

Útravaló Ösztöndíjprogram  
Út a tudományhoz alprogram  
ÚT-2018-0024

## **SZAKMAI BESZÁMOLÓ A KUTATÁSI PROGRAM MEGVALÓSÍTÁSÁRÓL**

**A kutatási program címe:** Fizika és fiziológia

**A kutatást vezető mentor neve:** Somogyi Anikó

**A kutatócsoport tanulóinak száma:** 5 fő

**Érintett tudományterületek:**

- **Természettudományok**
  - **Biológiai tudományok**
  - **Fizikai tudományok**
  - Földtudományok
  - Kémiai tudományok
  - Környezettudományok
  - Multidiszciplináris természettudományok
- **Műszaki tudományok**
  - Agrár műszaki tudományok
  - Anyagtudományok és technológiák
  - Építésztechnológiai tudományok
  - Építőmérnöki tudományok
  - Gépészeti tudományok
  - **Informatikai tudományok**
  - Közlekedéstudományok
  - Vegyészmérnöki tudományok
  - Villamosmérnöki tudományok
  - Multidiszciplináris műszaki tudományok
- **Matematika**
  - **Matematika**

## 1. A megvalósult kutatási program munkaterve:

A kutatás során egy méréssorozatot kívántunk megvalósítani, amelynek tárgya, hogy *fizikai módszerekkel vizsgálni* tudjuk, *hogyan változnak az emberi szervezet fiziológiai tulajdonságai különböző külső befolyásoló tényezők hatására*. Az emberi szervezet által kibocsátott jelek detektálását saját összeállítású szenzormodulokat tartalmazó áramkörökkel valósítottuk meg. A mért analóg jeleket a National Instruments Hungary Kft. által forgalmazott myDAQ segítségével alakítottuk digitális jellé, és továbbítjuk a számítógéphez. A tanulókkal LABVIEW grafikus programnyelven virtuális műszereket építettünk, amelyek lehetővé tették a mérések vezérlését és kiértékelését. Elsajátítottuk a számítógépes statisztikai kiértékelés alapjait R-ben. A szakirodalom alapján számos élettani jelet sikerült felvennünk és kiértékelnünk (testhőmérséklet, ujjbegyben történő vörösvértest sűrűség-változás, EKG, EEG, légzésszám.)

A munkatervben szerepelt, hogy ezeket a jeleket egyidejűleg szeretnék felvenni, és vizsgálni, hogy hogyan változnak különböző situációkban. A munkatervtől eltértünk ugyan (l. 3. pont), az egyidejű mérést végül nem végeztük el, ugyanakkor majdnem minden olyan lényegi pontja megvalósult a programnak, amely a tanulók természettudományos és műszaki kompetenciáját fejlesztette.

- Alkalmazott kutatási módszerek

A program során kizárólag kvantitatív kutatási módszereket ismertek meg a tanulók, ezeket alkalmazták. Az idei tanév során előtérbe helyeztük az analóg jelek mérésének, digitalizálásának, szűrésének, kiértékelésének számítógép-vezérelt lehetőségeit. Ugyanakkor elsajátítottak statisztikai kutatás alapjait is.

- Új ismeretek és/vagy új eredmények

A tanulók számos új ismeretet szereztek. A fizika területén elsajátították az elektronika alapjait, gyakorlati alkalmazását. Az informatika területén két programozási nyelv alapjait ismerték meg, és az analóg-digitális jelátalakítás lépéseit, a digitális szűrők alkalmazását.

- A projekt eredményei (pedagógiai eredmények, a projekt eredménye).

A legfontosabb pedagógiai eredmény, amit elértünk a diákoknál, hogy megtanulták, mennyire fontos az együttműködés, a kitartás, a feladatok precíz elvégzése. A projekt során fontos szempont volt, hogy a tanulók ezt az időszakot nem megerőltetésnek, hanem egy izgalmas kalandnak, felfedezésnek élték meg, aminek várják a folytatását.

- A projekt (várható) társadalmi-gazdasági hasznosulásának összegzése.

A kutatás során elsajátított programozási, mérési, biostatistikai technikák jól alkalmazhatók a természettudományos kutatásokban, ezért remélhetőleg, pályorientációs hatása lesz. A projekt gazdasági haszna, hogy megvalósítunk olyan olcsó, otthoni méréseket, amelyek megjelenhetnek pl. fejlődő országok orvoslásában, de akár az átlagember otthonában. Mottónk: legyen akár a szív működés vizsgálata bárki számára elérhető, ugyanúgy, mint a lázmérés...

- A sikeresen megvalósított elemek

- Az eredeti munkatervhez képest közbeiktattunk egy mechanikai kísérletet, amely egy – a gyerekek által kedvelt játék – fidget spinner mozgásának vizsgálata volt. Erre három fő okunk volt: 1. a tanulók megtanulhatták a periodikus mozgásokat jellemző alapvető fizikai mennyiségeket mérni, a lassuló forgás miatt változó periódusidőt detektálni az idő függvényében (ami hasonló lesz a pulzus, a légzés esetében) ún. szintmetszés-detektálással.



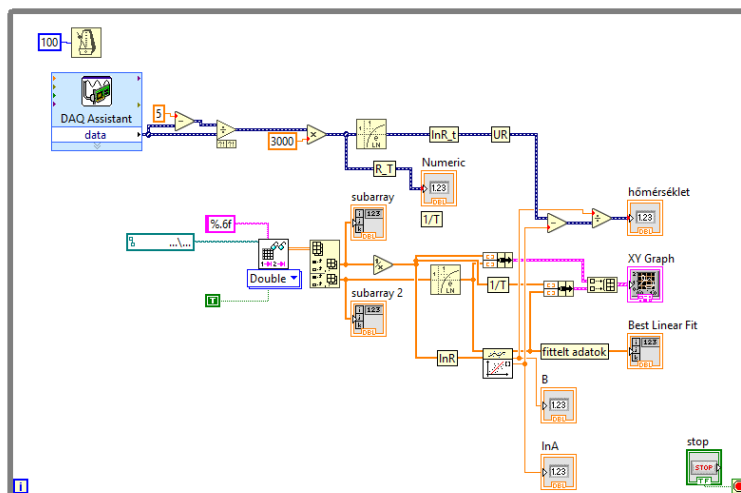
2. Az iskolai szertárban megtalálható fotokapu szenzorban egy infravörös LED és egy infradetektor van egymással szemben elhelyezve, és amelyeknek az áramköri szerepe ugyanaz, mint a fotopletizmográfban alkalmazott (és később beszerzett) TCRT 1000 optikai szenzor esetén.

3. A jel felvételére, kiértékelésére alkalmas LabVIEW-programokat egy az egyben fel tudtuk használni később pl. EKG-jel mérésénél.

A National Instruments myDAQ eszközzel, és az ahhoz csatlakoztatott kiegészítőkkal számos élettani funkciót tudunk már mérni, és valós időben kiértékelni.

### Testhőmérséklet

A legismertebb fiziológiai tulajdonság, amit mindenki meg tud mérni, lázmérő segítségével. Mi egy termisztort (hőérzékeny félvezető szenzor) tartalmazó áramkört építettünk, és kalibráltuk, azaz a termisztoron mérhető ellenállásértékhez egyértelmű hőmérséklet-értékeket rendelünk. (Ez tulajdonképp a jelenlegi emelt szintű fizika érettségi egyik szóbeli feladata.) Az így kalibrált „hőmérő” alkalmassá válik a testhőmérséklet pillanatnyi értékének mérésére.

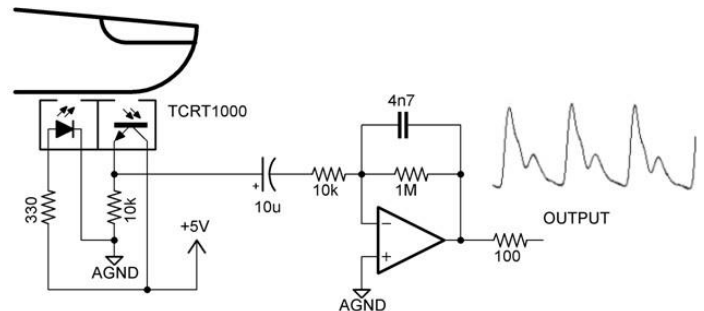


1. ábra: A kalibrációs értékek alapján történő hőmérsékletmérés megvalósítása LabVIEW-ban

### Pulzus

A pulzus az artériáknak (verőereknek) a szívveréssel (normálisan) egyezően fellépő periodikus lüktetése. A pulzus mérését kétféle elven mértük.

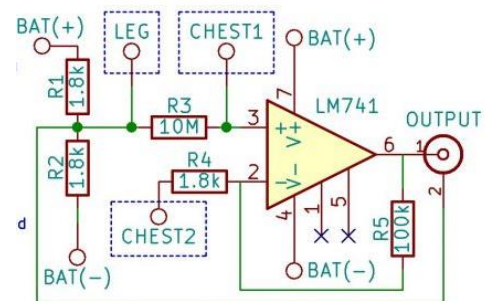
1. Az egyik az ún. fotopletizmográfias eljárás, melynek alapja, hogy a szív működés hatására az ujjban létrejövő vértelítettség időben periodikusan változik. Amikor egy infra LED segítségével átvilágítjuk az ujjbegyet, és a reflektált/transzmittált fény mennyiségét egy infra fototranzisztorral detektáljuk, az ujj vörösvértest-telítettségével közel arányosan változó jelet kapunk.<sup>1</sup>



2. ábra: a fotopletizmográf működési elve

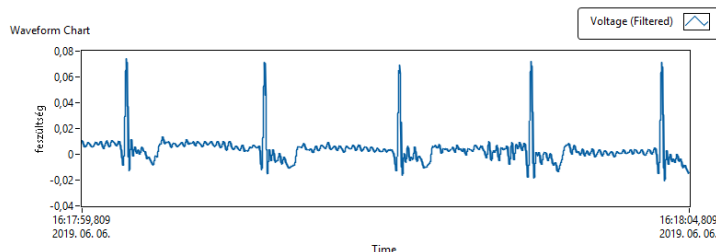
Ezt a mérési eljárást tanulóink az SZTE Mérnöki Karán sajátították el.

2. A másik lehetőség az elektrokardiográfiai eljárás (EKG), amely során a szív elektromos jelenségeit vizsgáltuk a szívizom-összehúzásakor keletkező elektromos feszültség regisztrálásával. A méréshez egy áramkört építettünk, amely alkalmas arra, hogy a detektált jelet felerősítse.<sup>2</sup>



3. ábra: az EKG mérésénél alkalmazott áramkör

Az erősítő nem csupán az EKG-jelet, hanem a zajokat (pl. a váltakozó áramú hálózat 50 Hz-es zavaró hatását) is felerősíti. Ezért a mért jelet digitális szűrővel szűrtük, így sikerült a mérés.



4. ábra: a myDAQ-kal felvett, LabVIEW-ban megszürt és megjelenített EKG-jel

A fidget spinnernél megtanult módszerrel, szintmetszés detektálással tudjuk a periódusidőt valós időben meghatározni, így a pulzust és annak időbeli változását folyamatosan tudjuk mérni.

## Légzés

A tüdő működésének vizsgálatához a légzésszámot (percenkénti légvételek száma) tudjuk detektálni. Ehhez szintén egy nyomásmérő áramkör detektálja a kiáramlott levegő által okozott nyomásváltozást a mellkasban. Itt is – hasonlóan a fidget spinner mozgásához - az időben lassan változó jel frekvenciájának meghatározása a feladat.

- Mutassa be, mit tart a projekt legsikeresebb elemének, illetve legnagyobb eredményének!

<sup>1</sup> Kép forrása: <https://slideplayer.hu/slide/1928716/>

<sup>2</sup> Kép forrása: <https://www.sw Harden.com/wp/2016-08-08-diy-ecg-with-1-op-amp/>

Egyértelműen az SZTE Mérnöki Karával történő együttműködést szeretnénk kiemelni. A kar oktatója, Csikós Sándor a tanulóinknak iskolán kívüli workshopot tartott, ahol bevezette őket a számítógépes mérés technikába. Az általa nyújtott képzés szerves részét képezte a diákkutatásnak (fotopletizmográf). A tanulók itt a LABVIEW program magasabb szintű használatával találkoztak. Ezen kívül lehetőséget biztosította a tulajdonukban álló professzionális EEG kipróbálására, működési elvének megismerésére, amellyel az agyi aktivitást mérték.

- Mutassa be, mit tart a projekt legkevésbé sikeres elemének!

A késői eredményhirdetés ellenére már az őszi félévben is dolgoztunk a projekten (leginkább kölcsönbepapott eszközökkel), viszont az eszközbeszerzés a második félévben nagyon elhúzódott (l. 3. pont), végig bizonytalan volt, hogy megérkeznek-e a termékek a megvalósításra rendelkezésre álló időben, így nehéz volt a projekt kohézióját megőrizni, ráadásul a projekt nyilvánosság elé tárása is csúszik emiatt.

## 2. A kutatási program ütemezése

Hónap	Elvégzett feladatok	Részt vevő diákok neve	Elért eredmény
<b>2018-10</b>	LABVIEW-programozás alapjainak elsajátítása A tanulók megismerkedtek a grafikus programozás alapjaival, adattípusaival, az egyes struktúrák, ciklusok használatával.  Tájékozódás a szervezet működését kísérő elektromos jelenségek és mérési lehetőségeikről	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szőke Gergő  Szántó Réka Gabriella Vida Rebeka	Önállóan képesek virtuális műszereket építeni, a random generált számokat az idő függvényében ábrázolni, a for loop, while loop használatára.  Megismerték az EKG, EEG, EMG jelek biológiai alapjait.
<b>2018-11</b>	A tanulók megtanulták a szenzorizáció fizikai alapjait. Egyszerű áramköröket építettünk, feszültségosztó kapcsolásban. Az áramkörökben az NI myDAQ nevű eszközével mérték, a mért értékek kiértékelését LabVIEW-ban programozták	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szőke Gergő	Feszültség és áramerősség mérése a myDAQ analóg csatornáin keresztül Mérés különböző szenzorokkal, feszültségosztó kapcsolásban (fototranzisztor, termisztor, potenciométer).
<b>2018-12</b>	Az egyes élettani jelek kiértékelhető, statisztikailag kezelhető paramétereinek,	Szántó Réka Gabriella Vida Rebeka	Megismerték az egyes élettani jelek elektromos jellé történő

	mutatóinak összegyűjtése a szakirodalom alapján		alakításának lehetőségeit.
<b>2018-12</b>	A tényleges mérési szituációk megtervezése (digitális stressz, affektív ingerek, intenzív mozgás, intenzív tanulás)	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szántó Réka Gabriella Szőke Gergő Vida Rebeka	Kivitelezhetőség átgondolása, kiértékelhetőség átgondolása
<b>2019-01</b>	Fidget spinner periodikus mozgásának elemzése myDAQ és LabVIEW segítségével (analóg a periodikus élettani jelekkel)	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szántó Réka Gabriella Szőke Gergő Vida Rebeka	Fotokapu szenzor működésének megértése (LED+fototranzisztor), csatlakoztatása a myDAQ-hoz Periódusidő fogalma. Szintmetszés detektálás→periódusidő kinyerése Periódusidő változása az idő függvényében
<b>2019-02</b>	A tanulók hőmérőt kalibráltak. A kalibrálást LabVIEW-ban végezték. Elsajátították a szükséges matematikai és fizikai alapokat. Áramkör tervezése és építése, a termisztor csatlakoztatása a myDAQ-hoz	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szántó Réka Gabriella Szőke Gergő Vida Rebeka	Megtanulták a termisztor feszültségosztó kapcsolását, ellenállásának számolását a mért feszültségértékből. Megismerték a termisztor ellenállásának hőmérsékletfüggését. A kalibrációs görbe alapján a mért ellenállásból invertálással nyertek hőmérséklet-értéket.
<b>2019-03</b>	Áramkörök tervezése, keresése 1. Vérnyomás méréséhez 2. környezeti hőmérséklet és relatív páratartalom 3. EEG méréséhez 4. ECG méréséhez 5. EMG méréséhez	Ördög-Katona Liliána Szőke Gergő, Szántó Réka Kopre Aliz Vida Rebeka	Internetes források és a szakirodalom alapján rendelkezésre állnak az áramkörök kapcsolási rajzai. A relatív páratartalmat és a légzésszám mérése megoldott.

	6. Légzésszám méréséhez		
<b>2019-04</b>	Az R statisztikai programcsomag alapjainak elsajátítása (Az SZTE doktorandusz hallgatója tartott workshopot az iskolában)	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szántó Réka Gabriella Szőke Gergő Vida Rebeka	Megismerték R-adattípusokat. Elsajátították az átlag, medián, módusz, szórás, korreláció szignifikancia meghatározását R-ben.
<b>2019-05</b>	EKG méréséhez szükséges áramkör építése. A zajos, felerősített jel digitális, illetve analóg szűrőkkel történő lehetőségeinek elsajátítása	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szántó Réka Gabriella Szőke Gergő Vida Rebeka	Digitális és analóg jelszűrés lehetőségei (alul-, felül- és sáváteresztő szűrők) EKG-jel mérése, kiértékelése
<b>2019-06</b>	Workshop a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karán. A fotopletizmográfias és az EEG vizsgálat megvalósítása	Kopre Aliz Ördög-Katona Liliána Szántó Réka Gabriella Szőke Gergő Vida Rebeka	A workshopon és a szakkönyvekből szerzett tudással a tanulók képessé váltak a myDAQ-hoz csatlakoztatott fotopletizmográfiaval történő mérésre, kiértékelésre.

### 3. Módosítások az eredeti tervhez képest

A LabVIEW-programozási alapok elsajátítása több időt és gyakorlást vett igénybe, mint terveztük. Mivel a kutatócsoport tagjai között voltak 10. osztályosok, sőt csatlakoztak 9. osztályos érdeklődők, ezért az elektronikai alapok lefektetését is meg kellett oldani, de még a 11. osztályos tanulók esetében is időt igényelt, hogy az elméleti tudást a gyakorlatban használni tudják. (Áramköri rajz értelmezése, áramkörépítés, feszültségosztó, szenzorhasználat, stb.)

Sajnos a beszerzés a vártnál jobban elhúzódott, melynek fő oka, hogy nagyon széles volt a kért eszközeink spektruma, és emiatt nehezen találtunk forgalmazót. Bizonyos eszközök külföldről történő behozatala például csak a tanév végére teljesülhetett. Volt olyan eszköz, amit a beszerzés megvalósulásáig kölcsönoszközökkel pótolunk. Így a mérési módszerek kidolgozására volt csak lehetőségünk. Mivel azonban a csúszás már év közben körvonalazódott, átdolgoztuk az ütemtervet, és nagyobb hangsúlyt fektettünk a kutatás műszaki informatikai, elektronikai részének megvalósítására, míg a környezeti tényezők hatásának kutatása az idén háttérbe szorult.

### 4. További szempontok

- Tanulóink kompetenciái

A program számos olyan elemet tartalmazott, amely önmagában is számos készséget, képességet fejleszt. Főként a tanulók természettudományos- és műszaki kompetenciáit fejlesztettük gyakorlatorientált módon, ezt az erre vonatkozó 6. kérdésben fejtjük ki, míg a tehetség kibontakoztatásának elősegítését az 5. pontnál tárgyaljuk.

Ami a tanulók fejlődésének elősegítésének segítségét illeti, igyekeztünk apró részfeladatokban gondolkodni, ahol igényelték a gyakorlást, ott fékeztünk. A programozás során fokozatosan haladtunk egyre bonyolultabb gyakorlati problémák felé, ugyanakkor ismételtünk is. Az a tapasztalat, hogy a műhelymunka során a tanulók személyisége, önbizalma, kreativitása és kitartása is fejlődik, ez megfigyelhető volt a tanulóknál. A programba bevont külső szakemberek (Csikós Sándor, Balog Gergő) által tartott workshopok is segítette tanulóink tudásának fejlődését.

- Bevont célcsoport

A kutatócsoport olyan tanulókat kerestünk, akik *mérnöki, informatikai, fizikai, biológiai, idegen nyelvi* területek közül *legalább egy* iránt kifejezett érdeklődést mutatnak. A tanulók önként jelentkeztek, közülük motivációs beszélgetések során válogattuk ki a csapat tagjait. Közülük 3-an az iskolában szeptembertől működő LABVIEW-szakkör 10. osztályos résztvevői, 2-en 11. osztályos, biológia tagozatos tanulók.

#### Szakirodalom

1. Damjanovich S., Fidy J., Szöllösi J.: Orvosi biofizika, *Medicina Könyvkiadó*, 2007
2. J. Allen: Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiological Measurement*, 2007
3. A. de Vries, J. Meys: R for Dummies, *John Wiley & Sons*, 2015
4. B. E. Paton: Tinker, Learn, and Do Engineering With NI myDAQ, *National Technology and Science Press*, 2014.

- A örogram zárása, értékelése

A tervezett kutatást részben sikerült végig vinni. Az oka ennek az volt, hogy a műszaki informatikában még nem jártas tanulók számára olyan programot terveztünk, amely legalább két év kitartó munkáját igényli, még akkor is, ha kezdettől a rendelkezésünkre állnak az eszközök. Ennek ellenére a menet közben újratervezett programot sikeresnek tartjuk, hiszen a kitűzött fejlesztési célok megvalósultak, a tanulók lelkesek a kutatás folytatását illetően.

Számos feltett kérdésünk nyitva maradt. A tanulókkal megterveztük már a mérési szituációkat, amelyekben intenzív mozgást, affektív befolyásolást, flow-állapotot, illetve stresszhelyzetet idézünk elő. A szakirodalmi áttekintés alapján főként a különféle stresszhelyzet kialakítása és hatása érdekli leginkább a tanulókat, ráadásul „technikailag” is ez tűnik kivitelezhetőnek. Átgondoltuk már azt is, hogyan lehet összefüggően kiértékelni az adatokat, milyen grafikonokon fogjuk tudni ezeket ábrázolni. A kutatáshoz csatlakoztak 9. osztályos tanulók is, akiknek a bevonásával szeretnénk folytatni a kutatást.

A kutatásban való részvétel segítette-e a tanulókat a továbbtanulási döntésben, és amennyiben igen, hogyan segítette elő, hogy a természet-, a műszaki tudományok és a matematika területén folytassák tanulmányaikat a felsőoktatásban? (*maximum 1000 karakter*)

- További tervek

Gergő mechatronikai, vagy villamosmérnök szeretne lenni, szeretne gépeket, sőt űrhajót építeni. Liliána matematika-angol szakos tanár szeretne lenni. Célja, hogy az általa oly



nagyon szeretett tantárgyakat továbbadja a jövő generációnak. Rebeka és Réka orvosok szeretnének lenni. Aliz pedig robotikával és mesterséges intelligenciával szeretne foglalkozni.

## **5. A tehetséggondozás szempontjai**

A diákok mindegyike kedveli a természettudományos tárgyakat, és bizonyítványuk jeles vagy kitűnő. A kutatás során azonban olyan témakörrel találkoztak, amelynek egy-egy szeletét tartalmazza ugyan a tananyag, de témánk integrálta a fizika, a matematika, az informatika és a biológia egyes egységeit. Az információ forrása magyar és nemzetközi szakirodalom, melynek magabiztos használata az önálló tanuláshoz vezet. Mindenki saját feladatkörének megfelelő utasításokat, kiegészítést kapott, illetve a végzett munka összhangban volt alkatával. A sok gyakorlati feladat pozitívan hatott a tanulók hozzáállására. A mérések megtervezésével és elvégzésével aktív tanulás hatására magabiztosabbak és tudatosabbak lettek az adott témakörben. A megszerzett tudást egymás számára közvetíteni tudták, az együttműködésük is fejlődött.

## **6. természettudományos és/vagy műszaki kompetenciák**

A természettudományos és műszaki kompetenciák együttes fejlesztése valósult meg. A fizikai jelek mérése számítógép segítségével komplex látásmódot igényel a tanulóktól: méréseink során 1. a fizikai jelet elektronikus jellé kell alakítani (szenzor), 2. azt digitalizálni, 3. a számítógépben írt programmal kiértékelni. A szenzorok elhelyezése, megfelelő csatlakoztatása körültekintést és szakirodalmi jártasságot igényelt. A digitalizáláshoz a mérőcsatoló eszközhöz kellett csatlakoztatni a megépített áramköröket. A mért adatok kiértékelését igen komplex, általunk írt számítógépes programokkal tudtuk megvalósítani. Látható, hogy ezek olyan készségek, képességek meglétét feltételezik, illetve fejlesztik, amelyeket tanórai környezetben „frontális” munkaformában lehetetlen elsajátítani. A fizikaszertár igazi műhellyé vált a projekt során, ahol gyakorlatorientáltan tanulták a gyerekek integráltan a fizikát és az informatikát.

## **7. Kapcsolatok, publikációk**

A kutatást segítette két végzős tanulónk, akiknek köszönhetjük pl. a periodikus jelek (pl. EKG) számítógépes kiértékelési módszereit. Ők évek óta foglalkoznak analóg jelek digitális feldolgozásával, illetve myDAQ és LabVIEW-használattal, és ezzel kapcsolatban tartottunk előadást az Óbudai Egyetem által szervezett Hazai és külföldi modellek a projektoktatásban c. konferencián, előadásunk anyaga konferenciakötetben is megjelent. A periodikus jelek generálásáról és kiértékeléséről pedig a 62. Fizikatanári Ankét és Eszközbemutatón előadást tartottunk. Ezen fórumok valamelyikén is szeretnénk a jövőben a kutatócsoport tagjaival publikálni eredményeinket.