

Budavári Adrienn – Hízó Fanni – Vass Bence

„Súrlódások nélkül nem megy”

-

**A súrlódás dinamikáját szemléltető fizikai eszköz
és analóg szimulációs szoftver kifejlesztése**

Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium

TDK dolgozat

konzulens: Dr. Kerese Tibor földrajz – informatika szakos tanár

2016.

1. Bevezetés

Az élet és a technikai alkalmazások számos területén alapvető fontosságú fizikai jelenség a súrlódás. Ennek oktatása természetismeret, technika és fizika tantárgyakból több alkalommal történik általános és középiskolában is, gyorsan változó dinamikus jellege miatt mégis nehezen érthető sok diák számára (Radnóti – Wagner 1999). Különösen igaz ez a tanulók passzivitását kívánó hagyományos oktatási módszerek alkalmazása esetén, melyeken az interaktivitást is kínáló szemléltető eszközök (Molnár – Muhari 2007), méginkább a diákok cselekvő tanulását szervező tevékenység alapú módszerek igyekeznek változtatni (Juhász – Murvainé 2008). A fizika tantárgyban különös jelentőséget kap az összefüggések hatékony megértésében a kísérletezés (Hajdú 2009). A valóság kísérleti modellezése azonban nehézkes, hosszadalmas előkészítő munkálatokat igényel, továbbá korlátozott hozzáférést tesz csak lehetővé a diákok számára. A modern digitális eszközök viszont újabb lehetőségeket adnak a tanárok és a diákok kezébe, ezek az animációs szemléltetés vagy a digitális szimuláció (Bérces 2008). Utóbbival a valóságot megközelítő adatmodellekkel és az azokat jelképező grafikai alakzatokkal tudunk valós folyamatokat, jelenségeket a képernyőn virtuálisan modellezni.

Célunk egy valós fizikai szemléltető és kísérletező eszköz és egy vele analóg interaktív szimulációs szoftver kifejlesztése a súrlódás dinamikájának tanulásához. Hipotézisünk, hogy a mai generáció számára ideális vizuális látványelemek révén nagyban megkönnyíthető ez az összetett dinamikus jelenség, valamint interaktív szimulációs feladatokkal a diákok cselekvő kísérletező játékos tanulását, ezzel az ismeretek mélyebb, alkalmazói szintű megértését, elsajátítását is lehetővé tehetjük.

Az eszköz és a szoftver fejlesztése 2015 februárjában megkezdődött. A kezdetleges eredményeket - a kísérleti bemutató eszköz alapjait és a szoftver grafikai magját - áprilisban bemutattuk a győri Mobilis Kísérletbazár 2. című rendezvényén, ahol az ötletért a Csodák palotája elismerésben részesítette a csapatot.

Ezután pályáztunk a „KIV-AGY” Kaposvári Innovációs Versenyre, ahol döntőbe jutva anyagi erőforrást is nyertünk, így a további munka során tanórai, illetve szakkörön alkalmazható iskolai kísérleti és szemléltető eszközzé fejleszthettük ötletünket. A szoftveres szimulációt is bővítettük, szebbítettük, további funkciókkal egészítettük ki,

valamint a számítógép mellett interaktív táblán vagy akár tableten is futtatható játékos demonstrációs- és oktatószoftverre bővítettük. Az eszközrendszer gyakorlati tesztelésére és a bemutató gyakorlására iskolánk néhány tanulócsoportjában került sor, valamint a TERMOSZ 2. rendezvényen is szerepeltünk Kecskeméten. Végül összetett demonstrációnkkal a „KIV-AGY” verseny döntőjében a második helyezését értük el.

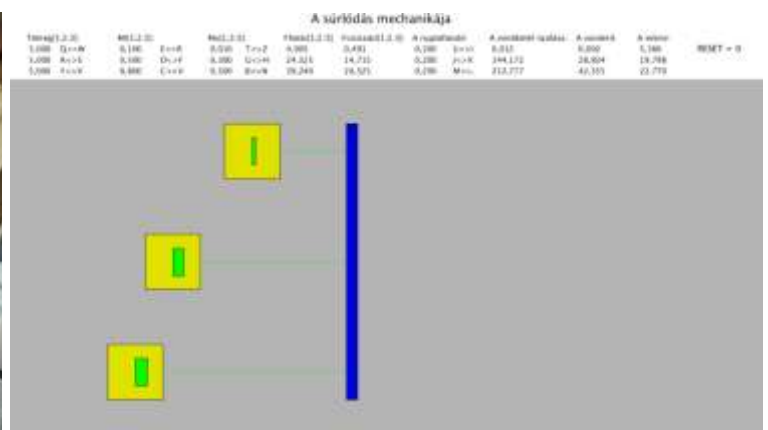


2. Módszer – az alapötlet

A tanulók számára a megértést megkönnyítő vizuális megjelenés érdekében három különböző súrlódási együtthatójú test párhuzamos vontatása nagyrugalmasságú vontatókötelekkel történik. A kötelek megnyúlása révén a testek lemaradásának mértéke szemléletesen mutatja a mozgást akadályozó súrlódási erőket, így a különböző súrlódási tényezők vagy épp a tömeg szerepét.

A nagy súrlódású test szaggatott mozgása bemutatja a tapadási és a csúszási súrlódás közti különbséget is. A gördülő test nagyságrenddel kisebb vonóerő-szükséglete pedig a kerék feltalálásának történelmi jelentőségét szemlélteti.

A játékos, tevékenykedtető, kísérletező tanulás érdekében a kevés diák számára hozzáférhető valós kísérleti eszköz mellé egy analóg szimulációs szoftvert is fejlesztettünk. Ez könnyedén sokszorosítható a számítógépeken, és a valóságos kísérletbemutató után, akár egy egész diákcsoport egyénileg vagy párosával kísérletezhet a virtuális pályákon. A szoftveres szimuláció nemcsak egyszerre több diák kísérletezését teszi lehetővé, hanem a súrlódást befolyásoló paraméterek sokkal rugalmasabb beállításával akár extrém körülmények is tesztelhetők jelentősebb anyagi ráfordítás és veszélyhelyzet előidézése nélkül. (Néha elszakad a gumi.)



3. Eredmények – a kifejlesztett eszközök

3.1. A valós kísérleti és demonstrációs eszköz

A súrlódás dinamikáját először saját készítésű, valóságos, a tanuló számára is kézzelfogható fizikai modellel mutatjuk be hitelesen. Három párhuzamos pályán közös vonórúdra kötött modellezőgumival egyszerre vontatunk azonos súlyú alumínium testeket. A gumik különböző mértékű megnyúlásával a különböző súrlódási erők szemléltethetők.

A demonstrációs eszköz alapját egy 140 cm hosszú deszkalap képezi, melyen kis lécekkel elválasztott 9 cm széles pályákat alakítottunk ki. Ezt fejlesztő munkánk első fázisában készítettük a KLIK támogatásával, mert a Kísérletbazár 2. rendezvényére az ott kiírt közlekedés alaptémához kívántunk kapcsolódni. A vontatmányokat akkor még a fizikaszertárból kölcsönzött más kísérleti eszköz részét képező kiskocsik adták, melyeket egyszerű kalapgumi alkalmazásával mozgattunk. Ennek rugalmassága nem volt megfelelő, de a szándékainknak az akkor megkívánt színvonalon megfelelt.

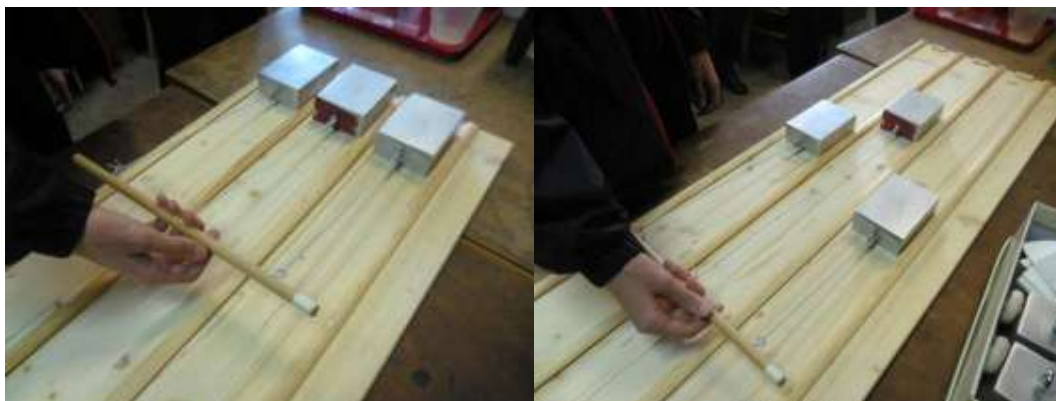
A győri sikeren felbuzdulva jelentkeztünk a Kaposvári Innovációs Versenyre, ahol a válogatón túljutva forrásokat is kaptunk az eszköz továbbfejlesztésére. Az anyagi támogatásából elsősorban a speciális igényeknek eleget tevő alapanyagok megvásárlása volt a cél, mely sajnos Kaposváron akadályokba ütközött, de kissé elhúzódva, távolról sikerült. A nagy rugalmasságú modellező gumit, a gördülő-ellenállás bemutatásához szükséges kerekeket, valamint a súrlódási együtthatót beállító modellfóliát a budapesti Paco Modellboltból sikerült megrendelni, a nálunk különlegesnek számító alumínium, réz és műanyag profilokat pedig a tatabányai Vasszinesfém Kft. webáruházából. A szemes csavarokat, a csapágyakat és a tengelyek alapanyagát Kaposváron az OBI-ban és az Exor Kft.-nél sikerült megvásárolni.

A beszerzések után kezdődhetett a megmunkálás és az összeállítás. Ez a testek lecsiszolásából, a vonóhorogként szolgáló szemes csavarok helyének kialakításából (fúrás, menetfúrás) illetve a gördülő kocsik tengelyezéséből állt. Ezeket a műveleteket az iskola karbantartó műhelyében tudtuk elvégezni Kántor Tamás segítségével.



Ezután a burkolatok elhelyezése, történt. Az öntapadó Oracover fóliát vasalóval vittük fel a próbatestek felületére. A közepes súrlódás bemutatásához egyszerűen szabadon hagytuk a szálciszolt alumínium felületet, illetve az együtttható növelése érdekében az egyik testre kétoldalas ragasztóval finom csiszolóvásznat rögzítettünk. Végül a rugalmas gumikötelek elkészítése történt, melyből a szakadásveszély miatt a szükségesnél többet gyártottunk.

A kísérletek során alkalmazott pontosan 1 kg tömegű alumínium testek következtében egy egyszerű rugós mérleggel közvetlenül leolvasható a súrlódási együtttható, illetve a gördülési ellenállás értéke.



A testek súlyának szerepét azonos méretű, de eltérő anyagú, így eltérő sűrűségű testtel mutatjuk be. A nagyobb tömeget sárgaréz, a kisebbet egy műszaki műanyag, a poliamid alkalmazásával értük el. Ezeket az azonos súrlódási tényező érdekében egységesen bevontuk a modellfóliával.

A csúszási súrlódás és a gördülési ellenállás összehasonlítására két alumíniumtestre modellkerekeket szereltünk. Egyiket sima furatba illesztett csúszótengelyekkel oldottuk meg, mellyel egy kenetlen siklócsapágyat modelleztünk. Itt a tömeg mozgásában már a gördülése a főszerep, de a csúszási súrlódás is megjelenik a tengelyeknél. A másik test esetében a kerekeket nagyfordulatszámú golyós csapágyakkal szereltük. Utóbbinál már teljesen kiküszöböltük a csúszási súrlódást, s így a teljes gördülés miatt elenyésző vonóerő-szükségletet mérhetünk.

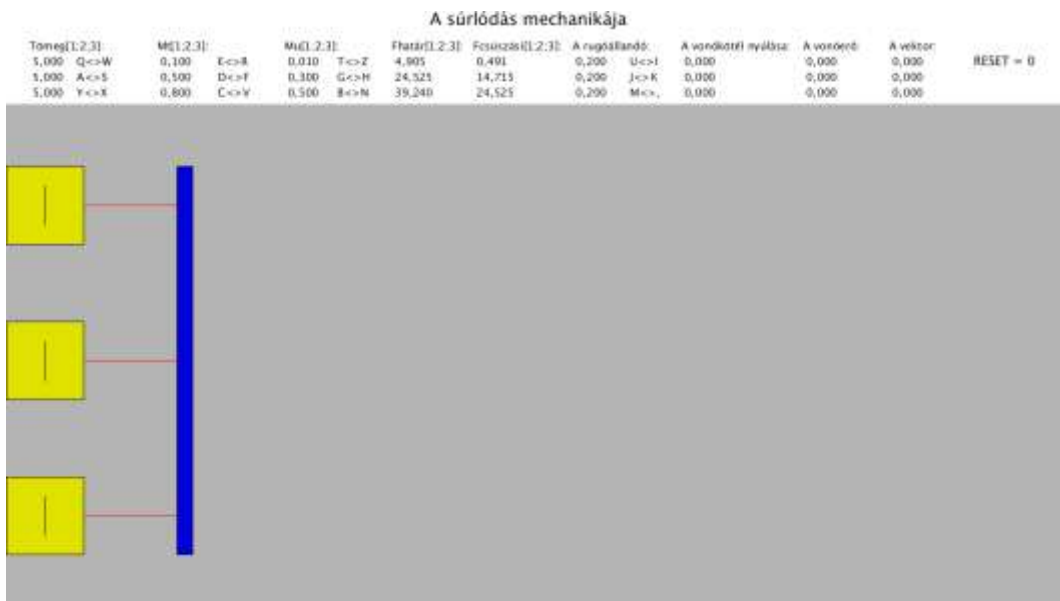


3.2. Az interaktív játékos szimulációs szoftver

Második fázisban a fizikai modellel analóg interaktív számítógépes szimulációval játékosan mélyíthető a megértés. A szoftver kódolásához a freeware jogi státuszú Processing fejlesztőkörnyezetet választottuk, mely egy grafikai és vezérlési feladatok programozásához optimalizált Java alapú programozási nyelv erős online támogatással.

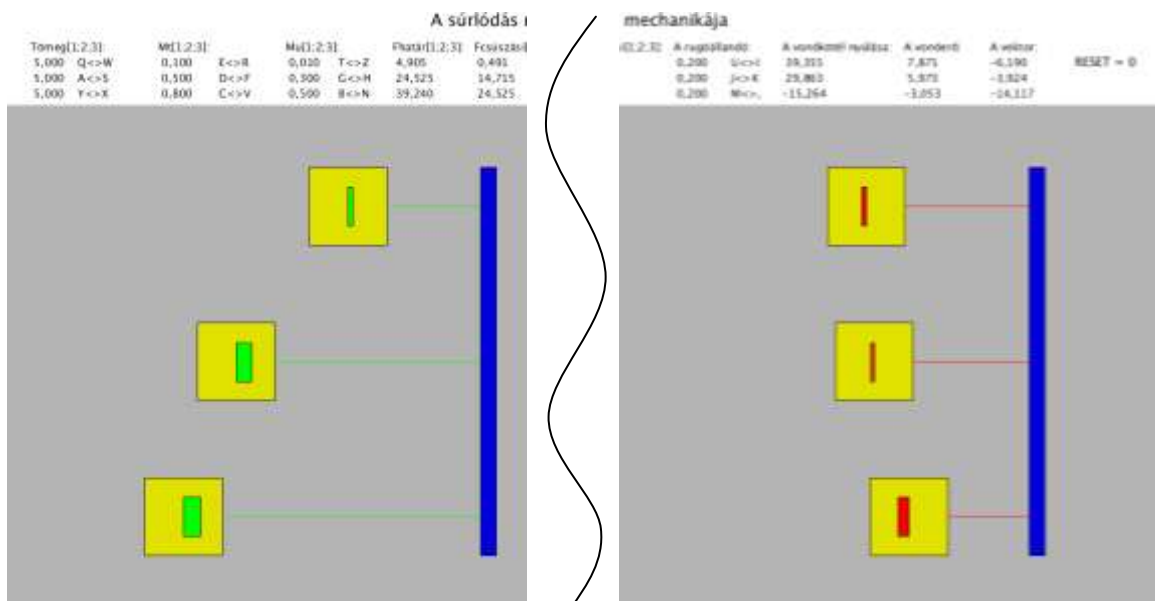


A három testet grafikus alakzatok (sárga négyzetek) szemléltetik a képernyőn. A vonórúd (kék téglalapot) egérrel mozgatva a számítógép által számolt erővektorok szerint mozognak a testeket szimuláló négyzetek.



A számítógépes szimuláció óriási előnye, hogy a paraméterek egyszerűen változtathatóak a billentyűzet segítségével, így könnyedén beállíthatók a különböző a testtömegek, súrlódási tényezők (külön a tapadási és külön a csúszási), valamint a vonókötelek rugalmassági együtthatói. A program konvertálható exe kiterjesztésbe így használható olyan Windows rendszerű számítógépeken is melyen nincs telepítve a programozási környezet. Egy számítógépteremben akár egy egész osztály játszadózhat a mozgást előidéző vontatás és az azt akadályozó súrlódás erőivel, mely az önálló tanuláson és tapasztalatszerzésen keresztül nagyban megkönnyíti a diákoknak a mélyebb megértést. A szoftver kompatibilis az interaktív táblával is, ami egyre nagyobb teret hódít az iskolákban, így tanári bemutatásra is alkalmas (Kelemen 2008). De futtatható a diák keze ügyében mindig ott lévő mobil eszközökön is.

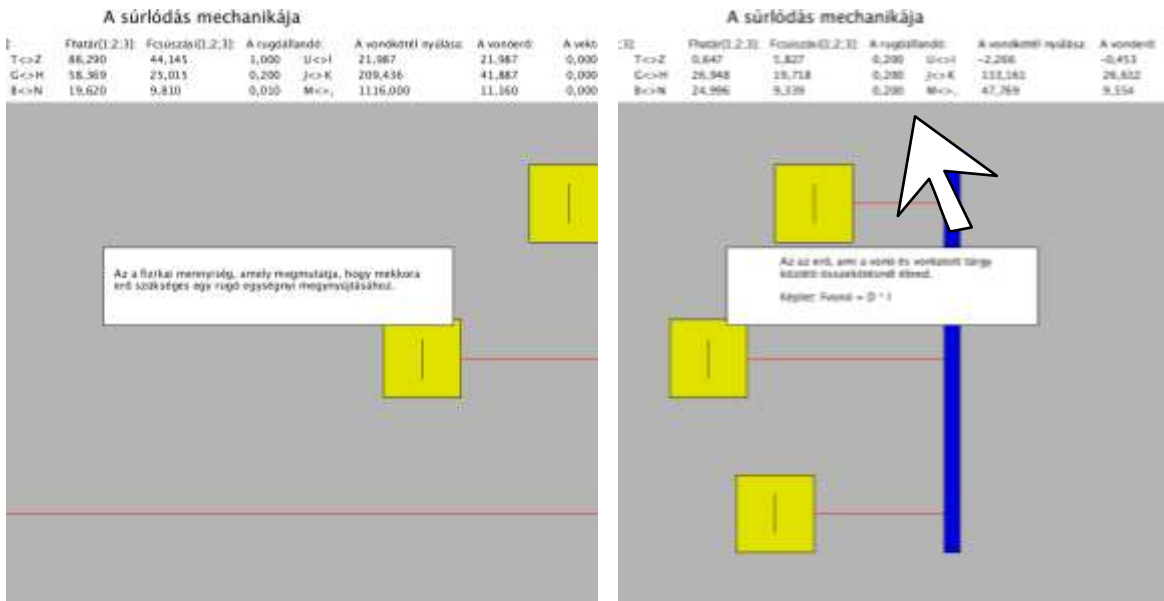
A pillanatnyi erők és vektorok (piros illetve zöld téglalapok) képernyőre rajzolása dinamikusan megjeleníti a különböző súrlódásból fakadó hatásokat, és vizuálisan összehasonlíthatóvá teszi azokat.



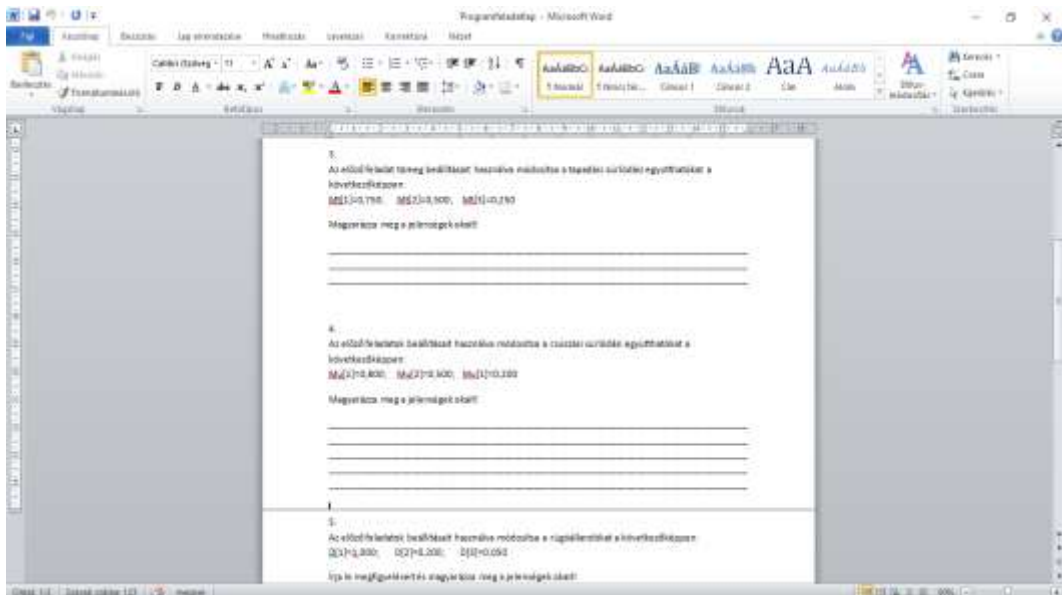
Ezzel a diákok egy szórakoztató játék során megtapasztalhatják a súrlódási tényezők, a testtömeg és a rugalmassági együttható változtatásának összefüggéseit.



A fizikai alapok megértését felugró szövegbuborékokkal segítjük. Ha a kurzorral a menüpontok nevére mutatunk, fehér téglalapban egyszerűsített magyarázatok jelennek meg a fizikai fogalmakhoz.



A programhoz egy feladatlap is készült, mely útmutatásokat ad a program lehetőségeinek kihasználásához, és ellenőrzi a súrlódási tényezők összefüggéseinek megértését.



4. Összegzés

A munkánk kezdetén kitűzött alapcélakat teljesítettük, a diákok számára közérthető látványos demonstrációs eszközt és szimulációs szoftvert sikerült kifejleszteni. Ennek eredményességéről tudományos alaposágú felmérést ugyan nem végeztünk, de néhány diáktársunk interjúzása alapján a fejlesztés sikeresnek mondható, hipotézisünket tehát beigazoltuk tekinthetjük.

Természetesen egy ilyen eszközkészlet fejlesztése tovább folytatódhat. Tervezzük az alkalmazást segítő dokumentációk bővítését. Tisztában vagyunk eszközünk korlátaival is, ezért mind a fizikai demonstrációs modellt, mind a szimulációs szoftvert tervezzük tovább tökéletesíteni. Mindkét eszköznél az egyenletes vontatás kézzel gondot okoz, így a kísérleti eszközt elektromotoros csörlővel fogjuk felszerelni, a szimulációba pedig a vonórúd különböző mozgásfajtákra programozott automatikus mozgását építenék be. A valós eszköznél még gondot jelent a fa csúszópályák nem egyenletes súrlódása, amelyet további finommegmunkálással, vagy a pályák burkolásával oldanánk meg. A szimulációt ezen kívül lassított visszajátszás, és „pillanatállj” funkciókkal egészítenék ki, melynek segítségével a gyors mozgások dinamikája jobban követhetővé válik.

Tervezzük továbbá, hogy a valós kísérleti eszköz és a szoftver elektronikus összekapcsolásával komplex számítógépes mérőrendszerre fejlesztjük eszközünk. A pályák alá fotodióda-sort építünk be, melyek jelét mikrokontrollerek juttatják el digitális formában a számítógépes szoftvernek. A szoftver ezzel nem csak független szimulációra lesz alkalmas, hanem a valós mozgásdinamika egzakt megfigyelését lehetővé tevő kísérleti mérések kiértékelését is lehetővé teszi. A digitális mérőjelek alapján a program kirajzolja a mozgó testek út-idő, sebesség-idő, gyorsulás-idő, valamint a kiszámolt erővektor-idő grafikonjait, melyek a képernyőn összevetve visszakövethetővé és részletesen elemezhetővé teszik a testek mozgásdinamikáját. Terveinkkel pályáztunk a 25. Országos Innovációs Versenyre, ahol az első fordulón túljutva újabb anyagi forrásokhoz jutottunk fejlesztésünkhöz. Az elektronikai rendszerek, az érzékelő alkatrészek és motorok beszerzése folyamatban van, két hónap áll rendelkezésünkre a digitális továbbfejlesztés megvalósítására.

5. Irodalom

1. Bérces György: A számítógép és az internet által kínált lehetőségek a fizika tanításában. Fizikatanítás tartalmasan és érdekesen magyar nyelvű nemzetközi szeminárium magyarul tanító fizikatanárok számára, ELTE, 2009.08.27-29.
<http://users.atw.hu/fizkonf/program/proc/szekcio-poszter/BercesGyorgy.pdf>
2. Juhász Orchidea – Murvainé Ádám Anetta: Tevékenységközpontú-központú pedagógiák – képzési csomag a pedagógusképző felsőoktatási intézmények számára, Educatio 2008
http://www.kih.gov.hu/documents/10179/1313714/17_tevékenység_központú_pedagógiák.pdf
3. Kelemen Rita: Az interaktív tábla néhány módszertani lehetősége a közoktatásban és a tanárképzésben. Iskolakultúra Online, 2, 2008. 176-187.
http://www.iskolakultura.hu/iol/iol_2008_176-187.pdf
4. Hajdú Csaba: Modern fizikai kísérletek a középiskolában. Szakdolgozat, témavezető: Dr. Papp Györgyné Dr. Papp Katalin Egyetemi docens 2009. astro.u-szeged.hu/oktatas/HajduCsaba.doc
5. Molnár – Muhari: Interaktív szemléltetés az oktatásban. MultiMédia az Oktatásban konferencia, Budapesti Műszaki Főiskola, 2007.
http://www.mmo.njszt.hu/Kiadvanyok/2007/cikkek/19_MolnarMuhari.pdf
6. Radnóti Katalin – Wagner Éva: A természettudományos nevelés gyakorlati problémái. Magyar Pedagógia, 99. Évf. 3. szám 323-342. 1999.
http://www.academia.edu/7811324/A_TERM%C3%89SZETTUDOM%C3%81NYOS_NEVEL%C3%89S_GYAKORLATI_PROBL%C3%89M%C3%81I