

résekre szánt ALICE (A Large Ion Collider Experiment) szintén jelentős magyar részvétellel, és a b-kvark fizikájára összpontosító LHCb.

A CMS-detektor építésén két magyar csoport is dolgozik. A müon-detektor helyzetmeghatározó rendszerét a Debreceni Egyetem és az ATOMKI közös csoportja fejleszt, az előreszórás kaloriméter építésében pedig az RMKI vesz részt.

Rendkívüli feladatot jelent majd a CMS-események tárolása és elemzése. Az LHC-ban 25 ns-onként ütköznek majd a protoncsomagok, ütközésenként 10–20 p–p kölcsönhatással, és az összetett hadronokból többnyire csak egy-egy kvark ütközéséből várható fizikailag érdekes esemény (remélhetőleg Higgs-bozon keletkezése is!), így óriási „zajból” kell majd kiválogatnunk, amit keresünk. Csak az előzetes eseményszűréshez 500 GB/s sebességre, azaz mintegy 4000 számítógépre lesz szükség. Évente 10 PB (10^{16} bájt) adatot kell majd tárolni és feldolgozni. A CERN ehhez létrehozta az LCG (LHC Computing Grid) rendszert, amelyhez Magyarország is csatlakozott: jelenleg az egyetlen komoly magyar LCG-rendszert az RMKI üzemelteti 100 processzorral és 7 TB

lemezterülettel. 2003 nyarán telepítettük a résztvevő intézmények (jelenleg mintegy nyolcvan) közül hetedikként az LCG szoftvert, és azóta azt néhány fizikus és informatikus működteti. Népes magyar informatikusgárda vesz részt a CERN-i grides fejlesztőmunkában, és a Magyar Grid Kompetencia Központ keretében a SZTAKI, az ELTE, a BME és a NIIFI informatikusai is hozzájárulnak az LCG-rendszer fejlesztéséhez.

Csoportunk a CMS analízis-előkészítő tevékenységébe kapcsolódott be, ebben az Osztrák Tudományos Akadémia bécsi Nagyenergiájú Intézetével működünk együtt. Célunk töltött Higgs-bozonok és a kvarkok szuperszimmetrikus modellek által jósolt partnereinek keresése proton–proton ütközésekben.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönettel tartozik a közös publikációkban szereplő (és nem szereplő) kollégáinak, akik nélkül sem valósult volna meg a leírtakból, a CERN-nek és a Tokiói Egyetemenk, valamint az OPAL és ASACUSA kísérletek résztvevőinek a tiszteves kellemes és eredményes együttműködésért, és amiért a különböző pályázatok (legutóbb az OTKA T042864 és T046095 és FP6 MC-ToK 509252) támogatásával együtt is igen szegény magyarokat befogadták és anyagilag is támogatták.

A FIZIKA TANÍTÁSA

SCIENCE ON STAGE, AVAGY MENTSÜK MEG A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK TANÍTÁSÁT!

Lang Ágota

Sopron, Széchenyi Gimnázium

Ezzel a céllal gyűltek össze a természettudományt tanító tanárok (kb. 400-an) Európa 29 országából (és Kanadából) a CERN-ben a 2005. november 21–25. között megrendezett, fenti elnevezésű fesztiválon. Ez az esemény a 2000-ban, 2002-ben és 2003-ban megrendezett *Physics on Stage* folytatása, pontosabban kibővítése volt más természettudományi ágakkal: kémiai és biológiai. A történet az 1990-es években kezdődik, amikor is a fizikatanárok teljesen kétségbe estek a fizika iránti világméretű társadalmi érdektelenség láttán. Később már Európa fizikusokat foglalkoztató nagy kutatóintézetei is észlelték, hogy „hiba van a kréta körül”, amivel a fizikát tanítják. Először a CERN (European Organization for Nuclear Research) az ESA (European Space Agency) és az ESO (European Southern Observatory) ocsúdott fel és talált ki valami okosat: gyűjtsük egybe az európai fizikatanárok „krémjét”, és adjunk nekik lehetőséget tapasztalataik, ötleteik, kicserélésére azért, hogy együtt kidolgozzanak valami stratégiát arra, hogyan tehetnénk a fizikát vonzóbbá a fiatalok számára. Azonban ez a rendezvény más, mint egy hagyományos nagy összeurópai fizikatanári konferencia (Ankét), mert a szervezők műfajául a fesztí-

vált jelölték meg. Bevallom, én a kollégáimnak sosem mondtam ki ezt így, ha szóba került, hova megyek, mert még azt gondolták volna, hogy valami zenés-táncos vigasság az úti cél. És nem is tévedtek volna sokat... A meghirdetett kategóriák, amelyekre valamilyen produkcióval jelentkezni lehet, magukért beszélnek: színjáték előadása, egyéb színpadi attrakció, bemutató, vásár stb., de hagyományos plenáris szakmai előadások, a tanítás megújítását célzó módszertani műhelyek is szerepeltek az előzetes programban.

Az elmúlt öt évben a szervezők csapata megerősödött, mert immáron az EFDA (European Fusion Development Agreement), az EMBL (European Molecular Biology Laboratory), az ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) és az ILL (Institut Laue–Langevin) is támogatja az eredeti célokat. Ők heten alkotják az EIRO-fórumot, melynek mottója: „Európa tudományos életét szolgálni”. Jól tudják, hogy ehhez először ki kell termelni az agyukat, akik a célokat meg is valósítják.

Ennek előmozdítására szervezik az „...on Stage” rendezvényeket, ahol a már említett „zenés-táncos megmozdulások” (színpadi produkciók) mellett a résztvevők akti-

vitását elváró műhelyfoglalkozásokon vitatják meg az aktuális kérdéseket. De a rendezvény leghasznosabb része a vásár. Az elnevezés találó: az országok kipakolják portékájukat (módszerek, kísérletek) a nemzeti standra (valamennyi országban hazai selejtező után állítják össze a nemzeti válogatotat), azután megpróbálják „eladni”. Ez esetünkben azt jelenti, hogy igyekeznek felkelteni más kollégák figyelmét. A fizetség természetesen az a jóleső érzés, hogy milyen sokan érdeklődnek a kísérleteink, bemutatóink iránt. Ennek látványos megnyilvánulása a rajzkészítő, fényképező, videózó kollégák sorakozása a standunk előtt, e-mail-címek cseréje, személyes információcsere. 2002-től már bizonyos díjakat is osztanak a vásáron bemutatott eszközökre. Ebben a vonatkozásban elég jól állunk: eddig mindig jutott valami a magyar delegáció tagjainak is. 2002-ben *Márki-Zay János* (Hódmezővásárhely, Cseresznyés Kollégium): II. díj; 2003-ban *Härtlein Károly* (BME, Fizikai Intézet): I. díj; 2005-ben *Lang Ágota* (Sopron, Széchenyi Gimnázium): az ESA különdíja. A szervezők a korábbiakhoz képest egy újítást is bedobtak: a vásárnak helyet adó sátorban is felállítottak egy színpadot, ahol lehetőséget adtak az országoknak, hogy bemutassák legérdekesebb kísérleteiket. Az ötlet nagyon jó, de a kivitelezésen még csiszolniuk kell.

Ezen alkalommal minden napnak megvolt a maga témája, ezek rendre: Einstein, űrkutatás, élet, fenntarthatóság, technika és társadalom. Legnagyobb várakozással az űrkutatás napja elé néztem, amikorra élő kapcsolást ígértek a Nemzetközi Űrállomással. Ez a marylandi központon keresztül valósult meg, amellyel a „műsorvezető” forródrótos összeköttetésben állt.

Térképen követhettük nyomon az ISS útját, láthattuk, mikor éri el a hatósugara a földi központot, és akkor már tárcsáztak is Marylandben. Az egy körülfordulás alatt 10 percig tartó kapcsolat során diákok tettek fel kérdéseket az amerikai *William McArthur*nak, az ISS jelenlegi parancsnokának.

A gyerekek 6 országból érkeztek, és ez a lehetőség munkájuk elismerése volt, mert részt vettek az ESA egyik projektjében. Itt jegyzem meg, hogy az ESA sok projekttel célozza meg a 10–18 éves korosztályt. (Érdemes utánanézni a honlapjukon az esetleg a magyar fiatalokat is érdeklő aktivitásoknak: www.esa.int/education, www.esa.int/kids.) Ezt támasztja alá az a képregény is, amelyben a Cassini–Huygens űrszondával ismertetik meg a fiatalokat. (Úgy látszik, megirigyleték a CERN-ről és a részecskékről szóló, hasonló jellegű kiadványt. Egyébként annak idején ez ihlette meg *Kiss Dezső*t is, amikor megírta a *Nagy vadászat, avagy a részecskék képregényes világa* című kedvenc atomfizikai segédanyagomat.) Ezt a kiadványt a résztvevőknek is osztogatták, sőt még a dedikálása is szerepelt a programban.

Persze más napokon is láthattunk érdekes, sőt jópofa produkciókat. Rögtön az első a sokat ígérő *Einstein és az ugráló Doppler-tehenek* címet viselte. A bemutató, amely a nézőket is bevonta az előadásba, a Doppler-effektust próbálta diákok számára is emészthetővé tenni. Ehhez szükséges egy elektromos pásztornak nevezett kerítés, egyik végén egy cowboy, a kerítés mentén két tehen és másik végén egy Einstein. A nehezebben beszerezhető

kellékeket diákok, illetve egy szalag helyettesítheti. A gazda egy elektromos jelet indít el, amelyet a kerítés mentén sétáló szereplő jelképez, és amelynek megérkezését a tehenek egy ugrással jelzik. Erről az eseményről fényhullámok útján értesülnek a kerítés két végén álló megfigyelők, azaz statiszták képekkel sétálnak a gazda és Einstein felé. Ami változtatható: a jel és a képek sebessége. A kérdés: a két megfigyelőhöz mikor érkezik meg az információ az egyes tehenek ugrásáról. (További megfontolásra az olvasó szíves figyelmébe ajánlom.)

Egy másik előadás az első ránézésre snassznak tűnő *Biológiaóra* nevet viselte. Egy biológia-tanár nő a görög óda műfaját választotta, amikor úgy döntött: népszerűsítő művet ír az emberi szervezetről és az abban lejátszódó folyamatokról. Így aztán a kórustól kezdve – tulajdonképpen ők helyettesítették a tanárt – minden ódakelléket bevetett, és a mű még angolul is rímelt! A kerettörténet szerint egy földönkívüli érkezik bolygónkra, rögvést találkozik egy lánnyal, akire rácsodálkozik. A lány a kórus segítségével megismerteti őt az emberrel úgy is, mint biológiai rendszerrel. Természetesen a szerelmi szál sem hiányzik – a kollégánő tudja, mitől döglök a légy! A 11–16 éves szereplők nagyon ügyesen mozogtak a görög népzene, nálam ők vitték el a pálmát.

Azért nem volt egyszerű dönteni, amikor a fesztivál vége felé egy kérdőívet töltöttünk ki például arról, melyik produkciókat tartjuk a legjobbnak. Mert nem lehet elfelejteni a spanyol kollégákat sem, akik kellemes spanyol dallamokra lejtettek táncot a színpadon matematika témakörben. Ha hozzáteszem, hogy egyikük minimum 130 kiló, ez már magában mosolyra fakasztotta a publikumot, de ők a tartalommal is gondoskodtak arról, hogy nevetőizmaink ne unatkozzanak.

A *Nem csak krétával...* című bemutató kezdetén minden néző kapott egy szívószálat, egy gémpapírt és egy darab cernát. A cseh kolléga ezekből az eszközökből legalább hatféle kísérletet hozott ki a tömegközéppont meghatározásától kezdve az elektrosztatikáig.

Szerencsére, ha már ott voltunk a CERN-ben, megengedték, hogy bepillantsunk a színpadok mögé. A 2007 szeptemberében startoló LHC (Large Hadron Collider) programhoz 4 új detektort építenek: ALICE, ATLAS, CMS és LHCb. Én az ATLAS-t megtekintő csoportba kerültem. Ez a detektor már félkész állapotban van 100 méter mélyen a föld alatt. Érdekes volt azokat a nagy alumínium-csöveket immáron a helyükre beépítve látni, amelyekben a szupravezetéshez szükséges alacsony hőmérsékletet biztosító folyékony nitrogén áramlik majd (1. ábra). Mikor másfél évvel ezelőtt nyaralás címszó alatt beugrotunk a CERN-be, ezek még a szerelőcsarnokban feküdtek. Akkor szerzett kedves ismerősünket, *Erő Jánost* meglátogatva, ő is szinte kötelességének érezte, hogy beszámoljon, hogyan haladnak a műondetektor (CMS) elektronikájának építésével. Elkészült a nyolcvan panel azokkal az áramkörökkel, amelyek segítségével majd kiválogatják az ütközéskor keletkező, terabájnyi nagyságrendű adathalmazból azokat, amelyek ígéretesnek tűnnek. Csak ezeket küldik tovább későbbi kiértékelésre.

A szervezők mindig gondoskodnak kulturális programról is, ez idén sem hiányzott. Nemrég készült el a



1. ábra. Az ATLAS detektor

CERN gömb alakú, ennek (is) köszönhetően Globe névre keresztelt központja. A tetőtérbe egy spirál alakú feljárón juthatunk, itt Einstein-kiállítás volt éppen. A feljáró melletti falon elhelyezett nagy posztereken az Univerzum keletkezéséről kaptunk tájékoztatást, illetve arról, hogyan kapcsolódnak ehhez a CERN-ben folyó kutatások. A színpadon pedig egy ősbemutatóra került sor: a *Cosmos* című modern opera volt műsoron, direkt erre az alkalomra tartogatva. Az előadás sok látványos elemet tartalmazott a multimédiában rejlő lehetőségek kihasználásával.

Figyelem! A *Science on Stage* folytatódik! A Tudomány legközelebb Grenoble-ban lép színre, 2007 áprilisában.

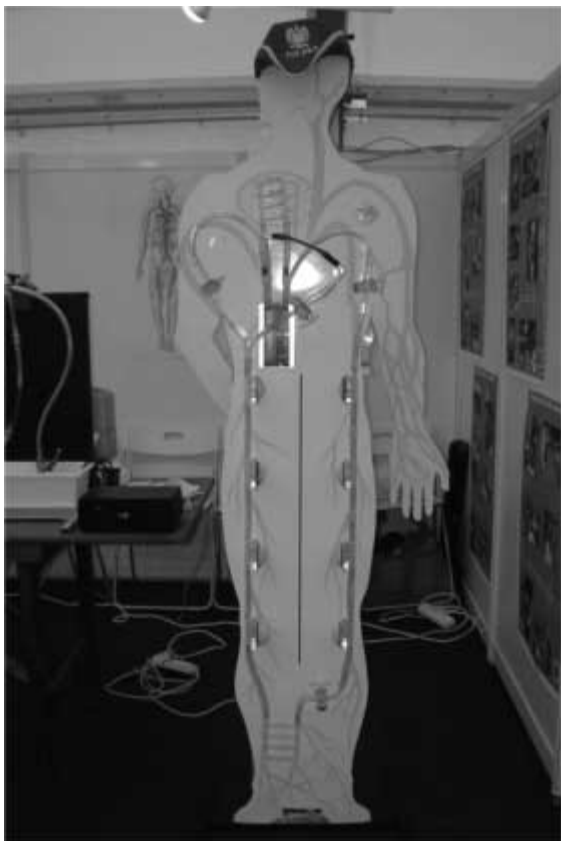
2. ábra. A magyar stand



(Itt található az ESRF, EMBL és az ILL.) Ugye tudják, kollegák, mi a teendő, ha részt akarnak venni rajta? Először is már most el lehet kezdeni törni a fejet valamely látványos kísérleten, bemutaton. Azután következnek a válogató Székesfehérváron (négyből négyszer itt volt, gondolom, jubilálni szeretnének), amelyre a *Fizikai Szemle* is fel szokta hívni a figyelmet. A legjobb ötletekkel pedig meg lehet próbálni felkerülni a színpadra, de erre a jelentkezést már körülbelül fél évvel korábban be kell adni a szervezőknek. Persze, a magyarországi szervezők ajánlásával. (Ezekről a honlapon lehet tájékozódni: www.scienceonstage.net.)

Kiindulási alapként felsorolom, hogy milyen produkciók képviselték Magyarországot 2005-ben a *Science on Stage*-en (2. ábra). *Farkas Zsuzsa* (Szegei Tudományegyetem, JGYTFK) az optikai szálakat ajánlotta figyelmünkbe, amelyek egyre jelentősebb szerepet töltenek be az információ közvetítésében. *Härtlein Károly* (BME, Fizikai Intézet) a tőle megszokott módon ismét egy nagyvonalú kísérletet (is) hozott: idén megmutatta, hogyan lehetünk át egy deszkát ceruzával. *Köllő Zoltán* (Illyés Gyula Gimnázium, Budapest) egy határterületet választott, és a földrajzban felbukkanó fizika – ciklonok képződése, üvegházhatás stb. – szemléltetésére vállalkozott. Jómagam a biológia felé fordulva egy idegsejtmodellel rukkoltam elő. *Ludányi Lajos* (Berze Nagy János Gimnázium, Gyöngyös) az *Interdiszciplináris kapcsolatok a középiskolai oktatás gyakorlatában* pályázat nyerteseként vívta ki a részvétel jogát. *Nyerges Gyula* (Zsigmond Vilmos Gimnázium és Szakközépiskola, Dorog) most a hangtannal kacérkodott, a klasszikus kísérletektől kezdve jutott el új számítógépes módszerekig, amelyekkel a csillagok hangját is meghallhattuk. *Piláth Károlytól* (Balassi Bálint Gimnázium, Budapest) ugyancsak egy teljesen új ötletet kaptunk, ő egy spektrofotométert épített, amely webkamerán keresztül juttatja be a gépbe a kiértékelendő adatokat. *Sebestyén Zoltán* és *Zsolt* (Testvérvárosok Téri Általános Iskola, Pécs) a tőlük megszokott formájukat hozták, azaz több apró, de érdekes kísérletet. Nekem legjobban az tetszett, amikor késsel-villával felszerelkezve egy Volta-oszlopot alkottunk, és 8–10 emberből már kijött annyi feszültség, hogy egy LED-et működtessen. *Szentgyörgyi Tímea* (SEK Budapest International School) személyében kémia tanár is képviselte Magyarországot. A csapat főnöke *Kovách Ádám* volt. (Mindezekről kicsit bővebben olvashatunk Härtlein Károly jóvoltából, aki kihajtotta belőlünk, hogy valamilyen formában rögzítsük kísérleteinket és összeállította a magyar csapat CD-jét. Ez az interneten a <http://jedlik.phy.bme.hu/scienceonstage/> cím alatt érhető el.)

És vajon mit hoztak magukkal a többiek? Fussunk gyorsan egy képzeletbeli kört a vásárban és nézzünk meg néhány érdekes kísérletet. Velünk szemben, a német standon nap mint nap szemezhettünk egy kis egy személyes napelemes autóval, amelyet egy kolléga épített. Közülünk is többen beszuszakolták magukat a kocsi-ba, kipróbálni az élményt (mármint a bennülését, mert elhajtani nem lehetett vele, már csak helyszűke miatt sem). Mellettük a lengyelek *Tud-e énekelni az uborka* címen kínálgatták *Öveges József* – minden magyar fizika-



3. ábra. A vérkeringés modellje

tanár által – jól ismert kísérletét, amelyben valamilyen gyümölcs vagy zöldség alkotja a galvánelem savas vagy sós nedvet biztosító részét, majd a kapott feszültséggel például egy zenélő képeslapban található csipet szólaltatunk meg. Megmondom őszintén, először csak legyintettem, hogy ilyenekkel is elő mernek jönni, de azután rájöttem, hogy ebben az a fontos, hogyan adjuk el/elő a diákoknak még a legegyszerűbb kísérletet is. Azért volt ezen a standon nagyobb lélegzetű mű is: az emberi vérkeringés komplett modellje (3. ábra).

Még a bypass is „be volt építve”, és egy kiadós magyarázatot is kaptak az érdeklődők. Én legtöbbször az olasz standra tértem vissza, ahol egy professzor – stílusosan – gyorsító-berendezést készített. Az acélgolyó-részecske modellvasút pályáján körözött, a sínekkel érintkezve. Az alagutak nagyobb tekercek voltak, amelyekbe 2 amperes áramot vezetett (4. ábra). A franciák standjukat kiterjesztették a sátor melletti mezőre is, tekintettel napfényt igénylő eszközükre. Ez egy szolár-szökökút volt, amelynek pumpáját hajtó motor napelemmel működött. Minél intenzívebb a napfény, a pumpa annál magasabbra tudja felnyomni a vizet, melynek szintjét egy rajta úszó sárga labda tette messziről is láthatóvá. Érdekes volt, hogy ha csak egyetlen napelemdarabkát is letakartunk, a vízszint máris a felére csökkent. A bolgároknál a fő látványosságot egy hatalmas marsi terepasztal jelentette. Ezt diákok készítették, és a makettekkel azt mutatták be, hogyan is rendezkednének be a Marson, ha egyszer erre sor kerül. A jelek szerint egész ügyesen. Látványos volt az az embermagasságú DNS-modell is, amelyet görög



4. ábra. Gyorsító olasz módra

diákok készítettek kólás dobozokból és félliteres flakonokból. Most is többen hoztak fizikával kapcsolatos játékokat, legnépszerűbb az araszoló mozgást végző rakéta-autó volt. Hasonló kategóriába tartoznak azok az eszközök, amelyek látványosak és jól mutatnak akár otthon a polcon is, gondolok itt a Galilei-hőmérőre, a radiométerre, vagy a plazmagömbre. Ezeket már nálunk is lehet kapni, nem így azt az állóhullámokat keltő berendezést, amelybe rögtön be van építve a stroboszkóp, változtatjuk a frekvenciát és még színes megvilágítás is jár hozzá. Nem tudom nyugodt lélekkel álomra hajtani fejem addig, amíg egy ilyen be nem szerzek. A másik dolog, ami még izgat, a GPS. Majd ha már Magyarországon is minden családban lesz belőle legalább egy, visszatérek a dán kollégához, aki a műszerrel, illetve az ahhoz kapcsolódó feladatokkal színesíti a matematika- és fizikaóráit.

Néhány tanár ügyesen játszott a kofaszerepet. Bár első ránézésre elsiklottam a kísérletük felett és már léptem volna tovább, mégis rámtukmálták árujukat. (Ezt utólag többnyire nem is bántam meg.) Így hallhattam például olyan projektről, amelyben teknőcök bőre alá adó-vevőt szereltek (diákok, természetesen!), hogy nyomon kövessék az állatok mozgását a tengerben. Másik helyen olyan intelligens madáretetőt mutattak, amelyik csak egy bizonyos, védett fajnak ad enni. Ez a fajok eltérő súlyán alapul, mert ahogy rászáll a madár, csak egy bizonyos súlyintervallumban nyit ki az etető.

Ahogy már korábban említettem, 2002 óta díjakat is osztanak ezen a rendezvényen. Én sajnos a zárónapon már nem tudtam részt venni, mert hétfőgén Esztergomban volt „jelenésem”. Így elképzelhető meglepetésem, amikor onnan hazaérve egy bekeretezett oklevelet találtam az asztalon, Science on Stage logóval, a nevemre kiállítva. Ezúton is köszönöm Sebestyén Zolinak, hogy felénk kanyarodott! A díjkiosztóról tehát nagy bánatomra nincsenek saját élményeim. A többiektől beszerzett információk alapján úgy tűnik, itt is történtek változtatások a korábbi alkalmakhoz képest. Most a három tantárgyban külön díjazták a legjobb kísérleteket, a szervező intézmények pedig elismerő okleveleket osztogattak. Nagy szerencsémre az ESA képviselőjét az idegsejtmodell ragadta meg. Ennek prototípusát két tanítványom, Horváth Dóra és Stubenvoll Zsolt készítette még két éve az SZTE Kísérleti Fizika Tanszéke által kiírt versenyre. Azután kiegészítették a számítógéppel, mint aggyal, és így nyertek vele a



5. ábra. A díjazottak, a díj és a Neuróda

Természet Világa diákpályázatán. Ez az oka, hogy az idei januári szám mellékletében *Neuróda = neuron és dióda* címmel olvashatunk a modellről (5. ábra). Emiatt, egészen röviden, csak néhány figyelemfelkeltő szót ejtek az eszközről. Maga az „idegsejt” Duplo-kockába épített kis áramkör, amely félvezető elemeket tartalmaz. A diódnak

köszönhetően a modellnek ingerlő és gátló bemenete van. Egy LED jelzi, hogy az inger – amely esetünkben feszültség formájában keletkezik és terjed – megérkezett, és végül a kimenettel tud kapcsolódni a következő sejthez. Így egy sejtláncot építünk ki, amely egy érzékelő idegsejttel kezdődik (receptoraink hangra, hőre és fényre érzékenyek) és a mozgató idegsejttel végződik. Mivel ezt másképpen motoros idegsejtnak hívja a szakirodalom, kínálkozott az ötlet, hogy egy kis motor zárja azt a láncot, amellyel egy olyan élőlény reakcióját modellezzük a három fajta ingerre, amelynek nincs agya. A fejlettebb élőlényeket „Garfield” modellezi, „akinek” agyába, gondolataiba a monitor segítségével láthatunk be. A három receptortól három külön láncon fut az ingerület a számítógépbe, és attól függően, hogy éppen milyen inger érkezik, Garfield álmában – mivel alapállapotban ezen kedvenc tevékenységét űzi – megjelenik egy vekker, egy kandalló, vagy egy napocska. Ez utóbbi zavarja, hiszen aludni sötétben a legjobb. Ha nincs John a közelben, hogy segítsen, a kiskocsira szerelt Garfield maga indul el lehúzni a rolót...

FIZIKA AZ ERDEI ISKOLÁBAN

Vankó Péter
BME, TTK, Kísérleti Fizika Tanszék
Árpád Gimnázium, Budapest

Az elmúlt évtizedben egyre több iskola ismerte fel a szabad természetben eltöltött egyhetes foglalkozásokban rejlő pedagógiai lehetőségeket. Divat lett az erdei iskola: a tanári kezdeményezések mellett vállalkozások alakultak komplett – szállást, étkezést, szakmai programot tartalmazó – erdei iskolai foglalkozások szervezésére. Az iskolák témája – a közösségi programok, kirándulások mellett – elsősorban a környezet- és természetvédelem, madarászás és növényhatározás, azaz az iskolai tárgyak közül jellemző a biológia dominanciája.

A budapesti Árpád Gimnáziumban 1998-ban szerveztük az első erdei iskolát a 9. évfolyam speciális matematika tagozatos és természettudományos osztályának [1]. Az iskola programját – az étkezésem kívül, amit a várkúti turistaházban szállásadónk biztosított – külső segítség nélkül, magunk akartunk összeállítani, ezért azt meghatározta a szervezők érdeklődése, szakértelme: így került be a biológia–kémia szakos kollégám növény- és állathatározása, vízvizsgálata, valamint magyar szakos kollégám által szervezett esti közösségi–kulturális együttlétek mellé az erdei iskola programjába a *fizika*.

Az erdei iskola nagy lehetőség a fizika újbóli megkedveltetésére. Az iskolai fizika népszerűtlenségét többek közt a „krétafizika” túlsúlyával, az iskolai feladatokban szereplő és a valóságos világ elszakadásával magyarázzák. Az iskolák többségében az egyre kisebb óraszámok, a gyengén felszerelt szertárak miatt alig végeznek a tanulók kísérleteket, méréseket. Az erdei iskolában sokkal több a hely és az idő, kisebb csoportokban lehet dolgozni, és a természettel, a valósággal való kapcsolat is sokkal nyilvánvalóbb. Ezért azt gondolom, hogy az iskolai kísérletezés, mérés fejlesztése és a Cso-

dák Palotája típusú tudományos játszóházak elterjedése mellett az erdei iskolának is komoly szerepe lehetne a tantárgy megújulásában.

Az erdei iskola programja

Az erdei iskolában a természettudományos tárgyakat (fizika, kémia, biológia, földrajz), illetve a tárgyakhoz kapcsolódó néhány tudományterületet (csillagászat, térképészet, ökológia) integráltan, természetes környezetben, öt napon (és egy csillagos éjszakán) keresztül intenzíven, célirányosan (projektek), kreatív csoportmunkára építve lehet tanítani. Az erdei iskola tananyaga az egész éves tananyag szerves része, érdekességével, összetettségével a tanév „megkoronázása”, ugyanakkor a további tanulmányok megalapozója is.

Az erdei iskolában az intenzív, kreatív tanuláshoz közhözönhetően a tanulók rövid idő alatt nagyon sok új ismeretet szerezhetnek, ezen túl a korlátozott iskolai lehetőségeknél sokkal hatékonyabban elsajátíthatják a természettudományos kísérletezés és megfigyelés alapvető módszereit. A természettudományos tárgyak iskolai oktatásánál is fontos a tananyaghoz kapcsolódó környezetvédelmi kérdések megbeszélése. Az erdei iskolában ez a kapcsolat sokkal természetesebb és intenzívebb. Az erdőben töltött hét a tanulók számára olyan intenzív élmény, amely megalapozhatja környezeti gondolkodásukat.

Az erdei iskola szakmai programja *projektekből* áll. A félnapos vagy egész napos projekteket az ötletek közös megbeszélése, elemzése után a tanulók négy-öt fős csoportokban, önállóan, az iskolában megszerzett ismereteik