

sát ellenző hangok, ami viszont az LHC-gyorsító építésének *sine die* elnapolását jelentette volna, komoly emberi és anyagi következményekkel.

A LEP-Higgs csoport a csatazaj és a média növekvő érdeklődése közepette, higgadtan végezte munkáját és a kitűzött dátumra el is készült a feladattal. Bár a négy kísérlet adatainak összegzése lényegesen gyengítette az ALEPH-megfigyelést, a teljes kizárásra (statisztikai értelemben) nem volt képes. Így a tisztán tudományos döntés helyett egy sokáig vitatott politikai döntésre került sor, melynek alapján a LEP-gyorsító elbontása hamarosan el is kezdődött, hogy átadja helyét az LHC-gyorsítónak. Ezzel lezárult a részecskefizikai kutatások egy roppant termékeny és izgalmas időszaka, amiből az újonnan csatlakozott tagállamok, köztük Magyarország is, bőségesen kivehették részüket.

Epilógus

Visszaemlékezésem utolsó sorait egy másik cseresznyefa alatt, a Balaton partján írom, ahol a nyári hónapokat töltjük évről évre gyermekeinkkel, unokáinkkal. Innen indulunk országjárásra; ide várjuk régi ismerőseinket, barátainkat, kollégákat, akikkel olykor jólesik felidézni a közös múltat.

Nem tudom, e történet szereplői milyen érzelmekkel gondolnak vissza a kezdetekre és a közös erőfeszít

tésekre. Ami engem illet, az elmúlt két évtized bizonyára tudományos életem legizgalmasabb és legértelmesebb ideje volt. Örömmel tölt el, hogy a magam szerény módján hozzájárulhattam a magyar CERN-tagság előmozdításához is, és hogy aktív éveim legjavában élvezhettem magyar kutató barátaim társaságát.

De vajon miképpen vélekedik az Akadémia mai elnöke a pionír napokról, amikor ő is a fizikus standard öltözkéjében, farmerben és tornacipőben, „nyomta” az éjszakai műszakot az OPAL-kísérlet kontrolltermében, néha már az álom és unalom határán, és velünk együtt végezte a detektor szívverését, vérnyomását, egyéb életfunkcióját ellenőrző rutinméréseket, vagy figyelte a képernyőn a beáramló „eseményeket”? Vajon hogyan értékeli az elmúlt időket azok a magyar diákok, fiatal kutatók, akik a közös munkából merítették doktori disszertációjuk témáját; rangot és elismerést nyertek, és ma is a kutatás élvonalában tudhatják magukat? Sokan közülük megtalálták helyüket a kutatások jövőjét jelentő LHC-gyorsító egyik vagy másik kísérleténél és most részesülnek az igazi felfedezésekkel járó izgalmakban és a kitüntető figyelemben; mások azóta hazatértek és itthon találták meg a kibontakozás lehetőségét.

Úgy hiszem, mindenképp elmondhatjuk, hogy a CERN-tagsággal hazánk teljes mértékben beágyazta magát a nemzetközi fizikai kutatások medrébe és hogy a kezdetek erőfeszítései elérték céljukat!

A DEBRECENI EGYETEM KÍSÉRLETI FIZIKAI TANSZÉKÉNEK TETTEI A RÉSZECSEKÉFIZIKÁBAN – I. RÉSZ avagy a csodálatos 20 év alulnézetből

Raics Péter
Debrecen Egyetem, Kísérleti Fizika Tanszék

Puskás Öcsinek tulajdonítják a következő összefüggést: Kis pénz kis foci ... [1]. De azért a világot megrongatták az Arany Csapat eredményei! Kis pénz kis fizika, vagyis KisFizika? [2] (A tanszéket rövidítve KisFiz-nek becézzük.) Hogyan alakítja át a korábban csak atommagfizikával foglalkozó egyetemi tanszék oktatását, kutatását, szemléletét a természettudományos megismerés egyik csúcsát jelentő nagyenergiájú fizika? Mennyi pénz kell ehhez? És még mi?

Hazánk CERN-beli tagságának kezdetekor alakul ki az egyetemi csoport (az akkor még Kossuth Lajos Tudományegyetemen, KLTE-n). Véletlenül? Az alapító ősatyák és ősifjak tevékenységét megpróbáljuk „tudományosan” összefoglalni. A szubjektivitás elkerülését meg sem kíséreltük, mivel a szerző maga is közvetlen résztvevője a történetnek.

Ez az írás amolyan bemutatkozás-féle is (az ilyen sorozatban nem jelentünk meg annak idején a *Fizikai*

Szemlében). Ezért hosszabb bevezetést kell végigszenvednie az olvasónak, hogy érthető legyen a részecskefizikában végzett tevékenységünk megannyi sajátossága.

Réz- és vaskor

A matematika-fizika-kémia szakos diplomával rendelkező *Szalay Sándor* professzor (1909–1987) a *Rutherford*-nál eltöltött fél évét követően 1936-ban elindítja a magyar magfizikai kutatást és oktatást Debrecenben a Tisza István Egyetem Orvoskari Fizikai Intézetében (a KisFiz jogelődjében). Réz üstökből Van de Graaff gyorsító épül, mozdonykerékből pedig alfa-spektrométer. Szinte minden eszközt saját erőből készítenek a később alapított akadémiai kutató intézetben (ATOMKI) is. Ez a szemlélet hatotta át tanítványait,

amikor új területre merészkedtek. Az volt az elv, hogy itthon meg kell tanulni, csinálni mindent, amit lehet és utána érdemes külföldre menni. Ehhez műszaki infrastruktúrára van szükség és elméleti csoportra. Az alap kutatás eredményeit az alkalmazások (például urán kutatás, levegő radioaktivitás, kormeghatározás stb.) jól tudták hasznosítani. Ezzel az egységes szemlélettel és megközelítési móddal vált méltán híressé a *Szalay-iskola*.

Középkor: részecskefizikai kísérletek és gondolkodás magfizikai köntösben

A kutatások főbb területeit a magreakciók és a bomlások vizsgálatai képezték a tanszéken, majd az ATOMKI-ban is. A *Berényi Dénes* (1928–2012) vezette csoport a béta-bomlás kísérleti és elméleti tanulmányozását végezte. Ma ezt elegánsan a gyenge kölcsönhatás kutatásának nevezzük. (E sorok írója a béta-bomlás jelenségeire, elméletére a mai napig félelemmel vegyes csodálattal néz fel.)

A neutrínófizika egyre jobban mindennapi életünk meghatározó részévé válik. A különleges részecske közvetett kimutatásának legszebb, a részecskefizikai könyvek által sűrűn idézett visszalökési kísérleteit 1954-től kezdve végezte *Csikai Gyula* és *Szalay Sándor* expanziós ködkamra segítségével [3]. Kísérleti berendezésük az elektromechanikai vezérlés és optika, adatgyűjtés és kiértékelés korabeli csúcspontja volt.

A magfizika és részecskefizika sokáig keveredik. Az utóbbi a kutatásokban és oktatásban az előbbiből születik Debrecenben. Egy részecskefizikai tankönyvrészlet [4] írása során az általam az induktív tárgyalást előnyben részesítő felépítés a magfizikai alapokból indult volna ki, amely megoldást szeretett és tisztelt *Horváth Dezső* kollégám igen zokon vett, s bírálatában kemény szavakkal illetett. Hát igen! Ő részecskefizikusnak született, én pedig dezertáltam a magfizikából. Hiába bábáskodtam az új tudomány helyi újragszületésénél, annak gondolatvilága nem vált vérré bennem (de legalább felismertem új időknél új szavát). Bocsanat az ifjúság hamvas lelkének folytatólagosan és tudatosan elkövetett megrontása miatt! Egyébként: tényleg röhej, hogy volt bátorságom ilyen témából oktatási segédleteket készíteni! Még csak hályogkóvács sem vagyok, mert az legalább tudatlanul is képes a megfelelő helyen vágni. Mentségem a szokásos: aki tudja csinálja, aki nem, az tanítja (aki erre sem képes, az szervezi). Ám, aki tudja, csinálja és még tanítja is, az néha írhatná is! Dezső minden szempontból a legautentikusabb lenne, hiszen nemcsak világhírű kutató, a főcsapások irányának meghatározója nemzetközi szinten, de csodálatos tanár és pedagógus is. Ezt egyetemünkön tartott előadásai, tanítványainak sikerei egyértelműen bizonyítják.

Ezúton is megköszönöm *Fényes Tibornak*, az MTA Atommagkutató Intézet emeritus professzorának, hogy egységes szemléletű, folyamatosan karbantartott kétkötetes tankönyvvel ajándékozott meg bennünket

atommag- és részecskefizikából [5]. Az ő példája (is) mutatja: nem feltétlenül káros és szégyellnivaló, ha valaki a magfizikától jut el a részecskefizikáig!

Alapozás az Újkorhoz

Csikai Gyula akadémikus 1967-ben vette át a tanszék vezetését (én is ekkor kerültem ide). Rögtön építettünk egy 200 kV-os „Házi Neutrongenerátort”, egy hordozható pedig a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségtől kaptunk. (Ezzel a szervezettel sokoldalú, gyümölcsöző kapcsolat alakult ki.) Egy harmadik, az úgynevezett Nagyáramú/fluxusú gyorsító is épülgetett hosszú évekig a külön az erre a célra kialakított korszerű földalatti laboratóriumban, a „bunkerben”... (Ez sem akármilyen történet! Egyik kollégám szerint „ez volt a mi Bős-Nagymarosunk”). Neutronindukált magreakciókat vizsgálunk, gerjesztési függvényeket mértünk itthon és nagyobb gyorsítókon külföldön, aztán az ATOMKI ciklotronján. Elméleti modellekkel értelmeztük a tapasztaltakat. Neutrongáz-fizikai vizsgálataink közvetlen felhasználást nyertek alkalmazott célokra. Kutató csoportok alakultak ki egyes témák körül. Én a boldog emlékü *Daróczy Sándor* (1935–1995) vezette hasadási csapatban dolgoztam *Nagy Sándor* (NaSa) barátommal. Sok tehetséges fizikusjelölt vett részt a maghasadás termékei tömegeloszlásának gamma-spektrometriai meghatározásában. (Tanítványaink között köszönhetjük *Hamvas Istvánt* is, a Paksi Atomerőmű jelenlegi igazgatóját.) Ebből eredt aztán a nehéz elemeken létrejövő ($n, 2n$) folyamatok gerjesztési függvényének mérése, az urán dúsításával és az atomerőművek biztonságával kapcsolatos in-situ alfa- és gamma-spektrometriai módszerek kidolgozása. (1985 óta járunk az atomerőmű blokkjait ellenőrizni; külföldön is végeztünk hasonló méréseket...)

A tanszék kísérleti-technikai háttére: kifesztültségű gyorsítók, aktivációs technika NaJ(Tl), Ge(Li), Si(Li), HpGe gamma-spektrométerekkel, repülési idő neutron-spektrometria, alfa-spektrometria, alacsony-háttérű béta-detektálás (^3H), a szükséges elektronika és mechanika elkészítése, mikro-, mini-számítógépek alkalmazása, DSP felhasználása. „Látszerész” társammal, *Szabó Józseffel* az optikai laboratóriumi gyakorlatok fejlesztése során új technikákat honosítottunk meg hobbyszerűen, a paletta színesítése és a mi örömnünk végett: LED-ek, lézerek, száloptika, PC-vezérelt spektrométer, detektálás (gyors diódák, fotoelektron-sokszorozók, CCD, CMOS-szenzor), alkalmazások. Ebből újszerű speciálkollégium született *Modern optika* néven, ami további ösztönzést adott a fejlesztésre („... , aki nem tudja, az tanítja”). De a többi labor is túlnőtt a hagyományos oktatási kereteken. Különösen fontos lett a nukleáris technika által megkövetelt gyors impulzus-elektronika, amelynek ihletett művelője *Sztaricskai Tibor* (azaz Sztari) volt.

Az egyetemre jellemző univerzalitás tanszéken belül, az ATOMKI-val közösen, illetve a többi intézettel együttműködve nagyon sok alap kutatási, interdiszciplináris és alkalmazott feladat megoldását tette lehető-

vé. És az ember megtanulta, kihez kell fordulni, vagy honnan lehet valami hirtelen „kölcsonvenni” a legváratlanabb esetekben. Mindezzel szinte tudat alatt (de tudatosan) készültünk a részecskefizikai jövőnkre.

A *Szalay–Csikai-iskola* a kísérletezésen, építésen, fejlesztésen alapult. Mi kell még ehhez a „kiművelt emberfőkön” kívül? Műhelyek nagyszerű technikusokkal, szakmunkásokkal, akik ugrásra készen várják az oktatáshoz, kutatáshoz szükséges speciális eszközökre vonatkozó (néha örült) igényeket, amelyek teljesítési határideje „tegnap(előtt)”. A mechanikai, elektromos, elektronikus, üveg- és vákuumtechnikai egységek nemcsak „termeltek”, hanem tanítottak is: egyetemi hallgatókat a kísérleti eszközök sajátkezü elkészítésének alapjaira, szakmunkástanulókat a hivatásukra.

Néhány hozzávetőleges adat a KisFiz-ről a 90-es évek kezdetén: diplomások száma 26 (fizikusok, tanárok, mérnökök), műhely-dolgozóké 7, irodaiaké 2, egyéb feladatot ellátóké 6. Jövőre a kiváló elektronikus technikusunk nyugdíjba küldésével megszűnik az utolsó műhely is. Mitől lesz „Kísérleti” egy tanszék? A „KisFiz” ezentúl valóban „kicsi fizikát” fog jelenteni? Miközben évfolyamonként száznál több villamosmérnököt képezünk BSc-n! És végre újra kezdődhet a tanárképzés az egyedül értelmes osztatlan, 5+1 éves rendszerben?! (Miért is nem állítjuk vissza a fizikus képzésben is az ötéves tanulást? Olyan nehéz beismerni, hogy az általunk megvalósított BSc-MSc teljesen megbukott? Nincs, mert nem is lehet valódi „munkaerő-piaci kereslet” a BSc-s fizikusokra. Az öt év alatt 2 szakdolgozat, 1 felvételi vizsga, 2 záróvizsga, nem egyenletes súlyú képzés a két időszakban – szegény hallgatók! Mikor tudnak végre elmélyedni a tudományban?)

Milyen nagy a részecskefizika?

Baksay László „amerikás magyar professzorral” (jelenleg Florida Institute of Technology, Melbourne, Florida) 1992-ben született meg a kapcsolat Pesten, ahol Csikai professzor úr javaslatára néhai *Vas László* (1947–1997) társunk találkozott vele. Előbb a KFKI

munkatársaival dolgozott együtt OTKA-pályázat keretében, majd a BME Fizikai Intézetével. Ősszel Debrecenbe jött és meglátogatta a KisFiz-t, amit Nagy Sándorral mutattunk be neki. Meglepte, itt milyen sokan oktatnak, kutatnak. Szerinte a világ egyik legnépesebb fizikatanszéke a miénk. Szétnézett és látta: a munkatársak hajlandók kísérletezni, építeni, fejleszteni, a kezüket is használni, izzadni, nemcsak üveges tekintettel bámulni a számítógép képernyőjét. A műhelyek különösen megragadták figyelmét.

Másnap feltette nekem a kérdést: *Miért nem csináltok ti részecskefizikát? Minden adottságotok megvan hozzá. Ez a legizgalmasabb kutatási terület mind az elmélet, mind a kísérlet számára!*

– *De hát a részecskefizika az ilyen nagy!* – mutattam neki széttárt kezeimmel a méteres skálát.

– *Debogy – válaszolta –, ilyen kicsi részekből van összetéve – jelezte ujjaiával a mm-t. – Sokan csinálják együtt, attól lesz olyan óriási!*

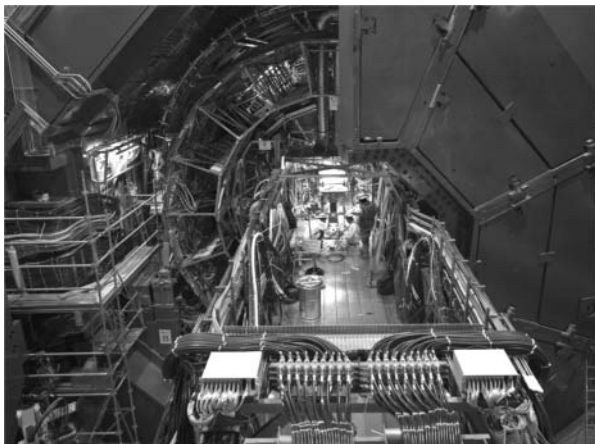
Ez a lecke nagyon elgondolkoztatott. Addig is volt részem hazai és nemzetközi együttműködésben, de ez valami különlegesnek ígérkezett. Azután Nagy Sanyi barátommal hármasban beszélgettünk vele tovább és egyre logikusabbnak látszott a felvetés: váltunk. Igen, persze, hogyne, de...

Szóval: világosan látszott, mi van mellette és mi ellene. Legalább egy-egy objektív és szubjektív elem:

– Ezt a tudományágat mindenképpen meg kell honosítani az egyetemen, mert a kutatás mellett az oktatást is teljesen felpezsdíti, vonzó lesz a diákok számára, nemzetközi kapcsolatok épülhetnek, csodálatos világ nyílik ki előttünk akár 80 nagyságrend távlatában is.

– Ám valamelyikünknek fel kell vállalnia a téma gondozását FŐÁLLÁSBAN, nem pedig a magfizika mellett, félvállról, maradék időben!

A második mondat azt jelentette, hogy vége a magfizikus múltnak az alapkutatásban, ami pedig már elég jól be volt járva (cikkek, kandidátusi fokozat, esetleg belátható időn belül nagydoktori, és...). Ismertük a „szabályt”: egy futó kísérletben (akkor a CERN-i LEP/L3) sokáig nem kerülünk fel a szerzői listára. Ez, ugyebár, nagy veszteség, mert az egyete-



L3

A CERN-ben 1989 és 2000 között működött LEP (Nagy elektron-pozitron ütköztető) részecskegyorsító egyik legnagyobb együttműködése volt, jelentős magyar csoport vett részt benne a kezdetektől, főként az MTA Központi Fizikai Kutatóintézetéből és a Debreceni Egyetemről. A kísérlet fő célja a Standard Modell ellenőrzése és a Higgs-bozon, valamint új fizika keresése volt; az ellenőrzés sikerült, de Higgs-bozont és új fizikát nem talált. Jelentős volt a magyar hozzájárulás a detektor optikai helyzetmeghatározó rendszeréhez és fotonfizikai eredményeihez. Eredményeiből számos magyar diplomamunka és PhD-dolgozat született. Az L3-kísérlet mágnesét a LEP lebontása után az LHC ALICE kísérlete hasznosította.

men, sajnos, nem az oktatási tevékenysége, hanem kizárólag a számszerűsíthető tudományos eredményei alapján ítélik meg az oktatót. Mivel Sanyi oktatás- és tudományszervezési feladatokat kapott korábban dékánhelyettesként (majd rektorhelyettesként), egyértelmű volt az önkéntes választásom. Ő maga is átállt erre a témára, természetesen, és előadások tartásával, szervezésével sokat segített, mellettem-mellettünk állt mindenben. Feleségemmel, a szintén fizikus *Gyarmati Edittel* is megbeszéltük, hogy az új fokozat, meg egy „fényesebb” (mert bejáratott) jövő talmi ragyogása áll szemben valami teljesen újjal. Soha vissza nem térő alkalom! (Persze, rá sokkal több munka hárult ettől kezdve öt gyermekünk nevelésével kapcsolatban! Én meg bíbelődhettem egy új játékkal.)

Ne higgye senki, hogy olyan súlyos, drámai áldozatot hoztam! Megvallom őszintén, mindentől függetlenül, az addig művelt magfizikában is elkövetkezett volna valami váltás. (És a disszertációkkal szembeni irtózásom így igazolást nyert.)

Kezdeti botladozások

A kutatásfinanszírozás adott rendszere miatt az indulás (és sokáig a folytatás is) Baksay Laci önzetlen anyagi és tárgyi segítségén alapult (utazások, eszközök). Az ő révén kerültünk be a CERN LEP/L3 nemzetközi együttműködésbe.

Zilizi Gyula 1993-ban Pesten találkozott vele és megbeszélték a korábban a KFKI-ban Laci szervezésében az L3 kísérlethez épített Drift Velocity Monitor (DVM) felújításának feladatait. Májusban utaztak Genf-be Laci Talbot Horizon kocsijával (7 liter benzin / 100 km, 1 liter olaj / 1000 km, javítása roncsleplei alkatrészekkel). 1994-ben Gyulával, *Szabó Zsolttal* már négyen autóztunk együtt Genf-be a Silicon Microvertex Detector (SMD) és *Hans Tuscherer* megismerésére. Őt az akkor még Alabamai Egyetemen tanító, aacheni múltú, (1978-ban *Carlo Rubbiánál* doktoráló) Baksay alkalmazta a CERN-ben. Az úton kemény vallási-filozófiai-történelmi vitát folytattunk Lacival, aki református volt, e sorok írója pedig római katolikus. Kérdés volt az is: Genfben a legnagyobb református templom miért viseli Szent Péter és Pál nevét, ha a protestánsoknál

nincsenek szentek? Mit hozott a magyarságnak a kereszténység? És a reformáció? *Szent István* keménysége hogyan fért össze a szeretet vallásával? A fiatalok fizetni is akartak, nehogy abbahagyjuk. A hangos beszéd egyúttal a sofőr ébrentartását is hivatott volt szolgálni.

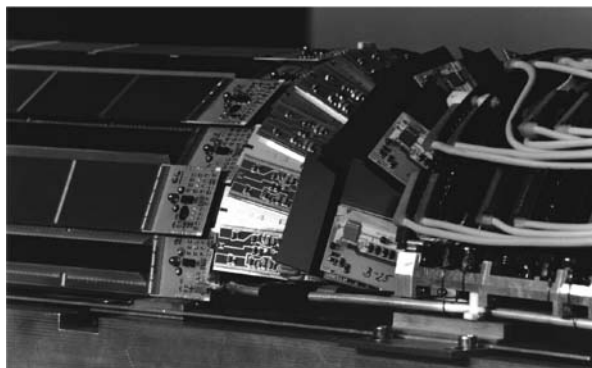
Betértünk Aachenbe *Hans Reithler*hez, aki már akkor bekapcsolt minket a még csak tervezett CMS-detektor „muon alignment” programjába, mondván, „ha már az L3-nál úgyis ezt csináljátok”. Később Sztaricskai Tibor és Szabó Zsolt a müon teszt-impulzus rendszer kialakítása céljából utazott az RWTH-ra. Zilizi hosszabb időt töltött Baksaynál az Alabamai Egyetemen a DVM elektronikájának felújítása kapcsán. (Történelem: egy teljesen új rendszert kellett volna építeni az SSC-hez is, de éppen akkor állította le az Amerikai Kongresszus a szupergyorsító építését.)

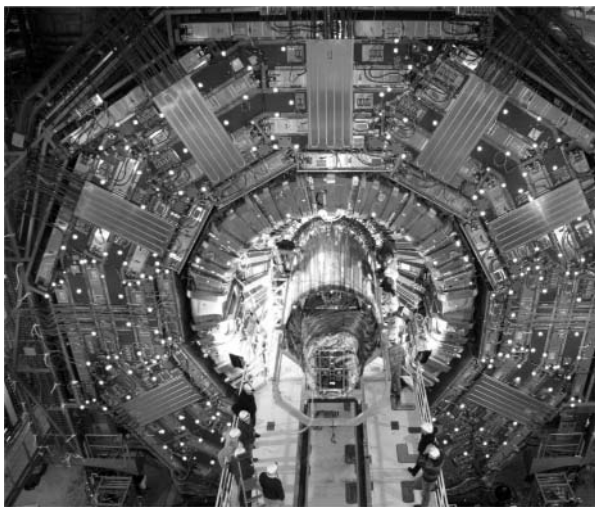
Laci révén kerültünk szoros kapcsolatba az ugyancsak L3-as *Gutay Lászlóval* (Purdue University), aki-vel Zilizi alakított ki szoros, a CMS-nél ma is élő munkakapcsolatot. Ennek során mind az USA-ban, mind a CERN-ben folyt a fejlesztő munka, igen széles skálán (detektorfejlesztés, gyártásautomatizálás LabVIEW-használattal, ami később a villamosmérnök-palánták képzésénél lett fontos nálunk). Gutay professzor lakást tartott fent a CERN közelében, a francia oldalon, ahol az egymást váltó fizikusok szállást találtak rövidebb-hosszabb időre. Meg kellett szoknunk: ezek az együttműködések sok utazással, távolléttel járnak.

A futó programok esetén a berendezések felügyeletét is el kellett látni, ami kötelező műszak (shift) vállalással járt és a cikk szerzői közé kerülés egyik feltétele volt. Ez kemény munkát, sok számítógép eredményeinek figyelését, gyors beavatkozást kívánt. Az L3 vezetője a Nobel-díjas *Ting* professzor volt (különleges telefonja bálványként csillogott az asztalon a föld alatt 100 m mélységben lévő irányító központban). Ő megkövetelte, hogy a nyalábidőt ez a csapat használja ki a legjobban, több adatot gyűjtve a konkuren detektoroknál (például OPAL). De ha túl gyorsan adtuk fel a nagyfeszültséget a sokszálas proporcionális detektorokból álló rendszerre, és az e^-e^+ nyaláb a kezdeti instabilitások miatt a falra futva hatalmas elektromágneses zavarokat keltve „kiütötte” a számlálókat, akkor bizony jelentős kieséssel tudtuk csak az adatgyűjtést elkezdeni. A főnök nem örült.

SMD (Silicon Microvertex Detector)

Valamennyi nagyenergiás érzékelőrendszer szíve, az ütközési pont környékén, közvetlenül a nyalábvezeték körül elhelyezkedő, a digitális fényképezőgépek érzékelőjéhez hasonló, igen finom felbontású, félvezető pixel-lapokból készült részecskedetektor a töltött részecskék pályájának és kiindulási pontjának azonosítására.





CMS (Compact Muon Solenoid)

A két óriási, általános célú LHC-együtműködés másik kísérleti berendezése. 3000-nél több fizikus és mérnök, valamint mintegy 1000 egyetemi hallgató vesz részt benne 41 ország 179 intézetéből, közöttük 40 magyar kutató az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontjából, az MTA Atommagkutató Intézetéből, a Debreceni Egyetemről, az Eötvös Loránd Tudományegyetemről és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemről. 2012 júliusában jelentette be az ATLAS-kísérlettel együtt a Higgs-bozonhoz hasonló részecske felfedezését. Részecskeészlelő rendszere a világ legnagyobb, 6 m belső átmérőjű szupravezető mágnesét tartalmazza: a detektor 21 m hosszú és 15 m átmérőjű, a súlya 14000 tonna. Magyar fizikusok több részegységét segítenek üzemben tartani és fejleszteni, és igen jelentős a részvételük a nehézion-programban.

Érdekes tanulsággal szolgált a munkavédelmi – sugárvédelmi – tűzvédelmi – balesetelhárítási oktatás és vizsga. Itthon megszoktuk, hogy valaki eldarálja ezeket, távolról megmutatja (ha egyáltalán) a falon csüngő, lejárt szavatosságú tűzoltó készüléke(ke)t és már töltjük is ki a tesztlapot (közösségi munkával). A CERN-ben *mindent* bemutatnak működés közben. Elektromos és „egyszerű” tüzeket produkáltak. Nekünk kellett kiválasztani a megfelelő eszközt és (az ő felügyeletük mellett) el kellett oltani azt. A „pompiere”-k elmondták: 100 méter mélységben először nekünk kell intézkednünk, mert egyébként a kikerülő lánglovagok legfeljebb elszenesedett maradványainkat tudják majd összekaparni a hátramaradottak számára (esetleg azt sem, mert a szellőző csöveken át a nemes természetbe már régen kiszálltak füstmaradványaink...). Vidámság, kemény munka, móka, kacagás – és fegyelem.

Első CERN-i tartózkodásaink során sok segítséget kaptunk a KFKI-s fizikusoktól a kinti eligazodásban, szakmai és szervezési kérdésekben, a Genf–Budapest autós utazásokban: *Vesztergombi György*, *Tóth József*, majd *Bencze György* és mások. Itthon az SMD-fejlesztésekben *Ádám Antal*, *Kornis János* és munkatársai segítettek sokat (BME Fizikai Intézet). A „CERN-i magyarok” egymást támogató nagy családjába így kapcsolódtunk be fokozatosan mi is Debrecenből.

A csapat felépítése szempontjából alapvető volt a hallgatók bevonása a kutatásba, fejlesztésbe, építésbe. A nem könnyen elérhető CERN-i nyári diák ösztöndíjak nagyon fontos lehetőségeket adtak számunkra. Néhányukat őszre is visszahívták munkájuk folytatására. A ma is kint dolgozó csapatból *Szillási Zoltán* az első egyike volt, aki ilyen lehetőséget kapott. Mintegy tucatnyi fiatal ismerhette így meg a professzionális kutatás ízét, a nemzetközi együttműködés erejét. Egyik diplomamunkásom, *Bondár Tamás* is hosszabb időt tölthetett ott; amikor végzés után egy jó nevű külföldi elektronikai céghez felvételizett, a CERN-i hónapok említése után azonnal alkalmazták.

Műszaki egyetemisták is kerültek a fejlesztési időszakokban a nyári diákok közé. Villamosmérnök fiam, *Zoltán* így tölthetett huzamosabb időt Bencze Gyuri és csapata mellett, konkrét példákon (nemcsak szülei elbeszéléséből) megtanulva, mit jelent a kutatás – fejlesztés – építés egysége a fizikus és mérnök harmonikus együttműködésében (most éppen egy világhírű bázei neurobiológiai kutatóintézetben hasznosítja tapasztalatait).

A fejlődés, erősödés rögzös útjai a KisFiz-es csapatnál sztrádává szélesednek

Világos volt, hogy hazai pénzügyi segítség nélkül nem lehet folytatni a költséges kutatásokat. Ki adhat be és mikor OTKA-pályázatot? Egy új csapat esetén mennyi az esély? Ki kitől veszi el a támogatást? (A magfizika és a részecskefizika között is megvolt az ellentét: hazai kutatás vagy külföldre szórjuk el a pénzt? – kaptam a szemrehányást Debrecenben.) A pesti és a fiatal debreceni csapat képviselői az Akadémia egyik termében ültek le 1993 nyarán megbeszélni a jövőt, felosztani a tortát. Heves volt a vita, néha személyeskedéstől sem mentesen, például: „Te hány Z0 eseményt értékeltél már ki életedben?” Végül is Csikai Gyula vállalta, hogy beadja az OTKA-t és vezeti a jelzésértékű összeggel elfogadott pályázatot (1994–96). Ebből már a legszükségesebb kiadások fedezhetőek voltak, de Baksay Laci sokszínű segítségére ezután is rászorultunk. Időközben ő oktatási munkája révén vendégprofesszori kinevezést kapott a KLTE-n és a pályázatok ezután már az ő nevében is futhattak. 2002-ig három, egyre növekvő pénzügyi támogatást nyertünk témavezetésével. Mások nevében is egyre több sikeres pályázatunk volt a részecskefizikai kutatásokkal és oktatásával kapcsolatban, amelyekben ő is mindig részt vett. Nagy áttörés volt ez! Sokat köszönhetünk Vesztergombi Györgynek, Horváth Dezsőnek, Bencze Gyurinak és másoknak, akik önzetlenül és sokoldalúan

lúan támogatták az új csapat elindulását, fejlődését. Kiderült, a témák nem ütöttek, hanem jól kiegészítettek egymást, a CERN-i munkák sikere mindenkinek érdeke volt/lesz, mert a közös (nemzetközi) cél a *fizika* önmaga, az ismeretlen felfedezése! A tortaszettek nem kisebbedtek, illetve nem így kellett nézni a közös asztalt. A *magyar csapat* vált sikeresebbé!

Fiataljaink intenzíven bekapcsolódtak a fejlesztő munkán kívül a fizikai analízisbe is, amely kezdetben Tóth József segítségével folyt, majd Horváth Dezső és *Trócsányi Zoltán* fogta bizonytalan kezüket, illetve a CERN-i közösség terelgette őket.

Csodálatos érzés így dolgozni! És ez megmaradt később is. A CMS müon-detektorai optikai helyzetmeghatározó rendszerének kiépítésénél a fővezér Bencze György lett (kicsi a világ: Nagy Sanyival évekig együtt voltak Dubnában). Vele ugyancsak nyertünk OTKA-kat, az egyiket az ATOMKI-val közös csapattal. Valahogyan szenvedést okozhattunk neki valamilyen, mert időközben szívinfarktust kapott. Lábadozása közben sem hagyott békét nekünk, például ekkor javította, bírálta Zilizi disszertációját.

Szinte a teljes magyar részecskefizikai közösséget képes volt nagy CMS OTKA-pályázatokban egyesíteni Horváth Dezső 2005-től. Ez az együttműködés a sok résztvevő és eléggé eltérő feladatok ellenére nagyon szoros. Megint a lelkesítő fizikai célok, elsősorban a Higgs-bozon észlelésének csábítása (és a korábbi együttműködések sok jó tapasztalata) teremtette meg az összhangot. No meg a Dezső által életre hívott heti rendszerességű szemináriumsorozat, amelyen mindenki részt tudott venni az élő internetes kapcsolatok segítségével, bárhol is érte őt a hétfői nap a világon...

Egymás munkáját folyamatosan figyelemmel tudjuk követni, benne élünk a történetekben. Így aztán 2012. július 4. nem ért teljesen váratlanul bennünket: őszinte és közös örömet szerzett 5000-nél is több résztvevő közös munkájának csodálatos eredménye: egy új részecske (Higgs?) „észlelésének” bejelentése. Utána jártam Marosvásárhelyen, ahol a Teleki-tékában saját szemmel olvashattam *Bolyai János* Temesvárról 1823. november 3-án apjához írt levelének eredeti példányá-

ban az aláhúzással kiemelt híres sort: „semmiből egy ujj más világot teremtettem”. Lehet, hogy a mostani CERN-beli eredmény is egy más világ hírnöke.

Itt kell legalább a megemlékezés szintjén, a teljeség kedvéért kitérni a „szomszéd várakra” (amelyekről nyilván külön beszámoló készül). A KisFiz-en a LEP/OPAL csoport Horváth Dezső és Trócsányi Zoltán segítségével alakult meg. A tanszékvezetői feladatot 1995-től ellátó *Pálinkás József* is ebben az együttműködésben vett részt. Ő előbb került itt a szerzői listára, mint a mi csoportunk tagjai az L3-ban, és büszkén mutatta az egyik ilyen első különnyomatát. A cikk a Δ^{++} -részecskékről és a Z0 bozonról szólt. Megkértem, olvassa fel hangosan a címet. Bepöccent, elküldött, sarkon fordult ... Nyilván megdöbben tudatlanságomon. A főleg a hecc kedvéért folyó „rivalizálás” egyik pillanatában ő mondta: „Úgyis együtt leszünk majd mindnyájan a CMS-ben.” Így is történt.

Az ATOMKI munkatársainak kötődése a részecskefizikához majd kiderül az ő visszaemlékezésükből. A LEP két kísérletében közvetlenül vettek részt: OPAL, DELPHI. Közös munkáink nagyrészt a CMS-ben voltak, Bencze Gyuri OTKA-főnöksége mellett: detektorok, elektronikai eszközök gamma- és neutronsugárzás-tűrése *Fenyvesi András*sal, elektronikai fejlesztések a helyzetmeghatározáshoz *Molnár József* révén a KisFiz-es Szabó Zsolt és *Bíró Zoltán* elektronikus technikus alapvető közreműködésével.

Legendárium

Egy csoporttörténetet a jeles mondások és legendák képesek hitelesíteni. Íme:

Baksay László dolgozószobájában volt látható a KisFiz-en, a „To do list” szomszédóságban:

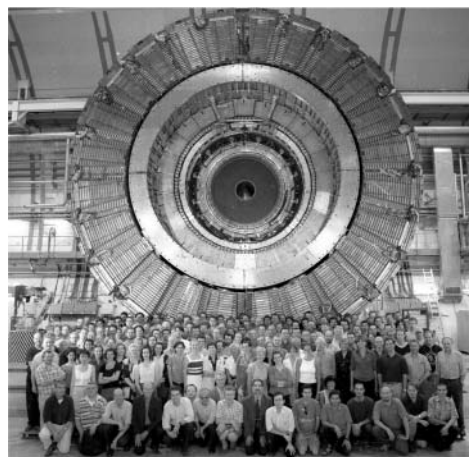
„The experience is a great thing. It enables you to recognize a mistake, when you make it again.” (A kísérletezés csodálatos: általa felismerheted a hibát, amit újra elkövettél.)

Szóval, tanulni sem árt néha...



DELPHI (DEtector with Lepton, Photon and Hadron Identification)

A CERN-ben 1989 és 2000 között működött LEP (Nagy elektron-pozitron ütköztető) részecskegyorsító legnagyobb együttműködése, magyar csoport nem vett részt benne. Elkészültekor a világ legnagyobb szupravezető mágnesében az akkori legmodernebb észlelőrendszereket tartalmazta.



Bencze György: íme egy történet, ami megmutatja, milyen kreatív volt a CMS-alignment csapat:

A műon-kamrák két oldalán futó $50 \times 65 \text{ mm}^2$ négy-szögletes, 2,5 m hosszú zárt cső (amiben a LED-ek világítanak) gyártás után elég poros, piszkos volt, meg kellett valahogy tisztítani. Ez egy hatékony célszerszámot igényelt. Szillási Zolival elindultunk a helyi barkács-jellegű boltba azzal, hogy megoldás nélkül nem térünk vissza, ráadásul nem kerülhet többre 5 CHF-nál. Átfésültük az egész boltot, és végül is összeállt a megfelelő eszköz. Így lett a labor becses darabja két egymásba toldott műanyag cső, amibe a villanydrótot szokták behúzni és a végére erősítve egy WC-kefe. Nem tettük el a blokkot, de tényleg belefért a rászánt összegbe. Mind az 500 kamracső tisztítását kiszolgálta, károsodás nélkül.

Dávid Gábor színes történetei, azaz chromo-históriái:

DGS = Dávid Gábor Seminar, amelynek időbeosztása: „Egy nap huszonnégy órából áll ... plusz az éjszaka!”

Hajnali kettő körül vagyunk, mindenki a teremben, dolgozik a feladatán. Szillási egy shower-modellt próbál összehozni. Korábban lefordult már a programja, (gyakorlatilag) nem változtatott semmit, és a következő iterációnál meg már nem fordult. Dühösen felkiált:

– Mi az Isten??? Miért nem fordul???

Mire, nanoszekundum késés nélkül a terem másik végében fapofával, fahangon *Vértesi Robi*:

– Az első kérdésre az a válasz, hogy egy öröktől való, mindenek felett álló lény, a másodikra pedig az, hogy mert valamit elizéltél. (Más szót használt.)

Tarján Péter (a PHENIX-ben) egyszer (horribile dictu!) szombat-vasárnap el akart menni kirándulni. Óvatosan beszólt:

– Van a hét végére valami krízis előirányozva?

Az viszont valódi krízis volt, amikor egy fontos munkával többszöri határidő-módosítás után sem készült el, és a végén megmondtam: nem tudom tovább tartani a hátam, álljon fel és vallja be a csoportnak.

Persze, ódzkodott a kínos jelenettől, mire ez a bölcsesség szaladt ki belőlem:

– Péter, időnként fenéki le kell nyelni a keserű békát.

Tarján Péter: *Pesty László* a CERN-be jött forgatni a *Pesty Fekete Doboz* című műsorához. Több helyen forgattak, ahol magyarok voltak (ASACUSA, SPS, L3), mi meg próbáltuk a kamerába lebutítani a nagy magas tudományt, ami ott folyt. Persze, ez egyeseknek talán jobban is sikerült, mint kéne ... Az L3-nál forgatott részeknél Doki (Szillási Zoli) és én magyaráztunk. Már vagy 10 perce engem vett a kamera az L3 aknája mellett, legjobb tudásomat nyújtva próbáltam közel hozni az úri közönséghez a bonyolult részecskefizikát. Az ütközésekről beszéltem, amikor (egy magyarázó karikatúrarájra emlékezve) valami ilyesmivel próbáltam megvilágítani a lényegét: „Az érdekes az, hogy részecske-antirészecske ütközésben nem csak az a bizonyos részecske, hanem mindenféle egyéb is keletkezhet. Mintha egy eper és egy antieper ütközésekor nem csak újabb eper és antieper keletkezhetnének, hanem például banán és antibanán vagy kutya és antikutya is.” A riporter és az operatőr felcsillanó tekintetéből azonnal láttam, hogy ez súlyos hiba volt. És valóban, a CERN-ről szóló körülbelül 10 percesre vágott riportban belőlem ezt az egy mondatot hagyták meg ...

Idézetek, hivatkozások

1. <http://www.urbanlegends.hu/2010/12/puskas-kis-penz-kis-foci-nagy-penz-nagy-foci/>
2. Pozsgai Imre (Richter Gedeon RT.) évfolyam-, TDK-társam és Csikái Gyula (ATOMKI), mint szemináriumvezető által kitalált szójáték, ami az egyetemi kutatás pénzügyi helyzetére utalt (1966).
3. J. Csikai, A. Szalay, Int. Conf. on Mesons and Recently Discovered Particles (Padova–Venezia, 22–28 Sept. 1957) IV.8–16.
4. Erotyák J., Kürti J., Raics P., Sükösd Cs.: *Fizika III. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest–Debrecen–Pécs* (2006) 483–540., VIII. rész, Részecskefizika.
5. Fényes T. (szerk.): *Atommagfizika I.* (2. korszerűsített kiadás, 2009); Fényes T.: *Atommagfizika II. Részecskék és kölcsönhatásaik.* (2. korsz. kiad., 2012, Debreceni Egyetemi Kiadó)

ALICE (A Large Ion Collider Experiment)

Az LHC nehézion-fizikára alakult együttműködése, célja a kvark-gluon plazma előállítása és tanulmányozása nagyenergiás nehézion-ütközésekben. 1200 kutató vesz részt benne 36 ország 132 intézményéből. Jelentős magyar csoporttal rendelkezik: 20 fizikus és mérnök, főként az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontjából és az Eötvös Loránd Tudományegyetemről. Magyar fizikusok és mérnökök fejlesztették ki és építették meg az ALICE igen gyors adattovábbító rendszerét, amely azután annyira sikeresnek bizonyult, hogy a világ számos más kísérlete átvette és alkalmazta. Ugyancsak a magyar csoport fejleszti és építi a nagyon nagy energiás részecskék azonosítására szolgáló detektorelemét.

