

„Ez a munka sohasem ér véget”

Kérdések József Éva tanárnőhöz, diákpályázatunk tanári fődíjasához

– Kedves Tanárnő! A Természet Világa 25. jubileumi Természet-Tudomány Diákpályázatán, 2016. március 19-én a legjobb felkészítő tanárnak járó Metropolis-fődíjat vehette át. Számított erre? Milyen érzés volt, a sok jó tanár közül elsőnek meghallani a nevét?

– Azt gondoltam, hogy díjat fogok kapni, hiszen ez benne volt a meghívólevélben, arra viszont nem számítottam, hogy ez a Metropolis-fődíj lesz. Nagyon jól esett, úgy éreztem, hogy ez munkánk megkoronázása, hiszen sokat dolgozunk egy-egy tudományos munka megírásával és ilyenkor érzem, hogy tevékenységünk nem hiábavaló. Hálás vagyok ezért a Természet Világa szerkesztőségének, a díj kiírójának és diákjaimnak, akik lelkiismeretes munkájukkal elérték azt, hogy az Orvostudományi különdíj legkiemelkedőbb dolgozatait nyújtották be.

– Mielőtt a Természet Világa diákpályázatával való kapcsolatáról kérdezném, arra kérem, mutassa be magát. Fiatalon milyen élmények, hatások fordították a biológiához?

– Egészen fiatalon közel kerültem a biológiához. Minden természettudományt szerettem, de a biológiát éreztem magamhoz a legközelebb. Minden érdekelt, ami él, érdekelt az élet mibenléte, az életfolyamatok összefüggései, a tökéletes összhang az életfolyamatok között, a szabályozási folyamatok tökéletessége. Böven tudnám sorolni az élet iránt táplált csodálatomat. Líceumi tanulmányaim végén gondolkodtam azon, hogy orvos vagy biológus legyek, de nagyon bölcsen döntöttem, amikor a biológia mellett tettem le voksomat. Most már el sem tudnám képzelni másképpen.

– Miért lett tanár? Hol végezte az egyetemet?

– A Bukaresti Tudományegyetemen végeztem biológia szakon, 1995-ben. Hálás vagyok az egyetemnek, mert abban az időszakban kiemelkedő szakemberek irányították tudományos fejlődésemet, kiváló képzést kaptam molekuláris biológiában és genetikában és olyan rálátást nyújtottak a tudományra, ami meghatározta továbbfejlődésemet. Ennek köszönhetően lettem nyitott mindig az újra, és jó alapokat kapva lettem képes mindig lépést tartani a tudomány fejlődésével, tudva azt, hogy mindig egy adott szakaszában vagyok az ismeretemnek és mindig van tovább, mindig lesz valami új, amit meg kell érteni és tovább kell adni.



A tanári pályához is az önmagamhoz való hűség jegyében kerültem közel, mert beszélni is akartam arról, hogy milyen csodálatos dolgok érdekelnek, és ezt a csodálatomat továbbadni a diákjaimnak. Ugyanakkor szerettem volna a tudomány szigorát, a szakszerűség szigorát is átadni, hogy nem lehetünk amatőrök abban, amit csinálunk, mindig mindent szakszerűen kell vizsgálni és hűségesen beszámolni arról, amit megtudtunk. Nem szeretem a felületes munkát és a körülbelüli következtetéseket. Ha nincs eredmény, az is eredmény, csak megfelelően kell beszámolni róla.

– Az egyetemen, majd később a tanári pályája során kik voltak Önre nagy hatással, s miért éppen ők?

– Nem neveket fogok említeni, hanem intézményeket, hiszen az ezekben dolgozó szakemberek voltak munkámra nagy hatással.

– Nem neveket fogok említeni, hanem intézményeket, hiszen az ezekben dolgozó szakemberek voltak munkámra nagy hatással.

2003-ban kezdtem külföldi tanulmányútajaimat. Akkor ismerkedtem meg az EMBL (Európai Molekuláris Biológiai Intézet) tanári továbbképzéseivel. Mindjárt ebben az évben Heidelbergben, majd Jeruzsálemben is részt vettem tanári műhelymunkákon, ahol a tudomány aktuális kérdéseivel és kutatásaival ismerkedtem meg, aztán 2005-ben és 2007-ben is elmentem Heidelbergbe ezt a munkát folytatni. 2010-ben ugyancsak az EMBL és EBI (Európai Bioinformatikai Intézet) munkájával ismerkedtem meg Cambridge-ben, bioinformatikát tanultam, majd 2014-ben strukturális biológia szintjén tettem meg az első lépéseket Grenoble-ban. Ezek a tanulmányutak nagy befolyással voltak munkámra. Legelső tanulmányútjaim egyikén megtudtam, hogy ezek a továbbképzések azt a célt szolgálják, hogy a tudomány nagyon gyors fejlődésével a középiskolás tanítás

A grenoble-i kutatóközpontban





Az osztály ballagása

lépést tudjon tartani. Nagyon sok újdonság van a tudományban, és ha ezeket a középiskolás tanárok nem tudják megfelelően megmagyarázni diákjaiknak, akkor a társadalom teljesen leszakad attól, ami a tudományos élet szintjén zajlik. Ez nagyon meghatározta munkámat, szeretnék olyan híddé lenni az aktuális tudományos szint felé, hogy diákjaim ne érezzék ezt a lemaradást és megértsék, hogy a tudomány nem áll egy helyben és olyan tudást kell, hogy szerezzenek, amely lehetővé teszi, hogy ezzel a fejlődéssel lépést tudjanak tartani.

Szintén 2014-ben Orvosi Biotechnológia szakon mesteri fokozatot szereztem a Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetemen. Ezt a képzést inkább magam, és nem a tanári munkám miatt végeztem. A képzés után az a kérdés is felmerült, hogy dolgozzak az egyetemen, de hűséges maradtam az iskolámhoz, diákjaimhoz és ehhez a korosztályhoz, ahol csíráiban bontakozik ki a tudományos szellem.

– Ön az egyik leghíresebb erdélyi középiskola, a marosvásárhelyi Bolyai Farkas Elméleti Líceum vezető biológiatanára. Hogyan került ebbe az iskolába? Úgy érzi, jó helyen van itt?

– Amint az előbbi kérdésben válaszoltam, igen, úgy érzem, hogy jó helyen vagyok. Szeretem az iskolámat, szeretem a diákjaimmal való munkát és nagyon élvezetes ezzel a korosztállyal dolgozni. Úgy érzem, hogy sokkal személyesebb a kapcsolat, jobban tudunk egymásra hatni és ennél a korosztálynál kell elkezdenni az igényességre való nevelést a tanulásban és tudományos munkában.

– Az iskola tanárait bemutató oldalon az Ön nevénél ezt olvasom: Fokozat: I.

Régiség: 22, Címzettség: címzetes. Kérem, mondjon kicsit többet arról, hogy mit takarnak ezek az adatok.

– Ezek a hazai iskolai rendszer nem mindig jót jelentő elvárásai. Címzetességem elnyerésére versenyvizsgát kellett tennem, ugyanakkor jelenleg a legmagasabb tanári fokozat birtokában vagyok, arra is vizsgáznom kellett, régiségem pedig 22 év, tehát már elég régóta üzem ez a szakmát. Ha mindezt összefoglalnám, azt kellene

Világa középiskolások számára kiírt cikkpályázatán. Arra következtethetünk, hogy fontosnak tartja a fiatalok megmérettetésnek ezt a formáját is. Miért?

– Mert mi mindig dolgozunk. Minden évben jelölünk ki témákat, nagyon sokszor diákjaim által választott témaköröket, máskor pedig különböző pályázatok által kiírt témáknak próbálunk eleget tenni. Szász Ágota kolléganőmmel együtt az Appendix Tudományos Diákkört vezetjük, amelyben vagy tudományos dolgozatokat készítünk elő, vagy tantárgyversenyekre készítünk fel diákokat. Szeretjük a Természet Világa Diákpályázatát. A diákok szívesen vesznek részt ezen a megmérettetésen. Szeretik magukat összemérni anyaországi diákokkal ezen a cikkírói versenyen. Én azért szeretem ezt a munkát, mert a diákok azokat a témákat, folyamatokat vizsgálhatják behatóbban, amelyek őket érdeklik, nincsenek köztöttségek a témát illetően, illetve láthatják nyomtatásban munkájukat, ez az első „publikációjuk”.

– Hogyan választja ki a diákokat a cikkpályázatunkra? Mivel tudja ösztönözni őket a többletmunkára?

– Igyekszem a tantárgy iránt elkötelezett diákokat választani. Azokat, akik hajlandók ezt a munkát velem együtt végigcsinálni. Nekünk szerencsére jó diákjaink vannak, hiszen még mindig verseny van az iskolába való bejutáshoz. Sokszor nem is tudok olyan sok diákkal foglalkozni, mint ahányan jelentkeznek erre a munkára.



Biológiaórán a Bolyaiban

mondanom, hogy mindent megtettem, ami a román iskolai rendszer szerint szükséges ahhoz, hogy jó tanár legyek.

– Az Ön által felkészített diákok már több éve sikeresen szerepelnek a Természet

– Hogyan segíti a munkájukat?

– Sok mindenben kell még segíteni őket. Általában én jelölöm ki a felkészüléshez való könyvészetet. A vizsgálatokat együtt állítjuk össze, de a gyakorlati

munkát mindig ők végzik el. Ahhoz ragaszkodom, hogy megismerjék a vizsgálatok módszereit, tudják elvégezni őket és szembesüljenek azok sikerével vagy sikertelenségével. Érezzék saját bőrükön a tudomány műveléséhez szükséges áldozatos munkát. Minden lépésüket követem a dolgozat megírásában is és persze segíték az értelmezésekben is, ha ezek nem mennek gördülékenyen. Igen, csapatban dolgozunk, de igyekszem mindig háttérben maradni, hogy azonosulni tudjanak a munkával és annak eredményével.

– *Említene néhány emlékezetes témát, melyet diákjai kidolgoztak?*

– Tavalyi munkáink: a „Színes genetika” Somai Zoltán Flórián, valamint a „Melatonin és bioritmus” Lazsádi Anna munkája azért emlékezetes, mert mindketten orvosi egyetemisták lettek, de régebbi díjnyertes dolgozatok szerzői is: „Különbözünk, de miért?” Germán Salló Zsófia, Kelemen Krisztina munkája, valamint „Beltenyésztés a XXI. században” Bartha Eszter munkája esetében is igaz, hogy mindhárman orvostanhallgatók és orvosoknak, illetve kutatóknak készülnek. Gondolom, hogy ezekkel a munkákkal szakmai fejlődésükhöz és pályaválasztásukhoz is hozzájárulhattam. Vannak olyan diákok is, akik biológia szakra, illetve régészetre felvételiztek egy olyan dolgozat megírása után, mint „A 600 éves temető titkai”; ez Molnár Dalma és Nyulas Dorottya esetében történt meg. Emlékezetes volt még egy olyan dolgozat, amely nem nyert díjat, de publikációként megjelent a Természet Világában „Törpe részek – mekkora veszélyek?” címmel, Berekméri Evelin és Szilágyi Réka munkája volt, amelyben nanotechnológiával és ezek toxikus végtermékeivel foglalkoztak. Minden dolgozatban próbáltunk valami újat bemutatni, újabb, jobb értelmezését annak a témának, amit vizsgáltunk. Gyakran előfordult, hogy egy addig nem igazán ismert genetikai folyamatot vagy bioinformatikai feldolgozást „lop-tunk” be a dolgozatba és lehet, hogy a bíráló bizottság ezért tekintette ezeket a munkákat jónak.

– *A Természet Világa cikkpályázatán elért eredmények nem jelentenek többletpontokat diákjainak az egyetemi felvételen. Gondolom, Önt sem elsősorban a nálunk elért eredmények viszik egyre magasabbra a tanári ranglétrán. Akkor mégis miért fektet pluszenergiákat abba, hogy tehetséges diákjait kutatómunkára, cikkírára ösztönözze?*

– A tudományos munka alapvető elvárása az, hogy a vizsgálatainkat, munkánkat közölni tudjuk. A diákpályázat nagyon jó visszajelzés arról, hogy a témát úgy dolgoztuk fel, hogy az kiadásra ér-

demes. Az igazság az, hogy szeretem ezt a fajta munkát és fontosnak tartom, hogy diákjaimmal ilyen szempontból is együttműködjek. A munka a lényeg, nem az elért pontszám vagy eredmény.

– *Iskolájuk odafigyel ezekre az eredményekre? Amikor egy-egy diákjuk szép írását megjelenésekor országszerte olvashatják azt a Természet Világában?*

– Nagyon jó élmény, hogy minden elért eredmény után Horváth Gabriella igazgatónő dicséző- és köszönőlevelet ír, ehhez gyakran a kollegák is csatlakoznak. Büszkék vagyunk arra, hogy nyomtatásban is megjelenik az, hogy az erd-

lők dolgozni. A folyamatok mélyebb vizsgálatához sok türelem és kitartás szükséges, ezért segíteni kell őket, lépésenként követni munkájukat és ott lenni, amikor akadályba ütköznek. Semmi sem megy magától, soha semmit nem lehet úgy tekinteni, hogy természetesen, csak úgy magától megtörténik. Nagy segítségemre volt ebben fiam, aki szintén ennek a korosztálynak tagja, orvosi egyetemet végzett itthon Marosvásárhelyen, most meg PhD-képzésen van a Semmelweis Egyetemen. Rajta láttam itthon is, nem csak az iskolában, hogy mit jelent ennek a korosztálynak tudománnyal foglalkoz-



Tanulmányi kiránduláson az ELTE aulájában

lyi középiskolás tudományos munka él, hogy ott vagyunk az anyaországi megmérettetésekben és eredményeket érünk el. Nem szeretnénk lemaradni az anyaországi tudományos élettől. Sokszor azért jelentkezünk ezekre a versenyekre, hogy lássák, mi is képesek vagyunk értéket alkotni, nem föltétlenül nyerni szeretnénk, csak ott szeretnénk lenni, hogy halljanak rólunk. Így jelentkeztünk az idén a 8. Ifjúsági Bolyai Pályázatra, amelyet a Nemzeti Erőforrások Minisztériuma hirdetett meg. Nagy élmény volt, hogy a hat, végső értékelésre behívott dolgozat közül kettő diákjaim munkája volt, de még büszkébb vagyok arra, hogy az idei nyertesek egyike is közülük került ki.

– *Mit szeret a legjobban a tanári munkában manapság? S mit nem?*

– Ez a generáció más, mint az előzőek. Nagyon értékelem azt, hogy a digitális világhoz közelebb állnak és próbálok ebből előnyt kovácsolni. A bioinformatikai feladatokban vagy a bemutatók készítésében határozottan jó dolognak bizonyul, hogy diákjaink kiválóan használják a számítógépet. Ugyanakkor nehezebb is ve-

ni, hogy milyen akadályokba ütköznek és mennyire kell segíteni őket.

– *Találkozunk majd diákjaival a Természet Világa elkövetkező cikkpályázatain is?*

– Biztosan. Idén is dolgoztunk, amint már említettem. Két dolgozattal jelentkeztünk, egyiket Biofizika különdíjra küldtük be, az UV sugárzás hatását vizsgáltuk a felsőbbrendű növényekre. A másik dolgozatot az Önálló kutatások, elméleti összegezesek, illetve Orvostudományi különdíjra küldtük be. Ebben a szem evolúciójával foglalkoztunk. Látványossá tettük azt, hogy a szem egy közös ősből származik az egész élővilágban és mindezt bioinformatikai vizsgálatok segítségével. Nem tudom, hogy díjat nyerünk-e, mert, amint mondtam, a dolgozat megírása az igazi élvezet, a díj elnyerése csak ráadás, vagy igazolása annak, hogy jól dolgoztunk. Ha nem sikerül díjat nyernünk, hát jövőre újra próbálkozunk, mert ez a munka sosem ér véget.

KÉRDÉSEK: S. GY.

XXV. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

Miért „öszülnek” ősszel a fák?

FRICS MÁRTON

Bolyai János Gimnázium, Salgótarján

A mérsékelt éghajlati övben minden élőlény alkalmazkodik valahogy az itt kialakult évszakokhoz, különösen a télhez: az egysejtűek betokozódnak, néhány állat téli álmot alszik, az ember befűt stb. A legszebb és legjobban megfigyelhető viszont a fás szárú növények egy részének felkészülése a télre. A levelek először sárgára, pirosra, narancssárgára változnak, majd fokozatosan lehullanak. Ezt a folyamatot szeretném bemutatni a cikkemben, de ehhez először a fotoszintézisről kell szót ejteni.

A fotoszintézis

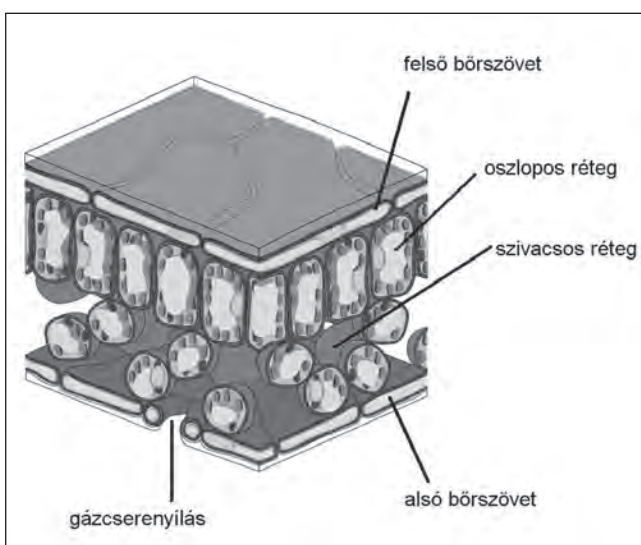
A növények alapvetően autotróf táplálkozású élőlények, vagyis valamilyen energiát (fényenergiát) felhasználva szervetlen anyagokat alakítanak át szerves táplálékká. A fotoszintézis a növény zöld részeiben zajlik, elsősorban a levelekben.

A levelek általában három nagy részre tagolódnak: levélalappal (ezzel kapcsolódik a levél a fához és ezzel válik le ősszel), levélnyél (ez szállít anyagokat a levél és a növény többi része között), levéllemez (fotoszintézis, és az ahhoz szükséges gázcsere folyik itt). A levéllemezben belül szállítanak anyagokat a levélerek. A levéllemez több rétegű. Alulról és felülről bőrszövet védi (az alsón történik a gázcsere). A két bőrszövet réteg között fölül, a levél színén a táplálékszerző alapszövet oszlopos rétege helyezkedik el, megnyúlt sejtekből. Ez alatt van a szivacsos réteg szabálytalanabb alakú sejtekből, amik között üregek is előfordulnak (1. ábra).

A levél zöld színét az oszlopos és a szivacsos réteg sejteiben lévő zöld színtestek (kloroplasztok) adják és ezek felelnek a fotoszintézisért is. A zöld színtestek állandó formájú, önálló osztódásra képes sejtalkotók (2. ábra). Belülről nagy felületű membrános szerkezet alkotja őket, melynek részei a gránumok. A gránumot határoló membrán-

ban helyezkednek el szorosan egymáshoz kötve a fényenergiát megkötő molekulák. A fotoszintézist végző négy legfontosabb molekula az a-klorofill, a b-klorofill, a karotin és a xantofill, amelyek a fényenergiát kötik meg, de a fotoszintézis kémiai folyamataihoz szükség van még széndioxidra és vízre is.

A klorofill-a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$), és a klorofill-b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) két nagyon hasonló molekula. Alapjuk négy priolgyűrű, amelyek egy porfiringyűrűt alkotnak. Ebben a porfiringyűrűben vannak delokalizált kötések, amikből az elektronok fényenergia hatására a fotoszintézis során leszakadnak (3. ábra). A másik két molekula, a karotin ($C_{40}H_{56}$) és a xantofill ($C_{40}H_{56}O_2$) szintén nagyon hasonlóan egymásra (karotinoidek), de teljesen mások mint a klorofillok. A folyamat első részében a klorofillok, a karotin és a xantofill fényenergiát kötnek meg, majd továbbadják a szomszédjuknak. Ez addig folytatódik, amíg elég energia nem jut a fehérjékhez kötött klorofill-a molekulákhoz ahhoz, hogy abból delokalizált elektronok szakadjanak le. A leszakadt elektronok teszik lehetővé a gyökerekből jövő víz bomlását, amiből oxigén keletkezik. Az itt keletkezett H^+ ionokból és a felvett széndioxidból keletkeznek azok a szerves anyagok, amikre a növénynek szüksége van.

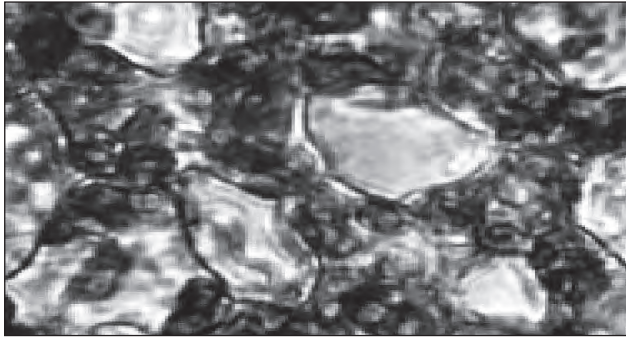


1. ábra. A levél metszete

A levelek elszíneződése

A klorofillokból általában háromszor annyi van a levelekben, mint karotinból és xantofillból. Az a-klorofill és a b-klorofill aránya 4:1, a xantofill és karotin arány 2:1.

Az őszi elszíneződésben négy anyagnak van leginkább szerepe: klorofill (zöld), xantofill (sárga), karotin (piros) és antocián (vörös-lila). A karotin és a xantofill az előzők alapján mindig jelen vannak a levélben, mert fontos részei a fotoszintézisnek. A klorofill-xantofill-karotin arányból az is érthető, hogy a levelek tavasszal és nyáron nem látszanak sárgának, pirosnak meg főleg nem. A négyszer annyi klorofill elnyomja a narancssárgás színt. Télen, a fák nyugalmi állapotában már nincs szükségük levelekre, mivel az életfolyamataik lelassulnak vagy leállnak (a fotoszintézis is). Ősszel a klorofill bomlani kezd a levelekben külön-



2. ábra. Kloroplasztok a levél sejtjeiben

böző szintelen anyagokra, amiket a növény még tud hasznosítani (például magnézium). Minél több klorofill bomlik le, annál jobban elötünik a levelekben a xantofill és a karotin színe. Mindez természetesen csak a kloroplasztokban történik, így mikroszkópos képen az amúgy szintelen sejtjeiben lévő szintestek változását látjuk.

Néhány levélben azonban megfigyelhető a sárga és a narancssárgás színen kívül egy harmadik, vöröseslila is. Főleg a levélerekben és azok közelében szokott látszani először, majd később elterjed a levél többi részében. Ezt egy harmadik anyagcsoport, az antociánok okozzák. Az antociánoknak sok változata van, többnyire különböző színűek (például pelargonidin - narancs és delfinidin - kék).

Ezek közül a cianidin (4. ábra) vörös színű, ebből lehet a legtöbb a levelekben. Majdnem minden növényben megtalálhatók. Ezek adják sok gyümölcs színét is (például alma, meggy, cse-resznye). Alapesetben viszont csak néhány hajtásban vagy gyümölcsben vannak benne. Ősszel kezdenek termelődni a fában és a levélerekben szállítódnak a levelek sejtjeibe. De miért van rá szüksége a fának?

A klorofill egyik hatása, hogy kiszűri a sejtekbe érkező fényből a káros UV sugarakat, amelyek néhány szerves vegyületet gyökökre (kovalens kötések felbontásával töltés nélküli, nagyon reakcióképes részekre) botanák. Ezek a gyökök azért veszélyesek, mert a sejtek DNS-ével reakcióba lépve károsíthatnák azt, így gyorsítva az öregedést. A klorofill lebomlásakor a sejteknek antocián molekulákra van szükségük, hogy megkössék ezeket a gyököket, mielőtt a DNS-hez jutnának.

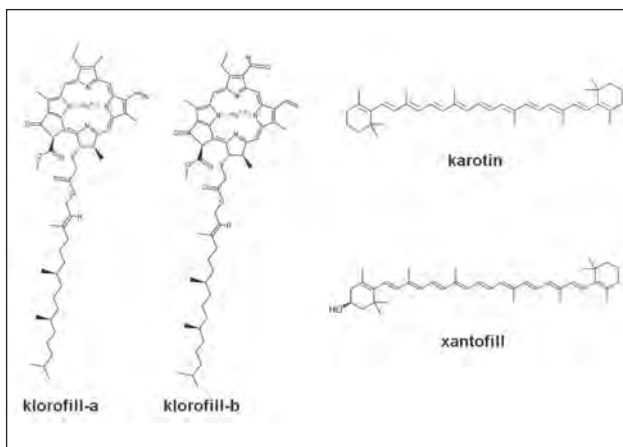
A levelek „öszülése” viszont nem csak kívülről, a fákát nézve érdekes folyamat.

Mikroszkóppal a leírtak közül sok dolgot megfigyelhetünk. Az iskolám laborjában megpróbáltam képeket készíteni digitális mikroszkóppal ugyanannak a fának (korai juhar – *Acer platanoides*) különböző színű leveleiről.

Az első kép egy zöld levél szivacsos rétegről készült (5. ábra). Jól látszik, ahogy a sejtek elkülönülnek egymástól és az is, hogy átlátszóak. A második kép a sárga levél sejtjeit mutatja (6. ábra). Itt is megfigyelhetők zöld szintestek, viszont közülük már sok megszűnt (a kép tetején középen).

A következő fotón (7. ábra) a piros levelet látjuk. Elsőre csak annyiban különbözik a sárgától, hogy összességében kicsit sötétebb árnyalatú az egész kép. Jobban megnézve viszont kiderül, hogy még ezek közt a szintestek között is előfordulnak zöldek, főleg sárgák, de néhány határozottan pirosat is észrevehetünk. Mivel ezek szintestek, valószínű, hogy a piros színüket karotin okozza. Ezekből a piros szintestekből viszont láthatóan túl kevés van ahhoz, hogy az egész levelet pirosra fessék.

Ha karotinból ilyen keveset találtam a piros sejtjeiben logikus, hogy a másik vöröses színű színanyag, az antocián festi be a leveleket. Ezt, mivel nem kerül bele a kloroplasztokba, máshol kell keresni. Kisebb (40x-es) nagyítással látszik az erek

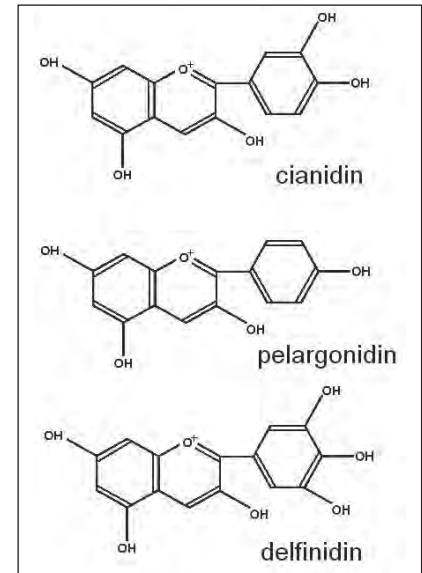


3. ábra. A fotoszintézis színanyagai

hálózata is, ahol az antocián szállítódik (8. ábra). Az erek vöröseslila, néhol élénk lila színe szép kontrasztot ad a zöldessárga többi sejtrel. A levél teljesen piros színét egyrészt az okozhatja, hogy az erek nagyon sűrűn hálózák be a levéllemezt, másrészt az, hogy az antocián már kis részben bekerült a

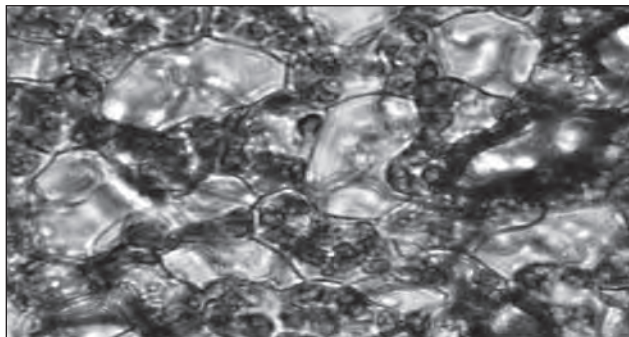
többi sejt sejtplazmájába is (ettől lehet a 7. ábrán lévő sejtek háttere sötétebb mint az előzőké). A 9. ábra a levélér sejtjeit mutatja nagy nagyításban.

A színanyagok megfigyelésére jó módszer a papirkromatográfiai vizsgálat is. Ezzel a módszerrel kivonhatjuk a pigmen-

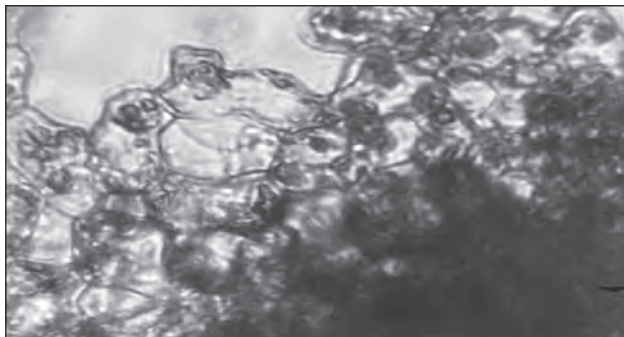


4. ábra. Antocián molekulák

teket egy levélből és különválaszthatjuk őket. Először alkohollal és kvarchomokkal szétdörzsöljük a darabokra vágott levelet. Az alkohol kitartó dörzsölés után átveszi a levél színét (oldja a festékeket). Az így kapott színes, alkoholos oldatot leszűrjük, majd föntről szűrőpapírcsíkot lógatunk bele. Ha a csíkot elég sokáig az alkoholban hagyjuk, a folyadék felfut rá, és a színanyagok különböző magasságokban kiválnak (attól függően, hogy melyik mennyire kötődik a papírhoz). Kipróbáltam az előbb említett három féle falevéllal ezt is. A zöld levél papírján jól látszott a különbség a klorofill és a xantofill között. A piros levélnél ugyan az egész papír nagyjából egyforma vörös színű lett, a tetején egy vékony sávban narancssárgás anyag látszódott. Az, hogy ez a két piros anyag az antocián és a karotin, sejthető, de egyszerűen be is bizonyítható. A bizonyítás alapja, hogy míg a karotin színe nagyjából állandó, az antociáné a környezet kémhatásától függően változik. A papírt a két sáv határan elvágtam és mindkettőtől leoldottam újra, ami rajta volt. Mindkét oldatot kettéosztottam, és a két-két részhez savat és lúgot adtam. Savas környezetben a színe egyiknek sem változott, lúgosban viszont mindkettő sárgás-zöldes lett. A csalóást okozó eredmény oka az lehetett, hogy az antocián valójában mindkét sávban benne volt, viszont a felsőben keveredett kevés karotinnal.



5. ábra. Zöld levél sejtjei 400-szoros nagyítással

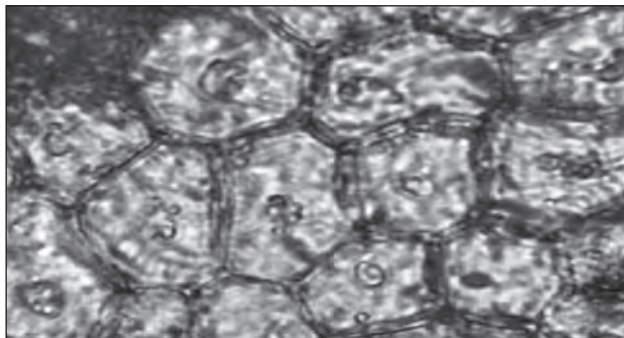


6. ábra. Sárga levél sejtjei 400-szoros nagyítással

A lombhullás

A lombhullató növények olyan éghajlatú helyeken terjedtek el, ahol a kialakult évszakok valamelyikében rendszeresen leromlanak az életkörülményeik.

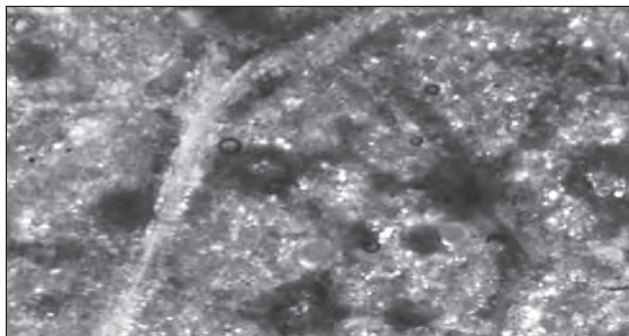
A növény szempontjából sok haszna lehet a lombhullásnak. A legfontosabb, hogy télen amikor kevesebbet süt a nap és fagyok is előfordulnak, a fotoszintézist már nem tudja folytatni. Onnantól hogy a klorofill lebomlik, gázcse-



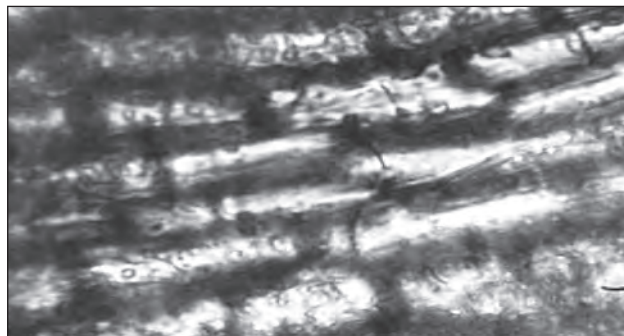
7. ábra. Piros levél sejtjei 400-szoros nagyítással

levélását az indítja be, hogy ősszel az auxinból egyre kevesebb, a másik két hormonból több termelődik. A levélalappal érintkező sejtjei és az ág sejtjei között a kötés gyengülni kezd egészen addig, amíg a legkisebb erő is (szél vagy gravitáció) le tudja szakítani.

Ezek tehát az okai annak, hogy augusztus végétől decemberig olyan sok és látványos változás megy végbe az erdők és parkok fás szárú növényein.



8. ábra. Antocián a piros levél ereiben 40-szeres nagyításnál



9. ábra. Antocián a piros levél sejtjeiben 400-szoros nagyításnál

rére sincs tovább szükség, így a levelek teljesen fölöslegessé válnak. A fagy miatt a levelek egyébként is tönkremennének, de így a fa még hasznosíthat anyagokat a levélből, és megtakarítja azt a sok vizet, amit a fotoszintézist már nem végző levelekbe vitt volna. Másik haszna a levelek lehullásának, hogy a leveleken lévő rovaroktól is megszabadul a növény.


A lombhullás hátránya, hogy így tavasszal az egyébként is már csak tartalékaiból élő fának vissza kell növesztenie a leveleket.

A levelek leválasztását három növényi hormon, az abszcizinsav, az etilén és az auxin szabályozza. Az auxin serkenti a sejtek hosszanti megnyúlását. Az etilén az öregedést gyorsítja, például az elvirágzást és a gyü-



10. ábra. Papírkromatográfiás vizsgálat (balról: zöld, sárga, illetve piros levél)

mölcsérést. Az abszcizinsav a növekedést és a sejtek megnyúlását gátolja. A levelek

Nekünk szerencsénk van ezen az éghajlaton, mert akik például a sivatagban, vagy a sarkvidék környékén élnek, valószínűleg soha nem látnak lombhullást. 

Irodalom

Dr. Haraszty Árpád – Dr. Hortobágyi Tibor – Dr. Kiss István – Dr. Suba János: Növénytan; Tankönyvkiadó, Budapest, 1977

Dr. Szalai István: Növényélettan; Tankönyvkiadó, Budapest, 1974

Biológia 10; Mozaik Kiadó; Szeged, 2013

<http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Antocian.htm>

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Antoci%C3%A1nok>

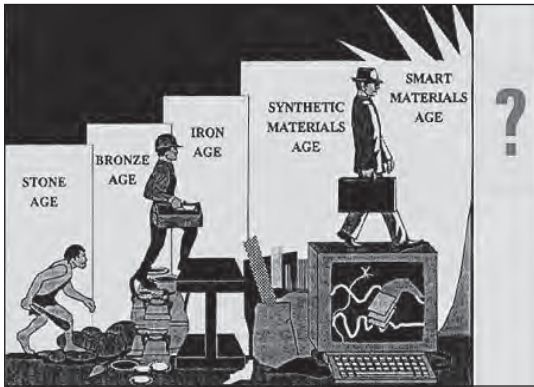
Intelligens folyadékok tulajdonságainak vizsgálata

TURCSÁN FRUZSINA

Dunaujvárosi Szakképzési Centrum
Rudas Közgazdasági Szakközépiskolája és Kollégiuma

Az intelligens anyagok az 1980-as évek végén jelentek meg először a tudományokban, ám az anyagtudományok fejlődésével ma már számos részletes ismeretöt találhatunk a témával kapcsolatban. Ezek az anyagok attól válnak különlegessé, hogy a felhasználójuk számára előnyös módon képesek reagálni a környezetükből származó hatásokra. Emiatt rendkívül széleskörű a felhasználási lehetőségük, de a hétköznapi emberek számára gyakran teljesen ismeretlenek.

Az intelligens anyagok egy részhalmaza az intelligens folyadékok, amelyekkel foglalkozom kutatásom során. A szabályozható viszkozitásuk miatt a modern mérnöki tudományok területén mára számtalan alkalmazásuk alakult

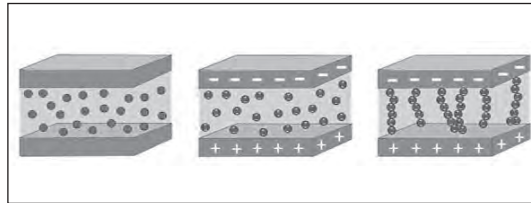


Fejlődés

ki. Mivel ezen alkalmazások még csak fejlesztés alatt állnak, ezért ezzel kapcsolatban méréseket végeztem én is a Pannon Egyetem Mérnöki Karának segítségével.

Intelligens folyadékok

E folyadékok megértéséhez valamelyest meg kell ismerkednünk azzal a tudományággal, amely a folyadékok tulajdonságaiával foglalkozik. Ez a reológia. A folyadékoknak csak egy kis csoportját, a newtoni folyadékokat lehet egyetlen viszkozitási együtthatóval jellemezni egy adott hőmérsékleten. Ezzel szemben a folyadékok egy másik csoportját a nem-newtoni folyadékok alkotják, amelyek viszkozitása változik. Ezen tulajdonságok vizsgálata érde-



ER folyadékok belső szerkezetének átrendeződése külső elektromos tér hatására

kében Eugene Cook Bingham és Markus Reiner 1929-ben megalapították a The Society of Rheology társaságot, amely azon anyagok viszkozitásának vizsgálatával foglalkozik, amik reagálnak a külső hatásokra.

Az intelligens folyadékoknak számos eltérő fajtája létezik. Az elektromoreológiai (ER) és magnetoreológiai (MR) folyadékok olyan különleges tulajdonságú ún. intelligens folyadékok, amelyek a felhasználó számára előnyös módon képesek reagálni külső hatásokra. Szerkezetük átrendeződik külső elektromos- illetve mágneses terek jelenlétében.

Elektromoreológiai folyadék (ER)

Az elektromoreológiai folyadék készítéséhez olyan szilárd, porszerű anyagot kell elkevernünk egy hordozó folyadékban, amelyek dielektromos állandója a hordozó közegénél nagyobb. Az egyik legegyszerűbben előállítható ER folyadék az étkezési olaj és a keményítő keveréke.

Egy ilyen folyadékot külső elektromos térbe helyezve azt tapasztaljuk, hogy a folyadék viszkozitása nagymértékben megnő. A jelenség magyarázata a külső tér hatására polarizálódott részecskében keresendő. A polarizált részecskék ugyanis egymás elektromos terének hatására igyekeznek úgy mozogni, hogy a pozitív pólusuk egy másik részecske negatív pólusa közelébe kerüljön. Ekkor a részecskék olyan párokba,

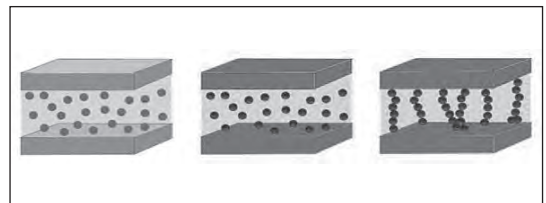
láncokba és oszlopokba rendeződnek, amelyeket az elektromos töltések közötti vonzóerő tart egyben.

Magnetoreológiai folyadék (MR)

A magnetoreológiai folyadék készítéséhez olyan szilárd, porszerű anyagot kell elkevernünk egy hordozó folyadékban, amelyek mágneses permeabilitása a hordozó közegénél nagyobb. Külső mágneses tér hatására az ER folyadékokéhoz hasonló módon részecsképarók, láncok és oszlopok alakulnak ki az MR folyadékokban is.

Mágneses gélek, elasztomerek

Léteznek továbbá mágneses gélek és elasztomerek is, amelyeket szintén az intelligens lágy anyagok körébe sorolhatunk. Ezek az elektromos hatásokkal mozgatható rugalmas anyagok egy csoportját képezik. Mechanikai állapotuk elektromágnesek által keltett mágneses térrel befolyásolható. Megfelelően megválasztott mágneses térrel könnyen nyújthatóak, formázhatóak és összehúzhatóak. Ezen tulajdonságok rendkívüli lehetőséget nyújtanak a lágy robotteknika vagy lágy műszaki szerkezetek kifej-

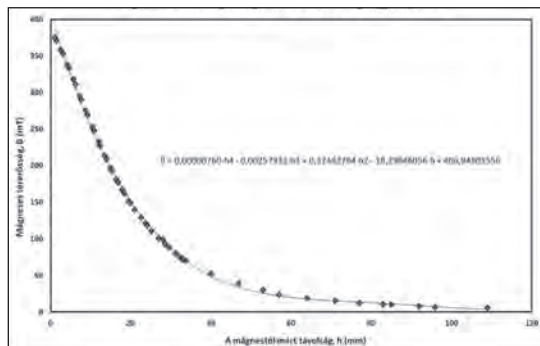


MR folyadékok belső szerkezetének átrendeződése külső mágneses tér hatására

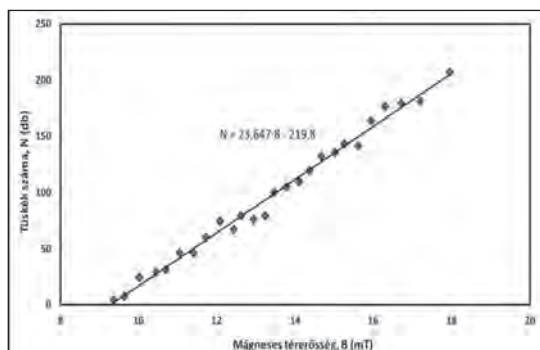
lesztésére. Megpróbálkozom a mágneses elasztomerekhez hasonló anyag házilagos elkészítésével, és mágneses térben való alakváltozásának mérésével is.

Intelligens folyadékok felhasználása

Ezeknek az intelligens anyagoknak a szabályozható viszkozitásuk miatt a



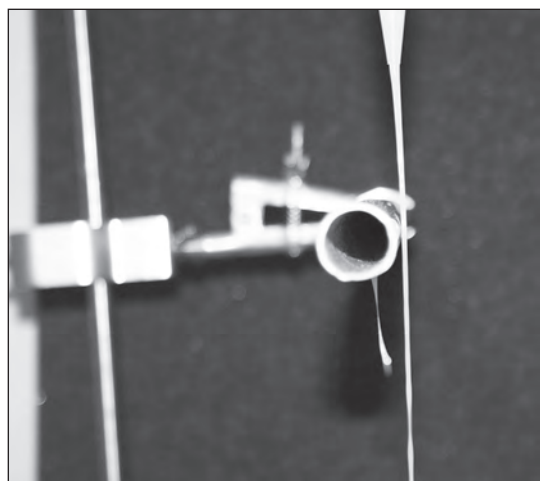
Mágneses térerősség a mágnesről mért távolság függvényében



Tűskék száma a mágneses térerősség függvényében



Áramforrás



Feltöltött vasrúd melletti eltérülés

modern mérnöki tudományok területén mára számtalan alkalmazása alakult ki. Felhasználják például gépjárművek lengéscsillapítójában, mosógépek rezgésének csillapítására, léptetőmotorok belengésének redukálására, fékekben, kuplungokban nyomtatókátvitelre, vagy éppen az orvostudományok terén a mesterséges izmoknál.

Méréseim

E folyadékok meglehetősen széleskörű felhasználása, különleges tulajdonságai arra ösztönöztek, hogy méréseket végezzek velük. Kutatásom kezdetekor a céloom az volt, hogy közelebb kerülhessek a folyadékokhoz, és több dolgot tudhassak róluk. Most már azt szeretném elérni, hogy minél többen el tudják érni ezeket, akár háziilag is el tudják készíteni, valamint fel tudják használni.

I. mérés

Első mérésem az MR folyadékokhoz kötődik. A mágneses térerősség változásának a tűskeszámra való hatását vizsgáltam. A mérés során MR folyadékként ferrofluidot használtam. A ferrofluidum egy olyan MR folyadék, amely nem ülededik le. Ennek oka a részecskék mérete. A ferrofluid részecskéi nanométeres méretűek, ezáltal jellemző rájuk a Brown-mozgás, ennek következtében pedig nem ülednek le. Ezzel szemben egy háziilag elkészített finom vaspör és olaj elegyében a vaspör túl nehéz a Brown-mozgás fenntartásához, egy bizonyos idő elteltével leülepszik.

Első lépésként ki kellett mérnem a mágnes térerősségét a mágnesről egyre távolodva. A mágnesen megjelöltem egy pontot, és minden esetben az afölötti térerősséget jegyeztem fel, a magnetómetert pedig egy állvány segítségével fokozatosan nagyobb távolságra helyeztem a mágnesről. Minden esetben feljegyeztem a mágnes és a mérőműszer távolságát, valamint a mért értéket. Az adatokat számítógép segítségével elemeztem.

A kísérleti adatokat legjobban leíró görbe egy negyedfokú polinom volt, amelyet az Excel trendvonal illesztésével határoztam meg. Ez az egyenlet a mérési tartományban jó közelítéssel megadja a térerősség értékét a mágnesről való távolság függvényében.

Ezek után a mágnes és a ferrofluidumot egy állványra helyeztem, pontosan egymás fölé. Egy tolómérő és egy kengyeles mikrométer segítségével pontosan meghatároztam a minta mágnesről való távolságát (a felső falap és a mintatartó üveg vastagságát is figyelembe vettem). A mágnes alá ismert vastagságú rézlemezeket helyezve egyre csökkentettem a mágnes-minta távolságot, és minden helyzetben fotót készítettem a ferrofluidum felszínéről.

Későbbi adatelemzés során meghatároztam a felszínen kialakult tűskék számát, és grafikonon ábrázoltam annak függését a mágneses térerősség értékétől. A tűskék száma 9 mT-ás térerősség felett gyorsan nőtt, 15 mT-ás térerősség esetén pedig 200 feletti tűskeszám adódott. A tűskeszám és térerősség között jól látható lineáris összefüggés fedezhető fel.

II. mérés

Második mérésem az ER folyadékokhoz kötődik, ahol egy feltöltött rúd mellett elfolyatott ER folyadék eltérülésének szögét vizsgáltam.

Első lépésként különböző koncentrációjú ER folyadékokat kevertem ki keményítőből és étolajból. Ezután a legnagyobb tömegszázalékos anyagot választottam ki mérésre, hiszen ettől vártam a legnagyobb eltérülést.

Először egy fém rudat töltöttem fel állandó áramforrásról, így folyamatosan és pontosan tudtam szabályozni a feszültséget.

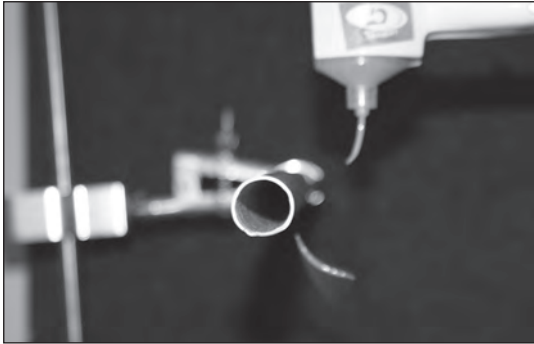
Amikor elfolyattam mellette az ER folyadékot, azt vártam, hogy viszonylag kis feszültség alatt is eltérül a folyadék. Ezzel szemben azt tapasztaltam, hogy 5000 V-on sem térült el a folyadék.

A probléma megfejtése érdekében kipróbáltam, hogy műanyag rúd, dörzsöléssel való feltöltése során ugyanezzel a koncentrációjú folyadékkal tapasztalok-e eltérést.

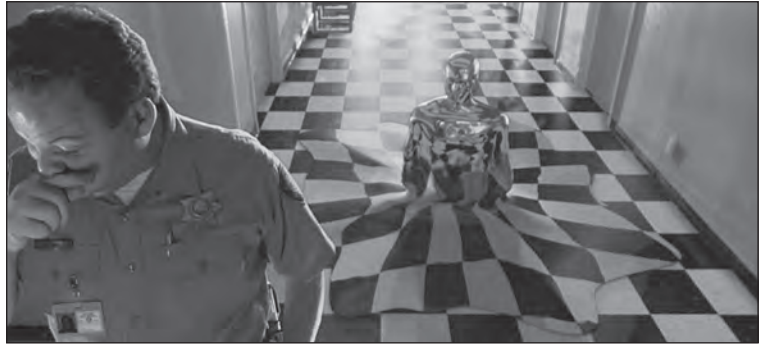
Ekkor csak kisebb eltérést tapasztaltam, így a mérést el fogom végezni úgy, hogy Van de Graaff-generátor segítségével töltöm fel a műanyag rudat és így folyamatosan el mellette a folyadékokat különböző koncentrációban.

További tervek

Kutatásom folytatásképpen számos új mérést tervezek mind magnetoreológiai, mind elektromechániai folyadékokkal kapcsolatban.



Dörzsöléssel feltöltött műanyag rúd melletti eltérülés

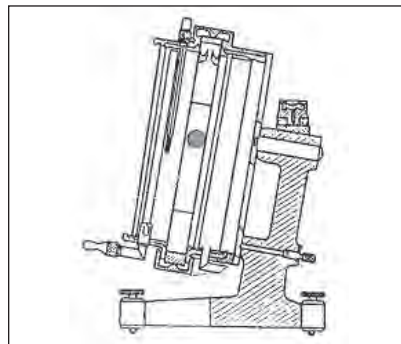


Terminátor 2 – alakváltó fém

Az egyik az ER folyadékok viszkozitására terjed ki. Itt az elektromos térerősséggel való összefüggését vizsgálom. Höppler-féle viszkozimétert használok a mérésekhez. A mérésem során ezt a viszkozimétert én fogom elkészíteni, amelynek lényege az lesz, hogy a két elektróda között is könnyen tudjak vele mérni. Második lépésként a precíz arányokban elkészített folyadék viszkozitását megmértem elektromos tér nélkül. Ezek után megismétlem ezt különböző erősségű elektromos terekkel. A mért adatokat számítógép segítségével fogom elemezni.

Az eddigiekben már készítettem ER folyadékot, háztartási keményítőtől és étolajból. Az ideális összetétel meghatározása további méréseket igényel, amelyet majd a saját viszkoziméter felhasználásával fogok elvégezni.

Ezen kívül a háziilagos MR folyadék elkészítését is megpróbáltam. Ehhez étolajat és finom vasport használtam. A pontos arányok megállapítása további méréseket igényel.



Höppler-féle viszkoziméter

Az intelligens folyadékok egy másik fajtájával is tervezem foglalkozni, az ún. nem-newtoni folyadékokkal. Házilag ez is könnyen előállítható, az ER folyadékokhoz hasonlóan keményítő és egy folyadék elegye, ám itt a folyadék nem étolaj, hanem víz.

Szeretném kutatásommal elérni, hogy többen megismerjék az intelligens folyadékokat és jobban megismerjük ezekben az anyagokban rejlő lehetőségeket. 📧

Irodalom

- Zrínyi Miklós: A huszonegyedik század anyagai: az intelligens anyagok. Magyar Tudomány
Zrínyi Miklós: Intelligens anyagok, Magyar Tudomány, 1999/6.
Smart Materials: Emerging Markets for Intelligent Gels; Ceramics; Alloys; and Polymers. Technical Insights, Inc., 2002.
Philip Ball: Smart Staff, Department of Materials, University of Oxford
Tibor Medvegy: Investigation of smart fluid properties in secondary schools.
In: Leoš Dvořák and Věra Koudelková (editors) ICPE-EPEC 2013 Conference Proceedings. pp. 1246-1253. Prague 2014
Medvegy Tibor: Intelligens folyadékok, elektro- és magnetoreológiai fluidumok a középiskolában Juhász András, Tél Tamás (szerk.): A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban konferencia-kiadvány. pp. 189-194. Budapest 2013
Fehér József, Szilágyi András, Varga Zsolt, Filipcsei Genovéva és Zrínyi Miklós: Elektromos térre érzékeny folyadékok és elasztomerek I. Magyar Kémiai Folyóirat - Összefoglaló közlemények

Vajon mekkora az ökológiai lábnyomunk?

ÓDÉ BIANKA

Gödöllői Református Liceum Gimnázium

Egy általam tisztelt ember egyszer azt mondta: az, amit kapunk, ajándék. Arra pedig mindenki vigyáz. A Földet nem egy ember „csettintette” a semmibe, hanem kaptuk. Mégis eltörjük egy hatalmas „Fejlődés és igények” márkanévvel illetett bakancsbal. Emiatt kezdett el érdekelni a környezetvédelem. Tenni akartam valamit... akármit, hogy ezt mások szívévé is tegyem.

Amikor kutatásaim elején néhány embert megkérdeztem, hogy tudják-e, mi az az ökológiai lábnyom, a többség furcsán nézett rám, majd rávágta, hogy nem. Aztán el-



mondtam nekik. Meglepődtek: ilyen is van? Sokan elhessegetik a téma kellemetlenségét, mondván: ott a Greenpeace meg a többi természetmániás, akik fához láncolják magukat és az bőven elég. Sokan úgy tesznek, mintha a természetvédő szervezetek megoldhatnák a globális felmelegedés, a vízszennyezés vagy az erdőirtás problémáját. Azt gondoljuk, hogy mi csak vízcseppek vagyunk a tengerben ahhoz, hogy tegyünk is valamit a Föld védelmének érdekében. Nézzük a katasztrófákról szóló híradásokat, elszorul a torkunk, majd átkapcsolunk egy másik adóra, és elfelejtünk mindent.



Égető problémák

De nemcsak a környezetvédő csoportoknak vannak eszközeik óvni a bolygónkat, hanem nekünk is. Nem kell nagyban gondolkodnunk, elég, ha kicsiben kezdjük, a közvetlen környezetünkben. Nem arról van szó, hogy önmegtartóztató, lemondásokkal tűzdelt életet kell élnünk, csupán mértéket kell szabnunk. Ebben segít ökológiai lábnyomunk ismerete.

A számítás alapkoncepcióját kanadai ökológusok, *William Rees* és *Mathis Wackernagel* (1996) dolgozták ki. Ökológiai lábnyomunk megmutatja, hogy mekkora föld- és vízterület képes évről évre újratermelni egy ember vagy közösség erőforrásigényét, semlegesíteni a károsanyag-, és hulladékkibocsátást a fennálló gazdasági helyzet figyelembe vételével. Ezt az értéket globális hektárban (gha) fejezzük ki, ami az igénybe vehető 11,2 milliárd hektáryi terület átlagos produktivitása (Tenk, 2010). Egy személy ökológiai lábnyoma függ az általa felhasznált javaktól, valamint attól, hogy ezeket milyen mennyiségű természeti erőforrás segítségével lehet előteremteni, tehát a javak előállításának hatékonyságától. Ennek alapján egy ember ökológiai lábnyoma leírható az alábbi egyenlettel, globális hektárban kifejezve:

Ökológiai lábnyom

(ÖL) = fogyasztás × hatékonyság (gha/fő)

Egy közösségé:

ÖL közösség = népesség × fogyasztás × hatékonyság (gha)

Fel kell mérnünk, hogy a különböző területtípusokból hány globális hektár elégségit ki igényeinket. A figyelembe vett területtípusok: szántó, legelő, erdő, halászfertő, az infrastruktúra által elfoglalt terep.

Ezekkel az adatokkal viszont elég nehéz dolgozni, ezért helyettük általában az emberi szükségletek elemeit vesszük figyelembe:

- a lakást;
- az élelmiszerfogyasztást;
- a közlekedést és szállítást;
- a fogyasztási cikkeket és szolgáltatásokat.

Amikor egy ország fogyasztását próbáljuk meghatározni, akkor a felsoroltakon kívül annak kereskedelmére, turisztikai helyzetére is gondolnunk kell. Ugyanis az import növeli (más országok természeti adottságaiból...), míg az export csök-

kenti az ökológiai lábnyomot. Emellett kutatásaim során az azal az érdekességgel is találkozottam, hogy egy turista fogyasztását vagy egy repülő tanokolását is abban az országban számolják el, ahol az történt. Ennek következtében a népszerű turisztikai célpontoknak nagyobb az ökológiai lábnyomuk (Tenk, 2010).

Egy nemzet ökológiai lábnyomát összevethetjük az adott terület biológiai kapacitásával (BL). A biológiai kapacitás a szőben forgó terület eltartó képessége, a rendelkezésünkre álló föld- és vízterület maximális hozama. Ez csupán elvi érték, hiszen változhat (pl. Törökország egy főre eső biológiai kapacitása 1986-ban kb. 2 gha, 2007-ben már csak 1,5 gha volt a Global Footprint Network (GFN) szerint.) Egy kiváló, termékeny terület akár több hektár kevésbé jó vagy nehezen, akár egyáltalán nem megközelíthető területet is helyettesíthet. Mivel minden ország rendelkezik igénybevehető föld- vagy vízterületekkel, kénytelenek a természeti adottságokban gazdagabb területek biológiai kapacitását még jobban kihasználni, hogy fenntarthatassák magukat (Tenk, 2010).

Ha az ökológiai lábnyom értéke meghaladja a biológiai kapacitását, abban az esetben beszélhetünk az ökológiai deficitről (ÖD), a „túllövésről”. Ezt az ökológiai hiányt az ÖL és BL különbségéből kapjuk meg: ÖL nemzet - BL nemzet = ÖD. Ekkor



Szegény Afrika

az adott terület már nem képes hosszú távon eltartani az őt igénybe vevő társadalmat. Ebben az esetben már a jövő nemzedékeinek készleteit dezmáljuk meg, ezzel elvéve tőlük egy nyugodtabb élet lehetőségét.

Összehasonlítottam az előző évek adatait, és azt vettem észre, hogy míg a világ biológiai kapacitása időről időre csökken,

addig az egy főre jutó ökológiai lábnyom folyamatosan nő. A XX. század elején az egy főre jutó biológiai kapacitással rendelkező földterület 5 gha volt, ez 2010-re kevesebb, mint 2 gha-ra csökkent, ezzel szemben egy átlagos ember ökológiai lábnyoma 1961 óta 1,7 gha-ról 2,7 gha-ra növekedett (Ewing és mtsi. 2010). Aktuális adatok felhasználásával kiszámítottam, hogy az egy főre jutó produktív (termelőképes) földterület 2015-ben már 1,6 gha-ra csökkent.

Életünknek szinte minden területét az energiaforrásokra alapozzuk, de feltette bárki is a kérdést, hogy mi lesz akkor, ha az ezekből fakadó kényelmünk megszűnik? Mert valljuk be, a hétköznapi emberek közül nagyon kevesen foglalkoznak ezzel, miközben ez a kérdés az egész földi



Népek tengere

civilizáció gondja. Saját társaink, más országok és a jövő elől vesszük el egy nyugodtabb élet lehetőségét azzal, hogy többet vesszünk el bolygónk kincseiből, mint ami nekünk jutna, ráadásul tesszük ezt úgy, hogy még a jog, a törvények sem akadályozzák meg. Gazdaságunkat fenntartható fejlődési pályára kell állítani, amibe nem igazán fér bele az effajta mohóság. Az utóbbi két évszázadban jelentősen megnövekedett az energiaigény, és ma is folyamatosan nő. Ennek okai a népesség növekedése, a fogyasztói társadalom megjelenése, az urbanizáció, a közlekedés fejlődése, valamint az ipari termelésre való megnövekedett igény. Fejlődünk..., de milyen áron?

Munkám további részében több szinten végeztem vizsgálatokat. Kíváncsi voltam a kontinensek, az országok és közvetlen környezetem ökológiai lábnyomára. Érdekelt, mink maradt, amit még mindig képesek vagyunk kockára tenni, és mi az, ami ezzel szemben a mérleg másik serpenyőjében egyre csak gyűlik és gyűlik, és a mélybe lökheti az emberiséget. Ehhez a munkához Ewing és munkatársai (2010) könyvét használtam forrásként.

I. Az összehasonlítást a kontinensekkel kezdtem.

Az *afrikai* emberek lényegesen kisebb (1,41 gha/fő) ökológiai lábnyomot hagynak a világtátlagnál (2,7 gha/fő). Ennek oka, hogy az ott élők nagy része kevés élelmiszert fogyaszt, életszínvonaluk sem magas, ezért kevesebb energiát fogyasztanak, így kisebb a CO₂-kibocsátásuk. Afrika jellegzetessége az is, hogy az egy főre jutó biológiai kapacitása (1,48 gha/fő) még nagyobb az ökológiai lábnyománál.

Ázsia átlagában az ökológiai lábnyom (1,78 gha/fő) kisebb a világtátlagnál, de egyes országai között nagy különbség figyelhető meg: az Egyesült Arab Emírségekben az ökológiai lábnyom 10,7, míg Pakisztánban 0,77 globális hektár lakosonként. Az ökológiai lábnyom a kontinens átlagában és legtöbb országában jelentősen meghaladja a biokapacitást (1,78 vs. 0,82 gha/fő). A legnagyobb mértékű ökológiai túllövés Szingapúrban van. Itt az egy lakosra jutó ökológiai lábnyom 5,34 gha, a biológiai kapacitás pedig csak 0,02 gha. Ázsiában az ökológiai lábnyom kialakulásáért legnagyobb arányban (54%) a szén-dioxid-kibocsátás felelős. Az elmúlt 50 évben Ázsiában nemcsak a népesség növekedett, hanem az életszínvonal változásával az egy lakoshoz kapcsolható ökológiai lábnyom is közel 40 %-kal lett nagyobb. A kontinenseket összehasonlítva, a biológiai kapacitás, egy átlagos ember életlehetőségeinek összessége az ázsiai kontinensen a legkisebb.



Kínai szmog

Egy *európai* lakos ökológiai lábnyoma (4,68 gha/fő) 173%-kal haladja meg a Föld átlagát. Országonként azonban Európán belül is nagy a különbség: Moldova 1,4 gha/fő, Dánia 8,3 gha/fő. Európában az ökológiai lábnyom nagysága mintegy 50%-kal haladja meg a biológiai kapacitás (2,89 gha/fő) nagyságát. Hollandiában alakult ki a legnagyobb túllövés (ÖL=6,19 gha/fő vs. BL=1,03 gha/fő; Túllövés: -5,16 gha/fő). Az ökológiai lábnyom méretének kialakításáért több mint 50%-ban a szén-dioxid-kibocsátás a felelős.

Latin-Amerika biológiai kapacitása óriási, egy lakosra vetítve itt a legnagyobb

a Földön (5,47 gha/fő). Az ökológiai tartalékot jelzi, hogy az ökológiai lábnyom nagysága (2,58 gha/fő) szinte csak fele akkora, mint amekkorát a biológiai kapacitás megengedne. E térség országai között



Amerika a magasban

is megfigyelhető különbség. Például, amíg Brazília rendelkezik a legnagyobb ökológiai tartalékkal (BL=8,98 gha/fő) a Földön egy főre vetítve, addig Mexikóban már számottevő túllövés alakult ki (túllövés=-1,47 gha/fő). A világtátlagtól eltérően itt kisebb arányban, csak 35%-ban okolható a szén-dioxid-termelés az ökológiai lábnyom nagyságáért.

Észak-Amerikának a legnagyobb az ökológiai lábnyoma, közel háromszorosa a Föld átlagának (7,9 vs. 2,7 gha/fő). A szén-dioxid-kibocsátás okozta karbon lábnyom aránya is itt a legnagyobb arányú (67%) a Földön. A természeti lehetőségek korlátait jelzi, hogy Észak-Amerikában az ökológiai lábnyom csaknem 60%-kal nagyobb a biokapacitásnál (BL=4,93 gha/fő).

II. A kontinensek vizsgálatát követően összehasonlítottam 30, ezekből a régiókból származó országot, illetve választ kerestem a köztük lévő különbségekre.

A harminc ország közül a 10 legnagyobb és a 10 legkisebb ökológiai lábnyommal rendelkező országot kiemelten megvizsgáltam. Először átfogóan, az egész államra kiterjedően vizsgáltam, majd az átlagos egy főre jutó értékeket is tanulmányoztam. Az Egyesült Államok 2809,7 millió gha-ral az első, Kína pedig 2786,8 millió gha-ral a második helyen áll az országok között. Őket követi India (986,3 millió gha), Oroszország (536,4 millió gha), Németország (349,5 millió gha), Nagy-Britannia (319,2 millió gha), Franciaország (298,1 millió gha), Indonézia (211,3 millió gha), Ausztrália (157,4 millió gha) és Thaiföld (136,9 millió gha). Ezek az országok egy-két kivételt leszámítva ugyanazokkal a jellemzőkkel

rendelkeznek. Viszonylag nagy a területük, jelentős az ásványkincs-és nyersanyag-készletük, fontos a szerepük a közlekedésben és az iparban is. Az Egyesült Államok és Kína, valamint az európai államok és

Ausztrália nem okoztak meglepetést, várható volt, hogy az élen foglalnak majd helyet az országok közötti összehasonításban. Azonban India, Indonézia és Thaiföld esetében nem ilyen eredményre számítottam. Annak ellenére, hogy ezeken a helyeken a mezőgazdaság dominál az iparral szemben, a lakosság nagy része is ebben a gazdasági ágban dolgozik és az urbanizáció sem számottevő. Ez a három ország a leghatalmasabb ökológiai lábnyommal rendelkezők

közé tartozik. Ki akartam deríteni, hogy miért. Mind a három országban az ökológiai lábnyom kialakításáért 35–40 %-ban a szén-dioxid-kibocsátás felelős, ami az intenzíven fejlődő iparból, a fosszilis energiahordozókkal működő hőerőművekből és a közlekedésből származik. Ökológiai lábnyomuk nagyságát ezen kívül meghatározza a növénytermesztés nagy részese-dése a mezőgazdaságból (35–40%), illetve Indonéziában és Thaiföldön a halászat nagy súlya (25%) is.

Az egy lakosra jutó ökológiai lábnyom alapján az előbbi országsorrend átalakult. A legnagyobb ökológiai lábnyomúak a következők: USA (9,4 gha/fő), Ausztrália (7,7 gha/fő), Nagy-Britannia (5,3 gha/fő), Franciaország (4,9 gha/fő), Németország (4,2 gha/fő), Oroszország (3,7 gha/fő), Kína (2,2 gha/fő) Thaiföld (2,3 gha/fő), Indonézia (1,21 gha/fő), India (0,9 gha/fő). Észrevettem, hogy a legnagyobb ökológiai lábnyomú országok közül az USA és Németország helye nem változott meg, egy lakosra jutó ökológiai lábnyomuk is elég magas a többiekéhez képest. Míg Ausztrália előrébb, addig Kína és India hátrébb kapott helyet népességük száma miatt.

A kiválasztott 30 ország közül a legkisebb ökológiai lábnyomú országok csökkenő sorrendben a következők: Bulgária (21 millió gha), Mozambik (18,5 millió gha), Tunézia (17,9 millió gha), Szlovákia (17,8 millió gha), Elefántcsontpart (16,2 millió gha), Horvátország (14,6 millió gha), Kambodzsa (13,3 millió gha), Új-Guinea (12 millió gha), Szlovénia (8,8 millió gha), Haiti (4,6 millió gha). Ezen országok gazdasága az Egyesült Államokhoz, vagy akár Kínához képest sokkal kisebb vagy fejletlenebb. Sokukban a mezőgazdaság dominál az iparral szemben (pl.: Haitiben). Azonban azt is észrevehetjük, hogy ezeknek az országoknak egy része nem a környezettudatos élete miatt rendel-

kezik kedvező eredménnyel, hanem alacsonyabb életszínvonala miatt.

Magyarország biológiai adottságai, kapacitása (2,23 gha/fő) már nem elegendő ahhoz, hogy az ország ökológiai lábnyomának (2,99 gha/fő) szükségletét kielégítse. Magyarország biokapacitásának kétharmadát a szántóföldek, egynegyedét az erdők adják. Az ökológiai lábnyomban is fontos a művelt földterületek részesedése (22%), de alapvetően a nagy szén-dioxid-kibocsátás (75%) határozza meg nagyságát.

Az országok népességszáma, az egy lakosra jutó ökológiai lábnyom és a Föld elartó-képessége alapján szemléltettem azt is, hogy elviekben hány darab Föld bolygóra lenne szükségünk, ha mindenki olyan módon élne, mint a kiemelt országok lakosai.

Ország	Hány Föld kellene, ha mindenki így élne, mint ebben az országban
USA	5,2
Nagy-Britannia	2,9
Magyarország	1,9
Kína	1,2
India	0,5

Kutatásomban szerettem volna választ kapni arra is, hogy mely mérhető társadalmi, gazdasági indexekből lehet legjobban következtetni egy-egy ország ökológiai lábnyomára.

Az ökológiai lábnyom nagyságára több tényező is hat. Így a születéskor várható élettartam, az írástudás, az oktatás és az életszínvonal. Ezeket a tényezőket foglalja magába a Human Development Index (HDI; emberi fejlettségi index), amely mutatót az ENSZ már több évtizede használja. A HDI számításánál a következőket veszik alapul:

1) A hosszú és egészséges életet, amelyet a születéskor várható élettartam értékén keresztül ragadhatnak meg.

2) Az oktatásban megszerzett tudást, amelyet a 15 éven felüliek írni-olvasni tudásával (kétharmados súllyal), valamint a kombinált iskolázottsági aránnyal (alap- közép- és felsőfokú iskolázottság összevont mutatója) jellemezhetünk.

3) A tisztességes életszínvonalat, amelyet a vásárlóerő-paritáson (PPP) dollárban számított bruttó hazai termékkel (GDP) mérünk, egy főre jutó GDP-ben kifejezve.

Kíváncsi voltam az ökológiai lábnyom nagysága és a HDI közötti kapcsolat szoroságára. Ezért a 30 ország ezen adataiból korrelációt számoltam (Microsoft Excel), melynek értéke $r=0,796$, ami szoros kapcsolatra utal a két adat között. Tehát a HDI általában a magasabb értékű ökológiai lábnyomú országoknál lesz a legnagyobb. Ám a legkisebb ökológiai lábnyomú országok közt is

akad olyan, ahol jól élnek az emberek. Pl.: Bulgáriában az egy főre eső ökológiai lábnyom 2,7 gha, a HDI pedig 0,82 értékű, ami jó eredménynek számít.

Ezt követően megvizsgáltam, hogy a HDI indexet képező alapadatok (analfabétizmus, várható élettartam, GDP) és a gazdaság erejére utaló egyéb adatok (1 főre jutó villamos energia felhasználása és gyermekhalandóság) közül melyik mutatja a legszorosabb kapcsolatot az ökológiai lábnyom nagyságával. Ehhez az elemzéshez a World Bank 2012-es, a Gfomag 2013-as, a world.bymap 2014-es, valamint az infoplease 2009-es adatait használtam. Számításaim alapján a legnagyobb mértékben a villamosenergia-használat befolyásolja az ÖL méretét. Erre a köztük lévő



Rizstermesztés

$r=0,87$ értékű korreláció alapján következtettem. Az egy főre jutó GDP nagysága is erős kapcsolatban van az ÖL-al, amit az $r=0,75$ -ös korreláció jelez. Egy-egy országban az ökológiai lábnyom méretével közepesen erős, negatív korrelációban van az analfabétizmus és a csecsemőhalandóság is. Ennek értéke mind a két mutató esetében: $r=-0,69$. Tehát az utóbbi két érték pont a fejletlenebb országokban a legmagasabb (pl.: Elefántcsontparton: 87,4 %), ahol az ott élő embereknek a legkisebb az ökológiai lábnyomuk.

Munkám harmadik részében *diáktársaim és családjuk* körében végeztem ökológiai lábnyom felmérést a <http://www.kothalo.hu/labnyomsegitsgevel>. Különböző évfolyamokból, 8., 9. és 10. osztályosok közül 128-an és szüleik töltötték ki egy ökológiai lábnyom tesztet. A tesztben a következő kérdéseket tettem fel:

- Mekkora otthonában az egy főre jutó terület?
- Mivel fűti a házat?
- Az alábbiak közül (pl.: víztakarékos WC, esővízhasználat) melyik víztakarékos megoldást alkalmazza?

- Milyen építőanyagból épült a háza?
- Mennyi zöldséget és húst eszik egy héten?

- Egy héten hányszor eszik otthon készített ételt? (1 hét kb. 21 étkezés)

- Ha ételt vásárol, igyekeznek hazai/ helyi termékeket venni?

- Milyen járművet használ?

- Mivel jár általában iskolába/munkába?

- Használ-e tömegközlekedési eszközt?

- Hol volt az elmúlt évben nyaralni? (a legtávolabbit jelöld be)

- Hány nagyobb háztartási beruházása volt az elmúlt 3 évben?

- Milyen gyakran dönt energiatakarékos berendezések mellett?

- Igyekeznek ön háztartásában csökkenteni a hulladékot?

- Komposztál-e ön a háztartásában?

- Újrahasznál-e ön bármilyen hulladékot, vagy gyűjti-e azokat szelektíven?

- Hetente hány zsák szemetet keletkezik a háztartásában? (10–20 liter)

Egy családon belül több kérdésre is ugyanazok a válaszok születtek a közös lakóhely miatt, kivéve a közlekedés és táplálkozásra vonatkozó pontokban. A tesztet kitöltő családok közül 40-en fűtik otthonukat földgázzal, ugyanennyien pedig vegyes tüzeléssel (megújuló és nem megújuló energiaforrások vegyesen). Ennél már lényegesebben kevesebben használnak távfűtést (11), megújuló energiaforrásokat (11) és villamos energiát (14 család). A többség használ otthonában valamilyen energia- vagy víztakarékos berendezést. Bár a legtöbb család hetente két vagy több zsák szemetet termel, jó tudni, hogy lehetőség szerint próbálnak újrahasznosítani, komposztálni, amit tudnak. Az elmúlt évben többségüknek maximum három nagyobb háztartási beruházása volt, azonban elenyésző számban fordulnak elő azok, akik belföldi úti cél helyett a külföldet választották volna.

Azt figyeltem meg, hogy a felnőttek többsége saját autóval jár munkába, közülük is inkább a férfiak. Míg tíz férfi közül kettő részesíti előnyben a tömegközlekedést, addig a nők közül tízből heten. A nők kevesebb hústerméket esznek a férfiakhoz képest, és gyakrabban fogyasztanak otthon készült főtt ételt. Mivel a többi kérdésre adott válaszok azonosak voltak, ezeknek az eredményeknek köszönhető, hogy egy felnőtt nő átlagos ökológiai lábnyoma 3,062, míg egy férfié 3,32 gha/fő. A felnőttek

összesített eredményeinek átlaga pedig 3,19 gha/fő. Ez az érték meghaladja a világlátlagot (2,7gha/fő), de a magyar átlagot nem (3,5 gha).

A megkérdezett diákok szinte 100%-ának nincsen még vezetői engedélye, így saját járműve sem. A tesztet kitöltők nagy része tömegközlekedéssel jár be az iskolába a környező városokból, de vannak olyanok is, akik autóval munkába induló szüleik társaságában. A helybeliek egy részét szüleik viszik autótól iskolába, de vannak, akik inkább a kerékpárt vagy a gyaloglást részesítik előnyben.

A tesztet kitöltők több mint fele normál mennyiségű húst és zöldséget eszik. A fiúk körében gyakran előfordult az a válasz, miszerint több hústerméket fogyasztanak, mint zöldséget, míg a lányok esetében a „kevés húst eszem” válasz dominált. Az iskolánkban egy átlagos gimnazista osztály tanulójának 90%-a az iskolában ebédel. Így, habár ideje nagy részét nem otthon tölti, gyakran jut főtt, illetve otthon készült ételhez. A válaszok szerint átlagosan 14-18 alkalommal egy héten. Viszont ennek ellenére szinte mindenki naponta megfordul a büfében vagy a pékségben. A lányok átlagos ökológiai lábnyoma 3,011, a fiúké 3,11 gha/fő. A diákoké együtt 3,06 gha/fő. Tehát egy diák ökológiai lábnyoma – bár csak kicsivel tér el – kisebb egy felnőtténél. A diákok ökológiai lábnyoma is meghaladja a világlátlagot és kisebb a magyar átlagnál. A legkisebb ökológiai lábnyom a diákok értékei közül való: 2,4 gha/fő. A legmagasabb érték mind a felnőtteknél, mind a diákoknál is előfordult, ami 4 gha/fő volt.

Végezetül összegyűjtöttem néhány javaslatot az emberi szükségletek alapján ökológiai lábnyomunk csökkentésére:

Lakás

- Ha még házépítés előtt állunk, javasolt, hogy olyan anyagokból épüljön (legalább részben), melyek lebomlanak a természetben, mint például a fa, vályog.
- Használjunk energiatakarékos berendezéseket, mint például energiatakarékos izzókat.
- Takarításkor részesítsük előnyben a természetes alapú tisztítószereket.
- Ha fával fűtünk, akkor olyan berendezést használjunk, ami másodlagos égésterrel rendelkezik, utánégetéses alapon működik.
- Vegyük figyelembe a természet nyújtotta lehetőségeket, mint amilyen az esővíz. Tisztítást követően számos feladatra használhatjuk.

Élelmiszerfogyasztás, fogyasztási cikkek, hulladék

- Válasszunk hazai termékeket! Minél közelebből származik egy termék, annál kevesebb CO₂ jut a levegőbe a szállításakor.
 - Ügyeljünk arra, hogy amit megvásárolunk, ne legyen túlsomagolva. Ezeknek a műanyag csomagolásoknak az előállítása hatalmas energiát igényel, ráadásul nem bomlik le a természetben.
 - Hordjunk magunkkal kosarat vagy vászonszatyrot, és hanyagoljuk a műanyag szatyrokat, zacskókat.
 - Vásároljunk piacon vagy kiskereskedésekben és mindig csak a szükséges holmit! A nagy bevásárlóközpontokat általában a város olyan pontjára telepítik, amit gyalog/biciklivel nehezen közelíthetünk meg. Bár úgy látszik, az árak alacsonyabbak, mint egy kisboltban, az odajutás során elfogyasztott benzin több száz forintal megnöveli kis kiruccanásunk árát.
 - Figyeljük a címkéket! Ne vegyünk olyan dolgokat, amik az egészségünkre káros anyagokat tartalmaznak, inkább vásároljunk elsősorban természetes alapanyagokból álló termékeket, mint például ökoszappanokat.
 - A keletkező hulladékot gyűjtjük szelektíven és komposztáljuk!
- #### Közlekedés
- Ahova csak tudunk, menjünk gyalog, kerékpárral vagy tömegközlekedéssel! Ez vonatkozik nyaralásainkra és szüneteinkre is. Ha autóval utazunk, tegyük társaságban, ne egyedül! Bár repülővel gyorsabban elérünk egy-egy helyre, tudnunk kell, hogy ez a közlekedési forma nagyban hozzájárul az ökológiai lábnyom méretének növekedéséhez.

2006-ban a WWF (World Wide Fund for Nature) bejelentette, hogy annyi természeti erőforrást használtunk fel egy év alatt, amennyi csak 1 év és 3 hónap alatt lett volna képes újratermelődni. 2010-ben a Global Footprint Network (GFN) szerint kevesebb, mint kilenc hónap alatt sikerült felélnünk, amit a Föld egy év alatt megtermelt. Amennyiben a hozzáállásunk nem változik, az ENSZ szerint a 2030-

Ökoszappan



as években már két Föld bolygó biológiai kapacitására lesz igényünk (Tenk, 2010. és Jakabffy, 2007.). Hangsúlyoznám: igényünk. Mert az, amit művelünk, nem szükségéből ered. Változtatnunk kell, mert ez már nem csak rólunk szól.

Köszönet a kézirat átnézéséért Heltai Zsófia tanárnőnek.

Források

- <http://world.bymap.org/LiteracyRates.html>
<http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC>
 Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Wackernagel M. (2010): Ecological Footprint Atlas 2010. Global Footprint Network, California, USA
<https://www.gfmag.com/global-data/economic-data/the-poorest-countries-in-the-world>
<http://www.infoplease.com/world/statistics/life-expectancy-country.html>
<http://www.infoplease.com/ipa/A0934744.html>
 Jakabffy Éva. (2007): Ökológiai lábnyom és biokapacitás. www.origo.hu/tudomany/20070205sharom1.html
<http://www.kothalo.hu/index.php/component/content/article/126-oekolabnyom-tanacsok>
<http://www.kothalo.hu/labnyom/>
http://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/tab/tps00025.html
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_int009.html
 Neumayer É.-Zentai Kinga (2009): Fogyasztó kúra. Magosfa környezeti nevelési és ökoturisztikai alapítvány
<http://www.tankonyvtar.hu/hu/kereses/%C3%B6ko1%C3%B3giai%201%C3%A1bnyom>
 Tenk Antal (2010): Környezet szabályozás gazdasági és jogi eszközei. www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0027_TEK6/ch01s04.html
 Wackernagel M., Rees W. (1996): Our Ecological Footprint. New Society Publishers, Canada
 Képek forrása:
[\(https://blue378.wordpress.com/\)](https://blue378.wordpress.com/)
http://thecreatorsproject.vice.com/en_au/blog/surreal-photographs-reveal-africas-environment-in-crisis?utm_source=vicefbanz
<http://www.erdekesvilag.hu/kibera-nyomomegyed-afrika-legnagyobb-nyomortelege/>
<http://www.origo.hu/tudomany/20090806-agyermekvallalas-noveli-az-okologiai-labnyom-meretet.html>
<http://www.autoszektor.hu/hu/content/peking-fuldoklik-szmogban>
<http://iho.hu/hir/a-vilag-legnagyobb-repuloiparicegei> (http://www.gyartastrend.hu/kutatas_fejlesztes_innovacio/cikk/mi_az_a_rizselmelet)
<http://www.stylemagazin.hu/hir/Szappan-szivil-lelekkell/13374/szepszeg/stylelife/borapolas/egeszseg/en/egeszseg/>
http://divany.hu/életmod/2010/07/28/8_szabaly_eld_tul_a_biciklizest_budapesten/

Beszámoló a 10. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpiáról

KOVÁCS JÓZSEF–UDVARDI IMRE

Az elmúlt évben az indiai Bhubaneswarban rendezték meg a 10. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpiát, amelyen Gémes Antal bronzérmert szerzett, Világos Blanka és Vigh Benjámint pedig dicséretet kapott.

A tizedik Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpiát (International Olympiad of Astronomy and Astrophysics, IOAA) 2016. december 9. és 19. között rendezték meg. A szokatlan időpontot a szervezők kérték: a száraz évszak sokkal alkalmasabb a lebonnyolításra, mint a „klasszikus” nyári időpontban ott uralkodó esős időszak. (2017-ben hasonló okok miatt Thaiföld is novemberben rendezte a 11. diákolimpiát.) Magyarországot 9 fős küldöttség képviselte: versenyzőként Gémes Antal (Bethlen Gábor Gimnázium, Hódmezővásárhely), Lőrincz Szabolcs (Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár), Tószegi Balázs (ELTE TTK), Vigh Benjámint (ELTE TTK), Világos Blanka (Szent István Gimnázium, Gyömrő), csapatvezetőként Kovács József (ELTE Gothard Obszervatórium, Szombathely), Udvardi Imre (Könyves Kálmán Gimnázium, Budapest), megfigyelőként pedig Bécsy Bence (ELTE TTK) és Veszprémi István, aki idegenforgalmi szakemberként már a 2019-es magyarországi rendezésre készülve logisztikai szempontból figyelte az eseményeket. Tószegi Balázs és Vigh Benjámint már a tavalyi olimpián is versenyzett, Gémes Antal, Lőrincz Szabolcs és Világos Blanka pedig olimpiai újoncként utazott Indiába. Bécsy Bence korábban maga is sikeres olimpiakon volt, Brazíliában bronz-, Görögországban pedig ezüstérmert szerzett. A rendezés időpontja magyarázza, hogy a csapatból hárman is már egyetemistaként vettek részt az olimpián. Ezt az IOAA szabályzata lehetővé teszi.

December 8-án reggel indultunk el a hosszú útra. Delhibe éjfélt után érkezünk meg. Itt közel hét óra várakozás következett, hogy reggel tovább repülhessünk Bhubaneswarba. Megérkezésünk után a versenyzőket és a csapatvezetőket rögtön elválasztották egymástól. A versenyzőket a várostól mintegy 30 kilométerre lévő egyetemi kampuszon (National Institute of Science Education and Research, NISER) szállásolták el, és a versenyt is részben itt bonyolították, a csapatvezetőket pedig egy belvárosi szállodában helyezték el, ahol a versennyel kapcsolatos adminisztratív teendőket is ellátták.

Bhubaneswar India északkéleti részén, a Bengáli-öböl-től nem messze fekszik,



A magyar diákolimpiai csapat indulás előtt a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren. Balról jobbra: Lőrincz Szabolcs, Világos Blanka, Kovács József, Bécsy Bence (takarásban), Tószegi Balázs, Vigh Benjámint, Udvardi Imre, Gémes Antal, Veszprémi István (Világos Gabi felvétele)

Odisha (korábbi nevén Orissa) szövetségi állam fővárosa. Már érkezésünkkel fel-tűnt, hogy minden három nyelven van ki-írva. Az angol és a hindi mellett a helyi nyelven, az oriján is tájékoztatják az erre járókat. Ez utóbbit India mindössze 3 szá-zaléka beszéli, ám ez így is 40 millió ember, vagyis majdnem háromszorosa a vi-lágon élő magyar ajkúak számának. India lakossága elképesztő ütemben nő, jelenleg 1300 millióan élnek az országban!

Bhubaneswar ottani léptékkal mérve kisváros, lakossága alulról súrolja az egy-milliót. Állítólag indiai viszonylatban gazdag vidéknek számít, de a látottak alapján európai mércével mérve nehezen képzel-hető el ennél nagyobb szegénység...

Az első percektől kezdve nyilvánva-ló volt, hogy itt mindenkinek az a dolga, hogy egész nap az utcán száguldjon ki-sebb-nagyobb motorkerékpárokon, min-den családtagját és sok-sok ingóságát fel-pakolva maga mellé-elé-főlé. Közben min-denki éktelenül nyomja a dudát. A közle-kedési szabályok tájékoztató jellegűek, így senki sem tartja be azokat. Két kezünkön

sem tudnánk megszámolni, hogy az el-ső, alig egyórás sétánkon hány-szor akartak elütni bennünket a járdán. Irigykedve figyeltük a teheneket, akik háborítatlanul szanaszét kóborolhatnak. Bhubaneswar je-lentős hindu zarándokhely. Ötszáznál is több hindu templom található a környéken, közülük sok a VII. és XIII. század közt épült. Az időjárásra sem lehetett pana-szunk, megérkezésünkkel délután a hőmé-rő 31 °C-ot mutatott. Itt ez a tél, vagyis a száraz évszak. (Sokkaló volt az otthoni hi-deg után, ennél sokkalóbbnak már csak az inverz művelet bizonyult 12 nap múlva...)

Az olimpia megnyitó ünnepséget szom-baton délután rendezték a diákok szállás-helyén, a NISER kampuszon. A közel 120 hektáron elterülő oktatási komplexumot 2016 februárjában adták át, szemmel lát-hatóan félig kész állapotban. Célja sze-rint ez az intézmény hivatott biztosítani India jövőndő mérnökeinek, tudósainak, kutatóinak képzését. A konyha még nem üzemelt, ezért egy nagy sátorban főztek, a közegészségügyi szabályokat nem egé-szen európai módon értelmezve...

Az ünnepség szerényen visszafogott volt. Érdekes színfoltja volt a csapatok felvonulása. Az új divat szerint mindenki igyekezett a nemzeti viseletet tükröző ruhákban megjelenni, különösen szemet gyönyörködtető volt a kirgiz, a mali, a nepáli és a katarai fiatalok megjelenése. Először volt jelen az afrikai kontinens a versenyen, de újként üdvözölhetünk a vietnami, és a Fülöp-szigeteki csapatot is. Összesen 42 ország tanuló gyűlt össze. A beszédek után színvonalas folklórműsor következett hindu népzenevel, táncsal. A szintén kissé felemásra sikeredett „állófogadás” után – begyűjtve tőlük a kommunikációra alkalmas eszközeiket (okostelefonok és laptopok) – jó hangulatban váltunk el ifjainktól.

A vasárnap a csapatvezetők és a megfigyelők számára már munkával telt: reggel kilenctől este tízig dolgozott az IBM (International Board Meeting) a megfigyelési forduló feladatainak összeállításán, megvitatásán és lefordításán a nemzeti nyelvekre (a feladatokat a versenyzők angolul és a saját nyelvükre lefordítva is megkapják). Ez a forduló három részből állt. A planetáriumi részben többek között nyolc történelmi szupernóva helyét kellett megkeresni, mélyég-objektumokat, csillagokat azonosítani, és az égbolt forgását bemutatni az Uránuszról nézve. A távcsöves feladatban a holdi Nyugalom tengerének átmérőjét kellett megadni fokokban, egy 150/750-es Newton-reflektor, egy szálkereszt okulár, és egy stopper segítségével. Az éjszakai égboltot megfigyelő részben az ekliptikát kellett felrajzolni egy csillagtérképre és megadni a bhubaneswari helyi meridiánt a téli napfordulók, éjféle időpontban. Amíg a csapatvezetők dolgoztak, a versenyzők kirándultak, hétfőn pedig mindez megfordult, és amíg a versenyzők versenyeztek, a csapatvezetőket vitték el a szervezők Konarkba, a híres Naptemplomhoz.

A keddi ismét munkával telt az IBM számára, hiszen össze kellett állítani az elméleti forduló feladatát. Ennek azért van nagy jelentősége, mert itt szerezhető az egész versenyen elérhető pontok fele. Nagy volt tehát a tét, a viták is hevesre sikeredtek. A rendező ország terjesztette elő az általa elképzelt feladatsort, azok példáit egyenként vitattuk meg, és szavazással döntöttünk a sorsukról. A nagyon erős csapattal érkező országoknak természetesen a nehéz feladatok kitézése volt a céljuk. A rendező ország mindig igyekszik csillagászati hagyományait, büszkeségére okot adó eredményeit a példasorban is megjeleníteni. Arra

lehetett számítani, hogy az indiaiak nívós feladatokkal állnak ki, hiszen csillagászati múltjukon kívül mai eredményeikre is méltán büszkék lehetnek. Nemcsak a rádiócsillagászat területén vannak kiemelkedő eredményeik, de India igyekszik felzárkózni az űrnagy hatalmak sorába is.

A teljes feladatsort nem ismerve békés mederben zajlott az első feladatok diszkusziója. Az elméleti tétel sor három részből állt. Az első öt, könnyűnek mondott feladatban többek között igaz-hamis állítások közül kellett kiválasztani a megfelelőt, a Titán légkörében található gázrészecskék relatív atomtömegét, a korai univerzum sugárzásának hőmérsékletét és fotonjainak energiáját kellett meghatározni, gnómonnal (árnyékvető bottal) földrajzi szélességet mérni, és mi másról szólhatott még feladat, mint a világ legnagyobb, méteres hullámhosszon dolgozó rádiótávcsövééről, ami persze Indiában van. Ezután öt, közepesen nehéznek titulált feladat került terítékre. Cefeida-pulzációról, távcsőoptikáról, ultraibolya-fotometriáról, gravitációs lencse-hatásról, és az indiai Mars-misszióról (Mars Orbiter Mission, MOM) szóltak a megválaszolnivaló kérdések.

Ránk esteledett, és immár 9 órája vitakoztunk a feladatsoron. Pedig ekkor már lehetett volna érzékelni a vihar elősze-

temberében elsőként detektált gravitációs hullám jelének elemzéséből kérték az annak periódusidejére, frekvenciájára, és még számos alkérdés is kapcsolódott hozzá. Itt megfigyelőnk, Bécsy Bence a hazai gravitációs hullám-csapat oszlopos tagjaként próbálta a feladatot „realisztikusabb” irányba vinni, de sajnos nem sikerült meggyőzni a szervezőket. A 13. feladat napjaink slágertémájához, az exobolygók kutatásához kapcsolódott. A versenyzőknek azt kellett kideríteni, hogy különböző módszerek (radiális sebesség-mérés, tranzitmódszer) kombinálásával hogyan deríthető ki sok minden a keringő bolygóról és gázcsillagáról, végül pedig eldönteni, hogy közet-, vagy gázbolygóról lehet-e szó.

A vihar a tizenkettediknek szánt feladat miatt csapott le, amely egy indiai műhold, a lágy röntgensugárzást mérő AstroSat körül forgott. Sajnos a szövegezése nagyon bonyolultul sikerült, és inkább a műszerezettség, technikai részletekkel foglalkozott. Ekkora már nyilvánvalóvá vált, hogy ez a feladatsor nem tartható, valószínűtlen, hogy a versenyzők közül bárki a teljes megoldás reményével vágjon neki, hiszen csak öt óra állt rendelkezésükre. Persze a házigazdák hallani sem akartak arról, hogy ezt a szép feladatot elhagyjuk. Néhány országban támogatókra is letek, ők azt mondták, hogy a dolgozat mindenkinek egyformán nehéz, megkülönböztetés, milyen rosszul esik a feladat kitézőinek, ha elhagyjuk a feladatukat. Hosszú vita után, a kikényszerített szavazás eredményeként azonban végül kihagytuk India büszkeségét, és könnyítettünk még egy-két helyen, de a feladatsor így is nehézre, főleg hosszúra sikerült – 11-es betűmérettel 7 és fél oldal lett! A magyarra fordítással hajnali négyre végeztük, és nem mi voltunk az utolsók.

Az elméleti feladatsor vitája után pár óra alvás következett, majd az IBM még aznap neki fogott az adatelemzési forduló megtervezésének. Ebben a versenyrészen az ifjú csillagászoknak 4 óra alatt valódi adatsorokból kellett következtetéseket levonni, kérdésekre válaszolni, mint ahogyan azt a valóságban is teszik a csillagászok.

Voltak olyan olimpiák, amikor ez a forduló számítógépes volt, de a közel 250-es versenyzői létszám miatt ez heroikus vállalkozás lett volna, indiai barátaink nem is vállalták be, így az olimpiakonoknak a grafikonokat milliméterpapíron kellett ábrázolni.

Az első probléma egy kettős pulzárról szólt. Ismerve a forgási periódus és a látóirányú gyorsulás értékeit, ábrázolniuk kellett a



Gémes Antal átveszi a bronzérmét Chatief Kunjajától, az IOAA januárban leköszönő elnökétől és Anwesh Mazumdartól, a diákolimpia szakmai főszerzőjétől (Kovács József felvétele)

lét. De hát a program éjfélre ígérte a befejezést, gondoltuk, addigra csak készen leszünk a hátralévő 3 nehéz feladattal. Tényleg nehéznek, hosszúnak és nyakatekertnek bizonyult mindegyik. (Mint hogy nem kaptuk meg egyszerűen mindet, ezért a grémium lelkesen és alaposan vitatta mindegyiket, nem látva mi lesz a vége.) A 11. feladat a LIGO-val 2015 szeptemberében

megadott adatsort a periódus-gyorsulás síkon, ezen kívül pedig még nyolc alkérdésre kellett válaszolniuk, ezek tartalmaztak hibaszámítást, adatbecslést, pályasugár-számolást. A második feladatsort a Hold távolságának meghatározását célozta. A megadott adatlista a Hold 2015. szeptemberi geocentrikus efemeriszzeit tartalmazta, 00:00 UT-kor. Ebből, és az ebben a hónapban lezajlott holdfogyatkozásról készült montázs alapján becslést kellett adniuk a holdpálya excentricitására, a Hold legkisebb és legnagyobb távolságára, továbbá a Hold sugarára, és kiszámolni a Föld-Nap-távolságot. A harmadik adatelemzési feladat az extragalaktikus távolságok mérésében nagy szerepet játszó ún. Ia típusú szupernóvák világába vezette el fiataljainkat. Három szupernóva adathalmazából kellett sok mindent meghatározniuk, a végén pedig becslést adniuk a Hubble-állandóra, valamint az univerzum Hubblekorára. A feladatsor mindenki tetszését elnyerte, de a lényeg: mint később megtudtuk tőlük, diákjaink is ezen a véleményen voltak.

Az adatelemzési feladatsor összeállása után a fordítás, borítékolás következett, hogy másnap reggelre ott legyen a diákok asztalán. Így is este 10 lett, mire végeztünk. Ekkor menetrend szerint megkaptuk a megfigyelési és az elméleti fordulók diákjaink által megírt dolgozatainak fénymásolatát. A korábbi olimpiákon úgy volt, hogy ezzel egy időben a zsűri által adott pontokat is megtudták a csapatvezetők. Most azonban nem. Hajnali háromig, a versenybizottság pontozásának ismerete nélkül, attól függetlenül kijavítottuk a dolgozatokat. Amikor később az adatelemzés értékelésével is készen lettünk, a pontozásunkat feltöltöttük a verseny számítógépes rendszerébe. Ekkor derült ki, hogy az indiai javítók értékelésétől mennyire tértünk el. Jelentős különbségek nem voltak a két pontozás között, a részletes pontozási útmutatónak és a gondos javításnak köszönhetően a legtöbb helyen megegyeztek a pontszámok, néhol mi adtunk több pontot, de több helyen a versenybizottság pontszáma volt a magasabb. Az utolsó előtti, a szombati nap állt a csapatvezetők rendelkezésére, hogy pontos időbeosztás alapján – egy-egy feladatra maximum nyolc percet szánva – mindenki reklamálhasson, nyilván csak akkor, ha az eltérés számára kedvezőtlen volt. Ellenkező esetben a zsűri pontszáma került az értékelőlapra. Bécsy Bence nemcsak a feladatok javításában vállalt oroszlánrészt, hanem nagyon jó reklamáló is volt, minden „lebegő” pontért megharcolt, amiért maximális dicséret illeti!

Közben még két kirándulás is belefért a programba. Először a várostól 8 km-re található buddhista szentélyt, a híres Dhauhi Shanti Stupát néztük meg, aztán visszamentünk a városba az igazán lenyűgöző, XI. századi Siddeshwar templomhoz. A gyönyörűen faragott kövek vallási jeleneteket ábrázolnak: ezt

a szent helyet tekintik a hindu építészet egyik csúcspontjának. A délelőtti program után az olimpiai mozgalom jövőjéről, szervezeti kérdéseiről kezdődött megbeszélés. Elsőként új vezetőséget választottunk. Először az elnöki poszt sorsát döntöttük el. Chatief Kunjaya, a Bandungi Egyetem (Indonézia) csillagászprofesszora, aki 5 éven át töltötte be ezt a tisztséget, nem jelöltette magát az újabb elnöki ciklusra, helyette az eddigi titkár, a lengyel Greg Stachowskit választottuk meg, szinte egyhangúan. A titkári posztért már szorosabb volt a verseny, de végül is meggyőző fölényrel nyerte el a címet Aniket Sule indiai csillagász, a helyi rendezők egyike.

Ez után az adatelemzés feladatainak javítása következett, másnap hajnalig. Pár óra alvás után indultunk a péntek délelőtti programunkra, a Nandankanan Zoológiai Park meglátogatására. Az állatkert fő látványossága az itt szabadon is élő bengáli tigris, annak is a fehér színű változata. Sajnos a hatalmas, gazdag állatvilágú park nem a mi fogalmunk szerint épült. A kifutók, ketrecek távol vannak a látogatóktól, az állatok a hőség elől az árnyékba húzódnak, alig láttunk belőlük valamit. Az állatkert szegényes, el-

állás. A sok erőfeszítésnek, amit a csillagászati diákolimpiai mozgalom meghonosítása érdekében egyre többen teszünk, lassan meglesz az eredménye. Az is látszik, hogy sok ország előttünk jár. Ha csak a környező országok eredményét tekintjük, azok jobbák, mint a miénk. Igaz, ők korábban bekapcsolódtak az olimpiai mozgalomba, és a tapasztalat sokat számít. Most mi is gazdagodtunk e téren. Az irány, amit a felkészítő szakkörök indításával, a válogató versenyek széleskörűvé tételével elkezdünk, jó, látszik is, hogy már több tucatra tehető azon diákok száma, akiket sikerült megszólítanunk, és évről évre többen vannak. De ez még mindig kevés. Például az aranyéremmel büszkélkedő cseh csapat tagjait 500 diák közül választották ki, de hasonló számot említettek a görögök is. Nem is beszélve például az irániak vagy az indiaiak kiválasztási folyamatáról. Utóbbiaknál Mumbaiban egy egész intézet dolgozik fő tevékenységként a diákolimpikonok kiválasztásán és felkészítésén. A kitörési irány tehát látszik, de rengeteg munkát kell még elvégeznünk.

A csapat nevében mindenkinek köszönjük a szurkolást, a biztató üzeneteket! Úgy



A magyar olimpiai küldöttség a Taj Mahal előtt, a kelő nap fényében
(Kruk Sándor felvétele)

hanyagolt, pedig csupán némi törődéssel a csodálatos tájból, a trópusi növényzetből és az egzotikus állatseregletből tényleg édenkertet varázsolhatnának ide. A nap végén a NISER-be szállítottak bennünket, ahol végre találkozhattunk a diákokkal, visszaadhattuk nekik a kommunikációs eszközeiket.

Az olimpia záróünnepségére, az érmeik és dicséretük kiosztására a szombati „pontvadász” után vasárnap este került sor. A lényeg: *Világos Blanka és Vigh Benjámint dicséretben részesültek, Gémes Antal pedig bronzérmes lett.* Röviden értékelve: tisztas hely-

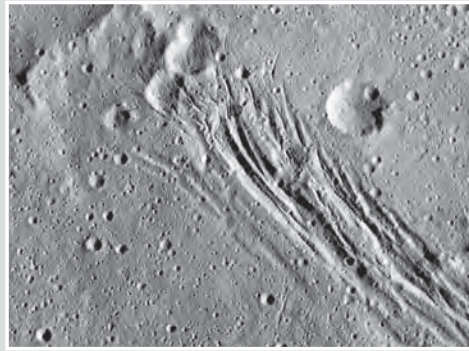
gondoljuk, mindannyian rengeteg élménnyel és sok-sok tapasztalattal tértünk haza. 2017-ben újult erővel kell nekilátnunk a feladatoknak, hiszen közeledik 2019, amikor Magyarország rendezi a 13. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpiát!

Köszönjük Gémes Csaba, Laczkó Éva, Nagy Szabolcs Levente, Uhrin András, a Bajai Observatórium Alapítvány, valamint az EMET Nemzeti Tehetségprogram (NTP-NTV-16-B-0004) olimpiai felkészüléshez és részvételhez nyújtott segítségét és támogatását! ✨

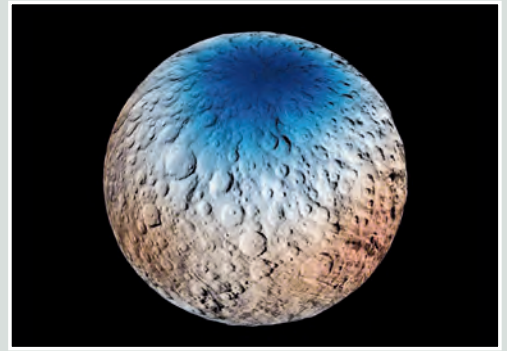
Egy különös törpebolygó: a Ceres



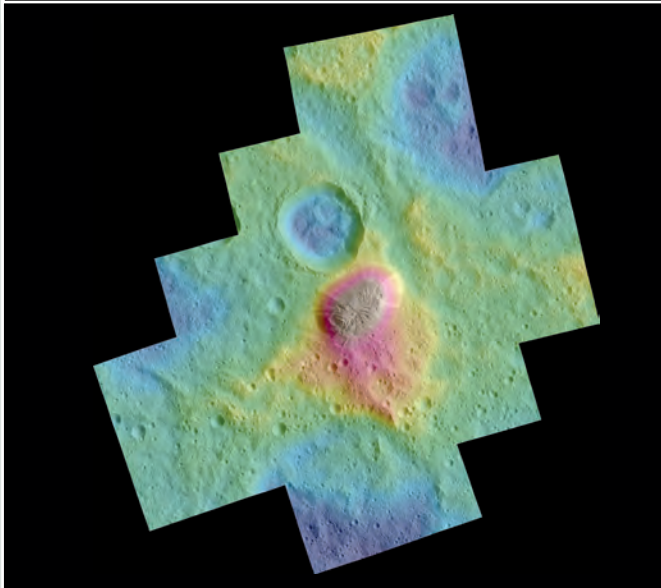
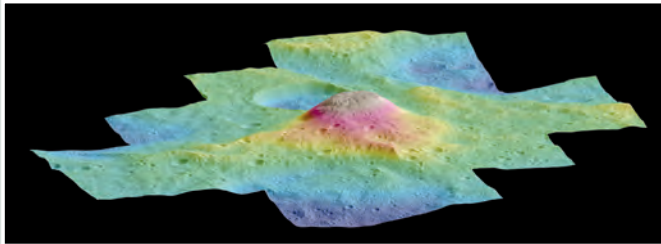
Az Occator kráter a jellegzetes, fehér sófoltokkal, amelyeknek a Nemzetközi Csillagászati Unió már nevet is adott. A legnagyobb folt a Cerealia Facula, míg a kisebbek együttesen a Vinalia Faculae nevet kapták (Forrás: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)



Párhuzamosan futó árkok a Ceres egyik legnagyobb kráterében (Yalode, 260 km). A legszélesebb árkok 1,5 km széles, fiatal képződmények, amelyeket az égitest belső feszültsége hozhatott létre (Forrás: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)



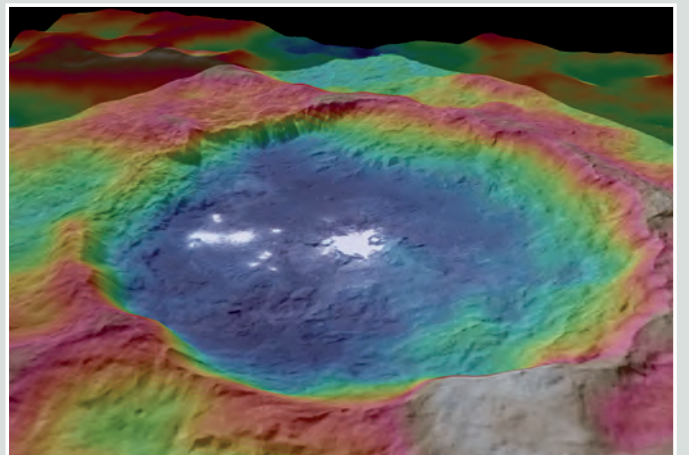
A Ceresen a pólusok felé haladva (körülbelül 40 fok szélességtől) erőteljesen nő a hidrogén mennyisége, a regolit legfelső, 1 méter vastag rétegében az egyenlítő vidékén alacsony a hidrogén koncentrációja (azaz a vízjég mennyisége, barna színnel jelölve), a sarkvidéken nagyobb (kék) (Forrás: NASA/JPL-Caltech/UCLA/ASI/INAF)



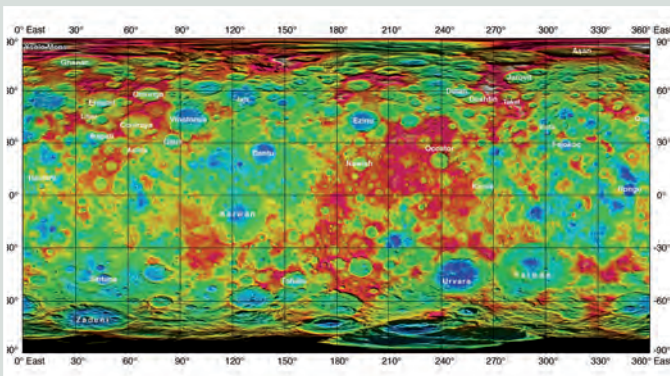
A Dawn felvételei alapján készült domborzati kép a Ceres különös alakú képződményéről, az Ahuna-hegyről. A legmélyebb (kék) és a legmagasabb (barna) területek közti szintkülönbség 9 kilométer (Forrás: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)



A Ceresen a vártnál kevesebb az igazán nagy kráter. A 103 km átmérőjű Meanderi a legnagyobbak közé tartozik (Forrás: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)



A 90 km átmérőjű Occator kráter domborzati térképe (a színek a magasságot jelölik) a jellegzetes, fehér sófoltokkal (Forrás: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)



A Ceres domborzati térképe a Dawn megfigyelései alapján, a legnagyobb kráterek hivatalos nevével. Jelentősek a szintkülönbségek, a legmélyebben fekvő sötétkék és a legmagasabb fehér területek közti szintkülönbség mintegy 15 kilométer (Forrás: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)

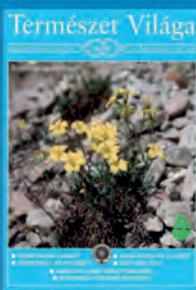
A Természet Világa különszámai

A különszámok ára az utolsó kettő kivételével egységesen 500 Ft. Korlátozott számban megrendelhetők a Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál (1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16. Telefon: 327 8965, fax: 327 8969, e-mail: titlap@telc.hu).

A **■**-tel megjelölt számaink már csak könyvtárakban hozzáférhetők.



Evolúció (1995) ■



Természetvédelem (1995) ■



World of Nature (1995)



Változások a légkörben és az éghajlatban (1996) ■



A biológiai sokféleség (1996) ■



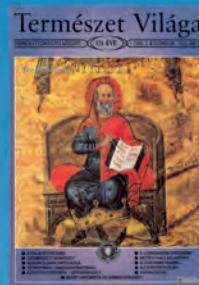
Időjárás és előrejelzés (1998) ■



Geológia (1998)



Matematika (1998) ■



Orvostudomány (2000)



Informatika (2000)



Mikrovilág (2000) ■



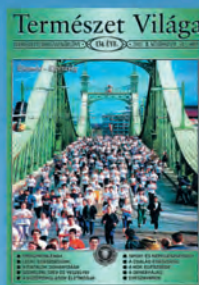
A magyarországi fizika kultúrtörténete (2001, 2002)



A természet múzeuma (2002)



Bölyei-emlékszám (2003)



Életmód-Egészség (2003)



Neumann-emlékszám (2003)



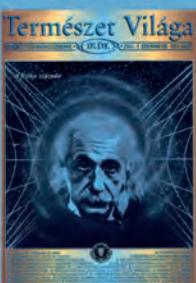
Együtt (2004)



Kémia (2005)



Idegtudomány (2006)



A fizika százada (2006)



Napjaink kémiája (2007)



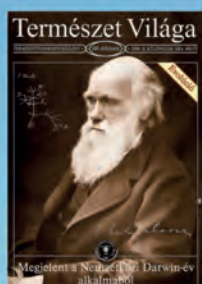
Földközben a világűr (2008)



A Föld éve (2008)



Feltúrul a Világegyetem (2009)



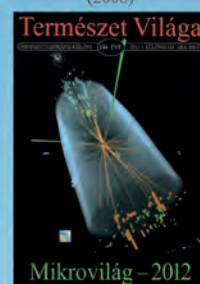
A Darwin-év (2009)



Emberközben a fizika (2011)



Vízben, borban kémia (2011)



Mikrovilág - 2012



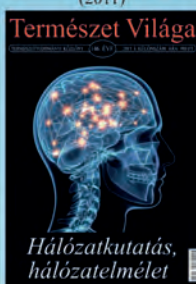
Káosz, környezet, komplexitás (2013)



A Kalmár-verseny feladatai (2014)



Európpával a világűrben (2014)



Hálózatoktatás, hálózatelmélet (2015)



Ember és környezet kapcsolata a Kárpát-medencében (2016) Ára: 980Ft



Simonyi Károly-emlékszám (2016) Ára: 980Ft

