



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 étkezésen 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 köszönhetően 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

vagy korábban kiadott segédletek alapján valósítanak meg. A feladatok megoldása szükségessé teszi a csoportokon belüli és esetleg a csoportok közti együttműködést is. Egy-egy nap végén a csoportok posztereken, az utolsó este kiselőadással számolnak be az elért eredményekről.

## Projektek

A feladat és a munkamódszer eltér az iskolában megszokottól. Egy-egy projektbe egy témához kapcsolódóan több, egymást kiegészítő feladat is beletartozik. Bár egy projekt megvalósítására a 45 perces iskolai óránál sokkal hosszabb idő áll rendelkezésre, a sikeres befejezéshez hatékony munkára, jó szervezésre, a csoporton belüli munkamegosztásra van szükség. A munka fontos része a terepi felmérések, kísérleti és számítási eredmények, következtetések „publikálása”: a csoport poszterének elkészítése.

Az évek során a szervező tanárok szakjának és érdeklődésének megfelelően különböző témák kerültek a programba. A „klasszikus” biológia projekt egy  $10 \times 10$  m<sup>2</sup>-es terület élővilágának felmérése: fás és lágy szárú növények rovarok és esetleg más kisebb állatok meghatározása. Némelyik posztert a terület részletes térképe mellett a megfigyelt fajok művészi igényű rajzai díszítették. Az erdei iskola másik állandó programja a lámpa nélküli éjszakai kirándulás, ahol a városi fényekhez szokott diákok a májusi lombos erdő teljes sötétjével, a sötétben való tájékozódás nehézségével és a fényszennyezett nagyvárosi ég után a sok ezer csillaggal ragyogó ég látványával ismerkedhetnek. A résztvevők erőnlétét próbára tevő egész napos nappali kirándulást viszont térkép-olvasás és tájékozódás, geológia és fizika is színesíti. Az 1. képen rezonanciakísérlet látható a szentbékállai ingókövön: a sokmázás szikla jól érezhetően billegni kezd a megfelelő ritmusú lökésektől.

A technika fejlődése új lehetőségeket jelent az erdei iskolában is: digitális fényképezés, GPS-es (műholdas) tájékozódás, számítógéppel segített „kísérleti matematika”. Izzalmas, hagyományos módszerekkel nehezen, vagy sehogy se megoldható matematikafeladatok válnak kezelhetővé, a kirándulás képeit este már közösen lehet megnézni, a GPS által rögzített útvonalat pedig térképre lehet illeszteni egy hordozható számítógépen (2. kép). A 2003-ban készült *Erdei iskola* CD-t (amely az általam szervezett erdei iskolák részletes programját, képeit, térképeit, segédanyagait tartalmazza) minden résztvevő megkapta, nagy része pedig elérhető az interneten is [2].

A technikai fejlődés, a változó program ellenére az erdei iskolának mindvégig fontos része maradt a fizika. A következőkben két fizika projektet ismertetek részletesebben.

### „Hegy” projekt: hegy és torony magasságának mérése

Egy új projekt megvalósítása ötletbörzével kezdődik. A turistaház feletti erdővel borított Vár-hegy magasságának megmérése sok módszert javasoltak a résztvevők. Néhány javaslat talán kicsit fantazmagóriának tűnik, például



1. kép. Rezonanciakísérlet a szentbékállai Ingókövön (2003)

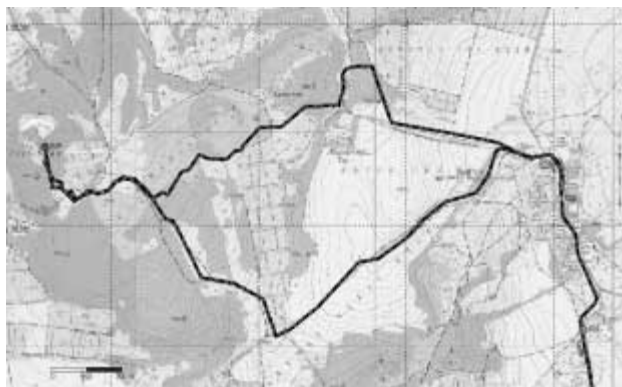
a hegy tetejéig feleresztett lufi, majd a fonál hosszának megmérése. A javaslatok megvitatása után kiválasztottuk azokat a módszereket, amelyeket ki is tudunk próbálni. Háromszögletes módszert a rálátás hiánya miatt nem alkalmazhattunk.

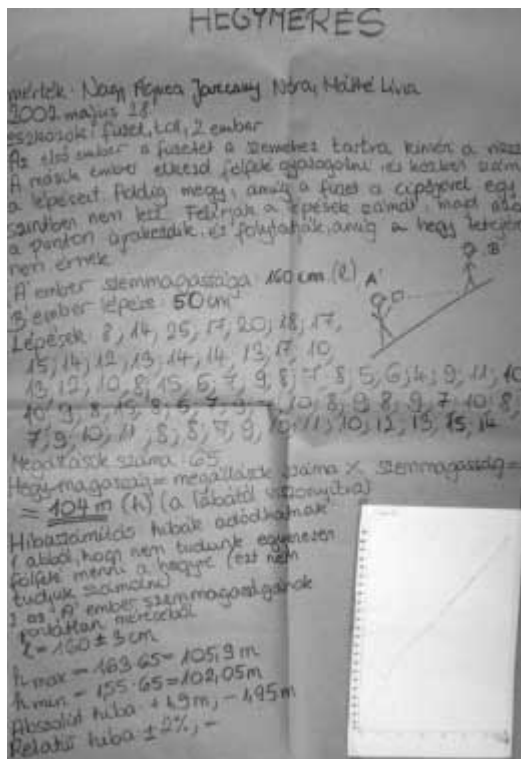
A barométeres és a víz forráspontjának változásán alapuló méréseket közösen végeztük el, de a mért adatokból a csoportok már önállóan számoltak magasságot (pontosabban a turistaház és a csúcs közti magasságkülönbséget). A számoláshoz természetesen hibaszámítás is kapcsolódik. Ezek a mérések a rendelkezésre álló barométer pontossága, illetve a forráspont csekély változása miatt elég pontatlannak bizonyultak.

A legnagyobb lelkesedést a mérőpárak által elvégzett „hegyprofil”-mérés váltotta ki. A mérés elve egy későbbi erdei iskolában készült poszteren (3. kép) látható: a mérőpár egyik tagja egyforma lépésekkel halad felfelé, miközben a társa egy vízszintesen tartott füzet segítségével figyeli, mikor kerül a másik lába az ő szemével egy magasságba. Amikor ez megtörténik, az elől járó megáll, feljegyzi a lépései számát, és bevárja a társát. Utána ezt ismétlik a csúcsig. A hegy magasságát a hátsó tanuló szemmagasságának és a megállások számának szorzata adja, de ezen kívül a lépésszámok ismeretében a hegy profilját (függőleges metszetét) is meg lehet rajzolni. Jól látszik a poszteren a hibabecslés és hibaszámítás is (valószínűleg kicsit alábecsült hibával).

A „Hegy” projekt folytatása volt 2002-ben a csóványosi betontorony magasságának mérése. A 4. képen egy erről

2. kép. Térképre illesztett GPS nyomvonal (Tóti-hegy, 2003)

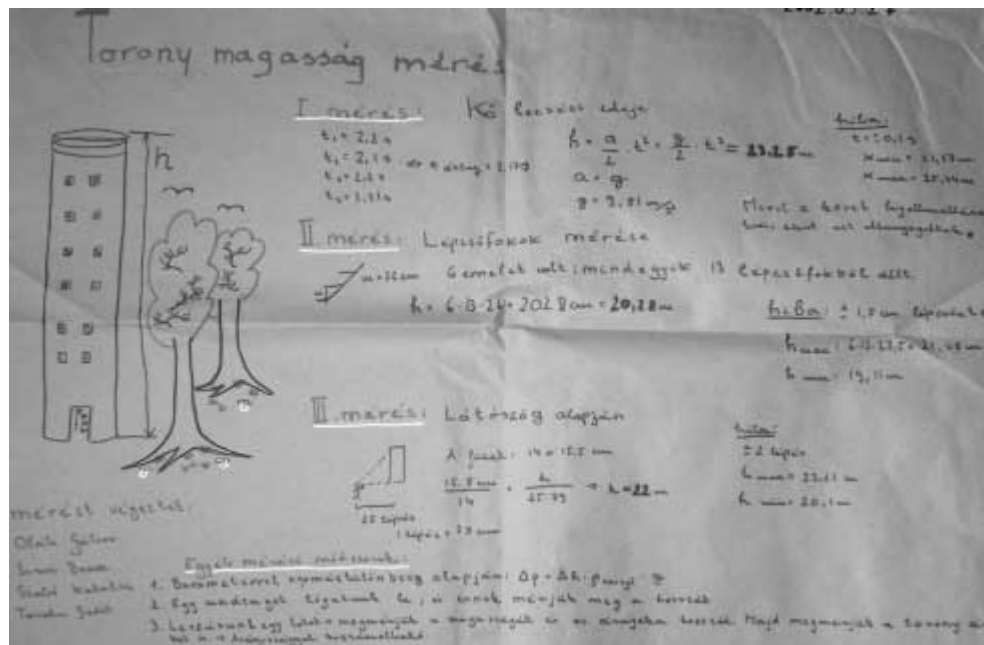




3. kép. Poszter a „Hegyprofil”-mérésről (2002)

készült poszter látható. A három elvégzett mérés eredményei (toronymagasság kavics esési idejéből, lépcsőszámlással és látószög alapján) a hibaszámítások szerint hibahatáron belül megegyeznek. A poszter alján három további mérőeset olvasható: a már ismert barométeres módszer (ehhez a kis magasságkülönbség miatt sokkal pontosabb műszer kellett volna), madzaglelőgatás, valamint a torony és egy ismert hosszúságú bot árnyékának összehasonlítása – amit a borús idő miatt nem lehetett elvégezni.

4. kép. Toronymagasság mérése (Csóványos, 2002)



## „Patak” projekt: patak vízhozamának, víz kifolyási idejének mérése

A „patakozás”: gátépítés, vízduzzasztás, vízialom készítése felnőtteknek is jó játék. A „Patak” projekt első feladata egy erdei patak vízhozamának mérése volt. Az egyik, sok közös munkát, gátépítést kívánó módszer szerint a patak vizét egy összeszűkített helyen egy nagy, tízliteres vödörben fogtuk fel, és a vödör megteléséhez szükséges időt mértük. Azonban a szelíden csordogáló kicsi patak is egy-két másodperc alatt megtöltötte a vödört – ráadásul a gát résein is sok víz elfolyt – így a módszer inkább csak alsó becslést adott a vízhozamra.

A másik, a csoportok által külön-külön elvégzett mérés lényegében a vízsebesség numerikus integrálásán alapul: egy sekély, szélesebb helyen a patak sebességét és mélységét kell megmérni 10–15 helyen egy patakra merőleges egyenes mentén. A sebességet egy vízbe dobott fadarab vagy papírcsík sebességének méréséből (elmozdulás és idő mérésével), a mélységet pedig a patakba dugott vonalzóval lehet megállapítani. Elég sok mérés (kellően kis darabok) esetén egy kis helyen a sebesség és a mélység is állandónak tekinthető, és így az ottani rész-vízhozam a kiválasztott rész szélességének, mélységének és sebességének szorzataként, a patak vízhozama pedig a rész-vízhozamok összegeként számolható. A csoportok más-más helyen, de ugyanannak a pataknak a vízhozamát mérik, így az eredmények összevethetőek.

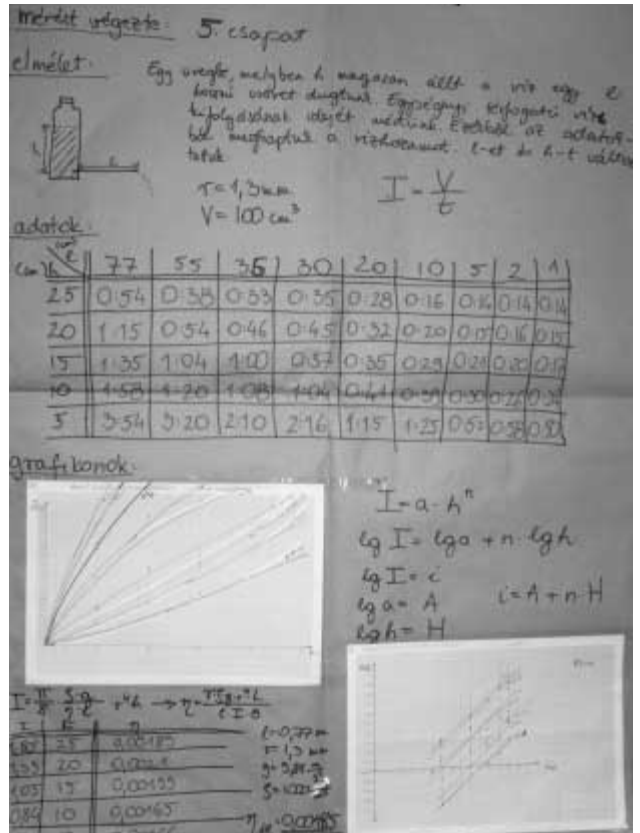
Ennek a mérésnek is van „kicsinyített”, a turistaháznál elvégezhető folytatása: pillepalack, szívószál és ragasztó felhasználásával izgalmas méréssorozathoz készíthető olcsó mérőeszköz, amelyhez már csak egy konyhai mérőpohár, stopper (karóra) és víz szükséges. A fél napig is eltartó méréssorozatban a víz „kifolyási sebessége” (vízhozama) mérhető egyrészt a hidrosztatikai nyomás (vízoszlop magasság), másrészt a kifolyócső (szívószál) hosszának függvényében (5. kép). A sok méréshez érdemes először a palackot kalibrálni: a térfogatot a mérőpohár segítségével például deciliterenként egy vonallal megjelölni. Ezután a nyomástól függő vízhozam mérése egy-egy vonal közti vízszintsülledés idejének mérésére egyszerűsödik. A hidrosztatikai nyomás a két vonal kifolyócsőhöz viszonyított átlagos magasságából számolható. A kifolyócső hossza pedig minden újabb mérés előtt egy ollóval könnyen változtatható.



5. kép. Víz kifolyási idejének mérése (Salföld, 2003)

A mérés kiértékeléséhez a vízhozamot a hidrosztatikai nyomás függvényében kell ábrázolni. A probléma érdekességét az adja, hogy hosszú cső esetén a kifolyási időt a víz és a cső sűrűlése, egészen rövid cső esetén viszont a víz tehetetlensége (a nyílásnál való felgyorsulása) határozza meg. Előbbi a cső átmérőjétől, hosszától és a víz viszkozitásától, utóbbi a nyílás átmérőjétől és alakjától függ. Könnyen belátható, hogy az első esetben a vízhozam arányos a nyomással ( $I \sim p$ ), a másodikban pedig a nyomás négyzetgyökével ( $I \sim p^{1/2}$ ). Általánosan írható:  $I = k \cdot p^n$ . Közepes csőhosszaknál a két hatás keveredik, ekkor az  $n$  kitevő értéke 0,5 és 1 között van. Ha a vízhozam logaritmusát a nyomás logaritmusának függvényében ábrázoljuk, akkor a pontokra illesztett egyenes meredekségéből a kitevő kísérletileg meghatározható ( $\lg I = \lg k + n \lg p$ ).

A mérés során további érdekességek is megfigyelhetők: Egészen kis vízoszlop-magasságnál a szívószál végén kialakuló vízcsepp felületi feszültsége ellensúlyozza a hidrosztatikai nyomást, a víz kifolyása hamarabb leáll. Egészen rövid cső esetén jól megfigyelhető a kiömlő víz-sugár összeszűkülése is. A diákok általában élvezik a „pancsolást”, lelkesen végigcsinálják a hosszú mérést és a kiértékelést (6. kép).



6. kép. Poszter a víz kifolyási idejének mérésről (2003)

Egy jól sikerült erdei iskola – nyári táborokhoz, evezésekhez hasonlóan – érezhetően javítja hosszú távon is az osztály és a tanár kapcsolatát. Az erdei iskolában szerzett ismeretek, élmények és tapasztalatok pedig általában sokkal tovább megmaradnak, mint a hétköznapi iskolai tananyag. Érdemes kipróbálni!

#### Irodalom

1. Az első erdei iskola: Várkút (Bükk) 1998. május 25–29. <http://goliat.eik.bme.hu/~vanko/fizika/erdei/varkut/fizika21.htm>
2. Erdei iskola <http://goliat.eik.bme.hu/~vanko/fizika/erdei.htm>

## NEMZETKÖZI MŰHELY A MULTIMÉDIÁS OKTATÁSRÓL SZEGEDEN

Magyarországon, Szegeden rendezik 2006. szeptember 20. és 22. között a *11th Workshop on Multimedia in Physics Teaching and Learning* nemzetközi konferenciát, amely az EPS hivatalos rendezvénye. A nemzetközi konferenciához témában és időben is kapcsolódik a *Multimédiás alkalmazások a természettudományos oktatásban* című program, (2006. szeptember 22–23.), amely 30

órás akkreditált továbbképzés, az akkreditálás folyamatban van. Részletek a konferencia honlapján, <http://titan.physx.u-szeged.hu/~mptl11/> található.

A rendezvényekre várják kedves érdeklődő oktatók, kutatók, tanárkollégák jelentkezését a szervezők nevében:

*Benedict Mibály*, SZTE, Elméleti Fizikai Tanszék  
*Papp Katalin*, SZTE, Kísérleti Fizikai Tanszék

Szerkesztőség: 1027 Budapest, II. Fő utca 68. Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat internet-honlapja <http://www.elft.hu>, e-mailcíme: mail.elft@mtesz.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős: Németh Judit főszerkesztő.

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

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

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

Megjelenik havonta, egyes szám ára: 700.- Ft + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257