Fiatal Bolyai-díjasok

A 3. Ifjúsági Bolyai-pályázat felsőoktatási kategóriájának megosztott díját Hegedüs Ramón és Ronkay Ferenc nyerte el. Témavezető tanáraik, Horváth Gábor és Czigány Tibor szintén elismerésben részesültek. Az Oktatási Minisztériumban rendezett díjátadás után a Természet Világa szerkesztőségében beszélgettünk a díjazottakkal.

A szkarabeuszok fénye
Beszélgetés Hegedüs Ramónnal

Hegedüs Ramón és Horváth Gábor

Hegedüs Ramón az idén szerezte meg biofizikus-diplomáját az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. A Természet Világa olvasói már régóta ismerhetik: a szombathelyi Bolyai János Gyakorlóiskola növendékeként összesen háromszor nyert díjat diákpályázatainkon. Az egyik díjkiosztáson ismerkedett meg egyetemi témavezetőjével, Horváth Gáborral, aki középiskolás korában „körültekintő megoldásaival" tűnt ki első megfigyelési versenyünkön. A Természet Világa biokibernetikai különdíja alapítójának, Varjú Dezső professzornak a jóvoltából Ramón tizenhat évesen három hónapot töltött a tübingeni Max Planck Biokibernetikai Intézetben. Még gimnazistaként készítette el azt a pályamunkát (Excimer lézeres abláció háromdimenziós gyorsfényképezése), amellyel itthon és külföldön innovációs versenyt nyert, s első helyezést ért el a Szilícium-völgyben megrendezett Intel Nemzetközi Tudományos és Műszaki Versenyen. A 2005. évi ifjúsági Bolyai-díjat „A szkarabeuszbogarak (Scarabaeidae) cirkuláris polarizációs mintázatának képalkotó polarimetriai vizsgálata" című dolgozatával érdemelte ki.

– Az ifjúsági Bolyai-díjról keveset hallunk, ezért szeretném, ha legelőször a pályázatról ejtenénk néhány szót.

– A „nagy" Bolyai-díjat kétévente ítélik oda egy elismert magyar tudósnak. Korábban *Freund Tamás* és *Roska Tamás,* az idén *Bor Zsolt* nyerte el. Az Oktatási Minisztérium Ifjúsági Bolyai-pályázatot ír ki külön középiskolások és egyetemisták számára. A témát a kitüntetett kutató jelöli meg. Ebben az évben Bor Zsolt fogalmazta meg a feladatot, amely szó szerint így hangzik: „fizikai, kémiai, biológiai és más természeti jelenségek, emberi vagy állati tevékenység fényképészeti, videó vagy más optikai úton való tudományos igényű tanulmányozása".

– Mintha önnek írták volna ki a pályázatot!

– Már elsőéves korom óta *Horváth Gábornál* dolgozom a Biooptika Laboratóriumban, az ELTE Biológiai Fizika Tanszékén, melyet *Vicsek Tamás* professzor vezet. A pályázati kiírásban szereplő témák egyikével, az állatok polarizációlátásával és a természet polarizációs mintázataival foglalkozom. Márciusban hallottuk meg a pályázat hírét – Gábor egyik kollégájától és édesanyjától, aki Kiskunhalason biológiatanár –, de nem akkor kezdtük a munkát, hanem már ősszel.

– A szakdolgozatából született a pályamű?

– Nem, a vizsgálat folytatása már a doktori munkám része lesz. A diplomamunkámat egy korábbi kutatás alapján írtam.

– Mikor kezdett el fényképezni, és hogyan jutott eszébe, hogy a gépet ne a megszokott módon használja?

– A történet középiskolás koromban kezdődött, s külön érdekessége, hogy Bor Zsolt professzor úrhoz is kapcsolódik. Amikor a gimnáziumból hátravolt még egy-két évem, el akartam menni valahová nyári gyakorlatra. *Csermely Péter* professzor, a Kutató Diákok Mozgalmának elindítója összegyűjtötte, hogy az országban kik azok a tudósok, akik szívesen fogadnának középiskolás diákokat. Biológiatanárommal ennek alapján kerestük meg Bor Zsolt tanszékén *Hopp Bélát,* aki a lézeres anyagmegmunkálás lehetőségeit kutatja. Amikor nagy teljesítményű lézerekkel besugározunk egy anyagot – legyen az folyadék vagy szilárd test –, a felületén „kirobban" egy anyagrész. A szemműtétekben például úgy munkálhatják meg a szaruhártyát, hogy kirobbantanak róla egy réteget. Ezzel megváltoztatják a szem fénytörő képességét, és így korrigálják a távollátást. A folyamat pár milliomod másodperc alatt játszódik le. Hagyományos módszerrel nem fényképezhető le, ezért a szegedi egyetemen gyorsfényképezési eljárást fejlesztettek ki. A nyári gyakorlatból született egy dolgozatom, amellyel a Természet Világa cikkpályázatán az orvostudományi kategóriában nyertem első díjat. Többször is visszamentem ezután Szegedre, és én találtam ki, hogy a kirobbanási folyamatot három dimenzióban rekonstruáljuk. Három kamerával fényképeztem, a rekonstrukciót pedig számítógéppel végeztem. Ezzel a munkával indultam az innovációs versenyen, s nyertem itthon, Amszterdamban és az Intel versenyén Amerikában. Ebből született első angol nyelvű szakcikkem, amelyben társszerzőként szerepelhettem Hopp Béla és Bor Zsolt mellett.

– Az idei pályázatnak az az érdekessége, hogy a fényképezésen kívül egy tudományos témában is jártasnak kell lenni.

– Engem főképp a látás érdekel. A Természet Világa diákpályázatára küldött első dolgozatom is a látással foglalkozott. A középiskolában mégis matek–fizika specializációra jártam. Biológiatanárom, *Baranyai József* és a fizikát tanító *Pájer Szabolcs* a fizika és a biológia iránt is felkeltette érdeklődésemet. Ők inspiráltak a tudományos munkára, s minden törekvésemben erősen támogattak. Nélkülük ma nem lehetnék ifjúsági Bolyai-díjas!

Horváth Gábor még az egyetemi felvételi előtt meghívott a laboratóriumába, és azt mondta, fizikushallgatóként is szívesen látna ott. Megtetszett a munkája: van benne fizika, biológia, fényképezés és látás is. Már ötödik éve együtt dolgozunk, a most elnyert doktori ösztöndíjamnak köszönhetően pedig még legalább három évig folytathatjuk.

– Hogyan kerültek a pályázat témájául szolgáló szkarabeuszok a laborba?

– Horváth Gábor és *Varjú Dezső* nemrég megjelent könyvében összefoglalta, amit a fénypolarizáció biológiai jelentőségéről tu-

dunk.[1] A lineáris polarizáció igen elterjedt a természetben; számos állat: rovarok, rákok, halak, kétéltűek, hüllők és madarak érzékelik vagy érzékelhetik.

– *És az ember?*

– Az emberi szem is érzékeny rá kicsit, de ennek általában nem vagyunk tudatában; az ember élete szempontjából nincs is jelentősége. Az állatok főként az égbolt-polarizációt használják navigációra. Sokszor előfordul, hogy felhők takarják a Napot, s ekkor a Nap alapján tájékozódó állatok az égbolt polarizációs mintázatából következtetnek a Nap irányára.

A cirkuláris polarizáció azonban nagyon ritka jelenség a természetben, ezért érdekes, hogy az a fény, amely egyes fémfényű szkarabeuszbogarakról verődik vissza, balra cirkulárisan poláros.[2] Észleléséhez egy jobbra cirkuláris polarizátornak nevezett szűrőt használhatunk, amin át feketének látszhatnak a bogarak.

– *A cirkulárisan polarizált fény vizsgálatát molekulaszerkezetek meghatározására is alkalmazzák.*

– De a természetben alig figyelhetünk meg ilyen fényt! Ezért is merül fel, hogy van-e olyan állat, amelyik érzékeli a cirkuláris polarizációt. Ezt nem kutatták eddig.

Bementünk a Magyar Természettudományi Múzeum bogárgyűjteményébe – *Merkl Ottóhoz* és *Szél Győzőhöz* – egy cirkuláris polarizátorral, s a különböző fémes színekben pompázó szkarabeuszbogarak mind „befeketedtek" a jobbos polarizátoron át nézve. Ezek a bogarak általában balra cirkulárisan poláros fényt vernek vissza. Az ellentétes irányú cirkuláris polarizátoron nézve tehát feketének látszanak. A szkarabeuszokon kívül bizonyos lepkék szárnya viselkedhet még így. Eddig a szkarabeuszok kültakarójának egy adott pontján vizsgálták csak a cirkulárisan poláros fény visszaverődését. Mi a laboratóriumunkban eddig használt képalkotó lineáris polariméterek egyikét alakítottuk át olyan hordozható berendezéssé, amellyel cirkuláris polarizációs mintázatokat is mérhetünk. Tehát a rovarok felszínéről nem egy pontot, hanem – akár több millió pontból álló – polarizációs mintázatot látunk nagy felbontásban.

– *Mi szükséges ahhoz, hogy a mintázat is megjelenjen?*

– Adott hullámhosszúságú fény polarizációs állapotát négy független paraméter írja le, ezért egyszerre négy független mérést végzünk. Ezekből meg tudjuk állapítani egy adott fényforrás lineáris és cirkuláris polarizációjának fokát és irányát a spektrum vörös, zöld és kék tartományában.

– *Hogyan keletkezik színes kép?*

– A cirkuláris polarizációs mintázat „előhívásához" az ellipticitásnak nevezett fizikai paramétert mérjük. A fény általánosan elliptikusan poláros (föl lehet bontani cirkulárisan és lineárisan poláros, valamint polarizálatlan komponensekre). Az ellipticitás kifejezi a cirkuláris polarizáció mértékét és irányát. Ebből hamis színes mintázatot állítunk elő: az ellipticitást kódoljuk valamilyen színskálán, s a kapott képből látjuk, hogy az egyes képpontok mennyire polárosak a vörös, zöld és kék hullámhosszakon. A fényintenzitást digitális fényképezőgéppel regisztráljuk. Így kiderülhet például, hogy az egyik színcsatornában jobbra, a másikban balra cirkulárisan poláros a fény. Ha az ember egyszerű polarizátoron keresztül nézi, nem látja ezt a színfüggést. Egyelőre nem ismerjük a jelenség okát, de új módszerünkkel már segítséget nyújthatunk bizonyos bogarak rendszertani besorolásában. Egy korábban szkarabeusznak tartott bogárfajnál azt tapasztaltuk, hogy a kitinpáncéljáról visszavert fény nem mutat cirkuláris polarizációs mintázatot. A fajt nemrég egy másik családba sorolták át. Optikai mérésünk alátámasztja azt a feltételezést, hogy a szóban forgó bogár valóban nem szkarabeusz.

– *Néhány napja ismét „döntős" lett: a Magyar Biofizikai Társaság cikkpályázatán első helyezést ért el.*

– Ezt a díjat a Horváth Gáborral együtt írt cikkeinkért kaptam – mint „első szerzős fiatal biofizikus". Az egyik cikkben megmutattuk, hogy egy egyformán polarizációérzékeny színlátó rendszer láthat polarizációs hamis színeket. A másikban méréseink alapján kifejtettük, hogy a polarizációs hamis színek nem tudják egyértelműen kódolni a levelek irányát, és a polarizációérzékenység inkább hátrányt jelent egy levél irányának szín alapján való érzékelésében. De azt is megmutattuk, hogy a retina forgásából eredő polarizációs hamis színbeli változások jelentősen nagyobbak lehetnek a fényes leveleknél, mint a mattoknál, s így a polarizációs hamis színek segíthetnek a fényes és a matt levelek megkülönböztetésében. Ez pedig egyes lepkéknél szerepet játszhat a peterakó helyül szolgáló levelek vizuális kiválasztásában.

Az interjút készítette: SILBERER VERA

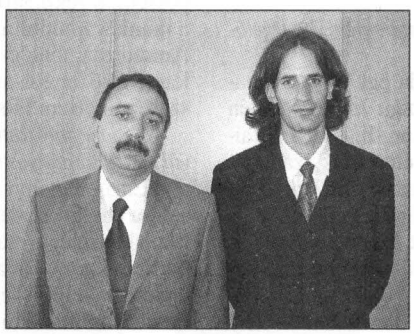
[1] Gábor Horváth, Dezső Varjú (2003): *Polarized Light in Animal Vision – Polarization Patterns in Nature*. Springer Verlag, Heidelberg – Berlin – New York.

[2] Az elektromos térerősség vektora a terjedési irányra merőlegesen rezeg a fényhullámban. Ha ez a rezgés egy irányban zajlik, akkor a fény teljesen lineárisan poláros. Balra, illetve jobbra cirkuláris polarizációról akkor beszélünk, ha az elektromos vektor vége egy bal-, illetve jobbsodrású kört ír le.

A kíváncsi gépészmérnök

Beszélgetés Ronkay Ferenccel

Ronkay Ferenc a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Polimertechnika Tanszékének másodéves doktoranduszhallgatója. A tanszék irányítását 2001-ben vette át témavezetője, Czigány Tibor, aki azonnal tudományos diákköri (TDK-) munkára ösztönözte a hallgatókat. Sikeres TDK-dolgozatai és diplomamunkája után Ferenc a „Polietilén-tereftalát húzó igénybevétele során fellépő oszcillációs jelenség elemzése" című dolgozatával nyerte el az ifjúsági Bolyai-díjat.



Czigány Tibor és Ronkay Ferenc

– *Mik voltak a díj előzményei?*

– Negyedéves gépészmérnök-hallgatóként 2001-ben választottam szakiránynak a polimertechnikát. Az eldobható és visszaváltható PET-palackok témájából két TDK-dolgozatot is írtam negyed- és ötödéves koromban, s diplomamunkámban is ezzel foglalkoztam. Konzulensem mindvégig Czigány Tibor volt. TDK-dolgozataimért első és második helyezést, valamint egy országos tudományos diákköri (OTDK-) különdíjat kaptam, diplomamunkámmal pedig elnyertem az Ipar a Környezetért Alapítvány által kiírt pályázat első díját, amit Persányi Miklós környezetvédelmi és vízügyi miniszter adott át.

– *A műanyag palackoknál a PET minek a rövidítése? E mozaikszó ugye nem tévesztendő össze a pozitronemissziós tomográfia ugyancsak PET rövidítésével?*

– A PET a jelen esetben a polietilén-tereftalát polimer rövidítése.

– *Foglalja össze, kérem, ifjúsági Bolyai-díjas munkája lényegét, újszerűségét és a folytatás lehetőségeit.*

A feszültségoszcilláció lényege, hogy a polimer mintalapka bizonyos állandó sebességű húzásakor a kialakuló nyak, vagyis a keresztmetszet-csökkenés terjedése a próbatest hossza mentén

instabillá válik: a nyakterjedés a jelenség során szakaszosan következik be, vagyis oszcillál. Az erő-elmozdulás, illetve az ezzel egyenértékű mechanikai feszültség-nyúlás diagramon ennek jele egy periodikus hullám, amely legjobban talán az akadozva csúszás hasonló diagramon látható képéhez hasonlít. Vizsgálataim alapján témavezetőmmel, Czigány Tiborral együtt egy új elméletet állítottunk föl a jelenség magyarázatára, melyben a legjelentősebb szerepet az anyag hővezető képességének változása és ennek hatására a melegedés tulajdonságmódosító hatása játssza. További feladat a jelenség mechanikai modellezése, melynek alapján az oszcilláció paraméterei becsülhetőek lennének. Ezáltal a feszültségoszcilláció gyakorlati felhasználására is lehetőség nyílna, mondjuk a poliészter szálgyártása területén.

– Hogyan találta ezt a témát?

– A próbatestek szakítóvizsgálatakor teljesen véletlenül találkoztam a feszültségoszcilláció érdekes jelenségével, melynek pontos okai a szakirodalomban még nem ismertek.

– Tehát az irodalomban mások már leírták e jelenséget, de elméletileg még nem magyarázták meg?

– A jelenséggel először 1970-ben találkoztak, azóta több kutató számolt be róla, és magyarázatára is született néhány elmélet. Ezek az elméletek általában az anyagban ébredő feszültség keltette kristályosodásra, illetve a hőmérséklet emelkedésére próbálták visszavezetni a folyamatot. Hangsúlyoznám, hogy egy rendkívül ritka jelenségről van szó, például Magyarországon tudtommal még senki nem publikált ilyen témakörben. A mi elméletünk újszerűsége abban rejlik, hogy lényegében nem mond ellent az eddigi magyarázatoknak, hanem kiegészíti azokat. A húzott polimerbeli üregesedési folyamatok feltérképezésével olyan „hiányzó láncszemet" találtunk meg, ami az oszcilláció okait logikusan magyarázza.

– Úgy tudom, hogy az említett véletlenben azért közrejátszott a kíváncsisága is, mikor a műanyag minták szakítóvizsgálatakor nemcsak az előírt szabvány szerint húzta a próbatesteket, hanem játszadozott a húzási sebességgel. Korábban biztosan sokan mások is számtalanszor húzogattak hasonló műanyag mintákat, mégsem figyelték meg a feszültségoszcillációt.

– Valóban, a kísérletek kezdetén kíváncsi voltam, hogyan viselkedik a vizsgált anyag szélsőségesebb vizsgálati körülmények között. A jelenség kialakulására nagyon sok paraméter van hatással, ilyen például a hőmérséklet, az anyag átlagos molekulatömege (ami azonos kémiai szerkezetű anyagok esetén is eltérhet), a próbatestek gyártási technológiája, de talán a legfontosabb a húzási sebesség. Czigány Tiborral együtt kimutattuk, hogy csak egy bizonyos sebességtartományban lép fel az oszcilláció, ebben a tartományban azonban nem szoktak szabványos vizsgálatokat végezni. Számunkra is nehézséget jelentett a kísérlet reprodukálása, ezért nem lepődöm meg azon, hogy idáig csak igen kevesen találkoztak ezzel a jelenséggel.

– Mindez rávilágít a tudományos felfedezések hátterére is. Ezek szerint az átlagosnál kíváncsibb doktoranduszok is fölfedezhetnek új jelenségeket. De azért ugye a témavezetőknek is nagy szerepe van a fölfedezések jelentőségének és újszerűségének megítélésében?

– Igen, ez így van. Nagyon szerencsés helyzetben vagyok, hiszen már hallgatókoromtól kezdve megszokhattam, hogy konzulensemnek, Czigány Tibornak mindig van ideje rám, mind tudományos témavezetőként, mind pedig afféle „menedzserként", akinek a jó munkakörülmények biztosításában nagyon sokat köszönhetek. A mostani kutatás során élmény volt, hogy nemcsak a mi tanszékünk támogatott egy emberként a különböző feladatokban, hanem a kar más tanszékei (Műszaki Mechanika Tanszék, Anyagtudomány és Technológia Tanszék), sőt a Műegyetem más karairól (Építőmérnöki Kar, Közlekedésmérnöki Kar, Vegyészmérnöki Kar) is sokan mások (köztük akadémikusok) segítették a munkámat akár konzultációval, akár egyes műszerek kölcsönadásával. Nekik ezúton is szeretném megköszönni a támogatásukat.

– Közölték már valamilyen szaklapban a feszültségoszcillációval kapcsolatos munkájukat?

– Az eredmények közlése folyamatban van. Nemcsak nemzetközi szaklapban szeretnénk publikálni, hanem egy magyar folyóiratcikkben is szeretnénk tömören összefoglalni kutatásainkat.

– Mivel foglalkozik jelenleg?

– Kutatási témám a műanyag palackok fizikai újrahasznosíthatóságára összpontosít. Tanszékünk elsőként vezette be az ISO 9001-es minőségbiztosítási rendszert, és akkreditált mérőlaborja kitűnő feltételeket biztosít a kutatásokhoz. Talán ennek is köszönhető, hogy az elmúlt évben tanszékünkön öten szerezték meg a PhD-fokozatot.

– Mit jelent a műanyag palackok fizikai újrahasznosítása?

– Fizikai újrahasznosítás alatt a szelektíven gyűjtött műanyag palackok ledarálását, megömlesztését és az ömledékből valamilyen új termék gyártását értjük. Élelmiszer tárolására szolgáló palackot már nem lehet ebből az úgynevezett másodlagos anyagból készíteni, mert ezt az élelmiszer-ipari törvények nem engedélyezik, félve az esetleges szennyeződésektől. Ezért új felhasználási területeket kell keresni. Az anyag tulajdonságai általában romlanak az újrahasznosítás során, így ha a másodlagos anyagból hosszabb életciklusú terméket, például autóalkatrészt szeretnénk gyártani, a tulajdonságromlásokat kompenzálni kell. Kutatásaink folyamán mi különböző adalékanyagokkal, illetve erősítőanyagokkal próbáljuk az anyag mechanikai tulajdonságait javítani. Fontos szempont, és a kutatás aktualitását is jelzi, hogy az Európai Unió pontosan előírja, a csomagolási hulladék mekkora százalékát kell anyagában újrahasznosítani. Az anyagában történő újrahasznosítás egyik járható útját pedig éppen a fizikai újrahasznosítás jelentené Magyarországon.

– Mi értendő az ISO 9001-es minőségbiztosítási rendszeren?

– A minőségbiztosítás azt jelenti, hogy a tanszéken folyó összes tevékenység és folyamat – beleértve az oktatást és a kutatást is – szabályozott és ellenőrzött. Tevékenységünket rendszeresen értékeltetjük partnereinkkel (jelenlegi és végzett hallgatóinkkal, ipari megbízóinkkal, pályázati partnereinkkel), így az állandó tökéletesítés elvét követve mindig naprakészek tudunk lenni mind a hallgatóknak átadott ismeretanyag, mind az ipari elvárások tekintetében. Ennek köszönhetően megtöbbszöröződött a tanszéket szakirányként választó gépészmérnök-hallgatók száma, és nagyságrendileg növekedtek pályázati bevételeink, ipari megbízásaink. Az ISO-nak is szerepe van diplomázó hallgatóink pályázati sikereiben, a TDK- és OTDK-konferenciákon rendszeresen elért első díjakban. Az ISO folyománya, hogy a tanszéki laboratórium műszer- és gépparkja világszínvonalú, s ennek köszönhető többek között, hogy a PET-feszültségoszcilláció jelenségét megtapasztalhattam.

– Mik a tervei?

– Legfőbb rövid távú célom doktori értekezésem mielőbbi befejezése. És szeretnék minél többet tanulni, mert hitem szerint ez a kutatómunka egyik alapfeltétele.

– Hol helyezkedhet el manapság Magyarországon és a nagyvilágban egy magyar polimertechnikus kutatómérnök?

– Egyelőre számomra is nagy kérdés, hol nyílik lehetőség ilyen irányú kutatásra Magyarországon, mivel hosszú távon szeretnék itthon élni. Szívesen dolgoznék továbbra is a Műegyetem Polimertechnika Tanszékén. Ipari megbízáshoz kapcsolódó munkáinkon keresztül volt lehetőségem azt is megtapasztalni, hogy a magyarországi műanyagipar jó helyzetben van, így bízom benne, nem jelent majd problémát az elhelyezkedés.

– Köszönöm a beszélgetést, és gratulálok az ifjúsági Bolyai-díjhoz!

Az interjút készítette: HORVÁTH GÁBOR