

pontú pszichofiziológiai vizsgálatokon kívül más jellegű kutatások is folytak?

– Valóban, voltak és vannak is más irányú kutatások; MTA-csoportunk idegsejt- és molekulaközpontú kutatásokat folytat. A már elhunyt Faiszt József és Orosz Antal indították el e témákat, melyeket többek között Falus András folytatott, aki később orvosi kutatóhelyeken kiváló immunológus és genetikus szakemberré vált, és aki ma már a Semmelweis Egyetem professzora és akadémikus, Madarász Emília pedig a hazai idegsejtfejlődés kutatásának úttörője, az MTA KOKI osztályvezetője.

– Az ELTE-én immunológiai, molekuláris genetikai és etológiai oktatás azóta létezik, hogy rektorsága idején nagy modernizálásba kezdett. Miért volt szükség erre?

– Több korszerűtlen, sok „hiányszakmával” küszködő biológiai tanszék volt a hatvanas években egyetemünkön; 1966-ban ki-nevezésem és tanszékem létesítése is ennek volt köszönhető. Rektorra választásom után – 1972 és 1978 között voltam egyetemünk rektora – ezért több szakember tanácsára modernizálásba kezdtem. Ennek volt a része, hogy szabad álláshelyeket és kihasználható területeket találva az ELTE-n, például az alsógödi Biológiai Állomást, megvolt több új bázis létesítésének lehetősége. Így jött létre az immunológiai kutatócsoport Gergely János, a molekuláris genetikai csoport Vida Gábor, az etológiai pedig Csányi Vilmos vezetésével, a már régebben működő Mikrobiológia Tanszéket pedig Szabó István Mihály korszerűsítette. Az 1973-ban avatott négy új biológiai professzor mindegyike évek óta akadémikus.

Rektori működésem alatt szerencsére végig sikerült megtartanom alkotói erőmet, amit talán annak is köszönhetek, hogy szigorú munkarendet vezettem be: reggel és délelőtt mindig a tanszéken voltam, hogy friss fejem és kezem maradjon a kutatásra, előadásaimra, szakirodalom olvasására. Mindenkinek meg kellett szoknia, hogy csak délután, és ha kell, este vagyok rektor. Ez volt következetes napirendem hat éven keresztül, még a felettes hatósággal szemben is! Kalandos, két cikluson át tartó rektorságom időszaka egy másik beszélgetés témája lehetne, de pár esetet – például a perzsa sah avatását – már többször és többször is megírtak.

– Tudomány és ismeretterjesztés végig kísérték pályafutását. Emlékeztet az 1981-ben a televízióban vetített pszichofiziológiai sorozata *Pszí-Fi* címen, de több népszerűsítő kötet szerzője is. Az első között emelte fel szavát – és küzd azóta is – az áltudományok ellen.

– Már fiatal orvos koromban lelkes előadója voltam a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, a TIT szabadegyetemének. A Társulatban végzett sokrétű munkám elismeréseként elődöm, Ortutay Gyula javaslatára lettem 1978-ban a TIT országos elnöke, mely posztot 1990-ig töltöttem be. Azóta is odaadó híve vagyok a népszerűsítésnek. Ezt igazolja a sok előadás, rádiós és televíziós műsor (ezek egyike az a tévésorozat, amit említett), amelyben részt vettem a negyven év során, és a hamis tudással szembeni kérlelhetetlen fellépésem. Már csak ezért is szeretem, olvasom és támogatom a Társulat lapjait, amelyek a tudományok népszerűsítésében és az áltudományok elleni küzdelemben országnrészről vállalkoznak évtizedek óta. Külön öröm és megtiszteltetés ezért számomra, hogy e születésnapjára beszélgetést Európa legrégibb tudományos ismeretterjesztő folyóirata, a Természet Világa közli, amelynek 1981 óta szerkesztőbizottsági tagja vagyok és elnöke is voltam egy ideig.

– Professzor úr ma is aktív, rendszeresen bejár a tanszékre, előadásokat tart a hallgatóknak, számos akadémiai és egyéb bizottság munkájában vesz részt. Egyik interjújában mondta: egy könyv megírásával még adósa magának!

– Az adósságot azóta törlesztettem, hiszen megjelent a már beszélgetésünk során is említett „A rejtőzködő elme” című kötetem. Nyolcvanöt évesen rengeteg tervem van még, és örülnék, ha kilencvenéves koromban ezek megvalósításáról is elbeszélgethetnénk.

Az interjút készítette: KAPITÁNY KATALIN

HALÁSZ GÁBOR

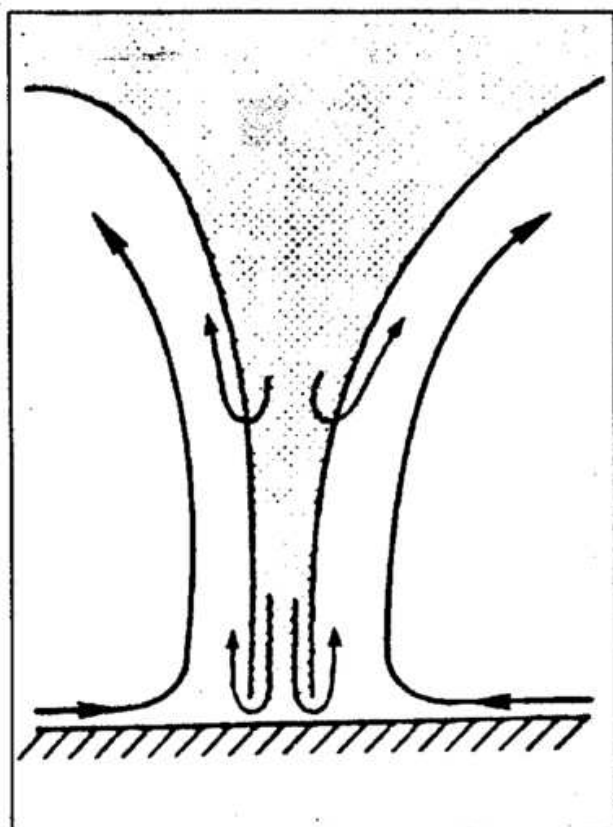
Tornádók kísérelleti modellezése

A természeti áramlások az időjárás alakítása által rendkívüli szerepet töltenek be életünkben, ezért minél pontosabb megértésük igen fontos számunkra. Kiemelkedő jelentőségűek a különféle légköri örvények; gondoljunk csak a településeket feldúló hurrikánokra és tájfunokra. Az akár több mint ezer kilométer átmérőjű trópusi ciklonok az óceán fölött alakulnak ki, majd a passzátszelek hatására érik el a szárazföldet, ahol pusztító hatásukat kifejtik.

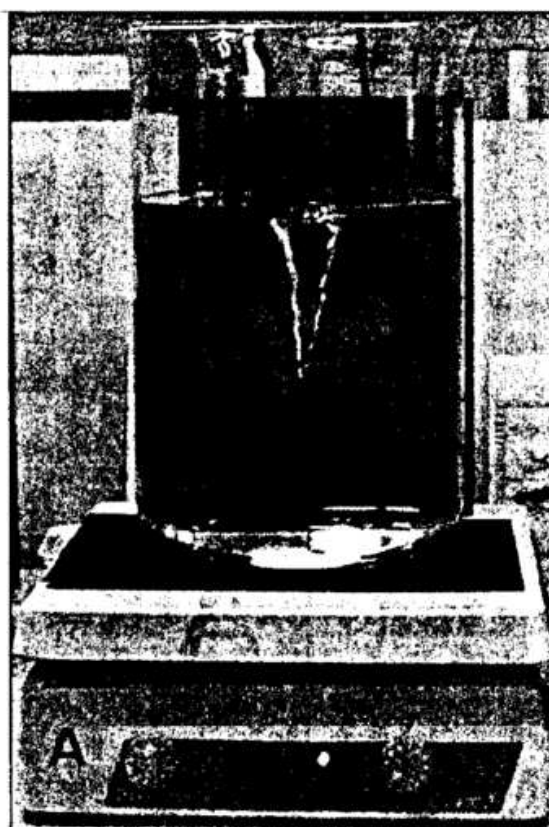
Jóval kisebb vízszintes méreteik ellenére nem kevésbé veszélyesek a forgószelek, más néven tornádók, melyeknek egyik jellegzetes képviselője az 1. ábrán látható. A hatalmas forgószelekben mérhető 300 km/h-s szélsősebesség egyedülálló a Föld felszínén [1,2], így könnyen érthető az általuk végzett óriási pusztítás. Nem ismerjük pontosan a kialakulásuk mechanizmusát, de biztosan előfeltétel a különböző hőmérsékletű légtömegek találkozá-

1. ábra. Tornádó – Oklahoma, 1999. május
(<http://en.wikipedia.org/wiki/tornado>)





2. ábra. Jellemző áramlási kép egy tornádóban



3. ábra. A tornádómodell működés közben



4. ábra. Az edény közepén kialakuló víztölcsér

sa. A létrejövő tornádó tulajdonképpen egy óriási hőerőgépként működik, mely két „hőtartályhoz” kapcsolódva képes munkát végezni.

A tornádó áramlási képének egy függőleges metszetét mutatja a 2. ábra; ehhez adódik hozzá a kiválasztott függőleges síkra merőleges, igen erős körkörös áramlás. Legbelül lefelé áramlik a levegő, míg valamivel távolabb a tengelytől feláramlás történik. A két zóna határán a függőleges sebesség nulla, ezt a réteget rajzolja ki a tornádók leglátványosabb jele, az 1. ábrán is látható hatalmas tölcser. Ennek felső része a felhő anyagából, alsó része pedig a felszínről felkapott porból és törmelékből áll. A tölcser területén gyakorlatilag csak körbe-körbe áramlik a levegő, ezzel magyarázható a képződmény szokatlan stabilitása.

Tudományos diákköri tevékenység keretében foglalkoztam egy tornádómodell vizsgálatával: egy olyan áramló rendszerével, mely sok szempontból a tornádókhoz hasonlóan viselkedik. A kutatás célja a modellben kialakuló áramlási kép minél pontosabb földerítése volt, majd az eredmények összevetése a tornádókban mások által korábban tapasztaltakkal. Kísérleteimet az ELTE TTK Kármán Laboratóriumában végeztem, mely kifejezetten a környezeti áramlások modellezésére szolgál.

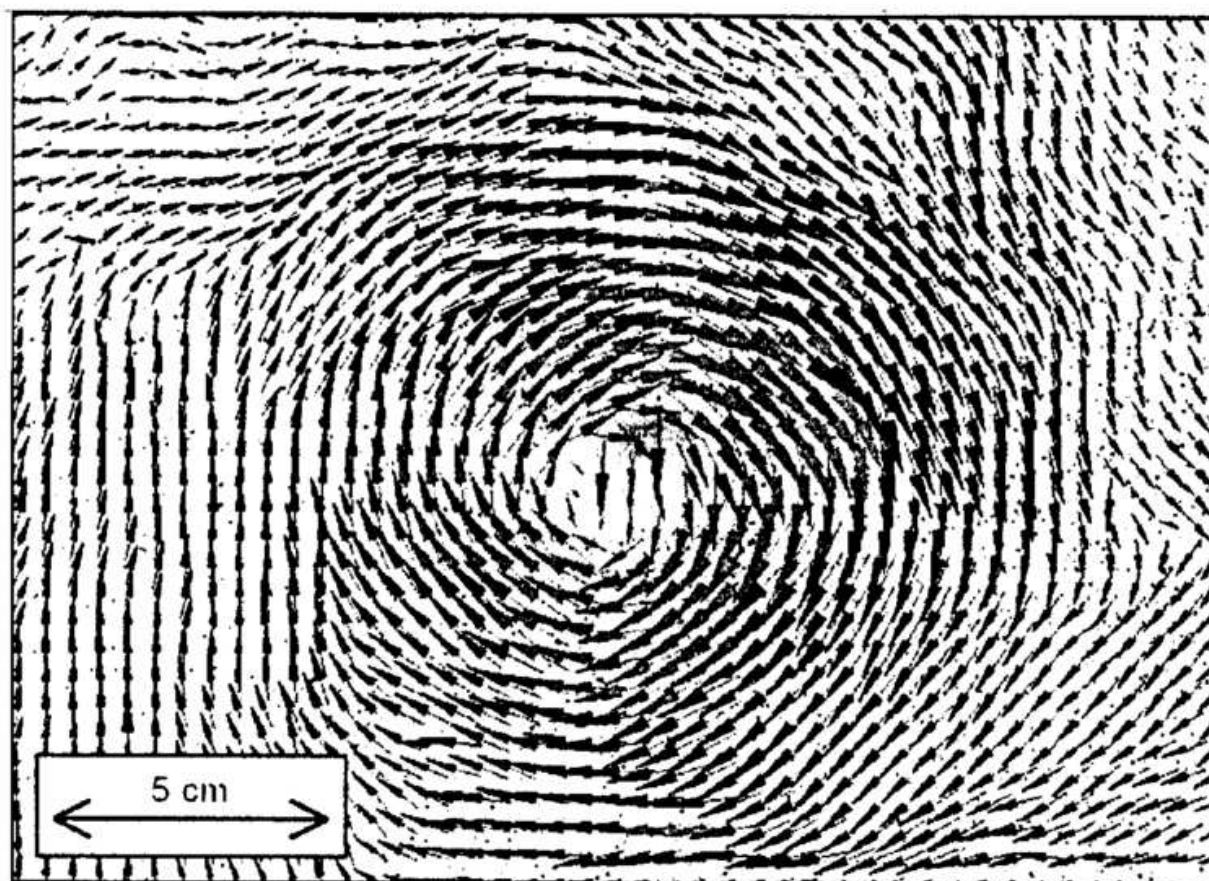
Az általam vizsgált egyszerű rendszerhez mindössze egy edény vízre és egy mágneses keverő készülékre van szükség [3]. Utóbbi főleg a vegyészek körében elterjedt, mert az oldatok keverésével elősegíti a különböző reakciók lefolyását. A működésbe hozott rendszer a 3. ábrán látható, ahol az A-val jelölt keverő készülékben forgó erős állandó mágnes a vele megegyező szögsebességű forgásra kényszeríti az edény alján elhelyezett mágneses keverőfejet. Az edény közepén kialakuló erős örvénylés hatására csökken belül a nyomás, aminek jele a vízfelszín „behorpadásával” létrejövő tölcser (4. ábra).

A lehető legegyszerűbb, mégis hatásos kísérleti módszer a tölcser méreteinek vizsgálata, melyek fontos információkkal szolgálnak az áramlási térre vonatkozóan. Mértém, hogy a tölcser magassága és szélessége milyen módon függ a rendszert jellemző egyéb paraméterektől: az edény sugarától, a vízzel való feltöltés magasságától, a mágneses keverőfej méreteitől és a keverés szögsebességétől. Meglepő módon ez a függés rendkívül egyszerű képletek segítségével mérési hibán belül jól leírható.

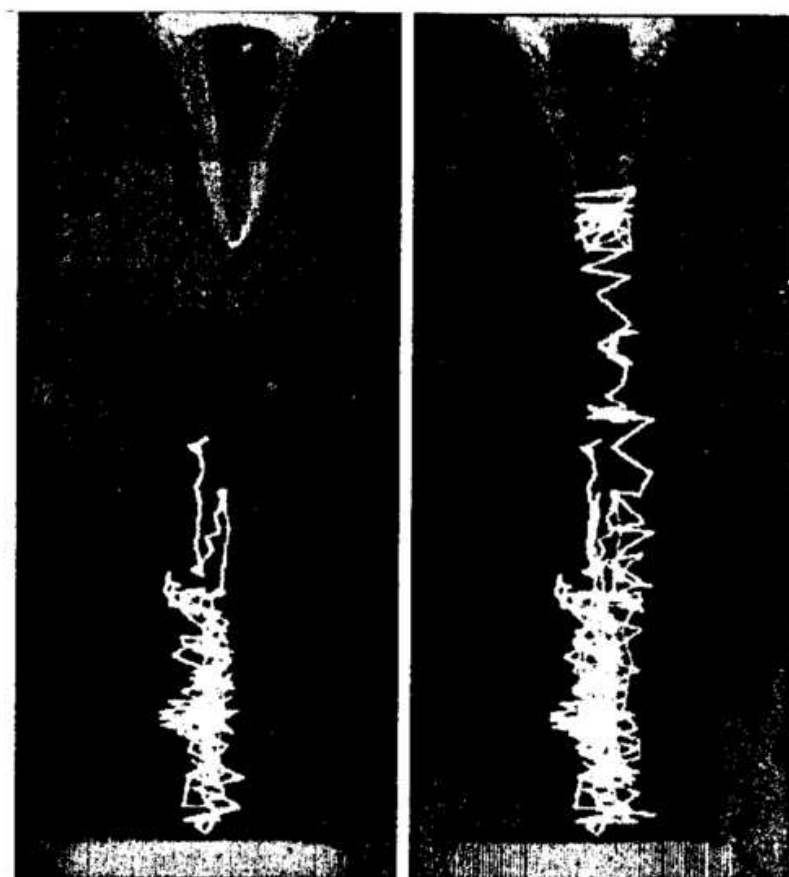
Az áramlástan mérés során igen gyakran használt PIV- (Particle Image Velocimetry = részecskékövetéses sebességmérés) eljárás segítségével a folyadék egy adott síkjában közvetlenül mérhető az áramlási sebesség síkba eső komponense. A módszer lényege, hogy két, egymást nagyon kicsi, de pontosan beállított időkülönbséggel követő, síkban terjedő lézervillanás az áramló folyadékban szétoszlatott apró részecskéket két rövid felvillanásra kényszeríti, a lézer síkjára merőlegesen néző kamera pedig mindkét pillanatképet felveszi. Ezután egy számítógépes program a részecskék elmozdulásának és a két felvillanás között eltelt időnek az ismeretében kiszámítja a részecskék sebességvektorának a lézer síkjába eső komponensét. A program az eredmények numerikus kiértékelésén túl azok megjelenítésére is alkalmas. Az 5. ábra az általam vizsgált rendszernek egy vízszintes síkbeli áramlási képét szemlélteti: megfigyelhető, hogy az áramlás a várttal ellentétben nem teljesen hengerszimmetrikus, mivel kis másodlagos örvényeket vehetünk észre a kép szélén. Ha a programnak egy adott pontban nem sikerül a sebesség meghatározása, akkor a környező pontok adataiból interpolál. Az ilyen módon kapott sebességértékeket jelzik a középen levő világos színű vektorok. Ezek nyilvánvalóan nem teljes értékű mérési adatok, így a kiértékelés során nem vettem őket figyelembe.

A PIV-eljárás alkalmazása során a megvilágító lézer síkját vízszintesre állítottam, miáltal a vízszintes síkba eső sugárirányú és körkörös sebesség közvetlenül mérhető, míg a függőleges komponens a víz összenyomhatatlanságának ismeretében a másik kétből kiszámítható. A lézervizsgált síkot függőlegesen mozgatva föltérképeztem az edényben kialakuló áramlási teret – a legbelső zóna kivételével, ott ugyanis csak megbízhatatlan interpolált értékekhez juthattam (5. ábra). Kiderült, hogy az áramlási sebesség mindhárom komponense egyenesen arányos a forgó keverőfej szögsebességével. Az áramlás meghatározó részét adó körkörös komponens első közelítésben független a magasságtól, az örvény tengelyétől mért távolsággal pedig fordítottan arányos. A sugárirányú sebesség jóval bonyolultabb módon függ a helytől: kvalitatíve annyit állíthatunk, hogy az edény felső részében befelé, alul pedig kifelé áramlik a víz. A függőleges sebességet illetően megfigyelhető, hogy a tengely és az edény fala közt félúton leáramlás, az edény fala mentén pedig igen erős feláramlás történik. Az edény közepéről a PIV-módszer alapján semmit nem állíthatunk, ennek földerítéséhez más eljárásokra is szükség van.

Egy áramló folyadékba egy kis gyöngyöt juttatva, majd mozgását kamerával fölveve kvalitatív képet kaphatunk az áramlási



5. ábra. Áramlási kép az edény egy vízszintes síkjában – a világos színű vektorok interpolált értékeket jeleznek



6. ábra. Az áramló vízben mozgó gyöngy pályája

tér szerkezetéről. Kísérleteim során milliméteres átmérőjű, víznél könnyebb műanyag gyöngyöket használtam, melyek normális esetben a víz felszínén úsznak. Ha azonban a víztölcsér közepébe ejtjük őket, elválnak a vízfelszíntől, és egy többé-kevésbé stabil egyensúlyi helyzetbe kerülnek az örvény tengelyében. Ez csak úgy lehetséges, hogy középen egy rendkívül erős lefelé áramlás működik, mely által a gyöngyre kifejtett, lefelé ható húzóerő egyensúlyt tart a gyöngy víznél kisebb sűrűségéből adódó többlet felhajtóerővel. A leáramlás sebessége itt sokkal nagyobb, mint bárhol máshol az edényben; a tengelytől távol a gyöngy zavartalanul a felszínre emelkedik.

Külön figyelmet érdemel a gyöngy mozgása az egyensúlyi helyzet körül: pályája a 6. ábrán látható (az első képen 10, a második pedig 20 másodpercig nyomon követve). Az erős leáramlás csak egy milliméteres vastagságú fonálban összpontosul, ezért a gyöngy egészen kis oldalirányú kitérése esetén is hirtelen csökken a lefelé ható húzóerő. Ekkor a felhajtóerő hatására elindul fölfelé, majd valahol visszatér a vékony áramlási fonálba, és újra lesüllyed. Mozgása a 6. ábra alapján nyilvánvalóan kaotikus, de ennek ellenére az egyensúlyi helyzet stabil. A gyöngy ugyanis sohasem hagyja el az örvény tengelyét övező centiméteres átmérőjű áramlási csövet, mely a legbelső vékony áramlási fonálból és a körülötte levő lassabb áramlású területből áll.

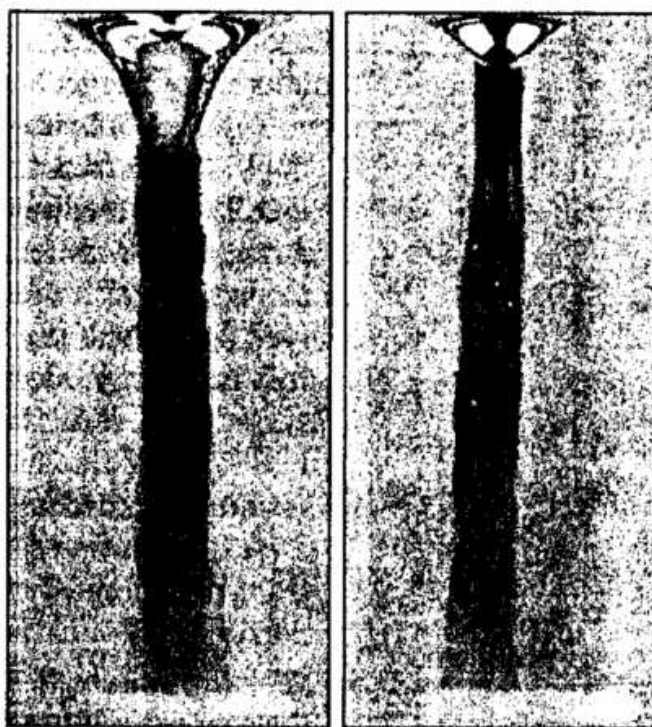
További értékes részleteket jelenít meg a víztölcsér közepébe juttatott festékcsepp. Ellentétben a vízzel teli edény többi részével, a tölcsérbe csöppentett festék nem oszlik szét másodpercek alatt, helyette kialakul egy élénk színű, henger alakú festékfüggöny (7. ábra), melynek kontúrja akár percekig is látható marad. A centiméteres átmé-

rőjű hengerfelület éppen az előbbi áramlási csövet határolja; a festékfüggöny nagy stabilitásából arra következtethetünk, hogy itt a leáramlás sebessége egészen kicsi. A gyöngyökkel történő nyomkövetés és a PIV-eljárás eredményeiből ismert, hogy a felület mindkét oldalán erősebb leáramlás történik, így a függőleges sebességnek helyi minimuma van a festékfüggöny területén.

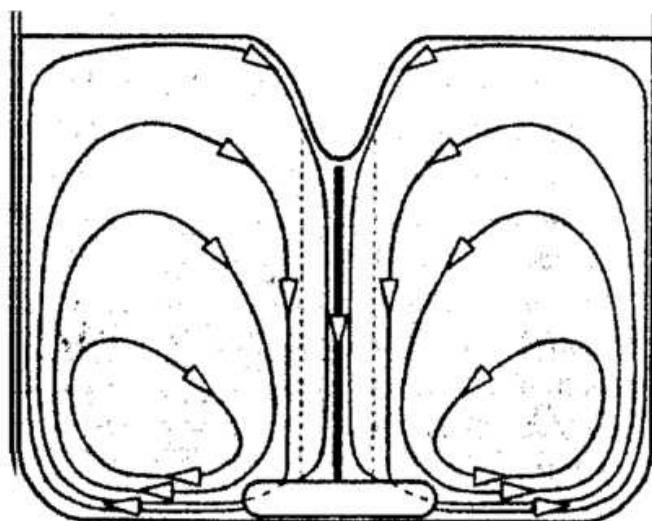
Érdekes megvizsgálni a festékfüggöny kialakulásának folyamatát is: a lefelé terjedő festék sokkal gyorsabban mozog, mint ahogy az a függöny területén tapasztalt igen gyenge leáramlásból következne. Valójában a festék jóval beljebb, a központi áramlási fonálban szállítódik, majd a nagy sebességkülönbségből fakadó turbulenciák következtében kiszóródik onnan. A középen maradó festéket az erős áramlás hamar kimosza, az áramlási cső szélére kerülő részecskékből viszont létrejöhet a stabil festékfüggöny. Kívül ugyanis amellet, hogy kisebb a leáramlás sebessége, a turbulenciák hatása sem jelentős. A kialakulás egy pillanatképe látható a 7. ábra második képén, ahol szépen kirajzolódik a festék szállításáért felelős központi áramlási fonál is.

A leírt kísérleti módszerek által földerített áramlási képet a 8. ábra foglalja össze, ahol a folytonos vonallal jelölt áramvonalak közül vastaggal van kiemelve a központi áramlási fonál, míg a festékfüggöny helyét szaggatott vonal jelzi. A forgó keverőfej nagy sebességgel dobja ki a vizet maga körül, ami egy rendkívül erős kiáramlást hoz létre az edény legalján. Később ez a víztömeg az edény függőleges falának ütközve fölfelé térül el, aminek a falak mentén tapasztalt erős feláramlás köszönhető. Az örvény tengelyétől távol a sugárirányú és a függőleges komponens a 8. ábrán látható módon egy áramlási cellával jellemezhető,

7. ábra: A tölcsér alatt létrejövő stabil festékfüggöny



8. ábra. Az edényben kialakuló áramlási tér szerkezete



Vizi E. Szilveszter Báthory-díja

A Bolyai Kezdeményező Bizottság javaslatára az Erdélyi Magyar Nemzeti Tanács augusztus 28-án adta át harmadik alkalommal a Báthory-díjakat. Ezt az elismerést azok kapják, akik sokat tettek az erdélyi önálló magyar felsőoktatás érdekében.

A Magyar Tudományos Akadémián tartott meghitt ünnepségen elsőként Vizi E. Szilveszter, Akadémiánk elnöke vehette át a Báthory-díjat. E kitüntetésben részesült még Széles Gábor, a Munkaadók és Gyáriparosok Országos Szövetségének elnöke, Schöpflin György politológus, Németh Zsolt, az Országgyűlés külügyi bizottságának elnöke, Nagy Elek üzletember, Göran Lindblad svéd EP-képviselő, Kozma József, az Országgyűlés külügyi bizottságának alelnöke, Kónya-Hamar Sándor néppárti EP-képviselő, Komlóssy József kisebbségi szakértő, Degenfeld Sándor üzletember, Csányi Sándor, az OTP Bank elnök-vezérigazgatója, Balázs Sándor egyetemi tanár, Baldauf László, a CBA-üzletlánc vezérigazgatója és Almássy Kornél országgyűlési képviselő.

Külön öröm számunkra, hogy a kitüntető elismerésben részesültek között Vizi E. Szilveszter személyében szerkesztőbi-



Tőkés László püspök gratulál Vizi E. Szilveszternek a Báthory-díj átadásakor

zottságunk elnökét is köszönhetjük. Aki Erdélyre figyel, tudhatja, mennyi mindent tett az ottani magyarságért, kiállva nyelvi és területi autonómiájuk mellett.

Brassai Zoltán marosvásárhelyi orvosprofesszor a „nagy építő”-nek nevezte őt, aki segítette kidolgozni az erdélyi magyar orvosképzés túlélési stratégiáját. Aki támogatta az Erdélyi Magyar Tudományegyetemnek és a Kutatási Programok Intézetének működését, pénzadományhoz segítette a marosvásárhelyi Bolyai Farkas Líceumot. Elnökünk erőfeszítéseinek köszönhetően 2007. június 23-án Kolozsváron megalakulhatott az MTA Kolozsvári Akadémiai Bizottsága. S ahogyan azt Brassai professzor a Vizi

E. Szilveszter tiszteletére készített különszámunkban megfogalmazta: „Tekintélyével nagy szerepet játszik a különböző erdélyi belső feszültségek és ellentétek feloldásában, elsimításában.”

Mindezért a Báthory-díjjal mondott most köszönetet Vizi E. Szilveszternek az erdélyi magyar közösség.

S. GY.



9. ábra. Tornádó – Texas, 1997. május (<http://www.livescience.com/tornadoes>)



10. ábra. Stabil festék-függöny

melynek középvonala a központi örvény tengelyét megkerülve önmagába záródik. Ennél is sokkal érdekesebb azonban az edény tengelyében létrejövő nagy sebességű áramlási fonál: a vízfelszín mentén befelé áramló víz itt egy olyan képződménybe fókuszálódik, melynek milliméteres átmérője jóval kisebb a rendszer összes többi jellemző méreténél.

Az edényben kialakuló teljes áramlási kép ismeretében végül összegyűjthetjük a legfontosabb hasonlóságokat és különbségeket a tornádóhoz képest: az áramlási terek szerkezetében sok közös vonást találunk annak ellenére, hogy a két rendszer energetikai viszonyai alapvetően eltérnek. A vizes modellben munkát végző mágne-

ses keverőfejnek semmilyen megfelelője nincs a tornádók esetében, azok ugyanis más forrásból szereznek energiát; a légköri örvények hőerőgép-jellegét az általam vizsgált modell nem képes visszaadni.

A tornádó és a vizes modell legfontosabb közös tulajdonsága, hogy az áramlási sebesség körkörös összetevője az örvény tengelyétől távol fordítottan arányos a tengelytől mért távolsággal [2]. Az így talált matematikai egyezéskor általánosabb összehasonlítás lehetséges a mértékegység nélküli számok vizsgálatával, melyek azt fejezik ki, hogy a két rendszer viselkedését mennyire befolyásolja egy adott hatás, például a nehézségi erő vagy a belső súrlódás. Kiderül, hogy a tornádó és a modell a mértékegység nélküli számok alapján teljes dinamikai hasonlóságot mutat az áramlás meghatározó részét adó körkörös komponens szempontjából.

A sugárirányú és a függőleges sebességeket tekintve a központi erős leáramlást, valamint a körülötte található lassú áramlású zónát említhetjük közös vonásként. Sok más szempontból azonban gyökeres eltéréseket vehetünk észre ezekben a komponensekben, a keverőfej körül tapasztalt erős kiáramlásnak például nincs megfelelője a tornádó esetében.

Végző gondolatként megemlíthetjük a két rendszer leglátványosabb analógiáját, a tornádó és a közepén megfestett víztölcsér közötti képi hasonlóságot. A 9. ábra tornádótölcsérre és a 10. ábra festékfüggönyre is olyan tartományban jön létre, ahol a függőleges sebesség igen kicsi – ennek köszönhető a szokatlan stabilitásuk. A képi hasonlóság tehát visszavezethető az áramlások hasonlóságára: újabb igazolást nyert, hogy az általam vizsgált vizes rendszer hűen modellezi a valódi tornádókat.

IRODALOM:

- [1] James E. Caskey Jr.: Wind Speed and Air Flow Patterns in the Dallas Tornado of April 2, 1957; Monthly Weather Review 88, 166–180 (1960) <http://docs.lib.noaa.gov/rescue/mwr/088/mwr-088-05-0167.pdf>
- [2] P. Sarkar, F. Haan, W. Gallus Jr., K. Le, J. Wurman: Velocity measurements in a laboratory tornado simulator and their comparison with numerical and full-scale data. <http://www.pwri.go.jp/eng/ujnr/joint/37/paper/42sarkar.pdf>
- [3] G. Halász, B. Gyüre, I. M. János, K. G. Szabó, T. Téli: Vortex flow generated by a magnetic stirrer; Am. J. Phys. <http://arxiv.org/abs/physics/0702199>