

**INNOVATÍV, SIKERES PEDAGÓGIAI  
MÓDSZEREK  
A KÖZOKTATÁSBAN**

Dr. Jarosievitz Beáta

Budapest, 2023

## Mottó

*„A magyar középfokú oktatás, de jelentős mértékben a felsőoktatás is **"információátadásra"** rendezkedett be: arra, hogy egy-egy diszciplína bemutatásakor (...) csak olyasmiről beszéljen, ami megoldott, ami **"biztosan"** tudható, és hallgasson a nyitott, a megoldatlan kérdésekről. Holott **a jó tudóst nem a kerek és zárt tudás, hanem a problémaérzékenység, az evidenciákra való rákérdés bátorsága jellemzi.** A tudomány valódi szépségeit ugyanis csak akkor látja meg egy fiatal, amikor már **"benne van"** - és ösztönzést kap erre a bekapcsolódásra, amikor azt érzékeli, hogy tele vagyunk olyan kérdésekkel, amelyeknek megoldása az új generációkra vár” (KROÓ, 2002)*

## Tartalomjegyzék

<b>MOTTÓ.....</b>	<b>2</b>
<b>BEVEZETÉS .....</b>	<b>5</b>
<b>1 INNOVATÍV OKTATÁSI MÓDSZEREK A TEHETSÉGGONDOZÁSBAN .....</b>	<b>6</b>
1.1 ELŐZMÉNYEK.....	6
1.2 A VIZSGÁLNI KÍVÁNT KÉRDÉS .....	6
1.3 ALKALMAZOTT MÓDSZER .....	6
<b>2 A KÖZOKTATÁSBAN MÁR EDDIG MEGVALÓSULT INNOVATÍV OKTATÁSI, KUTATÁSI FELADATOK.....</b>	<b>10</b>
2.1 AZ IKT ALKALMAZÁSA AZ INTERDISZCIPLINÁRIS OKTATÁSBAN ÉS A KUTATÁSBAN - SZOMATOINFRA DIAGNOSZTIKAI RENDSZER ALKALMAZÁSA .....	11
2.1.1 <i>A kutatási téma rövid ismertetése.....</i>	<i>11</i>
2.1.2 <i>A kutatási projekt célja.....</i>	<i>13</i>
2.1.3 <i>A kutatási projekt tevékenységei .....</i>	<i>13</i>
2.1.4 <i>A projekt megvalósítása .....</i>	<i>15</i>
2.1.5 <i>A kutatási projekt szerepe .....</i>	<i>16</i>
2.1.6 <i>A kutatási projekt legkevésbé sikeres eleme.....</i>	<i>17</i>
2.1.7 <i>Tapasztalataim .....</i>	<i>17</i>
2.1.8 <i>A projekt eredményeinek disszeminálása .....</i>	<i>17</i>
2.2 HUMÁNINFRA-KÉPALKOTÁS.....	18
2.2.1 <i>A pályázati téma rövid ismertetése.....</i>	<i>18</i>
2.2.2 <i>A kutatási projekt szerepe .....</i>	<i>19</i>
2.2.3 <i>Tapasztalataim .....</i>	<i>20</i>
2.2.4 <i>A projekt eredményeinek publikációi .....</i>	<i>20</i>
2.2.5 <i>Akikre büszkék vagyunk.....</i>	<i>21</i>
2.3 RADIOAKTÍV IZOTÓPOK INKORPORÁCIÓJÁNAK ÁTFOGÓ VIZSGÁLATA .....	23
2.3.1 <i>A kutatási téma rövid ismertetése.....</i>	<i>23</i>
2.3.2 <i>A mérések helyének ismertetése .....</i>	<i>24</i>
2.3.3 <i>Trícium kimutatása.....</i>	<i>25</i>
2.3.4 <i>A kutatási projekt szerepe .....</i>	<i>27</i>
2.3.5 <i>A projekt eredménye.....</i>	<i>27</i>

2.4	KÖRNYEZETI MINTÁK RADIOAKTIVITÁSÁNAK VIZSGÁLATA .....	29
2.4.1	<i>A kutatási téma rövid ismertetése</i> .....	29
2.4.2	<i>Munkatervünk</i> .....	31
2.4.3	<i>A kutatási projekt szerepe</i> .....	34
2.4.4	<i>A projekt eredménye</i> .....	34
2.4.5	<i>Tapasztalataim</i> .....	35
2.4.6	<i>Projekt disszeminációja - meghívás</i> .....	38
2.4.7	<i>Az eredmények értelmezése</i> .....	39
<b>3.</b>	<b>A KÖZOKTATÁSBAN A KÖZELJÖVŐBEN MEGVALÓSÍTANDÓ INNOVATÍV</b>	
	<b>OKTATÁSI, KUTATÁSI FELADATOK</b> .....	<b>40</b>
3.1	A KUTATÁSI TÉMA RÖVID ISMERTETÉSE .....	40
3.2	A KUTATÁSI PROJEKT SZEREPE .....	40
3.3	ALKALMAZOTT MÓDSZER.....	40
3.3	A PROJEKT EREDMÉNYE.....	40
3.4	LÁNCREAKCIÓ TANÍTÁSA .....	40
	<b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>41</b>
	<b>ÁBRAJEGYZÉK</b> .....	<b>48</b>
	<b>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE</b> .....	<b>48</b>
	<b>MELLÉKLETEK</b> .....	<b>49</b>
	DIÁKOK PREZENTÁCIÓJA: KÖRNYEZETI MINTÁK MÉRÉSE.....	50
	ÓRAVÁZLAT .....	54

## Bevezetés

„A fizikának igen fontos szerepe van a **racionális** természettudományos gondolkodás kialakításában; éppen ezért célom, hogy a diákok újabb, sikeres projekteken keresztül szeressék és kedveljék meg a *“nehéz tantárgyakat is”* (JAROSIEVITZ B. , 2004); (JAROSIEVITZ B. , 2005); (JAROSIEVITZ B. , 2006).

A PhD fokozat megszerzése után, **2005-től is, innovatívan folytattam tovább tudományos, kutatási-fejlesztési tevékenységemet**, mind a közoktatásban, mind a felsőoktatásban, illetve a tanárképzésben. Ez a tevékenység nem lett volna sikeres, ha a környezetem – a fizikai, a szociális, az informatikai, valamint az intézményen belüli és kívüli szakmai környezet – nem lett volna pozitív hatással az innovációra (VARGA & KALOCSAI, 2016)

A kutatási témám továbbfejlesztési lehetőségeit már a PhD dolgozatomban megfogalmaztam, gondolataimat folyamatosan továbbfejlesztettem, bővítettem.

Gyakorló tanárként **a projektmódszer alkalmazását kvalitatív** pedagógiai módszerként (SZABOLCS, 2001), akciókutatásként vontam be tudományos munkámba (RÉTI, 2016).

Négy tanévben: 2006/07, 2007/08, 2009/10 és 2010/11 mentoráltam diákcsoportjaim tudományos kutatási munkáját a Tempus Közalapítvány, ill. az OKM „Útravaló” ösztöndíjprogram támogatását elnyerve. A négy tanévben az alábbi témákban végeztünk **innovatív oktatási és kutatási feladatokat:**

- Az IKT alkalmazása az interdiszciplináris oktatásban és a kutatásban - Szomatoinfra diagnosztikai rendszer alkalmazása
- Humáninfra-képalkotás
- Radioaktív izotópok inkorporációjának átfogó vizsgálata
- Környezeti minták radioaktivitásának vizsgálata

**Jelenleg, még ebben a tanévben a nukleáris fizikában, konkrétan a láncreakció témakörét szeretném egy innovatív projekt segítségével közelebb hozni a diákokhoz, megérttetni a hasznát, megismertetni a lehetőségeket, előnyöket és hátrányokat.**

### **Összefoglalva:**

Az általam megvalósított, és magvalósításra váró, bemutatandó projektek fő célja: a természettudományos tárgyak, a fizika megszerettetése, népszerűsítése, valamint az innovatív oktatás módszerek megismerttetése, a saját eszközök adta lehetőségek kihasználása, alkalmazása a jövő generációjának sikeres oktatásában, digitális felzárkóztatásában.

# 1 Innovatív oktatási módszerek a tehetséggondozásban

## 1.1 Előzmények

Egy korábbi kutatásom során kérdőíves felméréssel tanulmányoztam a tanulók fizika iránti attitűdjét, motiváltságát, informatikai felkészültségét (JAROSIEVITZ B. , 2005).

A kutatásból származó korábbi eredményeim sajnos most is érvényben vannak (CSAPÓ, 2005), és összecsengenek a legutóbbi PISA 2012 felmérés és egyéb felmérések eredményeivel (OECD, 2000), (OECD, 2001), (OECD, 2005). Alátámasztják azt a tényt, miszerint a tanulók nem kedvelik a természettudományos tárgyakat, még a legújabb felfedezések (Higgs, részecske felfedezése vagy a nanotechnológia forradalmi lehetőségei) sem kötik le eléggé érdeklődésüket (RADNÓTI, 2003).

További kutatási eredmények is alátámasztják, azt a tényt, hogy folyamatosan csökken a tanulók természettudományok iránti motivációja (NAGY, 2010), valamint hogy az ilyen területen most végző fiatalok legtöbbje kevesebb mint három év alatt pályaelhagyó lesz (DURANDO, 2014).

Világossá vált az a cél, hogy az iskolai órákat modernizálni kell, ha a tanulók attitűdjét a természettudományos tárgyak felé pozitív irányba akarjuk változtatni. Az órák modernizációja mellett **ki kell használni a tanórán kívüli lehetőségeket** is, főleg a **tehetséggondozást**, múzeumi látogatásokat, interaktív foglalkozásokat, illetve át kell alakítani a tanórákat (JÓZSA, LENCSES, & PAPP, 1996). A tanórákon, szakkörökön alkalmazni kell a számítógéppel segített tanítást és tanulást, valamint ki kell használni az IKT adta lehetőségeket (KÁRPÁTI, KOMENCZI, & FEHÉR, 2000); (KÁRPÁTI, 2001).

## 1.2 A vizsgálni kívánt kérdés

Kutatásom fő kérdése az volt, hogy milyen módszerekkel, eszközökkel lehet először a természettudományos foglalkozásokat, szakköröket, **tehetséggondozást** színesíteni, érdekessé, vonzóbbá tenni, majd a tehetséggondozásban, szakkörökön részt vett „beavatott diákok” segítségével hogyan lehet a tanórákat is vonzóbbá tenni (JAROSIEVITZ B. , 2004)

A cél elérése érdekében kihasználtam a diákok informatikai kompetenciáját, kíváncsiságát, a különféle technológiai eszközök módszertani integrációját (TÓTH, MOLNÁR, & CSAPÓ, 2011).

## 1.3 Alkalmazott módszer

Jól ismert, hogy a tanulók bevonásának, motiválásának egyik legjobb eszköze a **projekt-módszer alkalmazása** (HORTOBÁGYI, 1994); (HORTOBÁGYI, 2001); (HEGEDŰS, 2002).

„A pedagógiai projekt tehát az alkotó ember, a dolgokhoz való viszonyulás és az alkotó típusú munkához szükséges képességek nevelésének sajátos műfaja” (HORTOBÁGYI, 2002).

A **projekt módszert** már előzőleg is több nemzetközi projekt sikeres megvalósításában alkalmaztam, éppen ezért úgy gondolom, már szereztem egyfajta tapasztalatot ahhoz, hogy a következő projektekben is főleg ezt a konstruktivista módszert **alkalmazzam** (JAROSIEVITZ B., 2005).

A projekt-módszer a 80-as évektől „újrafelfedezésként” vált ismertté Magyarországon. Egyes iskolákban a modernizációs elveket kiegészítve az angliai Collins kiadó „Co-ordinated science” taneszköz rendszerével együttesen (a Suffolk Development Center fejlesztette ki a nyolcvanas évek végén) a természettudományok oktatásában kísérleti jelleggel a gyakorlatban is alkalmazták (SZIRA, 2002). M. Nádasi Mária „A Projektoktatás” című könyvében tömören vázolja fel a projekt-módszer nevelésfilozófiai, didaktikai hátterét, valamint leírja a projekt-módszer kritériumait. Megfogalmazása szerint a projekt-módszer egyéni vagy csoportmunkán alapul, önálló, a pedagógus által rejtetten irányított tevékenység.

A tevékenységben a projekt teljes ideje alatt a tanulók munkájában, a tervezésben, a megvalósításban a produktum létrejöttéig érvényesül a spontaneitás, a sokféle rögtönzés, de ezzel együtt a tervszerűség, az előre elkészített terv lépésről-lépésre való követése. A könyv nagyon jól érzékelteti a projekt-módszer szervezeti kereteit, a hagyományos oktatás és egyéni, valamint csoportmunka által megvalósítható, felfedezettő oktatási módszer közötti különbségeket (NÁDASI, 2003).

A módszer egymagában nem elegendő egy tehetséggondozó projekt megvalósításához, hanem természetesen – mivel fizikáról van szó –, kísérleti eszközökre, laboratóriumra, és számítógépre is szükség van (MARX, 1982); (MARX, 1983). Sajnos sok esetben még a laboratóriumi feltételek sem adóttak, hiszen nincsenek eszközök, vagy ha vannak is, elavultak. Ezekben a helyeken a kísérleti eszközök helyett a távolról irányítható („remote laboratories”<sup>1</sup>) laboratóriumokat, kísérleteket vagy a számítógépen lejátszható modellezést, szimulációkat lehet segítségül hívni (TASNÁDI & BÉRCES, 1985); (JAROSIEVITZ B., 2016); (JAROSIEVITZ B., 2017).

Természetesen nem minden kísérletet lehet pótolni, kiváltani számítógépes szimulációval. Ilyen esetekben az egyetemeken, illetve a kutatóközpontokban működő kísérleti helyeket célszerű felkeresni, igénybe venni. Legtöbb esetben már napjainkban is nagyon nagy szerepe van az adatok tárolásának és kiértékelésének. Az IKT (Információs Kommunikációs Technológia) alkalmazása elengedhetetlen, **a digitális pedagógia a középpontba kerül** (KÁRPÁTI,

---

<sup>1</sup> <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/>

KOMENCZI, & FEHÉR, 2000). A szakirodalom szerint (TASNÁDI & FÖZŐ, 2003) bár egyes iskolákban sikeresen alkalmazzák, kihasználják az IKT adta új módszereket és lehetőségeket, az iskolák többsége elzárkózik az újítástól, a tanárok félnek az eszközök használatától. Bedő részletesen kifejti tanulmányában a digitális pedagógia eredetét, elemzi a konstruktivista úttörő kutatók munkásságát, de ebből én csak a témához tartozó néhány tényt használok föl (BEDŐ, 2002).

**A digitális pedagógia** Seymour Papert amerikai pszichológusnak, a Massachusetts Institute of Technology matematika és pedagógia professzorának konstruktivista tanuláselméletéből ered (PAPERT, 1988), (PAPERT, 1999), (NAHALKA, 2002). Papert a hatvanas években Piaget munkatársaként dolgozott a genfi Genetikus Ismeretelméleti Központban.

Papert elmélete tulajdonképpen Piaget elméletének továbbvitele, és a **konstruktivista ismeretelmélet része** (PIAGET, 1964). Több összehasonlítást, elemzést végezve kiderült, hogy Papert a hagyományos oktatás szervezeti rendszerét és módszereit gyenge hatásfokúnak tartja, mert ellentétben áll a gyerekekre jellemző közvetlen és személyes tanulási móddal. A gyerekek nagy része a hagyományos iskolarendszerekből kikerülve elveszti a vele született felfedező kíváncsiságot (BEDŐ, 2002). A Rocard-jelentés (ROCARD, ÉS MTSAI., 2007) elsősorban a diákok természettudományos tárgyak iránti érdeklődésében tapasztalt csökkenés megállítására keres módszert, következtetéseiben szinte kizárólagosan ajánlja a tanulói érdeklődésre és kíváncsiságra alapozott módszert (Inquiry Based Science Education, szokásosan IBSE). Neil Postman megfogalmazásában: „Minden gyerek kérdőjel amikor belép az iskolarendszerbe, és pontként hagyja el azt” (KOMENCZI, 1977). Papert szerint az oktatás lehetőségeit a múltban a meglévő eszközök, valamint a kötött tartalom nagyon behatárolták. Éppen ezért tapasztalatai alapján a következőket javasolta:

- az oktatásmódszertanban paradigmaváltást,
- az oktatás minél több területén egy számítógépes környezet kialakítását (PAPERT, 1988); (PAPERT, 1999).

Papert munkacsoportjával együtt fejlesztette ki a Logo programozási nyelvet. Az új programnyelv a XX. század didaktikájában a legnagyobb alkotások egyike volt (Papert, 1999). „A Logo<sup>2</sup> egy programozási nyelv és egy oktatási filozófia is, ez utóbbit gyakran tekintik a konstruktivizmus vagy felfedező tanulás alapjaként. Az **instruktív tanítás** a tanár személyére koncentrál és annak tanítási lehetőségeinek javítására, míg a **konstruktív tanulás** a tanulóra koncentrál, és az általa megalkotott tudás minél hatékonyabb módjainak kialakítására

---

<sup>2</sup> <http://sukjaro.eu/?q=node/34>



összpontosít” (TURCSÁNYI, 2009). Seymour Papert és Wallace Feurzieg olyan számítógépes "gondolati fogódzó" kifejlesztésére törekedett, amelynek segítségével a gyerekek megtalálják tanulási céljuk értelmét. Az informatika fejlődésével viszont egyre jobban világosabbá vált, hogy már a legnagyobb alkotás sem volt elegendő. A gyerekek újabb lehetőségek, kihívások után vágyakoztak. Éppen ezért az MIT Media Lab keretein belül a Lifelong Kindergarten<sup>3</sup> csoport kifejlesztette a Scratch<sup>4</sup> objektumorientált, dinamikus és vizuális programozási nyelvet, amely egyfajta ötvözet a Squeak EToys, a CricketBlocks és a Logo környezeteknek<sup>5</sup>. A továbbfejlesztett program jelenleg már utat nyit a robotika világa felé, ahol a technika és a grafika találkozik. 2014-ben a programot már iPad-re is továbbfejlesztették, de ennek ellenére a Scratch környezet (TAKÁCS & TURCSÁNYI, 2009) hazánkban még viszonylag ismeretlen, az oktatásban elég kevesen használják, bár már nemzetközi versenyek is léteznek<sup>6,7,8</sup>. A Scratch kifejezetten gyerekek számára fejlesztett programozási környezet, amely a kreatív módon történő gondolkodás elsajátítására és fejlesztésére nevel. Jelenleg már több mint 40 nyelven elérhető. A 2017/18-as tanévben, a Magyarországi Vezető Informatikusok Szövetsége (VISZ)<sup>9</sup> és a Magyar Egyiptomi Baráti Társaság<sup>10</sup> egy olyan pályázatot írt ki az általános iskolások részére is, amelybe a számítástechnikai munka érvényesülése mellett (Scratch vagy Kodu programok használata) az interdiszplinaritás is beépült, hiszen a feladat a "Királyfi és a sors" néven ismert ókori egyiptomi történethez kapcsolódott. A történet egy részét – vagy egészét – kellett rövid, 1-5 perces videóval/animációval, vagy saját készítésű háttérképekkel ellátott programokkal megjeleníteni. A cél a játékos, digitális történetmesélés bevezetése volt, a digitális pedagógia, IKT eszközök alkalmazása az általános iskolában. Tanítványom, akivel az általános iskola harmadik osztályában ismerttettem meg először a dinamikus és vizuális programozási nyelvet, az idei tanévben ötödikes tanulóként I. helyet ért el a (VISZ) versenyén.

---

<sup>3</sup> <https://llk.media.mit.edu/>

<sup>4</sup> <https://scratch.mit.edu/>

<sup>5</sup> <http://scratch.inf.elte.hu/>

<sup>6</sup> <https://scratch.ics.ie/>

<sup>7</sup> <https://day.scratch.mit.edu/>

<sup>8</sup> <http://nonformal.ro/en/content/script-2017> (diákjaim III. helyezést értek el)

<sup>9</sup> <http://www.mvisz.hu/index.php/2-uncategorised/230-palyazat-altalanos-iskolas-diakok-reszere>

<sup>10</sup> <http://www.mebt.hu/hu/tartalom/kiralyfi-es-sors-%3F-altalanos-iskolai-palyazat-2017> (diákom I. helyezést ért el)

## 2 A közoktatásban már eddig megvalósult innovatív oktatási, kutatási feladatok

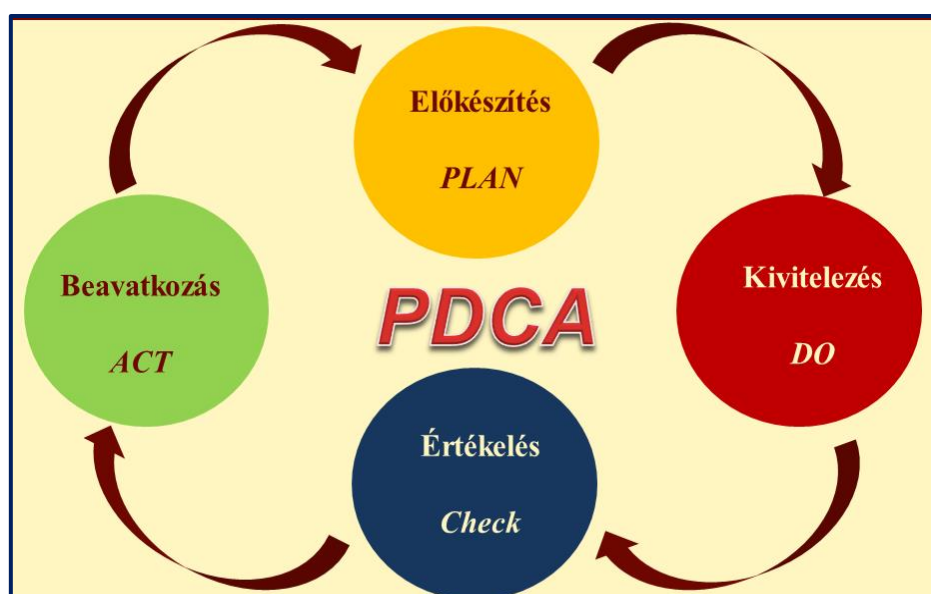
Az alábbi **négy sikeres projekt** bemutatása, igen hasonló lesz, hiszen a **négy tanév** során a kutatások egy része egymásra épült. Mindegyik projekt célja **egy komplex feladat** megvalósítása volt. Mind a négy feladatot a **projektmódszer alkalmazásával** valósítottam meg.

A projekt résztvevői középiskolás, tehetséges diákok, akik egy kis kutatócsoportot alkottak. A projekt időtartama közelítőleg 6-8 hónap volt, az időtartam a kidolgozandó téma függvényében változott (HORTOBÁGYI, 2001).

A projektek lényeges elemei a következők voltak:

- a feladatok nem konkrétan csak egyetlen tantárgyhoz kötődtek, hanem a témák tantárgyköziek voltak, jól érvényesült az interdiszciplinaritás (HALÁSZ, 2009);
- a kutatócsoport tagjai teljes értékű főszereplői voltak a folyamatnak, mindenki minden feladatban részt vett;
- a diákok által elfogadott cél motiválta őket a teljes időtartam alatt;
- a végső cél egy produktum elkészítése – a probléma megoldása –, tevékenységek elsajátítása volt (weboldal, cikk, poszter, bemutató, mérési jelentés, stb.);
- a projekt teljes ideje alatt a diákok kooperáltak egymással, néha differenciáltan végeztek feladatokat.

Mind a négy projekt az alábbi, négy fázison ment keresztül, ahogyan ezt az alábbi ábra is szemlélteti (FALUS, 2003).



### 1. ábra: A projekt fázisai (saját készítésű ábra)

Igen fontos mozzanat volt a **projekt értékelése**. Ebben a fázisban az értékelés jó hangulatban, a tanár és a diákok közötti partneri kooperációt kifejezve kell végbemenjen, ugyanakkor információt kell adjon arról, hogy milyen célokat hogyan, milyen szinten sikerült megvalósítani, vagy nem. Célszerű a tanulók munkáját a projekt teljes ideje alatt nyomon követni, és ennek alapján a projekt zárásakor minősíteni.

A projekt értékelése mind a négy esetben külön-külön is megtörtént, a pályázati elszámoláshoz mind a négy esetben írásos, illetve digitális beszámolót is csatoltam az elvárásnak megfelelően. A projektek nagy lelkesedést váltottak ki. A diákok igen hamar felismerték, hogy ezek a feladatok különböztek az eddigiektől, jól lehetett érezni, hogy mindegyik projekt „mindenkinek szól”. A projektekben jól érvényesült a „science for all” jelmondat, amely a világban zajló természettudományos nevelést megújító törekvések jelmondata:

*„...A science jellegű természettudományi oktatás térhódításának nemcsak és nem is elsősorban azért van jelentősége, mert a gyerekek nagy hányada számára tenné érdekesebbé, emészthetőbbé a természettudományokat, hanem segítené a szintetizáló gondolkodásmód terjedését is”<sup>11</sup>*). A projekt a közsférában zajló innovációk egyike volt (HALÁSZ, 2016).

A projektek kiválasztása esetében igen fontosnak tartottam, hogy diákjaim megismerhették a modern kutatási témák egyikét, és az általunk végzett kutatási projekttel is hasznos munkát végezzenek a társadalom érdekében.

## 2.1 Az IKT alkalmazása az interdiszciplináris oktatásban és a kutatásban - szomatoinfra diagnosztikai rendszer alkalmazása

### 2.1.1 A kutatási téma rövid ismertetése

A szomatológia a humánbiológiához tartozó tudományterület. A „soma” görög szó, ami testet jelent. A szomatológiát nevezhetjük ezek alapján „testtannak”. Az elmúlt évszázadban a szomatológia fontos szerepet töltött be a biológia, orvostudomány, pszichológia stb. területein<sup>12</sup>.

A modern szomatológiai kutatások biztató eredményeket tudhatnak maguk mögött. Folyamatosan kutatják az életfolyamatoknak azokat az elváltozásait, amelyek betegségekhez vezethetnek. Ezeket a folyamatokat elemzik anatómiai, élettani, biokémiai, biofizikai, kvantumbiológiai stb. összefüggésekben.

---

<sup>11</sup> [www.korlanc.hu](http://www.korlanc.hu)

<sup>12</sup> <http://www.mtse.hu/galeria.html>

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Természettudományi Karának a Nukleáris Technika Tanszék Központi Szomatológiai Módszertani és Oktatási Központjában, valamint a Műegyetemi Természet- és Sporttudományi Közhasznú Egyesület laboratóriumában 1979 óta folytak vizsgálatok, felmérések és kutatások az emberi szervezet fiziológiai állapotának meghatározásáról.

A szomatológiai vizsgálatokat az 1990-es években egy olyan képalkotó vizsgálati eljárással sikerült bővíteni, amelyik teljes mértékben non-invazív és nagy érzékenységgel jellemzi az emberi szervezeten belül zajló életfolyamatok sok részletét.

Az egyetemi kutatócsoport által kifejlesztett „szomatoinfra” vizsgálat teljes mértékben ártalmatlan, a vizsgált emberi testet és szervezetet semmilyen módon nem éri besugárzás, ezáltal nem károsítja a szöveteket.

A vizsgálat azt a természeti jelenséget használja ki, hogy az egészséges emberi szervezeten belül a hőmérséklet tartósan 36,7-37,2 C fok. Az ingadozások az anyagcsere folyamatok, valamint a nappalok és éjszakák váltakozása miatt jönnek létre. Ez az emberi szervezet ún. „működési” hőtartománya. Ez a hőmérsékleti tartomány általában magasabb, mint a külső hőmérséklet. A biológiai anyagcsere folyamatok állandóan hőt termelnek. A szervezet stabil belső hőmérsékletének fenntartása miatt jelentős hőmennyiséget kell leadnia. Három hőleadási (felvételi) formát lehet megkülönböztetni, de a szomatológia számára csak az használható fel eredményesen, amely a sugárzáson alapszik.

A sugárzásos hőleadási folyamatot úgy határozzák meg, hogy a test minden pontjáról folyamatosan és szakadatlanul elektromágneses infravörös tartományú sugárzás lép ki.

A szomatológiai kutatások bizonyították, hogy ezek a változó intenzitású (és hullámhosszú) sugárzások a belső szervekről és szervrendszerekről, működésükről pontos információt szolgáltatnak.

A klinikai tesztelések és a módszer részletes ismertetése után az Egészségügyi Tudományos Tanács Elnöksége 1005/ETT/2003 számon a módszert és az eljárást az orvos-diagnosztikai eljárásokhoz sorolta.

Mivel a módszer alkalmazása nem károsító az emberi szervezetre (nincsenek veszélyes, ionizáló sugárzások), és az egyetemen működő kutatócsoport egyben oktatási feladatokkal is foglalkozott, készséges együttműködésükről biztosítottak, hogy a pályázatunk tárgyát képező munkánk során megismerhessük a módszert, és részt vehessünk annak továbbfejlesztésében.

### 2.1.2 A kutatási projekt célja

Az egyetemi kutatócsoporttal együttműködve egy új algoritmus, rendszerező elv kidolgozása volt a fő célunk. Az új algoritmus kidolgozása idő hiányában csak részlegesen valósult meg, pedig ennek segítségével a kutatócsoport a minták számítógépes kiértékelését tervezte bővíteni, javítani.

### 2.1.3 A kutatási projekt tevékenységei

A diák kutatócsoporttal vezetéssel **projektindító tárgyalást tartottunk**, első lépésként Gantt diagramot<sup>13</sup>, projekttervet készítettünk. Ezt követően elkészítettük a kutatási tevékenységünk folyamatábráját (TÓTHNÉ, 2011) .



2. ábra: A kutatás folyamatábrája (saját készítésű ábra)

Az első hónapokban a kutatócsoport tagjai (középiskolás diákok) szorosán együttműködve ismerhették meg a témával kapcsolatos szakirodalmat, alapismereteket, új fogalmakat: szomatológia, szomatoinformatika, szomatometria, szomato-biometria,<sup>14</sup> stb.

A szakirodalom hatékony elsajátítására **a differenciált tanulásszervezést** alkalmaztam (BÁTHORY, 2005). Nagyon fontosnak tartom, hogy egy-egy feladatot a hallgatók (akik más-

<sup>13</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Gantt\\_chart](https://en.wikipedia.org/wiki/Gantt_chart)

<sup>14</sup> <http://herbahaz.hu/blog/elet-infravoros-sugarzasban-thermovizio-hoterkep-somatoinfra-kepalkotas/>

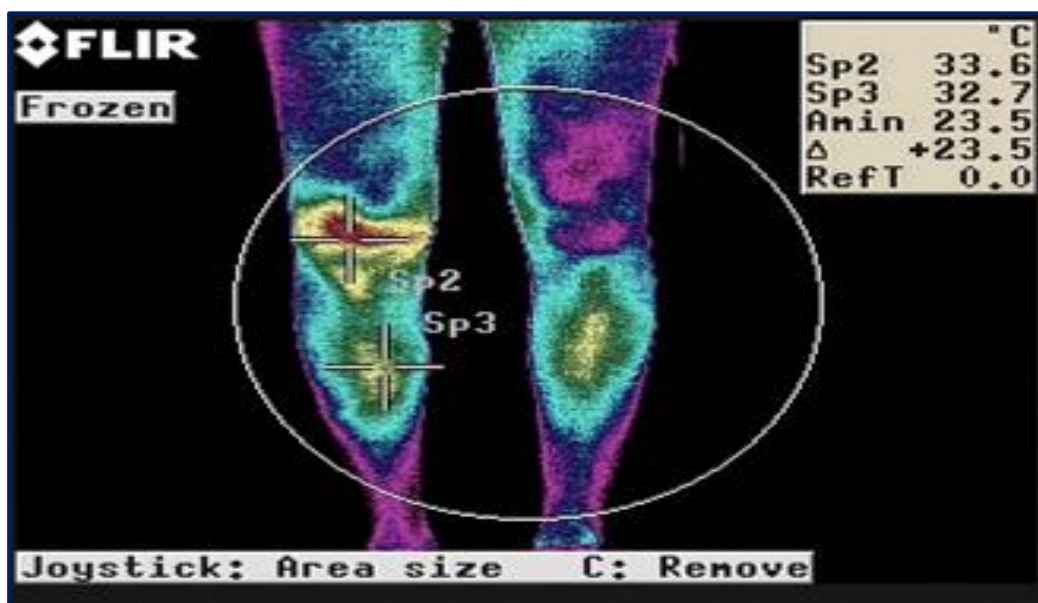
más szinten állnak releváns kognitív struktúráikat, képességeik fejlettségét tekintve) **párban, kisebb csoportban** is megoldjanak, majd a többi hallgatónak is közreadják az információt. Ennek a tevékenységnek a sikeressége a hallgatók előképzettségén múlik. Itt lehetőség volt a differenciálásra a nyelvek ismerete, illetve a tanulók előképzettsége szerint (KÁRPÁTI, 2003). Az alapfogalmak elmélyítése után diákjaim megismerkedtek az egyetemi laboratóriumban használt informatikai és technikai eszközökkel, amelyekkel a későbbiekben konkrét gyakorlatok elvégzését is terveztük (KESZEI, 1998).

Az eszközökről fényképeket készítettünk, és méréseinket mérési jegyzőkönyvben dokumentáltuk. A projekt teljes ideje alatt a produktum anyaga is folyamatosan gyarapodott. A mérési jegyzőkönyvek elkészítése számítógép segítségével történt. Itt a diákok IKT jártasságukat, informatikai kompetenciájukat fejlesztették tovább (JAROSIEVITZ B. , 2009).

A kutatási projekt kiválasztásának indoklása

A „szomatoinfra”<sup>15</sup> diagnosztikai rendszer alkalmazása igen hasznos. Az emberi testről készített infravörös felvételeket nem közvetlenül a betegségek megállapítására, hanem az anatómiai régiókban mutatkozó élettani folyamatok arányainak vagy eltéréseinek részletes leírására használják.

A projektben használt szomatoinfra felvételezést jó eredménnyel lehet használni az alapellátásban, a testnevelés és sport területén, a foglalkozás-egészségügyben, népegészségügyben és mindazoknál a szakorvosi tevékenységeknél, ahol a módszer szakmai illesztése megtörtént.



3. ábra: Törött (sérült) térdről készült felvétel

<sup>15</sup> <http://www.mtse.hu/galeria.html>

A fejlesztett informatikai háttér, a szomatoinfra diagnosztikai rendszer<sup>16</sup> alkalmas arra, hogy tetszőleges, egyéb diagnosztikai eredményeket is befogadjon, és azokat az infravörös felvételekkel, egybevesse (Pl. Röntgen, CT, MR, UH, stb.). Ezt követően a szomatoinfra vizsgálat eredményeképpen a megváltozott életfolyamatokról egy aránylag pontos leírás készíthető. A leírás az anatómiai és élettani szabályoknak felel meg azzal a kivétellel, hogy diagnózist nem ad.

A szomatoinfra vizsgálati rendszer bevezetése az általános preventív szemléletű egészségügyi ellátásba számos előnnyel járhat:

- egy páciens felvételezése, elemzése kb. 15 percet vesz igénybe;
- 15 perc alatt minden anatómiai régió, szerv, szervrendszer felvételre kerül;
- az infraspektrum analízise lehetővé teszi, hogy szakirányú szűrővizsgálatra vagy szakorvosi vizsgálatra irányítsák a páciens;
- minden korosztály számára ajánlott, non-invazív módszer<sup>17</sup>;
- a szomatoinfra informatikai rendszere minimális időráfordítással alkalmas minden tényező, laborlelet, képalkotó eljárás stb. dokumentációjának tárolására;
- a szomatoinfra laboratóriumok felállítása semmilyen különleges helyiséget nem igényel;
- a szomatoinfra diagnosztika informatikai rendszere alkalmas a páciensek adatkezelésére a felvett adatok, képek archiválására;
- a korán felismert kórfolyamatok jó eredménnyel gyógyíthatók kis költség ráfordítással.

A projekt kiválasztása esetében igen fontosnak tartottam, hogy diákjaim megismerhették a modern kutatási témák egyikét, és az általunk végzett kutatási projekttel új eredmények, elemi módszerekkel való bemutatása valósulhatott meg.

#### **2.1.4 A projekt megvalósítása**

A projekt megvalósítását támogatta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Természettudományi Karának a Nukleáris Technika Tanszék Központi Szomatológiai Módszertani és Oktatási Központja, valamint a Műegyetemi Természet- és Sporttudományi Közhasznú Egyesület laboratóriuma. A projekt nem jött volna létre, ha nem kapjuk meg a megfelelő szakmai segítséget, irányítást, mérési eszközöket.

---

<sup>16</sup> <http://www.origo.hu/itthon/20060628egymodern.html>

<sup>17</sup> <http://www.pannonpalatinus.hu/?p=2180>



**4. ábra: Mérési eszközök, a labor**

Nagyon hálásak vagyunk Dr. Szacsy Mihály tanár úrnak, aki nagy lelkesedéssel ismertette meg velünk a témával kapcsolatos fogalmakat, méréseket, és az általa kutatásra, valamint vizsgálatokra használt eszközöket, valamint a labor használatát rendelkezésünkre bocsátotta. Köszönet illeti a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Természettudományi Karának a Nukleáris Technika Tanszékét, hogy a mi kis „középiskolai” projektünket befogadta, helyt adott az együttműködésnek, biztosította a közoktatás és a felsőoktatás közötti kapcsolatot, „hidat épített”.

### **2.1.5 A kutatási projekt szerepe**

A kutatási projektnek igen nagy szerepe volt, kiemelkedően motiválta a tanulókat, hogy a sokak által kevésbé kedvelt természettudományos vagy műszaki területet válasszák a továbbtanulásra. A kutatócsoport tagjai közül az egyik tanuló sikeres felvételi után ma már a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Természettudományi Karának fizikus mesterszakán végzett, orvos-fizika szakos PhD-s hallgatója. A másik két diák orvostanhallgató.

A projekt másik nagy eredményének számít, hogy a tanulók már diákkorban megismerkedhettek a kutatás rejtelmeivel. A kutatómunka önálló tevékenységek elvégzésére, problémák megoldására nevelte a csoport tagjai. A projekt megismerése iránt a tanulók hatalmas elkötelezettséget mutattak, pályaválasztásukban nagy szerepet játszottak az itt szerzett tapasztalatok.



### 2.1.6 A kutatási projekt legkevésbé sikeres eleme

A kutatócsoporttal együttműködve célunk volt egy új algoritmus, rendszerező elv kidolgozása is. Az új algoritmus kidolgozása idő hiányában nem valósult meg, pedig ennek segítségével a kutatócsoport a számítógépes kiértékelést tervezte bővíteni, javítani. A kutatócsoporttal együttműködve a „BMI (Body Max Index) tipizálás integrálása” területen is terveztük a fejlesztés megvalósítását, amellyel csak egy későbbi projektben tudtunk foglalkozni.

### 2.1.7 Tapasztalataim

A projekt során a legpozitívabb tapasztalatom az volt, hogy a tanulók aktívan bekapcsolódtak a kutatási munkába, megismerkedtek az új szakirodalommal, megtanulták a kutatás alapvető lépéseit, megismertek néhány mérési módszert. A tanulók a projektmódszert elsajátítva megtanultak team-ben (csoportban) dolgozni, emellett az új ismeretek birtokában már bátrabban kommunikáltak akár a téma elismert szakértőjével is. Már egy félév távlatában érzékelhető volt a kommunikációs kompetenciájuk fejlődése.

A diákok **informatikai kompetenciája** is folyamatosan fejlődött, hiszen az IKT eszközöket a különböző tevékenységeik során alkalmazták, mint pl.:

- anyaggyűjtés kulcsszavak alapján (szöveg és kép keresése);
- információk rendszerezése (adott szempontok megadásával);
- adatok feldolgozása (szövegszerkesztés, prezentáció, poszter, animáció készítése);
- folyamatos kommunikáció alkalmazása;
- eredmények bemutatása.

A projekt során megfigyelhető volt, hogy diákjaim körében – akik már a Z generáció tagjai –, a digitális szocializáció kiteljesedett, az infokommunikációs eszközök már az életük részét képezik, ezért csak a helyes irányt kellett nekik megmutatni, a lehetőségek kihasználásában volt már egyfajta gyakorlatuk.

A téma számomra is nagyon érdekes volt, hiszen a módszert a megelőzési diagnosztikában éppen akkoriban szabadalmaztatták és széleskörű alkalmazásra várt.

### 2.1.8 A projekt eredményeinek disszeminálása

A kutatási projekt végén diákjaim a publikus eredményeket előadás formájában másoknak is bemutatták, a kollégium weboldalán közzé tették<sup>18</sup>. A **disszemináció** céljából a projektet a TIT Kossuth Klub Egyesület, a TIT Stúdió, a Magyar Technikai és Tömegsportklubok Országos

---

<sup>18</sup> <http://ady-kollegium.sukjaro.eu/?q=node/580>

Szövetsége és az Uránia Ismeretterjesztő Alapítvány (rövidítve: **TIT KK**) pályázatán is bemutattuk, megmérettünk<sup>19</sup>. A versenyre való felkészülés nagy kihívást jelentett diákjainknak. Erre a versenyre nemcsak a szakmai tartalommal kellett naprakészeknek lenniük, hanem az IKT kompetenciájukat is fejleszteniük kellett. Diákjaink bizonyították felkészültségüket, megvédték kutatási eredményeiket.



5. ábra: A projektet disszeminációja, poszterünk bemutatása

Fontos volt, hogy a bemutatón képesek legyenek az érdeklődést felkelteni poszterünk iránt, képesek legyenek átadni az új ismereteket, és a kérdésekre egyfajta rendszerezést követve helyesen válaszoljanak.

## 2.2 Humáninfra-képzés

### 2.2.1 A pályázati téma rövid ismertetése

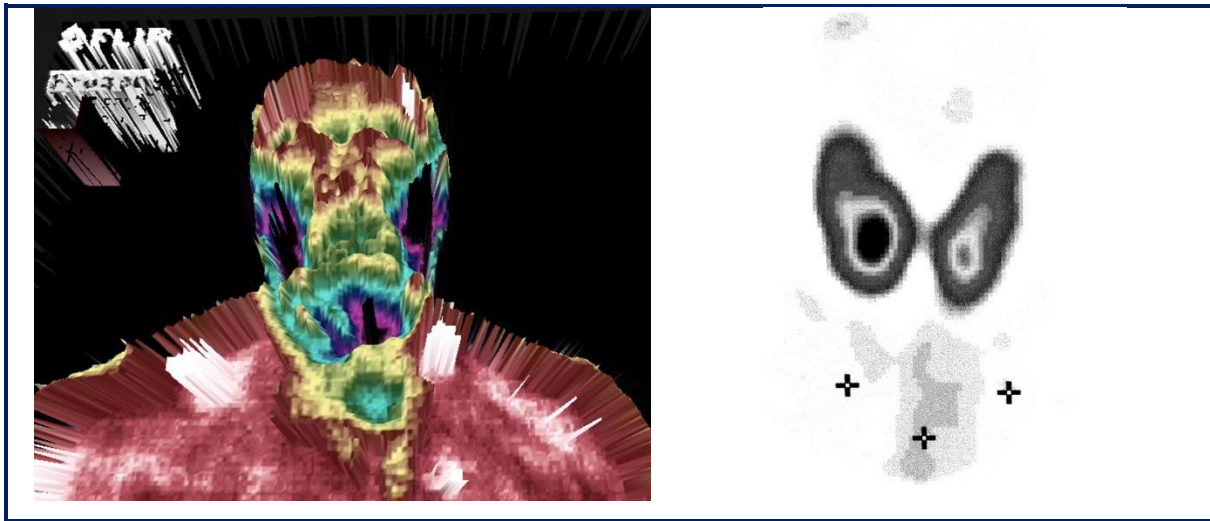
Jelen projektünk szorosan kapcsolódott az előző évben megvalósított kutatási projektünkhöz. A projektben használt szomatoinfra felvételezést jó eredménnyel lehet használni az alapellátásban, a testnevelés és sport területén, a foglalkozás-egészségügyben, népegészségügyben és mindazoknál a szakorvosi tevékenységeknél, ahol a módszer szakmai illesztése megtörtént (RONTÓ & TARJÁN, 1999).

Ebben a projektben az informatikai háttér fejlesztésének köszönhetően a szoftver már képes volt a felvett kétdimenziós infra-felvételeket<sup>20</sup>, háromdimenziós infra-felvétellé alakítani, kinagyítani az adott vizsgálandó területeket (SZENTÁGOTHAI & RÉTHELYI, 1999)

<sup>19</sup> <http://ady-kollegium.sukjaro.eu/?q=node/331>

<sup>20</sup> [https://hu.wikipedia.org/wiki/Infra%C3%B6r%C3%B6s\\_f%C3%A9nyk%C3%A9pez%C3%A9s](https://hu.wikipedia.org/wiki/Infra%C3%B6r%C3%B6s_f%C3%A9nyk%C3%A9pez%C3%A9s)

A kétdimenziós felvételek síkkal való lemetszése, jól körbehatárolása is megvalósítható már. Ennek nagy előnye érezhető az infrafelvételek és a szcintigráfias, valamint a röntgenfelvételek bevitel utáni összehasonlításakor.



6. ábra: Pajzsmirigy 3 D-ben és szcintigráfias felvételen

Mivel a módszer alkalmazása nem károsító az emberi szervezetre (nincsenek veszélyes, ionizáló sugárzások), és az egyetemen működő kutatócsoport egyben oktatási feladatokkal is foglalkozott, készséges együttműködésükről biztosítottak, hogy a pályázatunk tárgyát képező munkánk során megismerhessük a módszert, és részt vehessünk annak továbbfejlesztésében. A projektben a diák kutatócsoport egyre jobban megismerte az IKT adta lehetőségek kihasználását egy interdiszciplináris téma megvalósításában (KÁRPÁTI, 2001).

### 2.2.2 A kutatási projekt szerepe

Ennek a kutatási projektnek is igen nagy szerepe volt a tanulók életében. A kutatás kiemelkedően **motiválta a tanulókat** arra, hogy a sokak által kevésbé kedvelt természettudományos vagy műszaki területet válasszák a továbbtanulásra. A kutatócsoport tagjai nagy valószínűséggel természettudományos és orvosi pályára készültek továbbtanulni. Az orvosi pálya felé való orientáció nem véletlen, hiszen a kutatás során végig a „humánnummal”, az ember egészségének megőrzésével, valamint preklinikai vagy szekundér prevenció vizsgálatával foglalkoztunk.

Projektzáráskor a tanulók elmondták, hogy a kutatási témával a jövőben is szeretnének foglalkozni, és ha lehetséges, a nyár folyamán is szívesen segédkeznek a szomatoinfra laborban, a preklinikai prevenció céljából készülő infrafelvételek kiértékelésében, transzformálásában.



7. ábra: Kutatócsoportom

### 2.2.3 Tapasztalataim

A projekt során a tanulók a **kontinuitásnak köszönhetően** egyre jobban kezdtek beletanulni a kutatás különféle módszereibe. A tanulók elsajátítva a projektmódszert és a kooperációt, **megtanultak team-ben (csoportban) dolgozni**, emellett az új ismeretek birtokában már bátrabban kommunikáltak szóban és írásban is (JAROSIEVITZ B. , 2004).

Ebben az évben a tanulók már sokkal inkább magukénak érezték a témát, éppen ezért magabiztosabban beszéltek eredményeikről, jól érződött a témával kapcsolatos jártasságuk, kutatási módszerük megfelelő folyamatos finomítása.

Nagy meglepetést jelentett a technikai fejlődés konkrét alkalmazása: a számítógépes szoftver továbbfejlesztett verziójának megismerése, hiszen itt a szoftver használatát nem öncélúan, hanem valamilyen ismeretszerzési, tanulási cél elérése érdekében kellett megismerni, felhasználni. A szoftvernek hatalmas előnyét láttuk az infrafelvételek és más diagnosztikai eszközök által készített képek, felvételek összehasonlításában.

Ma is úgy gondolom, hogy a módszer további kutatása során talán lehetőség nyílna a ma még kissé gyerekcipőben járó „mamma” – emlővel kapcsolatos diagnosztizálás – fejlesztésére.

Igen fontos lenne, hogy jóval a tumor kialakulása előtt az orvosok az infrafelvételeken fájdalommentesen (és mindenféle besugárzás nélkül) észrevegyék az esetlegesen kialakuló problémákat, amit a röntgenfelvétel (mammográfia) még ki sem mutat.

### 2.2.4 A projekt eredményeinek publikációi

A kutatási projekt végén diákjaim a publikus eredményeket előadás formájában másoknak is bemutatták, a kollégium weboldalán közzétették. A **disszemináció** céljából a projektet a TIT Kossuth Klub Egyesület, a TIT Stúdió, a Magyar Technikai és Tömegsportklubok Országos

Szövetsége és az Uránia Ismeretterjesztő Alapítvány pályázatán is bemutattuk, megmérettettük<sup>21</sup>.

### 2.2.5 Akikre büszkék vagyunk

A TIT Budapesti Ismeretterjesztő Társulat által meghirdetett XIII. Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Kiállításra, valamint a kész pályaművek nyilvános bemutatására és zsűrizésére 2008. május 31. került sor.

A TIT Stúdió és az Uránia Ismeretterjesztő Alapítvány pályázatot hirdetett 10-18 éves diákok számára tetszőleges természettudományi és műszaki tematikájú, tárgyi jellegű diákalkotások megvalósítására. Minden pályázó maga dönthette el, hogy milyen témában pályázik, de igen fontos volt, hogy a választott téma valós tudományos alapokra támaszkodjék.

*„A pályaművekkel szemben támasztott követelmények a következők voltak:*

*A kidolgozott pályaművek tükrözzenek (a pályázó életkorától elvárható) elmélyült tudományosan megalapozott érdeklődést, komoly kutatómunkát. Éljen a pályázó valamely tudományos eljárással: jelenségvizsgálat, kísérletezés, az eredmények szintetizálása, tudományos következtetések levezetése stb.*

*Elengedhetetlen, hogy a pályamű érthető, hatékony módon bemutatható, demonstrálható legyen. Egyaránt lehet pályázni elméleti (pl. poszter, számítógépes program stb.) és tárgyi gyakorlati természetű munkákkal (modell, terepasztal, makett stb.). Pályázhattak egyének vagy néhány fős kollektívák<sup>22</sup>. A pályaművek színvonalától függően a diákok igen értékes díjazásban részesülhettek. A több mint 20 igen komoly pályázat zsűrizése után, kutatócsoportom újra a 10 fős országos magyar delegáció tagjai lehetett; résztvételt nyertek a 7. Európai Diákalkotó Kiállításra (7<sup>th</sup> Expo-Sciences Europe), amely 2008. július 13-20 között került először megrendezésre Budapesten.*

Több mint 400 európai fiatal vett részt, a **2008. július 13-20 között az ESE 2008 (Expo-Science Europe)** elnevezésű rendezvényen, amelyet Prága, Charleroi, Coimbra, Pozsony, Drezda és Tarragona után, ezúttal Budapest látott vendégül. A programot a párizsi székhelyű Nemzetközi Tudományos és Műszaki Szabadidő Mozgalom (MILSET) szervezi minden páros esztendőben azzal a céllal, hogy a természet- és műszaki tudományokat népszerűsítse a középiskolások körében. Minden olyan országban, ahol működik tagszervezetük, a tanulmányi év során versenyt hirdetnek a diákoknak technikai, természettudományi tárgyú alkotások elkészítésére.

---

<sup>21</sup> [http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/tehetseg/tit2007\\_2008/somato.pdf](http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/tehetseg/tit2007_2008/somato.pdf)

<sup>22</sup> <http://www.kossuth-klub.hu/>

A legjobbakat azután egyhetes fesztiválon látják vendégül, ahol a résztvevők bemutathatják díjnyertes alkotásaikat egymásnak és az érdeklődőknek egyaránt.

A fesztiválra érkezett fiatalok nagyon sokféle alkotással rukkoltak elő a Millenárison tartott rendezvényen. Minden résztvevőnek saját standja volt, ahol nagy izgalommal, lelkesedéssel mutatta be projektjét. Volt, aki látványos poszteren dolgozott fel egy öt érdeklő műszaki témát, mások saját fejlesztésű számítógépes programokat hoztak, megint mások kis robotokkal, modelltárgyakkal mutatkoztak be. Egy görög csoport például saját iskolájuk fűtési rendszerét vizsgálta felül, és alkotott meg rá egy olyan, a külső hőmérséklettől függő új szabályozási rendszert, amellyel 35%-kal csökkentették az iskola éves energiafogyasztását. Egy francia csoport a parfümkészítés rejtjelmeibe vezetett be.

A kiállítás, valamint a diákok és tanárok tudományos tapasztalatcseréje nagyon hasznos volt. A tanulók sikeres részvétele a fesztiválon azt a következtetést erősíti, hogy a XXI. században az oktatásnak fokozottabban oda kellene figyelni a természettudományos tárgyak fontosságára, az ismeretek széleskörű terjesztésére, a médiában való hatékonyabb kommunikálására.



8. ábra: Kutatócsoportom standja az ESE 2008-on

## 2.3 Radioaktív izotópok inkorporációjának átfogó vizsgálata

### 2.3.1 A kutatási téma rövid ismertetése

Kutatásunk egyik célja volt, hogy **3 különböző mérőhelyen, más-más detektorral és árnyékolással határozzuk meg** a felnőtt szervezetben felhalmozódott  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitását. Az aktivitás meghatározására mindhárom helyen az ott lévő **egésztestszámláló berendezést** kellett megismerni, használni. Egy mérés összehasonlításakor minimum 3 gamma-spektrumot kellett fölvennie a diákoknak (háttér, minta, felnőtt ember). A felvett spektrumok után került sor a felvételek kiértékelésére. A spektrum felvétele nem valósult volna meg számítógép és különböző interfészek csatlakozása nélkül (JAROSIEVITZ B. , 2009). A spektrumot az egésztestszámláló berendezéssel és az ehhez kapcsolt számítógéppel vették föl a tanulók. Az egésztestszámláló módszer a bevitel módjától, illetve a dózis akut vagy krónikus jellegétől függetlenül az adott pillanatnyi helyzet jellemzésére, azaz a szervezetben éppen a mérés alatt jelenlévő gammasugárzó izotópok észlelésére alkalmas (ICRP, 2007).

# ISMERKEDÉSÜNK A FANTOMMAL

**Cél:**

- baleseti vizsgálatok esetén az inkorporáció kimutatása a mért személyben
- belső sugárterhelés rendszeres ellenőrzése (rutinmérések)
- orvosi diagnosztika

**Mikor?**

- ha ismerjük a háttérét,
- ha a határfokot már előre meghatároztuk = kalibráltuk a berendezést a fantommal

**Hol?**

Kutatócsoportunk által kiválasztott mérőhelyek





















MTA KFKI AEKI	BME NTI	PAE ZRT
Detektor típusa: NaI (Tl) Megj.: kis háttérű kivitel - átmérő: 152 mm - magasság: 102 mm	Detektor típusa: NaI (Tl) - átmérő: 160 mm - magasság: 100 mm	Detektor típusa: HP Ge - átmérő: kb. 6 cm - vastagság: 5-30 mm

9. ábra: A mérésekben használt egésztestszámláló berendezések (részlet poszterünkől)

A TIT Kossuth Klub Egyesület, a TIT Stúdió, a Magyar Technikai és Tömegsportklubok Országos Szövetsége és az Uránia Ismeretterjesztő Alapítvány által meghirdetett versenyre készült poszterünkön, amely a több mint féléves kutatómunkánk egyik produktuma lett, valamint az ott bemutatott szóbeli prezentációkkal a tanulók ismertették az általunk megismert három mérőhelyet és három különböző detektort, valamint a mérés kalibrációjához felhasznált fantomot<sup>23</sup>.

MTA KFKI AEKI	BME NTI	PAV ZRT	<b>Pályázók:</b> Polenyik Dóra Szilvia 12. oszt. E-mail: szilvi1128@freemail.hu Szerencsés Vanda 11. oszt. E-mail: paigevanda@freemail.hu Felkészítő tanár: Dr. Jarosievitz Beáta E-mail: bjaro@goliat.elk.bme.hu Konzulens: Dr. Zagyvai Péter
	<b>Kalibráló fantom (sugárforrás):<sup>40</sup>K</b> 1000 g KCl lett bemérve 70 l oldatba -ebből 1,367 ·10 <sup>21</sup> darab <sup>40</sup> K A = 15860 Bq		<b>Kalibráló fantom (sugárforrás):</b> 152 Eu, 157 Cs, 60 Co, 133 Ba
Mérési elrendezés	Mérési elrendezés	Mérési elrendezés	
			Ady Endre Föv. Gyak. Koll. 1022 Budapest, Bimbo út 51. Fax./Tel.: 1- 336-1494
<b>Következtetés</b>			
- A mért személy által inkorporált aktivitás kimutatható, de a <sup>40</sup> K a háttérben is jelen van, az egyes mérőhelyek között változó mértékben; - a felvett spektrumokon jól láthatóak a „csúcsok”; - mesterséges radioaktív szennyezés jelenléte kimutatható lehet a <sup>40</sup> K mellett.			<b>ADYS</b>  <b>KAP(15)</b> Részt veszünk az: "Útravaló Program - Út a tudományhoz alprogramban" Kutatómunkánkat támogatja az OKM
<b>Felhasznált irodalom:</b> Andrási A.: Belső sugárterhelés meghatározása egészségtesztszámlálással Zagyvai P., Osváth Sz., Bódizs D.: Nukleáris környezetvédelem gyakorlat környezetmérnök hallgatók számára, BME NTI, 2008 Zagyvai P.: Környezeti Monitorzás, Mérésleírás, Környezetmérnökök számára, BME NTI, 2008			

10. ábra: Eredményeink (részlet poszterünkől)

### 2.3.2 A mérések helyének ismertetése

- Budapest: Magyar Tudományos Akadémia KFKI Atomenergia Kutatóintézet (AEKI)
- Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Nukleáris Technikai Intézete (NTI)
- Paks: paksi atomerőmű sugár és környezetvédelmi osztálya.

Kutatásunkban a diákok megismerték az embereket érő sugárdózis 70%-át kitevő belső sugárterhelés mechanizmusát, összetevőit, meghatározási és mérési lehetőségeit, a radioaktív anyagok inkorporációjával kapcsolatos tudományos alapfogalmakat, különös tekintettel a

<sup>23</sup> <http://ady-kollegium.sukjaro.eu/?q=node/245>



természetes és mesterséges eredetű radioaktivitás megkülönböztetésére, a kockázat-effektív dózis összefüggésre és a különböző besugárzási helyzetek sajátosságaira (ANDRÁSI, 2006); (ZAGYVAI, OSVÁTH, & BÓDIZS, 2008).

Kutatásunk lehetőséget adott arra, hogy megismerkedjünk több **in-vivo** és **in-vitro inkorporációs mérési technikával**, valamint a mérési eredmények felhasználásával készíthető besugárzási modellek összetevőivel, a modellek használatával.

Az új alapfogalmak elsajátítása után a tanulók megismerték a legújabb méréstechnikai eszközöket és módszereket, amelyek alkalmazásával a tanulók különböző mérési gyakorlatot végeztek. Az eszközökkel végzett méréseket a tanulók saját készítésű fényképekkel dokumentálták, mérési jegyzőkönyveket készítettek. A tanulók archiválták és elemezték az általuk felvett adatokat, majd az egyetemi kutatócsoporttal megvitatták és feldolgozták azokat.

### 2.3.3 Trícium kimutatása

**Kutatásunk** másik **célja** volt a **trícium kimutatása és dózisének meghatározására** alkalmazott összetett módszer megismerése.

A tríciumot kipreparálva számos mesterséges készítményben is felhasználják. Ezekből tehát sok trícium kerülhet a radioaktív hulladékba is. A püspökszilágyi hulladéktároló<sup>24</sup> aknáiba beszivárgó esővíz is kivihet magával tríciumot, ha az kikerül a hulladékcsomagból. Püspökszilágyon éppen akkor zajlott egy 4 hulladékos medence újrafeltárása. Az ott dolgozó személyek mindennap ebből származó akut dózisterhelésnek voltak kitéve. Éppen ezért igen fontossá vált előre megbecsülnünk a helyszínen dolgozók ott tartózkodásának időtartamát. Ebben az esetben a dolgozókat érő sugárzásból származó dózist matematikai összefüggésekkel előre kiszámolhattuk az ott tartózkodási idő függvényében.

Ez a feladat **a diákok matematikai kompetenciáját is fejlesztette**, valamint a hipotézis helyes felállítására ösztönözte őket (HALÁSZ, 2012).

A matematikai modellt konkrét méréssel kellett összekapcsolnunk ahhoz, hogy kiszámíthassuk a dózist. Az aknában tartózkodó személy tríciummal inkorporálódott. Éppen ezért szükségessé vált a személy vizeletét TRI-CARB folyadékszintillációs készülékkel elemezni. A mérés során a trícium vizeletben való előfordulása jól kimutatható volt.

Poszterünkön, valamint szóbeli prezentációjukkal a diákok a TIT Kossuth Klub Egyesület, a TIT Stúdió, a Magyar Technikai és Tömegsportklubok Országos Szövetsége és az Uránia

---

<sup>24</sup> <http://www.rhk.hu/letesitmenyeink/rhft/>

Ismeretterjesztő Alapítvány által meghirdetett versenyen bemutatták a trícium kimutatására és dózisának meghatározására alkalmazott alábbi összetett módszereket:

- A trícium kimutatása méréssel

Kutatásunk során megismertük a trícium mérésére használható TRI-CARB folyadékszintillációs készüléket, amely alkalmas alacsonyenergiás béta-sugárzó anyagok ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{125}\text{I}$ ) kvantitatív (mennyiségi), illetve kvalitatív (minőségi) meghatározására.

A mérést a Magyar Tudományos Akadémia KFKI Atomenergia Kutatóintézetben (AEKI) végeztük, és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Nukleáris Technikai Intézetének (NTI) laborjában is ellenőriztük.

- A trícium inkorporációjának meghatározása matematikai modellel

A trícium inkorporációjától származó dózis becslése nem adható meg közvetlenül a vizelet trícium tartalmának mérési eredményéből. A kiürülés négy útvonalon megy vége:

- Vizelettel (800-2000 ml naponta, átlagosan 1500 ml), (ZAGYVAI, 2007)
- Széklettel (legfeljebb 250 ml naponta),
- Izzadsággal (1000-1500 ml),
- Kilégzéssel (500-800 ml),

A biológiai felezési időhöz ( $T_b$ ) hozzárendeljük a  $\lambda_b$  időállandót, majd egy matematikai képlettel írjuk le a kiürülés valószínűségét<sup>25</sup>.

A képlet alkalmazásával a krónikus effektív dózist az akut dózisokból számítottuk.

A trícium inkorporációjának matematikai modellezése a sugárveszélyben dolgozók számára a preventív szemléletű egészségügyi ellátásban számos előnnyel járhat: előre becsülhető az az idő, amely alatt a sugárveszélyes helyen tartózkodó dolgozót még nem éri jelentős sugárterhelés (ANDRÁSI, 2006).

A kutatómunkánk eredményének a további bemutatására nagyon sok lehetőségünk nyílt. Egyrészt az évente kiírt versenyen mutatták be a tanulók munkájukat, de a kollégium tanulóinak is egy szép bemutatót tartottak eddigi eredményeikről. A projekt teljes ideje alatt nagyon fontosnak tartottam, hogy **a tanulók egymást is motiválják**, és átadják egymásnak a tudásukat, ez mind hozzájárul a tehetséggondozás fejlesztéséhez, az elsajátított tudás disszeminálásához.

---

<sup>25</sup> <http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia.htm>

A kutatás nem jött volna létre az OKM Támogatáskezelő Út a tudományhoz program támogatása nélkül.

A kutatás során szakmai támogatást és együttműködést kaptunk a Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technika Tanszékének (1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3<sup>26</sup>. dolgozóitól. A Nukleáris Technika Tanszék a rendelkezésünkre bocsátotta a kísérleti berendezéseit, és szakmai támogatást nyújtott a projekt megvalósításában. Emellett a Magyar Tudományos Akadémia KFKI Atomenergia Kutatóintézete (AEKI), valamint a paksi atomerőmű Sugár- és Környezetvédelmi Osztálya is rendelkezésünkre bocsátotta a kutatómunkánkhoz szükséges mérőhelyeket és mérőeszközöket.

### 2.3.4 A kutatási projekt szerepe

A kutatási projektnek igen nagy szerepe volt a tanulók életében, kiemelkedően motiválta a tanulókat. Nem véletlen, hogy kutatócsoportunkból a diákok egy régebbi társa már a BME hallgatójaként is részt vett néhány megbeszélésen, közös méréseken, és egyetemistaként a „Sugárterápiás kezelések szórt sugárterhelésének vizsgálata Monte Carlo szimulációkkal” témával különdíjat kapott a XXXI. OTDK, Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció, Biofizika és biológiai fizika tagozatban.

### 2.3.5 A projekt eredménye

A projekt legnagyobb eredményének tartom a XIV. Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Kiállításon elért **I. helyezést**. Ezt a helyezést a lányok nagyon megérdemelték, hiszen egy teljes év, illetve 3 komoly előző kutatási év tapasztalata állt mögöttük. Ebben a projektben a lányok önállósága, kreativitása már jól érezhető volt. A helyezés nem csupán a díj miatt volt fontos számunkra, hanem a magyar delegáció tagjaként a diákok egy újabb lehetőséget kaptak a nemzetközi tapasztalatcserére, eddigi kutatási eredményeik, tudományos ismereteik idegen nyelven való kifejtésére, disszeminálására. A projekt eredményeit több helyen is publikáltuk, disszemináltuk<sup>27,28,29</sup>.

---

<sup>26</sup> <http://www.reak.bme.hu/>

<sup>27</sup> [http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/sajto/2008\\_2009/kutatod.pdf](http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/sajto/2008_2009/kutatod.pdf)

<sup>28</sup> [http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/tehetseg/tit2008\\_2009/poster\\_fantom.pdf](http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/tehetseg/tit2008_2009/poster_fantom.pdf)

<sup>29</sup> <http://moderniskola.hu/2015/07/hogyan-lehet-a-termeszettudomanyos-targyakat-megszeretenni-mol-mesterm-dijazott-2-resz/>

## Bővebben a Tríciumról

**A TRÍCIUM KIMUTATÁSA MÉRÉSEL**  
TRI-CARB folyadekscintillációs készülék alkalmas alacsonyenergiás béta-sugárzó anyagok ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{35}\text{S}$ ) kvantitatív (mennyiségi), illetve kvalitatív (minőségi) meghatározására.



TRI-CARB      koktél előkészítése a laborban      a koktél behelyezése mérés, felvett spektrum

**A TRÍCIUM INKORPORÁCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA MATEMATIKAI MODELLEL**  
A felvett (beleegzett, megivott) trícium kiürülés négy útvonalon megy vége:  
**Vizezettel** (800-2000 ml naponta, átlagosan 1500 ml)  
**Széktelletel** (legfeljebb 250 ml naponta)  
**Izzadsággal** (1000-1500 ml)  
**Kiürítéssel** (500-800 ml)

A biológiai felezési időhöz ( $T_{1/2}$ ) hozzárendeljük a  $\lambda$  időállandót, majd egy matematikai képlettel írjuk le a kiürülés valószínűségét. Hol kerülhet a természetes szintet meghaladó trícium a szervezetbe?  
Pl.: Radioaktív hulladékok tárolása: felszínközeli vagy mélyeségi lerakóhely: Püspökszilágy, Bataapáti




11. ábra: Kutatási eredményünk ismertetése (részlet poszterünkéből)

### Rólunk írták a „Budai Polgárban” (részlet)

2009/12 — június 12.

ÓVODA—ISKOLA

11. OLDAL

## Kutató kollégista diákok nemzetközi sikere

A Bimbó úti Ady Endre Fővárosi Gyakorló Kollégium tanulói és felkészítő tanáruk, *Jarosievtz Beáta* komoly sikert értek el a XIV. Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Kiállításon. A TIT Kossuth Klub Egyesület, a TIT Stúdió, a Magyar Technikai és Tömegsportklubok Országos Szövetsége és az Uránia Ismeretterjesztő Alapítvány pályázatot hirdetett 10–18 éves diákok számára, akiket természettudományi és műszaki tematikájú diákalkotások megvalósítására ösztönözött. A felhívás szerint igen fontos volt, hogy a kidolgozott pályaművek elmélyült, tudományosan megalapozott érdeklődést, valamint komoly kutatómunkát és innovatív műszaki készségeket tükrözzenek.

Az elkészült pályaműveket a tanulók május 22–23-án mutatták be az óttagú zsűrinek és társaiknak. Az idei tanévben 72 pályázó mérte meg magát a színvonalas versenyen, amely egyben előselejtező is volt az „ESI 2009” nemzetközi konferenciára kiutazó magyar delegáció kiválasztására. A versenyen nagyon sok színvonalas munka közül választotta ki a zsűri a háromfős delegáció tagjait, a legjobban bemutatott projekteket.

Kerületünkéből és Budapestről csak *Polenyik Szilvia* és *Szerencsés Vanda*, az Ady Endre Fővárosi Gyakorló Kollégium tanulói kerültek be az idei magyar delegációba. *Jarosievtz Beáta* diákjai már a tavalyi fesztiválon is sikeresen szerepeltek és képviselték hazánkat a Budapesten először megrendezett fesztiválon. A két lány két komoly témával készült az idei válogató versenyre. Az egyik témájukban az *Ismerkedésünk a fantommal*, az egészségszámítást dolgozták fel. Kutatásukban a su-

gárzások káros hatásainak mérésével, kiértékelésével, az esetleg fellépő ártalmak megelőzésével is foglalkoztak. A nyertes témában, *Bővebben a tríciumról* poszterükön, valamint szóbeli prezentációjukban a lányok bemutatták a trícium kimutatására és dózisának meghatározására alkalmazott összetett módszereket. A kutató diákok által megismert új módszer tesztelése jelentős segítséget nyújthat a sugárveszélyes munkahelyeken dolgozók számára. A számítógépes modell tesztelése és megismerése hozzájárulhat az emberek egészségének védelméhez.

Kutatási eredményeik segítségével szolgálnak ahhoz, hogy a társadalomban az atomenergiával kapcsolatban eloszlassák a tévhitet, és eredményeiket megismerve meggyőződjenek a nukleáris energia fontosságáról, békés célú felhasználásáról.

*Polenyik Szilvia* már öt éve érdeklődik a kémia-fizika-biológia legfrissebb kutatási témái iránt. Szeretné minél jobban elmélyíteni ismereteit, és dönteni jövőbeni továbbtanulási terveiről. Több országos versenyen sikeresen vett részt. Az idei és a tavalyi tanévben is országos első helyezést ért el a TIT versenyen bemutatott pályamunkájával. A nyári szünetben a sikeres eredménynek köszönhetően az ESE 2008 nemzetközi kiállításon, diákalkotó fesztiválon is bemutathatta munkáját. A tanuló már két éve tagja *Jarosievtz Beáta* kutatócsoportjának, aktívan vett részt immár három éve az OKM által támogatott *Út a tudományért* programban. A tavalyi kutatómunka is nagyon érdekelte, és nagyon örült az idei kutatási lehetőségnek.

*Szerencsés Vanda* folyamatosan érdeklődik a természettudományos alapú kutatások iránt. Évente több különböző versenyen indult, de most már egyre inkább a kutatómunka iránt érez elkötelezettséget. Az előző tanévben még nem vett részt hosszabb távú kutatómunkában, de társainak tevékenysége felcsigázta érdeklődését, ezért az idei tanévben személyesen is bekapcsolódott a kutatásba.





A mért minták kiértékelését a kölcsön kapott GSANAL programmal, illetve a radon méréséhez és kiértékeléshez írt külön programmal végeztük. A kutatásnak köszönhetően a tanulók sikeresen elsajátították a mérési módszereket, munkájukkal segítséget nyújtottak a környezetvédelmi osztályon dolgozók számára, a napi rutinfeladatok elvégzésekor.

A tanulók a mérendő mintákat mentori felügyelettel az NTI radiokémiai laborjában készítették elő a méréshez. Konkrét megvalósított kutatási feladataink voltak az alábbiak (ZAGYVAI, OSVÁTH, & BÓDIZS, 2008):

Radioaktív anyagkoncentrációk mérése környezeti mintákban

- $^{40}\text{K}$  (kálium) aktivitás-koncentrációjának meghatározása az ország különböző területeiről gyűjtött vízmintákban;
- béta-sugárzó izotópok összes béta-aktivitásának meghatározása vizes mintákban;
- $^{90}\text{Sr}$  (stroncium) radioaktív koncentrációjának meghatározása környezeti-, ivóvíz, más vizes mintákban;
- vízminták mérése félvezető detektoros gamma-spektrometriai módszerrel;
- radon ( $\text{Rn}$ ) gáz aktivitás-koncentráció mérése légtérben két helyen is Budapesten egy pincehelységben, illetve egyik tanuló lakhelyén Kókán, a padlástérben;
- vízben levő  $^3\text{H}$  (trícium) radioaktív koncentrációjának meghatározása;
- környezeti radioaeroszol összes béta aktivitáskoncentrációjának meghatározása;
- fall-out egységnyi felületre jutó összes béta-aktivitásának meghatározása - különös tekintettel az izlandi hamufelhőből származó kihullás vizsgálatára;
- aeroszol minta előkészítése gamma-spektrometriai mérése;
- építőanyagok laboratóriumi gamma-spektrometriai vizsgálata – téglapor mérése, elemzése.

A kutatás végső produktumaként a tanulók egy multimédiás előadással és egy magyar nyelvű poszterrel készültek. A poszter megvédésére, ismertetésére a TIT Kossuth Klub Egyesület, a TIT Stúdió és az Uránia Ismeretterjesztő Alapítvány által meghirdetett XV. Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Kiállításon volt lehetősége a kutatócsoportnak.

Igen fontosnak tartom, hogy már a legfiatalabb „kutató–diákok” is **megismerhették a modern kutatási témák egyikét**, és az általuk végzett kutatási projekttel is hasznos munkát végeztek, a környezet megőrzése érdekében. A kutatás nem jött volna létre az OKM Támogatáskezelő Út a tudományhoz program támogatása nélkül.

## 2.4.2 Munkatervünk

Hónap	Célok, feladatok	Eredmények
November	<ul style="list-style-type: none"> <li>projektindító tárgyalás, projektterv elkészítése,</li> <li>feladatok elosztása,</li> <li>szakirodalom tanulmányozása,</li> <li>ismeretek felfrissítése,</li> <li>detektorok megismerése</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sugárvédelemmel kapcsolatos fogalmak megismerése</li> <li>fizikai és biológiai dóziszfogalmak megismerése, elmélyítése</li> <li>szakirodalom áttekintés.</li> </ul>
December	<ul style="list-style-type: none"> <li>mérési berendezések megismerése és kalibrálása,</li> <li>háttérpektrum felvétele,</li> <li>mintavétel több fürdőhelyről,</li> <li>a mérésre használt minták előkészítése a radiokémiai laboratóriumban,</li> <li>minták mérése.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>spektrumok felvétele – háttér – mindkét detektorral,</li> <li>hosszú idejű minták mérése (24 h).</li> </ul>
Január	<ul style="list-style-type: none"> <li>vízminták mérése,</li> <li>HpGe detektorral, Marinelli edényben,</li> <li>NDI szendvics detektorral, Al tálkában,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>az NDI szendvics detektorral végzett legtöbb vízminta mérése kimutatta a béta-sugárzó radioizotóp (<math>^{40}\text{K}</math>) jelenlétét,</li> <li>béta-sugárzó izotópok összes béta-aktivitásának meghatározása vizes mintákban,</li> <li><math>^{40}\text{K}</math> (kálium) aktivitás-koncentrációjának meghatározása az ország különböző területeiről gyűjtött vízmintákban.</li> </ul>
Február	<ul style="list-style-type: none"> <li>kísérlet összeállítása,</li> <li>megfelelő gáz vastagságának kiválasztása,</li> <li>radon koncentrációjának mérése,</li> <li>egynapos folyamatos aeroszol-mintavételt és mérést végeztünk a vulkáni hamu „ideérkezése” idején.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>igazoltuk, hogy a Magyarországra eljutott vulkáni hamuban nem volt radioaktív komponens.</li> <li>Az egynapos mérés során kaptuk:  <math>^{222}\text{Rn}</math>-leányelemek egyensúlyi egyenérték koncentrációja: 1,2 – 2,5 Bq/m<sup>3</sup> között.  <math>^{220}\text{Rn}</math>-leányelemek egyensúlyi egyenérték koncentrációja: 0,01 – 0,06 Bq/m<sup>3</sup> között.</li> </ul>
Március	<ul style="list-style-type: none"> <li>fall-out minta mérése,</li> <li>mintavétel,</li> <li>a minta bepárlása Petri csészében,</li> <li>a minta mérése.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a <math>^{40}\text{K}</math> előfordulása elég jelentéktelen,</li> <li><math>^7\text{Be}</math> kozmogén izotóp (ami nitrogénből keletkezik a magas légkörben, és csapadékkal hullik a talajfelszínre) jól látható a spektrumban</li> </ul>

Április	<ul style="list-style-type: none"> <li>• építőanyagok mérése,</li> <li>• gammaspektrum fölvétele homogenizált mintával töltött, 450 ml térfogatú Marinelli-edény segítségével, HPGe detektorral,</li> <li>• külön foglalkozáson való részvétel „a multimédia elemeinek feldolgozása” érdekében.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eredményeink összegzése, szintézise</li> <li>• képek, videók archiválása,</li> <li>• eredményeink összegzése prezentáción,</li> <li>• multimédiás foglalkozáson a bemutatásra váró videó, poszter elkészítése</li> <li>• az eredmények bemutatása a kollégista diáktársak részére,</li> <li>• felkészülés az évente megszervezett Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Versenyre.</li> </ul>
Május	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mérési eredmények véglegesítése,</li> <li>• konklúzió levonása,</li> <li>• a kutatási téma összegzése.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a kutatási eredmények összegzése poszteren és multimédiás prezentáción, filmen,</li> <li>• sikeres szereplés az évente megszervezett Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Versenyen - <b>Országos I helyezés.</b></li> <li>• a nyertes poszter lefordítása angol nyelvre – készülés az ESE 2010 nemzetközi moszkvai fesztiválra.</li> </ul>

1. Táblázat: Munkatervünk

A munkatervben is jelzett, kutatási eredmények poszteren és multimédiás prezentáción, filmen történő összegzésére májusban került sor. A digitális anyagok nem készültek volna el egy külön, specifikus foglalkozás beépítése nélkül.

A kutatócsoportomban levő diákok rendelkeztek már valamilyen informatikai jártassággal, de egy sikeres videofelvétel, film, prezentáció és poszter elkészítése érdekében jobbnak láttam egy előzetes, külön erre irányuló foglalkozást is tartani számukra.

A foglalkozás a **vizuális kultúra és informatika esztétikai elemeit** is előtérbe hozta, valamint egy **ismétlése, rendszerezése** volt a diákok eddigi informatikai tudásának

A versenyre elkészített magyar nyelvű **videó** itt megtekinthető: <https://youtu.be/yhruayawrpo>.

Az összefoglalás, rendszerezés mellett a foglalkozás alatt könnyedén elkészültek a profi szóró anyagok, a film, poszter és prezentáció. A foglalkozás nyitott volt, a kutatócsoportom tagjai mellett más érdeklődő diákok is részt vehettek a kollégium géptermében történt eseményen.

A kutatócsoportnak és az érdeklődőknek tartott foglalkozást az alábbi, előzetesen elkészített szakköri óravázlat szerint valósítottam meg.



**Szakköri óra vázlat**

<b>Tantárgy: Informatika</b>		<b>Készítette: Jarosievitz Beáta</b>	
<b>Évfolyam: Kutató csoport tagjai (14-18 év)</b>			
<b>Témakör: Multimédia</b>	<b>A foglalkozás (2*45 perc) anyaga:</b> Digitális tartalom elkészítése		
<b>Alkalmazói ismeretek</b>	Multimédia és elemeinek alkalmazása: (prezentáció, poszter és rövid film) elkészítése		
<b>Az óra típusa:</b>	<b>Módszer:</b>		
A multimédia elemeinek, gyakorlati alkalmazásának ismételése		az ismert képmanipulációk, videószerkesztés begyakorlása	
<b>Tanesszközök:</b>	<b>Szemléltető eszközök:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>számítógép, vetített prezentáció,</li> <li>feladat elküldése előzetesen emailben             <ul style="list-style-type: none"> <li>forrásanyag</li> <li>webcímek listája</li> </ul> </li> </ul>	projektoros kivetítés saját prezentáció és/vagy <a href="http://videotanar.hu/it/alkalmazoi-ismeretek/digitalis-kep-jellemzo-kepformatumok/">http://videotanar.hu/it/alkalmazoi-ismeretek/digitalis-kep-jellemzo-kepformatumok/</a> Devecz Ferenc– Juhász Tibor– Makány György– Véghe András: Informatika 9. a középiskolások számára, Tankönyvcsalád: Digitális kultúra, Nemzeti tankönyvkiadó 60-75. oldal		

<b>Célok:</b>				
grafikai alapismeretek elmélyítése	statikus és mozgó képfajták csoportosítása, felhasználása	programok elindítása menüpontok megbeszélése	képek vetítése – slide show	képek, videók átméretezése hang felvétele és vágása
képek, hangok (narráció), videó létrehozása különböző eszközökkel	szinkeverés, additív, szubsztaktív színek meghatározása, hangok (narráció) létrehozása különböző	képek, videó információinak kiolvasása	panoráma kép elkészítése, lementése, poszter és ppt elkészítése	elkészül kép csatolása az emailhez

<b>Idő (perc)</b>	<b>Foglalkozási egység</b>	<b>Módszer, tartalom</b>	<b>Kapcsolódási pontok</b>	<b>Megjegyzés, szemléltetés</b>	<b>Reflexiók, tapasztalatok</b>
6 perc	Internet elérés ellenőrzése	diákok belépnek az email-be, letöltik a forrás fájlokat (kép, videó)	-	-	a diákok minden információt megkaptak emailben, ingyenesen letölthető program alkalmazásáról van szó
12 perc	Digitális képfeldolgozás (ismétlés)	Digitális képek, videók jellemzői, képek létrehozása optikai eszközökkel (fényképezőgép, kamera). Tanári frontális magyarázat, alapfogalmak tisztázása.	Alkalmazói ismeretek Grafika Vizuális kultúra	projektoros kivetítés	a diákok igénylik a színes bemutatót, érdekes prezentációk kivetítését
16 perc	Digitális kép illetve hang feldolgozás	Képek felhasználásának megbeszélése Egyéni vélemény meghallgatása Ötletek megjelenítése online üzenőfalán <a href="http://www.padlet.com">www.padlet.com</a> Online felület használata a spontán kérdés megválaszolására	Alkalmazói ismeretek Grafika Vizuális kultúra kommunikációs készség fejlesztése IKT felhasználása	projektoros kivetítés	a diákok igénylik a kivetítést, a tanári segítséget
10 perc	Képek előkészítése (letöltése a DRIVE-ról) ingyenes program alk.	Képek betöltése az ingyenes programba A leírt feladat lépéseinek követése Páros munka külön számítógépen. A diákok munkája az előre megosztott Google Drive mappába kerül föl. A tanár folyamatosan ellenőrzi az egyéni gépeken történő munkát.	Alkalmazói ismeretek Grafika Vizuális kultúra	projektoros kivetítés	a diákok igénylik a kivetítést, a tanári segítséget
12	Forrás anyag	A leírt feladat lépéseinek követése	Alkalmazói ismeretek	projektoros	a diákok igénylik a

Idő (perc)	Foglalkozási egység	Módszer, tartalom	Kapcsolódási pontok	Megjegyzés, szemléltetés	Reflexiók, tapasztalatok
perc	tulajdonságainak vizsgálata a megfelelő programokkal.		Grafika Vizuális kultúra	kivetítés	kivetítést, a tanári segítséget
30 perc	Képek, videók manipulálása, hang és képaláírás szerkesztése: Movie Maker használata.	A leírt feladat lépéseinek követése egyénileg, amennyiben valaki előbbre tart differenciálpedagógia érvényesítése, a többi feladatmegoldásba való betárulás.	Alkalmazói ismeretek Grafika Vizuális kultúra	projektoros kivetítés	a diákok igénylik a kivetítést, a tanári segítséget
4 perc	összefoglalás	Az elkészült anyagokat a diákok feltöltik DRIVE-ra, majd egy külön „tesztelő csoport” más időpontban zsűrizi az elkészült anyagokat.	az órán megtapasztaltak konklúziója	projektoros kivetítése a tartalomnak, ami a diáknaplárba kerül	a diákok igénylik a kivetítést

**2. Táblázat: Szakköri foglalkozási terv**

A kutatás során szakmai támogatást és együttműködést kaptunk a Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technika Tanszékének (1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3<sup>30</sup>) dolgozóitól. A Nukleáris Technika Tanszék a rendelkezésünkre bocsátotta a kísérleti berendezéseit: a környezeti minták mérésére használt alfa, béta és gamma–spektrometriás mérőhelyeit, a mérésekhez szükséges alacsony energiájú detektorait és a sokcsatornás analizátorait, valamint szakmai támogatást nyújtott a projekt megvalósításában.

### 2.4.3 A kutatási projekt szerepe

A tanulók örömmel vettek részt a kísérletek megtervezésében, minták előkészítésében, mérések kiértékelésében. A teljes projekt alatt rengeteg fejlődött a tanórán kívüli tudásuk, valamint együttműködési képességük, IKT jártasságuk. Azáltal, hogy a diákok méréseket végeztek, kénytelenek voltak új, speciális, angol nyelvű, spektrumfelvételre készült programokat is megismerni. A dokumentáció elkészítéséhez a diákok a multimédia követelményeit is megismerték, prezentációtechnikájukat is fejlesztették.

### 2.4.4 A projekt eredménye

A projekt legnagyobb eredményének tartom a TIT Kossuth Klub Egyesület, a TIT Stúdió és az Uránia Ismeretterjesztő Alapítvány által meghirdetett XV. Országos Tudományos és Technikai Diákalkotó Kiállításon elért **I. helyezést**. A legjobb pályamű alkotójaként kutatócsoportom részvételi lehetőséget kapott a Nemzetközi Tudományos és Technikai Szabadidő Mozgalom

<sup>30</sup> <http://www.reak.bme.hu/>

(MILSET<sup>31</sup>) által Moszkvában 2010. június 27 - július 4. között megrendezett Európai Tudományos és Technikai Diákalkotó Kiállításon (ESE 2010: Expo-Sciences Europe 2010) <sup>32</sup>.



13. ábra: Kutatócsoportunk, a háttérben poszterünk

Ezt a helyezést a kutató lányok nagyon megérdemelték, hiszen egy teljes év, illetve már 4 komoly kutatási év tapasztalata állt mögöttük.

A helyezés nem csupán a díj miatt volt fontos számunkra, hanem a magyar delegáció tagjaként a diákok egy újabb lehetőséget kapnak a nemzetközi tapasztalatcserére, eddigi kutatási eredményeik, tudományos ismereteik idegen nyelven való kifejtésére, disszeminálására. A mellékletekben látható angol és magyar prezentáció bizonyíték arra is, hogy a kutatócsoport a nyelvtől függetlenül nagyon színvonalas prezentáció elkészítésére képes, a diákok **IKT kompetenciája kimagaslóan fejlett**, példaértékűvé vált. ([Melléklet](#)).

#### 2.4.5 Tapasztalataim

A projekt során a legérdekesebb tapasztalatom az volt, hogy a tanulók aktívan bekapcsolódtak a kutatási munkába, nem riadtak vissza a modern fizika megismerésétől. Értékeltem, hogy a diákok képesek voltak a különböző mérőhelyeken felvett spektrumokat összehasonlítani, megismerni az azonos, de mégis kissé különböző mérőberendezéseket. Méréseinket az éppen

---

<sup>31</sup> Az 1987-ben alapított, párizsi székhelyű MILSET (Mouvement International pour le Loisir Scientifique et Technique / International Movement for Leisure Activities in Science and Technology) nemzetközi civil, nonprofit és politikailag nem elkötelezett szervezet. A szervezet kiemelt célja a tudományos és műszaki kultúra népszerűsítése a fiatalság körében. A MILSET a cél érdekében nemzeti tagszervezetei és regionális szövetségei közreműködésével, ifjúsági tudományos és műszaki programokat szervez. Ezek között is kiemelkedő szerepet töltenek be a páratlan években megtartott Nemzetközi Diákalkotó Fesztiválok (Expo-Sciences Internationale / Expo-Sciences International – ESI), illetve a páros esztendőben sorra kerülő regionális expók, így Európában az ESE-k.

<sup>32</sup> <http://ese2010.ru/>

aktuális izlandi hamufelhőből eredő kihullásból származó mintavételek naprakész elemzésével is gazdagíthattuk, ez a lehetőség nem sokaknak adatik meg.



14. ábra: Mintavétel

A projektnek köszönhetően a tanulók alábbi kompetenciái hatalmas fejlődésen mentek keresztül:



15. ábra: A tanulók fõnti fõbb kompetenciái fejlõdtek (saját készítésû ábra)

**Természettudományos kompetencia:**

- a hallgatók képesek lettek megkülönböztetni a vizsgáldás szempontjából lényeges és lényegtelen jellemzőket;
- képesek lettek a jelenségeket értelmezni, különbséget tenni a tudományos és az áltudományos nézetek között;
- képesek lettek a videókon megfigyelt kísérletek elemzése során nyert tapasztalataikat áttekinteni, értelmezni;
- képesek lettek az elvégzett kísérletekből következtetéseket levonni;
- megtanulták a kísérletek, mérések során nyert adatokat grafikonon ábrázolni, és a kész grafikonok adatait leolvasni, ezt feladatmegoldásoknál is alkalmazni;
- jártasságot szereztek az SI és a gyakorlatban használt SI-n kívüli mértékegységek használatában, képesek lettek ezt a feladatmegoldásokban hibátlanul használni;
- képesek lettek a mindennapi technikai környezetben is felismerni a fizikai fogalmakat, jelenségeket;
- megismerték a nagyobb jelentőségű fizikai felfedezéseket, eredményeket.

**Matematikai kompetencia:**

- képesek lettek megismerni az egyszerű példákon keresztül, és világosan látni a matematika szerepét a fizikában;
- képesek lettek a matematikára alapozott, fizikai formulákkal végzett számításokat hibátlanul elvégezni.

**Digitális kompetencia**

- képesek lettek kihasználni a fizika tanulásához a számítógép által kínált lehetőségeket animációk, videó, szimulációk, oktatóprogramok futtatása stb.;
- képesek lettek értelmezni a számítógépes szimulációs programokat;
- képesek lettek az Interneten található információk között különbséget tenni;
- képesek lettek kiválasztani a tudományos értékű információkat.

**Anyanyelvi kompetencia:**

- A hallgatók képesek lettek a megszerzett ismereteiket megfogalmazni, a magyar és angol szaknyelv fogalmait ismerni és tudatosan, helyesen használni azokat.

**Szociális és állampolgári kompetencia:**

- a társadalomban felmerülő gyakorlati problémák kapcsán a diákok tudják alkalmazni fizikai ismereteiket;
- megismerték a legjelentősebb magyar fizikusok munkásságát;

- képesek lettek a hatékony, önálló tanulásra, megnőtt az igényük az önálló és folyamatos ismeretszerzésre;
- képesek lettek önállóan használni a könyvtári segédkönyveket, lexikonokat, képlet- és táblázatgyűjteményeket;
- értve és szelektíven váltak használóivá az Internetnek.

#### **Esztétikai kompetencia:**

- a tanulók érdeklődést tanúsítottak a természet jelenségei iránt, a versenyekre, disszeminációra elkészített bemutatójukat képesek voltak igényesen, esztétikusan elkészíteni.

#### **2.4.6 Projekt disszeminációja - meghívás**

Széchenyi István és Bolyai János halálának 150. évfordulója, valamint a Biodiverzitás Nemzetközi Évének alkalmából **“I. Tudományfesztivál”**<sup>33</sup> címmel nagyszabású eseményre került sor 2010 szeptemberében, így kutatócsoportom erre a fesztiválra is kapott egy meghívást, hogy kutatási eredményeinket bemutathassuk a nagyközönség számára is<sup>34</sup>.

A TUDOMÁNYFESZTIVÁL célja volt a kutatóintézetekben, a felsőoktatási intézményekben és az innovációval foglalkozó vállalkozásokban folyó élenjáró kutatás, illetve a tehetséggondozás területén meglévő, korszerű kezdeményezések, programok bemutatása a nagyközönségnek, a magyar tudományos közélet szereplőinek bevonásával, a nemzetközi és különösen a **magyar Tudomány hagyományteremtő „ünnepének”** megalapozása egy fiatalok számára (is) vonzó fesztivál keretei között.

Gyakorló kollégiumként lehetőségünk nyílt a kutatásunk eredményének ismertetésére prezentációval kísért szóbeli kiegészítéssel a Mérei Ferenc Fővárosi Pedagógiai és Pályaválasztási Tanácsadó Intézet támogatásával szervezett kollégiumi műhelyfoglalkozáson (igazgatóknak, szakértőknek, vezetőtanároknak) 2010 szeptemberében.

Emellett az ESE2010 nemzetközi konferencián is sikeresen mutattuk be a témában született kutatás eredményeit, angol nyelven poszterrel és prezentációval<sup>35</sup>.

<sup>33</sup> <http://www.unesco.hu/tarsadalomtudomany-100913>

<sup>34</sup> <http://www.langesz.hu/tag/tudomanyfesztival/>

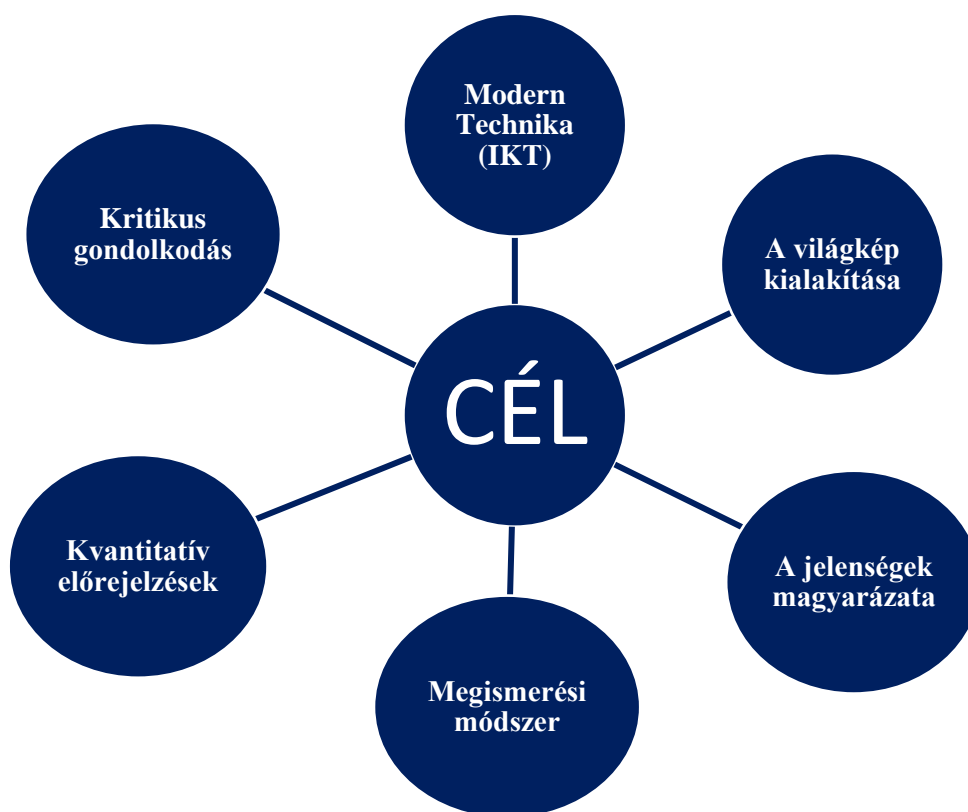
<sup>35</sup> [http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/tehetseg/tit2009\\_2010/tit2010.pdf](http://ady-kollegium.sukjaro.eu/sites/default/files/tehetseg/tit2009_2010/tit2010.pdf)

### 2.4.7 Az eredmények értelmezése

A négy év alatt a közoktatásban megvalósított négy különböző kutatási program után arra a következtetésre jutottam, hogy a **projektmódszer**, valamint a **digitális pedagógia alkalmazása** a tehetséggondozásban, sokkal közelebb hozta a diákokat a fizikához.

Megfigyelhető volt, hogy **attitűdjük nagyon pozitívan változott, természettudományos kompetenciájuk hatalmas fejlődésen ment keresztül**. Terveimnek megfelelően a sikeresen megvalósított innovatív projektek értékelésekor szóbeli beszélgetésekkel, valamint e-mail-es visszajelzésekkel ellenőriztem az alkalmazott módszer tanítási-tanulási technika motiváló erejét, a tanulók fizika iránti attitűdjének változását. Gyakorló tanárként a **projektmódszer alkalmazását** és vizsgálatát kvalitatív pedagógiai módszerként **akciókutatásként** vontam be tudományos munkámba (SZABOLCS, 2001); (EILEEN, 2000).

A természettudományos tantárgyak tanítási céljainak elérését a fenti tehetséggondozó projektekből az alábbi összefoglaló ábrával és megjegyzésekkel szemléltetem (RADNÓTI, 2014)



16. ábra: Tehetséggondozás, természettudományok céljai (saját készítésű ábra)

Meggyőződésem, hogy még mindig tudunk hatni a diákokra és egy adott tantárgy megszerettetése, a diákok attitűdjének formálása nemcsak a tárgy oktatásától függ, hanem az oktató személyiségétől, az oktató által hozzá adott értéktől, melynek segítségével akár a természettudományos tárgyakat is meg tudja kedveltetni.

### **3. A közoktatásban a közeljövőben megvalósítandó innovatív oktatási, kutatási feladatok**

#### **3.1 A kutatási téma rövid ismertetése**

Az atommodellek rövid bemutatása, az előnyök hátrányok, a láncreakció ismertetése, modellezése kísérlettel.

#### **3.2 A kutatási projekt szerepe**

Jelen projekt várható eredmény egy 3 perces interaktív ismeretterjesztő videofilm. A filmet az Európai Nukleáris Versenyre készítjük (<http://nuclearcompetition2023.enen.bme.hu/registration/>), de emellett az oktatásban a 10 évfolyamos diákok számára, is jól használható, akik jelenleg igen kevés órában csak (heti 2 órában) tanulják a fizikát.

#### **3.3 Alkalmazott módszer**

Projekt módszer

#### **3.3 A projekt eredménye**

Amennyiben a projektünk sikeres lesz, a 2 fős diák csapatunk a döntőben is bemutatja az elkészült munkát, amit meg is kell védeni, de emellett természetesen az elkészült projektet az iskolában tanórán is bemutatom mind a négy párhuzamos osztályban a tízedik évfolyamon. A videó a tananyag oktatásában is nagy segítséget nyújt, az iskolai weboldalra is felkerül.

#### **3.4 Láncreakció tanítása**

Lásd csatolt óravázlat, linkkel ellátva és videó: <https://youtu.be/nt0sdy43VTc> valamint: <https://sukjaro.hu/SCsaba/MagfizikaCD/> tananyag.



## Irodalomjegyzék

- Andrási, A. (2006). Belső sugárterhelés meghatározása egészsztestszámlálással. *Fizikai Szemle* 2006/9, 299-305. Budapest: ELFT. Forrás: <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0609/AndrasiA.pdf>
- Báthory, Z. (2005). Differenciálás a tanulásszervezésben. A tanulói különbségekhez való alkalmazkodás iskolai-pedagógiai kérdéseit és lehetőségeit elsőként . *III. fejezet: Tanítás és tanulás.* (B. L. László, Sajtó alá rendezte:) Budapest: Neumann Kht. Forrás: [http://mek.oszk.hu/04600/04669/html/balogh\\_pedpszich0021/balogh\\_pedpszich0021.html](http://mek.oszk.hu/04600/04669/html/balogh_pedpszich0021/balogh_pedpszich0021.html)
- Bedő, F. (2002). *A tanuláselméletek és az informatika.* Forrás: <http://www.zmpi.sulinet.hu/infokt/publikacio/kb/kb.htm>
- Benedek, A., & al, e. (2012). *Digitális pedagógia 2.0.* Budapest: Typotex Kiadó.
- Biggs, J. (2003). Aligning teaching and assessing to course objectives. *Keynote lecture. Conference on „Teaching and Learning in Higher Education: New Trends and Innovations.*
- Budó, Á. (1978). *Kísérleti fizika I. kötet.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csapó, B. (2005). A komplex problémamegoldás a PISA 2003 vizsgálatban. *Új Pedagógiai Szemle.*
- Csapó, B. (2015). A kutatásalapú tanárképzés:nemzetközi tendenciák és magyarországi lehetőségek. *Iskolakultúra, 25. évfolyam, 2015/11. szám.*
- Dobos, K. (2002. szeptember 2002). Az innováció. *Új pedagógiai szemle , 52. évf. 9. sz., 38-48.*
- Durando, M. (2014). SCIENTIX 2 konferencia.
- Eileen, F. (2000). Action Research. *series of “Themes in Education” , Northeast and Islands Regional Educational.*
- Eleanor, H. (2010). Alice in chemistryland. *Science in School.* Published and funded by EIROforum . Forrás: <http://www.scienceinschool.org/2010/issue17/sons>
- Fábri, G. (2002). A magyar felsőoktatás hosszú évtizede. *Felsőoktatás új pályán, Oktatáskutató Intézet,* 46-89. Budapest.
- Fábri, G. (2002). Magyar tudomány és infokommunikációs változások. *Világosság 2002/8-9. p. 17-24.*
- Fábri, G. (2005). Tudomány és közönség új találkozási pontja: a Mindentudás Egyeteme. *A tudományon kívül és belül,* 93-108. (F. J. Mosoniné, & i. M. Tolna, szerk.) MTA KSZI,

- Falus, I. (2003). A kooperatív oktatási módszer, In: Didaktika X. fejezet. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Falus, I. (2003). *Didaktika*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Golnhofer, E. (2004). Hazai pedagógiai nézetek 1945–1949, Iskolakultúra, Pécs.
- Gras-Velázquez, A., & all, e. (2013). The Scientix Observatory: Online Communication Channels with Teachers and Students –Benefits, Problems and Recommendations. *The Joy of Learning: Enhancing Learning Experience, Improving Learning Quality, Proceedings of the EDEN Annual Conference, Oslo, Norway, 12-15 June 2013*, 457-466. (F. P. Morten, & S. András, szerk.)
- Halász, G. (2009). Nemzetközi hatások a közoktatásban. Forrás: <http://ofi.hu/halasz-gabor-nemzetkozi-hatasok-kozoktatásban>
- Halász, G. (2012). A tanulás minősége a felsőoktatásban: intézményi és nemzeti szintű folyamatok. OFI. Forrás: [http://halaszg.ofi.hu/download/A\\_study\\_TANULAS.pdf](http://halaszg.ofi.hu/download/A_study_TANULAS.pdf)
- Halász, G. (2015). A közoktatási innováció és tudásmenedzsment rendszerrel kapcsolatos pedagógiai és társadalmi igények feltárása. OFI. Forrás: <http://halaszg.ofi.hu/download/OFI-tudasmenedzsment.pdf>
- Halász, G. (2016). Innováció az oktatásban és a közszférában. Budapest: OFI. Forrás: <http://halaszg.ofi.hu/download/1.2.TAN.pdf>
- Halász, G., & mtsai. (2011). A gyakorlat közösségek kialakítását és megerősödését támogatni érdemes. *Javaslat a nemzeti oktatási innovációs rendszer fejlesztésének stratégiájára.*, 136. Budapest: OFI. Letöltés dátuma: 2017. október, forrás: <http://mek.oszk.hu/13500/13532/13532.pdf>
- Hegedűs, G. (2002). A projekt-módszer a természettudományos tárgyak oktatásában az elemi szinten és a tanítóképzésben. *PhD értekezés.*
- Hortobágyi, K. (1994). A projekt-módszer. *Korszerű iskolavezetés*. RAABE Kiadó, Budapest.
- Hortobágyi, K. (2001). A projekt-módszer történeti előzményei. In: *Projekt-módszer II.*, 39-48. old. (H. Gábor, Szerk.) Kecskemét.
- Hortobágyi, K. (2002). Projekt Kézikönyv. ALTERN füzetek; Iskolafejlesztési Alapítvány.
- ICRP, P. 1. (2007). Radiological Protection in Medicine. *Ann. ICRP 37 (6)*. Forrás: <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20105>
- Jarosievitz, B. (2001). Tapasztalataink a Physics on Stage1, Cernben rendezett nemzetközi konferenciáról. 44. Országos Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató.
- Jarosievitz, B. (2004). A digitális pedagógia és a projektmódszer alkalmazása az oktatásban. 384. (M. Lehmann, & M. (. Nikolov, szerk.) Budapest: MTA Pedagógiai Bizottság.

- Jarosievitz, B. (2005). Az informatika, multimédia lehetőségei az oktatásban. *PhD dolgozat*. ELTE PPK.
- Jarosievitz, B. (2006). A projektmódszer alkalmazása a fizika oktatásban. In K. Andrea, *Esélyteremtés az oktatási informatika eszközeivel, tanári kézikönyv a 12-14 éves korosztály oktatásához* (old.: 123-129). Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Jarosievitz, B. (2009). ICT use in science Education. *Lisszabon, Portugália*, 382-386. (A. S. In: A Méndez Vilas, Szerk.)
- Jarosievitz, B. (2011). Multimedia used in the national and international educational projects. *Informatika* 38, 22-26.
- Jarosievitz, B. (2016). Fordulj a társadhoz! Saját eszközökkel megvalósított interaktív tanítási módszer a fizika oktatásában. *Társadalom, kulturális háttér, gazdaság: IV. IRI Társadalomtudományi Konferencia, Štúrovo, Szlovákia, Komárno: International Research Institute*, 488. (J. T. Karlovitz, Szerk.) Komárno: International Research Institute, Štúrovo, Szlovákia.
- Jarosievitz, B. (2017). Physics Teaching activities and resources used innovatively in higher education. *INFOMATIKA*, 33-40. (C. E. BOGNÁR, Sajtó alá rendezte:) Budapest: Dennis Gabor College.
- Jarosievitz, B., & Sükösd, C. (2003). Radioaktivitás. *CELEBRATE projekt keretében készült digitális tananyag*. Forrás: <http://www.sukjaro.eu/cikkek/radioaktivitas/home/index.htm>
- Józsa, K., Lencsés, G., & Papp, K. (1996). Merre tovább iskolai természettudomány? Vizsgálatok a természettudomány iskolai helyzetéről, a középiskolások pályaválasztási szándékairól. *Fizikai Szemle* 1996/5, XLVI. évfolyam, 167–170. old.
- Juhász, A. e. (2015). M5. Audacity akusztikus mérőprogram alkalmazása fizikaórán A fizika tanítása a középiskolában,. 703-704. ELTE.
- Kagan, S. (2001). Kooperatív Tanulás. Kagan - Cooperativ Learning, Önkonet Kft., Budapest.
- Kárpáti, A. (2001). Az informatikai kompetencia fejlesztése, Bepillantás az OECD nemzetközi kutatási programjának hazai tevékenységeibe. *Új Pedagógiai Szemle*.
- Kárpáti, A., Komenczi, B., & Fehér, P. (2000). Az Európai Unió oktatási informatikai stratégiája – Irányzatok, akciók, javaslatok. *Új Pedagógiai Szemle*.
- Keszei. (1998. június). Multimédia a természettudományokban. *Új Pedagógiai Szemle*. Budapest.
- Kis-Tóth, L. (2013). *BYOD: Az oktatás támogatásának új lehetőségei*. Letöltés dátuma: 2015. január

- Komenczi, B. (1977 . július-augusztus). Az információs társadalom és az oktatás. *Új Pedagógiai Szemle*. Budapest.
- Korom, E. (2010). A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén. *Iskolakultúra Online 1* .
- Króó, N. (2002). Tudomány és (multi)média c. fejezet. *Mindentudás Egyeteme*. 361. oldal: *Mindentudás Egyeteme*, 3. kötet.
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Smartphones Co. in Physics Education: Effects of learning with New Experimental Tools in Acoustic. *Multidisciplinary Research on Teaching and Learning*. (A. K. W. Schnotz, Sajtó alá rendezte:)
- Lévai, P. (2011). A teljesség felé? – A CERN nagy hadronütköztetője az emberiség szolgálatában (fizikai tudományok). *Mindentudás Egyeteme*.
- Mark, D. (2002). Belgium: Brüsszel, szóbeli előadás: SCIENTIX 2 konferencia.
- Marx, G. (1982). Simulation Games in Science Education. *GIREP'81 (Balaton) "Nuclear Physics - Nuclear Power*, 491-507. (G. Marx, Sajtó alá rendezte:) Budapest: Hungarian Academy Press.
- Marx, G. (1983). Simulation Games in Science Education. *European Journal of Science Education 6/1*, 31-47. London, Anglia.
- Mazur, E. (2014). *A User's Manual: Peer Instruction* (2014. kiad.). Pearson New International Edition.
- Nádasi, M. (2003). Projektoktatás. Budapest: Gondolat Kiadói Kör, Oktatás-módszertani kiskönyvtár.
- Nádasi, M. (2010). Adaptív nevelés és oktatás. A magyar Tehetségsegítő szervezetek Szövetsége.
- Nagy, Á. (2013). Szabadidős tervek és tevékenységek. *Magyar ifjúság 2012. Tanulmánykötet, Kutatópont, Budapest*, 211-228.
- Nagy, L. (2010). A kutatásalapú tanulás/tanítás (inquiry-based learning/teaching, IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra Online, 1*.
- Nahalka, I. (2002). Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben? Konstruktivizmus és pedagógia. . Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- OECD. (2000). Measuring student knowledge and skills. . *The PISA 2000 assessment on reading, mathematical and scientific literacy*. . OECD, Paris.
- OECD. (2001). Learning to Change: ICT in Schools. *Teaching/Learning at Primary Level and Teacher Education*. Paris, OECD. 108 2. Physics .

- OECD. (2004). Problem solving for tomorrow's world. First measures of cross-curricular competencies from PISA 2003. OECD, Paris.
- OECD. (2005). Are students ready for a technology-rich world? What PISA studies tell us. Paris, OECD.
- OECD. (dátum nélk.). The PISA 2003 assessment framework. Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. 2003. OECD, Paris.
- Pacher, P., & al, e. (1990). Teaching Physics by means of computer modelling. *Comp. Phys. Comm.* 61., 260-266.
- Papert, S. (1988). Észregés – A gyermeki gondolkodás titkos útjai. Budapest: SZÁMALK.
- Papert, S. (1999). The Century's Greatest Minds. *Time magazine's special issue*.
- Piaget, J. (1964). Cognitive development in children: Developmental learning. *Journal of Research in Science Teaching* 2, 176-186.
- Prahalad, C. e. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review* (v. 68, no. 3), 79–91.
- Radnóti, K. (2002). A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai. A tantárgy helyzete a tantárgyi modernizációs folyamatban. *Új Pedagógiai Szemle* 2002/ május.
- Radnóti, K. (2003). A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladata egy vizsgálat tükrében . *Fizikai Szemle* 2003/5 LIII. évfolyam 170–174. old.
- Radnóti, K. (2014). A természettudomány tanítása. *Szaktudományi kézikönyv*. Szeged: Mozaik.
- Radnóti, K., & Adorjáné, F. M. (2016). Milyen napjainkban egy fizikaóra? Óralátogatások margójára. *Új Pedagógiai Szemle* 2016/5-6. Budapest.
- Réti, M. (2016). A reflektív gyakorlat és a professzionális tanulás szerepe az innovációban. *Pedagógiai kultúra* 4., 92. (U. János, Szerk.) OFI.
- Rigóczki, C. (2016). Gamifikáció (játékosítás) és pedagógia. *Új Pedagógiai Szemle: 2016/3-4*.  
Forrás: <http://folyoiratok.ofi.hu/uj-pedagogiai-szemle/gamifikacio-jatekositas-es-pedagogia>
- Rocard, M., Csermey, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg- Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Science Education Now. A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. *EUROPEAN COMMISSION Directorate – General for Research, Directorate L – Science, Economy and Society, Unit L4 – Scientific Culture and Gender*.
- Rontó, G., & Tarján, I. (1999). A biofizika alapjai. Budapest: Semmelweis .
- Ryan, M. D. (2013). Attitude and Motivation towards Learning Physics. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, November – 2013.

- Scientix. (2012). Building a Science Education Community in Europe by promoting Inquiry-Based Science Education at national level (Grant Agreement Number 337250). *Scientix 2 -Európai Bizottság megállapodása:SiS.2012.2.2.1-2: Scientix*.
- Stéber, A., & Kereszty, O. (2015). Az informális tanulás értelmezései a XXI. században. *Új Pedagógiai Szemle (9-10)*. Budapest.
- Suzaan, L. R. (2013). Mobile Learning as a paradigmatic mechanism to facilitate technology-based learning in a development country. Cape Peninsula Univ. of Technology.
- Szabolcs, É. (2001). Kvalitatív kutatási metodológia a pedagógiában. Pedagógus Könyvek, Műszaki Könyvkiadó / Kutatás-módszertani kiskönyvtár.
- Székely, L. (2016). Digitális világ és szociálpedagógia - a szociálpedagógia ott kezdődik, ahol a fiatalok vannak. *Tizenkilencre lapo? Szociálpedagógia a XXI. században*, 116-132. (N. Ádám, Szerk.) Pallas Athéné Egyetem-Iuvenis If. Műhely, ISZT Alapítvány.
- Szélpál, S., & Kopasz, K. (2016). A kutatásalapú tanulás alkalmazása a tehetséggondozásban. *Iskolakultúra, 26. évfolyam, 2016/3. szám. DOI: 10.17543/ISKKULT.2016.3.109*.
- Szentágothai, J., & Réthelyi, M. (1999). Funkcionális anatómia I-III. Budapest: Medicina.
- Szira, J. (2002. szeptember). A projekt-módszerről. *Új pedagógiai Szemle*.
- Takács, V., & Turcsányi, S. M. (2009). Tananyagkészítés a Scratch Programozási környezethez. *Szakedolgozat.* Forrás:  
<http://grafit.netpositive.hu/download/scratch/szakedolgozat.pdf>
- Tasnádi, P. B.-F. (1985). A számítógép fizikaórán történő felhasználásának oktatása. 326-345. old.
- Tasnádi, P., & Bérces, G. (1985). A számítógép felhasználása a fizikatanításban. *A középiskolai fizikatanítás évkönyve*, 63-84. (C. A. szerk. Aranytóth L., Sajtó alá rendezte:) Budapest: MTESZ.
- Tasnádi, P., & Föző, A. (2003). Informatikai eszközök a fizika oktatásában. *Tanári kézikönyv a 12-18 éves korosztály oktatásához*. (S. K. Andrea, Szerk.) Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Tóth, A., & Nagy, G. (2013). Kísérletező fizika az oktatásban. Az elmélet és a gyakorlat harmonikus kapcsolata. *Új Pedagógiai Szemle 2013/9*.
- Tóth, E., Molnár, G., & Csapó, B. (2011). Az iskolák IKT felszereltsége – helyzetkép országos reprezentatív minta alapján. *Iskolakultúra, 10-11. sz.*
- Tóth, Z. (2007). Mapping students' knowledge structure in understanding density, mass percent, molar mass, volume and their application in calculations by the use of the knowledge space theory. *Chemistry Education Research and Practice, 8 (4) 376-389*.

- Tóthné, P. L. (2011). A kutatómódszertan matematikai alapjai. *AZ ÁLTALÁNOS KUTATÁSMÓDSZERTAN ALAPJAINAK ÁTTEKINTÉSE, 2011*. Eszterházy Károly Főiskola.
- Turcsányi, S. M. (2009). Képességfejlesztés teleházakban – A mentorálás egy működő modellje. Forrás: <https://www.ofi.hu/turcsanyine-szabo-marta-kepessegfejlesztes-telehazakban-mentoralas-egy-mukodo-modellje>
- Varga, A., & Kalocsai, J. (2016). A pedagógiai innovációt támogató környezet. *Pedagógiai kultúra* 4., 43. (U. János, Szerk.) Budapest: OFI.
- Vaughan, T. (2011). Multimedia: Making It Work. *Edition: 11*.
- Velek, P., Perez, R., & V, J. (2013). Sharing Open Educational Resources in Multilanguage Repositories -the Learning Resource Exchange and Scientix.
- Yves, P., Dieter, Z., & Marcelino, C. (2006). A Review of the Impact of ICT on Learning.
- Zagyvai, P. (2007). Tríciumtól származó belső sugárterhelés meghatározása a vizeletvizsgálati eredményekből. Budapest: NTI-PSZ-2007/9.
- Zagyvai, P., Osváth, S., & Bódizs, D. (2008). Nukleáris környezetvédelem gyakorlat környezetmérnök hallgatók számára. BME NTI, Budapest.

## Ábrajegyzék

1. ábra: A projekt fázisai (saját készítésű ábra).....	11
2. ábra: A kutatás folyamatábrája (saját készítésű ábra) .....	13
3. ábra: Törött (sérült) térdről készül felvétel.....	14
4. ábra: Mérési eszközök, a labor .....	16
5. ábra: A projektet disszeminációja, poszterünk bemutatása.....	18
6. ábra: Pajzsmirigy 3 D-ben és szcintigráfias felvételen .....	19
7. ábra: Kutatócsoportom .....	20
8. ábra: Kutatócsoportom standja az ESE 2008-on.....	22
9. ábra: A mérésekben használt egéztetszámláló berendezések (részlet poszterünkből).....	23
10. ábra: Eredményeink (részlet poszterünkből).....	24
11. ábra: Kutatási eredményünk ismertetése (részlet poszterünkből) .....	28
12. ábra: Mintavétel, mérés előkészítése, mérés .....	29
13. ábra: Kutatócsoportunk, a háttérben poszterünk .....	35
14. ábra: Mintavétel.....	36
15. ábra: A tanulók főnti főbb kompetenciái fejlődtek (saját készítésű ábra).....	36
16. ábra: Tehetség gondozás, természettudományok céljai (saját készítésű ábra).....	39

## Táblázatok jegyzéke

1. Táblázat: Munkatervünk .....	32
2. Táblázat: Szakköri foglalkozási terv .....	34



## **Mellékletek**

# Diákok prezentációja: Környezeti minták mérése

AD(Y/S) KAP(15)

**ADY ENDRE FŐVÁROSI GYAKORLÓ KOLLÉGIUM**  
 URL: [www.ady-kozgazd.sulinet.hu](http://www.ady-kozgazd.sulinet.hu)

## Környezeti minták mérése

**Pályázók:**  
 Polenyik Dóra Szilvia (13.osztály)  
 Darvas Dominika (10. osztály)  
 Szerencsés Vanda (12.osztály)

**Felkészítő tanár: Dr. Jaroslevitz Beáta**  
**Konzulens: Dr. Zagyvai Péter (BME NTI)**

Kutatómunkánkat támogatta az OKMT - Út a tudományhoz alprogram

ÚTRAVALÓ Nemzeti Osztályprogram

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

## Környezeti minták mérése

### TARTALOMJEGYZÉK

- I. Vízminták mérése
  - a) Mintavétel helyei
  - b) Mérési módszerek
  - c) Méréshez szükséges eszközök
  - d) Méréshez használt detektorok, mérőhelyek
  - e) A mintavételtől a mérésig
  - f) Mért eredmények
- II. Légtér kiullás (fall-out) mérése
- III. Aeroszol minta mérése
- IV. Radon koncentrációjának kvalitatív mérése
- V. Építőanyagok mérése

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

## Környezeti minták mérése

### I. Vízminták mérése

**Cél:**

- vízminták mérése
- különböző mérés technikák megismerése
- különböző detektorok alkalmazása
- alapszintek meghatározása

**Miért?**

- mivel a vizekben is jelen vannak:
  - a természetes eredetű radioaktív izotópok,
  - a levegőből a vízbe hulló aeroszolrészecskék
- ezek:  $^{40}\text{K}$ ,  $^{\text{U}}_{\text{nat}}$  és  $^{232}\text{Th}$  bomlási sorába tartozó radionuklidok

**Hol?** **Mikor?** **Mivel?** **Hogyan?**

**BME NTI**

- ha ismerjük a háttérét,
- ha a határfokot már előre meghatároztuk
- ha kalibráltuk a berendezést

- detektorral, alacsony háttérű kamrában
- AI tálkában vagy/és Marinelli edényben

- a radiokémiai laborban előkészítve

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

## Környezeti minták mérése

### I. Vízminták mérése

a) Mintavétel helyei

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

## Környezeti minták mérése

### 1. Vízminták mérése

b) Mérési módszerek

- béta és gamma – spektrometria

c) Méréshez szükséges eszközök

- béta és gamma – spektrometriás mérőhelyek, berendezések,
- alacsony háttérű mérőhelyre telepített detektorok, sokcsatornás analízátorok

d) Méréshez használt detektorok, mérőhelyek

NDI szendvics detektor      HPGe detektor      alacsony háttérű kamra

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

## Környezeti minták mérése

<p><b>NDI szendvics detektor</b>                  kristály átmérő: 50 mm                  nagyérzékenységű bétadetektort tartalmazó „szendvics”, azaz béta- és gammadetektor</p> <p>Alkalmazási Terület                  +fizikai kutatások                  +vegyi kutatások                  +orvosi izotóp diagnosztika                  +nukleáris létesítmények                  alfa, béta, és gamma sugárzás mérése</p>	<p><b>J</b> <b>S</b> <b>O</b> <b>L</b> <b>E</b> <b>M</b> <b>Z</b> <b>Ö</b> <b>I</b></p>	<p><b>HPGe detektor (DSG)</b>                  kristály átmérő: 53,8 mm</p> <p>Alkalmazási Terület                  +Fizikai kutatások                  +Nukleáris létesítmények főleg gamma sugárzás mérése</p>
--	---	--

A detektorok feladatai  
 -meghatározott mérési feladatok teljesítése programozható módon  
 -PC-hez csatlakoztatható

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

e) A mintavételtől a mérésig

mintavétel
bepárlás

FILM

NDI szendvics detektor
HpGe (DSG) detektor

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

f) Mért eredmények NDI szendvics detektorral

	Víz	minta tömege (mg)	illesztett határfok	bemért hányad	AKT. (Bq)	Akt. Konc. (Bq/l)
<LD	D2	173,7	0,334	1,00	0,25	0,485
	Balaton	399,40	0,280	0,702	0,06	0,172
	Mezőcsát	370,00	0,288	0,725	0,15	0,407
	Nyírbátor	255,00	0,305	0,851	0,08	0,179
<LD	Szoboszló	436,35	0,249	0,570	0,07	0,232
<LD	Rákóczi-forrás	63,10	0,377	0,574	0,06	0,213
<LD	csapvíz	124,70	0,352	1,000	0,06	0,124
	Hévíz	321,00	0,283	0,622	0,38	1,236
	Lukács-fürdő	291,90	0,293	0,680	0,36	1,058

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

Jelölések:  
D = Duna  
LD = a spektrumban nem volt mérhető szignifikáns nettó bétaintenzitás

f) Mért eredmények

- \*gamma-intenzitás egyik mintában sem volt szignifikáns, mivel az arra vonatkozó határfok sokkal kisebb a bétánál
- \*az értékek erősen eltérők
- \*a szendvics detektor érzékenysége sokkal jobb, mint a HPGe detektoré, emiatt ugyanezek a minták ott csak LD eredményeztek

HP Ge detektorral a vízmintákban egynapos méréssel is csak <6,8 Bq 40K-aktivitás, azaz mintegy 15 Bq/l aktivitáskoncentráció mutatható ki. Mintáink: mindegyik jóval kevesebb radioaktivitást tartalmazott

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

Pl.: Budapest: Lukács fürdőből származó víz, mért spektruma HpGe detektorral

- \*látható az érték nagyobb, mint a szendvicsnél felismert aktivitás koncentráció
- \*a szendvics detektor nem ismeri jól föl az izotópokat,
- \*szükséges a HpGe-vel mérni

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

II. Léggöri kihullás (fall-out) mérése

- fall-out mérőállomás
- mintavétel,
- laboratóriumi feldolgozás
- gamma-spektrometriai mérés

Mintavétel: 2010/04.01 - 30 között  
Mintavevő: 1954 cm<sup>2</sup> felületű alumínium tál  
-a talaától 1 m magasságban  
-a felületet mindig víz borította  
Mintafeldolgozás: bepárlással  
Mérés: HPGe gammaszugárzás-detektorral, 1 napos mérési idővel, alacsonyháttérű mérőkamrában.  
Azonosított radioizotópok: <sup>7</sup>Be, <sup>40</sup>K, <sup>210</sup>Pb, <sup>137</sup>Cs

**Mért eredmények**

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

III. Aeroszol minta mérése

mintavétel előtti  
levegőszűrő

mintavétel után  
levegőszűrő

mintavétel helye

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

### Környezeti minták mérése

Az izlandi vulkánkitörés keltette hamufelhő

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

### Környezeti minták mérése

**Mérésünk**  
 Méresi idő: 24 óra  
 • folyamatos aeroszol-mintavétel a hamufelhő ideérkezése idején

- a szilíciumdetektorral végzett mérések nem mutattak ki a természetes radonszinthez tartozó radionuklidokon kívül más radioaktivitást
- igazoltuk, hogy a Magyarországra eljutott vulkáni hamuban nem volt radioaktív komponens

**az egynapos mérés során kaptuk:**

- <sup>222</sup>Rn-leányelemek egyensúlyi egyenérték koncentrációja: 1,2 – 2,5 Bq/m<sup>3</sup> között
- <sup>220</sup>Rn-leányelemek egyensúlyi egyenérték koncentrációja: 0,01 – 0,06 Bq/m<sup>3</sup> között
- az egyéb alfasugárzó anyagokra vonatkozó kimutatási érzékenység (LD) az 1 napos mintavétel végén <0,003 Bq/m<sup>3</sup>, a béta-sugárzókra <0,025 Bq/m<sup>3</sup>

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

### Környezeti minták mérése

#### IV. Radon koncentrációjának kvalitatív mérése

- szintelen,
- szagtalan
- radioaktív
- nemesgáz
- legstabilabb, leggyakoribb izotópja: <sup>222</sup>Rn, az <sup>238</sup>U bomlási sorának tagja

**Miért is mérünk?**  
 -természetes sugárterhelés 54%-át a radon és rövid felezési idejű bomlástermékei okozzák  
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Radon>

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

### Környezeti minták mérése

• a radon útja

• a belégzés a tüdőben okoz problémát

A méréshez használt eszközök: porszívó, géz, detektor, program

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

### Környezeti minták mérése

#### Méresi eredmények

**ADATOK**  
 Fajta: Radon, Szilícium  
 Csatorna: 40  
 Elvár. szint: 0  
 Üzemi szint: 63

**BELEGTETÉSI PARAMÉTEREK**  
 Fajta: Radon, Szilícium  
 Fajl név: 2430\_1096  
 Intenzitás: 2033,7677  
 Szám: 35,8888  
 Cs: 2,8827

**ADATOK**  
 Fajl név: Radon, Szilícium  
 Csatorna: 40  
 Elvár. szint: 0  
 Üzemi szint: 63

**BELEGTETÉSI PARAMÉTEREK**  
 Fajl név: 2203\_5196  
 Intenzitás: 1917,9328  
 Szám: 35,8888  
 Cs: 2,4188

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

### Környezeti minták mérése

#### V. Építőanyagok mérése

Mérőhely: alacsonyháterű kamra, Marinelli edény  
 Software: GSNAL  
 Méresi idő: 64000 s  
 Mért minta: téglapor  
 Méresi eredmények: spektrum

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

Eredményeink

A mért minta (téglapor) koncentrációja nagyon hasonlít az átlagos talaj koncentrációra

[ ]<sub>Si</sub> Bq/kg

Téglapor mintából számított értékek:

<sup>232</sup>Th: 33 Bq/kg ± 17 %  
<sup>226</sup>Ra (238U): 35 Bq/kg ± 10 %  
<sup>40</sup>K: 580 Bq/kg ± 4 %

**Ismert:**

- a lakossági dóziskorlát évi 1 mSv
- **beltéri** építéshez használt, **nagy mennyiségű** anyagokra: I ≤ 1
- **kültéri**, **kis mennyiségben** használt anyagokra: I ≤ 6

feltételek alkalmazása **indokolt**

I = 0,47 << 1 az anyag közvetlenül alkalmas beltéri felhasználásra

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

**Köszönjük a figyelmet**

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

**Környezeti minták mérése**

**Felhasznált irodalom („töredéke”)**

- Jarosievitz Beáta (2004): A természetes eredetű sugárterhelés legnagyobb részét a radontól kapjuk  
<http://www.sulinet.hu/tart/cikk/ab/9/20054/rn.htm>
- Jarosievitz Beáta, Sükösd Csaba (2003): A radioaktivitás felfedezése  
<http://www.sulinet.hu/tart/cikk/ab/0/11448/radioakt.htm>
- Zagyvai Péter - Osváth Szabolcs – Bódizs Dénes: Nukleáris környezetvédelem gyakorlat környezetmérnök hallgatók számára, BME NTI, 2008
- Zagyvai Péter: Környezeti Monitorozás, Mérésleírás, Környezetmérnökök számára, BME NTI, 2008  
<http://www.atcmk.hu/nupev/baramolas.htm>  
<http://www.lfki.hu/fizemle/archivum/1sz9607/teher9607.html>

XV. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS ÉS TECHNIKAI DIÁKALKOTÓ KIÁLLÍTÁS – 2010

## Óravázlat

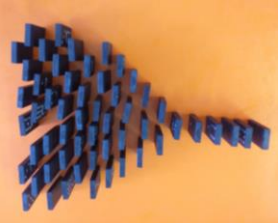

## Óravázlat

előre megírt: Tematikus terv szerint

Tantárgy: Fizika Évfolyam: 10 osztály + EK (fakt)		Készítette: Dr. Jarosievitz Beáta Budapest	
<b>Témakör:</b>		<b>Az óra anyaga:</b>	
<b>Atomfizika</b>			Láncreakció
<b>Az óra típusa:</b>		<b>Módszer:</b>	
	új tananyagot feldolgozó óra		frontális ismeretközlés, kísérlet bemutatása diákok bevonásával
<b>Taneszközök:</b>		<b>Szemléltető eszközök:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>számítógép,</li><li>kísérlethez szükséges eszközök,<ul style="list-style-type: none"><li>vetített prezentáció,</li><li>forrásanyag</li><li>webcímek listája</li></ul></li><li>tanár által megfogalmazott feladat</li></ul>		projektoros kivetítés, külön webkamera amivel a kísérletet szemléltetjük <b>Szakirodalom:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Szerző: Dr. Jarosievitz Beáta, In: 101 ötlet innovatív tanároknak (Microsoft) Lásd: <a href="http://www.jos.hu/down/9011/06_Fiz.pdf">http://www.jos.hu/down/9011/06_Fiz.pdf</a> ISBN 963 87000 09 (JO 9011) A fejezet címe: 6.13-6.23 fejezet (pp. 54-57.), 6.16. Láncreakció tanítása (Nyelv: magyar- letölthető) vagy angolul <a href="#">Teaching the practical uses of chain reactions</a><ul style="list-style-type: none"><li>Tankönyv: OH-FIZ910TB/II</li></ul></li></ul> Az urán láncreakciója: <a href="https://www.tankonyvkatalogus.hu/pdf/OH-FIZ910TB_II_teljes.pdf">https://www.tankonyvkatalogus.hu/pdf/OH-FIZ910TB_II_teljes.pdf</a> (269 oldal)
<b>Célok: A láncreakció lényege</b>			
			a neutron felfedezése a maghasadás felfedezése a maghasadás ismertetése játékosan a láncreakciót fajtái, alkalmazása: előnyök, hátrányok

<b>Idő (perc)</b>	<b>Foglalkozási egység</b>	<b>Módszer, tartalom</b>	<b>Kapcsolódási pontok</b>	<b>Megjegyzés, szemléltetés</b>	<b>Reflexiók, tapasztalatok</b>
<b>3 perc</b>	hiányzó tanulók ellenőrzése	diákok jelentése, hiányzók rögzítése, a tananyag címének rögzítése a KRÉTA-ban	-	-	a hiányzó tanulók a tananyagot otthon is tudják pótolni, hiszen online is elérhető lásd <a href="#">link</a>
<b>6 perc</b>	Ismeretek felelevenítése	Interaktív oldal használata az eddigi ismeretek rövid felelevenítésére Instabilis atommagok spontán átalakulása Kísérője a radioaktív sugárzás: alfa-sugárzás béta-sugárzás gamma-sugárzás Sugárzás fajták <a href="https://learningapps.org/21632386">https://learningapps.org/21632386</a> <a href="#">Nuclear Decay - StickMan Physics</a>	Kémia, periódusos rendszer, tudománytörténet lásd <a href="#">link</a>	projektoros kivetítés Lásd még: <a href="#">link</a>	a diákok igénylik a színes bemutatót,
<b>5 perc</b>	A tervezett probléma megismerése ötletbörze	Problémafelvetés Mi is a láncreakció? Hol látunk rá példát a mindennapi életünkben? Interaktív oldal elindítása <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>a kialakult szófelhő megbeszélése</li> </ul>	Informatika, általános műveltség	projektoros kivetítés	a tanulók az interaktív oldalon azonnal látják a válaszaikat, amelynek segítségével már egy szófelhő is kialakul az egyéni válaszokból



8perc	Kísérlet bemutatása	<p>Kísérlethez szükséges „játék” dominó</p>  <p>A kísérlet értelmezése, megbeszélése a tanulókkal</p>	matematika, statisztika	projektoros kivetítés, kísérleti eszköz használata	a diákok igénylik a kivetítést, a tanári segítséget
6 perc	Atommag bomlásának megértése, rávezetés a láncreakció fogalmának megértésére játékosan	<p>Tanári frontális magyarázat Játék – létszámtól függően <a href="https://youtu.be/nt0sdy43VTc">https://youtu.be/nt0sdy43VTc</a> egyszerű atommag bomlásának modellezése diákokkal, játékosan</p>		projektoros kivetítés	a diákok igénylik a kivetítést, a tanári segítséget
15 perc	A láncreakció ismertetése egyszerű, kissé veszélyes osztályteremben végezhető kísérlettel	<p>Tanári frontális kísérlet bemutatása, magyarázat</p>  <p>A kísérlet veszélyessége miatt poroltó, víz legyen a közelben. Az egyik gyufát meggyújtjuk, majd a 2 lapot egymáshoz</p>	kémia, matematika, informatika	projektoros kivetítés? kísérleti eszköz használata	Megtekintve a videót a fogalom hatékonyabb kifejtése érdekében javasolt az alábbi szimuláció valamint animáció megtekintése is: <a href="#">link</a>

		<p>közelítjük. Néhány másodperc után jól megfigyelhető, hogy a gyufák láncszerűen begyűjtják egymást. Ha kísérlet elvégzésére nincs lehetőség, célszerű megtekinteni az Interneten levő (mpeg) videó felvételt: <a href="https://youtu.be/fvII9ptJD4w">https://youtu.be/fvII9ptJD4w</a> A láncreakció megértése után a következő órán lehet rátérni az atomerőművek működésének ismertetésére, hasznos alkalmazására: Láncreakció atomreaktorban</p>	<p>Érdeemes felhívni a tanulók figyelmét a különböző sugárzástól való védekezésre lásd animáció <a href="#">itt</a></p>		
<b>2 perc</b>	összefoglalás	Az összefoglalást követően a diákok feljegyzik maguknak az óra tartalmát	az órán megtapasztaltak konklúziója	projektoros kivetítés	tananyag linkjének ismertetése <a href="#">link</a>