

Tdk-DOLGOZAT

PESTHY SÁNDOR GERGELY

Osztatlan tanári

2017

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR



**A MECHATRONIKA ALAPJAINAK PROJEKT ALAPÚ OKTATÁSI LEHETŐSÉGEI
ÁLTALÁNOS TANTERVŰ KÖZÉPISKOLAI OSZTÁLYOKBAN**

Pesthy Sándor Gergely

Témavezető: Hömöstrei Mihály

Absztrakt

PESTHY SÁNDOR GERGELY

2014

Fizika-kémia tanári (Osztatlan)

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Témavezető: Hömöstrei Mihály

A MECHATRONIKA ALAPJAINAK PROJEKT ALAPÚ OKTATÁSI LEHETŐSÉGEI ÁLTALÁNOS TANTERVŰ KÖZÉPISKOLAI OSZTÁLYOKBAN

Bevezetés és célok

Magyarországon jelenleg legtöbb helyen frontális oktatás van. Ez a módszer effektív a „tananyag” átadására, de elengedhetetlen képességeket (kommunikációs, prezentációs, csapatban való munkavégzés, stb) egyáltalán nem fejleszt, melyek a mai világban elengedhetetlenek. Kutatásom legfőbb motivációja, hogy olyan módszertani repertoárt alakítsak ki, mely a fizika oktatása mellett e képességek fejlesztésében is hatékony. A projekt módszer során a diákok csoportban dolgoznak egy komplex problémán. Rendkívül jól fejleszti a kommunikációs készségeket, a gondolkodást, és azokkal a diákokkal is megszeretheti a fizikát, akiknek a hagyományos tanulásforma nem megfelelő.

A mechatronika témakört azért választottam, mert egyesíti magában a fizika és műszaki tudományokat, valamint a számítógépes irányítás nyújtotta lehetőségeket. Rengeteg játékos kísérletet és mérést lehet ebben a témakörben kivitelezni.

Módszerek

A kutatás során kidolgoztam szakköri és projektheti tematikákat, és teljes tervezeteket, melyek kialakítása során nagy figyelmet fordítottam arra, hogy a frontális munkaforma helyett, ahol lehet kooperatív, a diákokat jobban bevonó technikákat alkalmazzak.

A projektek során a diákok a mikrokontrollerek egyszerű alkalmazásával, az ismeretek kreatív alkalmazásával hoztak létre működő, automatizálható elektronikai eszközöket, illetve azok egyszerűsített változatait.

A munkám, mint minden pedagógiai folyamat, igen nehezen mérhető, így a tesztelési metódus kialakítására nagy hangsúlyt fektettem. Az eddigi projektek tapasztalatai alapján a mérés alapvető hibáinak, hiányosságainak felmérése, és a jelenleg futó projektekre történő optimalizálása megtörtént, ennek megfontolásait és elméleti háttérét is bemutatom dolgozatomban.

Eredmények

A kutatás során elkészült tervezetek mindegyikét magyar (a szakköri, tanórai, vagy az egyre gyakoribb projekthetek keretein belüli fejlesztések), vagy nemzetközi (szintén projekthéten történő alkalmazás) projektek keretében próbáltam ki, és a tapasztalatok alapján fejlesztettem, és fejlesztem tovább. Dolgozatomban a fent vázolt projekteket, valamint ezek tapasztalatait, eredményeit mutatom be, előre utalva a fejlesztési lehetőségekre, valamint a jelenleg is futó programokra.

Tartalom

Absztrakt	3
Tartalom	4
1 Bevezetés, motiváció	4
2 A projektek elméleti háttere	5
3 Kutatási módszerek	15
4 Az első szakköri projekt tapasztalatai	19
5 A német cserekapcsolaton alapuló projekthét tapasztalatai	26
6 A második szakköri projekt eddigi tapasztalatai	42
7 Arduino használata a tanórán	48
8 További kutatások	48
9 Összefoglalás	50
10 Köszönetnyilvánítás	52
11 Mellékletek	53
12 Irodalom	59

1 Bevezetés, motiváció

Dolgozatomban egy olyan, jelenleg is folyamatban lévő, immár kidolgozott alapokkal rendelkező oktatási kísérletsorozatot, és annak fejlődését mutatom be, mely során, egy egyszerűen kezelhető, és relatív olcsón beszerezhető programozható elektronikai készletet használtunk fel a diákok releváns kompetenciáinak, valamint fizika és informatika tantárgyi tudásának fejlesztésére.

A kísérleti programok keretét minden esetben a projekt módszer, vagy annak egy kevésbé módosított, testreszabott formája adta. A projektek egyik alapvető célja minden esetben a fizika érdekessé, élvezhetővé tétele, valamint a diákok aktív részvételével, cselekedtetésével történő, tapasztalat alapú tudásátadás.

A dolgozatomban olvasható három esettanulmány, melyekben leírom az eddig megvalósult egy szakköri, és egy német csereprogramon alapuló projektheti, valamint a jelentleg folyamatban lévő szintén szakköri foglalkozások alapkoncepcióját, valamint tapasztalatait, és a fejlesztés lehetőségeit.

2 A projektek elméleti háttere

2.1 Az elektronikai rendszer bemutatása

2.1.1 Leírás

Az Arduino egy egyszerűen kezelhető, nyílt forráskódú elektronikai fejlesztőplatform, mely 2005-ben született meg Massimo Banzi és Casey Reas munkájának gyümölcseként¹. A rendszer tulajdonképpen egy igen egyszerűen programozható mikrokontroller, melyet más elektronikus eszközök vezérlésére használhatunk. Fontos megjegyezni, hogy nem csak a forráskód nyílt, hanem a hardver is „szabad”, azaz az Arduino lapok kapcsolási rajzai is szabadon elérhetők az interneten².

A rendszer legnagyobb előnyei közé tartozik, hogy mind a hardver kezelése, mind a szoftveres háttér igen egyszerűen, komolyabb előismeretek nélkül kezelhető, és a fejlesztők, és a felhasználók által elkészített programkönyvtárak hatalmas mennyiségben állnak a felhasználók rendelkezésére.

A fent felsorolt előnyök, illetve a relatív alacsony ár lehetővé teszi, hogy akár közoktatási intézményekben is használhassuk a rendszert.

2.1.2 Hardver

A projektek során az Arduino Mega 2560 alaplapot használtuk, mely alapkészletben a készlet felszereltségétől, és a gyártótól függően 10-20000 Ft-os áron beszerezhető (a funduino által forgalmazott legolcsóbb készlet, mellyel projekttematikáink könnyedén megvalósíthatók, körülbelül 17000 Ft-ba kerül, de kaphatók az interneten hasonló felszereltségű, de sokkal olcsóbb - 5-10000 Ft-os árkategória - készletek is melyek megfelelnek a célnak). Az általunk használt készlet komponenseit az 1. táblázat: A funduino által forgalmazott "Lernset Nr.7 mit MEGA Controller" készlet tartalma^[3] tartalmazza.



1. ábra: Az arduino MEGA mikrokontroller

A Mega board nagy előnyét jelenti több Arduino, vagy más hasonló alaplappal szemben, a digitális és analóg I/O portok nagy száma (a mikrokontroller 54 digitális, és 16 analóg porttal rendelkezik). Ez lehetővé teszi bonyolultabb, több szenzort, eszközt működtető eszközök létrehozását, mely projektjeinkben nagy hasznot hozott.

1. táblázat: A funduino által forgalmazott "Lernset Nr.7 mit MEGA Controller" készlet tartalma^[3]

Komponens	Mennyiség
Ultrahang-szenzor (HC-SR04)	1 db
Mozgásérzékelő (HC-SR01)	1 db
Hőmérséklet-szenzor (TMP36GT9Z)	1 db
Fotoellenállás	1 db
Potenciométer	1 db
Szervo motor	1 db
Nyomógomb	4 db
Piezo hangszóró	1 db
Infravörös vevő	1 db
Infravörös LED	1 db
LCD Modul (1602)	1 db
RGB LED	1 db
Piros, kék, zöld, sárga, fehér LED	20-20 db
Ellenállások (100Ω, 200 Ω, 330 Ω, 1KΩ, 10KΩ)	20-20 db
Dióda (1N4001)	1 db
Tranzisztor (TIP120)	1 db
Relé	1 db
Távírányító	1 db
Nedvességérzékelő	1db
Cseppszenzor	1 db
Léptetőmotor vezérlőelektronikával (ULN2003)	1 db
Breadboard	1 db
Kábelek	össz. 75 db
Elemcsatlakozó	1 db

A szakkörök és a projektheti foglalkozás is csak kisebb hányadát használja ki a fent felsorolt komponenseknek, azaz egy kevesebb alkatrészt tartalmazó, a fenténél olcsóbb készlet is elegendő lehet a projektek kivitelezéséhez. Ennek ellenére tapasztalataim szerint nem haszontalanok a foglalkozások „törzsanyagában” szerepen nem kapó szenzorok, elektronikai elemek sem, mert a diákok érdeklődése igen sok rétegű, így sokszor kérnek plusz feladatokat, vagy szeretnének kipróbálni újabb és újabb lehetőségeket és sokszor egy szenzor által kiváltott kíváncsiság ad ihletet egy-egy újabb projekthez.

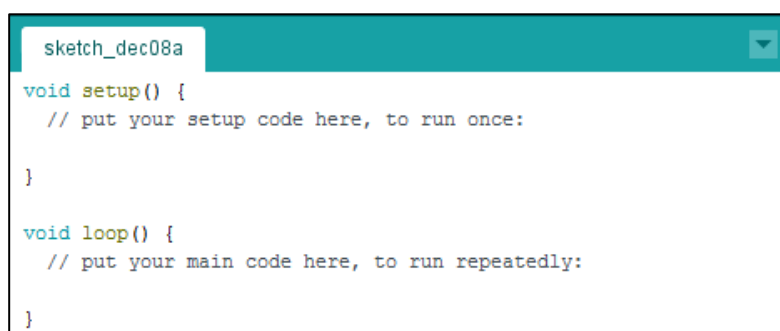
2.1.3 Szoftver

Az Arduino programnyelve alapvetően a C nyelv szerkezetére hasonlít leginkább, abból származtatható.⁴ Ez például a LEGO Mindstorms© grafikus programozófelületéhez képest bonyolultnak tűnhet, ám mivel az egyik leggyakrabban használt programnyelv variánsát használjuk az Arduino esetén, annak elsajátítása nagyobb előnyt jelenthet hosszútávon.

Természetesen, mint minden karakterkódolt programnyelv esetén, itt is problémát jelenthet a szorosan kötött szintaxis, ami következtében sok esetben egy sor végi „,” karakter lemaradása miatt hosszadalmas hibakeresés indul, ami a diákok motivációját – lokálisan – csökkentheti⁵. Eddigi tapasztalataim alapján ez azonban nem rejt magában túlságosan nagy veszélyeket, a diákok motiváltsági szintje kellően magas ahhoz, hogy ezeket az akadályokat is le tudják küzdeni.

Az Arduino szoftveres hátterének nyíltsága, valamint a neten található nagy mennyiségű bemutatásra kerülő kész eszköz néha arra sarkallja a diákokat, hogy az egyszerűbb utat választva, csak kimásolják a programkódokat. Ez természetesen ellenkezik az alapvető célokkal, így igyekeztünk ez ellen minél hatékonyabban küzdeni.

Az Arduino programkódja a legtöbb esetben két fő részből tevődik össze. A setupban történhet meg az alapbeállítások konfigurációja, valamint a portok iniciálása. Ahogy az ábrán is olvasható, ez a rész egyszer fut le az Arduino bekapcsolása után.



```
sketch_dec08a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

2. ábra: Az Arduino programkódjának részei

A második strukturális elem a loop, ami ciklus-szerűen addig fut, ameddig az Arduino tápellátása megoldott. Ebben a részben van lehetőség a tényleges tevékenység kialakítására, a szenzorok és egyéb elektronikai eszközök vezérlésének kódolására.

2.2 A felhasználáshoz szükséges előzetes tudás

A dolgozat elején érdemes áttekinteni, milyen előzetes tudás szükséges a tanár, illetve a diákok részéről ahhoz, hogy az Arduinot sikeresen, és hasznosan, a diákok fejlődését – és esetleg a tanórai munkát – segítve használhassuk fel.

2.2.1 Tanár

Az Arduino programozása számítógépen keresztül történik, így ennek alapvető, felhasználói szintű ismerete feltétlenül szükséges a rendszer működtetéséhez. Az alapszintű programozási ismeretek jó kiindulópontot jelenthetnek, de nem feltétlenül szükségesek, el lehet sajátítani kizárólag az Arduino saját programnyelvét is, melyet úgy fejlesztettek ki, hogy a lehető legegyszerűbben és legzökkenőmentesebben lehessen megtanulni az alapvető parancsokat⁶.

A hardver kezeléséhez feltétlen szükséges előismeret a használt komponensek (szenzorok, egyéb elektronikai alkatrészek stb.) működésének, és bekötésének ismerete, illetve az alapvető

elektronikai ismeretek. Ezek közül az első könnyedén megszerezhető akár az Arduino hivatalos honlapjáról, míg a másodikkal minden fizikatanár rendelkezik, így az nem igényel erőfeszítést.

2.2.2 Diák

A tervezetek összeállításakor törekedni kell arra, hogy a rendszer megismerése a diákoktól lehetőleg a legkevesebb előzetes tudást várja el, hiszen főleg a csereprogramok, illetve a kilencedik osztályosok bevonásával működő projektek esetén igen nagy különbségek lehetnek a diákok előzetes ismereteiben. A mi általunk véghez vitt projektekben előismeretként kizárólag az áramkörökkel kapcsolatos alapvető ismereteket (áramköri jelek, alapkapcsolások) feltételeztük, de látni fogjuk, hogy néhány esetben ez sem volt helyes előfeltevés.

2.3 Fejleszthető kompetenciák

2.3.1 Tanár

A pedagógus-kulcskompetenciákat az ELTE PPK által készített A tanárképzés képesítési követelményei című anyag tartalmazza⁷. Ezen kompetenciák közül, az Arduinoval végzett munka során, módszer, munkaforma, és kontextus függetlenül a következők fejleszthetők:

Szaktudományi, szaktárgyi és tantervi tudás integrálása

A projektek során a rendszerrel végzett munka által e kompetencia mindenképpen fejleszthető, hiszen a megoldandó problémák általában túlmutatnak a tantervben meghatározott szaktárgyi ismereteken. A másik ilyen aspektusa a munkának, hogy sok esetben interdiszciplináris problémák megoldására kerül sor, így fokozott szükség lehet a három terület integrációjára.

Elkötelezettség és felelősségvállalás a szakmai fejlődésért

Azt gondolom, hogy azok a tanárok, akik belekezdnek, és jelenleg releváns továbbképzés híján autodidakta módon megtanulják a rendszer használatát, már valamilyen szinten elkötelezettek a szakmai fejlődésükért. E mellett viszont a rendszer egyre széleskörűbb használata folyamatos önfejlesztést, kutatómunkát igényel, így ez a kompetencia is jól fejleszthető az Arduino segítségével tartott oktatási programok során.

2.3.2 Diák

A Nemzeti Alaptanterv mely a közoktatási intézményekben végbe menő tanulási-tanítási folyamat egyik fő szabályzója, tartalmazza az elsődlegesen fejlesztendő kulcskompetenciákat, azaz „azokat az ismereteket, készségeket, és az ezek alapját képező képességeket és attitűdöket, melyek birtokában az Európai Unió polgárai egyrészt gyorsan alkalmazkodhatnak a modern világ felgyorsult változásaihoz, másrészt a változások irányát és tartalmát cselekvően befolyásolhatják”⁸. A következőkben azokat a kompetenciákat vesszük sorra, melyeket az Arduino rendszer használata, a módszerektől, munkaformáktól függetlenül fejleszt.

Anyanyelvi kommunikáció

Mivel az anyanyelvi kommunikációs kompetencia részét képezi a különböző fogalmak kifejezése, értelmezése, így az új szakkifejezések, fogalmak elsajátítása, és készségszintű használata – mely kulcsfontosságú a rendszerrel végzett munka során – ezt fejleszthetjük a diákokban.

Idegennyelvi kommunikáció

A legtöbb szakirodalom, segédanyag angolul, vagy németül található meg az interneten, valamint a programkód nyelve is alapvetően az angol, ezért ez a terület is fejleszthető az Arduino használata során.

Természettudományos és technikai kompetencia

Az Arduino alapszintű használata során is lehetőség van e kompetencia fejlesztésére, hiszen az új alkatrészek működésének megértése, és az áramkörök összeállítása során olyan tevékenységek végzésére nyílik lehetőség, melyeket tanórai keretben nem lehet, vagy csak nagyon nehéz kivitelezni.

Digitális kompetencia

Az algoritmikus gondolkodás, valamint a konkrét programozási nyelv elsajátítása során a digitális kompetenciát mindenképp fejleszthetőnek tartom.

Hatékony és önálló tanulás

Észrevételeim szerint a rendszer a tanulók egy részét automatikusan önfejlesztésre, önálló tanulásra sarkallja. Sokszor fordult elő, hogy a diákok kölcsön kérték a készleteket, hogy „otthon gyakoroljanak” vagy valamely egyéni projekthez.

Kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia

Szintén a rendszer, és valószínűleg a hozzá kapcsolódó könnyen elérhető nagy mennyiségű már létező projekt által nyújtott ötletek, és magabiztosság teszi lehetővé azt, hogy a diákok jó része előáll újabb és újabb ötletekkel, egyéni projektekkel. Minden ilyen egyéni projektmunka fejlesztheti a diákok kezdeményezőképeségét.

2.4 Kimeneti szabályozás - Fizika érettségien elvárt kompetenciák

Ha középiskolai fizikatanításról beszélünk, a legfontosabb kimeneti szabályozó az érettségi vizsga. Sem a szakköri, sem a projektheti alkalmainknak nem volt célja, hogy az érettségire explicit módon felkészítsük a diákokat, azonban érdemes áttekinteni, hogy milyen kompetenciák fejlesztésével tud egy ehhez hasonló program hozzájárulni a résztvevő diákok

sikeres érettségi vizsgájához. A jelenleg érvényes vizsgakövetelményből először kiemeltem azon kompetenciákat, melyeket a mi programjainkban fejleszteni tudunk⁹.

A leghatékonyabban programunk során talán a modern kor eszközei működésének megértése, és a mindennapokban tapasztalt jelenségek elvével való összekapcsolása történhet meg, hiszen programjaink egyik fő célkitűzése, hogy az eszközöket ne csak alkalmazni tudják a diákok, hanem meg is értsék – alapszinten – a működésük mögött húzódó fizikai elveket.

A folyamatos aktív kísérletező munka során véleményem szerint fejleszteni tudjuk az egyszerű fizikai kísérletek elvégzésének, illetve a kísérletek kiértékelésének képességét is. Ezen felül pedig lehetőségünk van egy olyan kutatói szemlélet kialakítására a diákokban az egyéni, vagy csoportos projektmunkák elkészítése során, mely a későbbiekben is nagy hasznukra lehet.

A szakszókincs („a vizsga szintjének megfelelő szakkifejezések szabatos használata szóban és írásban”) szintén jól fejlődhet, hiszen sokszor olyan témakörökre van lehetőségünk kitérni, melyeket a tanórákon időhiány miatt nincs lehetőség érinteni.

Az emeltszintű érettségien ezeken felül követelmény az integrált gondolkodás, azaz az egyik szaktudomány tartalmi elemeinek átvitele és alkalmazása egy másik szaktudomány területén, mely az Arduino interdiszciplináris jellege miatt feltétlen szükségessé válik egy szint felett. Természetesen az már projektfüggő, hogy ezt a szintet a csoport, vagy annak legalább egyes tagjai elérik-e.

2.5 Hasonló projektek

Az Arduino alkalmazása középiskolai és felsőoktatási gyakorlatban, különösen külföldön elterjedt, de szerencsére bőven találhatunk hazai példákat is a rendszer alkalmazására. Az alábbiakban ezek közül három, miénkhez hasonló áttekintése következik.

2.5.1 Robotika és úrkutatás a középiskolában¹⁰

Az igen gondosan megtervezett, és kivitelezett projektre Pető Mária vezetésével a sepsiszentgyörgyi Székely Mikó Kollégiumban került sor. Ez a program alapvetően tehetséggondozó jellegű, a fizika szakkör mellett működő „Tudós Klub” keretein belül megy végbe, ahol a kiemelkedően tehetséges diákok, nagy óraszámban végzik feladataikat. ez a legfontosabb különbség a mi projektjeinkhez képest, ahol heti – hivatalosan – egy órában, átlagosnak mondható diákokkal foglalkozunk.

A projektben az Arduino vezérlés csak alkalomszerűen, más hasonló rendszerek használata mellett jelenik meg, de ennek alkalmazásával is sikeres projekteket mutat be, mint a nyomkövető, a tűzoltó, valamint az egyéni munkában született életmentő robot.

A tapasztalatok szerint a bonyolult problémák ellenére – vagy talán épp ezért – a diákok lelkesen vesznek részt a „Tudós Klub” munkájában, és a romániai, valamint a nemzetközi versenyeken.

2.5.2 Arduino alapú nyári tábor¹¹

A prescott-i Embry-Riddle Aeronautical University tudománynépszerűsítő céllal középiskolás diákoknak egy Arduino alapon nyugvó elektronikai készlet felhasználásával ötnapos tábort hoztak létre.

A tábor során a SIK¹² (Sparfun Inventor's Kit) készletet, és a hozzá kapható kísérletleírásokat használták fel. A tábor tematikája és időbeosztása igencsak telített, a diákok délelőtt és az ebéd utáni időszakban is az Arduinoval dolgoznak többségében. E mellett közösségi programok és előadások is várják őket esténként.

A projekt során két féle teszttel is mérték a diákok elégedettségét, és a program céljainak teljesülését. Ezt a későbbiekben lefordítás után szinte változatlanul tervezzük alkalmazni a jelenlegi és későbbi programjainkban.

2.5.3 Projekt alapú fizikalaborok olcsó, nyílt forráskódú hardver alkalmazásával¹³

A projekt során egyetemi laborok tematikájának és módszertanának megújítását tette lehetővé az Arduino. A tanulmány kiemeli a rendszer előnyei között annak alacsony árát, és azt a tényt, hogy bár nem laboratóriumi pontossággal, de sok féle fizikai mennyiség mérésére alkalmas. A gyakorlatok során a hallgatók először megismerkedtek az Arduino kezelésével, majd párokban, egy közös „brainstorming” eredményeként létrejövő listából fizikai jelenséget választottak, melyhez mérőeszközt terveztek. A kutatás eredményei alapján a projekt igen sikeresnek mondható a hallgatók körében.

2.6 Pedagógiai alapok

2.6.1 Korosztályos javaslatok

A projektek indításakor mindig sok munkát jelentett annak meghatározása, hogy az adott korosztálynak milyen programozási feladatokat, illetve milyen fizikai jelenségeket, milyen mélységben lehet úgy bemutatni, hogy ahhoz minden előismerettel rendelkezzenek, és a kognitív fejlettségük határait se lépjük át olyan mértékben, hogy az már áthidalhatatlan legyen számukra. A következőkben erre vonatkozó megfontolásainkat mutatom be.

Az előismeretek elvi meglétének a lehetőségét a tantervek segítségével, a kognitív fejlettség szintjét pedig pszichológiai elméletek tanulmányozásával mérhetjük fel.

Mint ahogy azt fent említettem, a diákoktól feltételezett előzetes tudás, az alapvető áramköri ismeretekben kimerült. Ezt a NAT szerint 7.-8. osztályban kerül sor, így ez lehet az elvi alsó határa a gyerekek hasonló programokba vonásának. Természetesen más projektfelépítéssel, és

az első alkalmak során megtanítva az alapokat ennél fiatalabbakat is bevonhatunk, ám kérdéses, hogy a diákok képesek-e az Arduino programnyelvének, és az áramkörök felépítésének megfelelő absztrakciós szinten gondolkodni.

A problémát Piaget fejlődéslélelmélete alapján vizsgáltam meg, melyet bár sok kritika ért, mégis még mindig a fejlődéslélektani kutatások egyik fő kiindulópontja.¹⁴ Piaget elmélete szakaszelmélet, azaz azt állítja, hogy a fejlődés egy adott szakaszon belül mennyiségi jellegű, míg a szakaszok közötti átmenet minőségi változást jelent a megismerésben. Ez – a minőségi változás – teszi azt lehetővé, hogy a világ egyre absztraktabb fogalmait, folyamatait érthesse meg a gyermek.¹⁵

Az elmélet szerint a fejlődés szakaszai a következők:

1. Szenzomotoros szakasz (0-1 éves kor)
2. Műveletek előtti szakasz (2-6 év)
3. Konkrét műveletek szakasza (6-12 év)
4. Formális műveletek szakasza (12-19 év)

A szenzomotoros szakaszban, a világ megismerésének kezdetén az érzékszervi-mozgásos sémák alakítják a viselkedés irányítását. Mivel itt még olyan alapképességekkel sem rendelkezik a gyermek, mint a beszéd, nyilvánvalóan szóba sem jöhet a rendszer alkalmazása, ahogy a műveletek előtti szakaszban sem, hiszen az Arduino működésének fontos lényege, hogy több szempontot egyszerre kezeljen a felhasználó.

A legfontosabb kérdés itt, hogy vajon a diákok, akik a konkrét műveleti szakaszban járnak, képesek lehetnek-e az Arduino használatára. Alapvetően a programozáshoz több fontos kognitív képességre szükség van. Pap-Szigeti Róbert tanulmánya szerint a sikeres programozás előfeltételei a következők:

1. Szóolvasás, szakszókincs
2. Szövegértés
3. Probléma algoritmizálása, modellezése
4. Kódolás készségei.

A tanulmány azt is feltételezi, hogy ezek egymásra épülése lineáris, azaz, ha egy korábbi kritérium nem teljesül, akkor a következő még biztosan nem tud működni.¹⁶ E négy képesség közül kettőt – elvben – már az általános iskola alsó tagozatán elsajátítják a diákok (eltekintve persze a különleges szakszavaktól), az első magasabb absztrakciós szintet feltételező készség az algoritmizálás. Az algoritmus „olyan konkrétan meghatározott véges sok művelet sorrendje, amelyek végrehajtása elvezet a feladat (a probléma) megoldásához.”¹⁷ Ez alapján, mivel műveletek végzéséről van szó, így elvben semmilyen algoritmus nem érthető meg a konkrét műveleti szakasz előtt, ahogy azt előzetesen feltételeztük. Mivel a konkrét műveleti szakaszban

a gyermek már képes mentális műveletek elvégzésére, azaz arra, hogy tárgyakat, cselekvéseket, folyamatokat fejben csoportosítson, sorba rendezzen úgy, hogy a mentális reprezentációkon végzett változtatásokon ne valódi átalakításként kezelje¹⁸, az algoritmizálás alapjainak elsajátítása már ebben a korban nem ütközik elvi akadályba. Kérdéses persze ekkor még, hogy az algoritmikus gondolkodás kompetencia mely szintjére juthat el a konkrét műveleti szakasz során a diák, és ez elegendő-e az Arduino programozási alapjainak megértéséhez. Ennek felméréséhez az algoritmikus gondolkodás szintjeit tekintjük át, Zsakó László és Szlávi Péter munkája alapján¹⁹.

1. Algoritmus, tevékenységsorozat felismerése, megértése
2. Algoritmus végrehajtása
3. Algoritmus elemzése
4. Algoritmus alkotása
5. Algoritmus megvalósítása (konkrét programozás)
6. Algoritmus módosítása, átalakítása
7. Komplex algoritmus tervezése

Az algoritmikus gondolkodás képességének ilyen rendszerű felosztása alkalmat ad a diákok tudásszintjének besorolására is, így ennek felhasználását érdemes meggondolni a tesztelési módszerek terén is.

Látható, hogy a fenti beszíntezés „algoritmus megvalósítása” pontja már részét képezheti a programozás 4. előfeltételének (kódolási készségek) is. Azt gondolom, hogy az Arduino sikeres használatához legalább erre a szintre el kell jutni. Ez egy általános programozási nyelv használata esetén már feltétlen teljesen a virtuális térben működik, így feltétlen absztrakt, azaz formális műveletnek minősíthető. Az Arduino esetén azonban a rendszer tényleges kapcsolatban áll a valós, konkrét világgal, a számítógépbe táplált absztrakt kódsorok végül a próbapanelen realitást kapnak.

Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy az Arduino használata jó ugródeszka lehet a konkrét műveleti szakasz vége felé járó diákok számára, hogy e konkrét műveletektől lassan elmozdulhassanak a formális, magasabb szintű műveletek felé. Ez a meggondolás főleg azért tűnhet jogosnak, mert a Piaget elméletét követő újabb kutatások kimutatták sok esetben, hogy a gyerekek az elmélet által jósoltnál sokszor többre képesek²⁰.

Összefoglalva tehát, az elvi meggondolások alapján az Arduino teljesértékű használatát 7. osztálytól kezdve tartom reálisnak, de megfelelő csoport esetén alapszinten, könnyített tematikával fiatalabb korosztállyal is használható a rendszer.

2.6.2 A projektmódszer

Mivel céljainkkal és lehetőségeinkkel az esett legjobban egybe a projektmódszert választottuk pedagógiai munkánk alapjául.

A projektmódszer kidolgozója John Dewey, aki a 19. század változásaira reagálva, az akkori gyakorlattal szakítva iskolájában a valóságos tevékenységekre, tapasztalatra helyezte a hangsúlyt. Célja az otthon, és az iskola közti szakadék áthidalása, csökkentése.²¹

Dewey pedagógiáját sokan használták fel sikeresen a későbbiekben, és sok publikáció született a témában. Ennek fényében nem meglepő, hogy a projektmódszer meghatározása nem egyértelmű, több elemeiben hasonló definíció létezik. M. Nádasi Mária a következőképp foglalja össze a projektmódszer lényegét: „valamely összetett, komplex, gyakran a mindennapi életből származó téma, a téma feldolgozásához kapcsolódó célok, feladatok, meghatározása, a munkamenet és az eredmények megtervezése, az eredmények reprezentálása.”²²

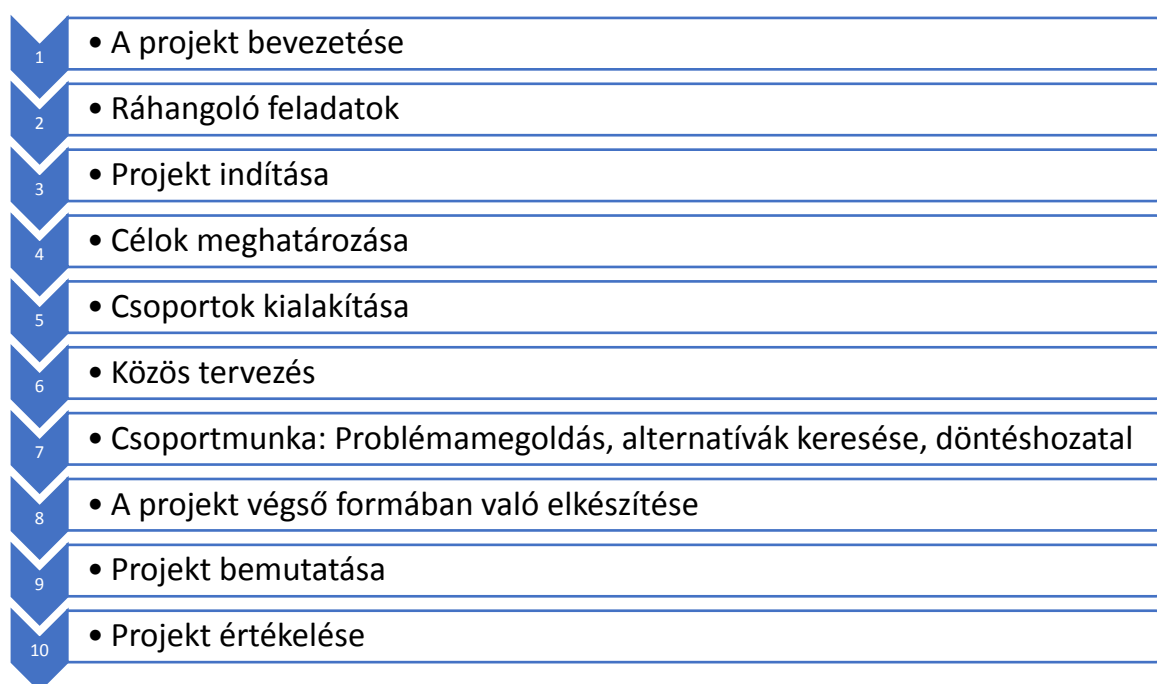
Ez alapvetően jól leírja a projektmódszer lényegét, folyamatát, azonban ez alapján nehéz ellenőrizni azt, hogy egy adott program ténylegesen projektmódszerrel zajlik-e vagy sem. Ezért, és a projektmódszer lényegi megváltozásától tartva J. Bastian és H. Gudjons tíz kritériumot állít fel a projektmódszer meghatározására:

1. Szituatív tanítási-tanulási forma
2. A résztvevők érdeklődésének megfelelő témaválasztás
3. Önszervezés, önálló felelősségvállalás
4. A projekt a társadalmi gyakorlat részét képezi
5. Célirányos tervezés, és cselekedet
6. Produktum-orientált
7. Valamennyi érzékszerv bevonása
8. Szociális tanulási forma
9. Interdiszciplináris tanulási forma
10. A tanítási folyamattal, a curriculummal érintkezik²³

E szerint a projektmódszer során egy a diákok érdeklődésének megfelelően, a való életből beemelt, interdiszciplináris probléma feldolgozása történik, a diákok kollaboratív munkája és önálló felelősségvállalása mellett, egy való életben is hasznosítható produktum létrehozása érdekében.

A fenti kritériumok alapvetően ma is érvényesek, és megszabják a projektmódszer adta lehetőségeket és határokat, azonban gyorsan változó világunkban a társadalmi igények átalakulásával a fókuszok eltolódhatnak, illetve szükségessé válhatnak alapvető változtatások. Ezen fókuszok megkeresésére és a tanítási-tanulási folyamat megújítására készített az ITL és a Microsoft egy nagyszabású kutatást, melyben azt vizsgálták, hogy a munka világában mely

képességek, kompetenciák legkeresettebbek, így mely képességeket érdemes leginkább fejleszteni az iskolai nevelő-oktató munka során. Ez alapján hat 21. századi képességet azonosítottak, melyek az együttműködés (collaboration), tudásépítés (knowledge construction), az önszabályozás (self-regulation), valós problémamegoldás és innováció (real-world problem-solving and innovation), az IKT használata (use of ICT for learning), és a „képzett kommunikáció” (skilled communication)²⁴. A kutatás során létrehoztak egy – a mindennapi tanítási gyakorlatban is jól használható – kódolási rendszert, mellyel könnyedén meghatározható, hogy egy tanítási folyamat, vagy projekt mennyire felel meg a 21. századi elvárásoknak. Az esettanulmányok leírásánál olvasható, hogy az adott projekt ebben a kódolási rendszerben milyen pontszámokat ért el, azaz mennyire mondható az 21. századi pedagógiai projektnak. A fenti elvek alapján a pedagógiai projektek alapvető felépítése felírható.



3. ábra: A projekt fázisai²⁵

Mind a szakkörök, mind pedig a projekthét során törekedtünk ezeket a fázisokat követni, kisebb módosításokkal, az adott szituációra alakítva azokat.

3 Kutatási módszerek

3.1 A tudásépítés/átadás hatékonyságának tesztelése

A tudásbeli hozzáadott érték mérésének gondolata a második eset (német csereprogramon alapuló projekthét) kapcsán merült fel először. A cél annak felmérése, hogy metodikánk mennyire sikeres céljaink elérésében a tudáselemek átadása terén. A tesztelés fejlődését az egyes esettanulmányok leírásában mutatom be, míg a jelenleg legjobbnak tartott tesztelési rendszert a dolgozat végén tekinthetjük át.

Az alábbiakban a tesztelés legújabb, eddig ki nem próbált verzióját mutatom be, a korábbi tesztelési módszert, valamint annak hiányosságait és fejlesztési lehetőségeit az esettanulmányoknál mutatom be.

A tesztelés módszerként továbbra is a pre-post-follow up metodikát tartjuk megfelelőnek, mert egyaránt szeretnénk mérni programjaink rövid és hosszútávú hatásait. A pre tesztre a projekt első alkalmának elején kerül sor, célja annak felmérése, hogy a diákok milyen szintről indulnak, mennyi hozott tudással rendelkeznek, valamint, hogy ez különbözik-e szignifikánsan az átlagtól, azaz, hogy mérésünk reprezentatívnak tekinthető-e a magyarországi átlag viszonylatában.

A post teszt megírására a projektzárás alkalmával kerül sor. A poszt teszt ugyanolyan, vagy hasonló kérdéseket tartalmaz, mint a pre teszt. A poszt teszt adatai alapján állapítjuk meg, hogy sikerült-e a tervezett mértékben növelni a diákok tudását.

A follow up tesztre körülbelül félévvel a projektzárás után kerül sor, feladata a hosszútávú hatások vizsgálata. A follow up teszt kérdései vagy megegyeznek, vagy nagyon hasonlóak a pre teszt kérdéseivel.

A diákok tudásszintjét a Bloom taxonómia segítségével határozzuk meg²⁶.

A 4. ábra felülvizsgált Bloom taxonómia tudásszintjeit mutatja. Jól megszerkesztett dolgozat segítségével meghatározható, hogy egy diák az adott tudásanyagot milyen szinten sajátította el. Ez is egy igen fontos visszajelzés lehet a diákok számára is.



4. ábra: A felülvizsgált Bloom taxonómia hierarchikus tudásszintjei

A 2. táblázat a tudásszinteket, azok meghatározását²⁷, valamint a hozzájuk rendelhető kérdéstípusokat mutatja.

2. táblázat: Tudásszintek és kérdéstípusok

Tudásszint	Meghatározás	Kérdéstípusok
Emlékezés	„A releváns tudás visszanyerése, felismerése és visszahívása a hosszú távú memóriából.”	Definiálja..., Sorolja fel...,
Értelmezés	„A szóbeli, írásbeli és grafikus üzenetek értelmezésének megalkotása, példázáson, osztályozáson, összegzésen, következtetések levonásán, összehasonlításán és magyarázaton keresztül.”	Osztályozza..., Írja le..., Fejtse ki..., Azonosítsa..., Válassza ki...,

Alkalmazás	„Egy művelet kivitelezése vagy használata végrehajtás vagy megvalósítás során.	Alkalmazza..., Oldja meg..., Mutassa be..., Magyarázza meg..., Foglalja össze..., Vázolja fel...,
Elemzés	„Az anyag felosztása alkotórészekre, annak meghatározása, hogy az alkotórészek hogy kapcsolódnak egymáshoz, és egy átfogó rendszerhez vagy célhoz, megkülönböztetésen, rendszerezésen, és jellemzésen keresztül.”	Rendszerezze..., Mutassa be a kapcsolatot..., Hasonlítsa össze..., Mutassa be a különbséget..., Vizsgálja meg..., Kísérleten keresztül...,
Értékelés	„Döntéshozatal vagy vélemény kialakítása kritériumok és sztemderdek alapján, ellenőrzésen és kritikán keresztül.”	Becsülje meg..., Érveljen..., Ítéld meg..., Támassza alá..., Értékelje..., Fogalmazzon meg kritikát..., Mérlegelje...,
Alkotás	„Az elemek összeállítása egy koherens és működő egészé; az elemek újrendszerezése egy új mintázatba vagy struktúrába létrehozáson, tervezésen vagy előállításán keresztül.”	Tervezzen..., Készítsen..., Vonjon le következtetést..., Fejlessze..., Fogalmazzon meg szabályt...,

Az informatikai tudás beszíntezésének másik lehetőségeként az algoritmikus gondolkodás hét szintjét is megemlítiük, melyet korábban részletesebben bemutattam.

Ez alapján, ha mind az elektronika, mind pedig az informatika témakörben szeretnénk mérni a diákok tudását minden szinten, akkor a teszteknek minimum 12 kérdésből állónak kell lennie, de ideálisabb a kiértékelés szempontjából, ha mindkét témakörben minden tudásszinthez két kérdés tartozik, azaz legalább 24 kérdéses tesztek állítunk össze. Ez a diákok számára megterhelő lehet, különösen abban az esetben, ha már valamely alacsonyabb tudásszintet sem tudnak teljesíteni. Ezt a frusztrációt elkerülendő vetődött fel további fejlesztési lehetőségként egy számítógépes teszt lehetősége, mely további kutató-fejlesztő munkánk fontos részét képezheti.

3.2 Elégedettség tesztelése

A diákok elégedettségét reakcióikból folyamatosan monitorozhatjuk. A tanulói elégedettség írásbeli tesztelésének ötlete szintén a második projekt során merült fel először, bár itt még alapszínt. A tanulók elégedettségét a post tesztben feltett két kérdéssel mértük fel itt. A jelenlegi, és jövőbeli projekteknél a tudásméréstől teljesen független, több kérdést tartalmazó kérdőívet alkalmazunk, melytől összehasonlítható, statisztikai mérésekre felhasználható eredményeket várunk.

A kérdőív alapját, a korábban bemutatott Arduino alapú nyári táborok elégedettségmérő kérdőívek képezik. Ezen kérdőívek szerepe legnagyobb részben a természet-, és műszaki tudományok népszerűsítésére irányuló célunk teljesülésének vizsgálata.

A kérdőív három részből tevődik össze:

1. Általános elégedettség, a facilitátor(ok) valamint a háttér értékelése (1-10-ig terjedő skála)
2. Az Arduino használatának, és a feladatok értékelése (1-5-ig terjedő skála)
3. Véleménykérés a programról (kifejtendő válaszok)

Az egyes részekhez tartozó kérdéseket a 3. táblázat: Az elégedettség mérésére szolgáló kérdőív tervezett kérdései tartalmazza.

3. táblázat: Az elégedettség mérésére szolgáló kérdőív tervezett kérdései²⁸

1. rész	
1.	Általánosságban hogyan értékelnéd a szakkörön/projekthéten tapasztaltakat?
2.	Hogy értékelnéd általánosságban a koordinátor(ok) munkáját?
3.	A koordinátor(ok) közvetlenek voltak, és szívesen fogadtak.
4.	A projekthét/szakkör ütemezése megfelelő volt.
5.	Az ételek megfelelőek voltak. (Szakköri projekt esetén irreleváns.)
6.	A tananyag érdekes volt, és új dolgokat tartalmazott.
7.	Az elméleti leckék alkalmazhatók a projektre és a feladatok megoldására.
8.	A koordinátorok lelkesítők voltak, és könnyű volt megérteni őket.
9.	Hogyan értékelnéd a lehetőségeidet és tapasztalataidat?
2. rész	
1.	A hét/szakkör során végzett tevékenységek megfelelték vagy meghaladták a projekthétre/szakkörre vonatkozó elvárásaimat.
2.	A feladatlapok elegendő információt adtak a kísérletek elvégzéséhez.
3.	A projekthét/szakkör során végzett kísérletek érdekesek voltak, és kihívást jelentettek számomra.
4.	A foglalkozások ütemezése jó egyensúlyt tartott a strukturált idő és a projektekre fordítható idő között.
5.	Az elméleti bemutatók javították az elektronikai eszközökkel és programozással kapcsolatos koncepcióimat.
6.	A csoportos bemutató lehetőséget adott nekem munkám eredményének bemutatására egy közönség előtt.
7.	Jobban érdeklődöm a projekthét/szakkör következtében a villamosmérnöki és számítástechnikai területek, mint előtte.
8.	Szívesen ajánlanám a programot másoknak.
3. rész	
1.	Egy dolog, ami a legjobban tetszett a szakkör/projekthét során.
2.	Egy dolog, ami a legkevésbé tetszett a szakkör/projekthét során.
3.	Egy dolog, amit szeretnél, ha jobban működött volna a szakkör/projekthét során.
4.	Egy elfoglaltság, mellyel több időt szeretnél volna eltölteni a program során.
5.	Egy elfoglaltság, mellyel kevesebb időt szeretnél volna eltölteni a program során.
6.	Ha egy dolgot változtathatnánk, a program jobbá tétele érdekében az lenne, hogy...
7.	Egyéb megjegyzések, észrevételek:

3.3 Esettanulmányok

A kutatás kezdetén az esettanulmányok megírása tűnt az egyetlen működőképes módszernek munkánk dokumentálására. Bár azóta sok fejlesztés történt ezen a téren, továbbra is fontosnak tartom a projektek során összegyűjtött tapasztalatok tanulmány-szerű összefoglalását.

4 Az első szakköri projekt tapasztalatai

Az első projektre a Német Nemzetiségi Gimnáziumban került sor, egy szakkör keretén belül, önkéntes jelentkezők részvételével. A résztvevők mindegyike fokozottan érdeklődik a fizika iránt, legtöbbjük fakultációként választotta a tárgyat. A csoport létszáma a projekt kezdetén 9 fő volt, ami ideális létszámnak tekinthető.

Látható tehát, hogy a feltételek ebben az esetben minden szempontból ideálisak voltak, így a szakköri tematika is magasabb szintű ismereteket, absztraktabb tudáselemeket tartalmaz. Természetesen ezt a tematikát egy kevésbé felkészült csoport esetén nehézkes lenne alkalmazni, így terveztünk kidolgozni egy, könnyített, tudáselemeiben inkább a tanórai anyagot követő tematikát is.

Ebben az esetben még nem történt tesztelés, így az eredmények kizárólag a diákok által elkészített projektmunkákban, valamint a diákok visszajelzéseiben nyilvánultak meg. Fontos visszajelzés volt, hogy az eredetileg kilenc fős csoportból végső (és ebben az esetben egyelőre egyéni) projektet csak négyen készítettek. A lemorzsolódás akkor történt meg, amikor a „bevezető” és a „ráhangoló” fázisok után, a tényleges projekt kivitelezésére tértünk rá. Feltevésem szerint ez azért történt így, mert az egyéni projektek kivitelezése sokkal több munkát követelt, valamint a projektekre való rátérés után már a foglalkozások is csak ezekről szóltak, teljesen megváltozott az addig megszokott (és alább bemutatott) rend. Ez legfőképp azért tehetett hátrányos hatást, mert megvonta a diákoktól a folyamatos (vagy legalábbis hetente érkező) sikerélményt, amit a szenzorok és egyéb eszközök alapvető alkalmazásai jelentettek. Ennek a hibának orvoslására a második szakköri projektben (mely ez év szeptemberében indult, ld. később) már tettünk lépéseket.

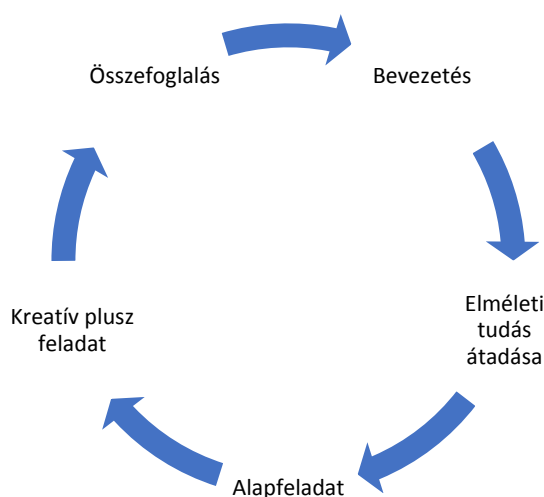
A projekt során hatékonyságunkat ugyan nem teszteltük, de az elkészült pályaművek, és a tanulók visszajelzései, valamint az alapján, hogy többen jelentkeztek közülük az idei szakkörre is, alapvetően sikeresnek tekinthetjük az első szakköri projektet.

4.1 Konceptió

Ebben, az első szakköri projektben került megalapozásra a szakköri alkalmak menete, valamint a teljes szakkör alaptematikája. Nagyon fontosnak tartottuk már ekkor is, hogy a felhasználás mellett az egyes alkatrészek fizikai működésének bemutatása is megtörténjen, a korosztálynak megfelelő szinten. Az elméleti tudás átadásakor már itt is törekedtünk arra, hogy a frontális munkaformát csak akkor alkalmazzuk, amikor feltétlen szükséges, és itt is nagyobb

szerepet kaphasson a diákok egyéni vagy közös munkája. E mellett az első koncepciónak is fontos eleme volt már a „kreatív plusz feladat”. Ez azt jelentette, hogy az elméleti bevezető, és az „alapfeladat” (mely általában recept-szerűen, feladatlapon jelent meg) megoldása után, a diákoknak az alapfeladat során, és az addig összegyűjtött tudásuk segítségével valami új alkalmazást kellett létrehozniuk. Fontos volt az is, hogy az alapfeladat leírása, mely az alap programkódot is tartalmazta elemzés, és a parancsok működésének megértése céljából, mindig csak papíralapon jelent meg, hogy elkerüljük a programkód „copy-paste” típusú, megértést mellőző elkészülését.

Az első alkalmak a ráhangolódást, illetve a szükséges tudás megszerzésére irányultak, a későbbi lépésekben annyi különbség volt az általános projektmenettől, hogy nem alkottunk csapatokat, mindenki egyéni projektet készített.



5. ábra: A szakköri alkalmak menete

4.2 Tematika

4. táblázat: Az első szakköri projekt tematikája

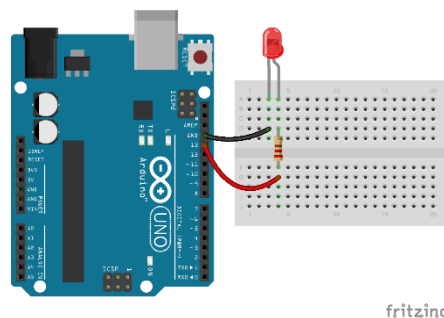
Téma	Alapfeladat	Plusz feladat
1. LED-ek	Villogó LED	Két villogó LED, felváltva villogó LED-ek
2. Mozgásérzékelő	A mozgásérzékelő programozása	Mozgásérzékelős lámpa
3. LED-ek	Pulzálva villogó LED	Gyorsulva pulzáló LED
4. RGB-LED, színkeverés	Alapszínek villogtatása felváltva	Kevert színek villogtatása, pulzáló RGB-LED
5. Fotoellenállás	Alkonykapcsoló	Mozgásérzékelős alkonykapcsoló
6. Tranzisztorok	Nagyobb áram vezérlése	Tranzisztoros motorvezérlés
7. Cseppszensor	Esőjelző	Automata ablaktörlőmotor

8. Ultrahangos távolságmérés	Távolságmérő szenzor működtetése	Lejtőn guruló kiskocsi s-t grafikonjának felvétele
9. Egyéni projektmunka	Egyéni, facilitált munka a szabadon választott projekteken.	
10. Egyéni projektmunka	Egyéni, facilitált munka a szabadon választott projekteken.	
11. Projektzárás	Projektek bemutatása	

Ahogy a tematika is mutatja, az első projektben még csak 10-11 alkalommal számoltunk, a szakköri foglalkozások novembertől márciusig tartottak csupán. Mivel diákok lelkesedése, és az Arduino alkalmazási lehetőségei lehetővé teszik, idén már egész éves szakköri tematikában gondolkodtunk.

Az Arduino használatának, és az áramkörépítés ismereteinek egyaránt talán a legegyszerűbb példája a LED-ek vezérlése, így ez jelentette a kiindulási feladatot a diákok számára. Első látásra nem tűnik nagy feladatnak azonban ez a pont igen sok háttérinformáció megértését követeli meg a diákoktól. Észrevételeink szerint első alkalommal az áramkör összeállítása is gondot okoz a tanulóknak. A programozás alapjainak megértése pedig nagy lépés még azoknak is, akik már a formális műveletek szakaszában járnak, azoknak pedig akiknek ez a szakkör a dobantó ehhez a szinthez, különösen nehéz lehet. Szerencsére az – eddigi tapasztalataim szerint – mindig nagy motiváló erő volt a diákoknak, amikor elsőre sikerült működésre bírni a LED-et. Talán sokaknak ez adott löketet ahhoz, hogy folytassák a munkát.

A későbbiekben lassan egyre bonyolultabb programozási és elektronikai feladatok megoldására is képesek voltak már a szakkör résztvevői. Ahhoz, hogy a diákok eljussanak arra a szintre, hogy a későbbiekben bemutatott projektmunkáikat létrehozzák, sok kis előkészítő lépést meg kellett tennünk. A folyamatot a szakkör egyik résztvevője által létrehozott egy mozgásérzékelős, távirányított riasztó rendszer példáján mutatom be.



fritzing

6. ábra: Az első feladatban szereplő áramkör

A rendszer összeállítása megkövetelte a mozgásérzékelő valamint a távirányító párhuzamos kezelését, valamint a visszajelzéshez az RGB LED valamint a hangszóró vezérlését.

Programozási szempontból a kód megalkotásához az if struktúra stabil, legalább alkalmazás szintű ismeretére volt szükség.

Mivel a LED programozása után az RGB LED szintén a szakköri tematika részét képezte, önmagában ez nem okozott problémát, mire a szakkör végéhez értünk, ez már rutinfeladatnak számított.

```
void loop() {
  ertek=digitalRead(mozi);
  if(ertek == HIGH)
  {valt=1;}
  if(val == 1)
  {
    analogWrite(piros,255);
    analogWrite(kek,0);
    analogWrite(hang,250);
    delay(400);
    analogWrite(piros,0);
    analogWrite(kek,220);
    analogWrite(hang,120);
    delay(400);
  }
  if (irrecv.decode(&results))
  {
    Serial.println(string);
    delay(500);
    string += String(results.value);
    //Serial.println(results.value, DEC);
    if (string==String("16724175167241751671805516743045"))

```

7. ábra: Márton riasztójának programkódrészlete

A következő kis lépés, amit meg kellett tenni, a mozgásérzékelő működésének, bekötésének és programozásának elsajátítása. Ez a szenzor által szolgáltatott jel beolvasásán túl már feltételezte az „If” struktúra felhasználását, illetve ezen a ponton a változók használata is kikerülhetlenné vált, ami véleményem szerint sok diák számára nehézséget okoz. Azt vettem észre már ebben a projektben is, és ez később még inkább megerősítést nyert, hogy a diákok többsége a programozásban szereplő *változókat* azonosítja a matematikai egyenletekben megjelenő ismeretlenekkel. Ebben a kontextusban igen nehéz lehet megérteni például a

$$valtozo = valtozo + 1;$$

műveletet.

A riasztórendszer legbonyolultabb eleme a távirányító volt, ami nem is képezte a szakköri tematika részét, így az külön utánajárást követelt meg Mártontól. Az infravörös szenzor bekötése nem túlságosan bonyolult, ám programozás szempontjából több buktatót is tartalmaz. Az egyik legfontosabb új ismeret, a könyvtárak használata, mely eddig nem használt függvények, parancsok sokasága előtt nyitja meg a kaput.

Végül fontos megjegyezni, hogy a projektmunka összeállításához nem elegendő ezen ismereteket birtokolni, a kész programkód létrehozása ezen komponensek összehangolt munkáját igényli, ami nem kis feladat.

A projektzárás alkalmával megtartott minikonferencia végén, melyen az alsóbb évfolyamok diákjai vettek részt, az egyéni projektmunkát elkészítők oklevelet kaptak.

4.3 Eredmények

Mint azt fent kifejtettem, ebben az esetben még semmilyen tesztelés nem történt, így a projekt eredményeként az elkészült munkákat mutatom be.

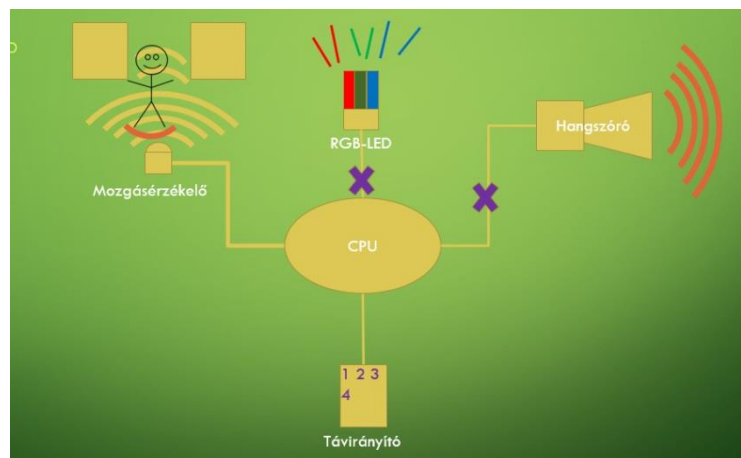
A kész projektmunkák sokszínűsége megerősített abban, hogy ez a rendszer a kreativitás fejlesztésére igen hasznos, ám mivel egyénileg készítették a diákok, sok olyan készséget, kompetenciát nem fejlesztett igazán, melynek fejlesztése a 21. századi projektmunkának célja kell legyen. A végső egyéni projektmunkát négy diák készítette el, ezeket az alsóbb éveseknek tartott rövid előadás keretében mutatták be rövid prezentációk keretében. Az alábbiakban a négy projektmunka, valamint a prezentációk rövid leírása következik (a személyiségi jogok védelme érdekében hamis neveket használok).



8. ábra: A kiosztott oklevelek sablonja

4.3.1 Mozgásérzékelős riasztó rendszer

Márton projektje egy távirányítóval élesíthető és kikapcsolható, mozgásérzékelős riasztó volt, mely a riasztási eseményt hang és fényjelzéssel jelezte, a helyes kód beírását pedig szintén fényjelzéssel nyugtázta. Programozás szempontjából nagy kihívást jelentett a távirányító helyes programozása. A többi alkatrész esetén ez nem jelentett problémát, hisz mindegyiket használtuk már korábban a szakkör során.



9. ábra: A riasztó felépítésének blokkdiagramja

A riasztó felépítésének blokkdiagramja (Márton prezentációja alapján) az ábrán látható. Az áramkör felépítésénél szintén csak az infravörös érzékelő számított újnak, de ez sem okozott problémát. A riasztórendszer a bemutatás alkalmával is kitűnően működött.

4.3.2 Zenedoboz

Anna egy olyan zenedobozt készített, mely egy 4x4-es nyomógombmátrix beolvasott adatai alapján játszott le különböző, előre beprogramozott zeneszámokat (mint a Boci boci tarka, vagy az Örömóda). Az eredeti terv szerint a rendszer távirányítóval működött volna, azonban valamiért a távirányításhoz szükséges IRRemote.h könyvtár nem működött együtt a zenei hangok megszólaltatásához szükséges könyvtárral.

A rendszer összeállítása az Arduino alaplap mellett

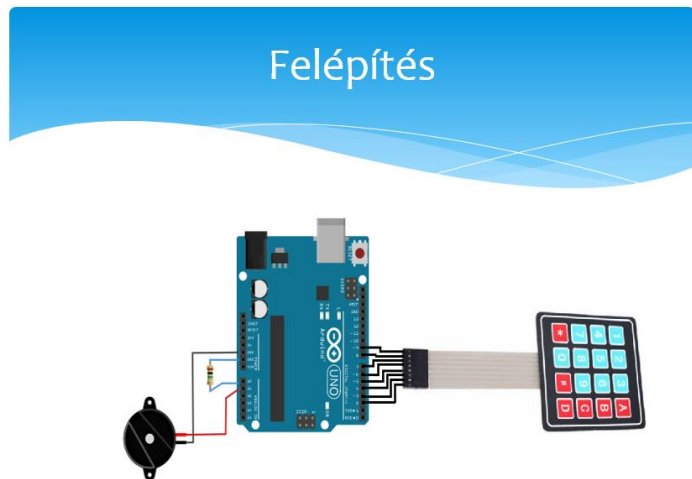
nyomógombmátrixból, a piezoelektromos hangszóróból állt, melyek bekötését az ábra mutatja, a projektet bemutató Anna prezentációjából. Az összeállítás programozás szempontjából két párhuzamosan megoldandó feladatot rejt. Ezek a nyomógombmátrix lenyomott gombjának azonosítása, valamint a zene hangonkénti lejátszása. Anna mindkét akadályt jól vette, a bemutatás alkalmára egy működő, több zenét tartalmazó zenedobozzal rendelkezett.

A zenedoboz azonban, ami korábban tökéletesen működött, a bemutatáson sajnos hibát jelzett, így ott nem csendültek fel a dallamok. Ennek ellenére a prezentáció jól sikerült.

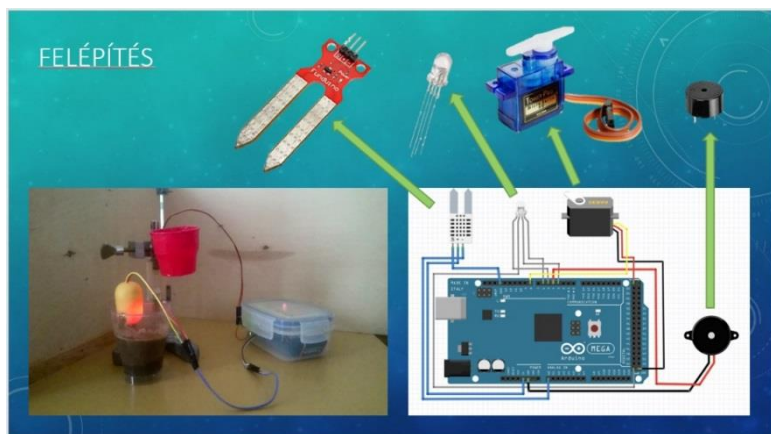
4.3.3 Automata öntözőrendszer

Brigi választott egyéni projektjének kivitelezése igen igényes lett. A feladat megoldása során programozási szempontból a nedvesség szenzor értékeinek kalibrálása (annak eldöntése, hogy milyen érték esetén számít a föld száraznak pl) valamint az addig nem használt szervomotor vezérlése jelentette.

Programozási nehézség szempontjából ez a projektmunka mondható a legbonyolultabbnak,



10. ábra: Anna prezentációjának egyik diája, a zenedoboz kapcsolási rajzával.



11. ábra: Brigi prezentációjának az összeállítást bemutató diája

hisz ebben szükségszerűen alkalmazásra került a for ciklus is, amire a többi projektben nem volt szükség.

Mivel a többi alkatrészt már használtuk korábban is, az áramkör felépítésénél kizárólag a szervó jelentett újdonságot, de egyéni kutatómunka segítségével Brigi ezt jól megoldotta.

4.3.4 Akadályt kikerülő autó

Áron projekt munkája ment át a legtöbb változtatáson a munka során. Ez abból adódott, hogy az autók motorjainak meghajtását alapszinten, tranzistorokkal tárgyaltuk, így ő ezekkel kezdett neki az autónak, ám hamar rájött, hogy ezekkel az irányítás nem megvalósítható, hisz a kerekek hátrafele forgása nem megoldott. Ez után megpróbálkozott azzal, hogy relék segítségével irányítsa a folyamatot, ám ez sem vezetett eredményre. Végül egyéni kutatómunka alapján H-hiddal oldotta meg az autó irányítását, melynek bekötése, és programozása is új feladat volt.

4.4 Következtetések

A projektzárás után összegeztük a jövőre mutató következtetéseket, fejlesztési lehetőségeket.

5. táblázat: Az első szakköri projekt során felmerülő problémák és azok megoldási lehetőségei

Probléma, fejlesztendő terület	Feltételezett ok	Lehetséges megoldás
A projekt második felében nagy lemorzsolódás	Motivációvesztés, az új egyszerű alkalmazások híján	A konkrét projekt munka alatt is új szenzorok egyszerű alkalmazásai
Sok esetben kétséges, hogy a diákok ténylegesen értették-e projekt munkájuk programozását	Sietség, bonyolultság, a segítség hiányosságai	Csoportos projekt munka, egymás segítségének lehetősége
A diákok fejlődéséről, és elégedettségéről nincs hiteles képünk	A tesztelés, kérdőívezés hiánya	Tudás és elégedettség mérő tesztek készítése

Az ITL Research tanulási aktivitás besorolásához kiadott ismertetője²⁹ alapján pontoztam első projektünket. Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza. Ez alapján látható, hogy sok ponton van még fejlődési lehetőség, de az alapok megfelelnek a 21. századi követelményeknek.

6. táblázat: A projekt besorolása az ITL kritériumai alapján

Kritérium	Eredmény	Indoklás
Együtműködés	1/4	A projektmunkákat egyénileg készítették a tanulók.
Tudásépítés	5/5	
Önszabályozás	1/4	Ebben a projektben még nagyban alakultak a sikeresség kritériumai, így azt a diákok nem kaphatták meg előre.
Valós problémamegoldás és innováció	4/4	A munka alapvetően problémamegoldáson alapszik, a legtöbb esetben innovatív gondolkodást kíván.
IKT használata	5/5	A diákok feladata minden esetben egy high-tech eszköz elkészítése.
Képzett kommunikáció	1/4	A diákoknak itt nem kellett a projektek kapcsán érdemi kommunikációt folytatniuk, mivel egyénileg alkották meg projektmunkáikat.

5 A német cserekapcsolaton alapuló projekthét tapasztalatai

A második programra 2017 júniusában került sor, egy német gimnáziummal (Georg Cantor Gymnasium) kialakított cserekapcsolat keretén belül. Az egy hetes intenzív együttlétből három napot töltöttek a diákok az Arduino megismerésével, és a projektmunkák kialakításával. Ebben az esetben tehát egy iskolai projekthéten is működőképes, rövidebb, egyszerűsített tematikával rendelkező lehetőséget mutatok be.

A hallei Georg Cantor Gymnasium egy matematika és természettudomány-orientált intézmény, mely szoros kapcsolatban áll a budapesti Német Nemzetiségi Gimnáziummal. Többek között az iskola jellegének megfelelő az, hogy a diákoknak viszonylag sok tapasztalatuk van tudományos projektek terén. Kollégáink a testvérgimnáziumból Anett Tuppack és Tony Stein. A kialakult szokásrendszer szerint a csereprogram során a fogadó fél szervez és biztosít mindent. Dolgozatomban tehát a csereprogram magyarországi részének programját mutatom be különös tekintettel a program szakmai részére.

A diákok feladata az volt, hogy az utolsó foglalkozásig elkészítsenek egy Arduino-vezérelt járművet, ami, ha falat észlel maga előtt, megáll, valamint fény, vagy hangjelzést ad.

5.1 Konceptió

A program során három napon, napi körülbelül négy órában foglalkoztak a diákok az Arduino használatával. Ezeken a napokon délelőtt kerültek sorra a foglalkozások, majd egy közös ebéd után különböző programok várták a diákokat (laborlátogatás az ELTE-n, városismereti vetélkedő a budai várban, hajókirándulás a Dunán és a Parlament meglátogatása). A csereprogram menetét a 7. táblázat mutatja.

7. táblázat: A csereprogram tervezete

Idő	Esemény	Megjegyzés
1. nap		
18:00	Érkezés, elszállásolás, vacsora a családoknál	
2. nap		
8:15-8:45	Pre teszt	
8:45-9:15	Ismerkedés az Arduinoval	Előadás, demonstráció
9:15-10:00	LED-ek kezelése	Alapfeladat, papíron olvasható segítséggel
10:20-11:00	Jelzőlámpa elkészítése	Önálló, kreatív feladat, pármunkában
11:00-11:30	Rendőrségi sziréna készítése, állapot-kiíratás	Önálló, kreatív feladat, pármunkában
11:30-12:00	Az ultrahangos távolságmérés fizikai alapjai	Előadás
12:00	Ebéd	
13:00	Városismereti vetélkedő a várban	
3. nap		
8:30-8:45	Kvíz, és ismételés	Kvíz, előadás, kódkirakó
8:45-9:30	Távolságmérés az Arduinoval	Önálló, kreatív feladat, pármunkában
9:45-10:15	A tranzisztor működési alapjai	Előadás, demonstráció
10:30-11:30	Motor működtetése tranzisztor segítségével.	Önálló, kreatív feladat, pármunkában
12:00-13:00	Ebéd	
13:00-14:00	Laborlátogatás	
14:00-	Sétahajózás a Dunán, Parlament	
4. nap		
8:30-8:45	Kvíz és ismételés	Kvíz, előadás
8:45-9:00	Az autómodellek összeépítése	Önálló, kreatív feladat, pármunkában
9:00-11:30	A projektautók elektronikájának és programkódjának elkészítése	Önálló, kreatív feladat, pármunkában
11:30-12:00	Az autók bemutatása	
12:00-13:00	Ebéd	
13:00-13:20	Post teszt	
14:00	Fürdő	
5. nap		
Szombat, programok a fogadó családokkal		
6. nap		
Vasárnap, programok a fogadó családokkal		
7. nap		
Projektzárás, hazaút		

A program során feldolgozott témaköröket minél kisebb, elemi tudásrészletekre, tudás-
 itemekre bontottuk, ezzel felmérve, hogy egy adott feladat milyen előzetes tudást követel meg,
 valamint mit lehet megtanulni a feladat elvégzésén keresztül. Az ábra az első foglalkozás során
 átadandó tudás-itemeket mutatja. A tudás kis részekre osztásának nagy előnye volt, hogy fény
 derült arra, hogy melyik programponthoz milyen előismeret szükséges, azaz a sorrendiség
 felállítását segítette, illetve fontos pozitívuma volt az is, hogy a tesztelés kérdéseinek
 összeállítását megkönnyítette.

9 -10h

Blinkende äußere LED + zwei LED ODER Licht und Ton

Mittwoch 07.06.2017

Foglalkozásterv

Tudásitemek

Programozási alapismeretek

Tudáselem	Mikor adjuk át?	Az item tartalma
A pinMode(); parancs alkalmazása	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	Ezzel a paranccsal deklarálható, hogy az adott számú portot ki vagy bemenetként használjuk.
A pinMode(); parancs szintaxisa	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	pinMode(<<port>>, <<OUTPUT/INPUT>>);
A digitalWrite(); parancs szintaxisa	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	digitalWrite(<<port>>, <<ÉRTÉK>>); ÉRTÉK: LOW, HIGH
A digitalWrite(); parancs alkalmazása	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	Az adott portra maximális, vagy 0 feszültséget kapcsol.
A delay(); parancs szintaxisa	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	delay(<<idő, milliszekundumban>>);
A delay(); parancs alkalmazása	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	A megadott időt várakozással tölti a program.

Elektronikai alapismeretek

Tudáselem	Mikor adjuk át?	Az item tartalma
A LED használata	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	A LED egy félvezető eszköz, mely helyes polaritással bekötve, áram hatására fényt bocsát ki.
LED áramköri jele	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	A jel felismerése, beillesztése áramkörbe.
Ellenállások	I. Nap – 9-10h – Blinkende LED	Sorba kötve ezeket az áramköri elemeket csökkenthető a feszültség

12. ábra: Az első foglalkozás során átadandó tudásitemek (részlet)

Ahogy azt a leírásban kiemelttem, a projekthét fő célja az volt, hogy egy olyan kocsit állítsanak össze a tanulók, mely akadály észlelése esetén megáll, és fény-, illetve hangjelzést ad. Alapszinten, főleg azt tekintve, hogy a diákok áramkörépítéssel és programozással kapcsolatos háttértudása igen csekély volt, ez egy igen nagyratörő cél, ilyen rövid idő alatt.

```
void loop()
{
  digitalWrite(trigger, LOW);
  delay(5);
  digitalWrite(trigger, HIGH);
  delay(10);
  digitalWrite(trigger, LOW);
  dauer = pulseIn(echo, HIGH);
  entfernung = (dauer/2) * 0.03432;
}
```

13. ábra: A távolságmérő programkódjának részlete

Az első foglalkozások (a szakköri projekthez hasonlóan) a LED programozásával, azaz a rendszer megértésének alapozásával teltek el. Ezeket az ismereteket igyekeztünk minél jobban elmélyíteni az ezt követő feladatokkal, hogy másnap, az ultrahangos távolságmérő esetén már a fizikai háttérre koncentrálhassunk.

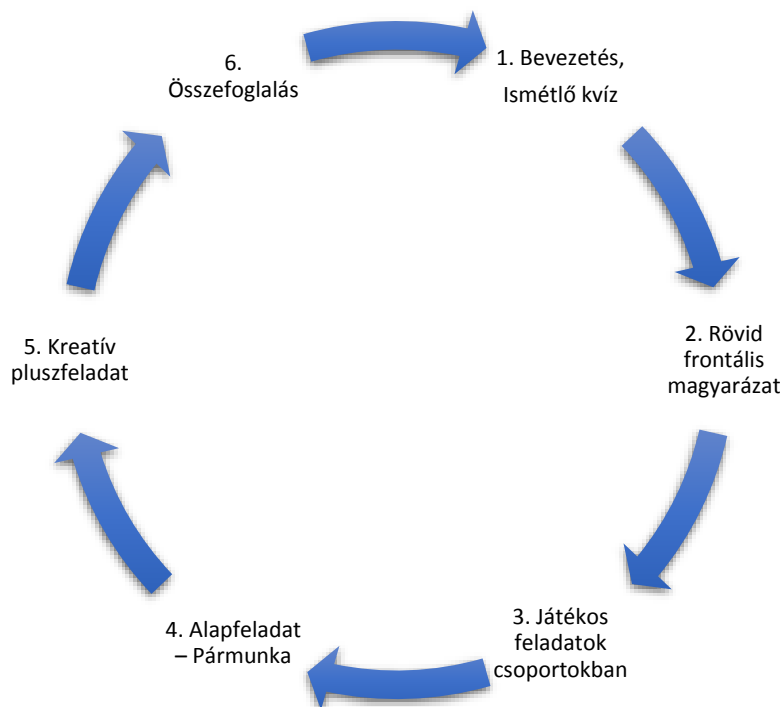
A távolságmérés programozása nagy lépés volt a diákok számára. A változók használata, és az if struktúra alkalmazásának szükségessége itt együtt jelent meg (míg, ahogy láhattuk ezekre a szakköri projekt esetén sokkal több időt szánhattunk). A kettő közül a változók használata bizonyult nehezebbnek. Itt a szakköri projekt esetén vázolt probléma mellett már az is gondot jelentett sok diáknak, hogy elfogadja, hogy betűk, vagy szavak számértékeket jelölhetnek, valamint annak az elfogadása is nehéz volt, hogy a változók értéke a programkódban változtatható, azokkal képlet-szerűen számítások végezhetők.

Elektronikai szempontból a legbonyolultabb probléma a tranzisztor bekötése volt. A tranzisztor működését csak szemléletes képekkel magyaráztuk az idő rövideje miatt. A bekötést szemléltető ábra (lásd 18. ábra: Részlet a motorvezérlés feladatsorából.) didaktikailag sajnos nem volt a legmegfelelőbb választás, hiszen nehezen fedezhető fel benne a tranzisztorhoz kapcsolódó „kisáramú” és a „nagyáramú” kör. Talán ez is hozzájárult a tranzisztorbekötéssel kapcsolatos nehézségekhez. Teszteredményeink szerint a résztvevő 29 diákból összesen hét tudta reprodukálni helyesen a tranzisztoros motorvezérlés áramkörét, és összesen hat diák tudta röviden összefoglalni, hogy mire használhatunk egy tranzisztort. Ezen az eredményen a későbbi projektekben feltétlenül javítani szükséges, és javítani szeretnénk.

A végső lépést itt is az egyes részelemek összeállítása és összehangolt programozása jelentette. Az, hogy ezt a diákok több-kevesebb segítséggel sikeresen végrehajtották, nagy teljesítmény.

Tehát összefoglalva elmondható, hogy a projektmunkák elkészülésének alapja négy témakör köré csoportosul: a LED vezérlése, az ultrahangos távolságmérés, a tranzisztoros motorvezérlés, valamint ezek programozási apparátusa.

Az egyes témakörök feldolgozásának általános menetét az alábbi ábra mutatja. Látható, hogy az első projekthez képest kisebb változtatások, bővítések történtek.

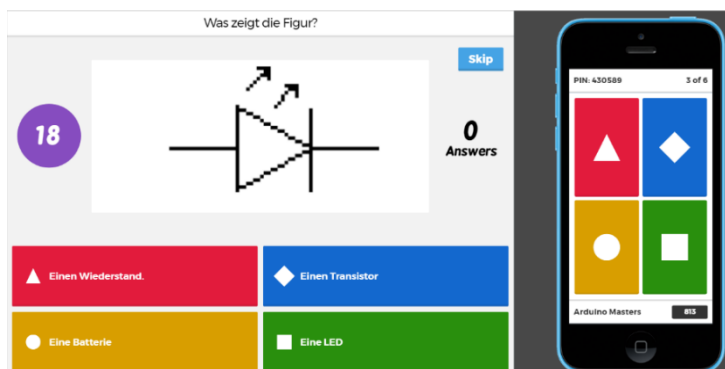


14. ábra: Az egyes foglalkozások menete

Az alábbiakban részletesebben bemutatom az egyes pontok hátterét és megfontolásait.

5.1.1 Bevezetés, ismétlés

Mivel az első esettanulmányban láthattuk, hogy az ismétlés megtámogatása egy rövid kvízzátékkal igen motiválón hatott a résztvevőkre, és a tudás felelevenítését is jól szolgálta, valamilyen módon igyekeztünk beépíteni a foglalkozásokba. A leghatékonyabbnak, és a diákok számára legmotiválóbbnak a Kahoot nevű internetes honlapon elérhető online kvízkészítő alkalmazás bizonyult.

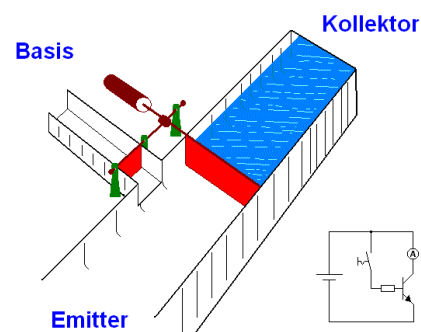


15. ábra: Ismétlő kvíz a Kahoot nevű honlapon

A motiváció mellett fontos cél volt a közösségépítés is a cserprogram jellegéből és rövidebbé adódóan. A tapasztalatok sok esetben azt mutatták, hogy a csoportos versenyhelyzetek beiktatása a folyamatba egy-két alkalommal, nagyban segítheti a közösségérzés kialakulását.

5.1.2 Rövid magyarázat

Ebben a projektben az elméleti háttér bemutatásánál igyekeztünk megtalálni az egyensúlyt a jó időkihasználás, és a minél jobb érthetőség között. Ennek érdekében a fizikai háttér bemutatása egyszerűbb modelleken keresztül történt, a fókusz hangsúlyosan az alkalmazásra került. A működési elvek nagyon alapszinten, sokszor csak szemléletes képeken keresztül kerültek bemutatásra.



16. ábra: A tranzisztor működését szemléltető animáció egy képkockája

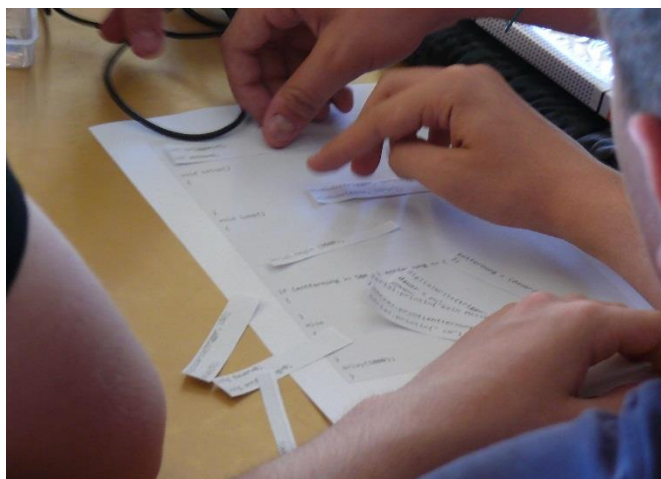
5.1.3 Játékos feladatok

A tudásanyag jobb rögzítése végett pedig a magyarázatok után játékos feladatokat végeztek csoportokban a diákok. Ilyen volt például a kódkirakó, mely során a diákok feladata az volt, hogy tegyék sorba egy szétszedett kód sorait.

5.1.4 Feladatlap

A feladatlapok a diákok önálló munkájának vezérfonalát adták, így kulcsszerepük volt a foglalkozások levezetésében. Minden feladatlap négy részből tevődött össze:

1. rész – Fizikai alapok
2. rész – Összeállítás
3. rész – Alapfeladat
4. rész – Kreatív feladat



17. ábra: A kódkirakó megoldása közben

Az első részben olyan kérdéseket foglalmaztunk meg, melyek felidéztték a diákokkal a bevezetőben elmondott információkat, illetve előfordultak olyan feladatok is, melyek kutakodást igényeltek.

Az adott összeállítás bemutatásánál törekedtem arra, hogy a mellett, hogy az áramköri jeleket elsajátítják a diákok, más források alapján is tudjanak áramkört építeni. Az alapfeladat általában kódelemzéssel kezdődik, mely során a diákok összegyűjtik a releváns parancssorok hatásait. Itt is fontosnak tartottuk, hogy ezek az információk papíralapon kerüljenek a diákokhoz, a copy-paste megoldásokat elkerülendő.

Ein·Motor¶

Wofür·kann·man·die·Transistoren·nutzen?¶

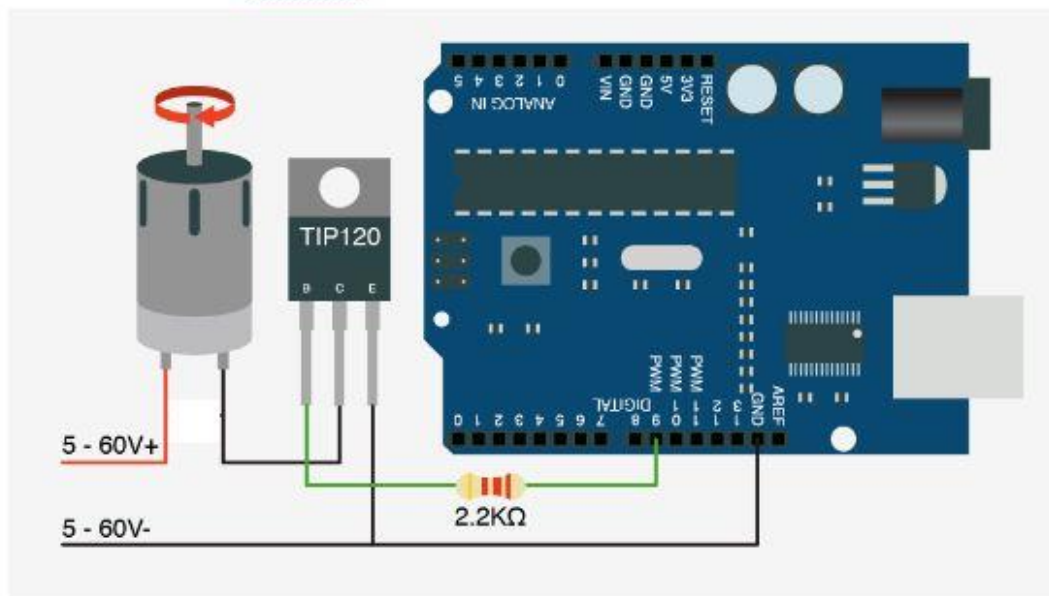
.....→¶

.....→¶

Wie·nennt·man·die·drei·Anschlüsse??¶

▪·Aufbau¶

Fertigt·den·folgenden·Stromkreis·an!¶



Wenn·ihr·fertig·seid,·meldet·euch·bitte,·um·das·zu·kontrollieren,·ob·eure·Lösung·funktionsfähig·ist!¶

18. ábra: Részlet a motorvezérlés feladatsorából.

A kreatív feladat során a tanulóknak valami új dolgot kellett készíteniük, a korábbiakban tapasztaltak alapján. Fontosnak tartottuk, hogy mind ezt, mind pedig az alapeladatot a diákok tényleg párban készítsék el, közös munka gyümölcseként. Ez azonban sokszor nehézségekbe ütközött, a diákok mélyebb ismeretségének hiánya, és eltérő tudásszintjeik miatt. Voltak olyan párok, ahol spontán jól működött a közös munka, ám sok esetben a jobban teljesítő diák végezte a munkát, míg a párja „úgyis megcsinálja” alapon csak figyelte. Ez számunkra nem kívánatos, így a jövőben a részfeladatokat is ténylegesen kollaboratívvá kell tenni.

5.2 Tesztelés

E projekt során vetődött fel először, hogy hatékonyságunkat valami módon szükséges lenne tesztelni, az általunk hozzáadott értéket valahogyan mérni kell. A felkészülés során került kidolgozásra a tesztelés alapkoncepciója, mely a jelenlegi metódus alapját is szolgáltatja.

Az eredeti tervek szerint ebben a projektben már pre-post-follow up tesztelést használtunk volna, ám sajnos a follow up teszt megírása technikailag

nem volt megoldható, így csak a pre és a post tesztek eredményeivel rendelkezünk e projekt esetén. (A pre-post-follow up tesztelés meggondolásait később, a jelenlegi tesztelési metódus kapcsán mutatom be.) A projektben a pre tesztet az első foglalkozás előtt, míg a post tesztet az utolsó foglalkozás után töltötték ki a résztvevők, a hozzáadott érték mérésének céljával.

A tesztelés e korai szakaszában a diákok teljesítményét négy tudásszinten vizsgáltuk meg, melyek a felismerés, a megnevezés, a reprodukció és az alkalmazás. A projekt lefutása után találtam rá a Bloom taxonómiára, melynek első három szintjéhez igazíthatók a fent említett tudásszintek, így az új tesztelési metódusban már az alapján dolgoztunk.

Az eredeti tesztek 10-12 kérdést tartalmaztak a fizikai és a programozási ismeretek felmérésére, a fenti négy tudásszint alapján besorolva. Az alapkoncepció szerint a pre tesztben kérdéseknek kell legyen egy párjuk a későbbi tesztekben, hogy az összehasonlítás könnyen megtörténhessen. Ez sajnos nem sikerült minden esetben teljesen, az azonos szinthez sorolt kérdések nem mindig voltak ugyanolyan nehézségűek, így az összehasonlításuk félrevezető lehet.

Az alábbi két kérdés a programozási alapismeretek témakörének felismerés tudásszintjének felmérésére készült. Az első a pre, a második a post tesztben kapott helyet. A két kérdés jó analóg párnak bizonyult, mert nehézségük nem különbözik túlzottan.



19. ábra: Az autók összeállítása

Hányszor fut le az alábbi kódban a `pinMode(8, OUTPUT);` parancs (karikázd be a megfelelő betűjelet)?

- A) Nyolcszor.
- B) Addig fut, ameddig az Arduino áramot kap.
- C) Egyszer sem.
- D) Egyszer.

```
void setup()
{
  pinMode(8, OUTPUT);
}
```

20. ábra: Pre teszt kérdés. Téma: programozás, Szint: felismerés

Mi történik, ha az alábbi kódsor lefut (karikázd be a megfelelő betűjelet)?

- A) A program a képernyőn kiírja a 7-es értéket, kis betűmérettel.
- B) A 7. portra nem kapcsol feszültséget az alaplapp.
- C) A program 7 másodpercig várakozik.
- D) A 7. portra maximális feszültséget kapcsol az alaplapp.

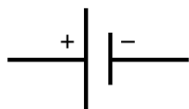
```
digitalWrite(7, LOW);
```

21. ábra: Post teszt kérdés. Téma: programozás, Szint: Felismerés

A következő ábrák különböző szintekhez tartozó kérdéseket mutatnak be. Az első esetben a diák feladata a meglévő lehetőségek közül a helyes ábra felismerése és kiválasztása, azaz a feladat a megszabott szinthez jól illeszkedik.

Melyik ábra jelöl egy tranzisztort (karikázd be a megfelelő betűjelet)?

A)



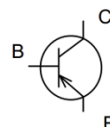
B)



C)



D)



22. ábra: Pre tesztkérdés, téma: Elektronikai alapismeretek, Szint: Felismerés

A második kérdést a „megnevezés” szinthez soroltuk be, hiszen a felismerés mellett a diák feladata az is, hogy az eszköz nevét emlékezetből felidézzé.

Mit látsz a képen?

.....

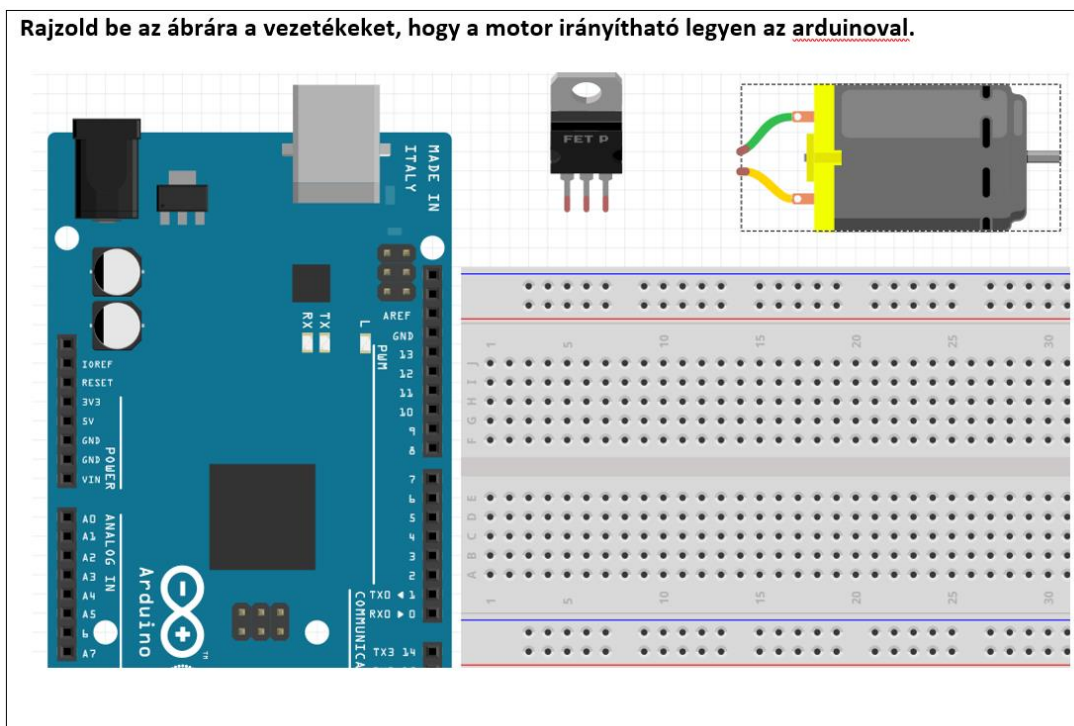
.....



23. ábra: Pre tesztkérdés, téma: Elektronikai alapismeretek, szint: Megnevezés

A harmadik bemutatásra kerülő kérdés a reprodukció szintjéhez tartozik, mivel ezt a kapcsolást az autók elkészítésekor használnia kellett a diákoknak. A kérdés jó példa arra is, hogy mennyire figyelemmel kell lenni az apró részletekre is a tesztkérdések megadása során. Ha a feladat ábráját a 18. ábra: Részlet a motorvezérlés feladatsorából. képével összehasonlítjuk, látható, hogy a motor áramellátását szolgáló telep explicit módon egyiken sincs rajta, azonban az előbbin a külső feszültségforrás jelölve van, míg az utóbbin semmilyen módon nem kapott helyet. Ez a tapasztalatok szerint igen megzavaró volt a diákok számára a teszt megoldása során.

Rajzold be az ábrára a vezetékeket, hogy a motor irányítható legyen az arduinoval.



24. ábra: Post Tesztkérdés, téma: Elektronikai alapismeretek, szint: Reprodukció

A 25. ábra: Tesztkérdés, téma: Programozás, szint: Alkalmazás egy alkalmazás szintjéhez készült kérdést mutat. Itt megjegyzem, hogy talán az alkalmazásra vonatkozó kérdések megírása jelentette a legnagyobb munkát. Az ábrán bemutatott kérdés esetén is felmerül, hogy

a kérdés vajon tényleg az ismeretek alkalmazását várja-e el, vagy csak reprodukciót. Ez azért kérdéses, mert a projekt során programoztunk villogásra LED-eket, csak más kapcsolások esetén. Tehát a diákok feladata csupán annyi volt, hogy a már ismert programkódba a helyes portszámokat helyettesítsék be.



25. ábra: Tesztkérdés, téma: Programozás, szint: Alkalmazás

Amint látható tehát, a tesztelési metódus a projekt során koránt sem működött még teljesen gördülékenyen, így sok esetben sokkal kevesebb hasznos információt lehetett kinyerni, mint az eredeti elképzelések alapján. A tesztelés első verziójának nehézségeit, és annak megoldási lehetőségeit a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat: A tesztelés problémái és azok megoldási lehetőségei

Probléma, fejlesztendő terület	Lehetséges megoldás
Túl kevés bejövő adat	Több kérdés a tesztekben minden szinthez
A pre tesztben hiányzó szintek	Minden szinthez legyen kérdés a minden tesztben
A post teszt elmaradása	Esetleg online kitölthető post teszt létrehozása
Különböző nehézségű kérdések a szinteken belül	Ugyan azok, vagy hasonló nehézségű kérdések a tesztekben.
Komplikált kiértékelés	Online teszt, a kiértékelési metódus egyes részeinek automatizálása.
A pre és a post tesztek párosíthatóságának hiánya	Jelige, vagy azonosító kód a tesztekhez a diákoknak

5.3 Eredmények

A pre és a post tesztet egyaránt 29 diák töltötte ki, melyből 14 német, és 15 magyar volt. Az, hogy a német intézmény természettudomány-orientált, a pre teszt eredményekben is láthatóan megjelent. A 16 pontos tesztet a német diákok átlagosan 70%-os (SD = 23%), a magyar diákok 29% -os (SD = 17%) eredménnyel írták meg.

A 22 pontos post teszt esetén ez az eredmény a német diákok esetén 91% (SD = 14%) míg a magyar résztvevők esetén 72% (SD = 13%). Első közelítésben elmondható, hogy a hozzáadott érték a magyar diákok esetén számottevőbb volt.

Kíváncsiak voltunk arra is, hogy a projektben résztvevő diákok mennyiben különböznek az iskola többi diákjától, így az azonos korosztályú, de a projektben részt nem vevő osztályokban megírtattuk a pre tesztet kontroll tesztként. A magyar iskolában a kontrollcsoport 29 főt, a német iskolában 10 főt számlált.

Mivel a diákok azonosítására a két tesztben nem volt módunk, ezért az eredményeket statisztikailag úgy hasonlítottuk össze, mintha két külön csoport lennének, annak ellenére, hogy ugyanazok a diákok írták meg a pre és a post tesztet. A Shapiro-Wilk teszt szerint a magyar csoport pre tesztjein nem volt normális az eloszlás, ezért ebben az esetben Mann-Whitney tesztet használtunk az adatok elemzésére, a német csoport teszteredményei viszont minden esetben normális eloszlást mutattak, így ezekre az egymintás t-próbát alkalmaztuk.

A pre tesztben a magyar kísérleti és kontroll csoport között nem volt szignifikáns eltérés ($p = 0,156$), a német minta esetében azonban szignifikáns különbség adódott a két csoport között ($p < 0,01$) és a kísérleti csoport teljesített jobban.

Hasonlóképpen teszteltük a német és a magyar kísérleti csoport pre tesztben nyújtott teljesítményét is, hogy lássuk, hogy a német és a magyar csoport előzetes tudásában fellépő különbséget. Ahogy vártuk, itt szignifikáns különbség lépett fel ($p < 0,01$) a német csoport javára.

A fő kérdésünk, hogy tudtunk-e szignifikáns növekedést elérni a diákok tudásában. Ehhez külön teszteltük, (a magyar csoportok esetén a normalitás sérülése miatt szintén Mann-Whitney tesztel) a német és a magyar csoportok pre és post teszt eredményeit.

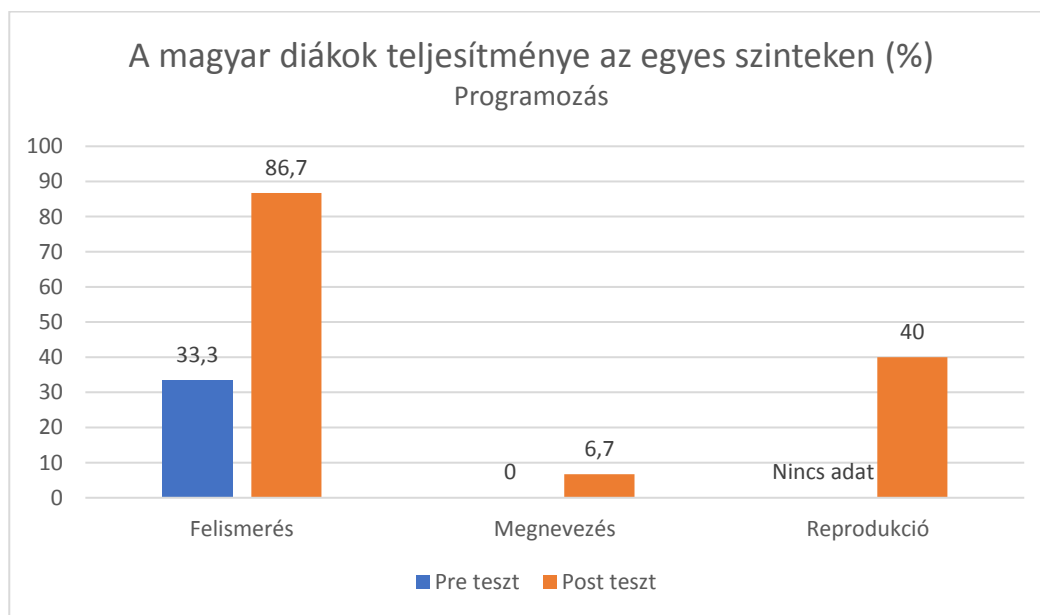
Az eredmények alapján, a magyar csoport esetén szignifikánsan jobb a post teszt teljesítmény, mint a pre tesztben ($p < 0,01$). A német csoport esetén szintén szignifikáns különbséget tapasztaltunk a pre és a post teszt eredményei között ($t(26) = -2,760$ $p = 0,010$).

Érdekes kérdésnek tartottuk még azt is, hogy a két nemzet között a post tesztben van-e eltérés. A t-próba tanúsága szerint továbbra is szignifikáns a különbség a két csoport között ($t(27) = 3,505$ $p = 0,02$).

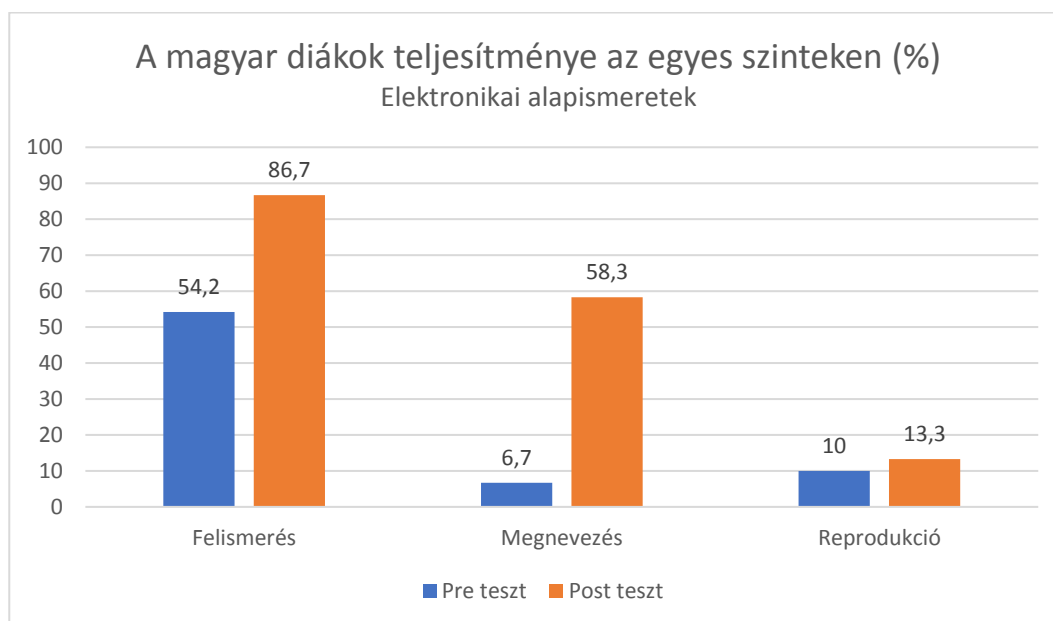
A csoportlétszámok kis különbsége miatt a magyar kísérleti csoport pre teszt eredményeinek normál eloszlástól való eltérését figyelmen kívül hagyva, a hatásnagyság meghatározása érdekében, többszemponos varianciaanalízist futtattunk le adatainkon. A nemzetiség főhatása szignifikánsnak bizonyult ($F(1, 57) = 39$ $p < 0,01$ $\eta_p^2 = 0,421$), ahogy a pre és post

teszteredmények közti különbség is ($F(1, 57) = 45$ $p < 0,01$ $\eta_p^2=0,456$). Ezek alapján mindkét változó hatása nagynak tekinthető.

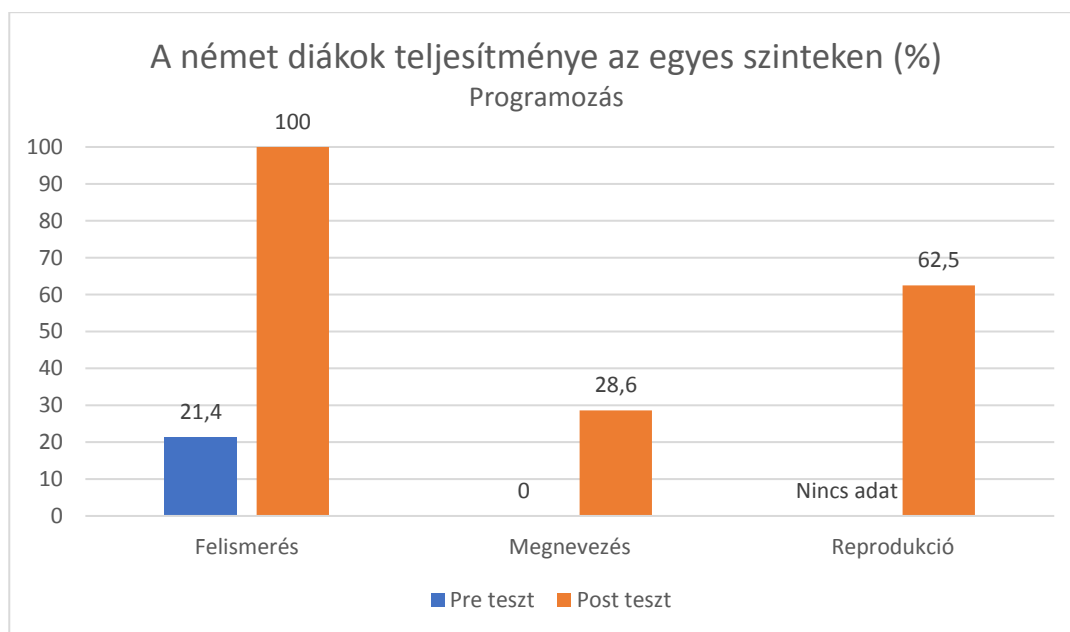
A tesztek alapján, amennyire lehetséges volt, igyekeztem az eredeti terveknek megfelelően a tudásszintekre vonatkozó információkat kinyerni. Sajnos néhány esetben már a kiértékelés vagy a dolgozat megírása során derült fény arra, hogy egy-egy kérdés eredménye nehezen kiértékelhető, számszerűsíthető, illetve olyan eset is volt, amikor rá kellett jönnöm, hogy egy adott kérdés nem azt a tudásszintet méri fel, amire terveztem. Az ábra mutatja azokat az adatokat, melyeket ennek ellenére biztonsággal ki tudtam nyerni.



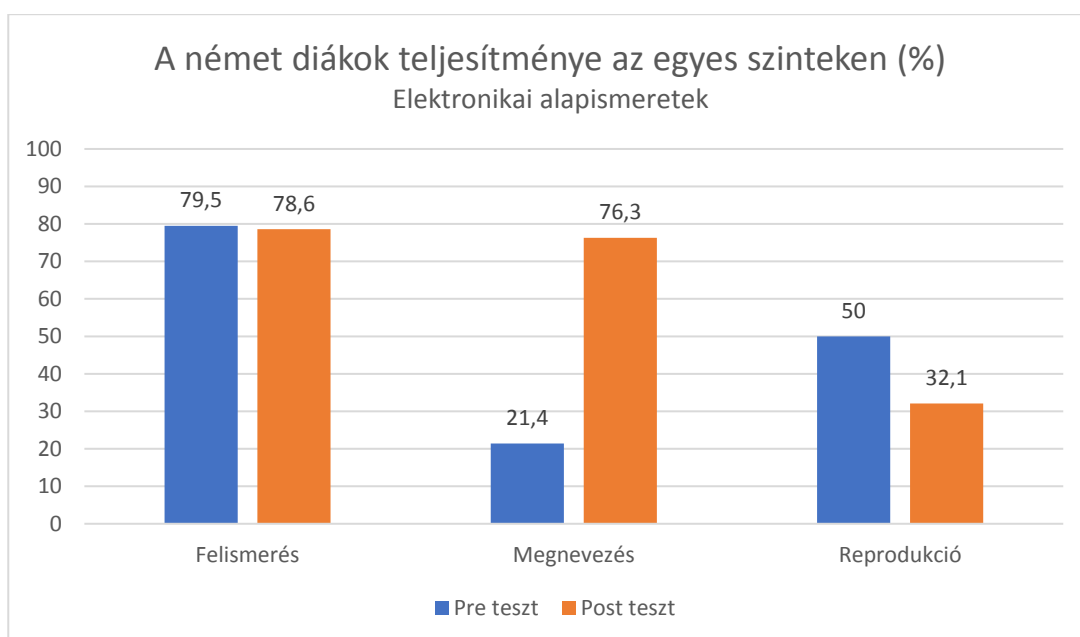
26. ábra: A magyar diákok teljesítménye a programozás témában



27. ábra: A magyar diákok teljesítménye az Elektronikai alapismeretek témában



28. ábra: A német diákok teljesítménye a Programozás témakörben



29. ábra: A német diákok teljesítménye az Elektronikai alapismeretek témakörben

5.4 Következtetések

Az eredmények interpretációja igen nehéz, a tesztelés leírásánál felsorolt problémák, hiányosságok miatt.

Összefoglalva elmondható, hogy a projekt kezdetén a két iskola beállítódásának (humán vs. reál) különbsége szignifikáns különbséget okozott a pre teszt teljesítményben, azaz a német diákok hozott tudása több volt.

Öröndetes, hogy mindkét csoport esetén szignifikáns különbséget tudtunk elérni a pre és a post teszt teljesítményben, amit úgy értelmezünk, hogy ténylegesen, érdemben tudtuk fejleszteni a diákok tudását. A fejlődés mértékére utaló η_p^2 nagysága is impozáns, nagy különbséget jelez.

A kontrollcsoportoktól való eltérés tesztelésével a célunk az volt, hogy felderítsük azt, hogy a projektben résztvevő diákok mennyire tartoznak az intézmény átlagdiákjai közé. A magyar csoport esetén azt láthattuk, hogy a kísérleti és kontroll csoport között nincs szignifikáns eltérés, azaz mondhatjuk, hogy az iskolában a projektben résztvevő diákok átlagosnak számítanak. A német diákokról nem mondható ez el a tesztek alapján. Az ő esetükben a projektben résztvevők szignifikánsan jobbnak bizonyultak otthon maradt társaiknál. Itt megjegyezzük, hogy a német kontroll csoport kis létszáma miatt nem feltétlenül biztos, hogy megbízhatóak eredményeink.

További eredmény, hogy annak ellenére, hogy a hozzáadott érték a magyar diákok esetében nagyobb volt, a projekt végén is szignifikáns maradt az eltérés a német csoport javára. Ez az jelentheti, hogy bár a magyar csoport jobban fejlődött, mint a német, a kezdeti különbség legyőzésére ez nem volt elég.

A tudásszintek vizsgálata során, amit elmondhatunk, hogy az eredményekből látható, hogy majdnem minden tesztelt tudásszinten fejlődést értünk el, azonban a magasabb szinteken a fejlődés kisebb mértékű, azaz több olyan feladatot kell beiktatni a projektbe, mely ezeket a szinteket fejleszti.

Nagyobb esést egyedül a német diákok esetén láthatunk a Reprodukció szintjén. Ennek oka egyelőre ismeretlen, de ez jelezheti a pre és post tesztek eltérő nehézségét is.

A projekt után ismét összegyűjtöttük a főbb fejlesztési lehetőségeket, melyeket a 9. táblázat: Fejlesztési lehetőségek a második esettanulmány tapasztalatai alapjántartalmaz.

9. táblázat: Fejlesztési lehetőségek a második esettanulmány tapasztalatai alapján

Probléma, fejlesztendő terület	Feltételezett ok	Lehetséges megoldás
A tapasztalatok szerint nem volt tényleges kooperáció a párok között, sokszor az egyik fél munkája dominált.	Előzetes tudásbeli különbségek	A feladatlapok újragondolása
		Szerepek („programozó”, „mérnök”) bevezetése és váltogatása
		Egyéni és közös felelősség kialakítása
		Egymásnak tanítás
		Párok összeállítása a pre tesztek alapján.
Sietős munka	Szűk időkeret	Plusz egy nap a projektben az Arduinora
Relatív alacsony post teszt teljesítmény a magasabb tudásszinteken	Rövid idő, a feladatok az alacsonyabb szinteket fejlesztik inkább.	Több, magasabb tudásszintekre kiélezett feladat.

A projektet ismét kódoltuk az ITL 21. századi képességei alapján.

10. táblázat: A projekt besorolása a 21. századi kompetenciák alapján

Kritérium	Eredmény	Indoklás
Együttműködés	2/4	A diákok együtt dolgoztak, de a közös felelősségvállalás nem kapott szerepet.
Tudásépítés	5/5	A tudás alkalmazható és interdiszciplináris.
Önszabályozás	2/4	Az idő rövideje miatt nem tervezhették maguk a diákok a munkájukat.
Valós problémamegoldás és innováció	3/4	A projekt valós problémát sikeresen dolgozott fel, de túl alapszintű volt a valós világban való alkalmazáshoz.
IKT használata	5/5	A diákok maguk hoztak létre az IKT támogatásával high-tech eszközöket.
Képzett kommunikáció	1/4	A diákok az idő rövideje miatt csak helyben kommunikáltak egymással, a projektek bemutatása is igen rövid bemutatók során zajlott.

Mindent összevetve a hiányosságok és problémák mellett egy sikeres projektet tudhatunk magunk mögött. Az egyik legnagyobb pozitívuma, hogy minden pár eljutott a tranzisztoros meghajtású autó elkészítéséig, valamint az a tény, hogy lelkesedésük hosszabb távon is megmaradt, ahogy azt a továbbiakban láthatjuk majd.

6 A második szakköri projekt eddigi tapasztalatai

Ez év őszén vette kezdetét a harmadik program, mely az eddigi tapasztalatok alapján továbbfejlesztett egész tanévre tervezett szakköri projekt. Nagy örömmre szolgált, hogy a tavalyi 9 fővel szemben idén több, mint huszan jelentkeztek. Már év elejétől, a látható plakáttal hirdettük a lehetőséget, és az első alkalomra október 11.-én került sor.

A német csereprogramban megrendezésre kerülő előző évi projekt sikerét az mutatja talán leginkább, hogy a legtöbben, akik ott résztvevőként jelen voltak, idén a szakkör tagjaiként folytatják ismerkedésüket az Arduinoval.

Az előkészítés során igyekeztünk mind a tematikát, mind a program menetét úgy igazítani, hogy a lehető legtöbb előző évi problémát kiküszöböljünk.

SZERETNÉL TÖBBET MEGTUDNI NAPJAINK TECHNOLOGÁIRÓL?
SZERETNÉL TE MAGAD IS HIGH-TECH ESZKÖZÖKET KÉSZÍTENI?
AKKOR VÁR A

MECHATRONIKA SZAKKÖR

ISMERD MEG AZ ELEKTRONIKAI
FEJLESZTÉSEK VILÁGÁT!
JUSS EL AZ EGYSZERŰ LED
PROGRAMOZÁSTÓL EGY MŰKÖDŐ
ÖNIRÁNYÍTÓ AUTÓIG!



EGYSZERŰ ESZKÖZÖKKEL,
EGY KÖNNYEN KEZELHETŐ
PROGRAMNYELVEN, HOGY
A KREATIVITÁSÉ LEGYEN
A FŐSZEREP!



ÉS MINDEZT JÓ TÁRSASÁGBAN!

JELENTKEZÉS:
SZÜNETEKBE HÖMÖSTREI
TANÁR ÚRNÁL, VAGY A
PESTHY.SANYI@GMAIL.COM
EMAILCÍMEN!



LÉGY TE IS FEJLESZTŐ VELÜNK!

30. ábra: A második szakköri projekt plakátja

A főbb változtatások a következők:

1. A projektmunka az előkészítő szakasz után nem egyéni, hanem csoportos.
2. A téma nem teljesen szabadon választott. Az első félév projektje az „Okos autó, okos közlekedés”, míg a második félév tematikája az „Okosotthon” címet viseli. Természetesen ezen belül nagy szabadságot kapnak a diákok a munkában.
3. A bevezető rész után, mikor a diákok már a projektmunkáikon dolgoznak, továbbra is tanulunk új, egyszerű szenzoralkalmazásokat, a gyakori sikerélmények biztosítása végett.
4. A tematikát megújítottuk, hogy illeszkedjen az új igényekhez.

6.1 Tematika, koncepció

Az idei tematikák kidolgozásakor már arra is figyelni kellett, hogy a projekt kezdetén még nagyobb volt a szórás a diákok előzetes ismereteiben. Ennek az oka főleg az volt, hogy sok diák a korábbi projekteken való részvétel után érkezett ide. Ez alapján három fő csoportot azonosítottunk:

11. táblázat: Csoportok a projekt kezdetén.

Csoport	Ismérv
Kezdő	Akiknek ez az első élményük az Arduinoval kapcsolatban.
Középhaladó	Foglalkozott már a rendszerrel, az alap felépítést ismeri.
Haladó	Tudja használni a rendszert feladatok megoldására.
Senior	A rendszer használatában jártas, legalább egy nagyobb mérvű projektet véghez vitt már.

A diákokat a pre teszten nyújtott teljesítményük alapján osztottuk csoportokba. Általánosan elmondható, hogy a középhaladó és haladó csoportokba azok kerültek, akik a projektheti programunkon részt vettek, míg a Senior csoportba az előző szakköri projekt résztvevői jutottak be.

A homogén csoportbeosztást csak az év elejére terveztük, amíg közelebb tudjuk hozni a diákok tudását egymáséhoz. A későbbiekben (amint ezt látni fogjuk) már heterogén csoportok alakítására került sor. Ez természetesen azt is jelenti, hogy minden foglalkozásra 3+1 féle feladatsorral kellett készülni, főképp az első hetek folyamán, ahogy ez a tematikában is látható (3. sz. melléklet).

A korábbi tematikához hasonlóan ezévben is a LED vezérlésével vette kezdetét munkánk, mely jó ismétlésként szolgált a középhaladó és haladó szintűeknek is, a kezdők számára pedig elengedhetetlen.

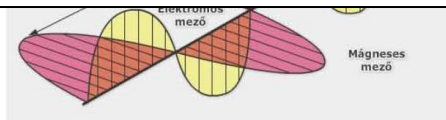
A projektmunka megkezdése előtt ezen felül, mint legfontosabb komponenseket, átnéztük az ultrahangos távolságszenzor, a szín szenzor, valamint a motorvezérlés alapjait. Ez után a projektmunkákkal párhuzamosan további szenzorok bemutatására is sor fog kerülni, melyek segíthetik a diákok munkáját.

Az egyes alkalmak menetét a második esettanulmányban vázoltak (14. ábra: Az egyes foglalkozások menete) szerint igyekeztem alakítani. A továbbiakban példaként bemutatom a harmadik alkalom menetrendjét és feladatlapjait (a teljes tervezetet lásd az 1. sz. mellékletben).

A foglalkozás kezdetén a színkeverés elméletének bemutatásával megértésével kezdtünk. Ehhez először az elektromágneses spektrum áttekintését, és az egyes hullámhossztartományok felhasználási lehetőségeit tettük meg, frontális munkaformában, leginkább a kérdve kifejtés módszerét alkalmazva.

Ez után a diákok a csoportokban dolgoztak tovább, a feladatlapon megadottak szerint, a szimulációkkal. Minden csoport egy szimulációval³⁰ dolgozott, és eredményeiket bemutatták egymásnak, hogy végül a színkeverés elméletét megérthesse mindenki.

A spektrum egy kis részét (a körülbelül 400-800 nm-ig terjedő hullámhossztartományt) szemünk képes érzékelni.



A prizma fénytörése

Prizma és lézer (1)

1. A szimulációban a fényforrás útjába tegyél egy prizmat, és világítsd meg egy egyszínű (monokromatikus) lézer nyalábbal. Mi történik, ha a közeg, vagy a prizma törésmutatóját változtatod?
2. Mi történik, ha a lézer fényének hullámhosszát változtatod?

31. ábra: A közös elméleti feladatlap részlete a harmadik foglalkozáson

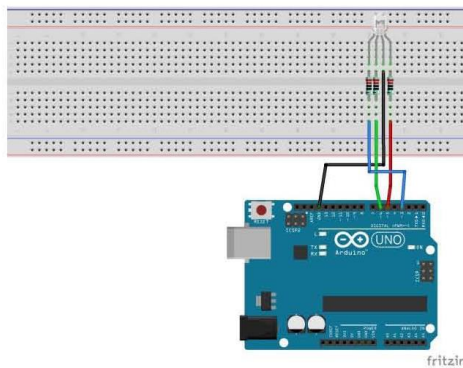
Végül a közös megbeszélés alapján közösen kitaláltuk, hogy hogyan lehetne olyan LED-et készíteni, ami képes sokféle színű fény kibocsátására, és hogy ez a gyakorlatban, hogy valósulhat meg.

Végül rátértünk a feladatok megoldására, melyre szintén a kialakított homogén csoportokban került sor. A kezdő csoport (akik kérték, hogy az ő lapjukra a „Kezdő” helyett a „Szípiszupicsapat” jelzést írjam) alapfeladata az alábbi ábrán látható.

Gyakorlati tudnivalók – Szípiszupicsapat

Feladat

1. Írj olyan programkódot, mely a három alapszín felváltva villogtatja.
2. Írj olyan programkódot, mely kevert színeket villogtat felváltva.



Az áramkör

Kellékek

1. Arduino-alaplap
2. RGB-LED
3. Ellenállások (200 Ohm)
4. Kábelek

Főbb parancsok, struktúrák

```
pinMode(<<a port száma>>, <<IN/OUTPUT>>);
```

```
analogWrite(<<a port száma>>, <<érték>>);
```

```
delay(<<várakozási idő milliszekundumban>>);
```

Ötletek

A különböző színek ki- és bekapcsolásával, illetve ezek fényességének beállításával kikeverhető bármely szín.

32. ábra: A Kezdő csapat alapfeladata a harmadik foglalkozáson.

Ez amint látható a LED programozás egyik alapfeladatának alkalmazása RGB LED-re. Összehasonlításként bemutatom a Senior-csapat feladatát is.

Gyakorlati tudnivalók - Senior

Feladat

Valósítsatok meg egy a vonatokon használt éberségi berendezést.

Leírás

A vonatok esetében a nagy sebességek miatt fokozottan fontos, hogy a vezető folyamatosan éber legyen. E probléma megoldására fejlesztették ki az éberségi berendezéseket.

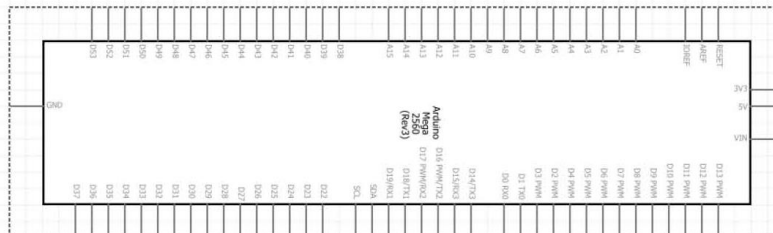


A berendezést lábpedállal vagy nyomógomb állandó nyomva tartásával kell kezelni. 1550+50 méter út megtétele után a berendezés hangjelzést ad. Ilyenkor a pedált fel kell engedni és 150 m (az új változatban 130 m) út megtétele előtt újra le kell nyomni. Amennyiben a fenti műveleteket a megadott úthosszon nem végzi el a mozdonyvezető, akkor a berendezés kényszerfékezést kezdeményez. A nyomógombot vagy pedált hamarabb is fel lehet engedni; ilyenkor 50 m út megtétele után, ha a pedált nem nyomják le megint, hangjelzést ad.

A kényszerfékezés tényét egy piros LED jelezzel!

Kapcsolás

Rajzold le az eszköz kapcsolását áramköri jelekkel!



6.2 A projektmunka levezetése

Az idei projektmunka, az okosautó bevezetése már megtörtént, ehhez kapcsolódóan „Kutató-Fejlesztő csoportokat” alakítottunk, és részletesen meghatároztuk a diákokkal a projekt szabályait, melyet az alábbi rövid leírás mutat be.

6.2.1 Alapok

1. A projekt során minden csoportnak egy működő autót kell létrehoznia minél több funkcióval.
2. A csoportoknak közösen kell egy, az autókkal kompatibilis kereszteződést készíteniük.
3. A munkához minden, a készletekben fellelhető alkatrész felhasználható, ha egyéb alkatrész kell, azt jelezzétek, és ha tudunk szerzünk.
4. Az autók elkészítése során ügyeljetek arra, hogy mindenki minden rész működését tényleg értse, mert erre szükségetek lesz a későbbiekben.

6.2.2 Projektbemutató, díjak

1. Minden csapat a projekt zárásakor egy minikonferencián mutatja be eredményeit egy kb. 10 perces prezentáció keretében, melynek tervezésében, kivitelezésében, és bemutatásában is minden csoporttag vegyen részt. A legjobb prezentációt megtartó csoport megkapja a **„Konferenciák ördöge” díjat.** (15p)
2. A projektzárásakor megrendezésre kerül egy „Egyéni építői verseny” mely során a csoport által felhasznált alkatrészekből kell mindenkinek egyénileg építenie a megadott szerint egy működő eszközt. Az egyéni építő verseny győztese megkapja a megtisztelő **„A mérnökök királya”** címet. Az egyéni építői verseny során szerzett pontok a csapatpontverseny részét is képezik majd! 😊 (25p)
3. A projektmunkák elkészült autóit önmagukban is értékeljük, mind szóban, mind pontokban (25p). E során az értékelés szempontjai:

12. táblázat: Az autó pontozásának szempontjai

Szempont	Megszerezhető pont
Alapfunkciók megléte (a kocsik képes helyváltoztatásra, kanyarodásra)	5p
Kreativitás a funkciók kialakításában (minden funkció 0,5p, a funkciók hasznosságát a mindennapi életben 0, 0,5 vagy 1 ponttal értékeljük)	10p
A kialakítás igényessége (az elektronika és egyéb alkatrészek elrendezése, egyéb designelemek)	5p
Balesetmentes közlekedés a kereszteződésben	5p

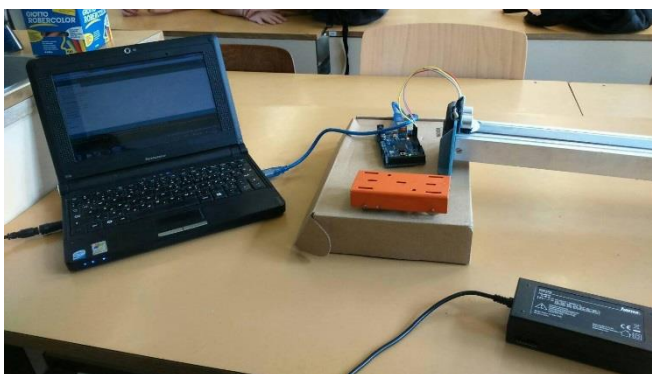
Ez alapján kiadjuk a „**Tesla különdíjat**” a leghatékonyabb önvezetést végző projektnek, a „**Pro Designer**” különdíjat a legszebb autónak, és a „**Legokosabb autó**” különdíjat a legtöbb értelmes és működő funkciót tartalmazó kocsinak.

4. Minden különdíj +3 pontot ér a csapatversenyben.
5. A projekttervezés és kivitelezés során „Kutatási-fejlesztési naplót” fogtok vezetni, ez a végső pontozásba beleszámít! (10p)

A diákok először kissé bizonytalanul fogadták a szabályokat, de később, főleg, amikor látták, hogy nyitott vagyok ötleteikre, megnyugodtak, és elfogadták a rendszert. Ez a projektünk jelen pillanatban ezen a ponton van, a továbbiakról a későbbiekben számolok be valamilyen formában.

7 Arduino használata a tanórán

Amint az a fizikatanárok bevonásával elvégzett felmérésből is kitűnik, nagy érdeklődésre tarthatnak számot a tanórán is felhasználható, egyszerűbb, Arduino alapú mérőeszközök, így a későbbi kutatásaink során nagy hangsúlyt fektetünk majd erre a területre is. Eddigi projektjeink során csak a „Kinematika: Grafikonok szemléltetése, hely, sebesség, gyorsulás mérése (pl. ultrahangszennővel)” c. mérést tudtuk megvalósítani.



34. ábra: A kiskocsi gyorsulásának mérésére szolgáló Arduino alapú rendszer

Az első szakköri projektben a diákokkal együtt készítettünk el egy egyszerű mérőeszközt, mely egy lejtőn gyorsuló kiskocsi út-idő, sebesség-idő és gyorsulás-idő grafikonjait volt hivatott felrajzolni. A diákok a szintjükön cseppet sem egyszerű feladatot némi segítséggel sikeresen teljesítették.

Terveink szerint a későbbiekben ennek és a felmérésben szereplő mérőrendszereknek az összeállítását elvégezzük, és közre adjuk. Mivel a mérőrendszerek összeállítása tanórai keretben nem megoldható, elképzelhetőnek tartjuk, egy direkt mérőeszköz-gyártásra specializálódott szakköri tematika kidolgozását is.

8 További kutatások

A munka során, miután átfogó képet kaptam a rendszer működéséről, és az első szakköri és a német cserekapcsolaton alapuló projektmunka sikeresen lezárult, a további kutatások fókuszainak meghatározása érdekében fontosnak tartottam felmérni, hogy milyen a

magyarországi fizikatanárok tájékozottsága a rendszerről és annak hasznosíthatóságáról, valamint milyen a tanárok attitűdje az Arduino oktatás-beli alkalmazásával szemben. Ezért online kérdőíves felmérést³¹ végeztem, melyet 70 fizikatanár és 19 fizika tanárszakos hallgató töltött ki.

Ennek főbb, a további kutatás menetét meghatározó eredményei (a felmérés teljes kiértékelése megtalálható a 2. sz. mellékletben):

- Az Arduinot korábban nem ismerő kitöltők nagy része (84%) rászánna az időt a rendszer kurzuson történő megismerésére.
- Az Arduinot korábban nem ismerő kitöltők nagy része egy napot, vagy egy hétvégét is rászánna erre.
- Ugyanezen kitöltőknek kicsit kevesebb, mint a fele tartana szakkört az Arduinoval, és majdnem a háromnegyede tartana projekthéten foglalkozást a rendszerrel.
- Nagy az érdeklődés a tanórán is alkalmazható, Arduino alapú mérőeszközök iránt.

A felmérés eredményei alapján a továbbiakban folytatom a szakköri és projektheti programok kidolgozását, valamivel nagyobb hangsúlyt fektetve a projektheti alkalmazásra. A felmérés eredményei és saját tapasztalataim alapján a további kutatásoknak az alábbi területekre való koncentrációját tartanám jónak.

8.1 A módszerek fejlesztése

A projekt módszer 21. századi alkalmazásaként létrejövő programok alapjai már stabilnak tekinthetők, azonban az egyes foglalkozások során használt módszerek további fejlesztése mindenképp szükséges. A legfontosabb terület ebből a szempontból a kollaboratív munkaformák minél sokoldalúbb felhasználása, valamint a tanulók önszabályozásának minél hatékonyabb beállítása. Ez nem csak azért nehéz, mert sajnos ezek nincsenek még ténylegesen meghonosodva a mai tanítási gyakorlatban, hanem azért is, mert minden csoport különböző, nincs általános jó megoldás. Ezért azt tartanánk elérendő célnak, hogy minden foglalkozáshoz különböző tervezetek szülessenek, melyből minden hasonló projektet tartani kívánó tanár kiválaszthatja a neki legmegfelelőbbet.

8.2 Az alapkoncepció kipróbálása más kontextusokban

Fontosnak tartjuk azt is, hogy az Arduino adta lehetőségeket más kontextusokban is kipróbáljuk. A hasonló projektek között bemutatott Arduino alapú nyári táborhoz hasonló program már tervezés alatt áll, de szeretnénk általános iskolában is kipróbálni a rendszert. Ez utóbbi azért is lehetne nagyon előnyös, mert tesztelhetnénk hipotézisünk helyességét a korosztályos javaslatokra vonatkozóan.

8.3 A tudásépítés tesztelésének fejlesztési lehetőségei

A tesztelés fejlesztését a pszichológiában ismert számterjedelem vizsgálatára kialakított minta alapján tehetjük meg. Ezen teszt során a vizsgálati személynek az elhangzás sorrendjében kell egymás utáni, egyre hosszabb számsorokat elismételni. A végső számterjedelmi mutatót az a számsor hosszúság adja meg, mely esetén a vizsgálati személy négyből hármat helyesen meg tud ismételni³². Fontos, hogy a tesztelést végző személy addig folytatja csak az újabb, hosszabb számsorok elmondását, amíg a vizsgálati személy el tudja érni a három helyes eredményt.

Ezt felhasználva elképzelhető egy olyan papír vagy számítógépes program alapú teszt kialakítása, mely az egyre magasabb szintű feladatokat addig mutatja a diáknak, amíg az előző szintet sikeresen teljesíteni tudta. Természetesen ezzel feltételeztük, hogy a tudásszintek egymásra épülése ténylegesen hierarchikus, azaz, ha egy korábbi tudásszinten nem tud teljesíteni a diák, akkora következőt biztosan nem fogja tudni teljesíteni. A tesztelési módszer ilyen formájának bevezetése előtt erről meg kell győződni feltétlenül. Ennek a rendszernek a legfőbb előnye az lenne, hogy azok a diákok, akik nem jutnak el a magasabb tudásszintekre nem, vagy kevésbé élnének át negatív élményeket a teszttel, és így a projekttel kapcsolatban.

A programozott rendszer természetesen valós idejű javítást is feltételez, ami nagy kihívás lehet főleg a magasabb tudásszintek esetén. A teljesen automatikus javítás nem is biztos, hogy lehetséges, azt pedig, hogy a tanár, vagy esetleg a tanár és több segítője folyamatosan javítsák a feladatokat a megírás közben nehézkes lehet megvalósítani, így ez még további kihívásokat tartogathat.

További fejlesztési lehetőség a Bloom taxonómia „3 dimenziós” változatának használata, melyet az Iowai Állami Egyetemen (Iowa State University) fejlesztettek ki³³.

8.4 Tanároknak szóló kurzus tematikák fejlesztése

Felmérésünkben fény derült arra, hogy az Arduinot nem ismerő kitöltők nagyobb része egy napot, vagy akár egy hétvégét is rááldozna a rendszer megismerésére, így fontos (leginkább hosszútávú) elképzelés egy tanároknak szóló kurzus tematika kidolgozása, mely segítségével a gyakorló pedagógusok el tudják vinni iskolájukba az Arduino által nyújtott lehetőségeket.

9 Összefoglalás

Elmondható, hogy a kutatás első másfél éve alatt hosszú utat jártunk be, s igen sok területen fejlesztettük tematikáinkat és módszereinket egyaránt. Fontos megemlíteni a tudásépítés tesztelésének fejlődését, és az elégedettség mérésének megjelenését is, mint fejlődést mutató tényezőt. Az erre vonatkozó, külföldi alapokon nyugvó kérdőív első használatára a jelenleg is folyamatban levő, második szakköri program keretén belül kerül majd sor.

Eddigi munkánk első lépése az első szakköri projekt tematikájának kidolgozása volt, melyet a szakkör megtartása során szerzett tapasztalataink alapján fejlesztettünk tovább, a második szakköri projektben. A módszerünk alapjait is továbbfejlesztettük, már a német csereprogramon alapuló projekthét-szerű programunk során is.

A projektek során sok nehézséggel, megoldandó feladattal találtuk szemben magunkat. A tervezés során jónak tűnő elgondolások nem minden esetben állták ki a gyakorlat próbáját. Ilyen fejlesztendő terület volt az első program során az, hogy a projektmunkák összeállításának megkezdése után kizárólag azzal foglalkoztunk a szakkörökön, így motivációvesztést okozva több diáknál. Ez végül a résztvevők létszámának csökkenését eredményezte. Hasonló nehézség volt a német csereprogram esetében a párok beosztása. A jó választások esetén harmonikus együttműködés, jó munkamegosztás volt jellemző, azonban sok esetben, ha a diákok előképzettsége között túl nagy volt a különbség, az egyik diák felvette a ballaszt szerepét, míg a másik mindent megoldott. Ez egy olyan probléma, melynek megoldására ötleteink vannak, de még nincs kipróbált jó gyakorlatunk, tehát az aktív fejlesztés területe.

Munkánk sok kézzel fogható és sok láthatatlan, vagy nehezen interpretálható eredményt hozott. A jól látható eredmények közül a leglátványosabbak az elkészült projektmunkák, valamint a tesztek eredményei által bemutatott tudásszint-növekedés. A látens eredmények, melyek interpretációja nehézségekbe ütközik, hiszen csak megfigyelésen, intuíción keresztül láthatjuk meg őket, a diákok lelkesedésének növelése, valamint a műszaki pályák megszerettetése. Ennek talán legerősebb mutatója az, hogy a korábbi projektekben résztvevő diákok igen nagy számmal jelentkeznek az új programjainkra, valamint a szakkör résztvevőszámának sokszorosára növekedése az előző évhez képest.

Az eddigi eredményeink alapján úgy látjuk, hogy munkánk alapjait már biztosnak tekinthetjük, és az elkövetkező évek során ténylegesen minden fizikatanár számára hasznosítható, érdekes, és a diákok számára motiváló, valamint a 21. századi követelményeknek lehető legjobban megfelelő projekteket tudunk megtervezni és tesztelni. Elmondhatjuk, hogy kutatási munkánk harmadánál járunk, de már most is a rengeteg hasznos tapasztalatot szereztünk az Arduino alapú projektmódszer rendszerű fizika tanításban. Reményeink szerint azonban még csak most kezdődhet az igazán effektív, releváns mérési eredményeket hozó munka.

Terveink szerint a jövőben tovább finomítjuk eddigi munkánk eredményét, hogy még hatékonyabb és diákok számára motiválóbbr foglalkozásokat tarthassunk, és tárthassunk a fizikatanár-társadalom elé.

10 Köszönetnyilvánítás

Dolgozatom végén szeretném megköszönni a segítséget, támogatást, mely nélkül ez az írás nem jöhetett volna létre. Első sorban szeretném megköszönni témavezetőmnek, Hömöstrei Mihálynak a lehetőséget, a sok segítséget, észrevételt, és a közös munkát, és azt, hogy végig hitt bennem.

Köszönöm Jenei Péternek a független bírálat megalkotását.

Köszönöm Dr. Piláth Károly tanár úr segítő kritikáját, az Arduinoval kapcsolatos megfontolásokat, és legfőképp azt a gondolatot, hogy a tesztelés ne menjen a pedagógiai munka rovására.

Köszönöm nővéremnek, Pesthy Orsolyának a tesztelés fejlesztésében, és a mérési adatok kiértékelésében nyújtott segítségét.

Valamint köszönöm mindenkinek, aki bármilyen formában hozzájárult dolgozatom elkészüléséhez!

11 Mellékletek

1. sz melléklet: A harmadik alkalom menete

Idő	Óraszervezési feladatok	Az óra menete	Hogyan?	Felhasznált eszközök	Tanulói munkaformák, Módszerek	Didaktikai megjegyzések, nevelési oktatási célok
2p	Projektor összeállítása, áramkörök összeállítása	Bevezető	Szabad beszélgetés a korán érkezőkkel.	Projektor, kábelek, laptop	-	-
3p	Szimulációk betöltése, handoutok kiosztása	Elektromágneses spektrum	Végignézzük a spektrumot, hangsúlyozva, hogy a látható fény fizikailag nem más jelenség, mint a többi. Ennek szemléltetésére megnézzük a távkapcsolón az IR LED-et kamerával. (Hangsúly a felhasználáson!)	Szimuláció - fájlban Kamera vagy mobil, távkapcsoló.	Frontális Kérdve kifejtés	Motiváció felkeltése
10p	A gombok magyarázata. Figyelni, hogy a közös megbeszélésen mindennek a magyarázata is sorra kerüljön.	A prizma fénytörése, és színbontás	A csoportok külön feladatokat kapnak. 1. Prizma a lézerrel szimulációval 2. Prizma a fehér fénnel 3. Színkeverés Ez után minden csoport elmondja a tapasztalatait.	Szimuláció1 Szimuláció2	Csoportmunka, megbeszélés	Problémamegoldó készség fejlesztése
3p		Színkeverés elmélete, a tárgyak színe	Az elméletet röviden összefoglalom. Ez után a tárgyak színének szemléltetéséhez e fenti második szimulációt használjuk, egyetlen izzó és színszűrő segítségével.		Frontális, szemléltetés	

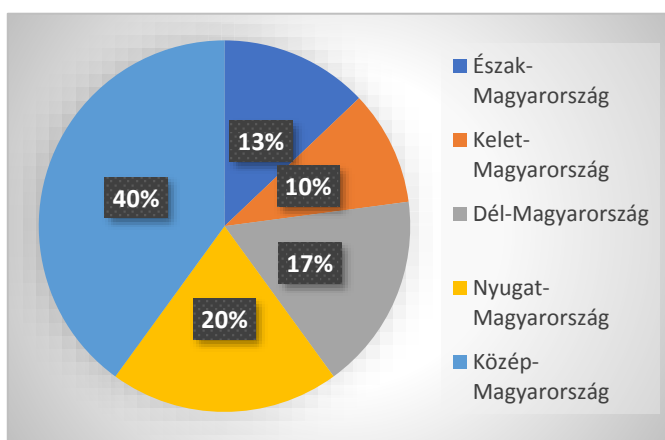
2p	A megbeszélés vezetése	Az RGB-LED	Közösen kitaláljuk, hogy hogyan építenénk fel egy RGB-LED-et.	Szemléltető kép	Frontális, szemléltetés	
15p	A munka facilitálása	Arduino építkezés (Alapfeladat)	K: RGB-LED villogtatása KH: RGB LED villogtatása H: Lépcsőházi kapcsoló vagy diszkófények		Csoportmunka	
25p	A munka facilitálása	Arduinmo építkezés (Kreatív feladat)	K: Lépcsőházi kapcsoló vagy diszkófények KH: Pulzáló RGB-LED H:Szintévesztőket felismerő eszköz Sz: Éberségi berendezés		Csoportmunka	Kreativitás fejlesztése

2. sz. melléklet: A fizikatanárok, és fizika tanárszakos hallgatók körében végzett kérdőíves felmérés eredményei

A munka során, miután átfogó képet kaptam a rendszer működéséről, és az első szakköri és a német cserekapcsolaton alapuló projekt munka sikeresen lezárult, a további kutatások fókuszainak meghatározása érdekében fontosnak tartottam felmérni, hogy milyen a magyarországi fizikatanárok tájékozottsága a rendszerről és annak hasznosíthatóságáról, valamint milyen a tanárok attitűdje az Arduino oktatás-beli alkalmazásával szemben. Ezért online kérdőíves felmérést³⁴ végeztem, melyet 70 fizikatanár és 19 fizika tanárszakos hallgató töltött ki. Az alábbiakban e felmérés eredményét mutatom be, és ezen eredmények alapján igyekszem a jövőbeli kutatás főbb fókuszait megszabni.

A minta bemutatása

A kérdőívet kitöltő 89 fizikatanár (70 fő) és fizika tanár szakos hallgató (19 fő) 60,2%-a nő, 39,8 %-a férfi. Ez jó közelítéssel megfelel az OFI által 2396 pedagógus bevonásával készített felmérés által mutatott 60,3-39,7%-os arányának³⁵. Az arány akkor is viszonylag jól visszaadja az országos átlagot, ha a hallgatókat és a gyakorló tanárokat külön kezeljük. A felmérésben résztvevő gyakorló tanárok átlagéletkora 65,4 év és átlagosan 25 éve tanítanak.

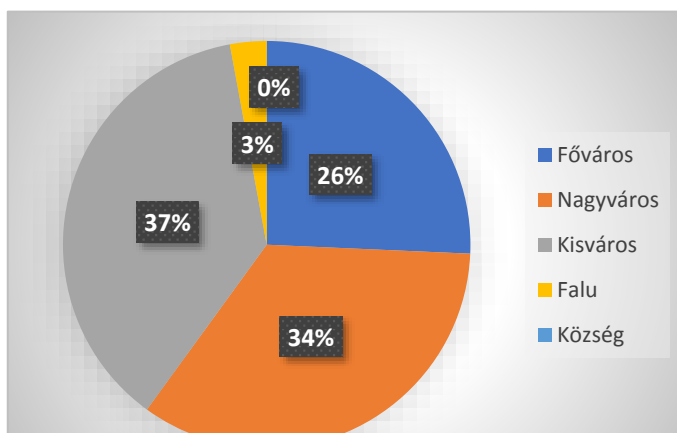


35. ábra: A kérdőívet kitöltő gyakorló tanárok földrajzi eloszlása

A 35. ábra: A kérdőívet kitöltő gyakorló tanárok földrajzi eloszlása a kérdőívet kitöltő gyakorló fizikatanárok eloszlását mutatja Magyarországon belül, a településtípusok szerinti eloszlást pedig a 36. ábra: A kérdőívet kitöltő gyakorló tanárok eloszlása településtípus szerint. mutatja.

Eredmények

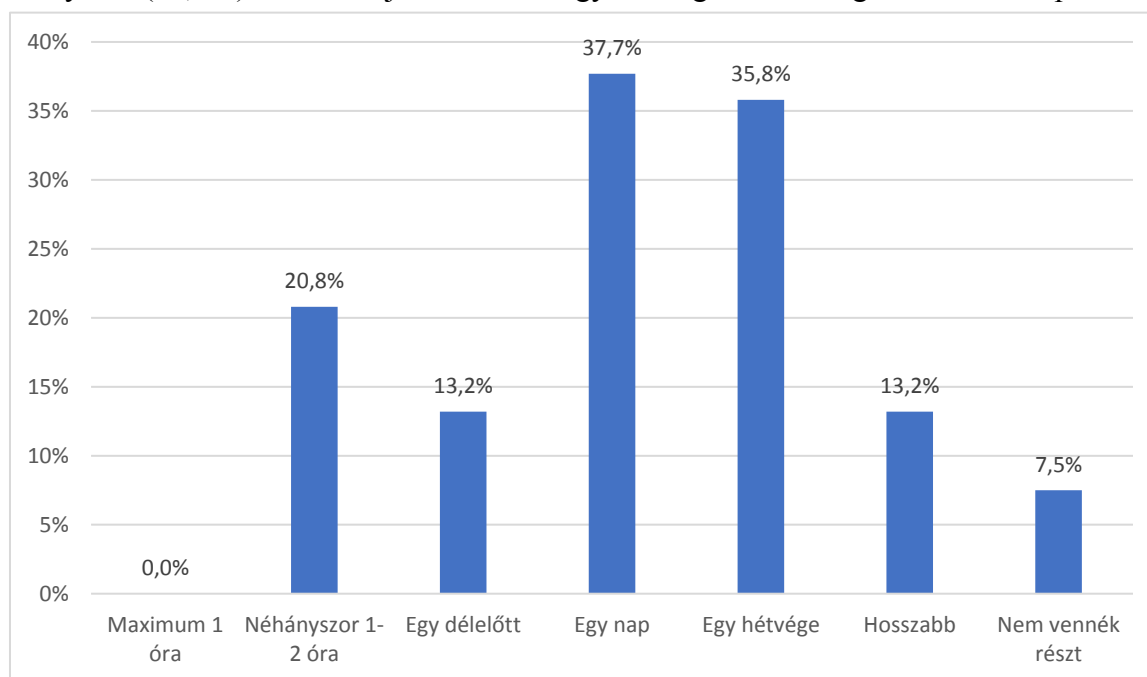
A kitöltők 42,6 %-a hallott már az Arduinóról, ami meglepően magas ahhoz képest, milyen kevés hazai szakirodalmi forrás érhető el a témában. Azoknak a kitöltőknek, akik nem ismerték korábban a rendszert, 84%-a



36. ábra: A kérdőívet kitöltő gyakorló tanárok eloszlása településtípus szerint.

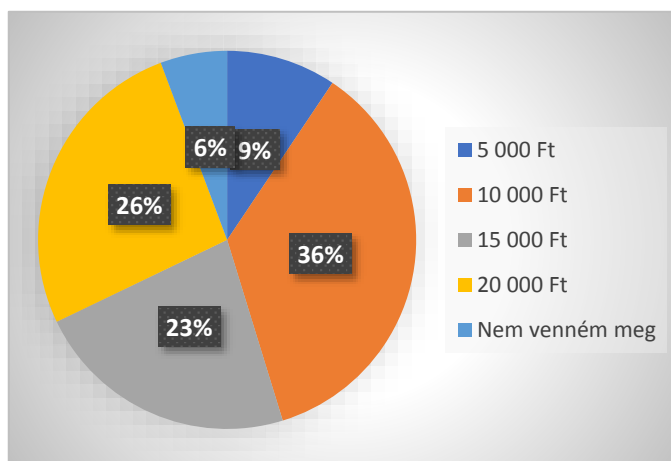
(43 fő) szívesen rászánná az időt a rendszer megismerésére egy kurzus keretén belül, míg 35%-a ezt autodidakta módon is megtenné.

Arra a kérdésre, hogy milyen hosszú kurzuson venne rész szívesen, az Arduinot korábban nem ismerők közül, a legtöbben (37,7%) az egy napos intervallumot jelölték, de hasonló arányban (35,8%) érkeztek jelölések az egy hétvége hosszúságú kurzus elképzelésére is.



37. ábra: A jelölések százalékos aránya az egyes kurzus hosszak esetén (a kitöltők több lehetőséget is megjelölhettek)

Az Arduinot korábban nem ismerő kitöltőket megkérdeztük arról is, hogy ha az iskolának lenne pályázati pénze, akkor maximum mennyit áldoznának egy alapkészletre. Az eredmény szerint csupán 5,7 % nem venné meg semmiképp a készletet, míg 9,4 % 5000 Forintot, 35,8 % 10000 Forintot, 22,6% 15000 Forintot, míg 26,4 % akár 20000 Forintot is kifizetne egy készletért. Ez azért nagyon biztató, mert egy Arduino alapkészlet reális ára valóban 10-20 ezer Forint körül mozog, de fontos, hogy igyekezzünk minél olcsóbb készletekhez illeszkedő tematikákat összeállítani.



38. ábra: Az Arduinot nem ismerők válaszainak eloszlása arra a kérdésre, hogy: Ha az iskolának ahol Ön tanít lenne pályázati pénze eszközökre, megvenné-e az alapkészletet ... Ft-ért?

Szintén az Arduinot korábban nem ismerők 45,3%-a szívesen tartana hetente szakkört az Arduino alkalmazásával, projekthéten pedig ugyanezen csoport 73,6 %-a tartana foglalkozást a rendszerrel. Ez azt mutatja, hogy érdemes fejleszteni a szakköri tematikákat is, de érdemes nagyobb hangsúlyt helyezni a projekthéten történő alkalmazások kifejlesztésére.

Mivel kezdettől fogva célunk volt tanórán is hasznosítható mérőeszközök tervezése, a kérdőívben a kitöltőktől megkérdeztük, hogy mely tanórai méréshez használnák szívesen az Arduinot. A kérdésben szereplő választási lehetőségeket és azt, hogy a kitöltők hány százaléka használná az adott méréshez a rendszert, a 13. táblázat: A felajánlott választási lehetőségektartalmazza (a kitöltők több mérést is kiválaszthattak).

13. táblázat: A felajánlott választási lehetőségek

Témakör	Mérés	Választotta
Kinematika	Grafikonok szemléltetése, hely, sebesség, gyorsulás mérése (pl. ultrahangszenzorral)	67 %
Termodinamika	Hőmérséklet mérése (akár időfüggésben), hőmérséklet kiegyenlítődés szemléltetése	64 %
Elektromosságtan	Alapkapcsolások bemutatása	65 %
Elektromosságtan	Vezetőképeség változásának szemléltetése "nedvességérzékelővel"	45 %
Elektromosságtan	Változó áram szemléltetése (az Arduino használata jelgenerátorként)	54 %
Fénytan	Fényintenzitás változásának mérése pl. fénytörés esetén	48 %
-	Egyikhez sem használnám szívesen	21 %
Egyéb	Egyéb	9 %

3. sz. melléklet: A második szakköri projekt tematikája

14. táblázat: A szakkör első félévének tematikája

Alkalom	Fő téma	Szintek		
		Kezdő	Középhaladó	Haladó
0. Alakuló ülés	Projektelőkészítés, ismerkedés Bevezető teszt Bemutató			
1. Bevezetés, kedvcsináló	Ismerkedés, LED	Ismerkedés a mikrokontrollerekkel, LED működtetése Arduinoval + Wechselblinker	LED működtetése Arduinoval Közeledési lámpa + Kereszteződés	Kereszteződés + Gyalogos Kereszteződés gombnyomással
	Áramkörökkel kapcsolatos alapismeretek	Analóg kapcsolás összeállítása, áramköri jelek, LED működése	Áramköri jelek, LED működése	Áramköri jelek ismételése, LED működése
2. Bonyolultabb feladatok LEDekkel	LED-ek kezelése Arduinoval Változók deklarálása	Közeledési lámpa + Gyorsulva villogó LED	Gyorsulva villogó LED + Pulzáló LED	Gyorsulva villogó LED + LED sor / Mátrix
	Félvezetők	Félvezető eszközök működésének ismételése		
3. LEDek és gombok	Az arduino manipulálása kívülről, jelbeolvasás, if struktúra	RGB-LED villogtatás Lámpakapcsoló + RGB-LED villogtatása gombnyomásra + Pulzáló LED	RGB LED villogtatás Lámpakapcsoló + RGB LED villogtatás, majd pulzálás gombnyomásra	RGB-LED pulzálása Lámpakapcsoló + Szinuszos villogtatás Senior: Biztonsági kapcsoló (mint a vonatokban)
	Analóg kapcsolások RGB LED	Váltókapcsoló (lépcsőházak) Az RGB LED működése Színkeverés		Esetleg: analóg villogó 3 LEDdel
4. Ultrahangos távolságmérő	Serial monitor, számítások a változókkal	Távolságmérés, és kiírás	Tolatóradar készítése	Gyorsulásmérés lejtőn (bemutatással mindenkinek!)
	A távolságmérés elmélete	Távolságmérés a hang sebessége alapján		

5. Projektkezdés	Csoportalakítás, tervezés			
6. Szín-szenzor		Szín érzékelése és az értékek kiíratása	Szín-visszajelző	
	Fizikai alapok	A szenzor működési elve		
7. Tranzisztor		Motor működtetése arduinóról	Automata ablaktörlőmotor (cseppszenzorral)	
	Fizikai alapok	A tranzisztor működési alapja		
8. Motorvezérlés	H-híd programozása	Egy motor sebességszabályozása Autóhajtás H-híddal, Projektmunka		
	H-híd működése	Működés elvi háttere		
9. Autók összeállítása				
10. Kereszteződés elkészítése, munka az autókön				
11. Projektzárás				

12 Irodalom

¹ URL: <https://malnapc.hu/arduino/az-arduino-platform/> (utolsó elérés: 2017.11.11.)

² URL: <http://www.itkommando.hu/site/arduino-attekintes/> (utolsó elérés: 2017.11.11.)

⁴ Brian W. Evans, ford: Cseh Róbert: Arduino Programozási kézikönyv, TavIR, Budapest, 2011, 5. o.

⁵ Robotika a középiskolában: Kiss Róbert, Gradus Vol 2, No 2 (2015) 83. o.

⁶ URL: http://www.peschka.hu/userfiles/7/files/tavir_arduino_notebook.pdf (utolsó elérés: 2017.11.11.)

⁷ A tanárképzés képesítési követelményei. ELTE PPK, kézirat, 2005. (<http://docplayer.hu/4425432-A-tanarkepzes-kepesitesi-kovetelmenyei-elte-ppk-munkaanyag.html>) utolsó elérés: 2017.11.12.)

⁸ A Nemzeti Alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról: Magyar Közlöny, 2012 évi 66. szám 10652. o. (http://ofi.hu/sites/default/files/attachments/mk_nat_20121.pdf) utolsó elérés: 2017.11.12.)

⁹ Fizika I. – Részletes vizsgakövetelmények (https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktat/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2017/fizika_vk_2017.pdf) utolsó elérés: 2017.11.24.)

¹⁰ Pető Mária: Robotika és úrkutatás a középiskolában – Jó gyakorlatok az erdélyi református líceumok tehetséggondozásában. (Tehetséggondozási Konferencia – Debreceni Református Kollégium, 2017. március 25-26., Debrecen)

¹¹ Dr. John E. Post: An Arduino-Based Summer Camp Experience for High School Students ASEE's 123rd Annual Conference & Exposition, New Orleans, LA, 2016

¹² URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/sik-experiment-guide-for-arduino---v32/all> (utolsó elérés: 2017.12.05.)

¹³ URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1601/1601.06659.pdf> (utolsó elérés: 2017.12.10.)

¹⁴ N. Kollár Katalin, Szabó Éva: Pszichológia pedagógusoknak, Osiris Kiadó, Budapest 2004. 216. o.

¹⁵ N. Kollár Katalin, Szabó Éva: Pszichológia pedagógusoknak, Osiris Kiadó, Budapest 2004. 217. o.

-
- ¹⁶ A programozási készségek vizsgálata középiskolában és a felsőoktatásban: Pap-Szigeti Róbert, In Gradus Vol 4 No 1 (2017) p 220.
- ¹⁷ Robotika a közoktatásban: Kiss Róbert In Gradus Vol 2 No 2 (2015) 82. o.
- ¹⁸ N. Kollár Katalin, Szabó Éva: Pszichológia pedagógusoknak, Osiris Kiadó, Budapest 2004. 220. o.
- ¹⁹ Informatikai kompetenciák: Algoritmikus gondolkodás: Zsakó László, Szlávi Péter In ResearchGate Conference Paper 2010
- ²⁰ N. Kollár Katalin, Szabó Éva: Pszichológia pedagógusoknak, Osiris Kiadó, Budapest 2004. 221. o.
- ²¹ Verók Attila – Vincze Beatrix: A projektmódszer elmélete és gyakorlata, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 2011 11. o.
- ²² M. Nádas Mária: Projektoktatás. Oktatás-módszertani Kiskönyvtár. ELTE BTK, Budapest, 2003. 16. o.
- ²³ Bastian, J. – Gudjons, H. (1986/1988): Das Projektbuch. Bergmann und Helbig Verlag, Hamburg. 14–28. idézi: Verók Attila – Vincze Beatrix: A projektmódszer elmélete és gyakorlata, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 2011 23. o.
- ²⁴ ITL Research: 21CLD Learning Activity Rubrics
- ²⁵ Verók Attila – Vincze Beatrix: A projektmódszer elmélete és gyakorlata, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 2011 26. o.
- ²⁶ A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview – David R. Krathwohl In Theory into Practice, Volume 41, No 4. 2002
- ²⁷ Bloom's Taxonomy – Linda Dunegan PhD - Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology p. 3 (https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/29569858/mary_forehand_discussion-blooms_taxonomy.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1509190269&Signature=IWJAU38%2BmQJgQjS5h9C9kig2wCQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBlooms_taxonomy.pdf utolsó elérés: 2017.10.28.)
- ²⁸ Dr. John E.: An Arduino-Based Summer Camp Experience for High School Students ASEE's 123rd Annual Conference & Exposition, New Orleans, LA, 2016 p. 7.
- ²⁹ URL: <http://www.kasc.net/2010/21CLD%20Learning%20Activity%20Rubrics%202012.pdf> (utolsó elérés: 2017.12.05.)
- ³⁰ A szimulációk elérhetősége: [Szimuláció1](#) illetve [Szimuláció2](#)
- ³¹ URL: <https://goo.gl/forms/kYa8yNzIO5yKcju02> (utolsó elérés: 2017.12.09.)
- ³² A munkamemória és végrehajtó funkciók kapcsolata az iskolai teljesítménnyel: Tánzos Tímea, Janacsek Karolina, Németh Dezső In Alkalmazott Pszichológia, Alkalmazott Pszichológiai Alapítvány 2014, 14, 60. o.
- ³³ URL: <http://www.celt.iastate.edu/wp-content/uploads/2015/09/RevisedBloomsHandout-1.pdf> (utolsó megtekintés: 2017.12.05.)
- ³⁴ URL: <https://goo.gl/forms/kYa8yNzIO5yKcju02> (utolsó elérés: 2017.12.09.)
- ³⁵ URL: <http://ofi.hu/tudastar/tanari-palya/szakok-pedagogusok> (utolsó elérés: 2017.11.30.)