

**Különleges anyagok és multimédiás eszközök  
felhasználási lehetőségei a középiskolai fizikaoktatás  
és a természettudományos ismeretterjesztés terén**

**Medvegy Tibor**

**Témavezető: Dr. Juhász András ny. egyetemi docens**

**Eötvös Loránd Tudományegyetem**

**Természettudományi Kar**

**Fizika Doktori Iskola**

**Vezető: Dr. Tél Tamás egyetemi tanár**

**Fizika Tanítása Doktori Program**

**Vezető: Dr. Tél Tamás egyetemi tanár**



## **Bevezetés:**

Számos szakdolgozat, konferencia, cikk és doktori értekezés foglalkozott a hazai közoktatás, köztük a fizikatanítás problémáival. Mind a hazai, mind a nemzetközi kutatások egyetértenek abban, hogy a diákok fizika iránti attitűdje igen alacsony, sok esetben éppen a tantárgyak között a legalacsonyabb. Erre a problémára a megoldást többek között a kísérletek gyakoribb alkalmazása, a tanulók számára jól ismert és hétköznapi eszközök bevonása az ismeret-átadásba és a fizika mindennapi életben játszott szerepének tudatosítása jelenthetik.

## **Célkitűzések:**

Doktori munkám célja elsősorban olyan módszerek kidolgozása volt, amely a középiskolás diákok fizikai- és műszaki tudományok iránti attitűdjét javíthatják. Célkitűzéseim a következő pontokban foglalhatók össze:

- Egy olyan összefoglalás készítése, amely az úgynevezett intelligens folyadékok különleges viselkedésének fizikai okait a középiskolások számára érthető módon mutatja be. Módszer kidolgozása arra, hogy ezen anyagok vizsgálatán keresztül bemutatható legyen a középiskolás tanulók számára, hogy milyen szoros a mindannyiunkat körülvevő technológiák kapcsolata a fizikával.
- Olyan izgalmas és figyelemfelkeltő kísérletek összegyűjtése, illetőleg újszerű kísérleti elrendezések kidolgozása és gyűjteménybe rendezése, amelyek különleges anyagokhoz (intelligens folyadékokhoz illetve cseppfolyós nitrogénhez) köthetők, és amelyek segítségével érdekesebbé tehetők az ilyen témájú természettudományos ismeretterjesztő előadások.
- A középiskolás diákok számára kedves, és hétköznapiak számító multimédiás eszközök oktatásba való bevonásával a tanulók attitűdjének javítása a műszaki és természettudományok iránt.

## **Tézisek:**

- 1. Módszert dolgoztam ki arra, hogy miként lehet szemléletes demonstrációs és mérési kísérleteken keresztül az úgynevezett elektoreológiai és magnetoreológiai folyadékokat, illetve a különleges reológiai viselkedésük fizikai okait a középiskolás diákokkal ismeretterjesztő előadásokon, valamint diákköri foglalkozásokon megismertetni.**

A tézishoz kapcsolódó publikációk: [1], [2], [3], [4]

Amennyiben körülnézünk a modern technológia világában, észrevehetjük, hogy a minket körbevevő mindennapos tárgyaink egyre "okosabbakká" válnak. A TV-ék, a hűtők, a mosógépek a mobiltelefonok, a karórák, de még maguk a házak is egyre több érzékelőt és beavatkozót tartalmaznak, egyre több PC-szerű funkcióval bírnak. Ez a változás nem csak tárgyainkat, de az azokban használt anyagokat is érinti. A modern anyagtudomány ezeket intelligens anyagoknak nevezi. Az ezek között megtalálható elektoreológiai és magnetoreológiai folyadékok olyan különleges tulajdonsággal bíró összetett anyagok, amelyek szerkezete átrendeződik külső elektromos- illetve mágneses terek jelenlétében. E szerkezeti változások hatására a külső tér erősségétől függően akár több nagyságrenddel is megnőhet a folyadék viszkozitása. Ezeknek a folyadékoknak a szabályozható viszkozitásuk miatt a modern mérnöki tudományok területén mára számtalan alkalmazása alakult ki. Felhasználják például gépjárművek lengéscsillapítójában, mosógépek rezgésének csillapítására, léptetőmotorok belengésének redukálására, fékekben, kuplungokban nyomatékátvitelre, vagy éppen az orvostudományok terén hatóanyagok célba juttatására. Kutatómunkám során több esetben is ezeknek a folyadékoknak a műszaki felhasználhatóságát vizsgáltam, ami közben egyre mélyebben sikerült megismernem a tématerületet és a jelenleg is folyó kutatásokat. Ezt a megszerzett tudást motivációs céllal felhasználtam, hogy ismeretterjesztő előadások alkalmával mutassam be e korszerű anyagokat és az alkalmazásukkal lehetővé váló technológiákat. Ezekhez az előadásokhoz, valamint diákköri és táborig foglalkozásokhoz módszertant, demonstrációs- és mérési kísérleteket dolgoztam ki, hogy minél hatékonyabban és érthetőbben ismertethessem meg ezt a modern témát az érdeklődőkkel.

- 2. Egy új típusú, ferrofluidum maggal ellátott differenciál transzformátoros dőlésszög- és gyorsulásérzékelő szenzort terveztem és építettem. Ebben a munkában a Kutató Diákok Mozgalom keretei között témavezetésemmel részt vett egy középiskolás diák, Molnár Áron. Ezen kutatási projekt során a résztvevő diák mély betekintést nyert nemcsak az intelligens folyadékok működésének fizikai hátterébe, de a középiskolai tananyagot túlmutató fizikai és műszaki ismeretekbe is. Mindemellett részletesen megismerte a kutatási-fejlesztési és a tudományos módszertant is.**

A tézishez kapcsolódó publikáció: [5]

Az LVDT (Linear Variable Differential Transformer) hossz menti elmozdulást érzékelő szenzor egy elmozduló vasmagból és három tekercsből áll. A három tekercs egymás mellett helyezkedik el, középen a primer, kétoldalt pedig a kettő egymással ellentétes irányban tekercselt szekunder. A primer tekercset általában 1 és 20 kHz közötti frekvenciájú, 1 – 24 V-os effektív feszültségű szinusz jellel táplálják, így a vasmag pozíciójától függően különböző feszültségek indukálódnak a szekunder tekercsekben, amely feszültségek különbsége adja a szenzor kimeneti jelét. Az általunk kifejlesztett megoldásban a vasmagot mágneses folyadékkal, az úgynevezett ferrofluiddal félig megtöltött üvegcellával helyettesítettük. A ferrofluid a cella vízszintes helyzetében egyenlő arányban oszlik el a tekercsek által körbeölelt három térrészben. Amikor azonban valamely irányba eldöntjük, vagy gyorsítjuk a cellát a tekercsek tengelyének irányában, a három térrészben különböző mennyiségű ferrofluid található. Az eredmény az LVDT vasmagjának elmozdításához hasonlatos, a két szekunder tekercsben indukálódó feszültség megváltozik, ez által mérhetővé válik a cella dőlésszöge/gyorsulása is. A prototípus elkészítése után az érzékenység növelését és a linearitási tartomány szélesítését tűztük ki célul, amit különböző elrendezések alkalmazásával sikeresen el is értünk.

A kutatási projekt egyik fő eredménye az új mérési eljárás kifejlesztése volt, valamint sikerült bizonyítani az is, hogy az intelligens anyagok témája alkalmas a középiskolás diákok érdeklődésének felkeltésére a műszaki és természettudományok iránt.

A projektet témavezetésemmel Áron számos hazai és nemzetközi versenyen is bemutatta, amelyeken kiemelkedő eredményeket sikerült elérnie. A projekt eredményeiről diákkal egy közös publikációt is írtunk. Áron tehát vezetésemmel a

kutatás összes szakaszában aktívan részt vett a kezdeti ötlet kidolgozásától kezdve az elméleti leírás megalkotásán át a tényleges mérések elvégzésig és az eredmények publikációjáig. Azokat a szükséges készségeket (pl. LabVIEW programozás, szakmai angol nyelv ismerete, fizikai háttérismeretek a ferrofluidumokról, az LVDT működésének ismerete, NYÁK- tervezés és megvalósítás), amelyekkel a projekt előtt nem rendelkezett, annak során sajátította el azokat.

**3. Cseppfolyós nitrogént alkalmazó figyelemfelkeltő demonstrációs kísérletek gyűjteményét dolgoztam ki, amelyeket az ország számos iskolájában, nyári táborokban, valamint tudománynépszerűsítő programokon mutattam be. A közel hetven kísérletből álló gyűjteményhez videós segédanyagot készítettem, amely a kísérletet reprodukálni kívánó tanárkollegák számára nyújt segítséget a felkészülésben és a kísérletek elvégzésében.**

A nitrogén teszi ki légkörünk 78 V/V%-át, ezért joggal nevezhetjük hétköznapi anyagnak. Cseppfolyós halmazállapotában azonban a fiatalok számára igen különlegessé és érdekessé válik. A folyékony nitrogén ezért a tudománynépszerűsítő kísérleti előadások egyik szinte elhagyhatatlan kelléke, amelynek felhasználásával számos látványos és tanulságos kísérlet elvégezhető. Középiskolai tanárként és egyetemi oktatóként is számos folyékony nitrogént alkalmazó kísérleti bemutatót tartottam óvodásoktól kezdve általános és középiskolásokon át egyetemistáknak, dolgozóknak és nyugdíjasoknak egyaránt. A folyékony nitrogén igen hasznosnak bizonyult a fizika iránti érdeklődés felkeltésére és a tudománynépszerűsítésre egyaránt. Az előadásokra való felkészülés során egy közel hetven kísérletből álló gyűjteményt dolgoztam ki. Ezen kísérletek előkészítése és előadása során sok tapasztalatot szereztem. Ezeket a tapasztalatokat és ötleteket az érdeklődők és a kísérleteket reprodukálni kívánó tanárkollegák számára videó felvételeken rögzítettem. Az összegyűjtött kísérleteket témájuk alapján öt nagyobb témakörre osztottam és az így összeállított öt videót az interneten a YouTube video megosztón keresztül ingyenesen közzétettem.

- 4. Megmutattam, hogy az okostelefonok milyen széles körben alkalmazhatók a középiskolai fizikatanításban. Bemutattam, hogyan ismertethető meg a modern kor elektronikus szenzorjainak működése a mára a legtöbb diák zsebében ott lapuló okostelefon segítségével. Versenyfeladatokat dolgoztam ki a Hlavay József Országos Környezettudományi és Műszaki Diákkonferencia Junior Mérnökverseny- és Fizika feladatmegoldó verseny kategóriái számára, amelyeket a versenyzők okostelefonok felhasználásával oldhattak meg.**

A tézishoz kapcsolódó publikáció: [6]

A modern kor kommunikációs –, és a szórakoztató ipar eszközei egyre inkább belopják magukat a tanulók életébe. Mára már a legtöbb középiskolai osztályban kevés olyan fiatal akad, aki nem rendelkezik okostelefonnal vagy tábla PC-vel. Ezek a hardverek számos olyan szenzort és az abból érkező adatok feldolgozására használható szoftvert tartalmaznak, amelyek felhasználhatóságuk szempontjából vetekedhetnek a fizikaszertárak eszközeivel. Általánosságban a PC-szerű funkciókkal bíró mobiltelefonokat nevezzük okostelefonnak. Ezeknek az eszközöknek a világszerte rohamos terjedésével lassan a tanulók legtöbbször zsebében ott lapul egy olyan eszköz, amelynek számítási kapacitása bőven túlszárja a NASA gépeinek kapacitását a Holdra szállás évében. Ezek a szerkezetek tartalmaznak egy processzort, belső memóriát és háttértárat, a vezérlést pedig érintőképernyőn keresztül oldják meg. A legtöbb készüléket felszerelik még GPS-el, kamerával, WiFi és Bluetooth kommunikációs lehetőséggel, és ami a fizikatanítás szempontjából talán a legfontosabb, különféle szenzorokkal. Ezekkel az érzékelőkkel számos új kísérleti elrendezés válik megvalósíthatóvá az osztálytermekben és diákköri foglalkozások során. Munkám során számos mérési elrendezést fejlesztettem, valamint olyan feladatokat dolgoztam ki, amelyeket a Pannon Egyetem Mérnöki Kara által évente rendezett Hlavay József Országos Környezettudományi és Műszaki Diákkonferencia Junior Mérnökverseny- és Fizika feladatmegoldó verseny kategóriáiban a vállalkozó diákoknak kellett az okostelefonjaik segítségével megoldaniuk.

- 5. Kidolgoztam egy, a mechanika tananyagához kapcsolódó kísérlet gyűjteményt, amely a Nintendo WiiMote-ot, egy videójáték-konzol vezeték nélküli távirányítóját alkalmazza mind demonstrációs-, mind mérőeszközként. Megmutattam, hogy a mechanika oktatása során nagyon sok olyan kísérletet lehet bemutatni, amelyek a WiiMote felhasználásával, vagy egy klasszikus eszközt helyettesítve lesznek érdekesebbek, vagy akár teljesen újszerű kísérleti elrendezéseket tesznek lehetővé. Szoftvert készítettem, amely az adatgyűjtést, kalibrációt és az adatok fájlba mentését megkönnyíti az általam kidolgozott módszert alkalmazni kívánó fizikatanárok számára.**

A tézishoz kapcsolódó publikációk: [7]

A Nintendo Wii konzol távirányítója a WiiMote egy elemről működő vezeték nélküli egység, amelyben megtalálható egy 3 tengelyes gyorsulásérzékelő, valamint egy infrakamera is. A távirányító különlegessége, hogy a Bluetooth kapcsolaton keresztül nem a kamera képét, hanem csupán a kamera által látott négy legfényesebb infraforrás látszólagos koordinátáit továbbítja a vevőegység felé, aminek következtében igen gyors adattovábbításra képes. Ez a tulajdonsága rendkívül hasznossá teszi az eszközt a fizikaoktatás számára, hiszen egyszerű infravörös fényforrásokat különböző kísérleti eszközökre rögzítve valós időben követhetővé válik azok mozgása. Ez a megoldás a WiiMote olcsósága révén igen költséghatékony, mégis figyelemfelkeltő, és a fiatalsághoz közel álló kísérleti elrendezések létrehozását teszi lehetővé. Munkám során a középiskolai mechanika tananyaghoz kapcsolódó demonstrációs- és mérési kísérletek gyűjteményét dolgoztam ki, amelyek mind a kinematika, mind a dinamika témaköréhez kapcsolódnak.

## **Az eredmények hasznosítása, további tervek:**

A röviden bemutatott eredményeim elsősorban a fizikatanítás segítségét célozták. Az általam kidolgozott módszerek mindegyikét a gyakorlatban többszörösen kipróbáltam és az eközben szerzett tapasztalatok és a kapott visszajelzések alapján folyamatosan fejlesztettem azokat. Bemutatott eredményeim más fizikatanárok által is hasznosíthatóak lehetnek, ehhez publikációkon és videókon keresztül nyújtottam segítséget.

A különleges anyagokkal (intelligens folyadékok, illetve a cseppfolyós nitrogén) foglalkozó előadásaimat számos alkalommal előadtam. A visszajelzések alapján a tanárkollegák és az előadásokat látogatók véleményei egyhangúan pozitívak voltak. A folyékony nitrogént alkalmazó kísérletek gyűjteményének még további bővítését tervezem a jövőben, valamint a videók mellett egy, a kísérletek részletesebb leírását tartalmazó kiadvány közzétételét is. Az intelligens anyagokkal foglalkozó előadásomon részt vett diákok közül később többen kutatásba kezdtek. Témavezetésem alatt a Kutató Diákok Mozgalom keretei között elsősorban ferrofluidumokkal kapcsolatos témákat vizsgáltak. Az egyik legsikeresebb ilyen téma a ferrofluidumot alkalmazó dőlésszög-érzékelő volt, amelynek további fejlesztését és mielőbbi szabadalmaztatását tervezem.

Mind az okostelefonokkal, mind a WiiMote-tal elvégezhető kísérletek olyan újdonságot hoztak a fizikaórák, szakköri foglalkozások és versenyek életébe, amely a ráfordított időt sokszorosán megtérítették. Az ezekkel az eszközökkel elvégzett kísérletek komolyan felkeltették a középiskolás diákok érdeklődését. Az okostelefonok versenyeken való szerepeltetésével pedig sikerült olyan gyakorlati versenypéldákat kidolgoznom, amelyek jellegükben elütnek a szokványosnak számító elméleti versenyfeladatoktól. A felkészítő tanároktól, valamint a versenyzőktől egyaránt pozitív visszajelzéseket kaptam a feladatokkal kapcsolatban. Az okostelefonok rohamos fejlődésével azokban további szenzorok megjelenése várható. Egyre több modell tartalmaz giroszkópot, illetve fényerősségmérő szenzorokat. Amint lehetőségem lesz rá, szeretném e szenzorok alkalmazási lehetőségeit is részletesebben megvizsgálni. A WiiMote fizikaoktatásban való alkalmazására fejlesztett módszereket számos tanárkollegám kipróbálta, az ő javaslataikat és ötleteiket folyamatosan építettem be a munkámba. Véleményeik alapján a kipróbált alkalmazások hasznosak voltak és javították a diákok fizikai- és műszaki tudományok iránti attitűdjét. A későbbiekben tervezem további tanárkollegák bevonását, hogy minél több véleményt és új ötletet gyűjthessek össze, amelyek alapján igény szerint módosítom majd az általam készített szoftvert.



**A tézisek alapjául szolgáló publikációim:**

- [1] **T. Medvegy**, 2013. Intelligens folyadékok, elektro- és magnetoreológiai fluidumok a középiskolában. In: Juhász András & Tél Tamás, szerk. *A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban konferencia-kiadvány.* pp. 189-194.
- [2] **T. Medvegy**, 2014. Investigation of smart fluid properties in secondary schools. In: Leoš Dvořák & Věra Koudelková, szerk. *ICPE-EPEC 2013 Conference Proceedings.* Prága, pp. 1246-1253.
- [3] T. Bagi; B. Horváth; **T. Medvegy**; G. Molnár; G. Kronome; I. Szalai, 2012. Léptetőmotor-forgórész elektro- és magnetoreológiai fluidumokkal csillapított lengéseinek kísérleti vizsgálata. *Magyar Tudomány*, 173. évf.: 2012/7-különszám, pp. 114-122.
- [4] B. Horváth; **T. Medvegy**; G. Kronome; Z. Gugolya; G. Molnár; I. Szalai, 2015. Controllable Electro- and Magnetorheological Damper for Oscillation Reduction of a Stepper Motor. *International Journal of Mechatronics, Electrical and computer Technology*, 5 (15) Apr., pp. 2068-2076.
- [5] **T. Medvegy**, Á. Molnár, G. Molnár & Z. Gugolya, 2017. Analysis of a ferrofluid core differential transformer tilt measurement sensor. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 428C, pp. 189-193.
- [6] **T. Medvegy**, 2014. Okostelefonok a fizikaoktatásban. *Fizikai Szemle*, LXIV. 3. kötet, pp. 97-102.
- [7] **T. Medvegy**, 2012. Kísérletek a Nintendo Wii-vel. In: T. Péter, szerk. *Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan: Motiváció, tehetséggondozás, tanárképzés. Nemzetközi konferencia magyarul tanító tanárok számára.* Budapest, pp. 268-273.

## További publikációim:

### Konferencia előadások:

- [8] **T. Medvegy**, 2016. Folyadék maggal ellátott differenciál transzformátor bemutatása. *59. Országos Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató*. Nyiregyháza
- [9] **T. Medvegy**; M. Molnár, 2015. Mérés alapú megismerési módszerek az alsó tagozatosok természettudományos nevelésében. *Ifjú Pszichológus és Neveléstudományi Kutatók 2. Országos Konferenciája*. Budapest
- [10] M. Molnár; **T. Medvegy**, 2015. Természettudományos mérésekre alapozott oktatási módszerek hatásvizsgálata. *IV. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia*. Pécs
- [11] **T. Medvegy**, 2014. Demonstrációs kísérletek intelligens folyadékok tulajdonságainak szemléltetésére. *57. Országos Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató*. Eger
- [12] **T. Medvegy**, 2013. Intelligens folyadékok a középiskolában. *56. Országos Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató*. Székesfehérvár
- [13] **T. Medvegy**, 2012. Okostelefonok felhasználása a fizikaoktatásban. *55. Országos Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató*. Győr
- [14] **T. Medvegy**, 2011. A Nintendo Wii felhasználása a fizikaoktatásban. *"90 éves a szegedi természettudományos képzés" konferencia*, Szeged

### Nemzetközi konferenciaanyagok:

- [15] Cs. Fülöp; **T. Medvegy**, 2013. Teaching Newton's law of cooling in "hands-on measurements" approaches. In: Leos Dvorak, Vera Koudelkova (szerk.) *ICPE-EPEC The International Conference on Physics Education*. Prága, p. 241.
- [16] **T. Medvegy**; B. Horváth; G. Kronome; G. Molnár; I. Szalai, 2012. Investigation of stepper motor rotor oscillations damped by electro- and magnetorheological fluids. *13th International Conference on Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions*. Ankara, pp. 179-180.

### Magyar nyelvű konferenciaanyagok:

- [17] A. Teiermayer; **T. Medvegy**, 2013. Felzárkóztatás és tehetséggondozás a Pannon Egyetem Mérnöki Karán az alapozó mechanikaoktatásban. In: Pere Balázs, Szüle Veronika, Enyedi Adrienn (szerk.). *XI. Mechanikát Oktatók Hazai Rendezvénye*. Győr, p. 29.