mérőeszközeink. Például az időjárási radarok. Legalább olyan fontosak, mint a műholdfelvételek. Jól nyomon követhető a felhők vonulása, helyzete, összetétele, a lehullott csapadék mennyisége satöbbi. A tornádóvadászok is ilyeneket használnak. Szóval, az embernek mégis kialakul a tapasztalata, és figyelembe tudja venni azt egy-egy eredmény megszületésekor, értékelésekor.*
- *Azért ez kezdetektől nagyon aprólékos, úttörő munka volt. Gondolom, innen jöhetett az amerikai kapcsolat is.*
- *Tulajdonképpen igen. 1996-ban találkoztam amerikai kutatókkal egy workshopon, elmondtam, bemutattam, hogy miket számolgotok. És ez a különös munkakötél máig odacsatol valamiképpen.*
- *Amennyire tudom, magába foglalja az ön repülőgépekre vonatkozó munkáját is.*
- *A pár ezer méter magasan haladó kisrepülőök szárnyjegesedésére valóban kidolgoztam egy nagypontosságú modellt.*
- *Ezt használja a legnagyobb amerikai légkörkutató intézet, sőt, a NOAA, az Egyesült Államok Meteorológiai Szolgálata is, ugye?*
- *Igen. Mi volt ugyanis az alaphelyzet? Korábban egy fél mondattal említettük, hogy*

a gyakorlati munkát a kilencvenes évek közepétől igyekeztem áttérlni az elmélet felé. Izgatott ugyanis, hogyan lehetne a folyamatokat matematikai, fizikai alapokon megközeleltíteni, és mindazt, ami egy felhőben lejátszódik, egzaktabban leírni. Az amerikai kollégákkal abban egyeztünk meg, hogy az általam kidolgozott modellt megpróbáljuk installálni az ottani, nagyobb modellbe.

A fizikai háttere a dolognak az, hogy a felhőkben nem fagynak meg a vízcseppek. Még nulla fok alatt sem. A nagyon tiszta víz laboratóriumi körülmények között sem fagy meg, csak ha szennyező anyagot teszünk bele, vagy megrázzuk például a lombikot. Ez a jelenség a felhőkben is megfigyelhető. Még mínusz öt vagy tíz fok alatt is elég sok folyékony halmazállapotú vízcseppet találhatunk három-négyezer méteres magasságban. Amikor egy repülő beleszáll a felhőbe, a cseppek nekiütőköznek, és azonnal megfagynak.

– *Nyilván jelentősen megnő a tömeg.*

– Az még csak hagyján, de megváltozik a szárny profilja. Emiatt lecsökken a felhajtóerő, és a gép lezuhanhat. Az USA-ban a kisgépes repülés igen gyakori. Az volt tehát a feladat, hogy előre jelezzük, a felhők ezekkel a túlhűlt vízcseppekkel melyik régióban vannak viszonylag nagy számban, illetve hogy hogyan lehet azokat a tartományokat kijelölni, ahol biztonságosan szállhatunk.

– *Ennek folyamán a lehetőség, hogy itthoni munkanaplóról dolgozzon az ottani szuper számítógépen?*

– Igen. Ha egy nagyobb területre, tizenkét órás időtartamra lefuttatom a modellt, az körülbelül négy-öt napot vesz igénybe. Előrejelzésre tehát nem használható, de tudományos kutatásra igen.

– *Pályája mégis visszazárt pár évvel ezelőtt az időjárás-módosításra. Miért?*

– Az amerikai kollégák úgy hat esztendővel ezelőtt mesélték, egyik programjuk arra irányul, hogy Wyomingban, a Sziklás-hegység által uralt amerikai államban hogyan lehetne több havat generálni az olvadt hóból származó ivóvízmennyiség növelése érdekében. Persze adódott a kérdés, hogy lehetne-e ezt modellezni. Elég sok mérést végeztek a kollégák, ezüst-jodidot használtunk, és az eredmények viszonylag jól mutatták a hatékonyságot is.

– *Professzor úr! Szeretném, ha még egy városi legendát tisztáznánk. Igaz, hogy a pekingi olimpia megnyitóján előtt az ottani felhőfizikusok nagyon komolyan beavatkoztak az időjárás menetébe?*

– Azért ne képzeljünk magunkról túl sokat! Az ember nem gyúri le a természetet. A számítások azt igazolják, a gyakorlat is azt mutatja, hogy maximum harmincszázalékos módosítással lehet dolgozni. Ami nagyon közel van a természetes változékonysághoz. Nagyon egyszerű példa: akármit csinálunk, a sivatagban nem hullik eső. Ha bizonyos környezeti feltételek nem teljesülnek, akkor az időjárás-módosítás egyszerűen nem működik. Egy másik példa: a tízszer tízszer tíz kilométeres zivatarfelhő, amely sok nem tartozik a nagy közé, akkora mozgási energiával rendelkezik, mint a paksi atomerőmű egy blokkjának egész napi energiatermelése. Nagyon nagy léptékű változtatásokat tehát nemigen lehet megtenni. Léteznek felhőfizikai folyamatok, ahol – elvileg – viszonylag kis befektetéssel be tudunk avatkozni, de nem az lesz a következménye, hogy szétoszlik a felhő, vagy hogy minden vízcsepp kiesik belőle.

– *Nem nehéz levonnom a következtetést, hogy az elmúlt évtized oly népszerű viharágyús módszerei sem megbízhatóak.*

– A 2010-es évek közepén belga vállalkozók valóban terjeszteni kezdték Magyarországon is a nagy hanggenerátorokat, amelyekről azt ígérték, hogy majd szétoszlik a felhő, nem lesz jégeső, satöbbi. Ha orvosi hasonlatot akarnék hozni, akkor leginkább a kézrátétes gyógyítás példáját tudnám említeni.

– *Akkor mi nyújthat mainapság némi védelmet?*

– Kicsit hátrébb lépek a történetben. A nyolcvanas évek vége felé nagyjából szétszéledt

a társaság, ahová annak idején szegődtem. A végső dőfést az adta meg, hogy kettévált az addigi Állami Biztosító, megalakult a Hungária, de egyik sem finanszírozta tovább a jég-eső-elhárítást. Országosan mintegy nyolcszázmillió forint került ki a rendszerből. A Meteorológiai Szolgálat is pontot tett a történet végére. Időközben kandidáltam, és Fejes István vezetésével együtt maradtunk néhányan. Így alakult meg a Nefela mint nonprofit szervezet. Jelentősen nőtt a radarképek elemzésének fontossága, az előrejelzés szerepe. Ugyanis talajgenerátoros technológiát használtunk, és ennél, ha látjuk a jégesőt, már régen rossz. A rakétát a radarképen meghatározható területbe kellett belőni. Úgy kellett számolnunk, hogy a megfelelő helyen engedje ki a reagenst. A talajgenerátoroknak az a filozófiája, hogy maga a feláramló levegő viszi föl a felhőbe az ezüst-jodidot. Ez pedig csak akkor működik, ha időben bekapcsoljuk a gépezetet. Egyébként tavaly a hálózatot országossá fejlesztették.

– *De ön már nem aktív a rendszerben.*

– Nem, talán kiszűrhető az elmondottakból, hogy a Nefelánál 1990-től '95-ig dolgoztam. Időközben, amikor a főiskolát egyetemmé akarta formálni, Ormos Mária rektorasszony Pécsre hívta Lovász Györgyöt, hogy a természetföldrajzi részt megerősítse. Ő pedig megkérdezte tőlem, hogy volna-e kedvem bekapcsolódní a munkába. Először négy órában vállalkoztam a dologra, s közben az ELTE hallgatóinak is elkezdtem felhőfizika-számítást oktatni. A nyarat egy-két évig még a Hármashegyten töltöttem, de a szorgalmi időszakot attól kezdve lefoglalta az oktatás. Három gyermekünk mellett ez persze hatalmas leterheltség volt, úgyhogy nejem unszolására végül a felsőoktatás mellett döntöttem.

– *Az ön másik kutatási területe a klímaváltozás fizikai alapjainak vizsgálata. Mi volna az aktuális mondanivalója ezzel kapcsolatban?*

– Mint afféle meteorológiával foglalkozó embertől sokszor megkérdezték tőlem, hogy milyen idő lesz holnap. Próbáltam elmagyarázni, hogy ez nem az én kompetenciám. Ennek a legszebb változata, amikor tavasszal arról faggatnak, hogy milyen idő lesz a nyáron. Mit lehet erre felelni? Nyáron valószínűleg meleg lesz, mert nyáron meleg szokott lenni.

Mindezzel együtt nem akarom bagatellizálni a klímahelyzetet. A hallgatóknak is tartok kurzust e tárgyban *Tények és tévhit*ek címmel. Lássuk hát, mik a tények, amiket biztosan tudunk! A szén-dioxid koncentrációja a légkörben növekszik. A gleccsereket is figyelik, ezek egyértelmű, egzakt adatok szerint visszavonulóban vannak. Ugyanez igaz az északi és a déli sark jégtakarójára. Viszonylag pontosan mérhető, nyomon követhető a hőmérséklet emelkedése is. Fogadjuk el ezeket az adatokat!

Ami egyelőre nem világos, az az okok sora. Vajon antropogén tevékenység következménye-e a változás, vagy valamiféle természetes folyamat része? Sok jel utal arra, hogy nem természetes jelenségnek lehetünk tanúi. Például ennyire magas szén-dioxid-koncentráció a múltban nagyon-nagyon ritkán fordult elő. A drasztikus növekedést nehéz másképpen értelmezni, mint antropogén behatásként. És akkor újra a modellezés kérdésénél tartunk. A felhőkkel sem lehet laboratóriumban kísérletezni, de a bolygóval még kevésbé. Ha lenne egy nagyon jó klímamodellünk, amely a jelenséget leírja, a kérdés nagyon könnyen eldönthető lenne. De ilyen modellünk nincs.

A dolog másik része, hogy elretentésül a hőmérséklet emelkedését szokás emlegetni, én is szóba hoztam az imént, de a csapadék mennyisége legalább ilyen fontos. És ami érdekes: a csapadékot tekintve sokkal nehezebb kimutatni egyértelmű tendenciákat.

Egy harmadik aspektus: ha egy évben nagyon hideg van, vagy épp nagyon meleg, akkor mindenki a saját igazát érzi alátámasztva, holott egy esztendő alapján nem lehet mondani semmit. Általában harmincéves csúszó átlagokkal számolunk, ennyi az az időszak, ami az évenkénti változásokat valahogy kiegyenlíti.

– *Összességében mennyire kell megijednünk?*

– Nézze, ha a hőmérőre tekintünk, semmi derűre nincs okunk. A tavalyi volt az elmúlt száz év legmelegebb esztendeje úgy, hogy az abszolút maximumok nem dőltek meg. De a

fent elmondottak tükrében ne vonjunk le nagyon messzemenő következtetéseket! Döntő dilemma azonban a szén-dioxid-kibocsátás kérdése. Ugye, tudjuk, ez az a gáz, amelynek molekulái, ellentétben például a kén-dioxiddal, sokáig a levegőben maradnak. Hatásuk így hosszabb időszakra és nagyobb területre terjed ki. Messze vezet a tudománytól, de ugyancsak tény: a kibocsátás csökkentése hosszú távon megtérülő beruházások sorát feltételezné. Ha valamiben kárt tudunk okozni a tevékenységünkkel, de nem vagyunk biztosak a kár- okozás mértékében, akkor választunk jó stratégiát, ha azt a tevékenységet nem folytatjuk.

– *Számtalanszor elhangzik, hogy az egyes ember is segíthet egy kicsit, ha például ökológiai lábnyomát csökkenteni igyekszik.*

– Szerénytelenül a saját családom példáját tudom megemlíteni: szelektíven gyűjtjük a hulladékot, nem vásárolunk több ruhát csak azért, hogy jobban kitömjük a szekrényt, visszafogottabban fogyasztunk, satöbbi. Csak a környező világ nem igazán erre ösztönöz. GDP-bűvületben élünk, pedig mitől növekszik majd a GDP? Ha gyártanak még százhusz-ezer autót, amelyek alapvetően nem sokkal jobbak a húsz év előttiéknél, satöbbi. Tágabb értelemben: ha nő a fogyasztás, nő a bűvös végösszeg, de arra vonatkozóan semmit sem tudunk, hogy a bővülő fogyasztás értelmes-e vagy sem. Nem hiszem, hogy ez az egyedül üdvözítő szám annak leírására, hogyan élnek, hogyan éljenek az emberek. Nem lévén közgazdász, nem akarok okoskodni, de abban biztos vagyok, hogy a társadalom teljesítményének megítélése szempontjából nem a GDP az egyetlen ideális adat.

– *Olvasom, hogy az időjárás azért romlik el hétvégére, mert a közlekedés, az ön által most említett ipari termelés szennyezőanyag-kibocsátása addigra hozza meg a felhőket.*

– Úgy öt-hat naponta követik egymást a ciklonok. Ha egyszer két egymást követő ciklon váltása beáll egy hétvégi időpontra, akkor jó eséllyel hosszabb ideig úgy is marad. A szennyezőanyag-kibocsátások ezeket a nagy skálájú folyamatokat nem befolyásolják. Ezt a megállapítást tehát cáfolni tudom.

– *Beszélgetésünkéből is kiderül, és hallom többektől, diákjaitól is, hogy ön rendkívül megfontoltan mond véleményt, és rendkívül megfontoltan dönt.*

– A hallgatókkal való kommunikációnk ugyan elég egyirányú, de igyekszem azt kétoldalúvá formálni. Az amerikai tapasztalat azért jó, mert az ember látja, hogy a hagyományos iskolarendszer, hogy tudniillik egyik oldalon áll az oktató, a másik oldalon ülnek a hallgatók, nehezen tartható. Az USA-ban a diákok mernek elsöre ostobának hangzó kérdést is föltenni. Magam azért szeretem az ilyen kérdéseket, mert mutatják, hogy az illető figyel, és valami összeállt a fejében, még ha nem is pontosan. Az idegen nyelvű képzésben ez jobban működik itthon. A magyar hallgatóknál nincsenek egyértelműen pozitív tapasztalataim. Talán szocializáció kérdése is. Márpedig az egyetemnek erről kellene szólnia. Ennek szellemében vizsgáztatok. Mert a vizsga a tanulás egyik formája, ez meggyőződésem.

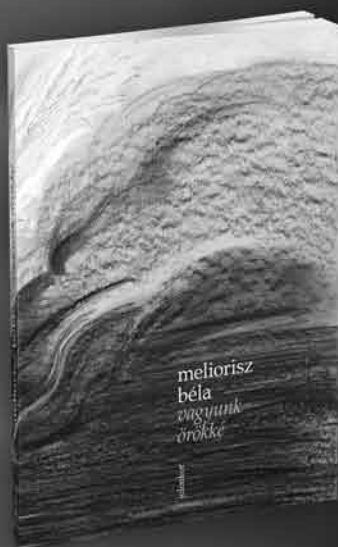
– *Végezetül két kutatási területét összekapcsolva kérdezem: változnak-e a felhők a klímaváltozással? Mintha mostanában hajlamos lennék úgy látni, hogy több a világvége-felhő.*

– A vízcseppek kialakulásához, ahogy erről szó is volt már, kellenek a levegőben lévő szennyezőanyagok. Ha az Amazonas erdeit fölégetik, akkor a levegőbe kerülő részecskék képesek megváltoztatni a felhők szerkezetét. Tudniillik több, de kisebb vízcsepp keletkezik. Nehezebben indul tehát a csapadékképződés. A hatást, köztük a felhők hatását úgy tudnánk pontosan figyelembe venni, ha az egész Földet képzeletben egy tíz kilométeres rácshálóval fednénk be. E nélkül még a hurrikánok kialakulását, fejlődését is nehéz elemezni. Ma a legjobb modellekben száz kilométeres a felbontás.

Ha már idekanyarodtunk... Azt kell mondanom, hogy tulajdonképpen visszatértünk oda, ami a kilencvenes évek közepe óta mániám: az említettek mellett olyan modellre is szükség lesz, amely a jelenleg általánosan alkalmazottnál sokkal pontosabban írja le a felhőkben lejátszódó folyamatokat. Amerikai kollégáimmal ezen dolgozunk most. Az első eredmények nagyon biztatók.

meliorisz
béla
*vagyunk
örökké*

jelenkor



Egyre

könnyen törik a szó
mint rozsdás drótdarab
napestig ámulunk
mi lesz még mi marad

járkálunk a parton
magunkra maradtan
s egyre fojtogatóbb
a kimondhatatlan

#ezisjelenkor
jelenkorkiado.hu