

**DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**Jelenségközpontú fizika feladatok a közoktatásban  
és a BSc-képzésben**

**Teiermayer Attila**

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

**Eötvös Loránd Tudományegyetem**

**Természettudományi Kar**

**Fizika Doktori Iskola**

**Vezető: Dr. Tél Tamás**

**Fizika Tanítása Doktori Program**

**Vezető: Dr. Tél Tamás**



**2016**

## Bevezetés

A fizikaoktatás napjainkban tapasztalható nehézségeiről sok írás jelent meg. Nemcsak Magyarországon, hanem külföldön is megfigyelhető, hogy a diákok a fizikában a kísérletezést tartják egyedül érdekesnek, miközben a tanult fizikai törvények alkalmazását jelentő feladatmegoldással szemben különösen nagy az érdektelenség, illetve az elutasítás. Ez azért jelent nagy problémát, mert feladatmegoldás nélkül lehetetlen bemutatni diákjainknak a fizika lényegi sajátosságait, azaz, hogy a felismert és matematikai formában felírt törvények alapján végzett számítások eredménye kísérletekkel, mérésekkel ellenőrizhető realitás, ami alapul szolgál a fizika mindennapi gyakorlati felhasználásához is. A feladatmegoldást méltán tekinthetjük a „fizikai gondolkodás iskolájának”, ezért nagyon fontos, hogy diákjaink feladatmegoldással szemben mutatott ellenállását oldjuk és érdeklődésüket felébresszük.

A feladatmegoldás fontosságának hangsúlyozása napjainkban azért is fontos, mert fizika tantárgyból jelenleg két hatályos kerettanterv is létezik, s ezek felfogása a problémamegoldásról igen különböző. A kerettanterv A-változata erről így nyilatkozik:

*„Az elvárható alapszint az, hogy a tanulók a tantervben lévő témaköröket megismerjék, értelmezzék a jelenségeket, ismerjék a technikai alkalmazásokat, és így legyenek képesek a körülöttünk lévő természeti-technikai környezetben eligazodni. (...) A fizika tanterv szakít a hagyományos, sokszor öncélú, „begyakoroltató” számítási feladatokkal. A tanterv számításokat csak olyan esetekben követel meg, amikor a számítás elvégzése a tananyag mélyebb megértését szolgálja vagy a számértékek önmagukban érdekesek.”*

Ugyanerről a kerettanterv B-változata ezt mondja:

*„A tantárgy tanulása során a tanulók megismerkedhetnek a természet tervszerű megfigyelésével, a kísérletezéssel, a megfigyelési és a kísérleti eredmények számszerű megjelenítésével, grafikus ábrázolásával, a kvalitatív összefüggések matematikai alakú megfogalmazásával. Ez utóbbi nélkülözhetetlen vonása a fizika tanításának, hiszen e tudomány fél évezred óta tartó „diadalmenetének” ez a titka.”*

Ha a fizikát mint tudományt tanítjuk, követnünk kell a fizikai megismerés folyamatát: a jelenség megfigyelését; annak vizsgálatát, hogy a jelenség kimenetele mely fizikai mennyiségektől függhet; ezen feltételezések megfelelően előkészített kísérleti körülmények között történő ellenőrzését; a jelenségről, annak folyamatáról matematikai összefüggés felírását és annak elhelyezését az eddigi ismereteink rendszerében; a jelenség mindennapi életben történő alkalmazási lehetőségeinek keresését. A fizikai megismerés folyamata megkívánja a problémamegoldásban való jártasságot. Ha a fizika tanítása során nem ezt az utat követjük, könnyen kerülhetnek a diákok olyan helyzetbe, hogy sok mindenről vannak részismereteik, de ezek nem állnak össze egységes tudássá.

A problémamegoldás elutasítása tapasztalataim szerint elsősorban annak következménye, hogy a diákoknak a feladatok túlságosan idegenek, úgy tűnik számukra, hogy ezek a mindennapi élettől igen távol állnak. A motiváció megeremtésének egyik ígéretes útja lehet, ha a hagyományosan megfogalmazott feladatok mellett egyre több a mindennapi szituációkból kiinduló, a probléma gyakorlati jellegét kihangsúlyozó feladatot tűzünk ki nekik. Ebben fontos szerepet kell kapniuk a diákok által kedvelt közvetlen kísérleteknek, vagy a jelenséget fotókon, videón felidéző bemutatóknak. A valóság és a feladat közvetlen kapcsolata azzal hangsúlyozható, hogy a feladat közölt kiindulási paramétereit a kísérleti összeállítás adatai,

illetve a fotóról vagy videóról meghatározott mennyiségek adják. A feladatmegoldás nem korlátozódik a megfelelő törvények alkalmazására és a számítások elvégzésére, hanem lehetőségek szerint visszakanyarodik a kiindulási kísérlethez, és a számításokkal kapott eredményt kísérletileg is ellenőrizzük.

A középiskolai fizikatanítás feladatmegoldással kapcsolatos problémái a felsőoktatás számára is sajátos kihívást jelentenek. A műszaki-természettudományos alapszakokra felvett hallgatók jelentős része nem rendelkezik azokkal az ismeretekkel, készségekkel – feladatmegoldás terén sem - amelyek biztos alapot jelenthetnének a magasabb szintű tanulmányok megkezdéséhez. A legtöbb egyetem és főiskola rákényszerül, hogy a nem megfelelő tudással érkező hallgatói számára kiegészítő, felzárkóztató foglalkozásokat szervezzen. E foglalkozások tematikájának és módszertanának kialakítása olyan speciális feladat, amely az oktatótól a pedagógiai ismereteken túl a középiskolai fizikatananyag és a tanítási gyakorlat részletes ismeretét is megkívánja.

Doktori munkám során az alapozó és középfokú fizikatanítás, illetve az egyetemi felzárkóztató foglalkozások módszertani fejlesztésével foglalkoztam, kiemelt tekintettel a feladatkitűzés és megoldás problémakörére, a feladatmegoldás és a kísérletei valóság összekapcsolására.

## **Célkitűzések, alkalmazott módszerek**

A fent említett helyzet javítására olyan oktatási anyagok készítését tűztem ki célul, melyekben a fizikai problémamegoldás alapját egy jelenség vagy már ennek megfigyelésére összeállított kísérlet adja. Ezek többféleképp is megalkothatók:

- Tanórai vagy szakköri munka során egy összeállított kísérletet szemlélünk, méréseket végzünk, matematikai összefüggések segítségével elvégezzük a megfelelő számításokat, és lehetőség szerint a kapott eredményt a kísérleti elrendezés segítségével le is ellenőrizzük. Külön érdekes feladat az esetleges eltérések okainak vizsgálata.
- A jelenségről, kísérletről fotót készítünk, és ez szolgál a fizikai problémamegoldás alapjául. Ekkor nagyon fontos, hogy a képről megfelelő leírást készítsünk, és legyen a fotón egy olyan tárgy, amelynek valós méretét ismerjük. Amikor a matematikai összefüggéseket már felírtuk, és a számítást elvégezésébe kezdünk, szükségünk van a valóságos kiindulási adatokra. Ekkor a fényképen pl. vonalzóval, szögmérővel, vagy digitális formában feldolgozott kép esetén képszerkesztő program segítségével méréseket végzünk, és az itt kapott eredmények alapján arányosságok felírásával megkapjuk a kívánt valóságos adatokat. Ennek a módszernek egyik előnye az, hogy nemcsak tanítási órákon használható, hanem házi feladatban vagy dolgozatíratás során is. Másik előnye, hogy olyan bonyolultabb kísérletek elemzésére is alkalmas, melyeket közvetlenül nem figyelhetünk meg órán, vagy a jelenség órai kiértékelése nehézségekbe ütközik.
- Ha egy jelenség időbeli lefolyását is vizsgálni szeretnénk, lehetőségünk van arról videó felvételt is készíteni. Ha a film digitális formában készült, akkor feldolgozása nem nehéz. Egy filmszerkesztő program segítségével a felvétel képkockákra bontható, ezekből akár egy fotómontázs is készíthető, és az előbb említett módon a jelenség értelmezhetővé, feldolgozhatóvá válik. Vannak azonban olyan programok is, amelyek segítségével a filmekben látható jelenségek közvetlenül is kiértékelhetők. Munkám során

a Tracker nevű programot használtam, amely nemcsak a jelenség megfigyelésére alkalmas, hanem kinematikai vagy dinamikai modell felállítására, és ezen keresztül a valóság és a modell közvetlen összehasonlítására is. Ha az egyezés nem megfelelő, lehetőség van a modell finomítására, tökéletesítésére, ennek segítségével akár mérések elvégzésére is. (pl. szabadon eső test esetén közegellenállási együttható mérésére) A módszer alkalmazhatósági területei a második pontban leírtakhoz hasonló.

A fent említett módszereket az alapfokú oktatástól egészen a BSc-képzésig alkalmaztam. Az általam írt hetedik osztályos fizika tankönyvben legfőképp az első módszert alkalmaztam, bár néhány fotó alapú feladat is szerepel benne. Ennek oka az, hogy hetedik osztályban a tanulók matematikai képzettsége még nem megfelelő, a fizika és matematika tananyag összehangolásának hiánya nem teszi lehetővé a második és különösen a harmadik módszer nagyobb mértékű alkalmazását.

A középiskolai fizikaoktatásban már mindegyik módszer helyet kaphat. Munkám során főleg a mechanika és az optika témakörökre dolgoztam ki fotó és videó alapú feladatokat, és ezek alkalmazhatóságát vizsgáltam tanórai és szakköri keretek között. Az általam készített virtuális laborban a fizika minden területéről található feladatok. Itt a cél az volt, hogy házi feladatban vagy dolgozatban feladható problémákból készüljön egy gyűjtemény, ill. órán lehetőség nyíljon olyan jelenségek vizsgálatára, melyhez az eszközök az iskola szertárában nem állnak rendelkezésre.

A BSc mérnökképzés első félévében a nem megfelelő fizikatudással érkező diákok felzárkóztatása nem könnyű feladat. Nemcsak az idő rövidege a nehezítő tényező, hanem a hallgatóknak az új élethelyzetben sok mindenre kell koncentrálniuk, ami az erejük, idejük szétforgácsolódásához vezethet. Ezért a szakmai felkészítés mellett a motiváció fenntartása ugyanolyan fontos feladat. A legtöbb hallgató úgy érkezik meg a középiskolából, hogy ott kísérletet nem nagyon látott, sokan panaszkodnak arról, hogy fizika órán is a matematika érettségire készültek. Így számukra a fizika elméleti tudomány, úgy tapasztalom, hogy a valóság és a fizikatudomány közti kapcsolat nem nyilvánvaló. Ezért a felzárkóztató kurzus során szem előtt kellett tartanom a motiválást, a fizika mint kísérleti tudomány bemutatását és a hiányzó ismeretek átadását. Ezért célul tűztem ki a fent említett módszerek nagyfokú alkalmazását mind a felzárkóztató kurzuson, mind az általam tartott mechanika szemináriumokon, és az eredményesség vizsgálatát a hallgatói teljesítményeken, ill. a közvetlen visszajelzések alapján.

## **Tézisek**

- 1. A gimnázium kilencedik osztályos mechanika tananyagához fotókkal, videókkal kiegészített feladatokból feladatgyűjteményt állítottam össze. A feladatokat, vállalkozó kollégák részvételével, általános és speciális fizika tantervű gimnáziumi osztályokban teszteltem. Az összegyűjtött tapasztalatokat összegeztem és a tapasztalatok birtokában a feladatgyűjtemény anyagát szükség szerint kiegészítettem, módosítottam.**

A feladatok a tananyagban szereplő fogalmak és törvények bevezetését, megértését és alkalmazását segítik. A feladatok válogatása és megfogalmazása során fontosnak tartottam, hogy a diákok érezzék, hogy a feladatmegoldás nem a tanult képletek öncélú gyakorlására szolgál, hanem a jelenséghez kapcsolódó fogalmak és törvények kreatív alkalmazására, aminek

kiszámított eredménye konkrét valóságtartalommal bír. A feladatok jelenségközpontúak: a feladat alapját egy megfigyelt jelenségről vagy előre összeállított kísérletről készült fénykép vagy videó felvétel alkotja, ezzel is hangsúlyozva, hogy a probléma kötődik a valósághoz.

A feladatgyűjtemény felépítése kötődik a mechanika tanítási folyamatához. Először a mozgások vizsgálatához kapcsolódó feladatokkal találkozunk, beleértve az egyenes vonalú egyenletes és egyenletesen változó mozgásokat, a szuperpozíció elvén alapuló hajításokat, az egyenletes körmozgást és a forogva haladó mozgást végző merev test egy pontjának mozgását. Ezekben a feladatokban fontos szerepet kapnak a hosszú expozíciós idejű felvételek, hiszen egy tereptárgy valódi méretének és a záridőnek az ismeretében meg tudjuk állapítani egy egyenletesen mozgó test sebességét, vagy megbecsülhetjük egy változó mozgást végző test pillanatnyi sebességét.

A második fejezetben dinamikai feladatok találhatók (impulzusmegmaradás tétele; speciális erőtvények vizsgálata, pl. súrlódási erő, rugóerő, gravitációs erő; néhány példa a kényszererőkre, mint súly, tapadási súrlódás). Ahogy a használatban lévő tankönyvekben, ebben a fejezetben kapnak helyet a statika feladatok is. Egyensúlyi helyzetekről készített felvételeken a tanulók konkrétan bejelölhetik a pontszerű vagy merev testre ható erőket, utóbbiak esetén az erőkhöz tartozó erőkarokat is. Így könnyebben megfogalmazhatók az egyensúly feltételei, a képeken vonalzóval történő mérés alapján megválaszolhatók a feladatokban feltett kérdések.

A harmadik nagy fejezet a kilencedik osztályos mechanika tanulása során a munka-energia témaköre. A feladatgyűjteményben a mechanikai energia megmaradásával, vagy pl. ütközések esetén a mechanikai energiavesztéssel kapcsolatos feladatok találhatók.

Örvendetes dolog, hogy az új érettségi követelményekben újra megjelenik a hidrosztatika. Amikor ez a feladatgyűjtemény készült, még csak a speciális tantervű osztályokban foglalkoztak vele, így az osztályt tanító kolléga kérésére a feladatgyűjteményt kiegészítettem ilyen típusú feladatokkal is. Itt főleg az U-alakú csőben található folyadékok egyensúlyával és az úszó testekkel kapcsolatos feladatokat találunk. Lehetőség nyílik egy adott test sűrűségének vagy egy másikhoz viszonyított sűrűségének mérésére is.

A feladatgyűjtemény kipróbálásában résztvevő szaktanárok és a középiskolás diákok véleményüket egy kérdőíves felmérésben elmondták, és vizsgáltam az adott tanév során megírt felmérők eredményeinek alakulását is. Ezek alapján elmondható, hogy a fotók, videók kapcsolásával a feladatok könnyebben érthetőek, és alkalmazásukkal a fizikában a gyakorlati életre nagyobb hangsúly kerül. Az is fontos tapasztalat, hogy még a fizika iránt érdeklődő tanulók esetén is ezt a feladatmegoldási módszert tanítani kell a diákoknak. A legnehezebb lépés az, hogy rájöjjenek arra, hogy a fényképen történő mérés segítségével kapcsolatba kerülhetnek azzal a valósággal, amelyről a kép készült.

A tézishoz kapcsolódó publikációk: [1], [2], [4], [5], [7], [9]

- 2. A középiskolákból az egyetemekre kerülő tanulók fizikatudásában nagy különbségek és sokszor nagy hiányosságok mutatkoznak. A Pannon Egyetem Mérnöki Karán a hiányos tudással rendelkező hallgatók számára felzárkóztató kurzust tartottam, melynek tananyagát úgy dolgoztam ki, hogy az egyetemi továbblépéshez szükséges elméleti ismereteken és azokhoz kapcsolódó alkalmazásokon legyen a hangsúly. A felzárkóztató kurzus és az egyetemi szintű**

**„Fizika I.” kollégiumhoz csatlakozó szeminárium tematikájához illesztve átdolgoztam és kiegészítettem a középiskolában már eredményesnek bizonyult jelenségközpontú feladatgyűjteményemet.**

A felzárkóztató kurzus tematikája szorosan kapcsolódik az első féléves előadáshoz: az előadás előtt néhány nappal tartott felzárkóztató kurzuson középiskolai szinten hangzik el az előadás anyaga, kísérletekkel, illusztrációkkal, mintafeladatokkal. Az ezt követő egyetemi szinten megtartott előadás már közvetlenül építhet a középfokú ismeretekre. Az év eleji szintfelmérőn készített kérdőíven kiderül, hogy a hallgatók nagy többsége középiskolában egyáltalán nem vagy csak ritkán látott kísérleteket. Így ennek a kurzusnak egyben az is a feladata, hogy a fizikát kísérleti tudományként ismertesse meg a hallgatókkal, és a középiskolai tananyagban szereplő legfontosabb fogalmakat kísérleteken, jelenségeken keresztül tanítsa újra nekik.

A felzárkóztató kurzus mellett a „Fizika I.” kollégiumhoz tartozó általam tartott szemináriumi foglalkozásokon is megjelentek jelenségalapú feladatok. Egy órán a hagyományos feladatok mellett 1-2 fotó vagy videó alapú feladat is megjelent. Részben egy-egy új fogalom bevezetésekor, indokolva, hogy miért is van rá szükségünk (pl. szögsebesség, impulzus); másrészt már tanult törvények gyakorlati alkalmazásának bemutatásához (pl. ütközésénél energiavesztés becslése, gyorsuló lift mozgásának vizsgálata).

A középiskolai oktatásban már eredményesen használt feladatgyűjteményt alkalmaztam az órák során, de részben át is dolgoztam a felsőoktatásban részt vevő hallgatók számára. Ez főleg a probléma megfogalmazására és a matematikai eszközök használatára vonatkozik. Mechanikát a középiskolás diákok kilencedik osztályban tanulnak, ekkor matematika tudásuk még szerényebb, egyenletek megoldásában és függvények vizsgálatában kevésbé jártasak. A középiskola utolsó évében, valamint az egyetemre belépve már sokkal több mindent tudnak, így a feladatokban előkerülhetnek nehezebb egyenletek, és a függvények használatakor a görbéhez húzott érintő és a görbe alatti terület segítségével kapcsolódhatunk a párhuzamosan folyó magasabb matematikai tanulmányokhoz.

A kinematikát és a dinamikát érintő átdolgozásban kiemelt hangsúlyt kapott a hallgatók személyes aktivitása már a feladatok kiindulási adatainak meghatározásában is. A feladatok jó része egy-egy jelenségbemutató videóhoz kapcsolódik. A filmeket részben magam készítettem, részben videómegosztó portálokról válogattam össze. A feladat megfogalmazása egyértelművé teszi, hogy a számításokhoz szükséges adatokat a videó számítógépes kiértékelésével lehet megszerezni. A kiértékeléséhez a „Tracker” szabadon felhasználható mozgáselemző programot használtuk, amihez részletes magyar nyelvű leírást és használati útmutatót készítettem a hallgatóim számára. A szemináriumon közösen feldolgozott feladatokon túl a hallgatóknak lehetőségük nyílt arra is, hogy szorgalmi feladatként maguk is készítsenek filmeket, és elvégezzék a jelenségek elemzését, valamint alkossanak a leírásukra megfelelő modelleket.

A felzárkóztató kurzus végén a hallgatók véleményét is kikértem az újszerű feladatokról, a videoelemzés és a számítások összekapcsolásáról. A szubjektív vélemények többsége pozitív.

A téziszhez kapcsolódó publikáció: [3]

- 3. Vizsgáltam a fényt kibocsátót diódák (LED) középiskolai és egyetemi fizikatanításban való felhasználhatóságát. Számítási feladatokat dolgoztam ki a különböző fényforrások relatív fényteljesítményének összehasonlítása kapcsán, módszert dolgoztam ki az infravörös fény hullámhosszának mérésére és egyik**

**szakdolgozó hallgatómmal egy LED-lámpával működő stroboszkópot építettünk, mely segítségével kinematikai feladatokat készítettem.**

Középiskolai tanárként az emelt szintű érettségi egyik mérési feladatához kapcsolva szakköri anyagot dolgoztam ki a fényt kibocsátó diódák (LED) működésének és alkalmazásának vizsgálatára. Kísérletekkel és kapcsolódó számításokkal hasonlítottuk össze a hagyományos izzólámpák, kompakt fénycsövek és LED-es fényforrások relatív fényteljesítményét. A kísérletekhez kapcsolódó számítási feladatok a mindennapi élethez kapcsolódnak és gazdaságossági kérdéseket is felvetnek.

A látható fény optikai ráccsal történő „szubjektív” hullámhosszmérésének mintájára tanulói mérést dolgoztam ki az infravörös LED által kibocsátott „láthatatlan” fény hullámhosszának mérésére. Mivel szemünk erre a hullámhossztartományra már nem érzékeny, a digitális kamerák fényérzékeny szenzora segítségével láthatjuk csak meg az elhajlási képet. A módszert először látható fényen ismertettem, majd kis módosítással alkalmaztam infravörös fényre. Ez az eljárás szorosan kapcsolódik az 1. pontban ismertetett fénykép alapú feladatokhoz.

A LED-del kapcsolatosan a középiskolában kidolgozott problémák iránt az egyetemi BSc-hallgatók is érdeklődnek. A Pannon Egyetem Mérnöki Karán egy mechatronikai mérnök hallgató irányításommal BSc-szakdolgozati munkaként LED-stroboszkópot készítettem, amelynek kellően nagy a fényereje, valamint állítható a villogó fény frekvenciája és kitöltési tényezője. Ezzel lehetővé válik, hogy olyan stroboképeket tudjunk készíteni, amelyek a középiskolai, ill. BSc-oktatás során – pl. a korábban említett jelenség alapú feladatokban - felhasználhatók. Ezeket a strobokép alapú feladatokat az első két pontban említett feladatgyűjteményekben helyeztem el.

A téziszhez kapcsolódó publikáció: [6]

- 4. Kidolgoztam egy virtuális labor-programot, melyben a fizikai mérésekről képek, videók találhatóak, a mérési adatokat vagy mellékletben találják a program használói, vagy a már ismertetett módon a képekről, videókról olvashatják le őket. A virtuális labor használata akkor indokolt, ha a mérést a csoportot tanító tanár otthoni gyakorlásra, esetleg dolgozatban történő számonkérésre szeretné használni. A virtuális labor használatával az elsődleges cél a mérés kiértékelésének gyakoroltatása.**

A TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0002 pályázat keretében a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karának szervezésében középiskolai tanárokból álló munkacsoport tehetséggondozó oktatási programcsomagot dolgozott ki egyetemi továbbtanulásra készülő középiskolás diákok számára. A munkacsoport tagjaként az emelt szintű érettségi mérésekhez csatlakozva kísérletek, mérések kiértékelését segítő virtuális laborprogramot dolgoztam ki. A virtuális labor természetesen nem tudja és nem is akarja helyettesíteni a saját kísérletezést és a tényleges méréseket. Ezekre továbbra is épp úgy szükség van a fizikatanításban, mint a demonstrációs kísérletekre. A virtuális labor célja az, hogy fokozott hangsúlyt adjon a fizikai megismerés folyamatában igen fontos mérésiértékelési módszereknek és alkalmat kínáljon azok gyakorlására is. Ez utóbbinak az iskolák hiányos műszerezettségével mellett az időhiány a legfontosabb akadálya. Ezért megoldás lehet az, hogy egy tanórán elvégzett méréshez hasonló másik mérést válasszunk a virtuális laboratóriumból, és a kiértékelés legyen a tanulók otthoni feladata. Ha a tanítási folyamatban a kísérletek,

mérések kellő hangsúllyal szerepelnek, akkor megengedhető, hogy dolgozatban is kapjanak diákjaink ilyen feladatot. A virtuális laborban található mérések erre is alkalmasak.

A virtuális laboratórium fényképen vagy videón mutatja be az érettségi mérésekhez hasonló igényességű kísérleteket. A kiértékelés lépéseihez természetesen a mellékelt szakanyag segítséget is ad a bemutatott mérés problémaköréhez tartozó fizikai törvények felidézésével, a mérési adatok rendszerezésében, a grafikus ábrázolásban, függvényillesztésben, stb. Ezen túl kiemelt hangsúlyt helyez a mérés hibáinak és az eredmény pontosságának értelmezésére. A virtuális labor alkalmazhatóságát iskolai környezetben ellenőriztük. A kipróbálásban résztvevő szaktanár véleménye szerint a virtuális labor hatékonyan segítette a diákokat a fizika tanulásában, és az eredményes felkészülésében az emelt szintű érettségi mérések kiértékelésére. A téziszhez kapcsolódó publikáció: [7]

**5. Hetedik osztályos tanulók számára írtam egy munkatankönyvet. Elsődleges célom az volt, hogy a diákok az óra minden percében aktívak legyenek, ne befogadóként vegyenek részt a tanórán. A tudásanyag a folyamatos munka során (ábrák kiegészítése, egy megfigyelés vagy kísérlet elvégzése után a hiányzó részek kitöltése, eddigi ismeretek alkalmazásának megtalálása) szinte kibomlik a diákok számára, mely alkalmas helyen tömören össze is vannak foglalva. A könyvet, amíg a törvények erre lehetőséget adtak, évente közel 4000 diák használta Magyarországon. Az őket tanító tanár kollégák visszajelzései pozitívak voltak.**

A diákok érdeklődése a fizika iránt a 7-8. évfolyamon a rendszeres kísérletezéssel biztosítható. Ebben az életkorban a kísérletezés mellett a legfontosabb feladat a diákok órai aktivitásának irányítása, a tanulók bevonása a természet megismerésének folyamatába. Ez utóbbi biztosításának sajátos eszköze lehet az ún. „munkatankönyv”. Az egykori Nemzeti Tankönyvkiadó megbízásából és segítségével egy természettudományos tankönyvcsaládot író munkacsoport tagjaként 2009-ben egy olyan tankönyvet írtam hetedik osztályosok számára, amely hozzásegít az aktív részvétel biztosításához. A tankönyvcsalád egységes arculatának megalkotása közös feladat volt, a tartalommal való megtöltése saját munkám.

A munkatankönyv sajátossága, hogy miközben igen határozottan kijelöli a tanóra menetét, a téma feldolgozásának módját, a tanulást hatékonyan segítő tankönyv az órai munka eredményeként válik teljessé. A jó munkatankönyv a tankönyvszerző, az órát vezető és a szakszerű bejegyzéseket ellenőrző tanár és a diákok aktív közreműködésével meghatározza a tanulás folyamatát, miközben a hiányos tankönyvi részek kitöltésével folyamatos figyelésre és aktív részvételre ösztönzi a diákokat.

Az 1970-80-as években az általános iskola felső tagozatában általános volt a munkatankönyvi forma. Az ebben az időben használatban lévő fizika munkatankönyveket tanulmányoztam, valamint visszaemlékeztem általános iskolás éveimre, hiszen magam is ezekből a tankönyvekből tanultam. A könyvekben az oldal könyvgerinchez közelebbi kétharmadában voltak az aktivitásra ösztönző feladatok, a külső harmadban pedig a belőlük levonható következtetések olvashatók. A közös feladatok sok nyitott végű kérdést tartalmaztak, melyekre a tanulók többféle választ adhattak. Az órát vezető tanárnak tehát figyelni kellett arra, hogy a beírt válaszok helyesek legyenek, nehogy a tanulók a rossz választ tanulják meg. Az ábráknak rendszerint nem volt külön funkciójuk, az esetek nagy többségében illusztrációk voltak. A tankönyvek legrosszabb esetben használhatók voltak úgy is, hogy a diákok egyszerű befogadók legyenek, ekkor csak az oldal külső egyharmadát olvasták el.



Az új munkatankönyv kidolgozása közben tehát arra törekedtünk, hogy a tanulóknak folyamatosan dolgozniuk kelljen. Az egy leckét tartalmazó 4 oldalból hármon a munkáltató feladatok találhatóak, a tananyagot összefoglaló egy oldal pedig önmagában nehezen használható a túlságosan száraz, vázaltszerű felépítése miatt. Azok a feladatok, amelyekben a tanulóknak bejegyzést kell tenniük, inkább hiányos mondatokat tartalmaznak, csökkentve ezzel a rossz válasz beírásának esélyét, és könnyítve az órát vezető szaktanár munkáját. Sok olyan feladat is található a könyvben, amelyben az ábrákat ki kell egészíteni, a félig kész rajzot be kell fejezni, így a képek, ábrák is funkciót kapnak.

A tankönyvben megjelennek az előző pontokban említett kísérlet- és jelenség alapú feladatok is. Ezek természetesen olyan mértékben és mélységben vannak jelen, hogy a tanulók adott életkorban meglévő matematika tudásával összhangban legyenek.

A tézishoz kapcsolódó publikációk: [8], [10]

### **Következtetések, eredmények**

A több éven át tartó kutatómunka, és az ennek eredményeként született anyagok kipróbálása során egyértelműen tapasztaltam, hogy a kísérlet- és jelenség alapú feladatok fontos eszközei lehetnek a fizika tanításának. Segítségükkel több célt is elérhetünk:

- megmutathatjuk tanítványainknak, hogy a fizika a körülöttünk lévő világról szól, felkelthetjük és fenntarthatjuk érdeklődésüket a tantárgy és a tudomány iránt;
- bebizonyíthatjuk nekik, hogy a számítási feladatok sem öncélú, a képletek begyakorlására alkalmas eszközök, hanem egy jelenség leírására szolgálnak és a számítás során kapott eredmények konkrét valóságtartalommal bírnak;
- beláttathatjuk, hogy a fotók által kitűzött feladatok olyan hétköznapi jelenségek leírásában is segítenek, amelyek vagy túl gyorsak és így közvetlen megfigyelésre nem alkalmasak, vagy nem lehet őket tanteremben megvalósítani, de alkalmas fénykép készítésével időben később elemezhetők;
- megmutathatjuk, hogy a széles körben elterjedt digitális kamerák használatával a jelenségek időbeli lefolyása jól követhető, az őket leíró törvényekben szereplő fizikai mennyiségek kiszámíthatók, sőt a Tracker program használatával az elméletileg felállított modell és a jelenség valóságos lefolyása könnyen összevethetővé válik.

Munkám során azt is tapasztaltam, hogy a fotóknak, videóknak jó minőségűnek kell lenniük: a megfelelően nagy felbontású képek segítik a feladatok megoldását, a kis felbontásúak azonban nehezítik, a végeredményekben igen nagy szórás lesz tapasztalható. Ha a képeket, filmkockákat digitális formában elemezzük, a képszerkesztő programok vagy a Tracker program pontos munkát tesz lehetővé, a papíron kiadott anyagokat viszont jó minőségben kell kinyomtatni ahhoz, hogy elérjük a fent leírt célokat.

Az általam írt tankönyv nagy példányszámban kelt el, bár a tankönyv piacon csak 10% körüli részt képviselt. A virtuális laboratórium DVD-n jelent meg a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karának gondozásában, és a Kar honlapján közvetlenül elérhető: [https://users.itk.ppke.hu/itk\\_dekani/files/fizika/TA/VL.htm](https://users.itk.ppke.hu/itk_dekani/files/fizika/TA/VL.htm).

Távlati terveim között nemcsak ezen témával való további foglalkozás szerepel, hanem az is, hogy az eddig elkészült anyagok digitálisan, a fotó alapú feladatok megfelelő minőségű

nyomtatásban is megjelenhessenek. Célom az, hogy a jelenségközpontú feladatok tanítási segédanyagként a tanulók és a tanárok rendelkezésére állhassanak.

### **A tézisek alapjául szolgáló publikációk**

[1]:

Attila Teiermayer

Problems based on phenomena and experiments in secondary school involving a digital camera

In: Physics Education Vol.No. 51-2016/6 (ISSN: 0031-9120)

[2]:

Attila Teiermayer

Applying physics problems with interdisciplinary character based on phenomena and experiments in secondary school

In: Physics Competitions (Journal of the World Federation of Physics Competitions)

Vol.No.16-2014/1 pp. 26-34. (ISSN: 1389-6458)

[3]:

Teiermayer Attila, Medvegy Tibor

Felzárkóztatás és tehetséggondozás a Pannon Egyetem Mérnöki Karán az alapozó mechanikaoktatásban

In: Pere Balázs, Szüle Veronika, Enyedi Adrienn (szerk.)

XI. Mechanikát Oktatók Hazai Rendezvénye. Konferencia helye, ideje: Győr, Magyarország, 2013.08.29-2013.08.30. Győr: Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Kar, p. 29.

[4]:

Teiermayer Attila

Kísérletek, fényképek és videofelvételek alkalmazása a fizikaoktatásban

In: Juhász András, Tél Tamás (szerk.)

A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban. Konferencia helye, ideje: Tirgu-Mures, Románia, 2012.08.15-2012.08.18. Budapest: ELTE TTK, 2013. pp. 285-290. (ISBN:987-963-284-346-9)

[5]:

Teiermayer Attila

A fényképek használata a középiskolai mechanika tanításában

In: Tasnádi Péter (szerk.)

Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2011.08.23-2011.08.25.pp. 399-403.(ISBN:978-963-284-224-0)

[6]:

Teiermayer Attila

Fényt kibocsátó diódák alkalmazása a középiskolai fizikaoktatásban

FIZIKAI SZEMLE 61:(6) pp. 212-216. (2011)

[7]:

Teiermayer Attila

Fotók segítségével megoldható számítási feladatok fizikából; Virtuális Fizika Labor

In: Emelt szintű középiskolai ismeretek (DVD), PPKE Információs Technológiai Kar (2011)

[8]:

Teiermayer Attila

A tanulói aktivitás fokozása a fizika oktatásában

In: Dr Leibinger Jánosné (szerk.)

Feladatok és lehetőségek a természettudományos oktatásban: Az Öveges József Tanáregylet által szervezett országos magyar nyelvű konferencia. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2010.10.08p. 63.(ISBN:978-963-88874-3-6)

[9]:

Teiermayer Attila

Kísérletek és feladatok összekapcsolása fotók segítségével

In: Fizikatanítás tartalmasan és érdekesen. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2009.08.27-2009.08.29. Budapest: pp. 441-446. (ISBN:978-963-284-150-2)

(Fizikatanítás tartalmasan és érdekesen)

[10]:

Teiermayer Attila

Budai Istvánné Vitéz Annamária (szerk.)

Fizika 7.: tankönyv

Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2009.

(ISBN:9789631965605)