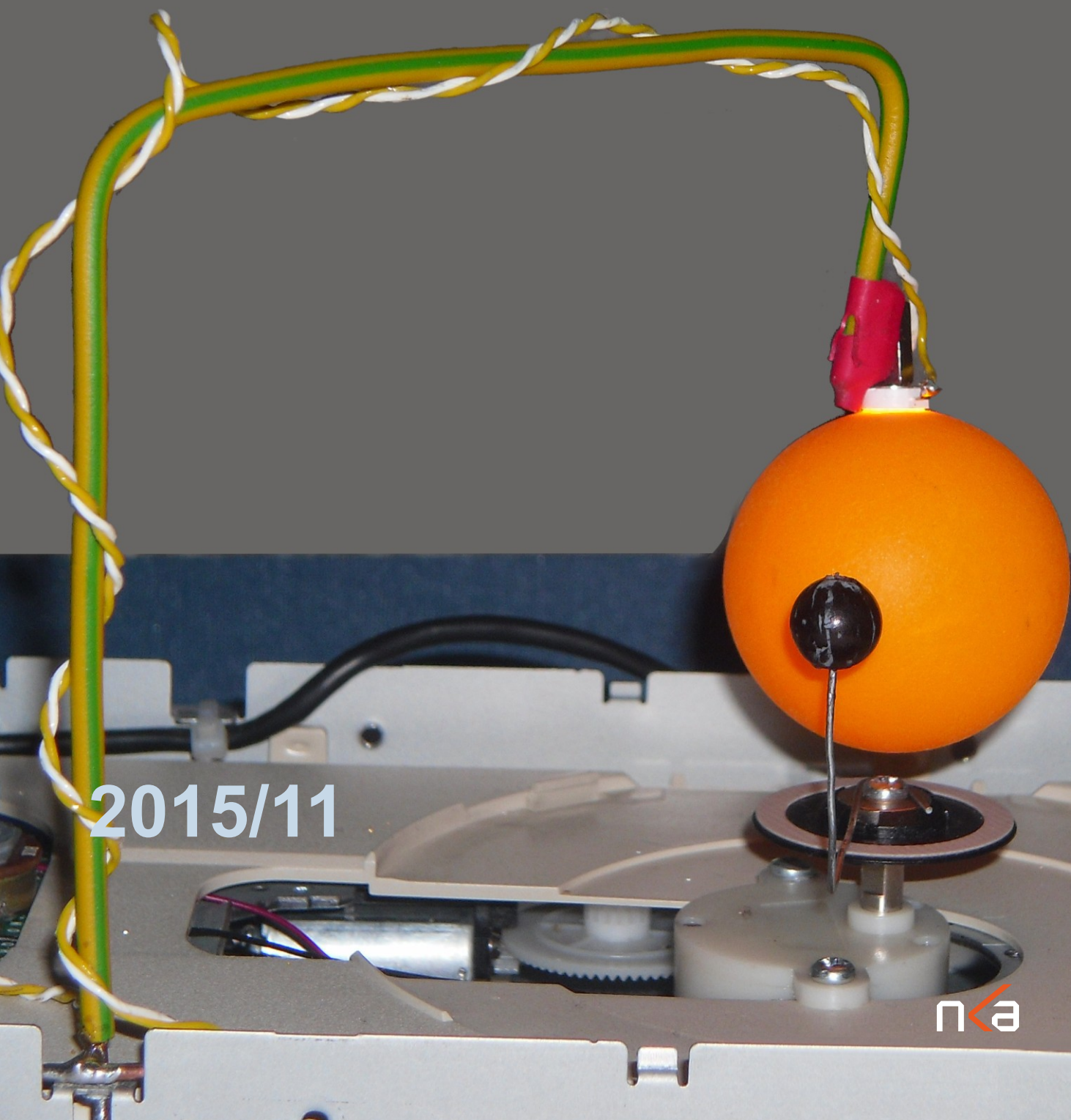


fizikai szemle



2015/11



LIGHT2015
PHOTONICS
DISCOVER THE POWERS OF LIGHT

BME Atomfizika



A FÉNY
NEMZETKÖZI ÉVE
2015



EOS European Optical Society Coherence for Europe®



European
Centres
for Outreach
in Photonics



European Physical Society
more than ideas

LIGHTtalks: Careers in Photonics

A LIGHTtalks az Európai Unió által indított és támogatott rendezvénysorozat a fotonika, azaz a fény technológiájának népszerűsítésére.

Az előadások célja a fotonikában rejlő szakmai karrierek széles spektrumának bemutatása az érdeklődő középiskolás diákok, egyetemi hallgatók és a nyilvánosság számára. Az előadók olyan egykori hallgatók, akiknek pályája a BME Atomfizika Tanszékéről indult. Ők különböző cégek fiatal, dinamikus munkatársaiként közérthetően és látványosan mutatják be a fotonikához kapcsolódó munkáikat és a fotonikát a fizikához kapcsoló szakmai kihívásokat. Azon diákok és BSc egyetemi hallgatók számára, akik még a pályaválasztás, illetve specializáció előtt állnak, a rendezvény kiváló lehetőség a tájékozódásra és jövőbeni tanulmányi elképzeléseik megerősítésére.

A rendezvényt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat közös szervezésében 2015. november 17-én 13:00 és 18:00 között, a BME F29-es nagy előadótermében tartják.

Az eseményen a részvétel ingyenes, de regisztrációhoz kötött. Részvételi szándékát a következő regisztrációs felületen jelezheti:

http://fat.physics.bme.hu/careers_in_photonics_2015

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat havonta megjelenő folyóirata.

Támogatók: a Magyar Tudományos Akadémia Fizikai Tudományok Osztálya, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, a Magyar Biofizikai Társaság, a Magyar Nukleáris Társaság és a Magyar Fizikushallgatók Egyesülete

Főszerkesztő:
Szatmáry Zoltán

Szerkesztőbizottság:
Bencze Gyula, Czitrovszky Aladár, Faigel Gyula, Gyulai József, Horváth Gábor, Horváth Dezső, Iglói Ferenc, Kiss Ádám, Lendvai János, Németh Judit, Ormos Pál, Papp Katalin, Simon Péter, Sükösd Csaba, Szabados László, Szabó Gábor, Trócsányi Zoltán, Ujvári Sándor

Szerkesztő:
Füstöss László

Műszaki szerkesztő:
Kármán Tamás

A folyóirat e-mail címe:

szerkesztok@fizikaiszemle.hu

A lapba szánt írásokat erre a címre kérjük.

A beküldött tudományos, ismeretterjesztő és fizikatanítási cikkek a Szerkesztőbizottság, illetve az általa felkért, a témában elismert szakértő jóváhagyó véleménye után jelenhetnek meg.

A folyóirat honlapja:
<http://www.fizikaiszemle.hu>



QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

QR code linking to the journal's website

Pál Lénárd 90 éves (<i>Patkós András, Szatmáry Zoltán</i>)	366
<i>Pázsit Imre</i> : Együtt dolgozni Pál Lénárddal	367
<i>A negyven évvel ezelőtti vizsgától termékeny munkakapcsolat a mai napig. Kell ehhez szerencse, de távolról sem elég.</i>	
<i>Barna B. Péter</i> : Pócza tanár úrról – születésének 100. évfordulóján	372
<i>Pócza Jenő a fizikusképzés elindításánál. Kényszerű, de iskolateremtő váltása vékonyrétegek elektronmikroszkópos vizsgálatára.</i>	
<i>Aszódi Attila, Boros Ildikó</i> : Új blokkok a paksi telephelyen – 2. rész	377
<i>A Paksra tervezett új blokkok technológiai jellemzői és biztonsági rendszerei. Az engedélyezési eljárás folyamata.</i>	
<i>Molnár János</i> : Két muzeális műtárgy és egy régi törvény ürügyén – 2. rész	382
<i>A gyűrűs napóra matematikája. A közel száz éves szabadalmi bejegyzés jogi környezete.</i>	
A FIZIKA TANÍTÁSA	
<i>Piláth Károly</i> : „Exobolygó kutatás” Trackerrel	387
<i>A fedési módszer. A „forgószínpad” és a videoanalízis leírása.</i>	
<i>Csatári László</i> : Öveges József nyomdokán a 21. században	390
<i>A myDAQ eszköz és a LabVIEW grafikus felület ismertetése. Felhasználásuk fizikai mérésekhez.</i>	
<i>Ujvári Sándor</i> : 2015 a Fény éve – Oktatás – 58. Fizikatanári Ankét	393
VÉLEMÉNYEK	
<i>Bencze Gyula</i> : Ami még brutális...	395
<i>Sajnos nem csak Härtlein Károly tv-sorozata az.</i>	
HÍREK – ESEMÉNYEK	

Lénárd Pál's 90th birthday (*A. Patkós, Z. Szatmáry*)
I. Pázsit: Working jointly with Lénárd Pál
B. P. Barna: Remembering Jenő Pócza on the occasion of his 100th birthday
A. Aszódi, I. Boros: New reactors at Paks Nuclear Power Plant – Part 2
J. Molnár: Under the pretext of two artefacts and an ancient law – Part 2

TEACHING PHYSICS

K. Piláth: Exoplanet model investigation with Tracker
L. Csatári: Continuing the work of József Öveges in our century
S. Ujvári: 58th Conference of Physics Teachers – Hévíz, Hungary, 2015

OPINIONS

G. Bencze: Something even more brutal

EVENTS



PÁL LÉNÁRD 90 ÉVES

Pál Lénárd Kossuth-díjas akadémikus, a Központi Fizikai Kutató Intézet igazgatója, majd főigazgatója, a Magyar Tudományos Akadémia főtitkára és számos egyéb tudományos és állami tisztség betöltője 2015. november 7-én betölti 90. életévét. *Jánossy Lajos* után bő tíz évig a *Magyar Fizikai Folyóirat* főszerkesztője, majd a *Fizikai Szemlével* való egyesülést követően 2002 végéig *Marx Györggyel* és *Berényi Dénessel* annak társ-főszerkesztője volt. Ebben a minőségében, de egyéb, tudományos és közéleti tevékenységére való tekintettel is helyénvaló születésnapján köszöntünk őt.

Gyomán (ma Gyomaendrőd) született, középiskolai tanulmányait Békéscsabán végezte a felső kereskedelmi iskolában. A BME tanárképzős, majd az ELTE TTK vegyész szakos hallgatója volt. (Akkoriban József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, illetve Pázmány Péter Tudományegyetem.) 1949-ben kapott vegyészoklevelet, majd 1950 és 1953 között a moszkvai Lomonoszov Egyetem aspiránsaként mágnességtannal foglalkozott. E tárgyban védte meg kandidátusi disszertációját. Ezt követően lett a KFKI tudományos munkatársa. Itt 1953 és 1956 között a Ferromágneses Osztályt vezette, 1956-ban az intézet tudományos igazgatóhelyettese, majd 1970-ben igazgatója lett. 1959-ben védte meg értekezését, amellyel a fizikai tudomány doktora fokozatot szerzte meg. 1974-ben a KFKI-t négy intézetből álló kutatóközponttá szervezte át, amelynek első főigazgatója lett. A KFKI-ban végzett munkájával egyidejűleg az ELTE Atomfizikai Tanszékének féléllású egyetemi tanára volt, de az egyetem Szilárdtestfizikai Tanszékén is tartott előadásokat. 1988 után az Atomfizikai Tanszék rendes egyetemi tanára. 1995-ben ment nyugdíjba.

Tudományos vezetői és egyetemi tanári tevékenysége mellett számos magas vezető – állami és társadalmi – tisztséget töltött be: az Országos Atomenergia Bizottság elnöke (1978–1980), az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöke (1984–1985), a Magyar Tudományos Akadémia főtitkára (1980–1984), az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke (1968–1972), a Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Fizikai Szövetség, IUPAP alelnöke (1969–1975), a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének alelnöke (1972–1976), a Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottságának titkára (1985–1988).

A KFKI vezetőjeként fontos szervező munkát végzett a kutatóközpont arculatának, vagyis a négy tudományos intézet és azok műszaki, tervezői hátterének kialakításában. Számos kutatási irány elindítását kezdeményezte, illetve segítette. Ő irányította a KFKI 1959-ben indított és máig üzemelő kutatóreaktorának létesítését. Sokat dolgozott a KFKI nemzetközi kapcsolatainak építésén, korszerű kutatási eszközök fejlesztésén, berendezések beszerzésén. Segítette kísér-

leti, úgynevezett zérusteljesítményű atomreaktorok építését. Közülük a ZR-2 jelű berendezésen végzett kísérletekben személyesen is részt vett.

Tudományos munkássága a szilárdtestfizika, a neutronfizika és a valószínűségelmélet fizikai alkalmazásainak területére esik. Nagy nemzetközi visszhangot váltottak ki a hasadási láncreakció matematikai statisztikai tulajdonságait feltáró eredményei, ezek egyike a Pál–Bell-egyenletként hivatkozott alapvető összefüggés. Elméleti eredményeit a ZR-2 reaktoron végzett kísérletek igazolták. Az ott alkalmazott módszerek ma már rutinnak számítanak a kísérleti reaktorfizikában. Különböző, köztük neutronszeres módszerekkel vizsgálta ötvözetek tulajdonságait, kristályszerkezetüket és mágneses tulajdonságaikat. E két területen elért eredményeiről szóltak akadémiai levelező taggá, illetve rendes taggá való választásakor tartott székfoglaló előadásai (1964, majd 1972). Teljes munkásságát százötven publikációban tette közzé. Ezen túlmenően számos könyv szerzője.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat elnöksége és a *Fizikai Szemle* szerkesztősége születésnapján gratulál és újabb alkotó éveket kíván Pál Lénárd tagtársunknak.

Patkós András
elnök

Szatmáry Zoltán
főszerkesztő

Pál Lénárd a *Fizikai Szemlében*

- Pál Lénárd: Ferromágneses kutatások a Szovjetunióban — 1954, 67.
Pál Lénárd: Szabadságunk tizedik évfordulójára — 1955, 35.
Pál Lénárd: Ferromágneses félvezetők — 1956, 156.
Pál Lénárd: A fizika és a matematika kapcsolatáról — 1965, 231.
Pál Lénárd: Iréne Joliot-Curie (1879–1956) — 1966, 259.
Pál Lénárd: Húsz éves a KFKI — 1970, 215.
Pál Lénárd: Fizika és társadalom — 1975, 121.
Pál Lénárd: Miről mesélnek a fluktuációk? — 1976, 401.
Pál Lénárd: Gondolatok a jövőről a nagy „tűzlopás” ürügyén — 1977, 361.
Pál Lénárd: Gondolatok a kutatásról és a termelési szerkezetről — 1978, 11.
Pál Lénárd: Megnyitó beszéd a GIREP Konferencián — 1982, 41.
Pál Lénárd: A kis országok szerepe a nemzetközi űrkutatásban — 1984, 169.
Pál Lénárd: A tudományos–technikai haladás és a nukleáris fegyverkezés — 1984, 281.
Pál Lénárd: A tudományos és műszaki haladás időszerű kérdései — 1986, 281.
Pál Lénárd: „A KFKI megjelenése sokakban váltott ki ellenérzéseket” — 1992, 348.
Pál Lénárd: Marx György 70 — 1997, 146.
Marx György: Szilárd Leó – recenzió (Pál Lénárd) — 1998, 63.
Marx György (szerk.): Szilárd Leó centenáriumi kötet – recenzió (Pál Lénárd) — 1998, 142.
Pál Lénárd: Bragg-díj 2001 — 2001, 35.
Pál Lénárd: Köszönet a Wigner Jenő-díjért — 2001, 368.
Berényi Dénes, Pál Lénárd: Marx György 75 éves — 2002, 133.
Marx György: Wigner Jenő – recenzió (Pál Lénárd) — 2002, 324.
Mindig izgatott a „miért?” kérdése – Jéki László beszélgetése Pál Lénárd akadémikussal — 2005, 395.
Pál Lénárd: Ötven éve a KFKI-ban — 2009, 81.

Pál Lénárdot egyetemi hallgató korom óta ismerem, de munkakapcsolatunk csak több évtizeddel később lett. Az egyetemen nekünk kinetikus gázelméletet adott elő, de mivel nem az egyetemen dolgozott, spontán nem találkoztunk vele úgy, mint a többi előadóval. Viszont az egyetemi idők után rengeteg szalon kerültem közvetlen vagy közvetett kapcsolatba Lénárddal, ami lényegesen befolyásolta a karrieremet.

Amikor 1972-ben elkezdtem doktori ösztöndíjamat a KFKI akkori AEKI Reaktorfizikai Osztályán, *Kosály Gyuri* lett a témavezetőm, aki viszont korábban, igaz más témában, de Lénárddal volt doktorandusz, tehát jól ismerte. Így áttételesen azonnal lett egy közvetett kapcsolat; Gyurinak rengeteg története volt a saját doktori idejéből, ami Lénárdhoz fűződött. A doktori idő alatt egyszer találkoztam Lénárddal, amikor meglátogatta a Reaktorfizikai Osztályt és mindenkiel elbeszélgetett a folyó munkákról. *Mesko Lacival*, fiatalon elhunyt akkori doktori ösztöndíjas szobatársammal meglepődve tapasztaltuk, hogy Lénárd mennyire otthon van a témánkban, még egy javaslatára is emlékszem az én munkámmal kapcsolatban, aminek később hasznát vettem.

Az első közvetlen kapcsolat 1975-ben, a doktori vizsgám alkalmából jött létre, szintén Kosály Gyuri révén. Akkoriban Magyarországon az atomenergia,

Pál Lénárd első mágneses mérése a Lomonoszov Egyetemről hazatérve, KFKI-ban (1953).



különösen az a speciális ága, ami az én doktori témám volt, a neutronfluktuációkon alapuló reaktorzajdiagnosztika, még nem volt önálló diszciplína. A doktori vizsga témája magfizika lett, mint a legközelebb álló tárgy, de persze a dolgozatom egyáltalán nem tartalmazott igazi magfizikát. Ezért fontos volt, hogy ki lesz a vizsgabizottság elnöke, aki majd a vizsga témáját meghatározza. Gyurinak sikerült elintéznie, hogy Lénárd legyen a vizsgabizottság elnöke, aki a sokszorozó közegekben előforduló neutronfluktuációk (elágazó folyamatok) elméleti megalapozója és nemzetközileg elismert vezető személyisége volt.

E megoldásnak az az óriási előnye volt, hogy a vizsga a magfizika helyett reaktor- és neutronfizikára és véletlen folyamatokra koncentrált. Viszont az volt az „ára”, hogy Lénárd úttörő munkáiból, amelyekkel a reaktorokban lejátszódó elágazó folyamatok elméletét megalapozta, alaposan fel kellett készülnöm. Ennek azután a későbbiekben óriási hasznát láttam, és ez képezi Lénárddal a 2000-es évek eleje óta tartó produktív és élvezetes együttműködés alapját. Ugyanis az elágazó folyamatok masteregyszerű tárgyalása, amit korábban alacsony teljesítményű reaktorokban végzett reaktivitásmérésre használtak („zérózaj-elmélet”, ahol a „zéró” az alacsony teljesítményre utal), az utóbbi évtizedekben óriási fellendülésen ment keresztül: mind a gyorsítóval hajtott szubkritikus reaktorokban (ADS) végzett reaktivitásmérési módszerek kifejlesztésénél, mind a hasadóanyagokat passzív, roncsolásmentes alapon, neutron- és gamma-sugarak detektálásának statisztikai tulajdonságaiból azonosító módszerek jelenlegi kifejlesztésében (safeguard¹) kapott nagy szerepet.

Az 1975-ös doktori vizsgám idején e területnek én még csak passzív szemlélője, tolmácsolója voltam. Egy lépés volt az aktívabb hozzájárulás felé, amikor 1977-ben az ELFT Szilárdtestfizikai Szakcsoportja őszi iskolát szervezett Mátrafüreden sztochasztikus folyamatokról és azok alkalmazásáról. *Szatmáry Zolit* kérték fel, hogy a mi részünkről tartson előadást, aki azonban nem tudott elmenni, és nekem „passzolta át” a meghívást. Egy évvel később ugyanebben a témakörben Fizikus Diákköri Iskola volt Dunaújvárosban, amin szintén ott voltam, és az ott elhangzott előadásokból jegyzet is készült. Ez volt az első publikációm ezen a területen, még ha nem is saját munkáról szólt.

Első saját munkám elágazó folyamatok témakörben 1979-ben született meg, egy 11 hónapos londoni NAÜ-ösztöndíjas tanulmányút alatt, ottani vendéglátómmal, *Mike Williams* professzorral közösen. Ettől kezdve szór-

¹ A „safeguards” jelentése itt: a nukleáris anyagok felhasználását és terjesztését szabályozó nemzetközi szerződés (Atomsorompó Szerződés) előírásainak betartását ellenőrző, neutron- és gamma-sugárzás-méréseken alapuló biztosítéki rendszer (<http://vienna.io.gov.hu/nau-bemutato>).



滿足下列非線性微分方程:

$$\frac{\partial g(t_0, \vec{u}_0; t, \vec{x})}{\partial t_0} = -\left\{ \hat{T}g(t_0, \vec{u}_0; t, \vec{x}) + v_0 \sum_{j=1}^r Q_{j1} g_j[E_0; \vec{X}_j(t_0, \vec{u}_0; t, \vec{x})] + v_0 Q_a \right\},$$

式中

$$Q_a = \sum_{j=1}^r Q_{ja}, Q_i = \sum_{j=1}^r Q_{ij}, Q_l = \sum_{j=1}^r Q_{lj}$$

為俘獲，散射和裂變的宏觀有效截面， v_0 為射出中子的絕對速度值，以 \hat{T} 表示運輸算符，其效應由下列方法推算：

$$Tg(t_0, \vec{u}_0; t, \vec{x}) = v_0 Q_0(t_0, \vec{r}_0, E_0)g(t_0, \vec{r}_0, \vec{Q}_0, E_0; t, \vec{x}) + v_0 \vec{Q}_0 \text{grad } \vec{r}_0 \times g(t_0, \vec{r}_0, \vec{Q}_0, E_0; t, \vec{x}) + v_0 \sum_{j=1}^r Q_{ij}$$

$$(t_0, \vec{r}_0, E_0) \int_{\Omega} \int_0^{\infty} w_j^{(j)}(\vec{Q}_0, E_0; \vec{Q}', E') \times g(t_0, \vec{r}_0, \vec{Q}', E'; t, E) d\Omega' dE'$$

式中 $w_j^{(j)}(\vec{Q}_0, E_0; \vec{Q}', E') d\Omega' dE'$ 是這種幾率，即 j 型核散射以後散射中子的能量在 E' ， $E' + dE'$ 的範圍內，而其單位的速度矢量是在單位矢量 \vec{Q}' 周圍的立體內部，條件是在散射時中子能量為 E_0 ，而中子的單位速度矢量为 \vec{Q}_0 。

A Pál-Bell-féle generátorfüggvény-egyenletet tartalmazó 1958-as *Nuovo Cimento* cikk különnyomatának első oldala és a néhány hónappal később kínaira – a szerző tudta nélkül – lefordított közleményben az egyenlet.

ványosan dolgoztam elágazó folyamatok alkalmazásával atomi ütközési kaskádokra. Azonban munkám fő része egy másik típusú neutroningadozási folyamattal foglalkozott, nevezetesen a nagyteljesítményű atomreaktorokban előálló neutronzajjal, amit maga a reaktoranyag tér- és időbeli ingadozása (szabályozórúd-rezgés, kétfázisú áramlás stb.) hoz létre, és amelyek diagnosztizálása volt a munka célja („erőművi zajdiagnosztika”).

Lénárddal való kapcsolatomban kialakulásában döntő szerepet játszott az 1994-es Informal Meeting on Reactor Noise (IMORN) nevű konferencián való részvételem. Ez az európai konferenciasorozat kezdetben a zérózaj-elmélettel és annak alkalmazásaival foglalkozott, de az idők folyamán a hangsúly átkerült az erőművi zajdiagnosztikára. Az 1994-es IMORN „jubileumi” rendezvény volt, a 25-ik, ami kivételesen az USA-ban, Raleigh-ben (Észak-Karolina) került megrendezésre. A jubileumi karaktert kihangsúlyozandó, a szervezők rendeztek egy speciális „nosztalgia” szekciót, és megkérték a résztvevőket, hogy akinek bármi érdekes története van a konferencia, vagy a téma múltjából, járuljon hozzá egy informális előadással. Én úgy éreztem hogy itt érdemes megemlíteni a magyar, nemzetközileg is ismert eredményeket, kezdve Jánosy Lajos munkáival (kozmosz elektron-foton-záporok ingadozásai), Pál Lénárd neutronfluktuációs alapvető munkáján át (a híres „Pál-Bell-egyenlet”) a Kosály Gyuri által erőművi diagnosztikában elért eredményekig (a neutronzaj lokális komponense forralóvizes reaktorokban). Természetesen nem tudtam megállni, hogy el ne dicsekedjem azzal, hogy doktori vizsgámon maga Pál Lénárd volt az elnök, sőt, kicsit az „egzotikum” fokozása érdekében, felmutattam Lénárd néhány eredeti munkáját, amik az *Acta Physica Hungaricában* jelentek meg orosz nyelven.

Lénárd nevének és munkáinak említése, a saját személyes élményekkel együtt, ha lehet ezt a kifejezést használni, döbbenetes hatást keltett. Ő ezen a területen akkor már régóta egy „élő legenda” volt, akivel azon-

ban ez a társaság sohasem találkozott személyesen, még konferenciákon sem. A szekció után sorban jöttek az emberek a kérdésekkel: „Tényleg igaz hogy te találkoztál ezzel a legendás személlyel?” „Aktív még?” „Hány éves? Mivel foglalkozik?” Egy résztvevő elmondta, hogy Lénárd minden egyes munkájának minden sorát elolvasta (az orosz nyelvűeknek is megszerezte egy angol fordítását); ez volt a „bibliája”. Az egész dolog intenzitása teljesen szürrealisztikusnak tűnt.

Akkor született meg a gondolat, hogy ezt az egészen lenyűgöző érdeklődést és tiszteletet mindkét irányban közvetítenem kell. Egyrészt ezt Lénárd tudomására kell hoznom; másrészt a neutronzaj-fizikai közösségnek alkalmat kell adnom arra, hogy találkozzon Lénárddal.

Erre 2002-ben adódott lehetőség, amikor az én osztályom szervezte Chalmersben a 8-ik (és máig utolsó) SMORN meetinget (Specialists’ Meeting on Reactor Noise). A konferencia egyik fénypontjaként meghívtuk Lénárdot, hogy a bevezető plenáris szekcióban egy speciális meghívott előadást tartson (a résztvevők megkapták az 1958-as *Nuovo Cimento*-cikk – ebben szerepelt először a Pál-Bell-egyenlet – faksimile kiadását). Nagy örömünkre Lénárd elfogadta a meghívást. Az útra Kati lánya is elkísérte, ami nagy segítség volt Lénárdnak, és amiért mi szervezők hálásak voltunk. Lénárd nagyon emlékezetes előadást tartott *Neutron Noise and Random Trees – Links Between Past and Present* címmel. Elmondta, hogy az első, híres genfi atomenergetikai konferenciával kezdődően (1955) milyen inspirációk vezették a neutronláncokban fellépő ingadozások vizsgálatában. Ehhez jó alapot adott, hogy 1950–53 között Moszkvában Kolmogorov előadásait hallgatta. A genfi konferencia alatt Wigner Jenővel, aki meghívta vacsorára, beszélt erről a kérdéstről, és akkor szűrte le azt a következtetést, hogy a hátrahaladó master (Kolmogorov) egyenleteket kell használni. Az előadás hátralévő részében az akkori, véletlen fák elméletének vizsgálatában elért eredményeit ismertette.

Ettől kezdve aktív kapcsolatban maradtunk, olyannyira, hogy elmondtam Lénárdnak egy engem régóta foglalkoztató problémát abban a reményben, hogy felkelti érdeklődését. Ez azzal volt kapcsolatos, hogy a neutronzaj két területe, az alacsonyteljesítményű rendszerekben fellépő elágazó folyamatok elmélete (masteregyenletes tárgyalás), valamint az erőművi neutronzaj (Langevin-egyenlet), két teljesen különálló, különböző matematikai módszerekkel tárgyalt terület volt. Akkor már régóta terveztem, hogy a neutronzaj-diagnosztika ezen két területéről kellene átfogó könyvet írni, de úgy éreztem, hogy ez a „kapocs” hiányzik hozzá. Kerestem egy „hidat” a két terület között, egy módszert, amivel a neutronfluktuációkat egy időben véletlenül változó közegben – amiben a „zérózaj” és a teljesítményzaj egyszerre van jelen – általánosan le lehet írni masteregyenletek segítségével. Már valamennyire nyomon voltam, de még rengeteg tisztázatlan kérdés maradt.

Nagy öröömre a probléma felkeltette Lénárd érdeklődését. A rá jellemző alapossággal látott neki a megoldásnak, aminek következtében hamarosan kiderült, hogy az az út, amin addig jártam – az általában használt, hátrahaladó egyenletek, amin például a Pál-Bell-egyenlet is alapul – változó paraméterű közegben nem használhatók. Ez egymagában is váratlan új eredmény volt, ha úgy tetszik, egy „szimmetriasértés”, amit más Markov-típusú elágazó folyamatoknál már tapasztaltak, de neutronláncoknál korábban nem. Ezt felismerve, a problémát az előrehaladó masteregyenletek segítségével sikerült megoldani.

Ezek után úgy éreztem, hogy megérett a helyzet a könyv megírására. Mivel akkor már hosszabb ideje együtt dolgoztunk, természetes volt Lénárdot megkérdezni, hogy mi a véleménye, talán együtt is írhatnánk a könyvet? Megkérdeztem, de a válasz előtt el kell mondanom egy anekdotát.

Beszélgetés Ilja Mihajlovics Frankkal (Nobel-díj 1958, „a Cserenkov-effektus felfedezéséért és értelmezéséért”) az MTA klubjában.



Az anekdota egy azon sok történet közül, ami a legendás, múlt század elején született magyar fizikusokról szól. Ebben az esetben Wigner Jenőről. Sajnos a forrást nem tudom megadni, hogy hol olvastam vagy kitől származik. Wigner Jenő valamelyik kollégája mondhatta eredetileg: „Ez a Wigner egy borzasztó alak. Ha az embernek valami új dolog jut az eszébe, és meg akarja kérdezni a véleményét, akkor Wigner, miután meghallgatta a problémát, kis gondolkodás után azt mondja: »igen, ez egy érdekes probléma, ezen már én is gondolkoztam«. És utána kihúzza egy fiókot és kivessz belőle egy jegyzetet, amiben a probléma tökéletes megoldása van leírva.”

E történet egy kicsit Lénárdra is jellemző, ahogy én is azonnal tapasztaltam. Nehéz olyan dolgot mondani neki ezen a területen, amit ne ismerne vagy ne foglalkozott volna vele. A legtöbbször azonnal felsorolja az idevonatkozó fontosabb cikkeket vagy éppen könyveket. Az adott esetben, amikor megkérdeztem hogy van-e kedve egy neutronfluktuációkról szóló könyvet megírni, akkor a válasz az volt, hogy „Én ezt a könyvet már megírtam”. És, ha nem is a fiókból, hanem a számítógépéből, elővett egy fájlt, amiben a zérózaj-elmélet tökéletesen, matematikai szigorral és teljességgel le volt írva. Igaz, magyar nyelven és csak a zérózajra vonatkozó, de egyébként majdnem nyomdába küldhető formában.

Azt hamar láttuk, hogy ehhez az anyaghoz nagyon jól hozzá lehet illeszteni mindazokat a konkrét alkalmazásokra vonatkozó továbbfejlesztéseket, amelyekkel én az azt megelőző években foglalkoztam, gyorsítóval hajtott szubkritikus rendszerekben, illetve safeguards alkalmazásokban. Azt is hamar láttuk, hogy ez az anyag egymagában elég egy könyvre, ebbe tehát a teljesítményzaj elmélete és alkalmazása már nem férne bele sem fogalmilag, sem tartalmilag, még ha a két terület közötti „kapocs”, az időben változó paraméterű közegben a neutronfluktuációk masteregyenletes leírása, tematikailag beleillett és bele is került. A könyv lényegében két részből (elméleti megalapozás és konkrét alkalmazások) állna, amihez az első részt le kell fordítani angolra. Na és persze kiadót találni, és az ezzel kapcsolatos gyakorlati ügyeket intézni.

Lénárd jegyzetének angolra fordításában felmérhetetlen segítséget kaptunk feleségemtől, *Marcstól*. A kiadóval kapcsolatos dolgokat az Elsevier kiadónál – az *Annals of Nuclear Energy* című folyóiratnál betöltött szerkesztőbizottsági tagságom alapján – természetesen én intéztem. A javaslat beküldéséhez egy kész javaslat kellett színopszissal, címmel, szerzőkkel, szerzősor-

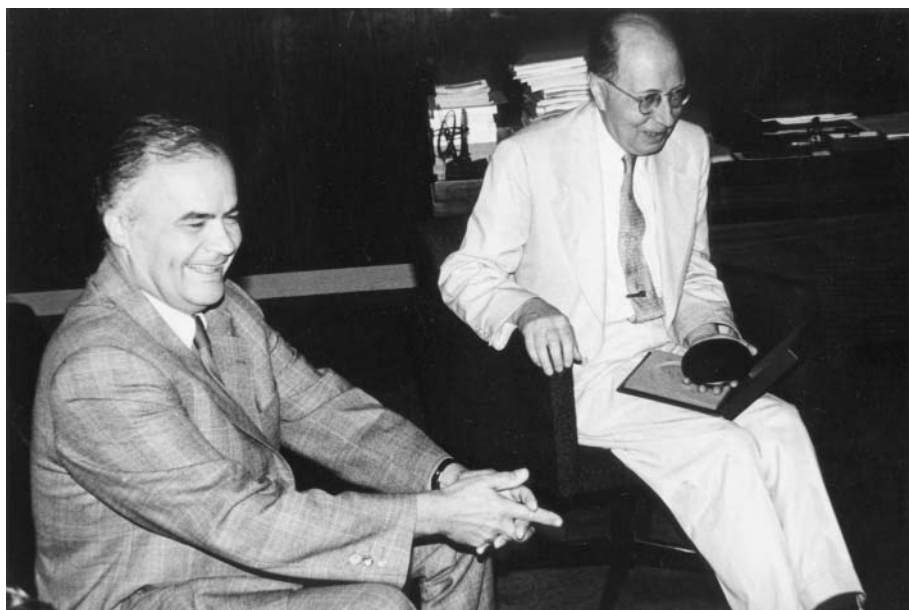
renddel stb. Ami az utóbbit illeti, itt a dolog nyilvánvaló volt. Nemcsak az ábécé sorrend miatt, hanem a hozzájárulások volumenét és színvonalát, a szakmában való ismertséget illetően, nekem eszembe sem jutott más, mint a Pál–Pázsit sorrend, tehát az első változatot ilyen formában küldtem el Lénárdnak.

Azonnal jött a tiltakozó elektronikus válasz: „Kérlek Imrém, cseréld azonnal meg a szerzősorrendet. Ez a Te könyved, a Te ötleted, engem egy további meritálás már úgysem érdekel. Te fogsz a kiadóval, a korrektúrákkal foglalkozni. Minden amelletl szól, hogy Te legyél az első szerző.” És ebben hajthatatlan volt, hiába próbáltam ellenkezni.

Erről egy másik történet jut az eszembe: *Weisskopf* írta a könyvében lelkendezve, annak kapcsán, hogy publikált egy cikket Wigner Jenővel, amiben a szerzők alfabetikus sorrendben jelentek meg: „mondjatok nekem még egy olyan szerencsés valakit, akinek a neve w-vel kezdődik, és mégis első szerző lesz egy cikkben ahol egy Nobel-díjas társszerzője van!” Akkor mit szóljak én, aki egy Lénárd kaliberű társszerzővel, az ábécé sorrend ellenére, első szerző lesz nem egy cikkben, hanem egy könyvben?

A könyvön való dolgozás többször eszembe jutott egy másik történetet. Az én KFKI-s doktori témavezetőmnek, a 2009-ben elhunyt Kosály Gyurinak rengeteg anekdotája volt a saját doktori idejéből,

Wigner Jenővel (Nobel-díj 1963, „az atommagok és az elemi részecskék elméletének továbbfejlesztéséért, különös tekintettel az alapvető szimmetriaelvek felfedezéséért és alkalmazásáért”) a KFKI-ban.



Szentágothai Jánossal és Alekszandr Mihajlovics Prohorovval (Nobel-díj 1964, „a kvantumelektronika területén végzett alapvető munkákért, amelyek a mézer-lézer-elvű oszcillátorok és erősítők megalkotásához vezettek”), annak budapesti látogatásakor az Akadémián.

amikor Lénárd volt a témavezetője. Az egyik ilyen történet: „A doktori tanulmányaim elején kaptam egy könnyű feladatot Lénárdtól, amit ő már megoldott, úgyhogy ez inkább csak egy gyakorlás volt, még a helyes megoldást is megkaptam. Leültem hogy kiszámolom, de meglepetésemre más eredményt kaptam. Utánaszámoltam, megint csak ugyanaz az eredmény jött ki. Még jó párszor ellenőriztem, tévedhetetlenül mindig ugyanaz az eredmény jött ki, ami nem egyezett meg Lénárdéval. Tovább nem húzhattam a dolgot, bármilyen kínos volt, bementem Lénárdhoz, és elmondtam, hogy én más eredményt kaptam. Ha láttad volna az érdeklődést, ami felcsillant az arcán: »na, nézzük, hol rontottad el?»”

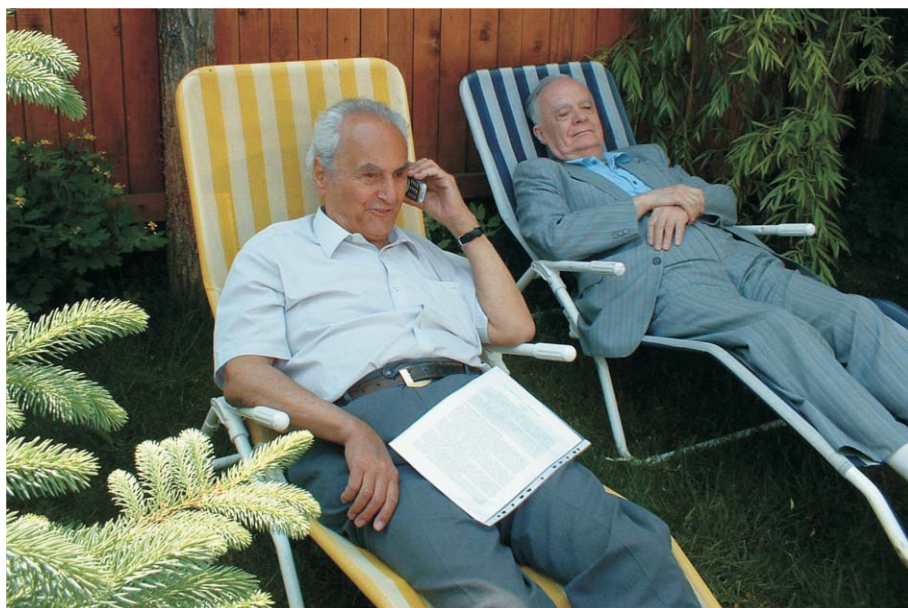
Erre az anekdotára, amit többféleképpen is lehet értelmezni, többször visszaemlékeztem, amikor elkezdtem Lénárdal dolgozni. A helyzet ugyanis az, hogy Lénárd valóban egyszerűen nem téved, vagy legfeljebb olyan gyakorisággal, amit még atomerőművek biztonságos tervezésénél is elfogadnak hibahatárnak. Ilyet más együttműködésben soha nem tapasztaltam. Jó példa erre a közösen írt könyv. A megjelenés után számos helyen vettünk észre sajtóhibát abban a részben, amit én írtam, de abban, ami Lénárd eredeti kéziratából származik, szinte egyet sem.

A könyv megírásával a közös munka természetesen nem fejeződött be, hanem

megszakítás nélkül folytatódott. Mindig van egy aktuális probléma, amin dolgozunk, és minden egyes pesti utam egyik fénypontja az a néhány nap, amit Lénárddal töltök, hogy az éppen aktuális cikket készre írjuk. És ezek a munkák nem „nyugdíjas hobbitévékenységek”, hiszen sikerült a területen jó néhány alapvető problémát azonosítani és megoldani. A safeguard módszerek roncsolásmentes vizsgálati módszereinek általánosan használt levezetésében kimutattunk egy alapvető hibát. Néhány, korábban energiafüggetlen esetre levezetett módszert kiterjesztettünk két energiacsoportra. Lénárd korábbi munkái alapján két nagy összefoglaló cikk is megjelent (lassuláselmélet és a detektorhaldidő statisztikus elmélete), amelyek szintén tartalmaztak új eredményeket. A legutóbbi munka azzal kapcsolatos, hogy a hasadási kamrák folytonos áramjeleinek feldolgozásánál – a kezdetektől a mai napig – az elméleti módszerek („Campbell-technika”) felteszik, hogy a bejövő neutronok függetlenek, ami sokszorozó közegben nem igaz, és amely feltevessel sok fontos információ elvész a rendszerről. Nemrég a nem független bejövő eseményekre való kiterjesztést is megoldottuk, amely teljesen új utakat nyit mind a safeguards, mind a reaktordiagnosztikai módszerekben.

Fenti problémák többnyire analitikusan kezelhetők, de bonyolult számításokkal, amelyek a maga-

Barátjával, Marx Györggyel, az ő 75. születésnapján, 2002 májusában rendezett szűk körű köszöntésen, Mátraderecskén (fotó: Kármán Tamás).



Pjotr Kapicával (Nobel-díj 1978, „alapvető találmányaiért és felfedezéseiért az alacsony hőmérsékletek fizikája területén”) a KFKI-ban.

sabb momentumokra rendkívül hosszú formulákra vezetnek. Ebben sok segítséget nyújt az úgynevezett szimbolikus manipulációs kódok használata, a mi esetünkben konkrétan a Mathematicáé. Ez pedig elvezet egy nem igazán a konkrét kutatómunkára vonatkozó megjegyzéshez, ami talán mégis érdekes lehet. Elmélettel foglalkozó kutatóknál, leginkább az én korosztályomban vagy „feljebb”, nincs mindenki, hogy úgy mondjam, leküzdhetetlen motiváció lépést tartani a programozási és információtechnikai fejlődés minden ágával és mélységével. Lénárdról csak annyit, hogy nemcsak használja, hanem rendszergazda szinten kezeli a latexet és a Mathematicát. Az utóbbiban kifinomult esztétikával megalkotott il-

lusztrációit minden doktori diákomnak példának állítom (sajnos nem sok sikerrel, úgy tűnik a követelmények túl magasak...). Minden hét egyik stabil pontja, amikor a szokásos csütörtök délelőtti skype-beszélgetésünket bonyolítjuk. Az biztos, hogy Lénárd az információs és számítástechnikai fejlődéssel imponálóan lépést tart.

Remélem, a fenti kis írásban sikerült bepillantást adni az együttműködés hangulatába és abba, hogy az milyen eredményes és sok örömmel jár. Kívánom, hogy közös munkáinkat ebben a hangulatban és ilyen eredményesen még sokáig folytathassuk, mindkettőnk öröme. Boldog születésnapot, Lénárd!

PÓCZA TANÁR ÚRRÓL – születésének 100. évfordulóján

Barna B. Péter
MTA Energiatudományi Kutatóközpont,
Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

Pócza Jenő Ferenc (Egyed, 1915. november 15. – Budapest, 1975. szeptember 10.) a fizika 20. századi aranykorát megélő és alkotó generáció, a „megszállottak” tagja volt. Munkássága a fizikusképzés és a modern kísérleti fizika hazai oktatásának megszervezéséhez, majd az egyetemi oktatásból való kényszerű távozása után az anyagtudomány és a vékonyréteg-kutatás megalapozásához kapcsolódik.

Küldetésstudattal készült tanárnak. 1956 tavaszán írt számvetésében ezt így fogalmazta meg: „...tanárnak, a nemzet napszámosának készültem, hogy azok sorába álljak, akik önzetlenül, karriervágy nélkül a közügyet akarják szolgálni, a társadalom alappilléreit építeni, tisztán és tudományosan látó ifjúságot nevelni”. A közösség szolgálata iránti elkötelezettséget először lelkész édesapja munkásságában tapasztalta meg. De ezt erősítette benne a Pápai Református Kollégium szelleme és a Szegedi Egyetem tanáregyéniségeinek példája is.

Pócza Jenő falusi evangélikus lelkészcsaládban született. Gimnáziumi tanulmányait a Pápai Református Kollégiumban végezte. Itt került szoros barátságba a nála fiatalabb *Faragó Péterrel*, a későbbi pályatársal. Fizika iránti érdeklődésüket közös tanáruk, *Vásárhelyi Károly* keltette fel. (Hasonlóképpen e sorok íróját is.) 1933-ban érettségizett kitűnő eredménnyel. A matematika-fizika tanári szakot a szegedi Eötvös Loránd Kollégium tagjaként a Ferenc József Tudományegyetemen (a mai Szegedi Tudományegyetemen) végezte el. Középiskolai tanári oklevelet 1938-ban szerzett. A korszak neves, a szakterületüket korszerűen oktató és alkotóan művelő tanáregyéniségeinek előadásait hallgatta. Közöttük *Riesz Frigyes*, *Kalmár László*, *Náray-Szabó István*, *Szőkefalvi-Nagy Gyula*, *Gyulay Zoltán* és *Bay Zoltán* előadásait. Széleskörű érdeklődésére jellemző, hogy felvette *Sík Sándor* kollégiumait is. Szorosan kötődött Bay Zoltánhoz és Náray-Szabó Istvánhoz. Az egyetem elvégzése után Náray-Szabó István hívására – ő a kristálykémia nemzetközileg elismert szaktekintélye volt és a Magyar királyi József nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (a mai BME) Kémiai-Fizikai tanszékét vezette – Budapestre jött. Fizetés nélküli, majd kinevezett tanársegéd volt és egyidejűleg a szegedi Eötvös Loránd Kollégium tanára. Az *Ezüstklorát szerkezete* című dolgozatával [1] 1940-ben nyerte el a doktori fokozatot. Két évi katonai szolgálat után, 1946 és 48 között tanársegéd lett a Bay Zoltán által vezetett Atomfizika Tanszéken és egyidejűleg az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. szakértője. Az Egyesült Izzóban Faragó Péterrel együtt részt vettek a híres holdradarkísérletben és a világban is úttörő fejlesztésnek számító elektronsokszorozó, valamint egy nanoszekundumos koincidenciás berendezés [2] kidolgozásában. Náray-Szabó István és Bay Zoltán munkatár-

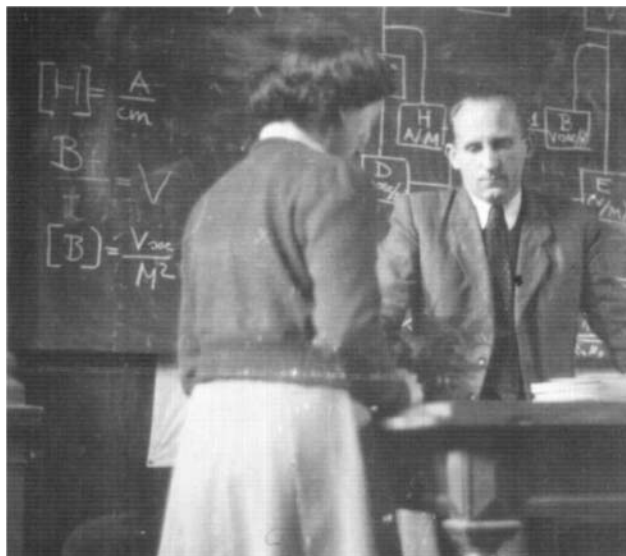
saként részese volt az intenzív oktató- és kutatómunkának. Az Egyesült Izzóban pedig közvetlenül meg tapasztalhatta a korszerű gyártás igényeit, a kutatás-fejlesztés és gyártás közötti szoros kapcsolatot, a fizikusok szerepét és a velük szembeni elvárásokat.

Pócza Jenő további életpályájának két szakasza volt. Az 1949 és 1959 közötti, a tanári és kutatói, valamint szervezői-intézményvezetői munkássága a Pázmány Péter (majd 1950-től Eötvös Loránd) Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézetében, míg a második szakasz, amikor a felsőoktatásból kirekesztetten csak kutatói munkát végzett, az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében. E sorok írója hálás, hogy mindkettőben Pócza Jenő munkatársa lehetett, részese műhelymunkájának, és közvetlenül megismerhette tanári-kutatói felelősségtudattal kimunkált célkitűzéseit. De érzékelhetett valamit a megvalósításukért vívott küzdelmeiből és megaláztatásaiból is, amelyekről még legkövetlenebb munkatársainak sem beszélt.

A Pázmány Péter – Eötvös Loránd Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézetében

Pócza Jenő 1949 februárjában kapott intézeti tanári kinevezést a Pázmány Péter (majd Eötvös Loránd) Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézetébe (a korábbi Eötvös-intézet), majd 1950-ben docensként megbízást annak vezetésére. A *Rybár István* nyugdíjazása, valamint *Barnóthy Jenő* és *Forró Magdolna* távozása után vezetés nélkül maradt intézetben két nagy feladattal szembesült. Az eredeti Eötvös (D) épület újjáépítését kellett irányítania és az induló fizikusképzést, valamint a jelentősen megnövelt létszámú fizikaszakos tanárképzést megszerveznie. Ebben Faragó Péterrel dolgozott együtt, akit vele egy időben neveztek ki intézeti tanárnak a *Békésy György* távozása után szintén vezető nélkül maradt Gyakorlati Fizikai Intézetbe. Pócza Jenő mindkét feladat megoldásához teljes odaadással, idejét és erejét nem kímélve fogott hozzá. Hogy a szervező-irányító munkát hatékonyan tudja végezni, saját költségén titkárnőt alkalmazott. Az épület újjáépítése 1950 végére elkészült. Pócza Jenő, Faragó Péter közreműködésével kidolgozta a kutatással egybekötött fizikusképzés és a korszerű kísérleti és gyakorlati fizikaoktatás tervét. Munkájukat *Selényi Pál*, az Egyesült Izzó nemzetközi tekintélyű kutatója és Békésy György volt tanársegéde, *Cornides István*, valamint *Baintner Géza* és *Haiman Ottó* segítette.

Pócza Jenő és Faragó Péter, felmérve a tanszékek helyzetét, látta, hogy az intézetekben a tervezett képzés megindításának sem személyi, sem laboratóriumi feltételei nincsenek meg.



1. ábra. Egyetemi előadás után, 1952-ben.

Elsődleges feladatuknak tekintették, hogy a korszerű tananyag kidolgozásával egyidejűleg a hallgatók közül kiválasszák és kiképezzék azokat, akik az új feladatokat majd el tudják végezni. Ezért 1949 tavaszán Intézeti Iskolát szerveztek felvételi vizsgán kiválasztott hallgatók számára. Az iskola tagja volt többek között *Keszthelyi Lajos*, *Marx György* és *Nagy Károly*, későbbi akadémikusok, *Bíró Gábor*, *Bitskei Margit (Tóth Lajosné)*, *Frank Zsuzsa*, *Groma Géza*, *Károlybázy Frigyes*, *Lándori Sára (Keszthelyi Lajosné)*, *Nagy Judit (Groma Gézáné)*, *Nébli Vendel*, *Tóth Lajos*, *Voszka Rudolf* és e sorok írója is. Egy lelkes, törekvő, megszállottan dolgozó együttest alkottak, akiket kezdettől fogva az oktatómunkába is bevontak.

Pócza Jenő a kísérleti és gyakorlati fizika oktatását többekkel megosztotta. A fizikusok felsőbb évfolyamainak kísérleti-gyakorlati fizikaoktatása vezetésére Faragó Pétert, a vegyész hallgatók fizikaoktatása megszervezésére Cornides Istvánt kérte fel. Ő maga a mindhárom szakhöz tartozó alapozó kísérleti fizika tárgy korszerű, demonstrációs kísérletekre épülő előadását tartotta és a tanárszakos hallgatók felsőbb évfolyamainak oktatását vezette (1. ábra). Mindhárman nagy súlyt helyeztek a számítási és laboratóriumi gyakorlatok rendszerének kiépítésére, a kísérletező képesség kifejlesztésére. A tanárképzés erősítésére a tanszékre hozta a fizikaoktatásban nagy tapasztalattal bíró középiskolai tanárt, *Gemesi Józsefet*, a Tanárképző Intézet által előírt *Előadási kísérletek* című kollégium tartására pedig a Budapesti Evangélikus Gimnázium legendás tanárát, *Vermes Miklóst* kérte fel. Pócza Jenő a laboratóriumi gyakorlatok és a tervezett kutatómunka sajátos eszközeinek elkészítéséhez az Egyesült Izzóból magával hozta a nagy tapasztalattal rendelkező műszerészt, *Németh Lászlót* és a kísérleti rádiócsövek készítésének egyik üvegtechnikus mestert, *Kovács Józsefet*. Őket az oktatásba is bevonta. Vezetésükkel a hallgatók műhelygyakorlatokon vettek részt. Pócza Jenő törekedett arra, hogy a hallgatók

a gyakorlati étellel is kapcsolatba kerüljenek. A fizikushallgatók részére több hetes nyári üzemi gyakorlatot biztosított különböző gyárakban, így az Egyesült Izzóban, a Csepel Vas és Fém Művekben. Ipari szakembereket kért fel speciális előadások tartására. Kezdeményezte, hogy tudományos diákkör keretében minél több hallgató vegyen részt az oktató- és a laboratóriumi munkában. Munkatársaival együtt rendszeresen tartott kísérletek bemutatásával illusztrált előadásokat budapesti és vidéki középiskolákban.

Pócza Jenő rövid idő alatt megírta kísérleti fizika előadásának anyagát [3], Faragó Péterrel közösen pedig az *Elektronfizika* című kézikönyvet [4]. Egyetemi magántanári képesítést elektronfizika tárgykörben nyert 1951-ben. Pócza Jenő és Faragó Péter koncepciója alapján az Intézeti Iskola volt tagjai 1950 és 1954 között korszerűsítették a kísérleti fizika előadás demonstrációs anyagát. Elkészültek az egyes évfolyamokhoz és szakokhoz kötődő hallgatói laboratóriumi gyakorlatok és azok jegyzetei. Így a korábbi két laboratóriumi gyakorlat helyett hét gyakorlat került be a kísérleti- és gyakorlatifizika-oktatás programjába. A kiváló műszerészeknek köszönhetően számos korszerű, egyedinek tekinthető kísérlet és mérés is bekerülhetett a programba, mint például az atomi energiaszintek kvantáltságát igazoló Franck–Hertz- és az elemi töltés nagyságát kimutató Millikan-kísérlet.

Pócza Jenőt a Művelődésügyi Minisztérium 1952-ben a Köztársasági Érdemérem arany fokozatára terjesztette fel a következő indoklással: „Oktató munkáját kiválóan végzi. Az intézet munkáját jól fogja össze. Elsőrendű pedagógus, akit mind a hallgatók, mind munkatársai becsülnek.” A kitüntetést nem kaptam meg. 1952-ben Pócza Jenő intézetvezetői megbízását visszavonták és pályázatot írtak ki a Kísérleti Fizikai Intézet egyetemi tanári állására. Erre egyedül Pócza Jenő pályázata érkezett be. *Novobátzky Károly* professzor, mint a Fizikai Intézet igazgatója erre az állásra Pócza Jenőt javasolta ilyen indoklással: „Közismert dolog, hogy az egyetemi tanár tevékenységének ketős súlypontja van: a kutatás és, ellentétben a múlttal, a módszeres didaktika elvein alapuló oktatás. Pócza Jenő személyével kapcsolatban a második a kiemelendő. Előadásait nem egyszer többnapos latolgatással és töprengéssel készíti elő. A laborok munkatervének összeállítását teljes odaadással vállalja, neki köszönhető, hogy a nehéz beszerzési viszonyok között új és modern feladatok is beállíthatók. Munkatársaival együtt valóságos kémhálózatot szervezett meg, mely a beszerzési lehetőségeket éber figyelemmel kíséri. Laborprogramjában vannak feladatok, amelyeknek beállíthatóságát más egyetemeken laborvezetői felszerelési szempontból lehetetlennek tartották. Hogy egyetemünk nélkülözhetetlen anyagokban nem szenved hiányt, az ő gondos előrelátásának köszönhető. A kísérleti osztályunknak ő a szervezője és vezetője. Kívánatos volna, hogy kiemelt állással a hivatalos ellenőrzés szerepét is vállalhassa. Hivatottabb személy erre az állásra ma Magyarországon nincs.” A Természettudományi Kar a kinevezését egyhangúan

javasolta. Nem nevezték ki, ismét csak intézetvezető docensi megbízást kapott. A minisztérium 1956 tavaszán, ugyancsak Pócza Jenő véleményének kikérése nélkül, a Kísérleti Fizikai Intézetet kettéosztotta és őt továbbra is docensi minőségben bízta meg a II. számú intézet vezetésével. Munkáját továbbra is töretlen akarattal és felelősséggel végezte 1959 augusztusáig, amikor is a minisztérium áthelyezte az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetbe tudományos munkatársi beosztásba. Az általa vezetett II. számú Kísérleti Fizikai Intézetet megszüntették, és munkatársainak leg többjét, köztük e sorok íróját is, elbocsátották.

Mindezek közepette *Budó Ágostonnal*, a Szegedi Tudományegyetem fizikaprofesszorával együtt neki kezdtek egy egyetemi kísérleti fizika tankönyvsorozat megírásának. Ennek első kötete 1962-ben jelent meg [5]. A kötet jelenleg e-könyv formájában is elérhető. A további kötetek megírásában Pócza Jenő már nem vett részt.

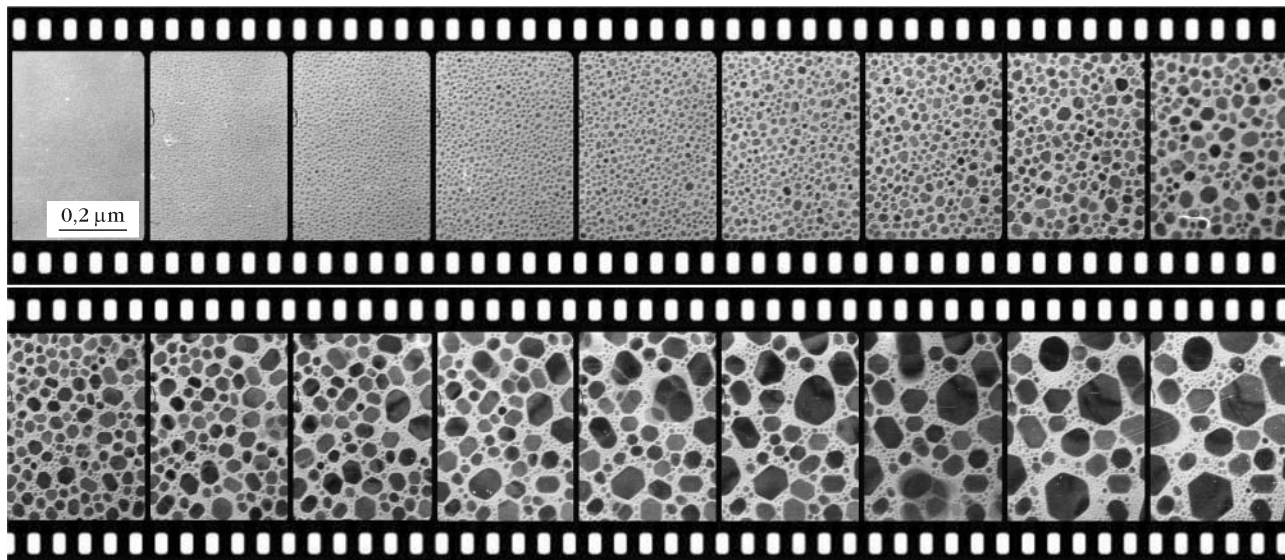
Az oktatási feladatok megoldása után, az 1950-es évek közepén kezdett kutatómunkát. Olyan tudományterületet és problémakört kívánt választani, amely valamilyen alapkérdésre irányul, így hosszú távon és az egyetemi adottságok és lehetőségek mellett művelhető. Meggyőződése volt, hogy az egyetemi oktatás és kutatás akkor lehet hatékony, ha nemzetközi vonatkozásban is meghatározó tudományos műhelyt hoz létre. A tudomány és oktatás iránt elkötelezett, hivatástudattal dolgozó szakemberek együttesét, a tudás, a tapasztalatok és a korszerű infrastruktúra tárházát. Ilyet kívánt ő is létrehozni. Kutatási területének és módszereinek megválasztását két felismerés határozta meg. Egyrészt a világ vezető szakembereivel egy időben ő is felismerte, hogy a röntgendiffrakció és az újonnan megjelenő elektronmikroszkópia az anyagok szerkezetéről olyan részletes információt adhat, amellyel nemcsak a szerkezet és a tulajdonságok közötti összefüggés tárul fel, hanem majd az is, hogy miként alakul ki az adott anyagszerkezet, és a kialakulás hogyan irányítható az előállítási paraméterekkel. Azaz, megtervezhetővé válhat egy adott tulajdonságú anyag előállítására alkalmas technológia is. Másrészt ekkor kerültek látóterébe a vékonyrétegek a Hamburgi Egyetem Fizikai Intézetében *Raether* professzornál tett tanulmányútja során. Úgy gondolta, hogy a vékonyrétegek lehetnek a jövő új eszközeinek alapjai, hiszen az előállításukra jellemző, atomonként történő felépítéssel különleges, akár előre megtervezett anyagszerkezetek is kialakíthatók, és azok sajátos fizikai-kémiai tulajdonságok hordozói lehetnek. Így jutott el a gondolathoz, hogy a vékonyrétegek szerkezetkialakulásának jelenségeit, törvényszerűségeit olyan egyedi módszerrel vizsgálja, amelyben az eddig ismeretlen, a szubmikroszkópos mérettartományban lezajló folyamatok közvetlenül, „in situ” megfigyelhetőek és elemezhetőek lesznek. Elektron-diffraktográfiában, illetve transzmissziós elektronmikroszkópban végezhető kísérletekre gondolt. Erre a *Raether* professzortól ajándékként kapott házi építésű elektron-diffraktográfiában látott lehetőséget. A kísérleti beren-

dezés felépítésében és a kísérletekben e sorok írója és diplomamunkások – köztükük *Tompa Kálmán* – vettek részt. A munkát azonban a II. sz. Kísérleti Fizikai Intézet 1959-ben bekövetkezett megszüntetése és Pócza Jenő áthelyezése megszakította.

Az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében

A Műszaki Fizikai Kutató Intézet igazgatója, *Szigeti György* 1961-ben adott lehetőséget Pócza Jenőnek, hogy kutatási tervének megvalósításához kutatócsoportot hozzon létre. Ekkor hívta meg e sorok íróját, hogy folytassák az egyetemen megkezdett munkát. 1962-ben egy transzmissziós elektronmikroszkóp beszerzésével megnyílt annak lehetősége, hogy megvalósítsa a rétegek szerkezetkialakulásának in situ követését transzmissziós elektronmikroszkópban is. Ezzel bekapcsolódhatott a világ néhány laboratóriumában időközben már megkezdett hasonló kísérletek sorába. Addigi kísérletei megmutatták, hogy a rétegek szerkezetét a vákuumrendszer maradékgázából beépülő szennyeződés érzékenyen befolyásolja. Így világossá vált számára, hogy ha a többi laboratóriumhoz képest tovább akar lépni, és egyértelműen értelmezhető eredményekhez akar jutni, a kísérleteket a 10^{-5} – 10^{-8} Pa nyomástartományban kell elvégezni. Ezt a feladatot *Barna Árpád* elektromérnök oldotta meg, aki 1963-ban csatlakozott a kutatócsoporthoz. 1964-re megtervezte és elkészítette azt a berendezést, amelyvel 10^{-6} Pa nyomás mellett lehetett rétegeket előállítani a -150 °C – $+400$ °C hőmérséklet-tartományban [6]. *Barna Árpád* folyamatos fejlesztéssel elkészítette a világban máig egyedülálló kísérleti berendezést, amelyben a rétegek kialakulását a szerkezetvizsgálattal egyidejű elektromos mérésekkel is követni lehetett a 10^{-3} – 10^{-8} Pa nyomástartományban [7]. Az elektronmikroszkópi képek és az diffrakciós ábrák rögzítése elektronnyalábon exponált mozgófilmen történt. A filmekből válogatott rövid összeállítás a <http://www.thinfilms.hu/projects.html> címen érhető el.

Míg a legtöbb kutatócsoport az in situ módszerrel a vékonyrétegek szerkezetkialakulásának egy-egy kiválasztott jelenségét vizsgálta részletesen, Pócza Jenő a szerkezetkialakulás alapjelenségeit, azok paraméterfüggését kívánta feltárni különböző rétegrendszeren. Ezen keresztül egy összefüggő képet, folyamatábrát („path way”-ként került be az irodalomba) kívánt alkotni a különböző vastagságú, gyakorlatban alkalmazott rétegek szerkezetkialakulásáról. Így gondolta megérteni azt is, hogy miként alakulhatnak ki textúrák különböző kristályorientációval, miért változhat, változtatható meg például mind a textúra, mind a szemcseméret a réteg vastagságával, vagy különböző adalékok hatására. Ez nagy ívű, hosszútávú program volt. Az első, indium (In) rétegekkel végzett kísérletek már alapvető eredményeket hoztak. Feltárták a polikristályos rétegek szerkezetkialakulásának alapfolyamatait, köztük a gőz–folyadék–szilárd fázisátmenet létezését fémrétegek esetében is, amely a



2. ábra. In kristályszemcsék növekedése és gyors, folyadékszerű összenövése.

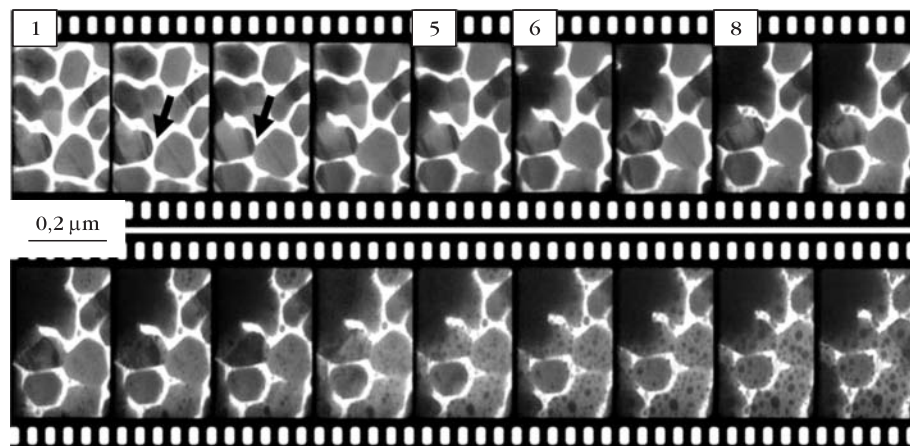
nanoméretű szemcsék mérettől függő olvadáspontcsökkenéséhez kötődik. Megismerhető volt a kisméretű kristályok folyadékszerű összenövése (szinterelődése), mint a textúra kialakulásának egyik folyamata (2. ábra). Az eredmények összegzésével megalkotható volt az amorf hordozón előállított In-rétegek fázisábrája és ebből a polikristályos vékonyrétegek szerkezetkialakulásának első folyamatábrája is [8]. Indium és néhány at. % adalék szén együttes kondenzációjával elsőként sikerült rögzíteni a ma olyan sok vonatkozásban alkalmazott nanokristályos kompozit-rétegek szerkezetkialakulásának alapfolyamatát, a fémkristályok beburkolódását az adalék felületi rétegével, amely az adalék adatmójainak szegregációjával alakul ki [9] (3. ábra).

A Román Tudományos Akadémia Bukaresti Fizikai Intézetével 1964-ben kialakult együttműködése során R. Grigorovici professzor és munkatársai, R. Manaila és A. Dăvâniy irányították Pócza Jenő figyelmét az amorf félvezető vékonyrétegek sajátos szerkezetére és

tulajdonságaira. Az amorf Ge-rétegekkel végzett, az elektromos tulajdonságok mérésére is kiterjedő in situ elektronmikroszkópos kísérletek az amorf szerkezet kialakulásának, hőkezelés során végbemenő átalakulásának és kristályosodásának több, addig tisztázatlan alapfolyamatát tárták fel [10]. Felderítették a szennyezők hatásmechanizmusát, valamint választ adtak a szerkezet és az elektromos vezetési mechanizmus közötti összefüggés több nyitott kérdésére is [11].

Pócza tanár úr a kutatómunka szerves részének tartotta a tudományos közéletben való részvételt, a hazai és nemzetközi együttműködések. Több éven keresztül az Eötvös Loránd Fizikai Társulat főtítkárhelyettese volt. Megszervezte a Vákuum- és Vékonyrétegfizikai Szakcsoportot. Az akkori elzártság mellett nemzetközi együttműködésekre csak a szocialista országok akadémiai közötti egyezmények keretében nyílt módja. Az 1960-as évek közepén már szinte minden környező ország kutatóival együttműködést kezdett. Nyugati kutatókkal való kapcsolat

3. ábra. A nanokristályos kompozit rétegek kialakulásának alapfolyamata: az In kristályok felületén szegregációval kialakuló vékony szénréteg beburkolja azokat és az In réteg növekedése ismételt magképződéssel folytatódik.



építésére a Magyarországon szervezett konferenciákban látott lehetőséget (4. ábra). Az 1960-as évek közepétől szinte évenként szervezett nemzetközi rendezvényeket, amelyeken az összefoglaló előadásokat a tudományterület nemzetközi szaktekintélyei tartották. A kutatócsoport eredményei és a rendezvények széleskörű elismertséghez vezettek. Így Pócza tanár úr és munkatársai bekerültek a nemzetközi tudományos közéletbe is. Őt meghívták a Nemzetközi Vékonyréteg Bizottság tagjai közé, és egyik kezdeménye-



4. ábra. Pócza Jenő egy konferencia szünetében.

zője volt a *Thin Solid Films* folyóirat megindításának, majd a szerkesztőbizottság tagja lett.

Az 1970-es évek elején váratlanul elfogyott körülötte a levegő. Alkotó munkájának folytatására nem látott lehetőséget. 1972 végén UNESCO szakértőséget vállalt az Alexandriában szerveződő egyetemen. 1974 elején ezt megszakította és hazatért, hogy a Nemzetközi Vékonyréteg Bizottság felkérésére Budapesten megszervezze a 3. Nemzetközi Vékonyréteg Konferenciát. Röviddel a nagy elismerést kiváltott konferencia után, készülődve az Alexandriába történő visszatérésre, váratlanul hunyt el.

Utószó

Pócza tanár úr célkitűzése, a vékonyrétegek szerkezetkialakulását meghatározó folyamatok feltárása és irányíthatóságának megértése ma is a legidősebb kérdések közé tartozik. A vezetésével kialakult tudományos műhely hosszú távon szisztematikusan építkező tematikájával azóta is széleskörű érdeklődést kiváltó eredményeket ért el és változatlanul meghatározó szerepe van a nemzetközi tudományos közéletben. Tagjai nemzetközi elismerésekben, díjakban részesültek. Több, a vékonyréteg-fizika és -technológia kérdéseit tárgyaló kézikönyv szerkesztői a kutatócsoport tagjait kérték fel a rétegek szerkezetkialakulásának kérdéseit összefoglaló fejezet megírására. A kutatócsoport munkatársai részt vesznek nemzetközi tudományos szervezetek vezetőségében, több mint 120 meghívott összefoglaló és plenáris előadást tartottak nemzetközi rendezvényeken, és mintegy 130 nemzetközi konferencia és iskola szervezésében vettek részt, vagy voltak azok szervezői. *Greene* professzor, a *Thin*

Solid Films főszerkesztője néhány, az ötvözetrétegek szerkezetkialakulásának új modelljeit leíró, legutóbb megjelent dolgozatukra utalva ezt írta: „Your results from the 60s and 70s are as relevant now as they were then and your new results are just as exciting.”

S hogy milyen volt Pócza tanár úr, mint vezető és munkatárs, idézzük Faragó Pétertől, az Edinburgh-i Egyetem professzorától, aki ezt már fiatalabb diáktársként megtapasztalta: „Felsőbbrendűségnek még csak árnyékát sem mutatva, biztató gesztussal vette magához az útmutatásra vágyó fiatalabbat. Viszonzásul csak egyet várt: azt, hogy a fiatalabb bízzék benne és lépést akarjon vele tartani.”

Irodalom

1. Pócza J.: Az ezüstklorát AgClO_3 szerkezete. *Magyar Chemiai Folyóirat XLVI* (1940) 141–155.
2. E. F. Pócza, P. S. Faragó: A simple arrangement of high resolving power for the detection of coincidence or anticoincidence. *J. Sci. Instr.* 25 (1948) 399.
3. Pócza J.: *Kísérleti Fizika I.* Tankönyvkiadó, 2. sz. Jegyzetsokszorosító, Budapest, 1950, 183 old.
4. Faragó P., Pócza J.: *Elektronfizika.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1953, 413 old.
5. Budó Á., Pócza J.: *Kísérleti fizika I.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1962, 517 old.
6. Á. Barna, P. B. Barna, J. F. Pócza: Design of a new vacuum deposition specimen holder for an electron microscope operating at 10^{-8} torr. *Vacuum* 17 (1967) 219–221.
7. Á. Barna, P. B. Barna, J. F. Pócza: Simultaneous investigations of structure and electrical properties of vacuum-deposited thin films by “in-situ” electron microscopy. *Septième Congrès International de Microscopie Électronique, Grenoble* (1970) 445–446.
8. J. F. Pócza, Á. Barna, P. B. Barna: On the formation of the preferred orientation of vacuum deposited indium thin films. *Proc. II. Coll. on Thin Films*, Ed. E. Hahn, Akadémiai Kiadó, Budapest (1967) 134–139.; Á. Barna, P. B. Barna, J. F. Pócza: Formation processes of vacuum deposited indium thin films and thermodynamical properties of submicroscopic particles observed by “in-situ” electron microscopy. *J. Vac. Sci. Technol.* 6 (1969) 472–474.
9. J. F. Pócza: Investigation of nucleation by “in situ” technique. *Proc. Int. Conf. On Physics and Chemistry of Heterostructures and Layer Structures*, Ed. G. Szigeti, Akadémiai Kiadó, Budapest, (1971), Vol. III, 71–82.; J. F. Pócza, Á. Barna, P. B. Barna, I. Pozsgai, G. Radnóczy: In-situ electron microscopy of thin film growth. *Japanese J. Appl. Phys. Supplement 2, Part 1* (1974) 525–532.
10. Á. Barna, P. Barna, J. Pócza, N. Citoru, A. Dévényi, R. Grigoric: Structural properties of vacuum-deposited Ge layers. *Proc. Coll. on Thin Films*, Ed. E. Hahn, Akadémiai Kiadó, Budapest, (1965) 49–53.; Á. Barna, P. B. Barna, Z. Bodó, J. F. Pócza, I. Pozsgai, G. Radnóczy: Structure ordering and electrical conduction of high purity amorphous Ge films. *Proc. 5th Intern. Conf. on Amorphous and Liquid Semiconductors, Garmisch-Partenkirchen*, Ed. J. Stucke, W. Brening, Taylor and Francis, London, (1974), Vol. 1. 109–116.
11. Á. Barna, P. B. Barna, Z. Bodó, J. F. Pócza, I. Pozsgai, G. Radnóczy: Simultaneous investigation of the crystal structure and electrical properties of crystallised Ge films by UHV “in-situ” electron microscopy. *Thin Solid Films* 23 (1974) 49–62.

Pócza Jenő a Fizikai Szemlében

- Pócza J.: Új Egyetemi Fizikai Intézet létesült — 1951/2, 24.
 Faragó P., Pócza J.: Elektronika — 1953, 65.
 Selényi Pál, 1884–1954 (Pócza Jenő) — 1954, 35.
 Pócza J., Sas E.: Kettősen törő kristálygömb — 1958, 248.
 Pócza J.: Toricelli — 1959, 135.
 Pócza J., Sas E.: Egyszerű kísérletek optikai leképező rendszerek felbontóképességének bemutatására — 1959, 250.

ÚJ BLOKKOK A PAKSI TELEPHELYEN – 2. RÉSZ

Aszódi Attila

A Paksi Atomerőmű kapacitás-fenntartásáért
felelős kormánybiztos, Miniszterelnökség

BME Nukleáris Technikai Intézet

Boros Ildikó

BME Nukleáris Technikai Intézet

A 2014. január 14-én aláírt magyar–orosz államközi egyezmény értelmében [5] hazánk két új, egyenként 1200 MW-os atomerőművi blokk építésére kötött szerződést Oroszországgal. Az új paksi blokkok referenciatechnológiája a VVER-1200 reaktortípus V491-es altípusa. Ez a reaktortípus a jelenlegi nemzetközi elvárásoknak megfelelő modern atomerőművi egység, amelynek biztonsági rendszereit is jelentősen továbbfejlesztették a korábbi orosz nyomottvízes típusokhoz képest. A jelen cikk előzményeként szolgáló első részben a projekt energiapolitikai környezetét tekintettük át, míg a második rész e reaktortípus fő technológiai jellemzőit és speciális biztonsági rendszereit mutatja be. Ezt követően az írás ismerteti az engedélyezési folyamat fő fázisait, és a környezetvédelmi engedélyezési folyamat eddigi eseményeit.

A Paksra tervezett új blokkok fő jellemzői

A Szovjetunió a nyugati reaktorfejlesztőkhöz képest néhány év késéssel, az ötvenes évek közepén kezdte a nyomottvízes reaktorok (PWR – Pressurized Water Reactor) kifejlesztésébe. Ezen reaktoroknál a reaktoron átáramló könnyűvíz hűtőközeg nyomása igen magas, 100 bar fölötti – így a hűtőközeg magas hőmérsékleten is folyadékfázisban marad. A magas hő-

mérsékletű (300 °C körüli), úgynevezett primer közeget a gőzfejlesztőben adja át a nukleáris láncreakcióból származó hőt a szekunder körnek, ahol az alacsonyabb nyomás következtében a szekunder közeget elforr, az így keletkezett gőz pedig a turbinát meghajtva áramot termel. A szovjet tervezők által VVER-nek keresztelt sorozat (amely a könnyűvíz hűtőközegű és könnyűvíz moderátorú energetikai célú reaktorra utal) népszerű, megbízható reaktortípusokat foglal magába.

Az első VVER-440 típusjelű reaktor (440 MW bruttó teljesítménnyel) 1971-ben indult Novovoronyezszenben. Ebből a sorozatból összesen csaknem 40 blokkot helyeztek üzembe. Ezek közül mostanra számos reaktort leállítottak, a VVER-440 korábbi verziója, a V230 altípusú reaktor biztonsági rendszerei ugyanis még jócskán hagytak kívánnivalót maguk után, a jelenlegi biztonsági követelményeknek ez a típus már nem felel meg. Az egykori VVER-440/V230 reaktort nem méretezték nagyméretű primerköri cső törésére, ami a nyugati PWR-ek esetén a hetvenes években már alapkövetelmény volt. Az újabb, V213-as altípusú VVER bevezetésének idejére ezt a hiányosságot már pótolták, az ezen csoportba tartozó reaktorok – többek között a paksi atomerőmű jelenlegi blokkjai is – kiváló biztonsági és üzemeltetési mutatókkal rendelkeznek, és biztonsági színvonaluk megfelel a velük azonos korú nyugati nyomottvízes reaktorok biztonságának.

A VVER-440-est a nyolcvanas években az 1000 MW bruttó teljesítményű VVER-1000 követte, amely szintén igen sikeres típusná vált, eddig 30 ilyen blokkot építettek világszerte, ezek a blokkok jelenleg is kivétel nélkül üzemelnek. E típusnak már a nyugati PWR-eknél megszokott nagy térfogatú, hengeres védőépületet (konténmentet) terveztek. A legújabb VVER-1000-es blokkok már a modern, úgynevezett 3. generációs reaktorokhoz tartoznak, ennek megfelelően biztonsági mutatóik még jobbak a korábbi VVER-ekénél, még súlyos balesetek (akár a reaktor zónájának teljes megolvadása) kezelésére is felkészítették őket. A Kínában üzemelő Tianwan atomerőműben (VVER-1000, AES-91) vezették be először a zónaolvadék súlyos baleseti hűtésére és kezelésére szolgáló zónaolvadék-csapdát.

A kétezres években az orosz tervezőirodák az egyre szigorodó nemzetközi elvárásoknak megfelelően továbbfejlesztették a VVER-1000 típust. Így született meg az Atomenergoprojekt 60 éves üzemidőre tervezett VVER-1200 típusú reaktora, melynek fő üzemi paramétereit az 1. táblázat mutatja.

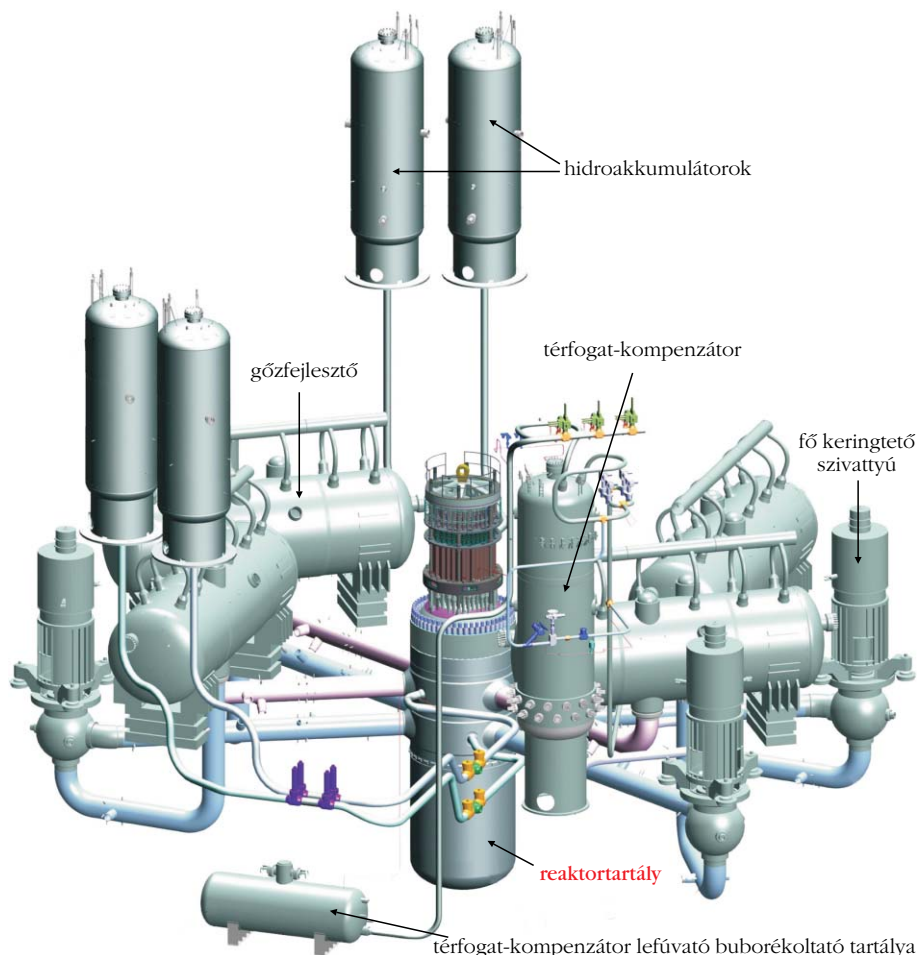
1. táblázat	
A VVER-1200/V491 reaktortípus fő technológiai paramétereit	
Általános	
termikus teljesítmény	3200 MW
bruttó villamos teljesítmény	1198 MW
nettó villamos teljesítmény	1113 MW
nettó hatásfok	34,8 %
önfogyasztás	7,1 %
rendelkezésre állás	>90 %
tervezett élettartam	60 év
Primer kör	
üzemi nyomás	162 bar
zóna belépő hőmérséklete	298,2 °C
zóna kilépő hőmérséklete	328,9 °C
Szekunder kör	
üzemi nyomás	68 bar
frissgőz-hőmérséklet	283,8 °C
gőztömegáram	1780 kg/s

Jelenleg a VVER-1200-nak két altípusa létezik, ezek fő műszaki, üzemi paramétereikben (például a zóna, primer és szekunder körű főberendezések kialakításában) meg-egyeznek, azonban biztonsági rendszereik kialakítása jelentősen eltér. Az Atomenergo-projekt moszkvai tervezőirodájában készült a V392M altípus, a szentpéterváriban pedig a Paksra is tervezett reaktorok referenciájaként szolgáló V491 jelű. A Novovoronyezs atomerőműben jelenleg V392M reaktorok épülnek, V491 pedig a Leningrád-II atomerőműben és Fehéroroszországban az Asztravec telephelyen, de ilyen tervezése és engedélyezése zajlik Finnországban is, és ezt a típust ajánlotta az orosz szállító például Vietnámnak, Jordániának is. Ugyanakkor hozzá kell tenni, hogy mind Finnországban, mind Magyarországon speciális európai követelményeknek kell a blokkokat megfeleltetni. A magyar fél mintegy 11 600 követelményt fogalmazott meg a vonatkozó magyar és nemzetközi jogszabályok és ajánlások figyelembe vételével. A követelményeknek való megfelelés számos rendszer és komponens áttervezését teszi majd szükségessé.

A reaktor primerkörű főberendezései a 7. ábrán láthatók. A primer hűtőrendszer a VVER-1000-hez hasonlóan négyhurkos, azaz négy gőzfejlesztőt tartalmaz, amelyek a több évtizedes orosz tervezői hagyománynak megfelelően vízszintes elrendezésűek. (Érdekesség, hogy ezt a koncepciót kizárólag a VVER-ekben alkalmazzák, a nyugati nyomottvízes reaktorok gőzfejlesztői vertikális elrendezésűek. Az eltérő gőzfejlesztő-elrendezés bizonyos eltérő tulajdonságokat eredményez az üzemeltetés, karbantartás és az üzemzavari viselkedés tekintetében is.)

A reaktor üzemanyagát a VVER-1000 már bevált fűtőelemkötegei alapján fejlesztették (8. ábra). A VVER-1200 reaktorzónája 163 üzemanyag-kazettát tartalmaz, magassága 4,57 m, külső átmérője 3,16 m. A reaktor teljesítményének szabályozására (és a láncreakció szükség szerinti leállítására) úgynevezett fésűs szabályozó elemek szolgálnak, amelyek szerkezete a modern nyugati PWR-ek szabályzóelemeiéhez hasonlít.

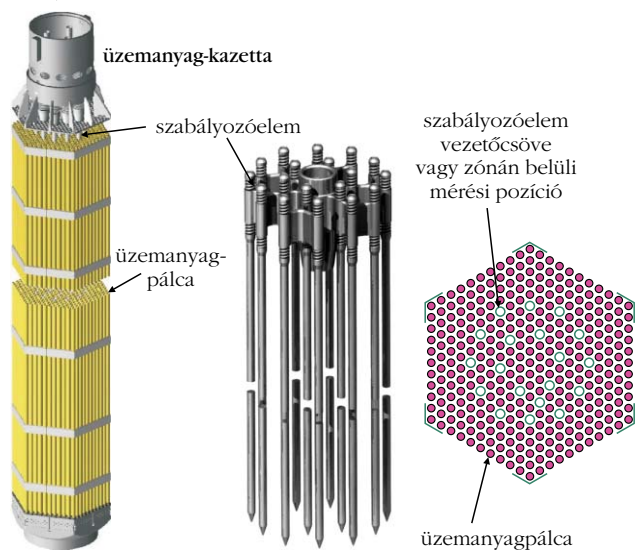
Az üzemanyag maximális kezdeti dúsítása 4,79%, amellyel 12 hónapos üzemelési kampány mellett 68 MWnap/kg urán kiegészi szintet lehet elérni. Jelenleg



7. ábra. A VVER-1200 primer köre (Forrás: Roszatom).

tesztelés alatt áll az az üzemanyag, amellyel 18 hónapos kampányok is megvalósíthatók. Az üzemanyagban gadolinium kiegészítő mérget alkalmaznak a kezdeti reaktivitástartalék lekötésére.

8. ábra. A VVER-1200-ban alkalmazott TVS üzemanyag-kazetta (balra), a szabályzó elem (középen), a kazettán belüli pálcakiosztás (jobbra – a teli körök az üzemanyagpálcákat, az üres körök a szabályzóelemek vezetőcsöveit vagy a zónán belüli mérések pozícióit jelölik) [6].

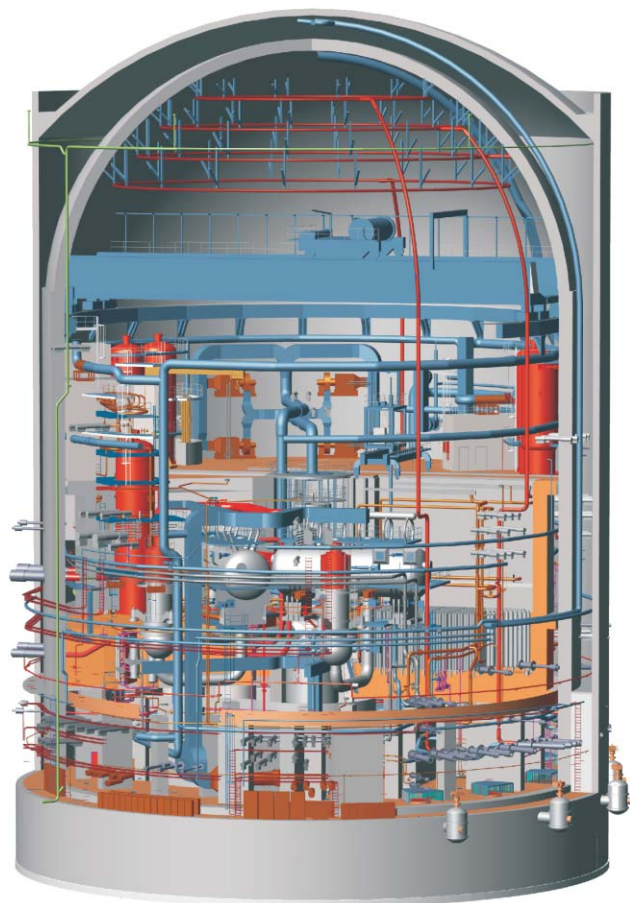


Az üzemanyag a 20 cm-es falvastagságú szénacélból készült, belső ausztenites acél burkolattal (plattírozással) ellátott reaktortartályban helyezkedik el, amelynek magassága az osztósíkgig 11,2 méter, tömege 330 tonna. A reaktortartályokat az Izsorszkije Zavod üzemben kovácsolással gyártják.

A reaktorból elszállítandó hőt a gőzfejlesztőként 11 000 darab hőcserélő cső adja át a primer körtől a szekunder körnek. Ez a fekvő elrendezésű gőzfejlesztő szintén a VVER-1000 berendezésének továbbfejlesztésével készült, hossza 14 m, a hőátadó felület nagysága 6100 m².

A VVER-1200/V491 típusnál a reaktort és a teljes primer kört – a gőzfejlesztőkkel együtt – egy kettős falú vasbeton védőépület, a konténment (9. ábra) foglalja magába, amely egy 2,4 m vastag, 51,6 m átmérőjű vasbeton alaplemezen nyugszik. A belső konténmentfal előfeszített vasbeton szerkezetű, belülről 6 mm vastag hegesztett korrózióálló acél burkolattal van ellátva. A belső konténmentfal egyik fő feladata üzemzavarok során a reaktorból esetlegesen kikerülő radioaktív anyagok visszatartása. A külső konténment vasbetonból készült, feladata a reaktor és a belső konténmentfal megóvása a külső – emberi vagy természeti eredetű veszélyekből származó – hatásoktól. A konténmentépület belső átmérője 44 m, belső falának vastagsága 120 cm.

9. ábra. A reaktort és a teljes primer kört magába foglaló kettős falú vasbeton védőépület, a konténment.



Az új paksi blokkok biztonsága

A jelenleg üzemelő paksi blokkok indulása óta sokat változtak a nukleáris biztonsággal kapcsolatos elvárások. Az eltelt évtizedekben rengeteg üzemeltetési tapasztalat gyűlt össze, és a nukleáris ipar sokat tanult a bekövetkezett atomerőművi balesetekből (Three Miles Island, Csernobil, Fukushima). Ezen tapasztalatok hatására a már üzemelő blokkok biztonságát is tovább javították, hiszen számos utólagos biztonság-növelő intézkedést hajtottak végre a meglévő erőművekben. A biztonsági követelmények szigorodása a hazai szabályozásban is megjelenik: a hatósági követelményrendszert tartalmazó Nukleáris Biztonsági Szabályzat (NBSZ, [7]) külön, szigorúbb határértékeket ír elő az újonnan épülő atomerőművek számára. Eszerint csak olyan atomerőművi blokk építhető, amelyre igazolni lehet, hogy a súlyosabb zónasérüléshez vezető események várható összesített gyakorisága alacsonyabb, mint 10⁻⁵/év. A szabályozás szerint azonban még a zóna sérülése, akár megolvadása sem vezethet automatikusan jelentős környezeti kibocsátáshoz. Az NBSZ szerint azt is igazolni kell, hogy az új blokkok esetén a jelentős radioaktív kibocsátás várható gyakorisága kisebb, mint 10⁻⁶/év. Ezek a követelmények azt is jelentik, hogy az új reaktorok tervezési alapját jelentősen ki kell terjeszteni, ma már elvárás, hogy akár a fukushimaihoz hasonló kezdeti események se okozhassanak a megengedettnél nagyobb környezeti terhelést. Ehhez az kell, hogy például a teljes feszültségvesztést, vagy a végső hőnyelő teljes elvesztését is kezelő biztonsági rendszerek legyenek beépítve az atomerőműbe. Emellett arra is fel kell készíteni a reaktorokat, hogy – amennyiben mégis bekövetkezne egy igen kis valószínűségű súlyos esemény – a mérnöki rendszerek képesek legyenek a súlyos balesetek kezelésére is.

Ezen követelmények figyelembevételével tervezték meg a V491 biztonsági rendszereit, amelyek között „hagyományos”, aktív rendszereket és újszerű, passzív biztonsági rendszereket is találunk.

Az aktív rendszerek alapvetően a tervezési üzemzavarok kezelésére szolgálnak, ezek között üzemzavari zónahűtő-rendszerek, vészborozó rendszer és üzemzavari tápvíz-rendszer található (színes ábra a hátsó fedélen). A nagy- és kisnyomású üzemzavari hűtő-rendszer 4×100% redundanciájú, és segítségével a csőtöréses üzemzavarok teljes spektruma kezelhető a legnagyobb átmérőjű, 850 mm-es primer körű csővezeték 200%-os csőtöréséig. A vészborozó rendszer 4×50% redundanciával rendelkezik, üzemelése esetén magas bórsav-koncentrációjú (40 g/kg) hűtőközeget fecskendez a térfogat-kompenzátorba és a főkeringtető vezetékbe, egyrészt gyors nyomáscsökkentést téve lehetővé (például primer-szekunder átfolyás esetén), másrészt biztosítva a reaktor leállítását abban az esetben, ha a normál leállító rendszer nem érhető el. A tervezési üzemzavarok kezelésére szolgáló passzív rendszer az úgynevezett hidroakkumulátor, amely az üzemzavari hűtőrendszerek része.

Fontos új filozófiai elem az új, 3+ generációs blokkok tervezésénél, hogy a tervezési alapon túli balesetek egy széles körénél is további biztonsági megfontolásokat kell tenni, azaz a tervezési alapot ki kell terjeszteni. Ez azt jelenti, hogy bizonyos üzemzavari szekvenciák, amelyek egy 2. generációs reaktornál a zóna sérüléséhez és nagyobb mennyiségű radioaktív anyag környezetbe kerüléséhez vezethetnek, a 3+ generációs reaktoroknál mérnöki rendszerek segítségével már kizártak, így a nagy kibocsátás elkerülhető.

Ezen tervezési alap kiterjesztésébe tartozó események kezelésére számos passzív biztonsági rendszer szolgál. A V-491 típus számára tervezett passzív hőelvonó rendszer a gőzfejlesztőkön keresztül képes a remanens hő elvonására olyan esetekben, amikor az aktív üzemzavari hűtőrendszerek valamilyen okból kifolyólag nem állnak rendelkezésre (színes *ábra* a hátsó fedélen). A négy párhuzamos ágból álló rendszer (PHRS-SG) áganként 18-18 vízűtésű hőcserélőn keresztül adja át a primer kör hőjét a végső hőnyelőnek, ami ebben az esetben az atmoszféra. Ehhez egy-egy 450 m³ térfogatú víztartály szolgál hűtőközegként. A víztartályok a légkörre nyitottak, a párolgás szállítja el belőlük a hőt a végső hőnyelőbe, az atmoszférába. A rendszer összesen 200 MW hőteljesítményt képes elszállítani a négy gőzfejlesztőn keresztül. Ezek a víztartályok a passzív konténmenthűtés (PHRS-C) során is használhatók, amikor a konténmentépületen belül elhelyezett hőcserélők segítségével, szintén természetes áramlással lehetséges a konténmentből a hőelvitel. Ezek a rendszerek 4×33%-os kapacitással kerülnek beépítésre.

A VVER-1200 mindkét altípusánál alkalmazzák a Tianwanban bevezetett zónaolvadék-csapdát. Amennyiben a fent ismertetett aktív és passzív biztonsági rendszerek nem lennének képesek a hűtést biztosítani a reaktorzónának, és bekövetkezne egy zónaolvadással járó súlyos baleset, a rendszer képes a reaktortartályt átolvasztó zónaolvadék felfogására, lehűtésére, megszilárdítására és biztonságos visszatartására. A 150 tonna tömegű berendezés Al₂O₃-Fe₂O₃ keveréket tartalmaz olvadó töltéként, amely „felhígítja” a csapdába érkező zónaolvadékot, növelve a hűthető felületet, visszatartva a hasadási termékek jelentős részét, és csökkentve a folyamatban keletkező hidrogén mennyiségét is.

A biztonsági rendszereknek köszönhetően az orosz szállító előzetes számításai szerint a VVER-1200/V491 várható zónasérülési gyakorisága körülbelül 6×10^{-7} /év, ami jelentősen a magyar Nukleáris Biztonsági Szabályzatok által meghatározott korlát alatt marad. A jelentős korai radioaktív kibocsátás számított gyakorisága 2×10^{-8} /év, ami szintén több, mint egy nagyságrenddel a korlát alatt van.

Az új blokkok engedélyezésének folyamata

Az atomerőművek létesítése a világon mindenhol hosszadalmas folyamat. Ez többek között a komplikált engedélyezési eljárásnak köszönhető, ami alól a

Paks II. projekt sem kivétel. A Parlament által elfogadott 40/2008-as Országgyűlési Határozat az energiapolitikáról felhívta a Kormányt, hogy kezdje meg az új atomerőművi kapacitásokra vonatkozó döntéselőkészítő munkát.

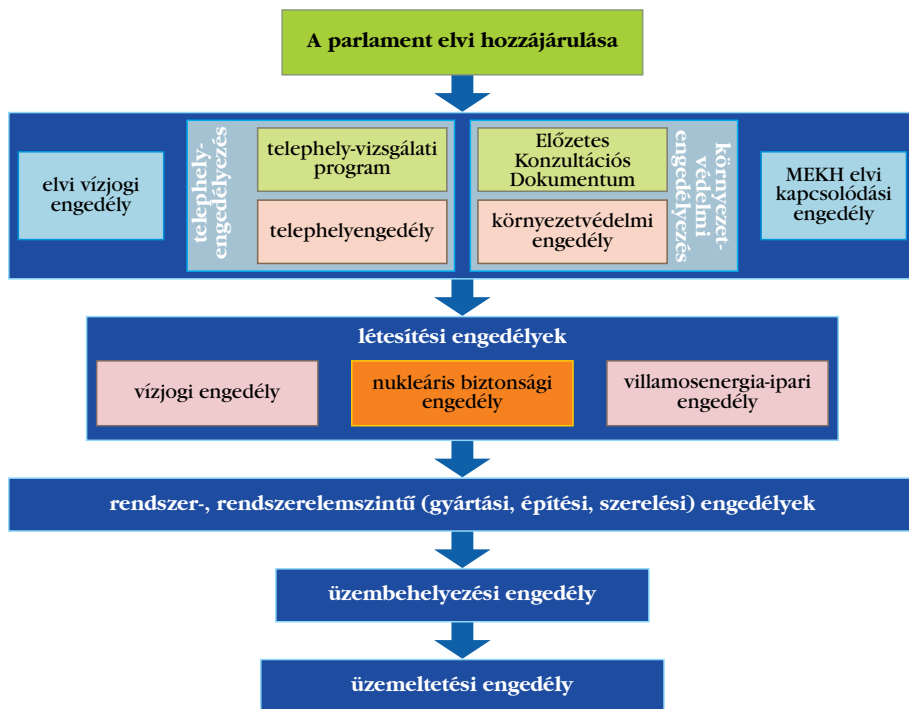
Az 1996. évi CXVI. törvény (Atomtörvény) 7. §-ának (2) bekezdése szerint Magyarországon minden új nukleáris létesítmény létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez, illetve meglévő atomerőmű további atomreaktorot tartalmazó egységgel való bővítéséhez az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulása szükséges. Ezt az Országgyűlés 2009. március 30-án 330 igen szavazattal, 6 nem és 10 tartózkodás mellett szavazta meg, így megkezdődhetett a paksi telephelyen új energiatermelő blokkok létesítésének előkészítése.

A fenti döntésre tekintettel az állami tulajdonban lévő MVM cégcsoport elindította a Lévai-projektet, amelynek célja már az új blokkok létesítésének előkészítése volt. A projekt keretein belül 2012-ben készült el a környezetvédelmi engedélyezési eljárás részét képező Előzetes Konzultációs Dokumentum is, ami bemutatja a piacon akkor rendelkezésre álló nyomottvizes atomerőművi technológiákat, valamint azok várható környezeti hatásainak fajtáit. A műszaki vizsgálatok megmutatták, hogy biztonsági szempontból több, egymáshoz hasonló nyomottvizes, 3. generációs technológia van a piacon. Ezt követően a fő kérdéssé az vált, hogyan lehet az építkezéshez finanszírozást biztosítani.

Így értünk el a 2014. január 14-én bejelentett orosz–magyar kormányközi egyezményhez, ahol a felek az alábbiakról állapodtak meg: „Felek együttműködnek a Magyarország területén lévő Paksi Atomerőmű teljesítményének fenntartásában és fejlesztésében, beleértve két új 5–6. blokk tervezését, megépítését, üzembe helyezését és üzemben kívül helyezését, VVER (vízhűtéses vízmoderátoros) típusú reaktoral, mindkét blokkra vonatkozóan legalább 1000 MW beépített kapacitással, amint arról jelen Egyezmény a későbbiekben rendelkezik, a jövőben leállításra kerülő 1–4. blokk teljesítményének kiváltására.” [5].

A kormányközi egyezményt kihirdetők 2014. évi II. törvény információt ad a paksi bővítési projektről, így például rendelkezik arról, hogy Oroszország hitelt fog nyújtani a blokkok felépítéséhez, rögzíti, hogy a felek mindent megtesznek annak érdekében, hogy 40%-os lokalizációs szint legyen elérhető, kimondja, hogy a felek megállapodnak a nukleáris fűtőelem-ellátásról, illetve arról, hogy a kiegészítő kazetták esetében lehetőség van az oroszországi átmeneti tárolásra és/vagy újrafeldolgozásra (reprocessálásra) is.

Az államközi egyezményt egy finanszírozási államközi megállapodás követte, amelyet 2014. március 28-án jelentettek be, majd Magyarországon 2014. június 23-án törvény formájában hirdették ki a nyilvánosság számára (2014. évi XXIV. törvény). A törvényben többek között szerepel, hogy az orosz fél maximum 10 milliárd euró összegű állami hitelt nyújt a magyar fél részére, ami kizárólag a paksi atomerőmű 5. és 6. blokkjának tervezéséhez, megépítéséhez és üzembe



10. ábra. Az engedélyezési folyamat főbb lépései.

helyezéséhez szükséges munkálatokra használható fel. A magyar fél a finanszírozás 80%-át fedezheti ebből a hitelből, a fennmaradó 20%-ot saját, egyéb forrásokból kell előteremtenie. A hitelt a magyar fél 2014 és 2025 között használhatja fel, ezen időszak alatt a kamatozása 3,95%. A törlesztés 3, egyenként hét éves periódusban történik, ekkor a kamatláb rendre 4,5%, 4,8% és 4,95% lesz. A magyar félnek lehetősége van az előtörlesztésre.

Az államközi egyezmények aláírását követően, azok bázisán elkezdődtek a konkrét megvalósítási megállapodások kidolgozására irányuló tárgyalások az orosz féllel. A szerződéseket végül 2014. december 9-én írta alá a magyar fél részéről a Beruházó, vagyis az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. és orosz oldalról pedig a JSC NIAEP. Az aláírt szerződés-csomag három szerződésből állt: az erőmű tervezésére, megépítésére és üzembe helyezésére vonatkozó fővállalkozói (EPC) szerződésből, az üzemeltetés és karbantartás támogatásáról szóló megállapodásból, valamint az üzemanyag-ellátási szerződésből.

Időközben elkezdődött a létesítés majdani megkezdéséhez szükséges engedélyk beszerzése, illetve az engedélyk megszerzéséhez szükséges háttérmunkálatok. Az új blokkok kereskedelmi üzeméhez nagyságrendileg 6000 engedély megszerzésére lesz szükség, ezeket természetesen nem részletezzük a cikk terjedelmi korlátai miatt. A legfőbb engedélyk, engedélycsoportok viszont jól bemutatathatók, ezekre épül fel a blokkok létesítésének menetrendje is. Ezeket az engedélyeket mutatja be a 10. ábra.

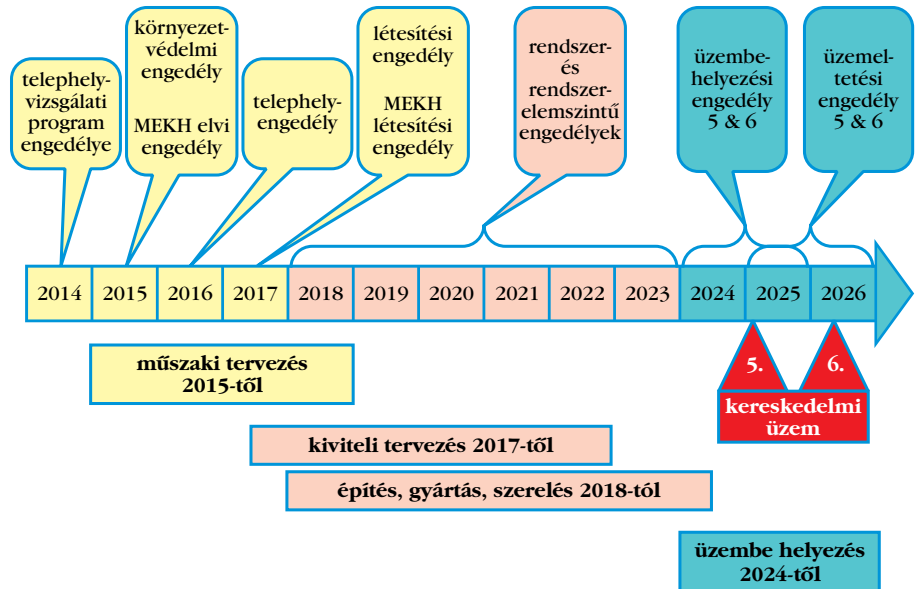
Látható, hogy a létesítési engedély megszerzése előtt négy nagy engedélycsoportot kell megszerezni: az elvi vízjogi engedélyt, a blokkok villamosenergia-rendszerbe való integrálásához szükséges engedélyt,

a telephelyengedélyt és a környezetvédelmi engedélyt. A telephelyengedély megszerzéséhez a projektársaság 2015 tavaszán Földtani Kutatási Program néven telephelyvizsgálatot indított el. Bár a telephely Magyarország legjobban megkutatott és legjobban ismert területe (hiszen 30 éve itt működik a Paksi Atomerőmű), de a szakma szükségesnek tartotta, hogy a jelenleg rendelkezésre álló legmodernebb berendezésekkel és legújabb kutatási módszerekkel elvégzett elemzések révén még jobban megismerhesse a területet. A kutatási program eredményei alapján, az ütemterv szerint várhatóan 2016-ban lesz megszerzhető a telephelyengedély.

A környezetvédelmi engedély megszerzése szintén kiemelkedően fontos az engedélyezési eljárásban. A környezetvédelmi engedélyezés az engedélyezési szakasz azon része, ahol a létesítendő erőmű környezeti hatásait kell bemutatni a környezetvédelmi hatóság, valamint a hazai és a nemzetközi nyilvánosság számára. A környezetvédelmi eljárás a Paks II. projekt esetében kétlépcsős, elsőként az MVM Paks II. projektársaság 2012-ben elkészítette az Előzetes Konzultációs Dokumentációt, ahol elemezte a szóba jöhető alternatív atomerőművi technológiákat és azok várható környezeti hatás-típusait. Bár a környezeti hatás-tanulmány készítése során elvégzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a projektnek nincsenek jelentős határon átnyúló hatásai, az esoo-i egyezmény kiterjesztő értelmezése alapján a projektársaság 30 országot értesített az atomerőmű-beruházásról. Ebből 11 ország jelzett vissza, hogy érdeklődik a projekt környezeti hatásai iránt és részt kíván venni az eljárásban. 2014. december 19-én az MVM Paks II. benyújtotta a VVER-1200 reaktortípusra elkészített Környezeti Hatástanulmányt az illetékes hatóságnak, majd törvényi kötelezettségeinek eleget téve informálta – és informálja továbbra is – Magyarország és a nemzetközi eljárásban részt vevő országok lakosságát és közvéleményét a projekt várható hatásairól. A környezetvédelmi engedélyezési eljárás 2015-ben a végéhez közeledik.

A telephelyengedély és a környezetvédelmi engedély megszerzése után van lehetőség megszerezni a létesítési engedélyt. Ebben az engedélyezési eljárásban az eljáró hatóság az Országos Atomenergia Hivatal, ennek során meggyőződik többek között a blokkok biztonsági aspektusairól és a tervdokumentáció megfelelőségéről. A létesítési engedélyt a projektársaságnak 2017 végéig kell megszereznie ahhoz, hogy

az atomerőmű építését el lehessen kezdeni a 2018-as év során. Az ütemtervek alapján a blokkok építése 2018-ban kezdődik, a próbaüzemi időszak 2024-ben, illetve 2025-ben indul, majd a blokkok kereskedelmi üzeme a 2025-ös és 2026-os években kezdődhet meg (11. ábra).



11. ábra. A Paks II. projekt tervezett ütemezése.

Irodalom

5. 2014. évi II. törvény
6. N. Fil, OKB Gidropress: VVER Design Overview. IAEA Safety Assessment Education and Training Program, Essential Knowledge Workshop on Safety Analysis Report, Malaysia, Putra Jaya, 1–5 July 2013
7. Nukleáris Biztonsági Szabályzatok, www.oah.hu

KÉT MUZEÁLIS MŰTÁRGY ÉS EGY RÉGI TÖRVÉNY ÜRÜGYÉN – 2. RÉSZ

Molnár János
Siófok

A gyűrűs napóra skálája

A Magyar Nemzeti Múzeumban őrzött és alaptípusnak tekinthető, hagyományos augsburgi gyűrűs napóra skálája egy vízszintes tengelyű keskeny henger belső felületén van. A gyűrűn lévő kis lyuk által létrehozott fényfolt-mutató helyzetét, azaz az időt, a skálagörbék szerint kell leolvasni. Ehhez a gyűrűt mindig a Nap irányába kell fordítani, miközben a megfelelő helyen felfüggesztve lógatjuk, tartjuk a szerkezetet. A gyűrű belső felületére rajzolandó skála szerkesztéséhez szükséges képleteket a 3. ábra alapján határozhatjuk meg.

A 3. ábrán az O középpontú, D belső átmérőjű körhenger palástja (a gyűrű alakú skálafelület) meridionális metszetben van ábrázolva. A kör legfelső részén lévő Z pont a felfüggesztés helye, ezzel szemben van az N pont, így a $ZON = D$ körátmérő függőleges. A fénymutatót képező, T -vel jelölt kis lyuk úgy helyezkedik el, hogy a gyűrű itteni TK érintője a pólus felé mutasson, azaz hajlásszöge a vízszinteshez mérten φ^1 legyen. Ekkor $ZOT \sphericalangle = \varphi$ és az OT egyenes az Egyenlítővel lesz párhuzamos. A T lyukon áthaladó fénysugár a vízszinteshez mérten m szöget alkotva gyűrű belső

palástjának A pontjára vetül. Az $AON \sphericalangle$ legyen ε . A T ponttal azonos magasságban lévő „1” pont a látóhatáron lévő Nap utolsó sugarának megfelelő A lesz, hiszen $1T$ vízszintes és így $m = 0$. Szimmetriaokok miatt az $1OZ \sphericalangle = ZOT \sphericalangle = \varphi$. Az $1TA \sphericalangle = m$, a középponti és kerületi szögek közti kapcsolat miatt $1OA \sphericalangle = 2m$.

Ezek után keressük a gyűrű alakú napóra A skála-pontjának (az A fénypontnak) a választott N kezdőponttól mért AN távolságát mint a napi idő (t óra, τ óraszög) és a hónapok (δ deklináció) függvényét. Ez az

$$NOA \sphericalangle = \varepsilon = 180 - 2m - \varphi,$$

$$NA \text{ ívhossz} = i = D\pi\varepsilon / 360,$$

$$NA \text{ húrhossz} = b = D \sin(\varepsilon / 2)$$

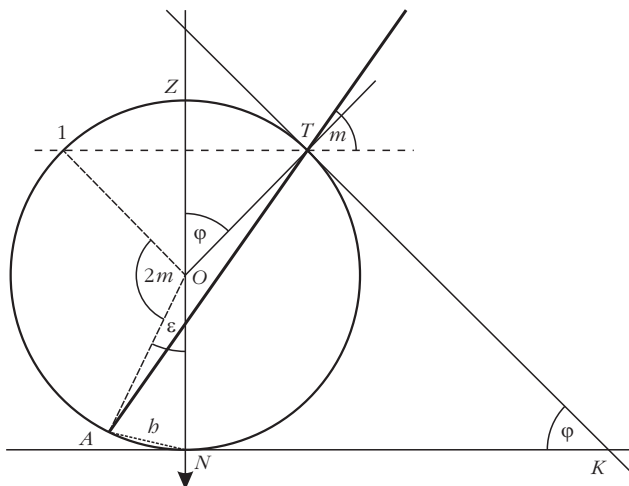
összefüggésekkel számítható a Nap magassági szögének az előző részben említett

$$\sin m = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t$$

képletéből kiindulva. Adott helyre méretezett napóra esetén φ állandó. A Nap δ deklinációja folytonosan változik, nemcsak a τ napi idő. Ezért például a heteknek vagy hónapoknak megfelelő gyakorisággal számított deklinációs vonalak fogják (többé-kevésbé pontosan) kijelölni a napi időnek megfelelő órávonalakon a keresett skálapontokat. A skála megfelelő pontosságú leolvasása némi gyakorlatot igényel a gyűrű szélességéből származó hibalehetőségek miatt.

Jelen írás először az Albireo AmatőrCsillagász Klub azonos nevű folyóirata részére készült, de a 2014/1 számban megjelent bevezetés után újabb szám már nem jelent meg. Köszönet a *Fizikai Szemlének*, hogy nem hagyta elveszni a mondanivalót.

¹ Az első részhez hasonlóan minden szöveget fokban mérünk.



3. ábra. A gyűrűs napóra skálaszerkesztési vázlata.

Mivel a pozitív és a negatív előjelű, de azonos számértékű τ óraszögek egybeeső görbéket eredményeznek, elegendő csak a pozitív előjelű, a 12–20 órák közti $0 < \tau < 8$ időtartamokkal foglalkozni. A deklinációs értékeket a különböző a hónapok például

1, 11, 21. napjaihoz tartozóan kell számítani, de futó változóként a napokat kell kezelni, míg az óránkénti (a gyűrű méretétől függően esetleg félóránkénti) óraszöget paraméterként. A hónapvonalak egyenlő időközöknek megfelelő osztásvonalak szerinti lesznek a számításba veendő deklinációk. Ezeknek megfelelő koordinátavonalak a gyűrű választott szélességét, azaz az év 365 napját osztják például 10 napos, egyenlő szélességű szakaszokra. Egy-egy óravonal éves lefutása jól láthatóan változó méretű harangforma, alakjuk mindig szimmetrikus a Nap éves deklinációjának változási tartományához igazodóan, és koszinuszgörbére emlékeztet. A számított függvénysereg pontjait táblázatkezelővel nemcsak könnyen lehet számítani, hanem kirajzoltatni is.

A skálák léptékét és méretét a felhasználási körülményekhez kell illeszteni: nyomtatás előtt meg kell adni a gyűrű belső átmérőjét, ami az y függő változó skálahosszát szabja meg. A gyűrű (egyéb-ként majdnem tetszőleges) szélességéhez a napok (x , független változók) skálaléptékét kell igazítani. Adottnak kell tekinteni a földrajzi szélességtől függő T lyuk helyét is. A rajz igényeink szerint feliratozható.

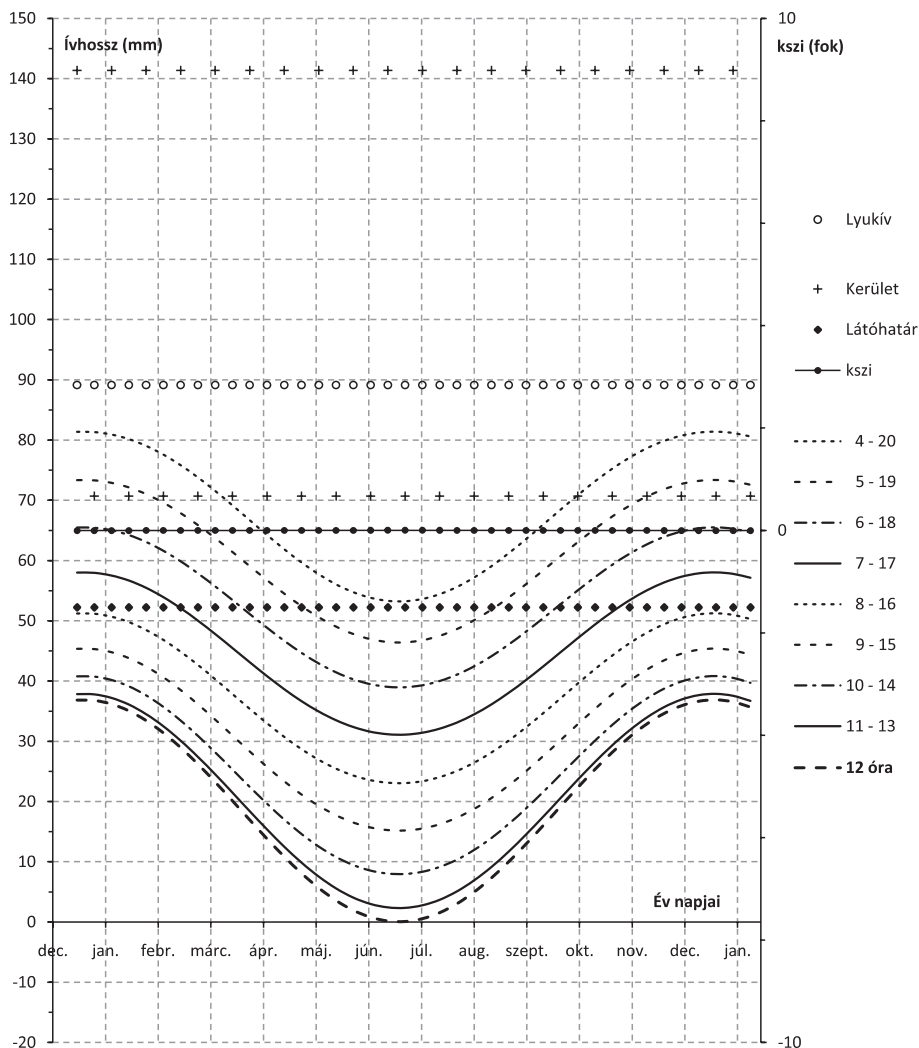
A skálák külméreteit nyomtatás után ellenőrizni kell, a nyomtatás esetleges torzításait (lyuktáv, kerülethossz stb.) célszerű javítani.

Az egyenletes osztásközű tengelyekkel így ábrázolt és például a $\varphi = 47$ szélességi fokhoz igazodó, *kiterített* óraskálát a 4. ábra – annak részletes változatát pedig a <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1510/molnar-melleklet.pdf> helyen található színes mellékletek első oldala, az 1. melléklet – mutatja. Ha figyelembe vesszük a deklináció szerinti szimmetriát is, gyakorlatilag elegendő csak egy fél évre (például december – június közti hónapokra) és csak a $0 < \tau < 8$ óravonalakkal számolni a skálagörbék pontjait. A változásokat kettős skálafeliratokkal lehet követni. Egy ilyen módon kétszeresen is „megfeleztett” gyűrűskála az imént említett pdf-ben, a 2. mellékletben látható.

Ha elolvassuk még néhány mondatot az egykori szabaddalmi leírásból [7], megtudhatjuk, hogy:

„A gyűrű palástja kívül körülbelül a kerület egy negyedrészen, *gyakorlati* időbeosztással van ellátva és pedig

4. ábra. A gyűrűs napóra napok szerinti teljes éves skálája $\varphi = 47^\circ$ esetén.



a karika egyik szélénél hat beosztás van a január – június hónapok, a karika másik szélénél pedig, ezekkel csaknem szemben hat beosztásvonal van a július – december hónapok számára. ... A karika belső oldalán, átlós irányban, szemben a külső oldal időbeosztásával, ugyancsak a kerületnek körülbelül egy negyedén, *gyakorlati* órabeosztás van elhelyezve; és pedig a karika egyik szélén alulról fölfelé haladva az 1, 2, 3, ... 8 órajelek vannak, ezekkel csaknem szemben, kissé eltolva pedig a karika másik szélén, szintén alulról felfelé haladva, a 11, 10, ... 4 órajelek vannak elhelyezve. A karika két szélén, egymáshoz képest eltolva fekvő (11-1), (10-2), (9-3), ... stb. jeleket egymással egy-egy rézsút haladó beosztás vonal köti össze és a (11-1) beosztás vonal alatt fekszik a (12) óra beosztás vonala. Az órabeosztás helyén több, a kerülettel párhuzamos beosztásvonal van elhelyezve a különböző évszakok számára. ... A hónapok, valamint az órák beosztása *kísérleti* megállapítások alapján történik és épp így a (d) fülnek elhelyezése is, amit a különböző országokban való használatnál a csillagászati fekvésnek megfelelően, az (a) gyűrű különböző helyein erősítenek meg." A Szabadalmi igénypontokban összefoglalt résztulajdonságok más szóhasználattal, de lényegében az előbbieket ismétlik: "... hónapos és hetes *gyakorlati* időbeosztással, ... *gyakorlati* órabeosztással, ... a szemközti órajelek egy-egy rézsútos vonással vannak összekötve, ... évszakok számára párhuzamos beosztások vannak elhelyezve."

E leírásból egyértelműen kitűnik, hogy az előzőek szerint számított – rajzolt és *nem gyakorlati* beosztással készített (fél)harang alakú koszinuszos óravonalak nem felelnek meg a leírás szerinti egyeneseknek, bár a két félév (január – június és július – december hónapok) szerinti összevonások megegyeznek. Ugyancsak egyezést mutat az előzőekben leírt $0 < \tau < 8$ óraszög-vonalak használata a délelőtti és délutáni időpontok összevonásával jelölt óravonalakkal.

Ez természetesen, mert az alapesetnek tekinthető, előbb számos hagyományos gyűrűs óra és a szabadalmaztatott szerkezet működési módja csak látszólag egyforma! A 3. *ábra* szerinti alapeset fényvető pontja, a *T* furat egész évben állandó helyen van, míg a szabadalmaztatott zsebóra (1. *ábra*) fényvető pontja a gyűrű rése felett, a mozgathatóan elhelyezett középső csúszkán lévő furat, amit az évszakok (a deklináció) szerint kell alkalmanként beállítani. Ebben van a szabadalom lényege, pontosabban *Drágffy Sándor* úr által kitalált újdonság! Ez a változtatás fogja azt eredményezni, hogy – a gyűrű szélességét a hónapok egyenként osztó koordinátavonalai ellenére – a napi óravonalak (közel) egyenesek lesznek.

A szabadalomnak megfelelő gyűrűs óra elvi elrendezését az 5. *ábra* mutatja. A 3. és az 5. *ábra* közti lényeges különbség az, hogy a fényvető pont most nem állandóan a *T*-vel jelzett helyen van, hanem a Nap deklinációjának változásait valamilyen módon követő, alkalmanként odébb igazított *L* pontnak meg-

felelő helyen. Legyen ez az eltolás, a $TOL \sphericalangle = \xi$. Kézenfekvőnek tűnik, hogy ez a Nap δ deklinációját

$$\xi = p\delta + q$$

függvény szerint kövesse. Mivel a rajz alapján $\omega = \varphi - \xi$, az előzőekhez hasonló képleteket kapunk:

$$NOA \sphericalangle = \varepsilon = 180 - 2m - \omega = 180 - 2m - \varphi + \xi,$$

$$NA \text{ ívhossz} = i = D\pi \varepsilon / 360,$$

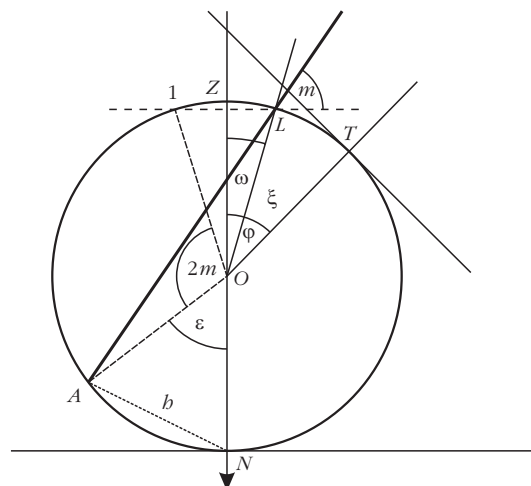
$$NA \text{ húr hossz} = b = D \sin(\varepsilon / 2)$$

Ezek után már csak az a kérdés, hogy a ξ eltolási szög (pontosabban a p és q paraméter) mikor mekkora legyen annak érdekében, hogy az óravonalak *Drágffy Sándor* úr zsebnapórája szerinti egyenesek legyenek. Azaz, mikor hova kell a fénypontot adó *L* lyukat állítani?

Erre a kérdésre eredeti forrásadatok hiányában nehéz válaszolni. Ha a századelő számítástechnikai lehetőségeire gondolunk, minden elismerésünket és tiszteletünket megérdemli a feltaláló *Drágffy Sándor* úr. Mai eszközeink birtokában a kérdésre némi próbálkozás nyomán könnyen megkapjuk a választ. Csupán arra van szükség, hogy a táblázatkezelő által készített, megfelelően szerkesztett skálarajzon megfigyeljük a p és q paraméterek változtatásainak hatását: hogyan befolyásolják a skálagörbékét, mikor kapunk szép, egyenes vonalakat a (fél)harang alakú alapgörbék helyett. Ha a kiegyenesedő óravonalakhoz a táblázatkezelő adottságait kihasználva még regressziós paramétereket (és trendvonalakat) is rendelünk, számszerűsíteni tudjuk a vonalak egyenességét, „szépségét”.

Példaként nézzük a 3. *mellékletben* (a pdf-ben a 3–5. oldal) található ábrát. Ez az előzőekben adott $\varphi = 47^\circ$ földrajzi szélességhez és a napok szerint egyenletes osztásközű hónapvonalakhoz, továbbá a $q = 0$, $p = 1,8$ paraméterekkel bíró fényvető ponthoz tartozik. ($p = 1,67$ választással kaphatjuk a regressziós átlagban is legegyszerűbb skálaváltozatot a 47. szélességi fokhoz). A (fél)haranggörbék kiegyenesedtek, a melléjük húzott kissé lejtős regressziós közelítések egyenesével szinte

5. *ábra*. A *Drágffy*-féle gyűrűs napóra skálaszerkesztési vázlata.



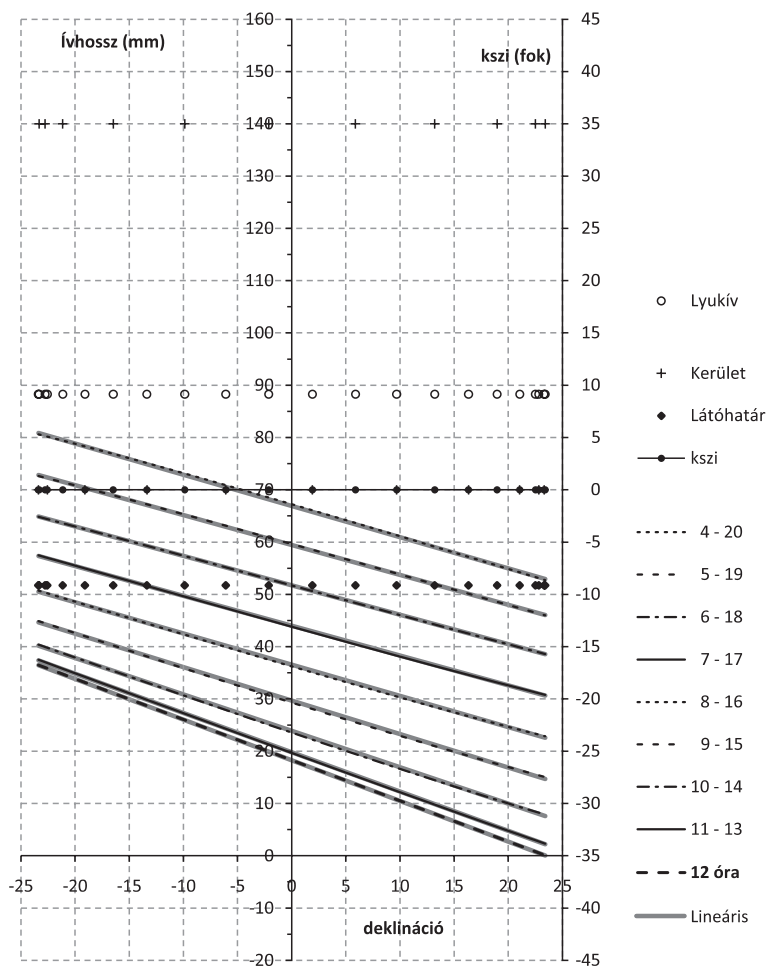
egybeesnek. Az L fényvető pont helyzetét jelölő osztásvonalakat az ábra szerinti ξ skálázási vonalhoz (táblázati értékeihez) igazodóan kell bejelölni a gyűrű peremére. Az így számított és a szabadalmi leírás szerinti egyenes vonalakkal könnyen gyártható napóraskála megfelel az értelmes határok közt megadható, igényelhető pontossági követelményeknek. És itt mi is találkozhatunk ókori őseink gyakorlatias szemléletével. Hogyan tudnánk ellenőrizni a kész gyűrűskála megfelelőségét? Csakis a kezdőpontnak választott, például a Z pontból induló hurok hosszának mérésével, majd ezekből számított szögek meghatározásával. Vagy már eleve fordítva: az A fénypont helyéhez rögvest számítsunk szöget, ívhosszt és húr hosszát is.

Ám a Drágffy-féle, ma már ismeretlennek tekinthető *gyakorlatias* módszertől eltérő, más megközelítés alapján is juthatunk egyenes órávonalakkal bíró skálához. Megfelelő matematikai módszerekkel ugyanis sok függvénygörbe könnyen kiegyenesíthető, lineárizálható. Ilyen a gyűrűs napóra koszinuszos skálafüggvénye is. A Nap m magassági szöge a napok n számától koszinuszos függvényvel kötődik a δ deklináció előzőekben említett képlete szerint. Ezért, ha az óráskála rajzolásához az x független változóként nem a napok n számát választjuk, hanem a $\delta(n)$ deklinációt,

a skálafüggvény képe, azaz az órávonalak kiegyenesednek. Igaz, ennek ára van. Az alapesetben a gyűrű szélességét, ami megfelel a félév ~ 182 napjának, a hónapokhoz tartozó napok száma szerinti, egyenletes közökkel rajzolt vonalakkal osztottuk sávokra. A kiegyenesített órávonalakat most akkor kapjuk, ha a gyűrű szélességét a féléves deklinációváltozás ($0 - 23,5^\circ$) szerint egyenletes osztású skáláján a hónapokhoz tartozó deklinációs értékek szerinti, azaz nem egyenletes közökkel rajzolt osztásvonalakkal jelöljük. Ezt az eredményt kapjuk a **6. ábra** (4. melléklet, a pdf utolsó oldala) tanúsága szerint, ha $p = 1$, $q = 0$ paraméterválasztás mellett a deklináció szerint rajzoljuk a gyűrű szélességét osztó hónapvonalakat.

Érdeemes a szabadalmaztatás miatti meglepődés (pontosabban a matematikailag igazolt újdonság felismerése) után a tisztességesen kivitelezett finommechanikai gyártmány, a Drágffy-féle szabadalmazott gyűrűs napóra egyediségének és számítástechnikai tulajdonságainak elismerése mellett még némi figyelmet fordítani a szabadalmazás jogi környezetére. Ez az 1895. évi szabadalmi törvény, amely 1969. december végéig érvényben volt, és e háromnegyed évszázad világháborúit, diktatúráit és forradalmait néhány kisebb módosítgatás közepette élt túl.

6. ábra. A Drágffy-féle gyűrűs napóra deklináció szerinti féléves skálája $\varphi = 47^\circ$, $p = q = 0$ esetén.



„1895. évi XXXVII. törvénycikk a találmányi szabadalmakról

I. FEJEZET – A szabadalmak tárgya

1. § Szabadalmazható minden új találmány, mely iparilag értékesíthető.

2. § Szabadalom nem engedélyezhető oly találmányra:

1. melynek gyakorlatba vétele törvénnyel, rendelettel vagy a közérkölciséggel ellenkezik;

2. mely a közös hadsereg, haditengerészlet vagy a honvédség hadképességének emelésére szükséges hadi fegyverekre, robbanó vagy lőszerre, erősítésekre vagy hadi hajókra vonatkozik; a mennyiben a szabadalom megadása ellen a 34-ik § 2-ik bekezdésében foglalt határidő alatt a kereskedelemügyi minister tiltakozik;

3. tudományos tantételekre és elvekre, mint ilyenekre;

4. emberi és állati ételmezésre szolgáló cikkekre, gyógyszerekre és oly tárgyakra, a melyek vegyi úton állítatnak elő; ezek előállításánál alkalmazandó eljárás azonban szabadalmazható.

3. § Nem tekintendő újnak a találmány, ha az bejelentése idejében:

1. közzétett nyomtatványok vagy egyéb sokszorosítások útján már annyira ismeretessé vált, hogy szakértők által használható volt;

2. nyilvános gyakorlatba-vétel vagy kiállítás útján oly ismeretessé vált, hogy a szakértők által használhatósága lehetségessé vált;

3. már szabadalom tárgyát képezte.

A találmány közzététele vagy gyakorlatba vétele dacára újnak tekintendő, ha utolsó gyakorlatba-vétele vagy közzététele óta a találmány bejelentéséig 100 év már eltelt.

Az, hogy a külföldön megjelent hivatalos hirdetés a szabadalom újdonságát mennyiben szünteti meg, a külállamokkal kötött szerződések szerint ítélandó meg (16. §)."

E törvénynek [8] a korabeli bejelentés és az ismertetett napóra, „amit különösen kirándulások alkalmával lehet előnyösen használni” teljes mértékben megfelelt. E törvény alapján mai ismereteink szerint sem kifogásolható a bejelentés, az eljárás, de még a végeredmény sem. Legfeljebb némi irigységgel azt mondhatjuk: ügyes és okos volt Drágffy Sándor úr. Hiszen a találmány tárgyát képező zsebnapóra iparilag előállítható és értékesíthető (1. §) és újdonság. Nyilván nem ütközik törvénnyel, rendelettel, közérkölsiséggel a napóra vagy használata, még akkor sem, ha a német nyelvű vidékeken „Bauernring”-nek nevezett napórafajtát javasolt használati körülményeire való tekintettel magyarra *pásztorórának* fordítjuk (2.1. §). Használata a hadiképességet nem emeli (2.2. §), tudományos tantételeket és elveket még keresve sem találunk a leírásában (2.3. §), nem élelmezésre szolgáló cikk sem is gyógyszer (2.4. §), így efféle kizáró okok sincsenek. Ráadásul van néhány „kis” különbség is az 1717. évi *pásztoróra* és az 1930. évi *zsebnapóra* közt. Nevezetesen a „(h) hasíték, amelynek egyik vége azért szélesbedik, hogy a nyári hónapokban a hasíték keskenyebb, a téli hónapokban pedig a szélesebb része jusson az (f) furat alá és így nyáron, mikor a Nap ereje nagyobb, a napsugár keskenyebb hézagon hatolhasson át, mint télen”.

Igaz, nehezen tekinthető újnak maga a napóra, mert bejelentése idején a korábban közzétett nyomtatványok vagy egyéb sokszorosítások útján már annyira ismeretessé váltak a napórák, hogy szakértők által rendszeresen használtattak (3.1. §). Sőt a nyilvános gyakorlatba vételek vagy kiállítások útján is oly ismeretessé váltak az ilyen-olyan fajta gyűrűs napórák is (lásd az 1717. évi gyártásút), hogy szakértők általi használatuk századok óta lehetséges volt (3.2. §). Abban viszont szinte biztosak lehetünk, hogy a gyűrűs napóra szabadalom tárgyát soha sem képezte, vagy legalábbis az utolsó gyakorlatba vétele vagy közzététele óta a találmány bejelentéséig 100 évnél több már ne telt volna el (3.3. §), mert a M. Kir. Szabadalmi Bíróság és a szabadalmi hatóságok alaposságában, körültekintő vizsgálódásában, valamint a bejelentő igazmondásában ma sincs sem jogunk, sem okunk kételkedni. Annak ellenére, hogy „a találmány új volta hivatalból nem tétetik vizsgálat és döntés tárgyává” a 33. § szerint!

Mínthogy a szabadalom leírása alaki és tartalmi szempontból előírásszerűen van szerkesztve, abból a találmány lényege, tehát a szabadalom tulajdonképeni tárgya s létesítésére szolgáló eszközök és tenni-valók tökéletesen s világosan kitűnnek, továbbá a

leírásból minden szakértő a tárgyat a szöveg és rajz nyomán előállíthatja (17. § és 32. §). Így hát a törvény betűi miatt az egyenes óravonalakkal bíró gyűrűs napóra találmány a korábbi napórák irományok közzétételei vagy másfajta gyakorlatba vételek dacára újnak volt tekintendő, és a szabadalom a találmány bejelentésétől számítandó 15 évi időtartamra, azaz 1940. május 4-ig terjedő érvénnyel törvényesen adományoztatandó volt. Ez azt jelentette, hogy aki a szabadalom tulajdonosának engedélye nélkül a szabadalom tárgyát előállítja, forgalomba hozza, vagy tiltott módon használja úgy, hogy ez által a szabadalom tulajdonosának a törvényben gyökerező jogait tudva sérti: a *szabadalombitorlás* kihágását követi el. Ezért hatszáz koronáig terjedhető pénzbüntetéssel, visszaesés esetében pedig, ha az utolsó marasztalás jogerőre emelkedésétől két esztendő még el nem telt, két hónapig terjedhető elzárással és ezen felül hatszáz koronáig terjedhető pénzbüntetéssel is büntetendő. A kiszabott pénzbüntetések az ipari (kereskedelmi) iskolai alap javára esnek. A büntetés kiszabásánál súlyosító körülményt képzett, ha a panaszlott a szabadalom tulajdonosának alkalmazottja volt és ezen úton vagy a szabadalom tulajdonosának bizalmából szerzett értesülését, illetve tapasztalásait használta fel a találmány bitorlására (49. §). A szabadalmazott találmány mibenlétének megítélésére kizárólag a szabadalmi levéltárban letett találmányi leírás szolgálhat alapul; ennél fogva nem vehető tekintetbe semminemű utólagos, ama leírásban nem foglalt értelmezés (50. §). Vita esetén a sértett félnek a bírósági tárgyalás folyama alatt kijelentett kívánataira, a magánjog szerint őt megillető kártérítés fejében a büntető bíróság az ítéletben a büntetésen kívül, a fennforgó összes körülmények méltatásával, szabad meggyőződése szerint, 20 ezer koronáig terjedhető kártérítési összeget megállapíthatott, vagy a sértett felet kártérítési igényeivel a polgári per útjára utasíthatta (52. §).

Eddig a paragrafusok sűrűje, amiben Drágffy Sándor úr ügyesen eligazodott. Némi kétségem azért maradt, mert ugyan hogy teljesülnek a (17.§ és 32. §)-ban emlegetett kívánalmak: a szakértő a tárgyat a *leírás nyomán* előállíthatja. A leírás *hónapos és betes gyakorlati időbeosztást, gyakorlati órabeosztást, a szemközti órajelek egy-egy rézsütös vonással való összekötését, az évszakok számára párbuzamos beosztások elhelyezését említi*. Azaz évekig tartó kísérletezésre lenne szükség? Hogyan? Miként?

Végül is mondható az is, hogy tudományos pontossággal, matematikai módszerekkel is megállapítható az egyes osztásvonalak helye (ami természetszerűleg nem azonos a *leírás nyomán* előállíthatóval, de egybeeshet Drágffy Sándor úr *gyakorlatias* vonalaival, miként az az előzőekből kitűnik).

Irodalom

7. M. Királyi Szabadalmi Bíróság 92224 számú (VII/c. oszt.) Szabadalmi leírása: Drágffy Sándor: Zsebnapóra. Budapest, 1930. május 1.
8. 1895. évi XXXVII. törvénycikk a találmányi szabadalmakról.

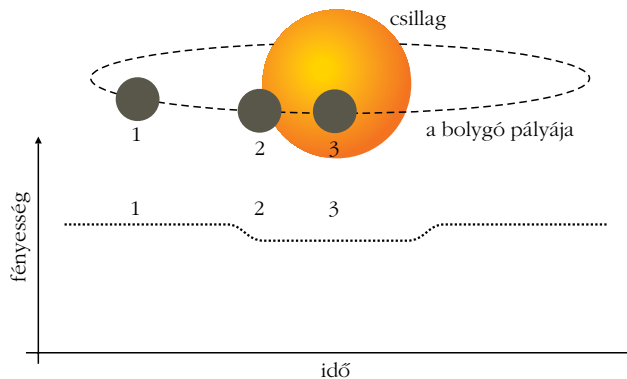
»EXOBOLYGÓKUTATÁS« TRACKERREL

Piláth Károly
ELTE Trefort Ágoston
Gyakorló Gimnázium

Az exobolygók kutatása napjaink csillagászatának egyik legdinamikusabban fejlődő területe. Annak ellenére, hogy mindössze 20 év telt el az első ilyen égitestek felfedezése óta, a 2011. évi középszintű érettségi feladatban a tanulóknak már ki kellett számolniuk egy csillag és a körülötte keringő exobolygó átmérőinek viszonyát [1]. Ez a feladat tanítványaim körében azóta is népszerű, hiszen napjaink kutatási eredményeivel foglalkozik, így felkelti érdeklődésüket, ugyanakkor lényegesen könnyebben megérthető, mint például az elemi részecskék fizikája. Bár napjainkra már sokféle módszer létezik az exobolygók kutatására, könnyű érthetősége miatt az érettségi feladatban is bemutatott átvonulási fotometriára dolgoztam ki egy olyan mérőszemléltető eszközt, amelynek segítségével még könnyebben érthetővé válik a módszer lényege. A bolygómodell megépítését nagymértékben inspirálta, hogy bírálója lehettem *Fraller Csaba* a National Instruments myDAQ adatgyűjtőjéhez készített hasonló elven működő mérőeszközének [2]. A forgószinpad ötletéről tőle olvastam először.

Az eszköz bemutatása előtt – a könnyebb érthetőség kedvéért – röviden összefoglalom, az úgynevezett fedési módszer lényegét. Az exobolygók a Naprendszerünkön kívül, idegen csillagok körül keringő égitestek. A mai megfigyelési módszerekkel a csillagukhoz közel keringő, nagy tömegű bolygókat azonosítják könnyebben. Amennyiben folyamatosan megfigyelünk egy bolygót is tartalmazó távoli naprendszert, a csillag által kisugárzott fény intenzitása periodikus változásokat mutathat. E változásnak az is lehet az oka, hogy a távoli csillag körül keringő bolygó(k) a csillag felületéről érkező fény egy részét kitararja(ák). A csillagból érkező fény fotometriai vizsgálata informatikai módszerekkel támogatva lehetőséget teremt az exobolygó néhány paraméterének meghatározására. Amennyiben a fedést okozó bolygó nem viselkedik másodlagos fényforrásként, azaz nincs jelentős mértékű fényszóródást előidéző légköre, akkor a megfigyelt csillagból érkező fény egy részét elfedve csökkenti a csillag területével arányos fény intenzitását [3].

Az 1. ábrán egy képzeletbeli fedés és a hozzá tartozó fényesség-idő görbe (fénygörbe) egy rövid szakasza látható. Az ábra alapján könnyen értelmezhető, hogy az exobolygó keringése során (1) elérkezik a csillag pereméhez. Fokozatosan kitarar egy részt a csillag területéből (2), majd ezt követően egy ideig



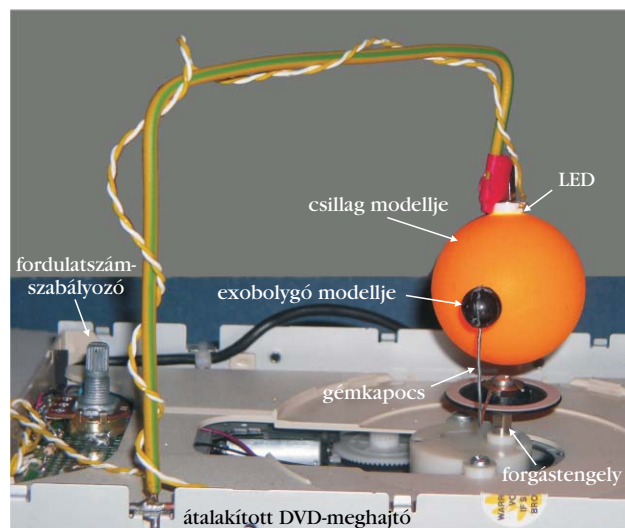
1. ábra. Fényesség-idő görbe.

állandósul a rendszer csökkent fényessége (3). A bolygó kilépése az elfedett területről fokozatos fényerősség-növekedésként jelentkezik a görbén. Az újabb belépésig a fényerősség állandó marad. Homogén fényintenzitás-eloszlást feltételezve a csillag felületén, könnyen belátható, hogy a csillag összfényessége arányos a csillag sugarának négyzetével (terület). Ebből a feltételezésből már könnyen becsülhető, hogy az intenzitásarányok milyen kapcsolatban vannak az égitestek méreteivel:

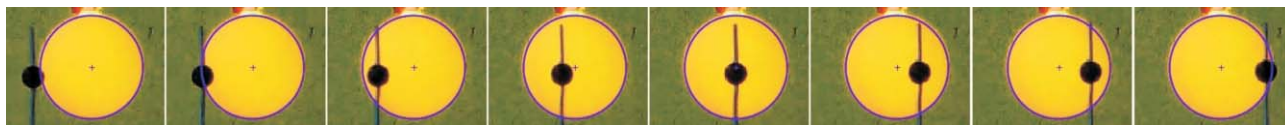
$$\frac{I_{csillag}}{I_{fedett\ csillag}} = \frac{R_{csillag}^2}{R_{csillag}^2 - R_{exobolygó}^2} \quad (1)$$

Az egymást követő intenzitáscsökkenések között eltelt időkből a bolygó keringési idejére következtethetünk. A görbéről leolvasható az is, hogy a bolygó a csillag előtt körülbelül mennyi idő alatt halad át.

2. ábra. A „forgószinpad” kialakítása.



Köszönöm *Gyimes Éva* tanárnőnek (Szent István Gimnázium, Budapest) és *Kovács Géza* (ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola, Budapest) tanár úrnak a cikk megírása során adott hasznos ötleteiket és jó tanácsaikat.



3. ábra. Egy tipikus átvonulás a filmkockákon (csak a „csillag” környezete látszik).

A mérési módszer modellezéséhez szükség van egy modellcsillagra, egy modellbolygóra, egy keringető eszközre, a videó rögzítéséhez alkalmas eszközre, valamint a rögzített videó elemzésére alkalmas programra.

Csillagmodellként egy – meleg fehér fényű 1 W teljesítményű LED-del kivilágított – kifűrt, narancsszínű pingponglabdát ($d = 40$ mm) választottam. A LED sugárzási szöge 140° . Ez az összeállítás tapasztalataim szerint kellően homogén fényességű felületet biztosított a mérésekhez.

Modellbolygóként egy iratkapocsra rögzített, 10 mm átmérőjű, lyukas, matt feketére festett gyöngyszemet használtam.

Keringető eszközként használható egy kiszuperált lemezjátszó, de mivel ez nagyméretű és már ritkán fordul elő, ezért én inkább egy kisebb „forgószínpadot” építettem magamnak egy újrahasznosított DVD-lejátszóból (2. ábra).

Akinek nincs kedve barkácsolni, 2000 Ft alatti áron profi áttételeket vásárolhat magának az eBay-en. Elég beírni az eBay keresőjébe a „Mini Metal Gear Motor” kulcsszavakat, és már jönnek is a találatok. (A tesztjeim során a „Small dc geared motor 3V-6V 5V worm brush gear motor Slow speed 18rpm” típus bizonyult a leghasználhatóbbnak.)

A fordulatszám szabályozása is megoldható az eBay-ről. A keresőszó: „PWM DC Motor Speed Regulator”. A fordulatszám-szabályozó ára sem több 1000 Ft-nál, a házhoz szállítást is beleértve. A forgószínpad tehát sokféleképpen kialakítható, de a lényeg az, hogy legyen egy forgató mechanizmus (5–30 fordulat/perc), amelyre rögzíthető a „bolygó”, és a bolygómodell képes legyen keringve fedni a kivilágított pingponglabdát.

Videorögzítőként eleinte én egy régebbi webkamerát (Philips SPZ 5000) állítottam be 30 Hz felvételi

sebességgel, de jól használható a mobiltelefonok kamerája is. Ez azért is célszerűbb, mert így a tanulók nagy hányada készíthet személyes exobolygó-felvételt, meg is oszthatja társaival, és akár otthon is kiértékelheti azt. A letölthető felvételek [4] egy LG L65 okostelefon kamerájával készültek.

A felvételhez úgy állítsuk be a kamerát, hogy a videón a „csillag” képe ne legyen nagyobb egy 200 pixel átmérőjű körnél. Ez az általánosan használt 640×480 -as képméret esetén a kép szélességének körülbelül harmada. (Ezt a méretarányt a kiértékelő program korlátai miatt kell betartani.) A forgószínpad mögé helyezünk el egyszerű semleges hátteret! A „színpad” fordulatszámát állítsuk be úgy, hogy a felvett videón több képkockán (3. ábra) keresztül legyen látható a fedő „bolygó” átvonulása a „csillag” előtt (5–30 fordulat/perc)!

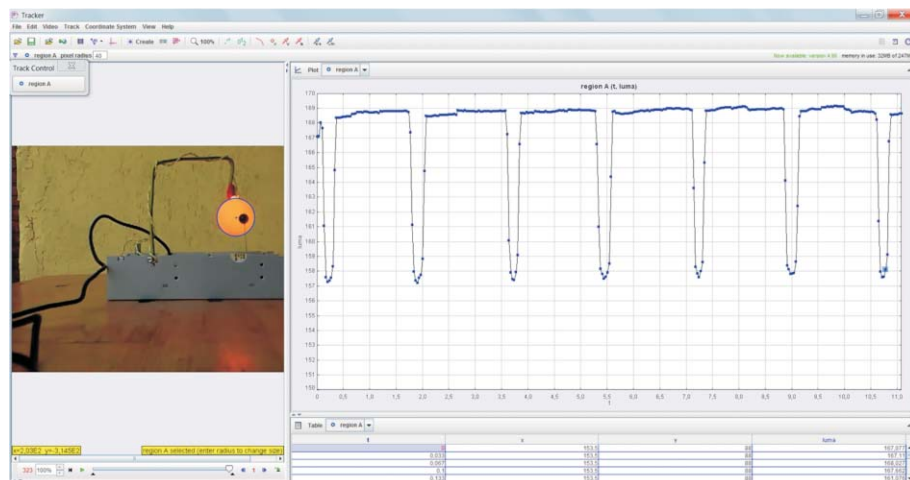
A felvétel készítésekor, ha van rá mód, kapcsoljuk ki a kamera automatikus zársebesség- és rekeszérték-szabályozását (auto exposure)! Túl nagy méretű videót nem érdemes készíteni. Elég, ha 5-10 keringést rögzítünk.

Az elkészült videó analízisét a szabadon használható Tracker program segítségével végezzük el. (Aki nem ismeri ezt a programot, letöltheti, és bővebb ismereteket is szerezhet a használatáról a <https://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker> weboldalon.

Miután a *File/Open/File* menüből betöltöttük a videónkat a Tracker programba, válasszuk a *Track/new/RGB Region* menüpontot. A program ebben az üzemmódban a videofelvétel egy kijelölt (kör alakú) területének átlagos fényességéről (luma)¹ szolgáltat mérési adatokat 0–255 tartományban. 255 jelenti a legvilágosabb, míg 0 a legsötétebb értéket.

Ezt követően jelöljük meg csillagmodellünk középpontját (*Shift/bal egérgomb*), majd állítsuk be a vízsz-

4. ábra. Egy tipikus analízis (exo1mp4).



¹ Luma (fényesség): Az YUV színtérben értelmezhető mennyiség. Az YUV színteret a fekete-fehér televíziózást a színes műsorsugárással való kompatibilitás megőrzése érdekében fejlesztették ki. Az Y a fényesség, az U és V pedig a színekkel kapcsolatos információkat tartalmazzák. A luma egy képpont világosságára jellemző mennyiség. E megoldás lehetővé tette, hogy a színesben közvetített filmet fekete-fehér tv-n is élvezhetően lehessen nézni. A három alapszínből képzett érték:

$$Y = 0,2126 R + 0,7152 G + 0,0722 B.$$

Az $Y = 0$ esetén fekete, míg az $Y = 255$ esetén fehér. A Tracker programban a képpont fényességére jellemző érték, függetlenül az adott pont színétől. Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/Luma_%28video%29

1. táblázat

A videóanalízisből kapott idő- és intenzitásértékek, valamint átlagaik és szórásuk

csúcs sorszám	t (s)	T (s)	I_{fedett} (ö. e.)	I_{fedetlen} (ö. e.)
1.	0,10		157,5	168,6
2.	1,77	1,67	157,6	168,7
3.	3,60	1,83	157,7	168,9
4.	5,31	1,71	157,7	168,9
5.	7,14	1,83	158,1	169,0
6.	8,88	1,74	158,1	169,1
7.	10,61	1,73	157,8	168,8
átlag		1,75	157,8	168,9
szórás		0,07	0,2	0,1

t : a fedési csúcsok kezdetének időpontjai
 T : a t értékekből számított keringési idő

gálni kívánt terület sugarát (pixel radius). A maximális érték 100 pixel lehet. Ügyeljünk arra, hogy csak a „csillag” területe legyen kijelölve, de az teljesen le legyen fedve! Ezt követően elegendő a *Play* gombra kattintani és már kezdődik is az automatikus analízis. A program ebben az üzemmódban képkockáról képkockára megméri a kijelölt terület átlagfényességét (luma) és ábrázolja azt egy fényesség-idő koordináta-rendszerben (4. ábra).

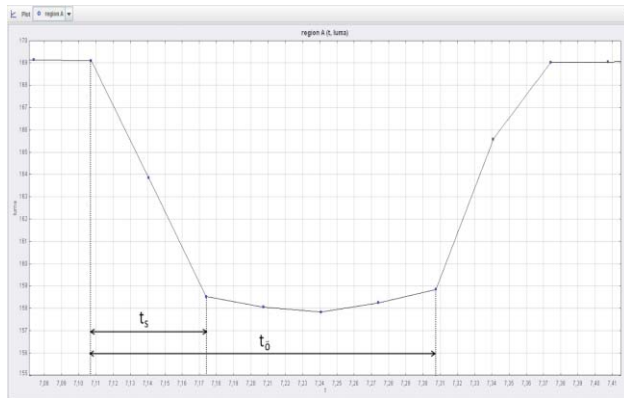
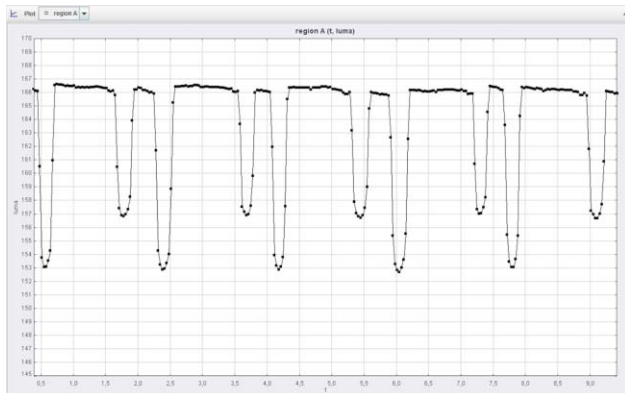
Már az első próbálkozásaim biztató eredményeket szolgáltatottak. A csillagmodellként használatba vett pingponglabda sugara 20 mm volt, a feketére festett gyöngy (ez volt a bolygó) pedig 5 mm. A keringési időt stopperrel – 10 mérés átlaga alapján – 1,74 s-nak mértem.

A videóanalízis eredményei az 1. táblázatban találhatóak: t a fedési csúcsok kezdetének időpontjai, T a csúcsok kezdetének időpontjaiból számított keringési idő.

A mérési eredményekből a következő adatok számíthatók ki:

Az analízis a keringési időre 1,75 másodpercet adott vissza 0,07 szórás mellett. Ez a stopperrel mért értékhez képest körülbelül 0,7% eltérést jelent.

6. ábra. A KOI-730 modell.



5. ábra. Az ötödik átvonulási csúcs kinagyítva (exo1mp4).

Ezt követően a „bolygó” méretének meghatározásához kiszámítottam a mért adatok átlagából az

$$\frac{I_{\text{csillag}}}{I_{\text{fedett csillag}}}$$

értékét. Ez az érték $168,9/157,8 = 1,070$ -nek adódott. Ezt követően a „csillag” ismert sugarát (20 mm) behelyettesítve az (1) egyenletbe, az „exobolygó” ismeretlen sugarára 5,12 mm értéket számíthattam vissza. Ez az eredmény körülbelül 2,4% hibával adta vissza a gyöngy sugarának mért 5 mm-es értéket.

Egy felnagyított csúcsról (5. ábra) az is leolvasható (az érettségi feladat első kérdése [1]), hogy körülbelül mennyi idő alatt halad át a „bolygó” a „csillag” előtt.

Ebből a felnagyított fénygörbéből az

$$\frac{R_{\text{exobolygó}}}{R_{\text{csillag}}}$$

arány szintén kiszámolható oly módon, hogy a süllyedő fényerő idejét (ekkor lép be a bolygó a csillag elé: részben takar) összevetjük a korong előtti áthaladás idejével:

$$\frac{R_{\text{exobolygó}}}{R_{\text{csillag}}} = \frac{t_s}{t_o},$$

ahol t_s a süllyedő fényerő ideje, t_o a korong előtti áthaladás ideje.

A 6. ábra adatai alapján az „exobolygó” sugarára

$$R_{\text{exobolygó}} = 20 \cdot \frac{7,173 - 7,107}{7,308 - 7,107} = 6,6 \text{ mm}$$

adódott, amely 31%-kal magasabb a valódi értéknél. Ez a módszer akkor lehet pontosabb, ha a modellbolygó elég lassan kering (5–10 fordulat/perc) a modellcsillag körül, vagy nagyobb sebességű kamerát sikerül beszerezni a méréshez. E módszernél a mérés pontosságát az is befolyásolja, hogy a „bolygó” valóban pontosan a „csillag” látszó egyenlítője előtt vonul-e át a megfigyelési irányából nézve. Az esetlegesen eltérő eredményt adó (fedési módszerből és az átvonulási csúcs időadataiból számolt) bolygóátmérő-adatokból azt is becsülhető, hogy a látszó egyenlítő-

höz képest hol halad el bolygó a csillag előtt. A tesztekhez használt exo1mp4 videó letölthető a honlapomról [4].

Az első eredményeken felbátorodva készítettem egy olyan modellt is, amely a 2011-es érettségi feladat d kérdését igyekszik modellezni: „Mi lehet a magyarázata annak, hogy a fényintenzitás-minimumok eltérő mértékűek?” [1].

Az egyszerűbb kivitelezhetőség kedvéért itt a KOI-730² jelű bolygórendszerhez hasonló modellt készítettem. A modellben két eltérő méretű gyöngy-

² A KOI-730 jelű bolygórendszerben két bolygó kering azonos pályán a Naphoz hasonló központi csillag körül [5]. Az újabb megfigyelések szerint a rendszerben 4 bolygó van, és ekkor nincs szükség azonos pályára feltételezésére [6].

szem kering a pingponglabda körül közös tengelyről hajtván, azonos pályán. A Trackerrel készített fénygörbe a 6. ábrán látható. Az e teszthez használt exo2mp4 videó szintén letölthető a honlapomról [4].

Irodalom

1. http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/feladatok2011tavasz/k_fiz_11maj_fl.pdf
2. Fraller Csaba: Mérésekkel a *Kozmosz* nyomában. *Fizikai Szemle* 65/9 (2015) 314–318.
3. Szatmáry Károly: Exobolygók. *Magyar Tudomány* (2006/8) 968–979.
4. pilath.fw.hu/lapok/video/exo/exo1mp4.mp4
pilath.fw.hu/lapok/video/exo/exo2mp4.mp4
5. <https://www.newsintist.com/article/dn20160-two-planets-found-sharing-one-orbit>
6. www.skyandtelescope.com/astronomy-news/kepler-finds-planets-in-tight-dance

ÖVEGES JÓZSEF NYOMDOKÁN A 21. SZÁZADBAN – gondolatok a fizikatanári myDAQ pályázat kapcsán

Csatári László

Szent József Gimnázium, Szakközépiskola
és Kollégium, Debrecen

Fizikát tanítani rendkívül nehéz dolog. Alacsony óraszám, nem érdeklődő tanulók, elveszés a számolási feladatokban, kevés idő a kísérletekre..., hogy csak néhány okot említsek. Mégis, fizikát tanítani nagyon felemelő is tud lenni. Ha a diákok meglátják az őket körülvevő világban mindazt, amit az órán tanultak, már nem töltötték hiába azt a heti kétszer negyvenöt percet. Hogyan lehet a diákokat elvarázsolni? Hogyan lehet velük megszerettetni a fizikát? Természetesen kísérletekkel. És ha a diák esetleg saját maga tudja elvégezni a kísérleteket, esetleg otthon? Nem fogja jobban érteni, szeretni a tárgyat?

Én még abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy láthattam a televízió képernyőjén a kevés csatorna között „válogatva” *Öveges Józsefet* és kísérleteit. Talán ez indított el fizikatanári pályámon.

Mit tenne most a 21. században Öveges József? Mivel kísérletezne? Megmutatná, hogy az okostelefon nem csak játékra való? Állítana össze „filléres” kísérleti eszközöket kidobásra szánt vagy otthon megtalálható eszközökből? Biztos vagyok benne, hogy igen!

Mivel kísérletezzünk?

A következőkben leírt kísérletek, mérések alapja a National Instruments által gyártott myDAQ nevű eszköz. Pályázat útján, bekapcsolódva a cég „mentor program”-jába olyan eszközhöz juthatunk, amely analóg és digitális ki- és bemenetekkel rendelkezik, MP3-felvevőt és -lejátszót tartalmaz, sőt egy komplett digitális multimétert is beleépítettek, mindezt úgy, hogy

USB-kábelen keresztül tud a számítógéppel kommunikálni. A számítógépen szintén a National Instruments által fejlesztett LabVIEW grafikus felülettel írhatunk kiértékelő programokat. Van tehát szoftverünk és hardverünk, amivel a külvilág jeleit a gépbe „juttathatjuk”. De milyen jeleket szolgáltat a külvilág? Szerencsére olyanokat, amelyek többsége feszültséggé alakítható. Az alkatrészboltokban szétnézve pár száz forintos alkatrészekre találhatunk, amelyekből kiváló szenzorokat építhetünk. Ezek fototranzisztorok, infra LED-ek, ellenállások, hőérzékelők, de kicsit több pénzért kész optikai távolságmérő szenzort is kapunk, természetesen egyenfeszültségű kimenettel.

Grafikus program, az mi fán terem?

Valamikor volt a BASIC, majd a PASCAL, C, C++ magas szintű programozói nyelvek. Ezek szigorú szintaktikával rendelkeztek, Neumann-elveket követtek. Csofolyatos programokat írhattunk és még most is írhatunk ezeken a nyelveken, de például a számítógéphez kapcsolt hardveregységek kezelése nehézkes. Ezekkel ellentétben a grafikus programnyelvek (úgynevezett adatfolyamnyelvek) grafikusan programozhatók, a program egységei között vezetékeket húzva irányítjuk az adatok áramlását, és amit lehet, a program egyszerre hajt végre. A karakteres nyelvekben edződött programozót időnként meglepi, itt mennyivel könnyebb megoldani egy-egy feladatot.

Az általam használt nyelv a LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) a progra-

Termisztor

A termisztor olyan ellenállás, amelynek értéke a hőmérséklettel jelentősen változik. Az NTC típus a hőmérséklet emelkedésére csökkenő ellenállással válaszol.



Fotoellenállás (fény-ellenállás átalakító)

A fotoellenállást feszültségosztóba kapcsolva használhatjuk fel. Az alkalmazott fotoellenállás értéke 100 Ω és 400 kΩ között változik átlagos fényviszonyok között.



Segédeszközök, -anyagok

Szükségünk lesz még forrasztópákára, fogókra, forrasztóóra, próbanyákra, vezetékekre, zsurorcsőre.

Vezeték lehet kéteres audiokábel, de akár a kido-básra szánt egerek vezetékét is felhasználhatjuk (legtöbbjükben 4 ér + árnyékolás van).

Egy barkácsoló fizikatanár elengedhetetlen kelléke a forrasztópáka. 25-30 W-os pákát válasszunk! 3000 Ft körüli áron már hosszú évekig használhatót kapunk.

Ha nem túl jó a szemünk, beszerezhetünk nagyítóval egybeépített „harmadik kezett”, mely segít a forrasztásban. Vezetékeket oldalcsípő fogóval a legkönnyebben vágni.

A zsurorcső hőre csökkenti méretét, elrejt a forrasztást, vízhatlanná teszi alkatrészeinket. Egyes kísérleti eszközöket lécekből gyártunk le. Ehhez szükségünk lesz fűrészre, esetleg fűróra.

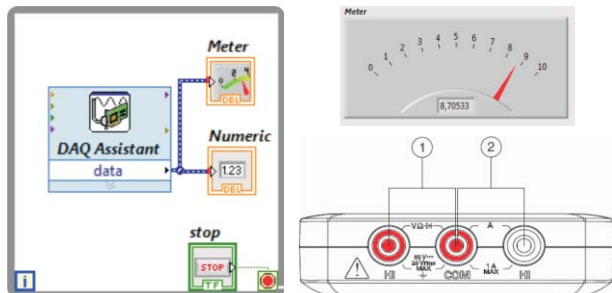
A vezetékek rögzítését ragasztással oldhatjuk meg. Erre kiváló eszköz a ragasztópisztoly.

Az eszközöket akár tanítványaink is legyárthatják. Munkáink során legyünk körültekintők! A forrasztópáka, a ragasztópisztoly égési sérüléseket okozhat!

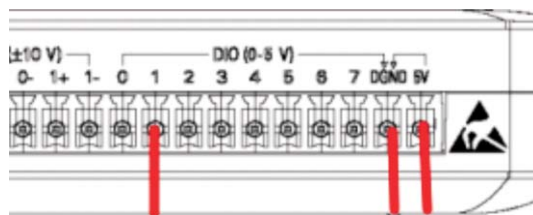
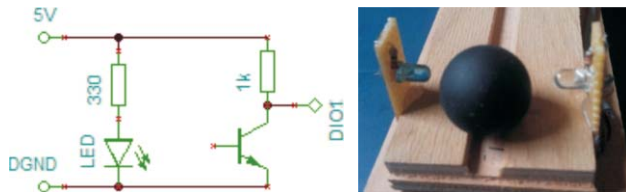
Természetesen szükségünk lesz még sok időre és még több elszántságra, de ez már az első eszköz elkészítése után megtérül!

Mit mérünk?

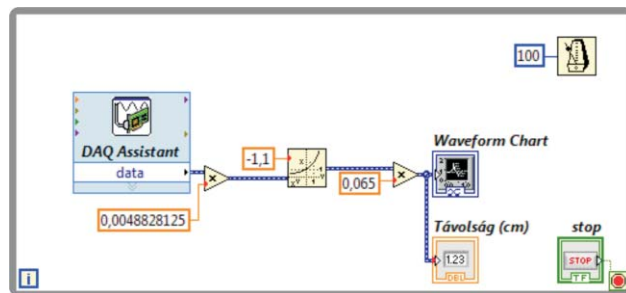
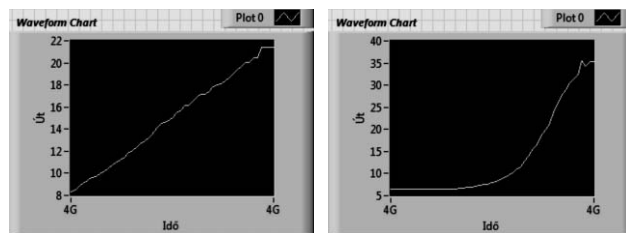
Legegyszerűbben a myDAQ-ba épített digitális multimétert használhatjuk. Ebben az esetben „csupán” egy projektorral kivetített nagyméretű digitális és/vagy analóg műszert kapunk. A következő ábrákon a kész műszer (ez látszik a Front panelon) és a hozzá tartozó program (Block Diagramon) látható. A myDAQ csatlakozóihoz a feliratoknak megfelelően csatlakoztatjuk a mérőszinórokat.



Optikai kapuk segítségével mérhetünk sebességet (adott méretű akadály elhaladásának idejéből, vagy adott távolságban lévő optikai kapuk fénysugarainak megszakítási idejéből számolva). A következő ábrák az optikai kapu kapcsolási rajzát, a myDAQ-hoz való csatlakoztatását és a kész kaput mutatják.



Optikai távolságmérő szenzorral könnyedén kirajzoltathatjuk egy test út-idő grafikonját. A következő ábrákon egyenletes és egyenletesen változó mozgás grafikonjai, valamint a program látható. Mivel a szenzor feszültsége nem áll egyenes arányban a távolsággal, függvényt határozzuk meg az értéket.

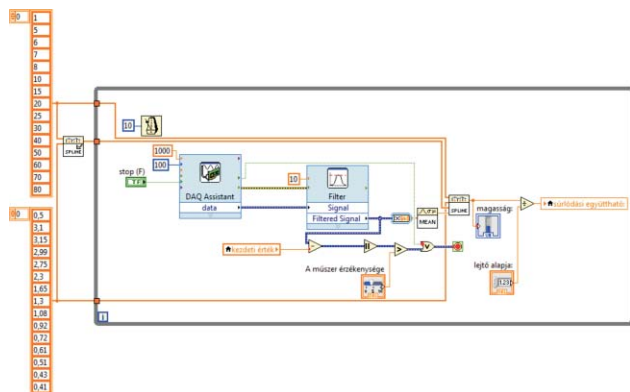


A grafikonok adatait szintén a programmal kielemezve meghatározhatjuk egy rugóra akasztott test rezgésidejét, inga lengésidejét. Ezen adatokból mérhetünk tömeget, nehézségi gyorsulást.

Két ilyen szenzort használva mérhetünk sűrűlódási együtthatót. Az elrendezés a következő ábrán látható.



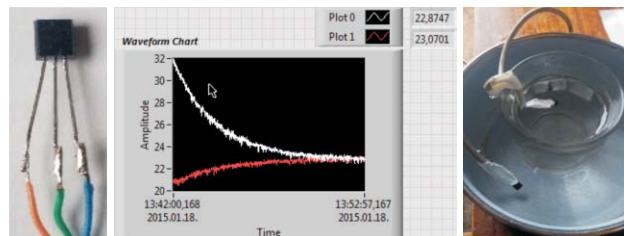
A mérés alapgondolata, hogy a test csak megfelelő hajlásszögű lejtőn kezd el csúszni. A hajlásszögből kiszámolható a súrlódási együttható. Ehhez mérni kell a lejtő magasságát ismert hossz mellett, és érzékelni kell a csúszás megkezdésének tényét. A program valamivel bonyolultabb, mivel gondoskodni kell a távolság hiteles méréséről, a szenzorok érzékenységeinek beállításáról, a mért jelek szűréséről.



A következő képernyőkép a mérés kezdetét mutatja.



Hőmérsékletszenzor segítségével készíthetünk egyszerű hőmérőt, vagy két szenzonnal végezhetünk termikus méréseket. A következő ábrákon a hőmérsékletmérő szenzor, a kiértékelő program képernyőképe és a mérési elrendezés látható. Az üvegpohárba öntött meleg víz és a lábasban lévő hideg víz hőmérsékletének változását mérjük és ábrázoljuk az idő függvényében. Jól látható a közös hőmérséklet kialakulása.



Összegzés

A LabVIEW egy könnyen tanulható grafikus programozási nyelv. Előzmények nélkül, vagy minimális programozói tudással sok virtuális műszert készíthetünk. A programból egyszerűen kezelhető myDAQ segítségével feszültség, áram mérése, digitális jelek kezelése könnyen megoldható. Ezek a professzionális – mégis hazánkban akár ingyen is hozzáférhető – eszközök egy nagy adag barkácsoló kedvvel (el-szántsággal és rengeteg szabad idővel) rendelkező fizikatanárt olyan eszközökkel ruháznak fel, amelyek kiegészíthetik a fizikaszertár berendezéseit, és akár a diákok otthoni kísérletező kedvét is felébrésztethetik. Bízotok mindenkit, bátran vágjon bele a fejlesztésbe!

2015 A FÉNY ÉVE – OKTATÁS – 58. Fizikatanári Ankét, Hévíz

Ujvári Sándor
Lánczos Kornél Gimnázium,
Székesfehérvár

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tanári szakcsoportjai 2015. március 26–29. között Hévízen szervezték meg az 58. fizikatanári ankétot a *2015 a Fény Éve. Oktatás* címmel. Nagy örömünkre az ankétot százhatvanan vettek részt. A hévízi Hunguest Hotel Panoráma ideális és színvonalas helyszíne volt a fizikatanárok találkozájának és továbbképzésének.

A programban 12 előadás, műhelyek, eszközkiállítás, valamint a tízperces kísérletek mellett szakmai és szabadidős programként a Hévízi Termálfürdő, a hévízi kórház meglátogatása, illetve keszthelyi városnézés szerepelt.

Az ankétot az ELFT részéről Patkós András, a Társulat elnöke, Mester András és Lévainé Kovács Róza, a tanári szakcsoportok vezetői, a szervezők nevében

pedig Varga Anikó, a Keszthelyi Tankerület vezetője nyitották meg. A résztvevőket üdvözölte a hévízi önkormányzat részéről Papp Gábor, Hévíz polgármestere. A megnyitó után a díjak átadására került sor.

Mikola-díjat kapott Szénási Istvánné (Budapest) és Nagy Tibor (Hódmezővásárhely). A Marx György által alapított Vándorplakettet idén Moróné Tapody Éva (Szeged) kapta az előző évi díjazott, Ujvári Sándor döntése alapján.

2015. március 26. – üléselnök: Mester András

Az első napi előadások sorát Patkós András nyitotta meg. Az előadás két részből állt: elnökünk először a tanárok és az Eötvös Társulat kapcsolatával foglalkozott, a második részben pedig a Fény Éve keretében –

érdekes ellentétet felvillantva – a fénytelen anyag, a fekete lyukak és a sötét anyag megismerésének lehetőségeit, kérdéseit mutatta be. Ezután *Kroó Norbert*, társulatunk korábbi elnöke *Fényes új világ* című előadása következett. Az első nap tudományos programját *Berke József A barlangrajzoktól a műholdakig* és *Cseresznyák Miklós a Hogyan köszönt be a LED a közvilágításba?* című előadása fejezte be. A nap zárásaként a Társulat vezetése a már hagyományos fogadáson köszöntötte az ankét résztvevőit.

2015. március 27. – üléselnök: *Lévainé Kovács Róza*

A második nap a délelőtti négy előadás mellett a város és környék megismerésével telt. Meghallgathattuk *Faigel Gyula Röntgensugárzás a tudományban*, *Tichy Géza Hogyan árnyékolható a mobiltelefon*, *Kiss László Csillagászati észlelési technikák* és *Pálfalvy László Részecskegyorsítás fényvel* című előadásait. *Aszódi Attila Paks II. projekt, aktualitások* címmel tartott – a tervezett bővítés miatt nagy érdeklődéssel várt – prezentációt.

Ebéd előtt a Középiskolai Tanári Szakcsoport megtartotta tisztújító taggyűlését. Mester András, a szakcsoport elnöke beszámolt az elmúlt négy év eseményeiről, majd a vezetőség lemondott. *Theisz György*, a jelölőbizottság vezetője ismertette a jelöltek névsorát, majd a szavazás után annak eredményét: *Ujvári Sándor* a szakcsoport új elnöke, Mester András pedig a titkára lett. A vezetőség tagjai: *Kirsch Éva*, *Pántyáné Kuzder Mária*, *Moróné Tapody Éva*, *Csiszár Imre* és *Farkas László*.

A fakultatív programok során lehetőségünk volt Keszthely nevezetességeit megnézni, ahol a vadászati és vasútmodell-kiállítás kötötte le a kollégák egy részét, a társaság másik fele pedig a „folyadékok fizikájával” ismerkedhetett a gyógyfürdő-látogatás során.

Este az ankét egyik legnépszerűbb programpontjával, a tízperces kísérletekkel fejeztük a be napot. A tízpercesek mindig showműsort is jelentenek, most is szórakozhattunk az érdekes kísérletek megismerése mellett.

2015. március 28. – üléselnök: *Ujvári Sándor*

A harmadik nap ismét négy előadással indult, *Sükösd Csaba* ismertetett meg minket a lézer fizikájával, *Szabó Gábor* a Szegeden épülő ELI-projektet mutatta

be. A csodálatos szivárványról *Cserti József* beszélt, előadása után pedig *Fábián Margittal* közösen *A fizika mindenkié* programot ismertette. Ebéd előtt a konferencia közönsége ellátogatott a Hévízi Gyógycentrumba, ahol a Hévízi-tó gyógyhatásának természettudományos alapjairól tájékozódhattunk.

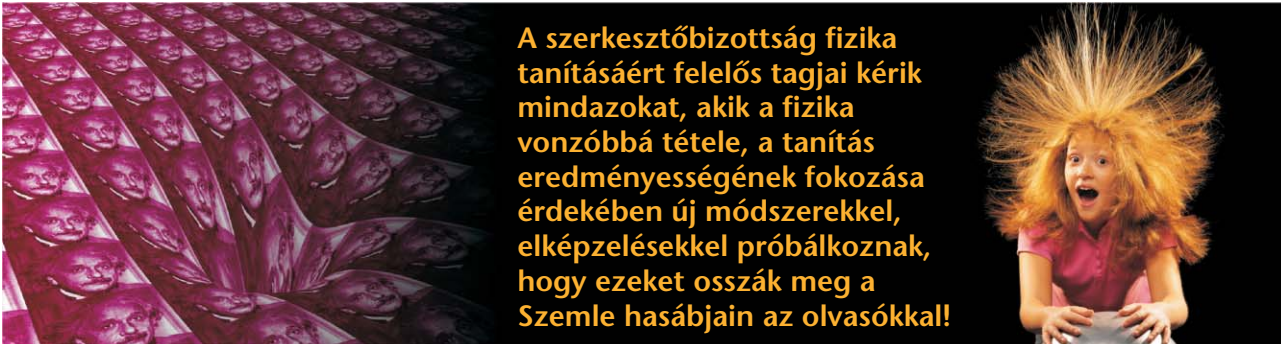
A délután az eszközkiállítás megtekintésével és a műhelyfoglalkozásokkal telt. Két nap alatt összesen huszonegy műhelyt tartottak a kollégák. Külön meg kell említenünk *Molnár László* és *Türi Attila* a hagyományostól eltérő bemutatóit, akik régi hőerőgépek, mozdonyok nagyméretű modelljeit újították fel és működtették nagy érdeklődés mellett. Igen komoly segítséget kaptunk a műhelyek lebonyolításában az *Illyés Gyula Általános Iskola* tanáraitól és dolgozóitól.

A napot a helyi iskolák együttese és diákjai által adott nagyszerű kulturális program zárta. A keszthelyi *Vajda János Gimnázium* és a hévízi *Bibó István Gimnázium* diákjai, valamint a Zala megyei *Prímadijas hévízi Musica Antiqua* együttes *Varga Endre* zenetanár vezetésével léptek fel.

2015. március 29. – üléselnök: *Farkas László*

Az utolsó napon a műhelyekkel fejeződtek be a szakmai programok. Az ankét zárása a National Instruments „myDAQ” tanári pályázatának eredményhirdetésével és a díjazottak előadásával kezdődött. *Ábrabám László*, az NI Hungary Kft. ügyvezetője ismertette a pályázat eredményeit és átadta a díjakat. Első díjas *Fraller Csaba* (Hévíz), második *Csatári László* (Debrecen), harmadik *Vizi Tibor* (Debrecen) lett. Befejezőként az ankéton szereplő kollégák díjait osztottuk ki.

A műhelyek vezetői közül első díjat *Nagy Tibor* (Hódmezővásárhely), második díjat *Oláh Éva Mária* (Budapest) és *Jendrék Miklós* (Vác), harmadik díjat *Farkas Zsuzsanna* (Szeged) és *Molnár Milán* (Szeged) kapott, *Jarosievitz Beáta* (Budapest) pedig különdíjban részesült. Az eszközkiállításon első díjat *Papp Katalin* (Szeged) és *Zátonyi Sándor* (Békéscsaba) kapott, második díjat *Sebestyén Zoltán* (Pécs), harmadik díjat *Jendrék Miklós* (Vác) és *Márki-Zay János* (Hódmezővásárhely) vehetett át. A *Tízperces kísérletek* című bemutató helyezettei: első *Szegedi Dezső* (Szekszárd), második *Sebestyén Zoltán* (Pécs), harmadik *Varga István* (Ajak).



A szerkesztőbizottság fizika tanításáért felelős tagjai kéri mindazokat, akik a fizika vonzóbbá tétele, a tanítás eredményességének fokozása érdekében új módszerekkel, elképzelésekkel próbálkoznak, hogy ezeket osszák meg a Szemle hasábjain az olvasókkal!

A zárás fontos részeként búcsúztatta el a szakcsoportok vezetősége Nagy Zsigmondné Margót, akinek nyugdíjba vonulás előtt ez volt az utolsó tanári ankétja. Margó több évtizeden át volt az ankét nélkülözhetetlen szervezője, szereplője, minden problémánk megoldója. A Társulat tanári szakcsoportjai nevében Mester András köszönte meg Margó munkáját. Minden fizikatanár nevében kívánunk erőt, egészséget, boldog, tevékeny nyugdíjas éveket!

A sikeres ankét megszervezésében nyújtott segítségért köszönettel tartozunk Papp Gábornak, Hévíz város polgármesterének, Őri Rózsa kabinetvezetőnek;

a hévízi Illyés Gyula Általános Iskola tanárainak, Simonné Gál Gyöngyi igazgatónak, Jancsekityné Iváncsics Márta igazgatóhelyettesnek és Molnárné Köcs Zsuzsa, Prótár Tímea tanárnőknek; a hévízi Bibó István Gimnáziumból Nagy Boldizsár igazgatónak és Fraller Csaba fizikatanárnak; a Festetics Kastélyból Pálkás Róbert igazgatónak és Kardos Laura közgyűjteményi vezetőnek; Mándó Zsuzsannának, a Hévízgyógyfürdő és Szent András Reumakórház orvosigazgatójának. Végül köszönettel tartozunk Farkas Lászlónak, akinek fáradhatatlan szervezőmunkája, helyismerete nélkül nem jöhetett volna létre az ankét.

VÉLEMÉNYEK

AMI MÉG BRUTÁLIS...

Napjainkban sok szó esik az oktatásról és annak legfontosabb feladatairól. Különösen vonatkozik ez a tudományos ismeretek oktatására, amely az utóbbi időben jelentősen háttérbe szorult. Ilyen esetben csak azt lehet tenni, amit Winston Churchill annak idején javasolt: „Egy műveletlen ember számára igen hasznos idézetgyűjteményeket olvasgatni”.

Lássunk tehát néhány megszívlelendő észrevételt, kezdve a Bibliával:

„Mert az az Isten akarata, hogy tetteitekkel némítátok el az ostoba emberek tudatlanságát.” (1 Péter 2,15)

„Egyetlen jó létezik csak: a tudás, és egyetlen rossz: a tudatlanság.” (Szokratész)

„A tudomány gyökerei keserűek, de gyümölcssei édesek.” (Arisztotelész)

„Nincs szörnyűbb, mint a buzgón cselekvő tudatlanság.” (Goethe)

„A tudatlanság vakká tesz. Ó, nyomorult halandó, nyisd ki a szemed!” (Leonardo da Vinci)

Amint azt már sokan megfogalmazták: „a közoktatás alapvetően az átlagos képességűeket célozza meg, de a tehetség felfedezése és gondozása valamennyi oktatási rendszer különös felelőssége” [1]. Ezért különösen örvendetes a Spektrum TV *Brutális Fizika* sorozata, amelynek sikere nyomán a kémia és biológia is hasonló figyelmet kapott.

A sorozat sikerének egyik magyarázata lehet: „Ezernyi módja van a jó fizikához jutásnak. Ebből 990 akkor működik, ha valaki nekivág és elszántan utánajár, kiindulva abból, hogy a fizika csúcsaihoz sem vezet királyi út.

*A világon két dolog végtelen:
a világegyetem és az emberi hülyeség.
Bár az elsőben nem vagyok biztos.
(Albert Einstein)*

Akad néhány olyan lehetőség, amelyik nem akarja közép- vagy felsőfokon megtanítani, hanem néhány kísérlettel elmagyarázza a minden jelenség mögött megtalálható fizikai törvényszerűségeket. Ezek egyike a Spektrum tévé *Brutális fizika* filmsorozata.” [2].

Az oktatásban és társadalmunk életében azonban még sok, feltétlenül brutálisnak minősíthető jelenség van, amelyről szintén lehetne egy igen tanulságos és szórakoztató sorozatot készíteni a következő mottóval: „Jobb csendben maradni és hagyni, hogy azt gondolják, buták vagyunk, mint megszólalni, és minden kétséget eloszlatni e felől.” (Abraham Lincoln)

Kezdjük a fizikával! Egy neves közéleti személy a következő szenzációs bejelentést tette: „A magánvéleményem egyébként az, hogy kikapcsolható a gravitáció.” Ami ebben a kijelentésben figyelemre méltó, az a politikusokat is jellemző nagyvonalúság, miszerint mindenkinek joga van véleményre és a többség véleménye az igaz! Eszerint a Parlament megszavazhatja, hogy hatályon kívül helyezi például Newton törvényeit („a gravitációt”) és alkalmasabb, „korszerűbb” törvényt fogad el!

Ez a szemlélet figyelemreméltóan összecseng egy hazai filozófus kijelentésével: „A fizikusok »paradigmaválságban« szenvednek, még mindig tanítják a newtoni mechanikát, pedig már az einsteini mechanika érvényes!”

Egy teológus még frappánsabban fogalmazott: „Heisenberg óta tudjuk, hogy a tudomány nem képes semmit biztosan állítani, ezt hívják a határozatlansági elvnek!”

A politikusok sem kímélik a tudományt, a kémiáról például egyikük igen figyelemreméltóan fejezte ki szilárdan megalapozott véleményét: „Tök boldogan élek

úgy, hogy nem tudom a savak egymásra hatásának kémiai képleteit felírni. Viszont biztos, hogy nem maradtam ki a tudómet a lúg és a sav összeöntésével. Ezt a kémiai hatást kellene elmagyarázni egy 14 éves kislánynak, és nem a hatsoros kémiaképletet bemagoltatni velük.”

Nem marad ki a biológia sem a magasabb rendű politikai szakértelem megnyilvánulásai közül. Egy vezető politikus, feltehetően a korszerű oktatásnak köszönhetően a balneológiát (gyógyfürdőtan) a bálnákkal hozza kapcsolatba: „...olyan szakok, amelyekre a magyar társadalom és annak képviselőiben eljáró kormány a köz érdekére való tekintettel nem tart igényt... ilyen a balneológia... A bálnatenyésztés az egy létező tudomány, Új-Zélandon és Ausztráliában van is gazdasági relevanciája, de Magyarországon igen kevés. Bálnatenyésztésben jártas professzorok lehetnek Magyarországon is, de nekünk erre igazán nincs szükségünk. Ne tiltsuk meg, hogy valaki ezt akarja tanulni a saját pénzét kockáztatva, de ne rendeljük meg.”

A matematika már csak szinte lábjegyzet marad a nemes versengésben: „Négy millió éhezőről hallani. Most olvasom, hogy öt millió túlsúlyos magyar van. Ezek szerint csak egy millió van elfogadható helyzetben?”

Mit szól ehhez a társadalom? Érdekes módon *Bodrogi Gyula*, a kiváló színművész volt az, aki meghökkenését a legdrámaiban fejezte ki: „Nem képzeltem, legmerészebb álmomban sem, hogy a politikusok között ennyi a buta ember. Hogy ilyen alacsony a mondanivaló iránti vágy. Hogy a demokrácia ilyen ezeréves feudális alapokon nyugszik...”

Egy hang a népből a következőképpen fogalmaz: „Köztudott, hogy a politikában sikeres emberek az esetek elenyésző részében látnak el olyan feladatokat,

amelyekhez akárcsak minimálisan is értenek. ...nem hallgatnak senki szakember fiára, és »józan paraszti ésszel« próbálnak megoldani komplex feladatokat. Legfontosabb céljuk a politikai siker, nem pedig az ország dicsősége. A legnagyobb probléma, amikor a józan paraszti ész is csődöt mond.” [3].

A helyzet remélhetően alapvetően meg fog változni az egyetemek átrendezésével, ha az agráregyetemen agrárnyelvtant tanítanak, akkor sehol nem fogadhatja a gyanútlan szemlélőt a következő kép:



az Állatorvosi Egyetemen pedig „álatoknak” is fognak humán tárgyakat tanítani!

Bencze Gyula

Irodalom

1. <http://www.ksh.hu/szamlap/>
2. Füstöss László: Miért lehet szeretni a Brutális fizikát? *Természet Világa* 146/1 (2015) 36–38.
3. http://iflgazdasag.blog.hu/2013/10/07/a_politikus_neha_annyira_buta_hogy_faj

HÍREK – ESEMÉNYEK

ALMÁSI ISTVÁN, 1944–2015

2015. augusztus 29-én a Nyugat-magyarországi Egyetem szombathelyi Fizika Tanszékének egyik meghatározó egyénisége, Almási István eltávozott közülünk.

Nagyatádon született 1944. február 25-én. Általános iskolába Sárváron járt, a középiskolát Hatvanban végezte el. A Budapesti Műszaki Egyetemen kezdte meg felsőfokú tanulmányait. Mérnök szeretett volna lenni, mert tudta magáról hogy precíz, és érezte magában az alkotási vágyat és képességet. *Kármán Tódor* mondta, hogy a tudósok csak felfedezik a természet törvé-

nyeit, a mérnökök viszont olyat alkotnak, ami addig nem volt meg a természetben. Nagy szerencséjére a legendás professzortól, *Simonyi Károlytól* tanulta a villamosságtant. Ez egész életére kihatott, hiszen utolsó munkahelyén, a szombathelyi Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskolán (BDTF) az elektromosságtan tanára volt, és kutatómunkát is ezen a területen végzett. A tanári elhivatottság azonban erősebb volt benne a mérnöki pálya vonzásánál, így azután matematika-fizika-ábrázológeometria szakos középiskolai tanári oklevelet szerzett 1972-ben az ELTE Természettudományi Karán. Ugyanitt 1984-ben a középiskolai technikatánári szakot is elvégezte.

A 2015. szeptember 14-i gyászszertartáson elmondott búcsúbeszéd szerkesztett változata.



Almási István kísérletezik.

Már egyetemi éve alatt magas óraszámú tanított két budapesti iskolában. 1972-től 1976-ig a Budapest VI. kerületi Szinyei Gimnázium és Általános iskolában dolgozott. Az ő irányításával készült el az iskola új tanuló-kísérleti előadója, a fizika- és a fotólabor. Ez az intézmény akkor az Országos Pedagógiai Intézet gyakorlóiskolája volt, így több országos pedagógiai kísérletben vett részt. Segédkezett *Öveges József* televíziós kísérleteinek összeállításában is.

Az 1976/77-es tanévtől kezdve tíz éven keresztül tanított Körömden, a Kölcsey Ferenc Gimnáziumban. Itt az iskola különálló három épületébe fizikai előadót, tanuló-kísérleti laboratóriumot és fizikaszerteret tervezett és irányította a kivitelezést.

Amikor 1986-ban meghívtam a BDTF Fizika Tanszékére oktatni, fellélegeztek Körömden. Almási István ugyanis nagyon szigorú volt, sokat követelt, határozott, kemény, ellentmondást nem tűrő személyiség volt. Ezt a gyenge tanulók nehezen viselték, a jók számára azonban nagy előnyt jelentett, hogy rendszeres munkára, pontosságra nevelte őket és hatalmas tudásanyagot adott.

A BDTF-en 1983-ban indult Fizika Tanszéken újra lehetősége adódott tervezni és építeni: a fizikai előadóterem, az elektromosság- és a C-szintű izotóplaboratórium kialakítása mind az ő munkája. Jó érzéke volt a tér esztétikus és ugyanakkor gyakorlatias kihasználásához. Ezt mutatta, ahogy a laborasztalok fölé a polcrendszereket elhelyezte: mindennek megvan a helye, áttekinthető, könnyen kezelhető.

„Mély elméleti tudás, kiváló kísérletező készség és problémamegoldás jellemezte – nem utolsósorban persze az, hogy tudását mindig és mindenkor kész

volt másokkal megosztani, és képes volt azt sokak számára jól érthetően előadni.” – így jellemezte őt kollégája, *Molnár László*. A főiskolai hallgatók legjobbjait maga köré vonta: ők is egész délután bent maradtak az elektrolaborban, kísérleteztek, eszközök építettek, szakcikkeket és TDK-munkákat készítettek. Éveken át minden általános iskolai és középiskolai fizikatanári anketon látható volt olyan kísérleti eszköz, hallható volt olyan előadás, látogatható volt olyan műhelyfoglalkozás, amit hallgatóink, illetve kollégáink építettek, illetve vezettek. Almási István tanítványa, *Soós Sándor* saját számítógépes méréseiről írt dolgozatával 1991-ben Pro Scientia aranyérmert kapott.

Csak néhányat emelek ki Almási István megépített, nyomtatásban közzétett eszközei és társadalmi tevékenységei közül.

Az elektromágneses hullámok szemléltetésére a teljes előadóterem áthúzódnak a drótpár; átalakított fénycsövek szolgálták a gázkísülési és a mechanikai kísérletek hosszú sorát, például hangsebesség- és hullámhosszmérés, áramló folyadékok vizsgálata, hidrosztatikai mérések.

Részt vett a 16 lovas, magdeburgi féltékés Guericke-kísérlet szervezésében 2003-ban ugyanúgy, mint a Foucault-inga bemutatásában 1991-ben. Ez utóbbinál hallgatójával, Soós Sándorral Hall-szondás érzékelő-berendezést készítettek. Ennek jeleit és a lézeres érzékelés mérési eredményeit is számítógép rögzítette, értékelte. Ezt azért fontos említeni, mert manapság szinte évenként megismétlik az ingakísérletet a szombathelyi székesegyházban, azonban mindenféle mérés nélkül.

Almási István két alkalommal volt házigazdája a főiskolák matematika-, fizika- és számítástechnikai oktatói országos konferenciájának ugyanúgy, mint 1991-ben a pozitron-annihilációs kongresszusnak, amelyen *Teller Ede* is részt vett.

Négy évig volt tanszékvezető-helyettes, egy évig megbízott tanszékvezető és 1994-től főiskolai szak szervezeti titkár. 2008-ban ment nyugdíjba.

Büszke volt fizikai erejére, munkabírására: hétvégeken betonozott, házat épített. Ugyanakkor művészi szinten készített apró faragásokat.

Egykori levelezős tanítványunk így reagált Almási tanár úr halálhírére:

„Szerettük, igazán nagyon jó fej volt.”

Szeretett kollégánk, Tanár Úr, kedves Pista, nyugodjál békében!

Kovács László

Szerkesztőség: 1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint III., Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacím: elft@elft.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős: Szatmáry Zoltán főszerkesztő.

Kéziratokat nem őrünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szatmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszté az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszámlán.

Megjelenik havonta, egyes szám ára: 800.- Ft + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257 (nyomtatott) és **HU ISSN 1588-0540** (online)

HÍREK ITTHONRÓL

Beszámoló a LIGHTtalks rendezvénysorozat hazai eseményeiről

A *LIGHTtalks*, az Európai Unió által indított és támogatott három elemből álló *rendezvénysorozat* fő célja a fény technológiájának népszerűsítése. Az ipart célozza a *LIGHTtalks: the Power of Photonics*, az egyetemi hallgatókat a *Careers in Photonics* és a vállalkozókat a *Lighting the Future* előadásorozat, amelyek 2015-ben a Fény Nemzetközi Évéhez kapcsolódnak.

A *LIGHTtalks: the Power of Photonics* rendezvény magyar előadói napját a Szegedi Tudományegyetem és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat közös szervezésében, a Magyar Innovációs Szövetség szakmai közreműködésével 2015. szeptember 25-én, Szegeden a Szent-Györgyi Albert Agórában, az európai esemény-sorozattal összehangoltan rendezték meg.

A rendezvény előadásait alapvetően a vállalkozói és ipari szférából érkező, a fotonika különböző, közöttük tudományos aspektusait első kézből ismerő szakemberek tartották:

Szabó Gábor (a Magyar Innovációs Szövetség elnöke, akadémikus): Fotonika – a jelen és a jövő iparága
Balázs László (GE Lighting, főmérnök): LiFi – internet a lámpából

Bayer Gábor (77 Elektronika Kft., fejlesztési igazgató): Optikai megoldások a vizelet diagnosztikában
Duda Ernő (Solvo Biotechnológiai Zrt., vezérigazgató): Alkalmazott fotonika az orvosbiológiai kutatásban
Gajdátsy Gábor (Furukawa Electric Technológiai Intézet Kft., kutatómérnök): Furukawa félvezető lézerek és alkalmazásai

Puskás Sándor (MOL Csoportszintű Kutatás & Üzletfejlesztés, K+F vezető szakértő): Fénytechnológia az olaj- és gáziparban

Markus Wunsch (Audi Hungaria Motor Kft., Head of Body Shop A3/TT): Laser applications in the body shop of Audi Hungaria

A rendezvény olyan cégeket szólított meg, amelyekben a fotonika innovatív lehetőségek kiaknázását, új ipari eljárások kifejlesztését eredményezheti. Az ELFT nagy sikere, hogy az előadásokon, majd az azokat követő kerekasztal-beszélgetésen harminchárom cég, vállalkozás, iparág/ágazat negyvenhat szakembere vett részt. A szervező munkát *Geretovszky Zsolt*, az SzTE Optikai és kvantumelektronikai tanszékének adjunktusa irányította.

HÍREK A NAGYVILÁGBÓL

Magasabb szintre lépett az európai neutronkutató központ, az ESS

Az Európai Bizottság az Európai Kutatási Infrastruktúra Konzorcium (ERIC) tagjának nyilvánította az Európai Spallációs Forrás (ESS) neutronkutató központot. Ezzel újabb mérföldkőhöz érkezett a kutatási célú részecskegyorsító fejlesztése.

Az ESS új generációs neutronforrás az Európai Unió egyik legjelentősebb kutatási infrastruktúra-projektje, amely Európa tizenegyedik, egyben Skandinávia első ERIC-központja. Az 1,84 milliárd eurós beruházás 2014-ben indult a svédországi Lundban. A projektben 18 európai intézet és 11 egyetem vesz részt, műszaki igazgatója pedig *Mezei Ferenc* akadémikus.

Az új státusz adományozását igazoló emléklapet *Robert-Jan Smits*, az Európai Bizottság Kutatási és Innovációs Igazgatója adta át Lundban a projektben részt vevő tagállamok képviselőinek részvételével rendezett ünnepségen. Az eseményen jelen volt a svéd és a dán kutatásokért felelős miniszter, *Helene Hellmark Knutsson* és *Esben Lunde Larsen*. Magyarországot *Buka Ágnes*, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont főigazgató-helyettese képviselte.

Az ESS projektnek Magyarország is alapító tagja. A hazai tudományos és műszaki közösség részvételét a

Magyar ESS Bizottság koordinálja. A magyar kutatás tagdíj befizetésével vesz részt a projektben, amelynek 70 százalékát természetbeni beszállítás teszi ki. A magyar részvételt koordináló szervezet a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal. A jelenlegi, építési fázisban való közreműködés három akadémiai kutatóintézet, az MTA Energiatudományi Kutatóközpont, az MTA Wigner FK és az MTA Atommagkutató Intézet révén valósul meg. E három akadémiai intézmény részt vesz a Magyar ESS Bizottságban munkájában is.

(http://mta.hu/tudomany_hirei/)

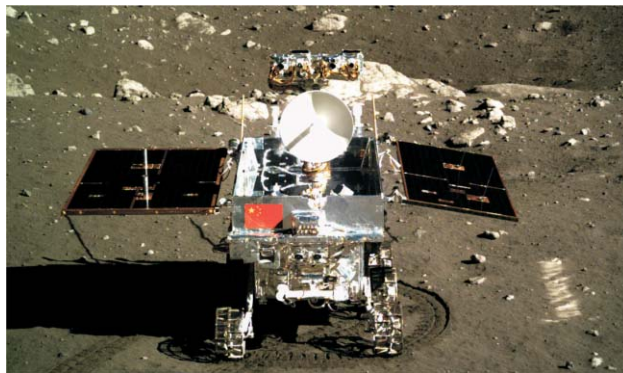
Az ESS látványterve (©ESS/Team Henning Larsen Architect).



Kínának már két éve működik távcsöve a Holdon

Kínai kutatók bejelentették, hogy a robottávcsövük, amely első a maga nemében, hibamentesen működik 2013 decembere óta, amikor leszállt a Holdra. A 15 centiméteres teleszkóp a Chang'e Lander berendezésre van szerelve, amely sikerrel ereszkedett le a Hold felszínére. A Chang'e egység a Yutu rovert vitte magával, amely nehezen vészelt át a holdi éjszakákat és ez év márciusában megszűnt működni, de a leszállóegység még jól működik.

A távcső észleli az ultraibolya fényt, ami különösen alkalmassá teszi olyan megfigyelésekre, amelyek a Földön nem lehetségesek. „A Holdon nincs atmoszféra, ezért a Földdel ellentétben az égi objektumok ultraibolya fénye ott megfigyelhető” – magyarázza *Jing Wang*, a pekingi National Astronomical Observatories csillagásza, aki a teleszkóp működéséért felelős vezető. „Mivel a Hold huszonzhátszer lassabban forog, mint a Föld, ezért a távcső megszakítás nélkül, egy tucat napig maradhat egy objektumra irányozva” – tette hozzá.



A Yutu rover a Chang'e leszálló egységről fényképezve.

Egy frissen publikált cikkben Wang és munkatársai részletesen beszámoltak a teleszkóp első 18 hónapjának működéséről, amely idő alatt 2000 óra megfigyelést végeztek és 40 csillagot tanulmányoztak. A kutatócsoport még egy képet is készített a Pinwheel galaxisról.

(<https://www.newscientist.com/>)

Új eszköz a láthatáron sebészeknek a rák kezelésére

A sebészeknek műtét közben fontos tudni, hogy a páciens bizonyos szövetei rákosak-e.

Az *Analytical and Bioanalytical Chemistry* folyóiratban az Oak Ridge Nemzeti Laboratórium (ORNL) *Kertész Vilmos* vezette kutatócsoportja egy folyadék-csepp-felületi tesztet ír le, amely mintegy 10 perc alatt végez el olyan vizsgálatokat, amelyek jelenleg rutinszerűen 20-30 percig tartanak. Kertész várakozása szerint a vizsgálati idő hamarosan 5 percre rövidíthető. „Ahelyett, hogy a szövetet kivágjuk és mikroszkóp alatt vizsgáljuk, hamarosan egy technikus is elvégezhet egy hasonlóan konkluzív vizsgálatot a műtőben operáció közben” – mondta Kertész Vilmos.

Az új, tömegspektroszkópián alapuló technika igen vonzó alternatívája a hagyományos, immuno-histokémiai (IHC) vizsgálatnak, amelynél a diagnózis megállapításához specifikus protein-biomarkereket keresnek. Bár az IHC-módszer térbeli felismerése igen magas, időigényes és a protein detektálásához használt antitest mennyisége és egyedi jellemzői az alkalmazást erősen korlátozzák.

Kertész megjegyezte, hogy a módszert sikerrel alkalmazták térben elkülönülő mintáknál, valamint drogok és anyagcsere-bomlástermékek detektálására vékony állati szövetmetszetek és száradt vér vizsgálatánál.

(<https://www.ornl.gov/news/>)

A kutatók gyémántot használnak a rák korai felismeréséhez

A Sydney-i Egyetem fizikusai módszert fejlesztettek ki, hogy gyémántok használatával azonosítani tudjanak rákos daganatokat, mielőtt azok életveszélyessé válnának. A *Nature Communications*-ben közölt munkájukban megmutatják, a gyémánt egy nanoskálájú szintetikus változata észlelni tudja a korai rákos elváltozást nem mérgező és veszélytelen NMR-szenekelésel.

Rákos daganatok keresése speciális vegyi anyagokkal nem új, de a kutatók nehezen tudják követni, hová jutnak ezek az anyagok, mivel csak kevés módszer van arra a biopszián kívül, hogy azonosítsa rák jelenlétét. *David Reilly* professzor vezetésével egy kutatócsoport azt vizsgálta, hogy a nanoskálájú gyémánt

hogyan tud segíteni a rák azonosításában annak korai stádiumában. „Azt tudtuk, hogy a nanogyémántok hasznosak a kemoterápiánál a gyógyszerek bejuttatásához, mivel nem mérgezők és nem reakcióképesek” – mondta Reilly professzor. „Úgy gondoltuk, hogy ezeket a tulajdonságokat ki tudjuk használni, mivel a gyémántnak mágneses jellemzői NMR-vizsgálatoknál fényjeleket adnak. Vagyis egy gyógyszerészeti problémát fizikai problémává alakítottunk.”

A kutatócsoport ezért nanogyémántok hiperpolarizációjával kezdett foglalkozni, egy folyamattal, amely a gyémánt belsejében egy irányba rendezi az atomokat, így azok az MRI-vizsgálatnál megfigyelhető jeleket adnak. A hiperpolarizált gyémántokat rákos mole-

kulákhoz kapcsolva az új technikával követhetővé válik a szervezetben a molekulák mozgása.

A csoport munkájának következő fázisában orvosszakértőkkel együttműködve állatokon fogják tesztel-

ni az új technológiát. A tervek között szerepel a skorióméreg használata agydaganatok kimutatására az NMR-módszer segítségével.

(<http://www.sciencedaily.com/>)

India beindította az ASTROSAT-missziót

India első csillagászati műholdját az Indiai Űrkutatási Szervezet (Indian Space Research Organization, ISRO) bocsátotta fel. A pályára állítás az ISRO Andhra Pradesh állambeli Sharikota székhelyű Satish Dhawan Space Centre-ből indult egy Polar Satellite Launch Vehicle fedélzetén. Az ASTROSAT elnevezésű, 70 millió dollár költségű misszió feladata fekete lyukak, neutroncsillagok és aktív galaxismagok tanulmányozása egy széles hullámhossztartományban, amely a látható spektrumtól a kemény röntgensugárzásig terjed.

A nagyjából 1600 kilogramm tömegű ASTROSAT öt évig fog működni egy, az Egyenlítőhöz közeli pályán, 650 km-re a Föld felszínétől. 750 kg hasznos terhet visz, amely öt műszert, köztük leképező eszközöket és detektorokat tartalmaz. Az ASTROSAT ezekkel a műszerekkel tanulmányozni fogja az égboltot a ke-

mény röntgen- és ultraibolya-tartományban, valamint figyeli az új tranziens jelenségeket, aktív galaxismagokat és galaxisklasztereket.

Az ASTROSAT segít pótolni az űrbázisú röntgensugárzás-megfigyelések hiányzó kapacitását, különösen a NASA Rossi X-Ray Timing Explorer hiányára, amelyet 16 év működés után 2012-ben kapcsoltak ki.

A berendezést az ISRO Bangalore helyszínű Satellite Centre központjából irányítják, amely a központ feletti áthaladás alkalmával fog adatokat letölteni. A műhold naponta 420 gigabit adatot képes gyűjteni, amely a kutatók szerint nemcsak a röntgensugárzásban jelenti egy új korszak beköszöntét. Az ASTROSAT műszereit két hónapig tesztelik, mielőtt a teljes működés beindulna.

(<http://physicsworld.com/>)

Tudósok, akik csalnak

A tudományos cikkekben előforduló csalás régi probléma, de a média tudósításait olvasva nehéz nem arra a megállapításra jutni, hogy a helyzet rosszabbodott. A hamisított vagy téves eredmények miatt a szerzők és a szerkesztők arra kényszerültek, hogy visszavonjanak cikkeket olyan folyóiratokból, amelyek hagyták magukat becsapni és közölték őket. Az Egyesült Államok leghíresebb egyetemei is belekeveredtek ilyen ügyekbe. Vannak módszerek arra, hogy ezt a fajta csalást minimalizálni lehessen, azonban ehhez az egész folyamatot meg kell változtatni attól kezdve, hogyan osztják meg a tudósok az adatokat, addig, hogy miként kell elbírálni a cikkeket és kinek a feladata érvényesíteni a szigorú tudományos követelményeket.

A csalások az országban folyó kutatásoknak csak igen kis részét érintik, azonban ezt biztosan nem lehet tudni. A Retraction Watch, egy független, kutatással foglalkozó blog követi a felmerült gyanús ügyeket.

A *Science* folyóirat egy 2014 decemberében publikált cikket vont vissza, amely azt szándékozott bizonyítani, hogy a meleg politikai kortések személyes beszélgetések során képesek megváltoztatni a konzervatív szavazók nézeteit a melegházasságról. A kutatók nem tudták bemutatni az eredeti adatokat, a munkával kapcsolatban felmerült kételyeket nem tudták eloszlatni.

Az *Environmental Science & Technology* folyóiratnak korrigálnia kellett egy márciusban megjelent cikket a törésről, mivel a vezető szerző nem tüntette fel egy energiáégtől kapott támogatását. Májusban a

Journal of Clinical Investigation folyóirat visszavont egy cikket a rák genetikájáról, amelyet a National Cancer Institute egy fiatal kutatója írt, mivel hamis adatokat tüntetett fel.

Hogyan történhet ez? Gyakori az olyan fiatal kutató, aki a „publikálj vagy pusztulj” követelmény kényszerében manipulálja az adatokat. Sok esetben a témavezető kutató nem eléggé figyel a cikkekre, és megelégszik azzal, hogy neve szerepel a szerzők között.

Elméletben a folyóirat felkért bírálóinak kellene felfedezniük a hibákat, azonban nincsenek birtokában az ellenőrzéshez szükséges kritikus adatoknak, vagy nincs rá idejük, különösen azért mert ritkán kapnak érte fizetséget. Néha csak akkor derül fény az ilyen esetekre, amikor valaki, talán egy PhD-hallgató vagy a laboratórium egy munkatársa vészjelzést ad és rámutat a hibára. A tudományos közösségnek nyilván jobb biztonsági rendszerre van szüksége.

Ez azzal kezdődhet, hogy a tudósok, különösen a bírálók hozzáférjenek a cikk adataihoz, amit a kutatók általában nem szívesen osztanak meg. A Federal Office of Research Integrity számára biztosítani kell a szükséges anyagi eszközöket és elegendő függetlenséget ahhoz, hogy minden, a tudomásukra jutott esetet kivizsgálhassanak. Egy másik válasz a kutatási csalásokra még több kutatás lehet. A szövetségi kormánynak támogatnia kellene az arra irányuló kutatásokat, hogy mennyi csalás történik, milyen károkat okoz a tudománynak és hogyan kell felvenni ellene a harcot.

(<http://www.nytimes.com/>)

VAN ÚJ A FÖLD FELETT

Az elmúlt másfél évtized legfontosabb csillagászati eredményeit összefoglaló, tanórai előadásra is alkalmas segédanyag on-line változata szabadon letölthető a www.fizikaiszemle.hu honlap mellékletek pontjából.

Nap

A szupernóva-robbanások során a Tejútrendszer korongjára merőleges irányban kilövellő forró gáz nagy energiájú röntgensugárzásának képe

A Nap, ahogy még sohasem láttad.

Nézzed meg!

Mutasd meg másoknak!

Tanítsd meg diákjaidnak!

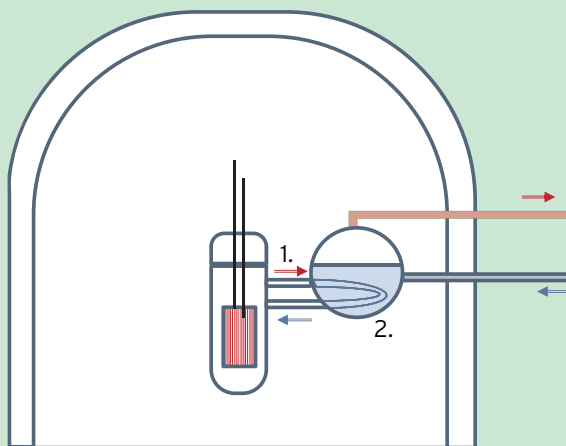
Töltsed le!

Keresd a fizikaiszemle.hu mellékletek menüpontjában!

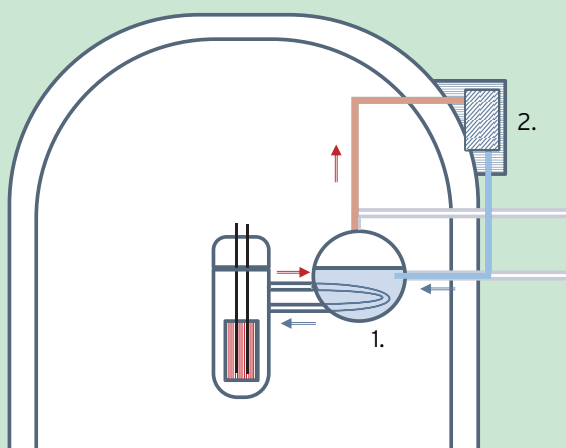
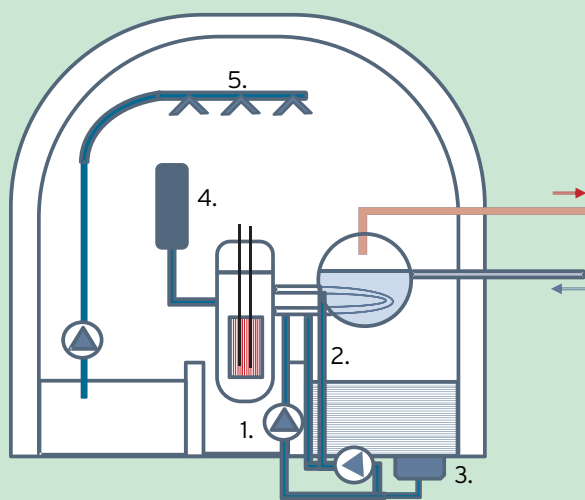


A VVER-1200/V491 biztonsági rendszerei

A reaktor normál üzemi hűtése.
A hasadásokból termelődő hőt a primer körű közeg (1) a gőzfejlesztőbe (2) szállítja, ahol az elforralja a szekunder körű közegget, az így termelődő gőz hajtja a turbinát.

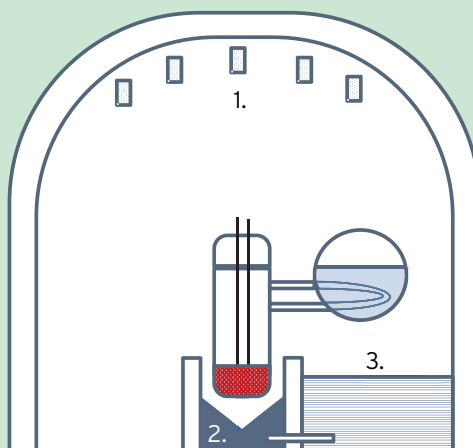
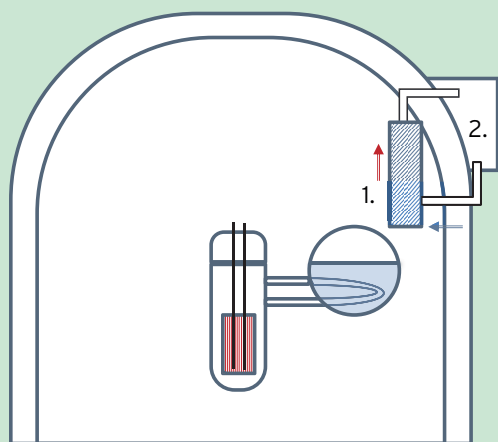


ISSN 0015326-7
9 770 015 325 009 15 0 1 1



Az üzemzavari hűtőrendszerek. A nagy- (1) és kisnyomású (2) üzemzavari hűtőrendszerek - amelyek a konténmentzompokról (3) is működtethetők -, valamint a passzív hidrakkumulátor (4) a zóna hűtését látják el üzemzavari helyzetben, míg a konténment sprinklerrendszere (5) a védőépület nyomáscsökkentését és hőelvonását szolgálja.

Passzív gőzfejlesztő (GF) hűtés (PHRS-SG) a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó eseményre. A végső hőnyelő (Duna-víz) elvesztése vagy teljes feszültségkiesés esetén a GF-ben (1) termelődő gőz természetes áramlással a konténment külső falán elhelyezkedő víztartályhoz (2) jut, és az abban alámerülő hőcserélőn átáramolva a hőt a tartályban lévő víznek adja át.



Passzív konténmenthűtés (PHRS-C) a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó események kezelésére. Súlyos balesetek esetén a konténmentépületben felhalmozódó magasnyomású és -hőmérsékletű gőz-gáz keverék hűtése szintén természetes áramlás segítségével történhet, a konténment belső felületén elhelyezett hőcserélőkön (1) keresztül. A hőcserélők szintén a külső víztartályokba (2) juttatják a hőt, ahonnan az a környezetbe (légkörbe) távozhat.

Hidrogén-rekombinátorok (1) és zónaolvadék-csapda (2). Súlyos zónasérülés esetén nagy mennyiségű hidrogén keletkezhet a fűtőelemek cirkónium-burkolatának vízgőzzel történő oxidációjából. A hidrogénrobbanás megelőzésére passzív katalitikus hidrogén-rekombinátorokat helyeznek el a konténmentben. A zónaolvadék összegyűjtésére és hűtésére a reaktortartály alatti zónaolvadék-csapda szolgál, ami passzív módon hűthető (3).