

## A projektmunka hatásai a természettudományos tantárgyak tanulásában

*A természettudományok oktatása csak akkor lehet sikeres, ha képesek leszünk választ adni a 21. század kihívásaira. A hagyományos elven oktatott természettudományos tantárgyak a legtöbb gyermek számára érthetetlen és felesleges nyűgnek számítanak. Ezen a helyzeten mindenképpen változtatnunk kell. A természettudományos iskolai projektfeladat mint kollaboratív tudásmegosztó módszer megfelel a céloknak. Az integrált természettudományos projektfeladatok hatására a részt vevő tanulók természettudományos ismeretei többségében gyarapodnak, és a természettudományos tárgyakhoz általában pozitívabban állnak hozzá a diákok, azaz javul a szaktárgyakhoz fűződő tanulói attitűd is. Ebben a cikkben egy középiskolai természettudományos projektfeladat hatásait szeretném bemutatni. A projektünk fő témája: termoakusztikus folyamatok vizsgálata Rijke-cső segítségével. Először is tekintsük át, hogy mivel foglalkozik a termoakusztika, illetve mi az a Rijke-cső.*

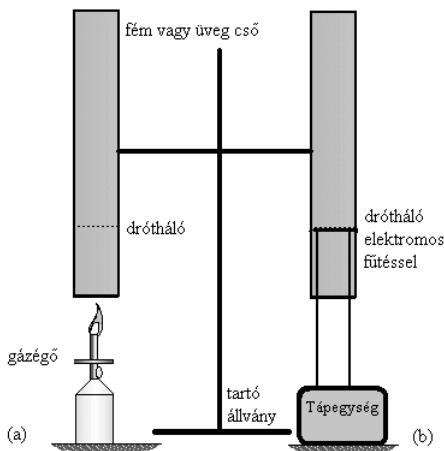
### A termoakusztika alapjai

**A** termoakusztika a hő hatására létrejövő hanghatás vizsgálatával foglalkozik: termoakusztikai instabilitásnak nevezzük, ha egy termodinamikai rendszerben a nyomás oszcillációja párosul az egyenetlen hőátadással. Ha a rendszer által kibocsátott hő függ a nyomás és a rendszerben áramló gáz sebességének fluktuációjától, akkor egy visszacsatolási hurok jön létre, ami destabilizálhatja a rendszert. A nyomás és a hőátadás közötti fázis szabja meg, hogy a rendszer stabil vagy instabil állapotban van-e: ha a nyomás oszcillációja és a hőkibocsátás fázisban vannak egymással, akkor kialakul egy akusztikus rezgés, a nyomás oszcillációja erősödik. A termoakusztika alapvető szerepet játszik számos technikai alkalmazásban: például szilárd vagy folyékony tüzelésű égőkamrák, rakétahajtóművek vagy gázturbinák instabilitásai. A kialakuló vibráció és a fokozott hőátadás rontják a berendezés működésének hatásfokát, illetve csökkentik az élettartamot.

A Rijke-cső egy rezonátor üreg természetes vagy kényszerített konvekciós légárammal és egy hőforrással a belsejében, ami általában egy felforrósított rács szokott lenni. Nevét a felfedezőjéről kapta: Petrus Leonardus Rijke (1812–1899) fizikaprofesszor volt a Leydeni Egyetemen Hollandiában; 1859-ben felfedezte, hogyan lehet egy mindkét végén nyitott csőben hanghatást fenntartani. A kísérleteiben Rijke egy körülbelül 5cm átmérőjű, függőleges helyzetű üvegsövet használt; elhelyezett egy fémhálót a cső alsó felében, majd a hálót izzásig hevítette gázláng segítségével (Rijke, 1859). Miután eltávolította a lángot, erős hangot hallott, amely nagyjából pár másodpercig tartott, addig, amíg a fémháló ki nem hűlt. Rijke a lánggal való melegítés helyett kipróbálta az elektromos fűtést

is: ehhez viszonylag nagy erősségű áramot kellett átvezetni a hálón, hogy az izzásba jöjjön. A folytonos fűtés esetén folytonos hanghatást észlelt; a hang meglehetősen erős volt, még a három teremmel arrébb lévő kollégái is panaszkodtak miatta. (Rijkét eredetileg a jelenség a zenei hangok szempontjából érdekelte, de a kísérletek elvégzése után nem találta a csövet megfelelő „hangszernek”).

A Rijke-cső segítségével viszonylag kényelmesen tanulmányozhatjuk a termoakusztikai instabilitások kialakulását, mert bizonyos paraméterek esetén a rendszerben erőteljes hang keletkezik, ahhoz hasonlóan, ahogy a valós technikai (ipari) berendezésekben is felléphet ilyen termoakusztikai oszcilláció (1. ábra).



1. ábra. A Rijke-cső: (a) gázzal fűtött cső, (b) elektromos árammal fűtött cső.

### A természettudományos tantárgyak oktatási problémái

2007-ben hozták nyilvánosságra azt a jelentést, melyben az Európai Unióhoz tartozó országokban a természettudományos oktatás megújításának szükségességét vizsgálták. Az úgynevezett Rocard Bizottság, más tanulmányokkal összhangban, rámutatott, hogy az EU-tagállamokban szinte egységesen csökken a felsőoktatásba jelentkező mérnökök száma, és a természettudományos szakokra jelentkezők is egyre kevesebben vannak; a fiatalok nagy része nem érdeklődik a természettudományos tantárgyak és a matematika iránt. A természettudományok oktatásában számos probléma jelentkezik: hiányosság mutatkozik a természettudományos ismeretek alkalmazásában, a mindennapi élethez szervesen kapcsolódó problémák megoldásában; folyamatosan csökken a diákok természettudományos motivációja, a természettudományos tantárgyak népszerűsége mélyponton van; a diákok nagy többsége elfordul a természettudományos pályáktól (Nagyné, 2010). Európa jövője szempontjából döntő, hogy a természettudományok oktatása fejlődjön, ezért mielőbb cselekedni kell helyi, regionális, országos, sőt uniós szinten (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen és Walberg-Henriksson, 2007; Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson és Hemmo, 2010). A nevelési-oktatási folyamatba a hagyományos szereplők (gyermek, szülő, tanár) mellett egyéb tényezőket is be kell vonni (tudósok, szakemberek, felsőoktatási intézmények, helyi szervezetek, stb.).

A hanyatló érdeklődés legfőbb okaként a Rocard Bizottság a természettudományos tantárgyak oktatási módszerét teszi felelősnek. A legfontosabb újítás a pedagógiai megközelítésben az lehet, ha sikerül a „hagyományos deduktív” oktatásról áttérni a kutatás- (érdeklődés-) alapú természettudományos oktatásra (IBSE = Inquiry Based Science

Education). Mind az általános, mind a középiskolában ez lehet a módja annak, hogy megfelelően motiváljuk a tanulókat, akár a leggyengébb képességűekről, akár a letehetősegebbekről is legyen szó; de a felsőoktatásban is célravezető lehet (Rocard és mtsai, 2007, 2010).

A dedukció során az egészből következtetünk a részre, az általánosból az egyesre; a tanulóknak képesnek kell lennie elvont fogalmakkal dolgozni, ezért szokták fentről lefelé irányuló tudásátadásnak is nevezni. Az indukciós módszerben pont fordított az irány. A gyakorlatban a deduktív megközelítés és az „érdeklődés-alapú” módszer nem zárják ki egymást teljes mértékben, a megfelelő helyen és időben alkalmazva mindkettőnek helye van az oktatásban. Az IBSE lehetőséget biztosít a tanárokon és tanulókon kívül a szülőknek, cégeknek, vállalatoknak, egyesületeknek, helyi szervezeteknek, stb. is, hogy bekapcsolódjanak az oktatási folyamatba.

A természettudományos oktatás fejlesztése mérföldkő a technológiai újítások megértése, környezetünk megóvása és a gazdaság fejlesztése szempontjából is (Rocard és mtsai, 2007). Olyan nyitott, befogadó környezetet kell teremtenünk, elsősorban az iskolákban, amely minden gyerek számára erősítőleg hat a természettudományos kíváncsiság kibontakoztatása tekintetében. Szinte az összes kisgyermekben „természetes” kíváncsiság él a természet dolgaival kapcsolatban; egészen addig, amíg a helytelenül megválasztott tanítási módszerekkel ezt ki nem „irtjuk” belőlük. Egyszerűen sok esetben a rossz tanári módszer az, ami a legtöbbet árt.

José Mariano Gago professzor szerint a természettudományok és a matematika oktatásának alapvető problémája, hogy túl absztrakt módon történik az ismeretek átadása, úgy, ahogyan a 19. században is tanítottak (Rocard és mtsai, 2007, 2010). Nem meglepő, hogy a tanulók a természettudományokat nehéznek, érthetetlennek tartják. Sok olyan feladat van, ami csak néhány tanulóknak világos és érthető, a többség számára azonban a felfoghatatlan kategóriába tartozik. Válasszuk inkább a kutatáson (érdeklődésen) alapuló oktatási módszert! Az IBSE jelenthet terepmunkát, kísérletezést, tanári vezetés mellett végzett önálló vagy csoportos munkát, tantárgyakon átívelő projekt munkát, problémaközpontú megközelítést, „lentől felfelé irányuló ismeretszerzési folyamatot”. A matematikában ezt „probléma-alapú” tanulásként nevezik (PBL = Problem Based Learning), melyben a probléma megoldása a tanulás hajtómotorja (Csíkos, 2010b). Az IBSE-re tekinthetünk úgy, mint a PBL kiterjesztésére a természettudományok területén. Javítja a tanulók verbális kifejezőkészségét, az írásos munkavégzésüket, sőt megtanítja őket csoportban dolgozni, ami a jövőjük szempontjából nagyon lényeges momentum. Az érdeklődés-alapú oktatás kiegészítője vagy alternatívája lehet a hagyományos dedukción alapuló megközelítésnek. Az IBSE módszer alkalmazásával nőtt a diákokban a hajlandóság a természettudományos ismeretek befogadására, szívesebben vettek részt projekt munkában, az önbizalmuk erősödött, olvashatjuk a Rocard-jelentésben.

Az EU-ban több olyan innovációs program indult, ami növelheti a tanulói motiváltságot a természettudományok terén és javíthatja a diákok tanulási hatékonyságát. Az egyik a POLLEN program, amit általános iskolák számára hoztak létre; a másik a SINUS-TRANSFER projekt, amit elsősorban a középiskolák számára indítottak. A kedvezőtlen folyamatok megfordítására indították a PRIMAS (Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education = A kutatásalapú tanulás előmozdítása a matematikai és természettudományi nevelés területén) projektet, melynek célkitűzése az, hogy Európa-szerte elősegítse a kutatásalapú tanulás (‘inquiry-based learning’) megközelítésmódjának elterjedését; segítse a tanárokat a pedagógiai megújulásban; illetve segítse a diákokat abban, hogy megtapasztalják a tudományos felfedezések és a kutatás élményét. A projekt fő célja, hogy egyre több tanuló viszonyuljon pozitívan a matematika és a természettudományok tanulásához. Fontos cél az is, hogy egyre több diák válassza e tantárgyakat a felsőoktatásban (Csíkos, 2010a).

## A projekt-alapú oktatás

Radnóti (2008a) szerint a projekt a pedagógiában eszme, oktatás, tanulás, módszer, oktatási stratégia, tanulászervezési forma, paradigma, szemlélet. A projektoktatás valamely komplex téma olyan feldolgozása, melynek során a téma meghatározása, a munkamenet megtervezése és megszerzése, a munka eredményeinek létrehozása és bemutatása a gyerekek valódi önálló (egyéni, páros, csoportos) tevékenységén alapul.

Általános tapasztalat, hogy a legtöbb iskolában nem szívesen alkalmaznak olyan módszereket, amelyek bizonyos mértékig felborítják a megszokott, hagyományos „rendet”. A tanárok sokkal nagyobb mértékben alkalmazzák a hagyományosnak mondható, tanárközpontú tanítási módszereket, mint azokat, amelyek nagyobb önállóságot biztosítanak a gyerekeknek az ismeretek megszerzésében. Ilyen hagyományos módszer a magyarázat, beszélgetés, szemléltetés (Radnóti, 2008b). A projektmódszer fontos jellemzője, hogy akár önmagában is meglehetősen széles módszertani repertoárt biztosíthat a nevelési-oktatási folyamatban. A projektmódszer komplex, vagyis az adott témát sok oldalról kell körüljárni, mert csak így alakulnak ki a tudáselemek között azok a sokrétű kapcsolatok, az a hálózat, amely egy-egy ismeretet, készséget, képességet sokféle helyzetben előhívhatóvá tesz. Ez a ténylegesen alkalmazható tudás kialakulásának egyik fontos előfeltétele. A projektmódszer alkalmazásának fő motívuma, hogy képes fejleszteni a különböző kompetenciák, személyiségvonások széles körét, növeli a tanulók aktivitását. A projektmódszer általában pozitív hatásokat gyakorol a résztvevőkre (Radnóti, 2008b):

- bővül az alkalmazható szaktárgyi tudásuk;
- a másokkal való együttműködés során megtanulják kezelni a felmerülő konfliktusokat;
- fejlődik a gondolkodásmódjuk;
- megtanulják a munka szervezését és az idejük beosztását;
- fejlődik az esztétikai érzékük;
- a projekt eredményeinek bemutatásakor a résztvevők a saját csoporttársak, illetve más csoportok előtt szerepelnek, ez hozzásegíti őket a lámpaláz leküzdéséhez;
- a résztvevőkben tudatosul a világ komplexitása;
- kialakul, illetve fejlődik a felelősségvállalás a társak iránt;
- nyitottabbá válnak a világ dolgai iránt;
- a különböző ismeretforrások (internet, könyvtár, folyóiratok, tévé, rádió stb.) használata, a kapott információk kezelése és kritikus felhasználása révén fejlődik az értő olvasás;
- fejlődik a tanulási technikájuk, ez elősegíti az élethosszig tartó tanulást;
- megtanulják használni az előzetes ismereteiket különböző helyzetekben;
- fejlődik a „problémaérzékeny” gondolkodásmódjuk, a problémamegoldással kapcsolatos tudásrendszerük;
- növekszik a kreativitásuk;
- javul a kommunikációs kompetenciájuk;
- megtanulják mások véleményét is meghallgatni, tiszteletben tartani;
- kialakul vagy fejlődik a reális énképük.

A tanulás nem egyszerűen csak tudás átadását-átvételét jelenti, a tudásnak a gyermek személyes konstrukciójának kell lenni. A projektmódszer a fejlesztő differenciálás eszköze, a legfőbb értéke – a munka eredményei és végtermékei mellett – maga a munkafolyamat (Radnóti, 2008b).

Korábbi cikkeken a gázlánggal, illetve az elektromos árammal fűtött Rijke-csövek termoakusztikus tulajdonságait, folyamatait már bemutattam (Beke, 2009a, 2009b, 2009c, 2009d, 2010a, 2010b). Ennek a cikknek az a célja, hogy iskolánk gimnazista tanulóival végzett termoakusztikus projektfeladat pedagógiai tapasztalatairól beszámoljak.

## A termoakusztikus iskolai projekt

A projektben önkéntes alapon vehettek részt a diákok. A projekt a 2007/2008-as tanév őszén indult és két éven keresztül tartott; közben jó néhány tanuló leérettségizett és elhagyta a gimnáziumot, illetve újabb és újabb tanulók érkeztek. Szerencsére ez nem okozott különösebb problémát; sikerült úgy megszervezni a munkát, hogy az újonnan érkezettek zökkenőmentesen be tudtak kapcsolódni a projektbe.

A termoakusztikai méréseinket délutánonként végeztük fizika szakkör-foglalkozáson csoportmunkában, a csoportokban 3–6 tanuló dolgozott együtt. Egy-egy tanulói csoport vizsgálta az egyes Rijke-csövek viselkedését, az eszközök egy részét közösen használtuk (például zajszintmérő, digitális hőmérő). Ez külön szervezést igényelt. Ezen kívül arra is ügyelnünk kellett, hogy az egyik csoport Rijke-csővének hangja ne zavarja meg a másik team mérését. Ezért a munkánkat össze kellett hangolni, hiszen korlátos erőforrásokon osztozkodtunk, illetve egymás zavarása nélkül kellett dolgoznunk. Ezzel – mintegy mellékesen – a tanulók szervezőképességét is fejlesztettük, sőt a szociális kompetenciák (osztozkodás a közös eszközökön) is fejlődtek. (Amíg projekt elején előfordult, hogy nem tudtak megegyezni, hogy ki mit használjon; ez a későbbiek folyamán gördülékenyen ment.) Minden mérést legalább ötször megisméltünk, és az átlagértékekkel számoltunk tovább; a kapott eredményeket számítógépen rögzítettük (Beke, 2009a, 2009b, 2009c, 2009d). A 2. ábrán iskolánk tanulói láthatók a projektfeladat végzése közben.



2. ábra. Iskolánk tanulói méréseket végeznek a különböző Rijke-csövekkel.

Alapvetően olcsó, minden iskolában megtalálható eszközöket használtunk, amelyek nem voltak meg a mi iskolánkban, azokat pedig kölcsönkértük, így ez nem okozott extra kiadásokat számunkra. A Rocard-jelentés fontos megállapításai közé tartozik, hogy a kísérletek költségeit csökkenteni kell, a tanulók projektszemléletű munkavégzésének viszont nagyobb hangsúlyt kell biztosítani (Rocard és mtsai, 2007, 2010). Ez teljes mértékben megvalósult a méréssorozatunkban.

A projekteket mindig értékelni kell! Az értékelés módja esetleg lehet osztályzás (egyszerűbb esetben), szóbeli vagy írásbeli értékelés, vagy ezek együttesen. Nyilvánvaló, hogy egy komplex csoportmunkában végzett projekt minősítését nem lehet egyetlen mondattal elintézni, ezért célszerű a tanár számára is, ha menet közben feljegyzéseket készít a tanulók munkájáról. A projekt értékelésének szempontjait előre kell tisztáznunk, azaz mindenkinek tudni kell, hogy mi alapján minősítjük a projekt közben végzett munkáját. Ezt persze csak irányelvnek tekinthetjük, hiszen menet közben olyan tényezők is hatnak, amelyekre esetleg nem is gondoltunk az elején, és ezek befolyásolhatják az érté-

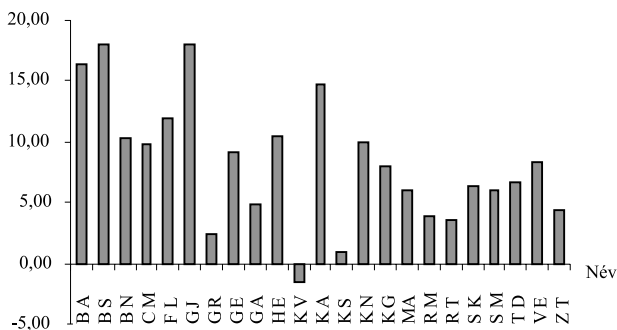
kelést. Természetesen nem csak én értékeltem a diákok munkáját a projekt folyamán, hanem ők maguk is értékelték mind a saját, mind a társaik előrehaladását is.

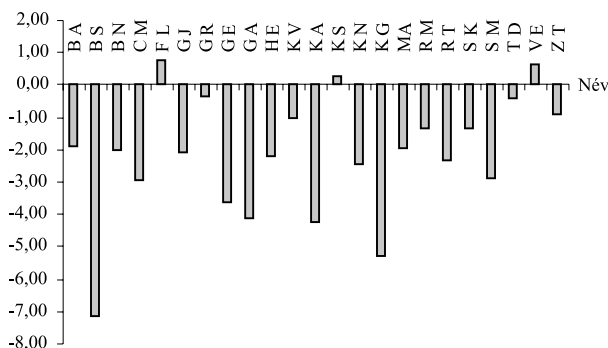
A termoakusztikus projektünk végén megvizsgáltam, hogy a diákjaink tanulmányi munkájában, „tanulási teljesítményében” mennyire „mérhető” a projektben való részvétel hatása. Mivel a projekt időben 2 tanévet ölelt át, ezért arra gondoltam, hogy az évközben írt fizika témazáró dolgozatokkal fogom a teljesítményük változását mérni. Nyilvánvaló, hogy a projektmunka során nem csak a fizikai ismereteik bővültek, sőt mondhatnám, hogy a Rijke-csővekkel végzett termoakusztikai vizsgálatok nem tartoznak bele a középiskolás tananyagba, de azt feltételeztem, hogy azoknak, akik hosszabb távon részt vesznek a projektünkben, javulni fog a fizika tanórai teljesítménye is. Természetesen nem a témazáró dolgozat az egyetlen mércéje a teljesítménynek, de bizonyos szempontból megfelelő indikátornak tekinthetjük.

A teljesítmények értékeléséhez tudnunk kell, hogy fizikából minden félévben 3db témazáró dolgozatot szoktunk írni, ezek körülbelül másfél havonta követik egymást, a dolgozatok időpontját már jó előre tisztázzuk. Ha valaki hiányzik a témazáró dolgozatról, akkor annak egy későbbi időpontban pót-témazárót kell írnia; ez hasonlít az eredeti dolgozatra, de nem teljesen ugyanaz. A teljes tanévben tehát minden diák 6db témazáró dolgozatot ír, amiket százalékos formában értékelünk, és ez alapján kap rá osztályzatot az adott illető. (A témazáró dolgozatok osztályzatai mellett még számos másféle értékelési módszert is alkalmazunk.)

A termoakusztikus projektünk teljes időtartamát tekintve összességében 35 gimnazista tanuló vett részt a munkánkban, ki rövidebb, ki hosszabb ideig. Ha egy tanévet tekintek, akkor azt mondhatjuk, hogy annak, aki legalább a délutáni projektfoglalkozások felén részt vett, külön is megvizsgáltam a témazáró dolgozatokban bekövetkező változását. Mivel volt néhány tanuló, akik csak egy-két foglalkozáson vett részt, illetve voltak olyanok is, akik 12. osztályosként úgy vettek részt a munkában, hogy közben már nem is szerepelt a fizika tantárgy a kötelező tantárgyaik között, ezért összességében 23 olyan tanulót tudtam kiválasztani, akik a projektet megelőző évben és a projekt évében is tanulnak fizikát. (Ez általában a tizedik és a tizenegyedik évfolyamot jelenti.) Összehasonlítotam a diákoknak a két tanévben a fizika témazáró dolgozatokban mérhető teljesítményét. A projektben részt vevő tanulók teljesítménye nagyon vegyes képet mutatott. Voltak közöttük gyengébb képességű, közepes és nagyon jó tanulmányi eredményű diákok is. (Külön öröm volt számomra, hogy olyan tanulók is részt vettek a munkában, akik egyébként nem túl jól teljesítettek fizika alapórákon.)

Megállapítottam, hogy a diákok átlagteljesítménye egy kivétellel növekedett, tehát a projekt tanévben általában jobb eredményeket értek el a tanulók a fizika témazáró dolgozatokban. Az 3.a ábrán a témazáró dolgozatokban elért átlagteljesítmények különbségeit ábrázoltam a két tanévben százalékpontokban.





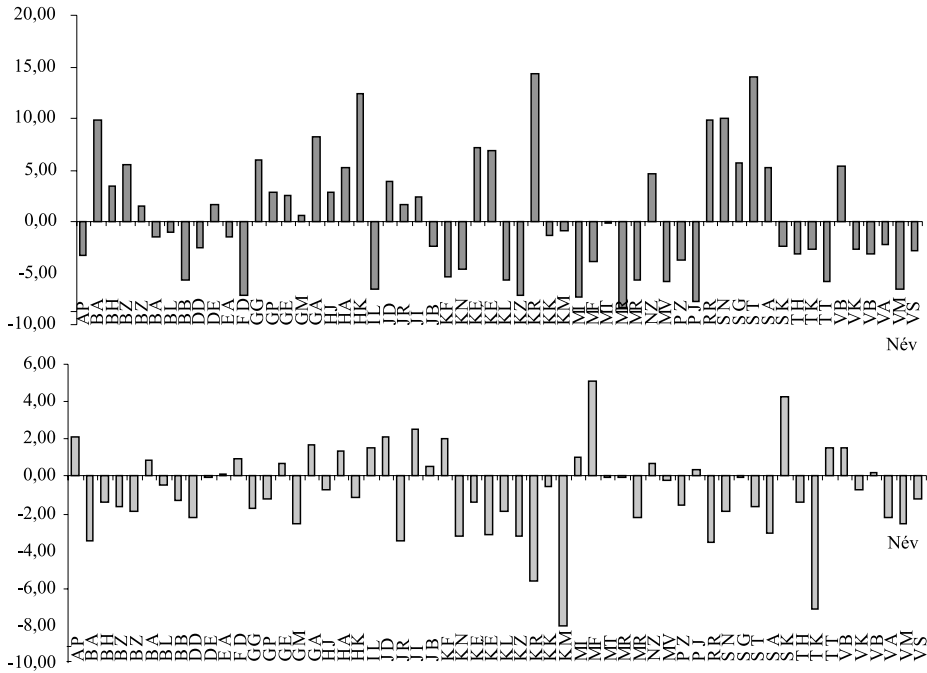
3. ábra. A két tanévben a fizika témazáró dolgozatok alapján számított teljesítmények összehasonlítása a termoakusztikus projektben részt vevő diákok esetén: (a) év végi átlagok különbsége; (b) dolgozatok szórásainak különbsége.

A témazárók eredményeinek szórásával is jellemezhetjük a teljesítményt. Minél kisebb a szórás, annál egyenletesebb a tanuló évközi teljesítménye. Az 3. b ábrán a két tanévben a fizika témazáró dolgozatok alapján számított szórások különbségeit láthatjuk. Azt állapítottam meg, hogy húsz tanulónál csökkent, három tanulónál kis mértékben növekedett a fizika témazáró dolgozatok százalékpontjainak szórása. Ebből arra következtettem, hogy a projektmunka hatására a tanulók egyenletesebben teljesítettek a témazáró dolgozatokban. Összességében elmondható, hogy a projektben részt vevő diákok átlagos összteljesítménye 8,20 százalékkal javult (63,62 százalékról 71,82 százalékra), a szórása 2,12 százalékkal csökkent fizikából (8,17 százalékról 6,05 százalékra), ezért ebből a szempontból is sikeresnek értékelhető a termoakusztikus projektünk.

Megvizsgáltam azoknak a tanulóknak is a fizika témazáró dolgozatokban elért teljesítmény-változását, akik nem vettek részt a termoakusztikus projektfeladatban. Ezek a tanulók osztálytársaik voltak a termoakusztikus projektben részt vevő diákoknak, tehát egyfajta kontrollcsoportként „szolgáltak” a vizsgálataimban. Összesen 58 tanuló (33 lány és 25 fiú) eredményeit követtem nyomon. Megállapítottam, hogy 26 diák átlagteljesítménye növekedett, 32 diák átlagteljesítménye csökkent a kontroll-mintában. Az összteljesítmény tekintetében 0,39 százalékos javulást tapasztaltam (63,19 százalékról 63,58 százalékra). Ezek után megvizsgáltam, hogy a termoakusztikus projektben részt vevő diákok teljesítményének javulása hogyan viszonyul a kontroll-mintához tartozó tanulók teljesítményének változásához. A statisztikai t-próba alapján azt állapítottam meg, hogy a termoakusztikus projektfeladatban részt vevő diákok teljesítményének növekedése szignifikáns a kontrollcsoporthoz képest  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett. A 4. ábrán a kontrollcsoportban tartozó tanulók témazáró dolgozatokban elért átlagteljesítményeinek különbségeit és a szórások különbségeit ábrázoltam a két tanévben százalékpontokban.

A kontrollcsoportban a fizika témazáró dolgozatokban elért teljesítmények szórása 0,83 százalékkal csökkent: 9,44 százalékról 8,61 százalékra. (20 tanulónál növekedett, 38 tanulónál csökkent a szórás.) A dolgozatok szórásainak változását is összehasonlítottam a két mintában. Láthatjuk, hogy mindkét mintában csökkentek a szórások különbségei, de a t-próba alapján a fizika témazáró dolgozatok pontszámaiban a szórások különbségeinek csökkenése szignifikáns a projektben részt vevő tanulók javára ( $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett). Röviden összegezve kijelenthetjük, hogy a termoakusztikus projektfeladat hatására a fizika tantárgy esetén „alapórán” szignifikánsan jobb teljesítményt nyújtottak a diákjaink, és a témazáró dolgozatok pontjainak szórása is szignifikáns módon csökkent ( $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett). A kapott eredmények alátámaszt-

ják azt a korábbi feltevésemet, mely szerint egy adott tantárgy esetén a projektfeladatok alkalmasak a tanulók szaktárgyi teljesítményének javítására. Ez azért lényeges, mert sok pedagógus azért nem valósít meg egyetlen projektet sem, mert fél attól, hogy csak „elfecsérlük” az időt, és nem gyarapodik közben a tanulók tudása. Láthatjuk, hogy a jól kivitelezett projektfeladatoknak pozitív hatása van a diákok tanulási teljesítményére is.

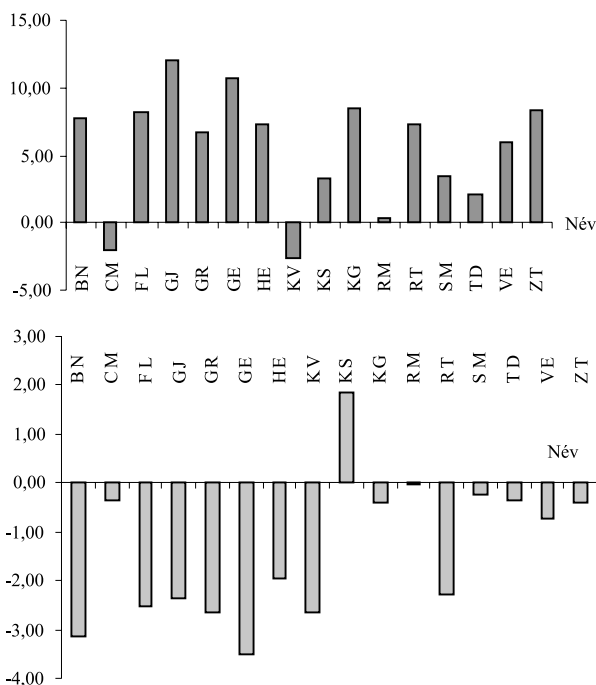


4. ábra. A két tanévben a fizika témazáró dolgozatok alapján számított teljesítmények összehasonlítása a kontrolcsoportban: (a) év végi átlagok különbsége százalékpontokban; (b) dolgozatok szórásainak különbsége százalékpontokban.

A termoakusztikus projektben részt vevő 23 vizsgált tanuló közül 16 informatika fakultációra is járt. (Iskolánkban a kilencedik évfolyam után nincs kötelező informatikaóra, tehát informatikát csak azok tanulnak tizedik évfolyamtól, akik fakultációs tantárgyként választják a szaktárgyat.) Ezen tanulóknak megvizsgáltam az informatika tantárgyban bekövetkező teljesítmény-változásait a témazáró dolgozatok százalékpontjai alapján. Feltételeztem, hogy a projekt hatására a tanulók informatikai tudása is gyarapszik, mivel a projektmunka során szükség volt alkalmazott informatikai ismeretekre. (Az informatika fakultáción is évente 6db témazárót írnak a diákok a fizikához hasonló rendszerben: tehát itt is vannak gyakorlati feladatok, vannak rövidebb elméleti kérdések, és vannak kifejtendő, hosszabb, elméleti esszézerű feladatok is.)

Megállapítottam, hogy a 16 tanuló közül csak két személynél csökkent a témazáró dolgozatok alapján a teljesítményük és egy tanulónál nőtt a dolgozatok százalékpontjai alapján számított szórás (5. ábra). A 16 diák összteljesítménye 5,46 százalékkal növekedett a projekt tanévében az előző tanévhez képest (69,84 százalékról 75,30 százalékra), a szórások átlagértéke viszont 1,36 százalékkal csökkent (7,21százalékról 5,85százalékra).



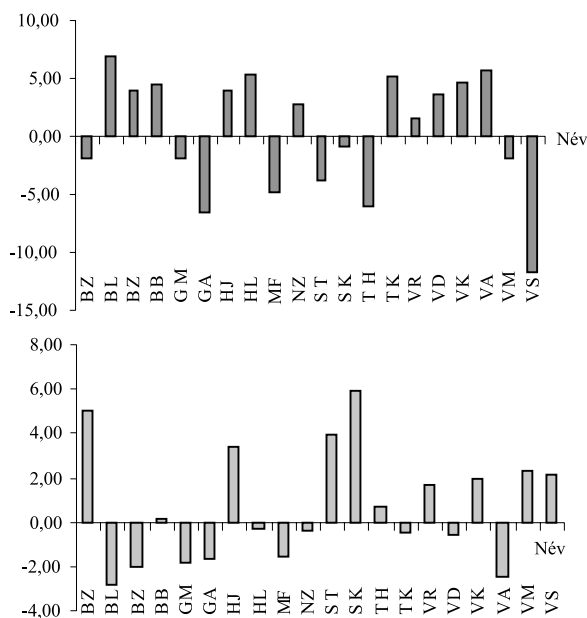


5. ábra. A két tanévben az informatika témazáró dolgozatok alapján számított teljesítmények összehasonlítása a termoakusztikus projektben részt vevő diákok esetén: (a) év végi átlagok különbsége; (b) dolgozatok szórásainak különbsége.

Megvizsgáltam azoknak a tanulóknak is az informatika fakultáción írt témazáró dolgozatokban elért teljesítmény-változását, akik nem vettek részt a termoakusztikus projektfeladatban. Ezek a tanulók többségében osztálytársaik voltak a termoakusztikus projektben részt vevő diákoknak, tehát ők egy másik kontrollcsoportként „szolgáltak” a vizsgálataimban. Összesen húsz tanuló (öt lány és tizenöt fiú) eredményeit vizsgáltam. Megállapítottam, hogy 11 diák átlagteljesítménye növekedett, 9 diák átlagteljesítménye csökkent ebben a kontroll mintában. Az összteljesítmény tekintetében 0,45 százalékos javulást tapasztaltam (64,57 százalékról 65,02 százalékra). A dolgozatok szórásainak különbsége 10 tanulónál növekedett és 10 tanulónál csökkent. Összességében 0,65 százalékkal nőtt a szórások különbsége (8,16 százalékról 8,81 százalékra). A 6. ábrán a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók informatika témazáró dolgozatokban elért átlagteljesítményeinek különbségeit és a szórások különbségeit ábrázoltam a két tanévben százalékpontokban.

Ezek után megvizsgáltam, hogy a termoakusztikus projektben részt vevő diákok informatika fakultáción elért teljesítmény-javulása hogyan viszonyul a kontroll-mintához tartozó tanulók teljesítményének változásához. A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoakusztikus projektfeladatban részt vevő tanulók teljesítményének növekedése szignifikáns a kontrollcsoporthoz képest  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett. Az informatika témazáró dolgozatok szórásainak változását is összehasonlítottam a két mintában. A t-próba alapján a különbség itt is szignifikánsnak mutatkozott  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett, a fizika témazáró dolgozatokhoz hasonlóan. Röviden összegezve megállapítottam, hogy a termoakusztikus projektfeladat hatására a fizika tantárgy mellett az informatika tantárgyban is szignifikánsan jobb teljesít-

ményt nyújtottak a diákjaink és a témazáró dolgozatok pontjainak szórása is szignifikáns módon csökkent ( $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett). A kapott eredmények alátámasztják azt a korábbi feltevésemet, mely szerint az integrált projektfeladatok alkalmasak a tanulók több különböző tantárgybeli teljesítményének javítására is. Láthatjuk, hogy a jól megtervezett és kivitelezett projektfeladatoknak pozitív hatása van a diákok tanulási teljesítményére akár több tantárgyból is, ezért célszerű multi- (inter-) diszciplináris projekteket megvalósítani.



6. ábra. A két tanévben az informatika témazáró dolgozatok alapján számított teljesítmények összehasonlítása a kontrollesztben: (a) év végi átlagok különbsége; (b) dolgozatok szórásainak különbsége.

A tapasztalatok alapján a termoakusztikus projektünket összességében sikeresnek tekinthetjük. A tanulóknak nem csak a termoakusztikai ismereteik bővültek, hanem a természettudományos gondolkodásuk, problémalátó és problémamegoldó képességük is fejlődött. A természettudományos kompetenciák mellett a szociális jellegű (team-foglalkozás, feladatelosztás, eszközök megosztása, stb.) készségeik is fejlődtek. A projekt munka hatásainak többsége (például kommunikációs képességek javulása, csoportmunkában való részvétel) valószínűleg hosszabb távon is érvényesül, amit mindenképpen hasznosnak ítélek a jövő szempontjából.

### A projekt munka hatásainak kérdőíves vizsgálata

Egy kérdőíves vizsgálatban arra kerestem választ, hogy a projektfeladatokban való részvétel hogyan befolyásolta a tanulók projektekkel kapcsolatos attitűdjét. Elsősorban a természettudományos tantárgyakkal kapcsolatosan szerettem volna megtudni, vajon milyen hatást gyakoroltak a természettudományos jellegű projektek a diákok tantárgyhoz fűződő „beállítódására”, ezért megkértem a diákokat, hogy az elmúlt néhány tanév során az iskolánkban megvalósított kisebb-nagyobb projektekkel kapcsolatosan töltsenek ki egy rövid kérdőívet.

A projektek között voltak kötelező projektfeladatok és voltak választható projektek (például *Modern lakóház tervezése és építése* vagy *Termoakusztikai jelenségek vizsgálata Rijke-cső segítségével*). A kérdőíveket a tanulók önkéntes alapon töltötték ki, a nevüket nem kellett felírni. A kérdéseket többségében 5 fokú Likert-skálán helyeztem el a válaszokat úgy, hogy a -2-es válasz felelt meg annak, hogy a válaszoló nem ért egyet az állítással, vagy nem tetszik neki a kérdésben szereplő „tartalmi elem”; a +2-es válasz felelt meg annak, hogy a válaszoló egyetért az állítással, illetve tetszik neki a kérdéssel kapcsolatos „fogalom”. Láthatjuk, hogy a „0” felelt meg a neutrális pontnak, tehát a negatív értékek egyértelműen az „elutasítást”, a pozitív értékek az „elfogadást” jelentik.

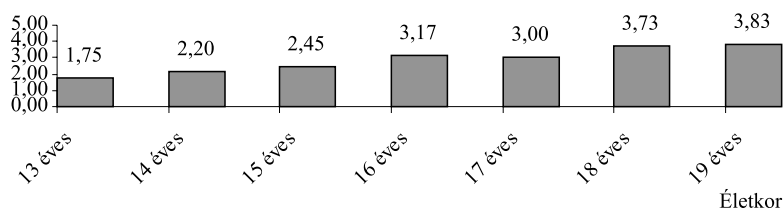
A kérdőív elején megkérdeztem a tanulók életkorát, évfolyamát és nemét. A kérdőíveket összességében 74 tanuló töltötte ki teljesen (41 lány és 33 fiú). A válaszadó tanulókat két csoportra osztottam: összesen 23 diák (13 lány és 10 fiú) vett részt a *Termoakusztikai jelenségek vizsgálata Rijke-cső segítségével* projektben, illetve összesen 51 (28 lány és 23 fiú) olyan diák volt, akik nem vettek részt ebben a szabadon választható projektfeladatban. A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók átlagéletkora 18,04 év, szórása 0,83 év; a másik csoport átlagéletkora 15,73 év, szórása 1,73 év; a válaszadók teljes csoportjának átlagéletkora 16,45 év, szórása 1,85 év.

Az 1. kérdésben azt kérdeztem, hogy hány kötelező projektben vett részt a tanuló eddig az iskolánkban.

1. táblázat. Kötelező iskolai projektek száma (átlag).

1.	Átlagérték (db)	Szórás	Minimális érték (db)	Maximális érték (db)
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	3,57	0,59	3	5
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	2,82	0,84	1	5
Összes tanuló	3,05	0,84	1	5

Átlagosan 3 kötelező iskolai projektfeladatban vettek részt a diákok, természetesen ez a szám korcsoportonként erősen eltér egymástól. A tanulók válaszai alapján számított átlagértékeket láthatjuk életkorok szerint a 7. ábrán.



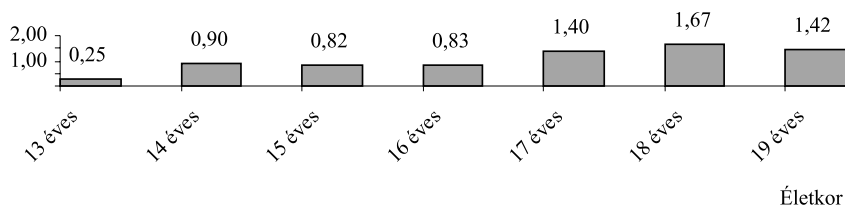
7. ábra. A tanulók átlagosan hány kötelező iskolai projektfeladatban vettek részt korcsoportonként.

A 2. kérdésben azt kérdeztem, hogy hány szabadon választható projektben vett részt a tanuló eddig az iskolánkban.

2. táblázat. Szabadon választható iskolai projektek száma (átlag)

2.	Átlagérték (db)	Szórás	Minimális érték (db)	Maximális érték (db)
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	1,91	0,67	1	3
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	0,80	0,69	0	2
Összes tanuló	1,15	0,86	0	3

Láthatjuk, hogy átlagosan legalább egy szabadon választható iskolai projektfeladatban szerepet vállaltak a tanulók, sőt voltak olyanok is, akik 3 szabadon választható projektben is részt vettek. A tanulók válaszai alapján számított átlagértékeket láthatjuk életkorok szerint a 8. ábrán.



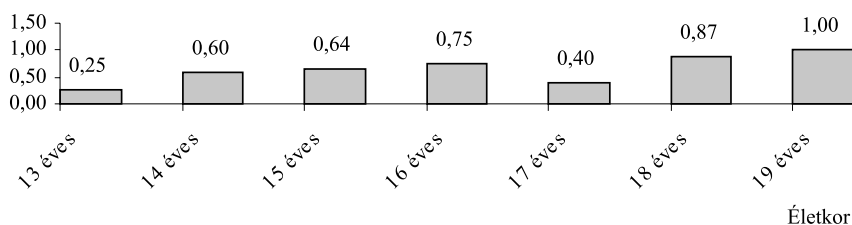
8. ábra. A tanulók átlagosan hány szabadon választható iskolai projektfeladatban vettek részt korcsoportonként.

A 3. kérdésben arra voltam kíváncsi, hány szabadon választható projektben vett részt a tanuló eddig az iskolánkon kívül.

3. táblázat. Szabadon választható iskolán kívüli projektek száma (átlag).

3.	Átlagérték (db)	Szórás	Minimális érték (db)	Maximális érték (db)
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	0,96	0,77	0	2
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	0,59	0,67	0	3
Összes tanuló	0,70	0,72	0	3

Átlagosan kevesebb szabadon választható iskolán kívüli projektfeladatban vettek részt a diákok, mint amennyi iskolai kereteken belüli szabadon választható projektben tevékenykedtek. A tanulók válaszai alapján számított átlagértékeket láthatjuk életkorok szerinti bontásban a 9. ábrán.



9. ábra. A tanulók átlagosan hány szabadon választható iskolán kívüli projektfeladatban vettek részt korcsoportonként.

A 4. kérdésben arra voltam kíváncsi, hogy általában szívesen vesz-e részt a projekt-munkában a tanuló. (Válaszként egy egész számot kellett beírni -2 és 2 között.)

4. táblázat. Mennyire szívesen vesz részt a tanuló a projekteken (átlag).

4.	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	1,83	0,39	1	2
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	1,59	0,50	1	2
Összes tanuló	1,65	0,48	1	2

A válaszokból kiderült, hogy egyértelműen kedvelik a tanulók a projektformájú munkavégzést, szívesen vesznek részt a különböző projekteken. A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoakusztikus projektfeladatban részt vevő tanulók és a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók által megadott értékek között szignifikáns a különbség  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett.

Az 5. kérdésben arra voltam kíváncsi, hogy általában látja-e értelmét a projektmunkának a tanuló? (Válaszként egy egész számot kellett beírni -2 és 2 között.)

5. táblázat. Mennyi értelmét látja a tanuló a projekteknek (átlag)

5.	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	1,57	0,51	1	2
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	1,41	0,57	0	2
Összes tanuló	1,46	0,55	0	2

A válaszokból az derült ki, hogy a diákok szerint a projektmunkának általában van értelme. Észrevehetjük azonban, hogy ebben a kérdésben 0,19 értékkel alacsonyabb átlagok jöttek ki összesítésben, mint az előző kérdés válaszainak átlaga; tehát a tanulók „érzelmileg” kicsit jobban kedvelik a projektfeladatokat, mint amennyire hasznosnak találják őket. A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoakusztikus projektfeladatban részt vevő tanulók és a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók által megadott értékek között nem mutatható ki szignifikáns különbség  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett.

A projektmunka során néha egyedül, máskor párosan, esetleg csoportban kell tevékenykedni. A 6. kérdésben arra kerestem választ, hogy melyik fajta munkavégzést mennyire kedvelik a tanulók? (Válaszként egy-egy egész számot kellett beírni -2 és 2 között.)

6.a. táblázat. Mennyire kedvelik a tanulók az egyéni munkavégzést, mennyire szeretnek egyedül dolgozni? (átlagértékek)

6.a	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	0,43	0,66	-1	1
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	0,59	0,67	-1	2
Összes tanuló	0,54	0,67	-1	2

6.b. táblázat. Mennyire kedvelik a tanulók a páros munkavégzést, mennyire szeretnek párban dolgozni? (átlagértékek)

6.b	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	1,39	0,50	1	2
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	1,29	0,58	0	2
Összes tanuló	1,32	0,55	0	2

6.c. táblázat. Mennyire kedvelik a tanulók a csoportos munkavégzést, mennyire szeretnek csoportban dolgozni? (átlagértékek)

6.c	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	1,52	0,51	1	2
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	1,49	0,58	0	2
Összes tanuló	1,50	0,56	0	2

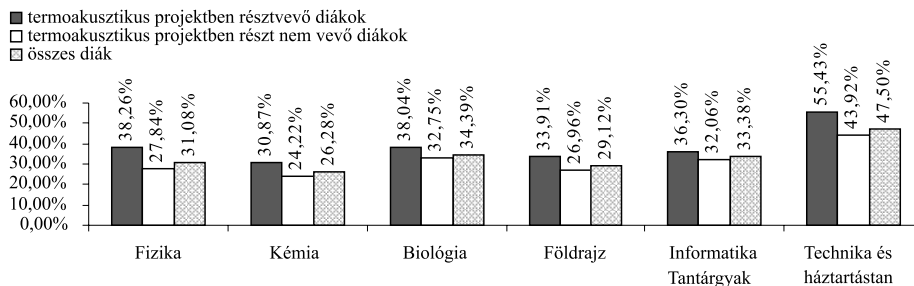
Láthatjuk, hogy a projektfeladatok során az egyéni munkavégzést inkább csak elfogadja (eltűri) a tanulók többsége. Sokkal jobban kedvelik a diákok, ha a projekt folyamán valakivel párban oldhatnak meg valamilyen feladatot, és egyértelműen a csoportos munkavégzést preferálják leginkább a projekteken. Ehhez persze az is szükséges, hogy a projektmunka során olyan csoportok jöjjenek létre, amelyekben a tagok jól tudnak együtt dolgozni. (Egy rosszul összeállított csoporton belül valószínűleg a tagok nem szívesen dolgoznak együtt, tehát itt nem is valósul meg „valódi” kooperatív munkavégzés.) A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoakusztikus projektfeladatban részt vevő tanulók és a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók által megadott értékek között nem mutatatható ki szignifikáns különbség  $p=0,05$  szignifikanciaszint mellett, sem az egyéni, sem a páros, sem a csoportos munkavégzés tekintetében.

A 7. kérdésben arra kerestem választ, hogy a tanulók szerint a tananyag hány százalékát lehetne (kellene) projekt munkával feldolgozni a megadott tantárgyakból. (Válaszként egy-egy százalék értéket kellett beírni 0 százalék és 100 százalék között.)

7. táblázat. A vizsgált tantárgyakból a tananyag hány százalékát lenne érdemes projekt-módszerrel feldolgozni a tanulók szerint (átlagértékek).

Tantárgy	Vizsgált tanulók	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Fizika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	38,26%	9,96%	25%	60%
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	27,84%	10,87%	10%	60%
	Összes tanuló	31,08%	11,59%	10%	60%
Kémia	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	30,87%	10,41%	20%	60%
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	24,22%	10,36%	10%	50%
	Összes tanuló	26,28%	10,76%	10%	60%
Biológia	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	38,04%	13,80%	20%	70%
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	32,75%	13,58%	15%	65%
	Összes tanuló	34,39%	13,77%	15%	70%
Földrajz	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	33,91%	12,52%	10,00%	60,00%
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	26,96%	12,13%	10,00%	50,00%
	Összes tanuló	29,12%	12,59%	10,00%	60,00%
Informatika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	36,30%	11,89%	25,00%	65,00%
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	32,06%	13,31%	15,00%	65,00%
	Összes tanuló	33,38%	12,96%	15,00%	65,00%
Technika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	55,43%	13,31%	40,00%	90,00%
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	43,92%	17,73%	25,00%	100,00%
	Összes tanuló	47,50%	17,25%	25,00%	100,00%

A tanulók válaszaiból az derült ki, hogy szerintük a természettudományos tantárgyaknak hozzávetőlegesen 30 százalékát érdemes lenne projektelvűen feldolgozni. Egyetlen tanuló sem jelölt meg 10 százaléknál kisebb értéket, tehát a felsorolt tantárgyak tananyagának minimum egy tizedét „szeretnék” a diákok projekt módszerrel „megismerni” (10. ábra).



10. ábra. A tanulók szerint a tananyag hány százalékát lehetne (kellene) projekt munkával feldolgozni a megadott tantárgyakból.

A legmagasabb átlagértékek technika, illetve háztartástan tantárgyak esetén adódtak. (Ezeket a tantárgyakat csak az általános iskolai évfolyamokon tanulják a diákjaink, de mindenki válaszolt erre az alkérdésre is, tehát valószínűleg a korábbi emlékek és élmények hatását fogalmazták meg azok, akik már nem tanulják ezeket a szaktárgyakat. Általában a fiúk technikát, a lányok háztartástant tanulnak.) Ez a két tantárgy az úgynevezett „készségtárgyak” közé tartozik, de gyakorlatilag mindegyik projektünkben szükség volt ilyen jellegű ismeretekre is. Láthatjuk, hogy ennél a két tantárgynál a tananyagnak majdnem felét javasolják a tanulók projektelvű feldolgozásra, sőt volt olyan diák is, aki szerint e tantárgyknál a teljes tananyagot projekt módszerrel „kellene” feldolgozni. Azt is megfigyelhetjük, hogy a termoproszekt projektben részt vevő tanulók magasabb értékeket adtak meg, mint azok a diákok, akik nem vettek részt ebben a projekt feladatban, tehát a termoproszekt projekt hatására „projekt-tudatosabbá” váltak a részt vevő tanulók. Valószínű, hogy ezek a tanulók a későbbi projekt munkákhoz pozitívabban állnak hozzá, azaz a projektekkel kapcsolatos attitűdjük javult. A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoproszekt projekt feladatban részt vevő tanulók és a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók által megadott értékek között szignifikáns a különbség fizika, kémia, földrajz és technika (háztartástan) tantárgyakból  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett.

A 8. kérdésben arra voltam kíváncsi, hogy a megadott tantárgyak esetén a projekt munkának volt-e későbbi haszna, eredménye a tanulók szerint. (Válaszként egy-egy egész számot kellett beírni -2 és 2 között.)

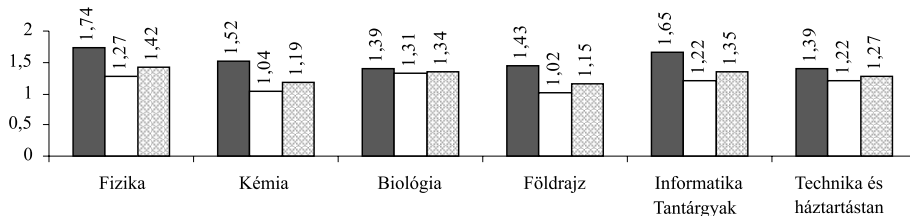
Megállapíthatjuk, hogy a tanulók mindegyik tantárgy esetén hasznosnak értékelték a projekt munkát, minden esetben 1 feletti tantárgyi „átlagok” jöttek ki a részminták és az összesítések alapján is (11. ábra).

A projekt munka legkevesebb későbbi hasznát földrajz tantárgyból látták a diákok. Külön öröm volt számomra, hogy a legjobb átlagértékek fizika és informatika tantárgyak esetén adódtak; tehát e tantárgyak esetén a tanulók egyértelműen úgy ítélik meg, hogy a munkájuk eredményeit, tapasztalatait a projektek után is hasznosíthatják. A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoproszekt projekt feladatban részt vevő tanulók és a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók által megadott értékek között szignifikáns a különbség fizika, kémia, földrajz és informatika tantárgyakból  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett.

8. táblázat. A vizsgált tantárgyakból a projektfeladatoknak mennyi későbbi haszna volt a tanulók szerint (átlagértékek). (A maximális érték 2)

Tantárgy	Vizsgált tanulók	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Fizika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,74	0,45	1	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,27	0,72	0	2
	Összes tanuló	1,42	0,68	0	2
Kémia	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,52	0,51	1	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,04	0,69	0	2
	Összes tanuló	1,19	0,68	0	2
Biológia	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,39	0,50	1	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,31	0,62	0	2
	Összes tanuló	1,34	0,58	0	2
Földrajz	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,43	0,59	0	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,02	0,65	0	2
	Összes tanuló	1,15	0,66	0	2
Informatika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,65	0,49	1	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,22	0,58	0	2
	Összes tanuló	1,35	0,58	0	2
Technika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,39	0,50	1	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,22	0,64	0	2
	Összes tanuló	1,27	0,60	0	2

■ termoakusztikus projektben résztvevő diákok  
□ termoakusztikus projektben részt nem vevő diákok  
▨ összes diák



11. ábra. A tanulók szerint a megadott tantárgyakból volt-e későbbi haszna a projektmunkának. (A maximális érték 2)

A 9. kérdésben arra kerestem választ, hogy a megadott tantárgyak esetén a projektekben való részvétel hatására a tanulónak változott-e pozitív vagy negatív irányba az adott szaktárgyakhoz fűződő viszonyuk; másként fogalmazva a szaktárgyakhoz kapcsolódó tanulói attitűd változását vizsgáltam. (Válaszként egy-egy egész számot kellett beírni -2 és 2 között.)

A tanulók válaszaiból kiderült, hogy a projektfeladatok hatására minden tantárgy esetén javult az adott szaktárgy tanulói megítélése, azaz javult a tantárgyi attitűd. Egyetlen tanuló sem jelölt meg negatív értéket semmelyik tantárgy esetén sem, tehát a megkérdezettek között nincs olyan diák, aki a projektmunka hatására kevésbé „szeretné” az adott tantárgyat, mint azt a projektet megelőzően tette. A legalacsonyabb átlagérték földrajzból

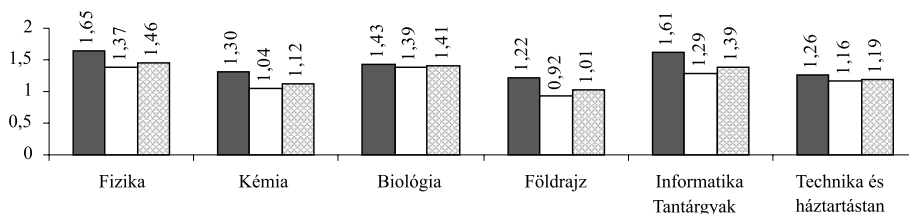


adódott (1,01), de még ez is jónak mondható. A legmagasabb átlagérték fizika tantárgyból jött ki (1,46), ami egyértelműen azt jelzi, hogy ehhez a tantárgyhoz sokkal pozitívabban állnak hozzá a tanulók a projekt munkát követően. A fizikát tanító pedagógusok valószínűleg megtapasztalták, hogy milyen nehéz a tanulók egy jelentős hányadát motiválni a szaktárgy tanulására. Maga a fizika tananyag nem lett „könnyebb” a projektek hatására, de a tanulók „beállítódását” mégis sikerült pozitív irányba elmozdítani; és a motiváltabb tanulók a későbbiek folyamán hatékonyabban dolgoznak a tanórákon. Ez meggyőzheti a kételkedő pedagógusokat is arról, hogy érdemes a leggyakrabban alkalmazott frontális osztálymunka mellett (helyett) csoportos projekt munkát szervezni.

9. táblázat. A vizsgált tantárgyakból a projektfeladatok hatására hogyan változott a tanulók tantárgyi attitűdje (átlagértékek). (A maximális érték 2.)

Tantárgy	Vizsgált tanulók	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Fizika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,65	0,49	1	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,37	0,63	0	2
	Összes tanuló	1,46	0,60	0	2
Kémia	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,30	0,63	0	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,04	0,69	0	2
	Összes tanuló	1,12	0,68	0	2
Biológia	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,43	0,51	1	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,39	0,67	0	2
	Összes tanuló	1,41	0,62	0	2
Földrajz	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,22	0,67	0	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	0,92	0,69	0	2
	Összes tanuló	1,01	0,69	0	2
Informatika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,61	0,58	0	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,29	0,70	0	2
	Összes tanuló	1,39	0,68	0	2
Technika	A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,26	0,62	0	2
	A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	1,16	0,61	0	2
	Összes tanuló	1,19	0,61	0	2

■ termoakusztikus projektben résztvevő diákok  
□ termoakusztikus projektben részt nem vevő diákok  
▨ összes diák



12. ábra. Hogyan változott a tanulók tantárgyi attitűdje a projektfeladatok hatására? (A maximális érték 2.)

A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoakusztikus projektfeladatban részt vevő tanulók és a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók által megadott értékek között szignifikánsnak mondható a különbség fizika és informatika tantárgyakból  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett. Láthatjuk, hogy fizika tantárgyból szignifikáns a különbség a 7., a 8. és a 9. kérdésre adott tanulói válaszok esetén a két mintában; biológiából viszont sem a 7., sem a 8., sem a 9. kérdés válaszai alapján nem mutatkozott szignifikáns különbség az adott szignifikancia-szinten.

A projektfeladatok közül volt olyan, ami csak egyetlen tantárgyat érintett, de voltak olyan projektek is, amelyekben több tantárgy is összekapcsolódott. Melyik típus mennyire tetszett? Erre kerestem választ a 10. kérdésben. (Válaszként egy-egy egész számot kellett beírni -2 és 2 között.)

10.a. táblázat. Mennyire tetszettek az egy tantárgyat érintő projektfeladatok? (átlagértékek)

10.a. Egy tantárgyat érintő projektfeladat	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
A termoakusztikus projektben részt vevő tanulók	1,09	0,60	0	2
A termoakusztikus projektben részt nem vevő tanulók	0,69	0,68	-1	2
Összes tanuló	0,81	0,68	-1	2

10.b. táblázat. Mennyire tetszettek a több tantárgyat érintő projektfeladatok? (átlagértékek)

10.b. Több tantárgyat összekapcsoló projektmunka	Átlagérték	Szórás	Minimális érték	Maximális érték
Atermoakusztikusprojektben részt vevő tanulók	1,65	0,49	1	2
Atermoakusztikusprojektben részt nem vevő tanulók	1,39	0,63	0	2
Összes tanuló	1,47	0,60	0	2

A tanulói válaszokból az derült ki, hogy a diákok az egy tantárgyat érintő projektfeladatokat elfogadják, de ezek nem tetszenek nekik különösebb módon. A több tantárgyat érintő projektmunkában sokkal szívesebben vesznek részt, sőt az 1,47-es átlagérték alapján akár azt is kijelenthetjük, hogy a diákok többsége „szeret” integrált, több tantárgyat összekapcsoló projektekben tevékenykedni. Ezt a saját tapasztalataim alapján is hasonlóan ítélem meg. A több tantárgyat is érintő projektmunka során az egyes tanulók sokféle tevékenységi formában vesznek részt és ez a változatos munka pozitívan befolyásolja a diákok hozzáállását is. A statisztikai t-próba alapján megállapítottam a két minta alapján, hogy a termoakusztikus projektfeladatban részt vevő tanulók és a kontrollcsoporthoz tartozó tanulók által megadott értékek között szignifikáns a különbség az egy tantárgyat érintő projektfeladatokra adott válaszok alapján  $p=0,05$  szignifikancia-szint mellett; a több tantárgyat érintő projektfeladatok tekintetében nem mutatható ki szignifikáns eltérés.

A 11. kérdésben a tanulók leírhatták a projektmunkával kapcsolatos személyes véleményeiket, ötleteiket, gondolataikat, javaslataikat. Ezt a kérdést a diákok többsége üresen hagyta, de voltak olyanok, akik megfogalmaztak néhány észrevételt. Ezek közül idézek néhányat: „Általában bírtam a projektfeladatokat.” „Lehetne belőlük több is!” „A témazárók helyett lehetnének projektfeladatok!” „Sokat neveltünk.” „Nem kellett minden órán idegeskednünk, mindenki sokkal nyugodtabb volt.” „Már nem félek a fizikától.” „Jó volt, lehet, hogy mérnök leszek.”

A válaszokból az derült ki, hogy a tanulók általában szívesen vettek részt a különböző projektekben, és a projektfeladatok során úgy érezték, hogy van értelme és haszna a

munkájuknak. A pedagógusok számára talán ez lehet a döntő érv, hogy miért érdemes projekteket tervezni és megvalósítani.

## Összegzés

Iskolánk gimnazista tanulóival projektfeladatban termoakusztikus jelenségeket vizsgáltunk; különböző Rijke-csővekkel több, mint két évig végeztünk méréseket. Ebben a cikkben a projekt munkájának a tanulók természettudományos tudásszintjére, illetve attitűdjére gyakorolt hatásait mutattam be. A több tantárgyat is integráló projekt munka hatására a tanulóknak általában javult az adott tantárgyakból a tanórai teljesítményük, megtanultak csoportokban dolgozni, fejlődött a kommunikációs képességük és összességében pozitívabban viszonyultak a természettudományokhoz. A természettudományos projekt munkánk pozitív tapasztalatai ösztönzést adhatnak a természettudományokat tanító pedagógusoknak arra, hogy alkalmazzák a projekt módszert a tanítási gyakorlatukban.

## Irodalom

- Beke Tamás (2009a): Termoakusztikus projekt feladat Rijke-cső vizsgálatára. *Fizikai Szemle*, **59**. 7–8. sz. 253–257.
- Beke Tamás (2009b): Termoakusztikus jelenségek vizsgálata iskolai projekt feladatban. *A fizika tanítása*, **17**. 4. sz. 7–14.
- Beke Tamás (2009c): Observation of thermoacoustic phenomena in school project. *Physics Education*, **44**. 5. sz. 536–548.
- Beke Tamás (2009d): Thermoacoustic school project. *Acta Didactica Napocensia*, **2**. 2. sz. 9–24.
- Beke Tamás (2010a): Thermoacoustic school project work with an electrically heated Rijke tube. *Physics Education*, **45**. 5. sz. 516–528.
- Beke Tamás (2010b): Elektromosan fűtött Rijke-cső termoakusztikus modellje. *Fizikai Szemle*, **60**. 9. sz. 305–311.
- Csikos Csaba (2010a): A PRIMAS-projekt. *Iskolakultúra*, **12**. sz. 4–12.
- Csikos Csaba (2010b): Problémaalapú tanulás és matematikai nevelés. *Iskolakultúra*, **12**. sz. 52–60.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquirybased learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **12**. sz. 31–51.
- Radnóti Katalin (2008a): A projekt módszer alkalmazásának gyakorisága a közoktatásban. In: uő (szerk.): *A projektpedagógia mint az integrált nevelés egy lehetséges eszköze*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhaszú Társaság, Budapest. 11–22.
- Radnóti Katalin (2008b): Pedagógiai koncepció. In: uő (szerk.): *A projektpedagógia mint az integrált nevelés egy lehetséges eszköze*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhaszú Társaság, Budapest. 23–62.
- Rijke, P. L. (1859): Notiz über eine neue Art, die in einer an beiden Enden offenen Röhre enthaltene Luft in Schwingungen zu versetzen. *Annalen der Physik*, **2**. 107. sz. 339–343.
- Rocard, M., Csermely P., Jorde, D., Lenzen, D. és Walberg-Henriksson, H. (2007): *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. (Rocard-report). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Rocard, M., Csermely P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. és Hemmo, V. (2010): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért. *Iskolakultúra*, **12**. sz. 13–30.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Karán fizika kutatási program (*A közép- és a felsőfokú fizika oktatásának fejlesztésére irányuló kutatások*) keretében készült. Külön köszönetem szeretném kifejezni a témavezetőnek, Dr. Papp Katalin tanárnőnek (SZTE), Dr. Radnóti Katalin tanárnőnek (ELTE) és Dr. Hopp Béla professzor úrnak (SZTE), akik hasznos tanácsokkal és javaslatokkal segítettek a cikk megírásában.