

# A tanulói mérőprojektek módszere a radioaktív bomlástörvény tanítása során

Fülöp Csilla\*, Kiss Éva Csilla\*\*

\* Madách Imre Gimnázium, Budapest, Magyarország

ELTE TTK Fizika Tanítása Doktori Iskola, Budapest, Magyarország

\*\* Neumann János Számítástechnikai Szakközépiskolája, Budapest, Magyarország

[fulcsilla@gmail.com](mailto:fulcsilla@gmail.com), [kicsi34@gmail.com](mailto:kicsi34@gmail.com)

**Kulcsszavak:** aktív tanulás, tanulói mérőprojekt, tanítási kísérlet

*Kivonat*—A tanulói mérőprojektek módszere a tanulók aktív részvételét helyezi előtérbe. A tanítási kísérletet előkészítő fázisában ezt használtuk a klasszikus fizika több természeti törvénye tanítása során is. Tanulóink egy oktatási kísérlet keretében már a mérőprojektek alkalmazásával tanulhatták a modern fizika egyik legnehezebben tanítható törvényét, a radioaktív bomlástörvényt. Az oktatási kísérlet egy kompetencia alapú kérdőív kísérettel kitöltésével zárult a tanulócsoportok és a kontrollcsoportok számára. A kiértékelés során megállapítottuk, hogy a módszer méltán szerepelhet a használatra ajánlott szakmódszertani eszközök között.

Beszámolunk a kísérleti projekt pedagógiai és módszertani háttéréről, a megvalósítás lépéseiről. Ennek alapján ajánljuk kollégáink figyelmébe a tanulói mérőprojektek módszerét.

*Abstract*—The method called the students' measuring project focuses on the active participation of the students. We used this didactical tool also in the preparatory period of the experiment to teach some classical laws of nature. We used this method to introduce one of the most problematic tasks in methodology, the law of radioactive decay. The close of the experiment was a competence based delayed survey for the groups participating in the testing and also for the control groups. Based on the evaluation of these we can conclude that the method is worthy to be present among the recommended tool in physics methodology.

We report on the didactical and methodological background of our teaching experiment and the details of the implementation. Based on these we recommend our colleagues the „students' measuring project” method.

## 1 FELMÉRÉS FIZIKATANÁROK KÖRÉBEN

Miért a radioaktív bomlástörvény tanítása a fizika szakmódszertan „állatorvosi lova”? [1]

## A. A radioaktív bomlástörvény oktatása középiskolában

A radioaktív bomlástörvény (1) tanítása a középiskolai fizikaoktatás szerves része a közép és emelt szintű képzésben is.

$$N(t) = N(0) \cdot 2^{-t/T} \quad (1)$$

Számos módszertani kutatás ajánl új megoldásokat a természeti törvény oktatására.

Vajon mennyire jelent ez a kötelező feladat a gyakorló fizika tanároknak problémát? Mi okoz kollégáinknak nehézséget? Milyen módszertani eszközöket ismernek, melyeket kedvelnek? Mi jellemzi a 21. század elején a magyarországi tantervekben zajló munkát?

Ezekre a kérdésekre kerestük a válaszokat. Célunk pontosan látni a gyakorlatot, valamint feltérképezni, hogy milyen feltételeknek kell megfelelniük a módszertani ajánlásoknak ahhoz, hogy elősegítsék a középiskolai fizikaoktatást.

## B. Egy tanári felmérés

A felmérésünket kérdőíves módszerrel végeztük. A 2015. évi Fizikatanári Ankétón 35 kolléga, összesen 39 kérdőívet töltött ki név nélkül. Így elsősorban a gimnáziumokban, másodsorban a szakközépiskolákban, de kis mértékben a szakiskolákban tanító kollégák munkájáról is képet kaphattunk. A megkérdezett tanárok nem alkotnak reprezentatív csoportot.

## C. A tanári felmérés eredménye

A válaszadók közül 17 kolléga komoly problémával küzd: épp hogy megemlíti, vagy akár nem is tanítja ezt a törvényt.

A kollégák nyitottak az új módszertani eszközökre, többet is ismernek, örömmel kipróbálják azokat, és adaptálják a tanított osztályokra.

A kollégák jelzése szerint a matematikai készségek és a természettudományos kérdések közel egyenlő arányban befolyásolják a

problémát. Szerintük ezektől lemarad a tanulói attitűd, mind indok. (Megjegyezzük, hogy ez ellentmond a nemzetközi didaktikai kutatások trendjének.)

A tanárok véleménye szerint a probléma megoldása lehet ebben a sorrendben: kötelező érettségi vizsga fizikából, a bemutatható kísérletek hiányának megoldása, több alkalmazás jellegű feladat gyakorlása matematika órákon.

Szaktanári elővezetés és magyarázat uralja ma a gyakorlatot, ezt színesítik alkalmanként oktatófilmek vagy számítógépes szimulációk bemutatásával.

## 2 A TANULÓI MÉRŐPROJEKTEK MÓDSZERE

### A. "Hands-on, minds-on" didaktika

A XX. század kezdetén már megfogalmazódott az élmény alapú tanulás pedagógiája. Ezen pedagógia mentén kerültek kidolgozásra, majd megvalósításra a tudományos játszóházak.

Hazánkban a nemzetközi gyakorlatnál is jelentősebb szakadék tátong a tanórák felépítése és az élmény alapú tanulás között. Kívánatos hidat képezni. A projektek, a tanulói kísérletek és mérések, a számítógépes szimulációkkal történő modellezés, a szemléltetés, napjaink elsősorban információtechnikai eszközeinek kreatív használata csak ízelítő e hid eszköztárából.

Az aktív tanulási modell egyik fejlődő ága a „hands-on, minds-on” didaktika. Nemzetközi kutatások és innovációk ismertek világszerte: Indiától [2] az

Egyesült Államokig [3], vagy ilyen akár a közeli csehországi „Heuréka!” [4] projekt is. Ezen projektek célcsoportja a legkisebektől a közoktatás befejezése előtt álló fiatalokig terjed [5, 6].

### *B. Exponenciális törvények a középiskolában*

A középiskolai fizikakurzusok a természeti törvények megismertetésére törekszenek. Ezen törvények elsősorban lineáris törvények, amelyek megfelelő mennyiségek választásával könnyedén egyenes illetve fordított arányossággá alakíthatóak.

Fontos és szükséges az egyenes arányossággal karakterizálható törvények mellett az exponenciális törvények bemutatása is. Jelenleg a középszintű kurzus egyetlen exponenciális törvénye a radioaktív bomlástörvény [5]. Ezért az előírt tananyag nem segíti tanulóinkat abban, hogy analitikus gondolkodásuk alapján jobban megérthessék ezt az összefüggést. További nehézséget okozhat a bomlástörvény statisztikus jellege

### *C. Tanítási kísérletünk módszertana*

Egy teljes, három éves középiskolai, középszintű fizikakurzus során próbáltuk ki a tanulói mérőkísérletek módszerét.

A tanulói mérések alkalmazásához elengedhetetlen, hogy a kurzus elején egy bevezetőt tartsunk, amely a méréselmélet alapjait mutatja be. Ezt egy tanegységben dolgoztuk ki, amelynek címe: „A mérések csodálatos világa”.

A tanulói mérőprojektek módszerét a először a tananyag alapuló klasszikus természeti törvényeken használjuk tanulóinkkal, hogy gyakorlatot szerezzenek ebben a módszerben. A

program exponenciális törvényeket bemutató blokkjában három, egymásra épülő mérés található.

Elsőként Newton hűlési törvényével ismerkednek meg a tanulók. Ez a mérés a tanulás lépései közül tartalmazza az érzékelés, az adatfelvétel, és az adatfeldolgozás elemeket is. Az 1. ábrán a D osztály kísérleti csoportjának tanulóit láthatjuk munka közben.



1. ábra: Egy kísérleti csoport órán

Másodikként egy kondenzátor kisülését vizsgálják. Ebben a jellemző lépések az adatfelvétel és az adatfeldolgozás.

Harmadikként a felezési idő fogalmát kapott adatok feldolgozásával ismerhetik meg, majd végül a radioaktív bomlástörvény vizsgálata következik. A projektnek ebben a részében játékos modellkísérlet, eközben adatgyűjtés, adatfeldolgozás, majd „in-situ” mérés adatainak felvétele, és feldolgozása a tanulási folyamat alkalmazott lépései.

### *D. Tanítási kísérletünk megvalósítása*

A tanítási kísérlet megvalósítására a Trefort Ágoston Két Tanítási Nyelvű Szakközépiskolában, Budapesten került sor 2012 szeptemberétől 2015 áprilisáig. Ez az iskola műszaki jellegű szakmacsoportos alapozást biztosít

informatika-hardver, elektrotechnika és gépészet szakirányban. Négy párhuzamos osztály csoportbontásban tanulta a fizika tantárgyat. A rendelkezésre álló órakeret a 10., 11., és a 12. évfolyamon rendre heti 3- 2- 2 óra. A kísérleti és a kontrollcsoportok tanulói létszáma az 1. táblázatban található.

1. táblázat: Tanulói létszámok

osztály	A	B	D	F	Össz.
kísérleti(fő)	11	16	14	12	53
kontroll(fő)	13	12	13	11	49

A kurzus során megvalósított, tanulói mérőprojektekkel tárgyalt klasszikus fizika tárgykörébe tartozó tartalmakat mutatja a 2. táblázat.

2. táblázat: Klasszikus fizikai mérések

10. évfolyam	- darabszám - Mikola cső - rugó erőtvénye - harmonikus rezgések dinamikai törvénye - g mérése matematikai ingával
11. évfolyam	- hőtágulási együttható - Melde cső - hűlési törvény - Boyle-Mariotte törvénye - Ohm törvénye, - kondenzátor kisülése
12. évfolyam	- Snellius-Descartes törvénye - törésmutató mérése - hangsebesség mérése - fókusz távolság meghatározása

A tanítási kísérlet egyetlen elemét értékeltük pedagógiai, statisztikai módszerekkel: ez a radioaktív bomlásvörvény tanításának eredményessége.

### E. A kísérlet eredménye

Pedagógiai mérésünk célja a kompetencia hosszú távú növekedésének vizsgálata.

Ehhez egy kétoldalas kérdőívet töltettünk ki tanulóinkkal öt-hetes késleltetéssel. Ezen kérdőívet néhányan nem töltötték ki. A tanulócsoporthoz iskolai tudását jellemző, az utolsó tanév végi tantárgyi átlagok átlagának vizsgálatakor utólag láttuk, hogy relatív értékeket is érdemes bevezetnünk az abszolút eredmények mellett. Ezeket közöljük a 3. táblázatban.

3. táblázat: A tanulócsoporthoz tantárgyi átlaga, és a felmérésben különböző okokból kimaradt tanulók száma

csoport		tanulmányi átlag	nincs felmérése
kísérleti	A	3,70	1
	B	3,26	2
	D	4,33	1
	F	2,84	-
kontroll	A	3,26	4
	B	3,26	2
	D	3,20	-
	F	3,10	-

A tanulók által elért pontszámok átlagát, mint abszolút mutatót, és ezt elosztva a csoport tantárgyi átlagával, mint relatív mutatót vizsgáltuk feladatonként és feladattípusonként. Ezen mutatók igen széles skálán szórnak, amit azzal magyarázhatunk, hogy az osztályok, és így a csoportok is, igen eltérő motiváltsággal, képességekkel, és tanulmányi eredményekkel jellemezhetőek. Láthatjuk, hogy a csoportok tanulmányi átlagában 1,49 a legnagyobb különbség.

Minden esetben az azonos osztályba tartozó kontrollcsoport eredményéhez viszonyítottuk a kísérleti csoport eredményét. Jobbnak definiáltuk, ha mindkét mutatója legalább 10%-al magasabb volt, rosszabbnak, ha bármelyik mutatója legalább 10%-al alacsonyabb, hasonlóknak a többi esetben.

A felmérés során három szempontot vizsgáltunk: maradó tudáselemek (ezeket felidézés és felismerés szintjén is), mélyebb megértés-alkalmazható tudás, valamint attitűd.

A maradó tudáselemeket hat kérdés segítségével mértük. A felidézést mérő három feladat: nevezzen meg radioaktív anyagokat, definiálja a felezési időt és ismertesse a bomlástörvényt. A felismerés három feladata: válassza ki a témához kapcsolódó fizikusok nevét, a felezési idő lehetséges értékeit, illetve a bomlástörvényt leíró grafikont a felsorolásból. A tudáselemekre vonatkozó eredményeket közöljük a 4. táblázatban.

A mélyebb megértés és alkalmazások kérdéskörben négy feladat szerepelt. Véleményezni kellett azt az állítást, hogy „A radioaktív magok fele elbomlik az első, a másik fele a második felezési idő során.”, össze kellett hasonlítani aktivitás értékeket, anyagmintában megmaradó magok számát kellett kiszámítani és exponenciális jelenségeket kellett felismerni. A tanulócsoporthoz eredményeit a fenti módszerrel elemeztük, azt szintén a 4. táblázatban közöljük. Ezen eredmények vizsgálata során többször talákoztunk a „plafon-effektus”-sal is, kiváltképp a D (magyar-angol tannyelvű) osztályban.

Az attitűd felméréséhez 7 állítást kellett 1-től 4-ig terjedő, úgynevezett szigorú Likert skálán értékelniük a tanulóknak. Megkérdeztük azt is, utána

néztek-e valamilyen információnak, ezt hol tették, és mi volt számukra a legkedvesebb a témakör feldolgozása során. Itt nem számoltunk relatív mutatót. Az eredményeket a 4. táblázat mutatja. Fontos továbbá, hogy 13 fő jelzett egyéni érdeklődést és munkát a kísérleti, és 9 fő a kontroll csoportok tagjai közül. A kísérleti csoportokból 25-fő nevezett meg kedvenc epizódot, közülük 16-an a játékos mérési feladatot jelölték meg, míg a kontroll csoportokból 15 tanuló nevezte meg a kedvenc epizódját.

4. táblázat: A módszer eredményességének esetszámai feladatonként

	jobb	hasonló	rosszabb
felidézés	6	5	1
felismerés	5	5	2
értés+alk.	11	4	5
attitűd	21	5	2

Érdemes megjegyezni, hogy az A osztály kísérleti csoportjának eredménye a mélyebb megértés és alkalmazások tekintetében, a B osztály kísérleti csoportjának tudáselemekre vonatkozó felmérések tekintetében rosszabb.

A legismertebb radioaktív elemek az urán (22+29) a plutónium (19+13) a polónium (14+10) és a rádium (14+8). A zárójelben, a kísérleti csoportokban plusz a kontroll csoportokban történt megemlékések számát közöljük. Az amerincium-241 izotóp (11+0) szerepelt a kísérleti csoportok „in-situ” mérésében.

A legismertebb fizikusok Curie (28+26), Geiger (31+13), és Becquerel (24+15). Elsősorban a kísérleti csoportokban többen is hozzátették

Müller nevét, a mérőeszközünk neve alapján.

Eltérő felezési idő értékek esetén az aktivitás időbeli változása eltérő. Ezt a gondolatot senki nem ismerte fel helyesen.

Továbbá, az eltérően értékelhető feladattípusok miatt kétféleképp t-próbával és Pearson-féle Kétféleképp próbával is vizsgáltuk az adatokat. Kimutattuk, hogy a kompetencia mindhárom komponensében a kísérleti csoportok, mint egységes minta maradandóbb tudásra tettek szert.

#### KÖVETKEZTETÉSEK

A radioaktív bomlástörvény tanítása a fizika szakmódszertanának különösen problémás területe. Szükség van új didaktikai megoldásokra.

Az aktív tanulás pedagógiájának a kutatások élvonalába tartozó része a „hands-on, minds-on” didaktika. Ezen didaktikában beszélhetünk a tanulói mérőprojektek módszertanáról.

Kidolgoztunk egy, a tanulói mérőprojektek módszertanába tartozó megoldást. Ezen megoldás egy három éves középszintű fizika kurzus keretében pedagógiai kísérletként került kipróbálásra egy műszaki szakközépiskola teljes évfolyamán.

Módszerünk a tapasztalatok, visszajelzések és a kísérlet egy elemének mérése, ennek statisztikai elemzése alapján a kompetencia mindhárom területén jobban szolgálta a maradandó tudás megszerzését, mint a hagyományosan használatban lévő módszerek.

Ezzel ajánljuk kollégáinknak a tanulói mérőprojektek módszerét.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki segítségükért és támogatásukért az alábbi kollégáinknak:

– Dr. Illy Juditnak, aki Fülöp Csilla PhD konzulense,

– az érintett középiskolák igazgatóinak: Varsóci Károlynak (Trefort Agoston Két Tanítási Nyelvű Szakközépiskola), Mészáros Csabának (Madách Imre Gimnázium), és Fenyvessy Gábornak (Neumann János Számítástechnikai Szakközépiskola),

– a tanítási kísérletben résztvevő fizika szakos kollégáknak: Bartha Otíliaának és Fülöp Lászlónak, mindketten a Trefort Agoston Két Tanítási Nyelvű Szakközépiskola tanárai,

– valamint minden kollégánknak, aki tapasztalatai megosztásával támogatta a tanárok körében végzett felmérést.

Köszönjük továbbá minden diáknak, aki részt vett a tanítási kísérletben, akár a kísérleti akár a kontrollcsoport tagjaként.

#### IRODALOM

- [1] C. Fülöp, C.É. Kiss, “Physics teachers on teaching the radioactive decay law”, TPI 2015, Budapest, in press  
<http://parrise.elte.hu/>
- [2] <http://theindianschool.in/physics-workshop-from-hands-on-to-minds-on-physics-workshop-7-september-2012/>
- [3] <https://vtnews.vt.edu/articles/2016/03/science-belle2detectorphysics.html>
- [4] <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/en/>
- [5] <https://www.theguardian.com/teacher-network/teacher-blog/2014/apr/09/a-level-science-practicals-jonathan-osborne>
- [6] C. Fülöp, “Teaching Newton’s law of cooling in hands-on measurement approaches”, in Active learning –in a changing world of technologies, ed. ICPE-EPEC, 2013. pp 1137-1144  
[http://www.icpe2013.org/uploads/ICPE-EPEC\\_2013\\_ConferenceProceedings.pdf](http://www.icpe2013.org/uploads/ICPE-EPEC_2013_ConferenceProceedings.pdf)