

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**A légkörfizika és a csillagászat elemeinek felhasználása a
fizika középszintű oktatásában**

Döményné Ságodi Ibolya

Témavezető: Dr. Tasnádi Péter egyetemi tanár

**Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar**

**Fizika Doktori Iskola
Vezető: Dr. Palla László**

**Fizika Tanítása Doktori Program
Vezető: Dr. Tél Tamás**



2015

Bevezetés

„Szerény alakban kezdjük meg ezt a tevékenységet, szerény számú munkatárssal, kiseded csapat élén: de tudatában vagyunk munkánk alapvető jelentőségének. Tudjuk, hogy olyan alapfalakat kell raknunk, amelyre palotát lehessen építeni, azt a palotát, mely nagyszerű méreteivel és szemet gyönyörködtető díszítményeivel lelkiünkben már megalkotva él.”

Wigand Jánosnak a Garay János Gimnázium első igazgatójának, 1896. szeptember 10-én, az első tanévnyitón mondott szavai az induló gimnázium tantestületére és épületére vonatkoztak, átvitt értelemben azonban saját céljaimat is kifejezik, hiszen diákjaim fejében én is gyönyörű szép palotát szeretnék felépíteni, a fizikatudomány palotáját.

Sokat olvashattunk az elmúlt évtizedben a fizika diákok általi rossz megítéléséről. Ennek okai meglehetősen összetettek. Bizonyosan ezek közé tartozik az is, hogy a tanulók nehéznek és elvontnak ítélik a tárgyat. Nem mindegy, hogy mit tanítunk, milyen szinten, hogyan és nem utolsósorban hogy kiknek. Néhány korábbi akadémikus felépítésű és felfogású tankönyv sok mai diák számára érdektelen, mert száraz és nem alkalmazkodik a diákok életkorához, érdeklődéséhez. De a diákok is lehetnek már fiatalon is nehezen kezelhetőek, mert vannak, akik elutasítók az iskolai tanulással szemben és az elmélyült gondolkozást szinte nem ismerik. Jómagam nem a legnehezebben kezelhető diákokkal, hanem nagyrészt olyanokkal foglalkozom, akik tudatosan dolgoznak és jövőjük megalapozását is a továbbtanulásban látják. Közöttük is tapasztalhatók azonban különbségek a különböző érdeklődési területű tanulók fizika iránti attitűdjében, s az érdeklődés felkeltése sem mindig egyszerű. A matematika-fizika emelt óraszámú osztályokban természetesen ilyen probléma nincsen, a diákokat belső indíttatás vonzza a fizikához. A humán vagy nyelvi orientációjú osztályokban azonban gyakran nehéz fizikát tanítani, nem egyszerű a diákok motiválására alkalmas módszerek megtalálása. Egységes módszer már csak azért sem javasolható, mert míg a nyelvi csoportok létszáma 8-12, a humán osztályoké akár 36 is lehet. A közismerten legerősebb motivációs hatás, a kísérletezés, a nagy létszámú osztályokban „tanárt próbáló” munka. Ezekben az osztályokban a jelenlegi szertári felszerelés mellett tanulókísérletről legfeljebb álmodni lehet. Megfelelő eszközkészlet esetén is meggondolandó azonban, hogy milyen feltételek mellett vállalható a kísérletek előkészítése, és hogyan valósítható meg a tanulói munka hatékony tanórai irányítása. A motiváció eszközeként ezekben az osztályokban inkább a tanulók mindennapi életéhez kapcsolódó tananyagok feldolgozását érdemes használni.

Meg kell küzdeni a fizikával kapcsolatos társadalmi előítéletekkel is. Nagyon sokan nem hisznek a problémák természettudományos alapon történő megoldásában, kiábrándulást, ellenérzést szültek az olyan kudarcok, mint a csernobili vagy fukusimai baleset, vagy az úrsikló 1986-os katasztrófája. Sokan aggódnak az emberi tevékenység éghajlatváltozást okozó hatása miatt bekövetkező fékezhetetlen természeti katasztrófák és a biológia fejlődése által lehetővé tett génkezelt élelmiszerek fogyasztásának beláthatatlan következményei miatt is. Megjelentek a tudatos károkozást feltételező összeesküvés elméletek, amelyek szerint például a nagy olajcégek akadályozzák meg az új korlátlan energiaforrások (zérusponti energiával működő gép, vízzel hajtott gépkocsi stb.) használatba vételét. Kiemelem ezek közül a „chemtrail konteó”-ként emlegetett, egyre inkább terjedő rémhírt, melyet éppen az általam is fontosnak tartott és a középiskolai oktatásba bevont légköri optika cáfolhat (a rémhír szerint az ipari folyamatok során keletkező káros anyagok egy részétől úgy szabadulnak meg, hogy repülőgépekről a légkörbe szórják.)

Egyéni érdeklődésem a fizikán belül a földrajzzal kapcsolatos határterületekre nyúlik át: a meteorológiával kapcsolatos kérdéskörre, valamint a légköri optika és a csillagászat

területére. A témák szinte mindegyike kapcsolódik a fényhez, így külön örömet jelent számomra, hogy disszertációm az Európai Fizikai Társulat (EPS) által kezdeményezett Fény Nemzetközi Évében születik meg.

Célkitűzések

Doktori kutatásom célkitűzése az volt, hogy bebizonyítsam, hogy a diákok, fizika iránti negatív attitűdjén változtatni lehet interdiszciplináris területek fizika tanításába történő megfelelő szintű bevonásával, de egyúttal ez a lehetőség tehetséggondozásban is kiaknázható, sőt a későbbi természettudományos irányba történő pályaválasztást is pozitívan befolyásolhatja. A környezetfizika szakkörbe járó diákok matematikai képességeiket tekintve, nem kiemelkedő, hanem átlagos képességű tanulók, viszont az átlagnál jobban érdeklődnek fizikai problémák iránt. Számukra a gimnáziumban már nagy hagyományokkal bíró KÖMAL feladatmegoldó és versenyekre felkészítő szakkör nem adna sikerélményt, viszont igényelnének olyan fizikai tárgyú programokat az iskolában, mely az ő érdeklődésüket is kielégíti. Ezt a hiátust felismerve indítottam el környezetfizikai mérésekkel, kutatásokkal, egyáltalán korunk természettudományos problémáival foglalkozó diákkörömet.

Az általam választott témák a fizika és a földrajz tantárgy határterületén találhatóak, de mindkét tantárgynál viszonylag marginálisan szerepelnek – kevés idő jut rájuk a tanórán, és kevés ismeret szűrődik le belőlük a diákok számára. Olyan témaköröket kerestem, amelyek lehetőséget adnak önálló tanulói mérések és kutatási feladatok megoldására, mert ezzel az érdeklődés felkeltése mellett kibontakoztatható a diákok kreatív problémamegoldó képessége is. A diákkörön kutatott témák egyediségük miatt is (ahogy egyik tanulóm megfogalmazta) vonzóak lehetnek, komoly érdeklődést indukálnak. A mai diákok számára a számítógép bevonásával megoldható feladatok, alkalmazásával vizsgálható problémák nagyon motiváló hatásúak. Céлом az volt, hogy értelmes, a középiskolában is feladható légkörfizikával és csillagászzal kapcsolatos olyan problémákat találjak, melyek megoldásában számítógép is használható (pl. radarképek feldolgozása, szimulációk). Mindezen feladatmegoldások közben az a célkitűzés is teljesül, hogy megismerik a tudományos kutatás lépéseit (hipotézis felállítása, mérés, adatok feldolgozása, a hipotézis igazolása vagy elvetése). Céлом volt az is, hogy az érdeklődő tanulóknak sikerélményt biztosítsak mikrokutatásaik diákköri konferenciákon, találkozókön történő bemutatásával, ami aztán pozitív kihatással lehet személyiségük fejlődésére (önbizalmuk nő, határozott kiállásuk, előadókészségük javul). Doktori dolgozatomban bemutatom, hogy ennek a fajta tehetséggondozásnak van létjogosultsága, eredményei jelentősek, amelyeket példákkal is illusztrálok.

Kutatási módszerek

Kutatási módszereimet két csoportba lehet sorolni. Az egyik csoportba a fizika, mint a természettudomány kutatási módszerei tartoznak: a tanulói mérések és szakköri projektek kidolgozásakor a témának megfelelő fizikai mérőeszközöket használtam: mérést, fényképezést, számítógépes szimulációkat. A másik csoportba a pedagógiai hatékonyság vizsgálati módszereit sorolom: a tanítás sikerességének ellenőrzésére elsősorban saját tapasztalataim szolgáltak, a pedagógia módszerei közül a kis mintákkal végzett tanítási gyakorlatokra vonatkozó eljárásokat alkalmaztam. Feladatlapokkal és tanulói kiselőadásokkal ellenőriztem a megszerzett tudást. Az attitűd javulására vonatkozó feltevéseimet beszélgetések, mélyinterjúk elemzésével igazoltam. A pedagógiai hatékonyság vizsgálatakor visszajelzéseként azért használtam kvalitatív kutatási módszereket (kérdőívek, mélyinterjúk, majd az interjúk tartalmának, szövegének elemzése), mert a szövegből, kommunikációs

egységből szubjektív információkat, elsősorban attitűdöket, értékeket, motivációkat akartam feltárni. Ilyenkor érvényesülnek a kvalitatív kutatás folyamatának jellegzetességei: nem előre meghatározott kategóriákkal dolgozunk, értelmezzük az olvasottakat, igyekszünk közel kerülni a szöveget létrehozók világához, értelmezéseihez.

TÉZISEK

1. Halójelenségek szakköri feldolgozása

Motiváció: A természettudományos megismerés magától értetődő útja a jelenségek megfigyelésétől a kísérletezésen át vezet a jelenség elméleti magyarázatához. A légkör fényjelenségei, a szivárványok, halójelenségek, az északi fény, a villámlások, a világító felhők mindig csodálattal (a régebbi korokban rémülettel) töltötték el az embereket. Az emberek még száz évvel ezelőtt is közelebb éltek a természethez, árgus szemekkel figyelték a jelenségeit, ezek között a légkör fényjelenségeit is, hiszen ezekből olvasták le időjárás következtetéseiket. A légkör fizikáján belül a légköri optika kínalta látványos természeti jelenségek (szivárvány, halójelenségek stb.), megragadja a diákok fantáziáját, azonban sem a fizika, sem a természetföldrajz tankönyvek nem tárgyalják kellő részletességgel. Felmerést végeztem a diákok körében, hogy ismerik-e ezeket az égi tüneményeket, kiderült számomra, hogy nagy részük nem is hallott a halójelenségekről. Ezért a jelenségek köréből a halójelenségek megfigyelését és középiskolai szintű értelmezését tűztem ki célul.

A téma elsősorban az optikai ismereteken keresztül kapcsolódik a tananyaghoz, a geometriai optikai ismeretanyag mélyíthető el vele, a fényvisszaverődés, fénytörés, diszperzió alapjelenségeinek biztos ismerete szükséges a téma feldolgozásához. Ennek alapjait már 8. osztályban tanulják a gyermekek, aztán tovább mélyítik a 11. évfolyamon. A kristályokon megtörő fény útja azonban anyagszerkezeti és geometriai ismereteket is igényel.

A halójelenségek témával kapcsolatban diákköri tanítási egységet dolgoztam ki, és a gyakorlatban is kipróbáltam. Ebben a tanulók megismerik, hogy hogyan függ kialakuló jégkristályok alakja a magas szintű felhőkben uralkodó fizikai viszonyoktól. Ezáltal termodinamikai ismereteiket ismétlem újra és mélyítem tovább. Elemezzük, hogy a jégkristályok alakja, száma, orientációja és minősége, felhő homogenitása hogyan befolyásolja a jelenség látványosságát, szabályos, avagy szabálytalan voltát. Egy konkrét halójelenség példáján keresztül mutatom be azt, hogy egyszerű megfontolásokkal milyen geometriai optikai kérdésköröket tekinthetünk át. Megismerttettem tanulóimat a jelenségek rögzítési módjaival (fotókat készítettek), majd egy számítógépes program segítségével előállítottuk az elkészült fotók szimulációit.

A tíz órás tematika (melyet alább mutatok be), az érdeklődés felkeltésére, a gyakoribb jelenségek megértésére alkalmas, a mélyebb tanulmányozáshoz azonban hosszabb időre lenne szükség.

1. Történelmi halójelenségek
2. A halójelenségek fotózása
3. Optikai alapfogalmak átisméltése (fényvisszaverődés, fénytörés, diszperzió)
4. A légköri jégkristályokról
5. Modellkészítés kartonból
6. A lapkristályok által okozott gyakori halójelenségek
7. Az oszlopkristályok okozta gyakori halójelenségek
8. A piramidálisok okozta halójelenségek

9. A halójelenségek szimulálása: Ismerkedés a Halosim 3.6 programmal
10. A fotók és a történelmi halójelenségek szimulálása

Eredmények, tapasztalatok: Megismertettem tanulóimat a Halosim 3.6 programmal, majd ezután különféle halójelenségeket szimuláló programokat futtattunk. A téma elméleti áttekintése, a bekövetkezett komplex fénytűnemény és több átlagosnak ítélt jelenség fotózása és szimulációja után az ELTE TTK Diákkutatói Programjába is bekapcsolódhatott egy tanítványom.

Kapcsolódó publikációk: [1], [2], [4], [5]

2. A Vénusz átvonulás 2012-ben

Motiváció: Korábbi tapasztalataim szerint a csillagászati megfigyelések komoly motivációs hatással bírnak a fizika tanításában. Többféle jelenség kisebb diákcsoporttal történő szakköri feldolgozását és megfigyelését végeztük el (hold- és napfogyatkozások, Vénusz átvonulás, egy visszatérő nóva váratlan kitörése, a naptevékenység változása/periodicitása, szimultán tűzgömb megfigyeléséből levonható következtetések, pályájukon nyomon követhető aszteroidák, várt és váratlan üstökösök megfigyelése). Doktori értekezésemben részletesen bemutatom a 2012. június 6-i Vénusz átvonulás tanulmányozására való felkészülést és a jelenség diákköri csoportommal történő megfigyelését. Ebben az évszázadban, hazánkban két Vénusz átvonulást is megfigyelhettek az érdeklődők. A teljes jelenség a Vénusz Nap elé történő belépésétől a kilépéséig, 2004-ben volt nyomon követhető, míg 2012-ben részleges átvonulás, csak a jelenség utolsó harmada volt látható. A furcsa periodicitás miatt csak kevés ember csodálhatja meg a jelenséget, ugyanis a 8 évenként bekövetkező ikerátvonulás után több mint 100 évet kell várni az újabb jelenségpár bekövetkezésére. Tanítványaim életkoruknál fogva csak az utóbbit láthatták, hiszen 2004-ben még kisgyermekek voltak, a mostanában született gyermekek pedig életük folyamán egyet sem fognak látni.

Az elméleti leírásokból egy a középiskolások számára érthető jelenségmagyarázatot választottam, az egyszerűsített elméleti leírást adaptáltam a szakköröseim számára. A Föld és a Vénusz eltérő keringési ideje, valamint a Vénusz pályasíkjának a Földével bezárt 3,4 fokos hajlásszöge eredményez egy különleges periodicitást a jelenség bekövetkezésében. A leírás során a könnyebb megértés miatt, egyszerűsítő feltételekkel (körpálya, egysíkú keringés) éltünk, hasonlóan, mint a Nap-Föld távolság leegyszerűsített számolásánál, ahol szintén a szükséges háttértudás minimalizálására törekedtünk.

Eredmények, tapasztalatok: A Vénusz átvonulás megfigyelése, az átvonulás furcsa, nem egyenletes időközönkénti bekövetkezése felkeltette a tanulók érdeklődését és alkalmat adott arra, hogy néhány csillagászati tényt elmondjak és egyszerű geometriával, ha közelítőleg is, közösen értelmezzük az átvonulás periodicitását. A jelenség megfigyeltetésével és bemutatásával pedagógiai és ismeretterjesztői céljaim egyaránt voltak. A középiskolás diákokat tevékenyen bevontam az előkészületekbe, az előzetes irodalmazásba, majd a jelenséget közösen figyeltük meg és jegyeztük fel a kilépési kontaktusok időadatait, végül közösen levontuk a konzekvenciákat, ezáltal bevezettem őket a tudományos megismerés módszertanába. Bemutattam a történelem során a csillagászati egység meghatározásához szükséges mérések céljából indított sokféle expedíciót, annak magyar vonatkozásaival. A Nap-Föld távolság kiszámításának módszerei magasabb matematikai ismereteket követelnek, de egy leegyszerűsített, közérthető módszert végigkövetve, a tanulók megértették a probléma lényegét. A közvetlen környezetemben élők figyelmét felhívtam az eseményre, a médián keresztül pedig tartalmas ismereteket sikerült átadni minden érdeklődőnek. A projekt végére a

tanulók tisztán láthatták azt, hogy mennyire szerencsések, hogy megfigyelhették az ikerátvonulásból legalább az egyiket.

Kapcsolódó publikáció: [6]

3. Egyszerű földrajzi helymeghatározás

Motiváció: Többekben felmerülhet a kérdés, hogy korunkban egyáltalán miért van szükség, egyszerű eszközökkel történő földrajzi helymeghatározásra, hiszen a korszerű GPS berendezésekkel egy kattintás segítségével, nagy pontossággal meghatározhatjuk tartózkodási helyünk koordinátáit. Tudjuk, hogy néhány száz évvel ezelőtt az útrakelőknek még iránytű és csillagászati mérőműszerek segítségével kellett meghatározni földrajzi helyzetüket, mert ezen életük múlhatott. Számunkra a csillagászati és meteorológiai méréseink adatainak térképi elhelyezéséhez lehet hasznos a földrajzi helymeghatározás. Célul tűztem ki a helymeghatározás egyszerű módszerének a szertárban fellelhető eszközökre alapozott kidolgozását. Ez egyben a matematika és földrajz órán tanult ismeretek új helyzetben való alkalmazását is jelenti.

Egyszerű mérést dolgoztam ki a földrajzi szélesség és hosszúság meghatározására, melynek előkészítésével és elvégzésével a tanulók különféle tantárgyak keretében tanult ismereteit szintetizálhatjuk. A mérést a Nap segítségével végeztük el. A Nap adott helyen mért deleléskori horizont feletti magassága egyszerű összefüggésben van az adott hely földrajzi szélességével. Tehát alkalmas eszközzel (kvadráns) meg kellett mérnünk a Nap horizont feletti magasságát. A földrajzi hosszúság pedig a delelés pontos időpontjából (helyi dél) bizonyos korrekciók elvégzésével számítható. Alkalmas eszközzel (gnómon) meg kellett határozni a helyi dél időpontját. Itt került elő az észak-déli irány pontos kitűzésének problémaköre is.

Eredmények, tapasztalatok: Tanulóimmal szertári szögmérőből készítettünk egy házi kvadránst, amely eszközt kétfunkcióssá alakítottunk, azért, hogy a két mérés minél kevesebb és kisebb terjedelmű eszközzel legyen elvégezhető, akár hosszabb útra indulva vagy tábori körülmények között is könnyen használhassuk. A projektfeladat megvalósítása közben a tanulóknak számos, a tankönyvekből megtanult ismeretet kellett újra átgondolniuk, gyakorlatban alkalmazniuk. Ez tovább mélyítette a Nap és a Föld mozgásával kapcsolatos földrajzi tudásukat, valamint szükséges volt a megértéshez a matematika területéről néhány geometriai megfontolás is. Az egyszerű eszközökkel elvégezhető helymeghatározás kiváló projektfeladat volt a diákok számára, elvégzésével gyakorlati érzékük, leleményességük is fejlődött azáltal, hogy egyszerű eszközökből tanári segítséggel mérőeszközt terveztek és el is készítették azt.

4. Radartérkép felhasználása egyszerű prognózis készítésére

Motiváció: A mindennapi életben, gyakori probléma, hogy a közeljövőben lesz-e eső, vagy sem. Családomban teljesen természetes, hogy a kérdés megválaszolására az OMSZ honlapján található meteorológiai radarképeket használjuk. A meteorológiai radarfelvételekből készített kompozitképek az interneten könnyen megtalálhatók és a gyakorlati életben egyszerűen felhasználhatjuk saját rövid távú eső- előjelzés készítésére. A radartérkép alapján egyszerű mérések és számítások segítségével előállított mini prognózis remek alkalmazását adja a tankönyvekben megtanult tananyagnak, és családi vagy a baráti körben való bemutatása biztos siker lehet diákjaink számára.

Kidolgoztam tanulóim számára egy módszert, amellyel egyszerű fizikai ismeretek birtokában, a számítógépen látható radar hurokfilm segítségével könnyen elvégezhető, de rövidtávon jól beváló módon, „jóslást” adhatnak, hogy lakóhelyükre mikor érkezik meg az eső. A módszer lényege a filmen látható csapadékzóna mozgásának extrapolálása.

Ez egyszerű esetben „ránézésre” megtehető, ha jobb becslést akarunk adni, akkor ki kell kockáztatni a filmet, print screen opcióval kinyomtatni, és a képek valamelyik jellegzetes pontjának követésével meghatározni a csapadékzóna átlagsebességét. A későbbi helyzetre a sebesség felhasználásával következtethetünk. A módszer bevezetéséhez didaktikai ajánlást készítettem. Először a tanulók témával kapcsolatos érzékenyítésére van szükség. Megkérdezem tőlük, hogy szerintük mennyire válik be a meteorológiai előrejelzés, hiszen mindenkinek vannak olyan tapasztalatai, amikor nem az előrejelzett időjárás következett be. A téma körüljárásához érdemes az OMSZ honlapján található szakanyagokra támaszkodva megbeszélni, hogy hányféle légköri fizikai jellemzőnek kellene ismertnek lenni ahhoz, hogy jó előrejelzés szülessen. (A téma messzire vezet, ismeretterjesztő szinten a káoszelmélet és a pillangóeffektus, is megemlíthető, ha a téma felkelti a diákok érdeklődését, akkor az interneten úgyis utánanéznek.) Ezután kitűzzük a célt: csináljunk magunk is egyszerű számítás, ha nem is az időjárás megjóslását, de csapadék előrejelzést. Alkalmos radar képanyag kiválasztása után elvégezzük a méréseket és számításokat.

Eredmények, tapasztalatok: A téma kapcsán a tantárgyi koncentráció természetes módon megvalósítható, leginkább matematika, fizika és földrajz tantárgyakból a következő tudáselemeket felhasználva: földrajzból a térképeken domborzati képződmények, jellegzetes folyók, dombvonulatok felismerése, matematikából a távolságmérés, arány fogalma, fizikából pedig a közelítőleg egyenes vonalú egyenletes mozgás egyszerű sebesség és időszámítási képlete. A módszer begyakorlásához radarképek kikockázásával készítettem egy radar adatbázist, melynek felhasználásával a tanulók gyakorolhatnak, az érdeklődő kollégák pedig átvehetik a módszert.

Kapcsolódó publikáció: [3]

5. A fényszennyezés, mint a környezetszennyezés egy fajtája

Motiváció: A céljainknak minél jobban megfelelő csillagászati megfigyelőhelyek keresése közben környezetfizika szakköröseimmel természetes módon beleütköztünk egy környezetvédelmi problémába, a fényszennyezés kérdéskörébe. Céлом, hogy pedagógiai munkámmal elősegítsem a diákság környezettudatos szemléletének, magatartásának, életvitelének kialakulását is. Fontosnak tartom a természeti és mesterséges környezet védelmét, tanulóimat is erre nevelem. Jó eszköznek kínálkozott erre az égi háttérfényesség-vizsgálat, amelyen keresztül a környezetszennyezés egy speciális formájával, a fényszennyezéssel találkozhattak diákjaim. Sötét égboltú helyek keresésének céljából méréseket végeztünk a Szekszárd közvetlen környezetében lévő szőlődombokon és a távolabbi Hegyháton is. Mivel hallottunk a városunkat érintő közvilágítási rekonstrukciós tervről, ezért 2013-ban helyzetelemzést, állapotfelmérést végeztünk Szekszárdon. Tervezzük a mérések megismétlését mostanában, miután már megtörtént a világítótestek cseréje. Ha meglesznek az új mérési adatok, módunk nyílik az összehasonlításra, elemzésre. A fényszennyezettségi vizsgálatoknak kettős célja volt: egyik a Hegyhát térségének monitorozása, a másik Szekszárd város fényszennyezési viszonyainak feltérképezése. Kidolgoztam egy tervezetet, térségünk fényszennyezési viszonyainak felmérésére, amelyet végre is hajtottunk. A mérés körülményei miatt a nyár volt az erre legalkalmasabb időszak. A körültekintő tervezéskor először a holdnaptárat tekintettem át, mivel holdtalan időszakokban

lehet csak mérni. Ezután a holdmentes időszakok napnyugta/napkelte időpontját kellett még pontosan ismerni ahhoz, hogy megtervezhető legyen a mérés kezdete/vége. Pályázati pénzből beszereztem a szükséges mérőműszert, amelyet először kalibráltunk a bajai csillagász-kutatók és műszerek segítségével, majd elvégeztük a tolna megyei méréseket.

Fotometriai ismeretek nem szerepelnek a középiskolai tananyagban. Mivel az éjszakai ég háttérfényességének mérése tulajdonképpen egy fotometriai mérés, a terepi mérések előkészítésekor, a műszer mérési elvének megbeszélésekor, megismertettem diákjaimat a fotometria néhány alapfogalmával, valamint a fényszóródás jelenségével és annak fajtáival. Ezekre a fogalmakra a további terveink (a változócsillagok fotografikus fotometriája) megvalósításánál is szükségük lesz. Környezetünk fényszennyezési viszonyaira Magyarország fényszennyezési térképe alapján hipotézist állítottunk fel, méréseket végeztünk, majd ezeket értékelve tudtuk eldönteni hipotézisünk beigazolódását, avagy cáfolatát.

Eredmények, tapasztalatok: A Hegyhát fényszennyezési viszonyainak monitorozása azzal az eredménnyel járt, hogy fotometriai mérésekkel bizonyítottuk, hogy hasonló minőségű csillagos ég borul ránk ezen a területen, mint a magyarországi, nemzetközileg elismert csillagoság-parkok területén. A téma nagy népszerűségnek örvendett a diákok körében.

Kapcsolódó publikáció: [7]

6. Motiváció és tehetséggondozás, szakköri tematikák kidolgozása

Motiváció: *A legjobb iskola, amelyben egy ifjú ember megtanulhatja, hogy a világnak van értelme, a természettel való közvetlen kapcsolat” (Konrad Lorenz)*

Téziseimet egyetlen kivétellel megfigyelhető és modellezhető természeti jelenségek motiválták. Tapasztalatom szerint a természeti jelenségek megragadó szépsége könnyebben vezeti a diákokat a mélyebb megértés felé. A Garay Gimnáziumban működő környezetfizika szakkör tanulói a légkörfizika és a csillagászat területén szereztek mélyebb ismereteket. Célom a szakkör működtetésével kettős. Egyik a tanulók fizika tantárgy iránti motivációjának javítása, másik cél a tehetséggondozás. A természetben végzett projekt munka jó hatással volt a tanulók **attitűdjére**. Az ország különböző városaiba szervezett tanulmányutak és a más környezetfizika szakkörökkel történő kapcsolattartás, találkozók tovább erősítették ezt a pozitív viszonyulást. A tanulók motiválásában nagy szerepe volt még annak, hogy nemzetközi csillagászati akciókba is bekapcsolódtunk (Globe at Night, Egy óra a Földért, Sidewalk Astronomy, stb.) és a 2009-es esztendőnek, mely a csillagászat nemzetközi éve volt és adott egy látványos halójelenséget is. Másik terület a normál tanórák világa, ahol más képzési profilú osztályban tanuló diákok érdeklődését a fizika irányába tudtam terelni. Ennek legjobb bizonyítéka, hogy olyan nyelvi és humán orientációsként indult osztályokból, ahol fizikát tanítottam, továbbtanuláskor két tanuló fizikatanári szakon, egy tanuló geofizikus szakon, egy tanuló pedig műszaki pályán folytatja tanulmányait.

Interjúk elemzésével rámutattam, hogy a diákkörös tanulók fizika iránti attitűdjének változásában további pozitív hatások érvényesültek.

A fizikai **tehetség** több részterületen nyilvánulhat meg, legjobb az, ha egy tanulónál több ilyen is megjelenik. Nálam a szakkörben jobbra a gyakorlati tevékenységben tehetséges diákok fordulnak elő, a többi területet náluk erősíteni kell. A projekteken elvégzett munka után tanulóim iskolai szinten és tudományos diákköri találkozókra mutatták be eredményeiket. A

TDK konferenciákon elért jó eredményeink következményeként 2015-ben helyszínt adhattunk az országos diákköri konferencia műszaki és reáltudományi elődöntőjének.

Megmutattam, hogy sikeresen alkalmazhatók a tehetséggondozásban az általam preferált környezetfizikai témák. A környezetfizikai szakkör hatására bekövetkező tanulói tudásváltozást kérdőívekkel mértem. Kimutattam, hogy a szakkörből való kilépéskor a tanulók a légkörfizikai és csillagászati ismeretei fejlődtek, bizonytalanságuk bizonyos részterületeken csökkent.

A gyakorlat arra kényszerített, hogy rugalmasan kezeljem az éves munka megtervezését, mivel csoportom összetétele személyekben és adottságokban is évről évre változott. Az évek során többféle szakköri munkatervet dolgoztam ki: egy tanévre szóló meteorológia szakköri tematikát, egy kezdő és egy haladó csoportnak szóló kétszintű és egy három szintre bontott (egy általános és két középiskolai korosztályt érintő) csillagászati szakköri tematikát. Mint látható, a környezetfizika szakkör nyitott a tanulók felé, bekapcsolásuk a munkába folyamatos. A tematikák mellé kidolgoztam egy, a diákok motivációját nagymértékben segítő megfigyelési javaslatot olyan égi objektumokra (pl. Androméda-galaxis, Perseus ikerhalmaz, Lyra gyűrűsköd), amelyek a tanulók számára viszonylag könnyen elérhetők, ezeket részletes leírásokkal láttam el. Kidolgoztam olyan tanulmányutak rendszerét, amelyeken szerzett gyakorlati ismeretek alátámasztják a szakkörön tanultakat.

Eredmények, tapasztalatok: A környezetfizika szakkörben végzett munka következtében nőtt a tanulók motivációja a fizika irányában, nőtt az érdeklődés a természettudományos pályák iránt, volt olyan tanuló, aki sok-sok keresés után egyszerűen itt a szakkörben találta meg „önmagát”. A tehetséggondozó munka eredményeként a tanulók tudása mélyült, amelynek következtében 2014-ben megnyertük az általános iskolai országos csillagászati csapatversenyt és sikeresen szerepeltünk diákkonferenciákon. A középiskolásoknál a pályaválasztást döntően befolyásolta a diákköri munka: például a három ELTE-n továbbtanuló volt szakkörös diákom geofizikus, fizikus, illetve csillagász szakirányos fizikushallgató lett.

Kapcsolódó publikációk: [4], [5]

Összegzés, jövőbeli tervek

Doktori munkámban megvizsgáltam, hogy a középiskolai fizikatanításba hogyan illeszthetők be a megfigyelhető és modellezhető természeti jelenségek. Ezek a témák a földrajz és a fizika tantárgyak határán helyezkednek el, interdiszciplinaritásuk miatt még a humán vagy nyelvi osztályok tanulói is érdekesnek találják, ezért körükben motivációs célra használhatók. Természetes és mesterséges környezetünk védelme, mint fontos nevelési cél megvalósulása is lehetővé válik azáltal, hogy méréseink egyikét a környezetvédelemben is hasznosítani lehet. A fizikában tehetséges tanulók számára a projektek izgalmas mérési feladatokat jelentenek, ezáltal a tehetséggondozásban is eredményesen használhatóak.

Jövőbeli terveim elsősorban újabb projektek kidolgozására irányulnak. Erre az értekezésben bemutatott, eddig kutatott területek további lehetőségeket kínálnak. A meteorológiai megfigyelések rendszeressé tételére mérőállomást szeretnék kialakítani iskolánk udvarán, melynek méréseivel a GLOBE-programba szeretnék bekapcsolódni. Már több konkrét lépést is tettem a megvalósulás érdekében. Szerepel a terveim között egy napfotométer beszerzése, mellyel a levegő aeroszol tartalmát lehetne mérni. A másik terület, a csillagászat terén nem kell attól félnem, hogy nem lesz elegendő téma, mert az égbolton mindig bekövetkezik

valamilyen érdekes jelenség: megjelenik egy váratlan üstökös, kitör egy nóva (mint 2013-ban a T Pyxidis visszatérő nóva) vagy szupernóva, de akár még a naptevékenység és a bolygók vizsgálata is tartogathat meglepetéseket. Az előre számítható módon bekövetkező jelenségek megfigyelése, mérése, az eredmények feldolgozása is jó diákköri programnak bizonyul. Például ilyen volt a részleges napfogyatkozás megfigyelése 2015. március 20-án. Megkezdett égi háttérfényesség-méréseinket további összehasonlító vizsgálatokkal fogjuk folytatni. A fotografikus DSLR fotometria a változócsillagok fényváltozásának mérésén kívül eddig ismeretlen változócsillagok felfedezését is eredményezheti. Természetesen a megvalósított projektek után továbbra is vizsgálom a projekt hatását mind az attitűdökre, mind a tanulók tudására vonatkozóan. További céljaim közé tartozik a csillagászati versenyeken való megjelenés (általános iskolások számára csillagászati csapatverseny és a középiskolások egyéni versenye; a legkiválóbbakkal pedig megcélozni a csillagászati és asztrofizikai diákolimpiát).

Szekszárdon van egy, a rendezetlen tulajdonviszonyok miatt mostoha állapotban lévő, egykor bemutatási célokat szolgáló csillagvizsgáló, melynek megmentése, rendbehozatala már elodázhatatlan, hiszen állapota kritikus. Megyeszékhelyünknek szüksége lenne bemutató csillagvizsgálóra, kezdeményezésemre széles civil összefogás indult el a megmentésére, hiszen éppen 2016-ban ünnepeljük majd alapításának ötvenedik évfordulóját.

A tézisek alapjául szolgáló publikációk:

- [1] [Ibolya Ságodi Döményné, Péter Tasnádi: Atmospheric Physics As A Tool For Making Physics More Interesting For Students](#)

Web and CD on MPTL14 Udine University, 2009.

http://www.fisica.uniud.it/URDF/mptl14/ftp/full_text/T3_81_Tasnadi

In: Michelini Marisa (szerk.)

MPTL14: International Workshop on Multimedia in Physics Teaching and Learning, 14th edition. Konferencia helye, ideje: Udine, Olaszország, 2009.09.22-2009.09.26. Udine:

University of Udine, 2009. Paper T3_81_OP. (10 oldal)

(Europhysics conference abstract booklet; 33.)

(ISBN:2914771614)

- [2] Ibolya Ságodi Döményné: [Atmospheric Phenomena in Physics Teaching Physics Competitions 12\(2\), 2010. p. 61-70.](#)

- [3] [Döményné Ságodi Ibolya: Amiről a radartérkép mesél](#)

In: Juhász András, Tél Tamás (szerk.)

Fizikatanítás tartalmasan és érdekesen: magyarul tanító fizikatanárok nemzetközi konferenciája az ELTE Fizika Doktori Iskola szervezésében. Budapest, Magyarország, (2009)

Budapest: ELTE Fizika Doktori Iskola, pp. 245-250.(ISBN:978-963-284-150-2)

- [4] [Döményné Ságodi Ibolya: Égre néző szemek a Garay Gimnáziumban](#)

In: Juhász András, Tél Tamás (szerk.)

Fizikatanítás tartalmasan és érdekesen: magyarul tanító fizikatanárok nemzetközi konferenciája az ELTE Fizika Doktori Iskola szervezésében. Budapest, Magyarország, (2009)

Budapest: ELTE Fizika Doktori Iskola, pp. 257-262.(ISBN:978-963-284-150-2)

- [5] Döményné Ságodi Ibolya: *Szakkör a Garay János Gimnáziumban*
In: Tasnádi Péter (szerk.)
Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan. Budapest, Magyarország, (2011)
Budapest: ELTE TTK, pp. 432-436.(ISBN:978-963-284-224-0)
- [6] Döményné Ságodi Ibolya: *A fekete Vénusz*
In: Juhász András-Tél Tamás(szerk.)
A fizika, matematika és művészet találkozási pontja az oktatásban, kutatásban
Nemzetközi konferencia magyarul tanító tanárok számára. Marosvásárhely, Románia
(2012)
Budapest, ELTE TTK, 2013. pp. 223-228. (ISBN 978-963-284-346-9)
- [7] Döményné Ságodi Ibolya: *Nemcsak a Zselicben pompázik csillagfényben az éjszakai égbolt*
Fizikai Szemle (közlésre elfogadva)