

Másodszor a CERN-ben ...

Az elmúlt 20 évben jelentősen csökkent a nagyközönség – különösen a fiatalok – természettudományos műveltsége mind az Egyesült Államokban mind pedig Európában. Ez a babonák, ezoterikus tanok, csillagjósolás, szellemekben való hit olyan mértékű elterjedésének nyitott teret, amelyhez hasonlóval csak a „sötét középkorban” találkozunk.

Riasztó ellentmondás, hogy a 21 század embere képtelen a tudomány és a technika vívmányai nélkül (elektromosság, távközlés, információ-technológia, biotechnológia) élni, de ugyanakkor a természettudományos ismeretek tekintetében a sötét középkor szintjére süllyed vissza.

Ezt a veszélyt néhány erősen érintett országban (USA, Németország) már felismerték, és újabban már a kormányok is lépéseket tettek a kulturális olló további szétnyílásának megakadályozására, komoly pénzeket fektetve a közoktatás természettudományos részének megerősítésébe, a fiatalok természettudománytól való elfordulásának megállítására. (Magyarországra ez a tendencia sajnos kormány szinten még nem „gyűrűzött be”, a természettudományok gimnáziumi óraszámai ma sokkal alacsonyabbak, mint 20-30 évvel ezelőtt.)

Annak érdekében, hogy a világ elkerülje ezt a fenyegető tudathasadást, a világ vezető kutató laboratóriumai – közöttük a Genf közelében levő CERN is – elhatározták, hogy segítik a fizikatanárokat. Segítségükkel a tanárok jobban meg tudják mutatni a fiataloknak azt, hogy a fizika és a tudomány az emberiség javát szolgálja, hogy a világ érdekes és a tudomány szép, amelyet érdemes művelni.

A CERN (<http://www.cern.ch>) által 2005-ben meghirdetett – nemzeti nyelven történő – tanártovábbképzési program keretében magyar fizikatanárok 40 fős csoportja indult 2007. augusztus 11-én, – immár második alkalommal – 9 napos tanulmányútra a CERN-be.

(A tavalyi úttal kapcsolatos információk a következő címen érhetők el:

<http://www.kfki.hu/elft/cerntanut/2006/> )

A szakmai tanulmányutat, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat (<http://www.kfki.hu/elft/>) szervezte, a SIF Alapítvány és a CERN anyagilag is támogatta. A tanulmányutat a 2007-es évi Országos Középiskolai Fizikatanári Ankétón (<http://www.kfki.hu/elftkisk/Anketok.htm>) hirdettük meg. A lelkesedés olyan nagy volt, hogy már az Ankétón teljesen betelt a létszám, sőt sokan kerültek várólistára. A CERN tervei szerint ilyen tanulmányútra évente sor kerülhet.

A csoport részletes programja angol és magyar nyelven az interneten is elérhető, az előadások anyaga letölthető, és az azokról készült videófelvevételek is megnézhetők:

<http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=19196>

A CERN-ben a csoport szakmai előadásokat hallgatott a részecskefizikáról, a detektorok és a gyorsítók működéséről, az Univerzum keletkezéséről és fejlődéséről, valamint a hatalmas mennyiségű adat feldolgozásának számítógépes lehetőségeiről. Az előadások mellett a legizgalmasabbak a nagy kísérleti berendezéseknél tett látogatások voltak. Az egyik ilyen általunk is megtekintett nagy kísérleti laboratórium az ATLAS volt, amelyről a helyszínen dolgozó fiatal magyar kollégánk, Ifj. Krasznahorkai Attila a következőket írta:

*„A CERN-ben, az európai részecskefizikai laboratóriumban, a világ legnagyobb proton gyorsítójának építése a végéhez közeledik. Amikor a Nagy Hadron Ütköztető (Large Hadron Collider, LHC) elkészül, 14 TeV tömegközépponti energiával fog egymással protonokat ütköztetni (a proton a legkönnyebb elem, a hidrogén atommagja, minden atommag alkotórésze). Ekkora energiát akkor kapnának a televíziónk képcsövében száguldó elektronok, ha azokat 14 ezermilliárd voltos feszültséggel gyorsítanánk fel (ez kb. milliárdszor akkora, mint egy hagyományos TV-képcsőben alkalmazott feszültség). Ezen az energián a protonok sebessége már alig marad el a fénytől. Az LHC több tekintetben is túlszárnyalja a Természet*

rekordjait: a 27 km területű földalatti gyűrűben lévő vákuum jobb, mint ami a csillagközi térben uralkodik; a protonok körpályán tartásához használt szupravezető mágnesek hőmérséklete pedig alacsonyabb, mint az Univerzum dermedt hidege! Az ütközésekben a fizikusok az Ősrobbanás utáni első pillanatok körülményeit akarják előállítani laboratóriumi környezetben. Ez nagyban hozzájárulhat majd a részecskék kölcsönhatásainak jobb megértéséhez, és a remények szerint néhány új jelenség megfigyeléséhez is. Az LHC 4 ponton ütközteti majd a benne keringő protonnyalábokat egymással. Minden ütközési pontot egy-egy detektor, az ütközésekben keletkező részecskék észlelésére alkalmas berendezés figyel. Ezek közül a legnagyobb méretű az ATLAS elnevezésű detektor. A berendezés a gyorsító többi részével együtt 100 méterrel van a föld alatt. Ott kellett a számára egy hatalmas csarnokot kiásni, ahova a nagyjából 50 méter hosszú és 25 méter átmérőjű, henger alakú szerkezet befér. A detektor feladata, hogy a protonok ütközésében keletkező részecskék tulajdonságait (többek között a pályájukat, energiájukat és típusukat) a lehető legh pontosabban meghatározza. A detektor jellegzetes alakját a benne használt mágnesek adják. A töltött részecskék tulajdonságait mágneses térben a legegyszerűbb vizsgálni, hiszen ott különböző energián a részecskék különböző módon viselkednek. Az ATLAS fő - toroidális - mágneses terét 8 szupravezető tekercs adja. Ezek az abszolút nulla fok feletti kevesebb mint 2 fokal hőmérsékleten biztosítják a nagyon nagy (2 T) mágneses teret a müonok eltérítéséhez. A detektor mostanra majdnem teljesen elkészült. 2005 óta különböző részeit folyamatosan tesztelik, miközben az új részeket építik be. Amennyiben előre nem látható problémák nem jelentkeznek, a detektor várhatóan jövő év közepére lesz készen, az LHC első nagyenergiás ütközés rögzítésének ellátására.“

A kísérleti helyek látogatása során a csoport a CMS berendezést is megtekinthette. Szillasi Zoltán (CERN) a következőképpen foglalja össze a CMS kísérlet legfontosabb tudnivalóit:

„CMS = Compact Muon Solenoid detektor a CERN-ben épülő Large Hadron Collider (LHC) nevű gyorsítóra tervezett négy kísérlet (CMS, ATLAS, ALICE, LHCb) egyike. A CMS az ATLAS-szal együtt általános célú detektor, amelyek proton-proton ütközéseket fognak vizsgálni, míg az ALICE detektor a kén-, vagy ólomatommagokból álló nyalábok ütközésekor létrejövő folyamatokat fogja tanulmányozni. Az általános detektorok feladata a részecskefizikusok szent Gráljának tekintett Higgs-részecske megtalálásán kívül az ún. Szuperszimmetria és az egzotikus fizika felfedezése és/vagy vizsgálata. Az egynél több kísérlet építésére azért van szükség, mert az egymástól kissé eltérő technológiát használó eszközök lehetővé teszik az eredmények ellenőrzését. A részecskeütközésekben ma vizsgált részecskék többsége igen rövid életű. Ezek tanulmányozása így csak a bomlástermékeik megfigyelése útján lehetséges. A modern részecskefizikai detektorok ezért úgy épülnek, hogy alkalmasak legyenek a részecskefizikai kölcsönhatások végállapotában található (proton ütközések esetén igen nagyszámú) részecskéknek mind az energiáját, mind a mozgásirányát igen pontosan meghatározni. A kirepülő részecskék egy része töltéssel rendelkezik, így ezek lendületét is képesek ezek a detektorok meghatározni úgy, hogy a detektorba elhelyezett mágnes terében eltérülő részecske pályájának görbületét mérik. A CMS kísérlet építésében magyar kutatók is részt vesznek. Ez a detektor mintegy 15 méter átmérőjű, 21 méter hosszú, henger alakú detektor. Alakjának megválasztásakor szem előtt tartották, hogy a közepén lejátszódó kölcsönhatás után kirepülő részecskék a tér minden irányába távozhatnak. A majdnem két Eiffel-torony tömegével megegyező tömegű (12500 t) detektor legfelső térrészében helyezkedik el a Tracker néven említett pályaelem meghatározó aldetektor. Ez az eszköz szilícium-alapú félvezetőkből áll és az általa elfoglalt mintegy 2,5 m átmérőjű és 5,5 m hosszú hengeres térrészben körülbelül 9600000 helyen képes koordinátát mérni. A Trackert a 80000 kristályból álló elektromágneses kaloriméter veszi körül. Ez az aldetektor a kirepülő részecskék között előforduló fotonok és

*elektronok energiáját képes meghatározni. Az ütközési ponttól távolodva a következő detektorelem az ún. hadronikusan kölcsönható részecskék (leginkább pionok) energiámérésére szolgál. A CMS-ben eddig említett összes detektorelem a detektor nevét is adó mágnesekercsben (szolenoid) foglal helyet. Ez a világon eddig épített legnagyobb térfogatban 4 T mágneses teret (a földi mágneses tér mintegy 100000-szerese) előállítani képes szupravezető mágnes. A detektor tartószerkezetéül szolgáló, a mágnes által keltett iszonyatos erőhatásoknak ellenállni képes több ezer tonnás acélköpenyben kapott helyet a CMS 250 db müonkamrája. Ezek gáztöltésű detektorok, melyek képesek a rajtuk áthaladó müon nevű részecske pályájának megmérésére. Mivel a müonok pályaelemeit a Tracker is méri, a pontos lendületmeghatározás érdekében fontos a Tracker és müon kamrák egymáshoz képest a térben elfoglalt helyzetének minél pontosabb ismerete. Ennek a pozíciómérő rendszernek a tervezésében és kivitelezésében a Debreceni Egyetem Kísérleti Fizikai Tanszéke és a Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézetének kutatói meghatározó szerepet játszanak. A detektor két végén helyezkednek el az ütköző protonnyalábokhoz képest kis szögben kirepülő hadronok energiáját mérő eszközök. Ennek építésében a KFKI RMKI munkatársai vettek részt. A CMS detektor szép példája a nagy nemzetközi együttműködésnek, hiszen már most, építésének idején 37 ország több mint 150 intézetének mintegy 2300 kutatója vesz részt benne. Amikor pedig várhatóan 2008-ban elindul, az adatgyűjtés során sokkal többen fognak részt venni a segítségével feltáruló fizika törvényeinek megismerésében.”*

A továbbképzésen résztvevő tanárok azon túl, hogy megismerkedtek a CERN-ben folyó munkával, számos önálló fizikai kísérletet is végrehajtottak. Ezek közül is az egyik legjelentősebb az az igazi fizikatörténeti csemegének számító kísérlet, amelyet 1643-ban végzett el Evangelista Torricelli és Vincenzo Viviani. A magyar fizikatanárok az eredetinel jóval látványosabb, meghökkentőbb formában hajtották végre a kísérletet. Tófalusi Péter, a debreceni Dóczy Református Gimnázium fizikatanára vezetésével a lelkes csapat egyszerű eszközökkel és mindenek előtt higany helyett víz segítségével mérte meg a légnyomást. A kísérlet során először a CERN 32. épületének külső tűzlépcsőjén – az intézetben kutató, a világ minden tájáról érkező fizikusok érdeklődése közepette – egy függőleges, 11 méter hosszú átlátszó műanyag csövet óvatosan vízzel töltöttek meg. Ennek a vízoszlopnak a csőből való teljes kifolyását a külső légnyomás 885 cm magasan állította meg. Így az ilyen magas vízoszlop súlyából származó nyomás a vízoszlop felett levő vízgőz nyomásával kiegyensúlyozva megegyezik az aktuális légnyomással.

A kísérlet végrehajtása során megjelenő nehézségek közül az egyik legjelentősebb a cső buborékmentesítése, amelyet a tanár csapat mintegy 11 méter magas csatárláncot alkotva, kéz a kézben hajtott végre. A közös munkát öröm és siker koronázta, mivel a légnyomás (a mérés alkalmával) a digitális barométer által mutatott 960 hPa értéktől kevesebb, mint 5 %-kal tért el.

A fizikatanárok a hét során ezt a kísérletet még többször is megismételték, többek között a Mont-Blanc 3842 méter magas, Aiguille du Midi csúcsán is. A mindenképpen különlegesnek számító, 0 °C körüli hőmérsékleten végrehajtott kísérlet igazi szenzációnak számít.

Köszönjük mindazoknak, akik támogatásukkal hozzájárultak, hogy magyar fizikatanárok egy újabb csoportja vehetett részt ezen a tanulmányúton.

Dr. Sükösd Csaba fizikus, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke, a tanulmányút szervezője, valamint

Ifj. Krasznahorkai Attila fizikus, Szillasi Zoltán fizikus, Tófalusi Péter fizikatanár, Nagy Tibor fizikatanár, Berecz János fizikatanár, Onofer László fizikatanár.