

KOMPETENCIAFEJLESZTŐ FIZIKATANÍTÁS

Schnider Dorottya – Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium
Hömöstre Mihály – ELTE TTK Anyagfizikai Tanszék, Budapesti Német Iskola

A fizikaoktatás terén szükséges a módszertani paletta szélesítése annak érdekében, hogy a megváltozott feltételek mellett is eredményesek lehessünk, és megfelelő módszerek alkalmazásával biztosítsuk diákjaink számára az eddigiekhez hasonlóan színvonalas munkavégzést, a megfelelő mélységű tudás megszerését, a fejlődés lehetőségét és a sikerélményt. Mindehhez a korábban alkalmazott módszerek fejlesztése, új módszerek kidolgozása és tesztelése szükséges. A kompetenciafejlesztő fizikaoktatás lehetőséget ad arra, hogy a tanulóktól elvárt tudást meghatározott követelmények mentén fogalmazzuk meg, teljesítményüket adott fizikai kompetenciaelemek – például: jelenségek önálló leírása, értelmezése, illetve magyarázata, becslés, tervezés, számítások elvégzése, hipotézisállítást, grafikonok készítése és értelmezése – alapján értékeljük, és ezen fejlesztendő készségek figyelembevételével tervezzük pedagógiai folyamatunkat [1–2]. Tanulmányunkban a tanulói kísérletezés módjának egy interdiszciplináris fejlesztési lehetőségét mutatjuk be, és vizsgáljuk annak kompetenciafejlesztésben, illetve a szükséges ismeretanyag elmélyítésében betöltött szerepét. Az általunk fejlesztett feladatok módszertani ismertetésével a gyakorló fizikatanárkollégák munkáját kívánjuk támogatni.

Kompetenciafejlesztő fizikaoktatás

A változó igényeknek megfelelően változik a tudás fogalma, a tudás átadásának folyamata, valamint a tanulói teljesítmény értékelése is. A nemzetközi vizsgálatok, PISA-mérések elsősorban a megszerzett tudás minőségét mérik fel, azt elemzik. Cél a hasznosítható

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



Schnider Dorottya 2020-ban végzett az ELTE-n angol nyelv és kultúra – fizika szakos tanárként. 2019 szeptembere óta a Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium fizikatanára. A diploma megszerzését követően felvételt nyert az ELTE Fizika Doktori Iskola Fizika Tanítása Programba, ahol a mechanika interdiszciplináris tanításának és a tanulói kísérletek fejlesztési lehetőségeit vizsgálja.

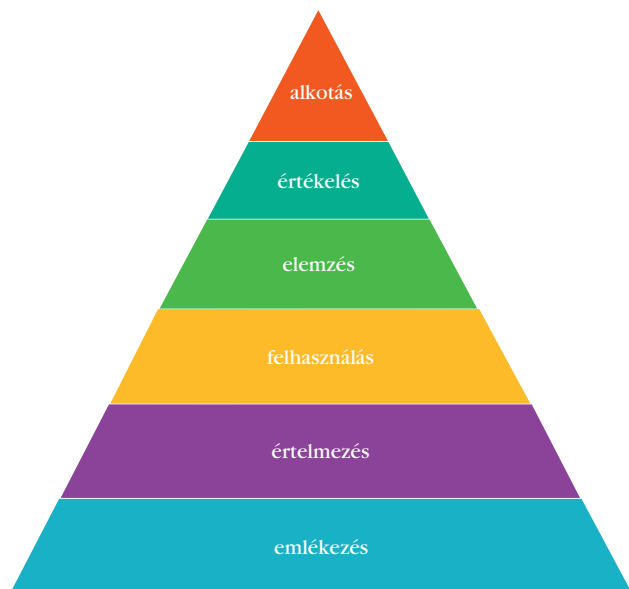
tudás megszerzésének biztosítása. Az oktatásban tehát az életszerű, gyakorlatorientált lehetőségek alkalmazása a hangsúlyos. A tudás tapasztalatok által való kiépülése kellő hatékonysággal történik [3].

Célunk a diákok gondolkodásának fejlesztése, az alkalmazható ismeretek átadása. Tanárként olyan elemek mentén érdemes megtervezni óráinkat, amelyek biztosítják az ismeretek elérhetőségét, megértését, a gyakorlást és az alkalmazást [3]. Az elsősorban frontális munkaformában szervezett oktatást egy olyan tanulócentrikus oktatással érdemes *kiegészíteni*, amely kompetenciafejlesztésre épül, és amelyben a diák aktív résztvevő, valamint élmény- és tapasztalatszerzés útján mélyíti el ismereteit [3–5]. Ez a folyamat fizikaórán megfelelően megvalósulhat. A fizika empirikus tantárgy, a tudás tapasztalatok mentén épül fel. Ahogy az alaptanterv [6] is megfogalmazza, a fizikaoktatás célja a természettudományos szemlélet kialakítása, amelynek iskolai alapjául a kísérletezés szolgál. A világban való eligazodáshoz szükséges, hogy a diák képes legyen előre jelezni folyamatokat, emellett a modellalkotás és a reflektivitás készsége is elengedhetetlen. A gyakorlatorientált oktatás nyit az eredményes nemzetközi trendek felé, ezzel biztosítva a sikeresebb tudástranszfer és a kompetenciafejlesztés lehetőségét. A tevékenység alapú tanítás során a diákok aktívan bevonódhatnak saját tudásuk alakításába megfelelő tanári koordinálás mellett, akár informális környezetben is – például otthon [5].

Fontos, hogy az óratervezés során figyelembe vegyük azon fizikai kompetenciaelemeket, amelyek mentén a diákokat fejleszteni kívánjuk. Ennek alapjául szolgálhat Bloom taxonómiája (*1. ábra*), amely egy követelményalapú, célorientált rendszer. Ezen kimeneti követelmények szem előtt tartásával a tanítási és tanulási folyamat hatékonysága fokozható, miközben olyan készségek fejlesztése történik, amelyek a tudás alkalmazását teszik lehetővé [1].



Hömöstre Mihály 2006-ban végzett az ELTE fizikatanári szakán. 2014 óta a magyar IYPT csapat felkészítő csapatának tagja, 2016 óta az ELTE Anyagfizikai Tanszéken tanít szakdidaktikai tantárgyakat, 2018 óta a Budapesti Német Iskola fizikatanára. MOL Mester-M (2010) és Ericsson-díj (2020) birtokosa.

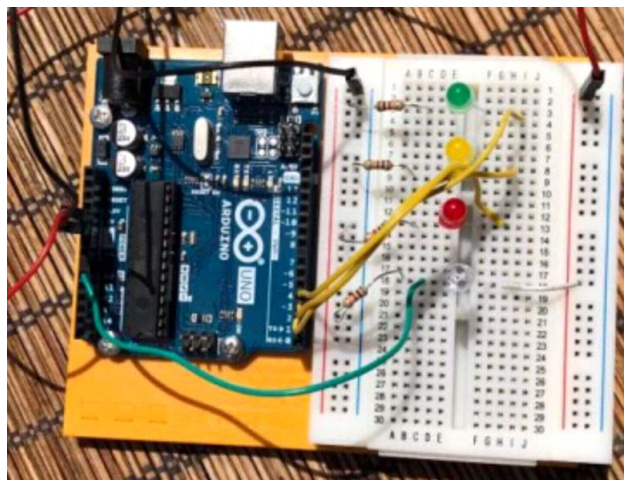


1. ábra. A Bloom-féle taxonómia az 1900-as években pszichológusok által újralforgalmazott rendszere, a tudásszerveződésszintjei [7].

Tanulmányunk célja, hogy egy olyan, általunk fejlesztett és tesztelt módszert mutassunk be és népszerűsítsünk, amely kiemeli a kísérletezés fontosságát, egy természetes és elfogadó tanulási környezetet teremt meg, amelyben a tanár a kimeneti követelmények figyelembevételével irányítottan, a logikai út lépcsőfokain vezeti a diákokat a minőségi tudás megszerzése felé. A módszer lényege, hogy gyakorlatorientált módon, a diákok önálló tevékenységeik – csoportmunkában szervezett tanulói kísérletek és mérések – során mélyítik el a korábban megszerzett ismereteiket. Továbbá a módszer bemutatja, hogy a tanulás közben kompetenciafejlesztés történik, mindez pedig elengedhetetlen az iskolán kívüli élethez, későbbiekben a munka világához.

A vizsgálat bemutatása

Az alkalmazott oktatási módszer fizikatudás-megszerzésre gyakorolt hatását, valamint a kompetenciafejlesztésben betöltött szerepét első körben a Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium 7. osztályos tanulóinak körében végeztük a 2020/2021-es tanévben kontrollcsoport mellett. A tesztcsoportot (27 fő) azok a 2020-ban felvételt nyert tagozatos hetedikes tanulók alkotják, akik a már lecsökkent óraszámok mellett, heti egy órában, az új kerettanterv szerint tanulnak fizikát. A kontrollcsoport (18 fő) a párhuzamos osztály diákjaiból áll. Ők az általános iskolai képzésben vesznek



2. ábra. Arduino UNO és néhány tartozék a készletből.

részt, ezáltal továbbra is heti 2 órában tanulhatnak fizikát. Célunk az volt, hogy megvizsgáljuk, egy éles szemléletváltást követően melyek azok az oktatási módszerek és technikák, amelyek segítségével heti 1 órában is élményalapú, ugyanakkor hatékony fizikaoktatás valósulhat meg. Mindkét osztály fizikatanára *Schnider Dorottya*. A két csoport tanulási folyamatát az 1. táblázatban mutatjuk be.

Vizsgálatunkban a tesztcsoport diákjai csoportmunkában szervezett kísérleteket és méréseket végeztek a korszerű mérés technika adta lehetőségek – Arduino [8], Arduino-vezérelt szenzorok (2. ábra), digitális mérés kiértékelés – fizikaórai felhasználása mellett.

A tesztcsoport munkáját minden órán egy feladatlappal segítettük, amely irányított kérdéseket tartalmazott. Így az alapoktól – egyszerűbb kapcsolás összeállítása, alap programkódok megismerése – vezetjük a diákokat a tudásszerzés útján megfelelő logikai feladatokon keresztül. A kérdéseket és feladatokat a Bloom-taxonómia tudásszerveződésszintjei alapján fogalmaztuk meg, ügyelve a bemutatásra, a megfelelő megalapozásra, gyakoroltatásra, valamint a megszerzett ismeretek alkalmazására, értékelésére, és biztosítottuk az önálló alkotás lehetőségét – adott probléma

1. táblázat

Alkalmazott módszerek és tanulási folyamatok a teszt- és kontrollcsoport esetében a vizsgálat során.		
	tesztcsoport	kontrollcsoport
tanulási fázis	<ul style="list-style-type: none"> • hagyományos • explicit • tanári demonstráció 	<ul style="list-style-type: none"> • hagyományos • explicit • tanulói kísérletek
gyakorló és elmélyítő fázis	<ul style="list-style-type: none"> • hagyományos • papíralapú • frontális feladatmegoldás – számolási feladatok, rögzítést segítő elméleti kérdések 	<ul style="list-style-type: none"> • gyakorlatorientált • tevékenység alapú • feladatmegoldás csoportmunkában – kevesebb számolási feladat, Arduinóval támogatott tanulói mérések

Ismerkedés az Arduinóval

1. Villogó led

Kérdések/feladatok

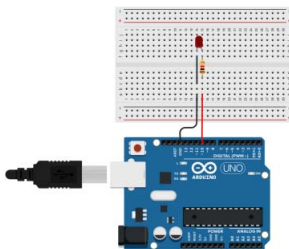
- Becsüld meg, hogy mi az a legkisebb időtartam, amely alatt még különállónak látjuk a led villanását!
- Mi befolyásolja, hogy különállónak látjuk-e a villanásokat?

Ellenőrizd a becslésedet!

A feladat leírása

Programozz be egy ledet úgy, hogy megfelelő periódussal villogjon!

Készítsd el az ábrán látható kapcsolást: fekete kábelt csatlakoztasd az Arduino „Ground/GND” pinjéhez (csatlakozójához), a ledet a 7-es pinhez, a ledet köss sorba egy ellenállással is! A GND feszültsége 0 V, a többi pin max. 5 V feszültséget kaphat.



2. Felváltva villogó led

Eszközök

- Arduino + USB kábel + laptop
- 5 darab kábel és „breadboard” (panel)
- 2db led és 2 db 100 ohmos ellenállás

A feladat leírása

Az ábra alapján készítsd el a kapcsolást! A GND pinhez csatlakoztasd egy kábelt, az Arduino egy-egy pinjéhez pedig egy-egy ledet! A ledekkel köss sorba egy-egy ellenállást is!

A feladat nagyon hasonló az előzőhöz, annyi kiegészítéssel, hogy most egy új ledet is bekapcsolunk abban a pillanatban, amikor a másikat kikapcsoljuk, majd fordítva.

Ennek megfelelően, felhasználva és kiegészítve az előző feladat során használt kódot, programozz be két ledet úgy, hogy adott periódusban felváltva villogjanak!

Kérdések/feladatok

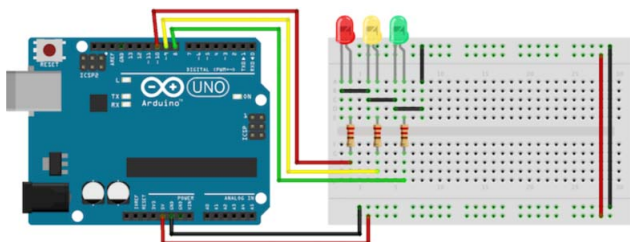
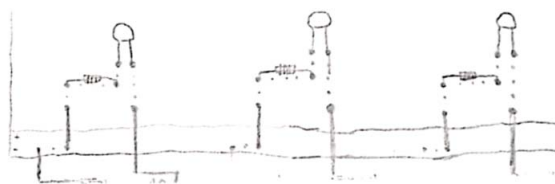
Írd le a saját szavaiddal, hogy hogyan programoztad be a ledet!

3. ábra. Bevezető feladatok. Ismerkedés az Arduinóval. Forrás: saját szerkesztés.

önálló megvalósítása, például: mérési elrendezés (kapcsolás) megtervezése, programkódok megírása – is. A differenciálás fontosságát szem előtt tartva, a gyorsabb, ügyesebb csoportoknak profiknak szóló szorgalmi feladatokat is megfogalmaztunk. A pedagógiai folyamatok és a kérdéssorok megalkotása során

4. ábra. Tanulói válasz. Jelzőlámpák áramkörének kapcsolási rajza, alatta a helyes összeállítás [9].

a) Tervezd meg a jelzőlámpák áramkörének kapcsolási rajzát!



ügyeltünk arra, hogy az adott feladatok a készség- és kompetenciafejlesztést szolgálják. A csoportokban megvalósuló cselekvésközpontú, tanár által támogatott tanulói kísérletezés egyaránt fejleszti a kommunikációs és szociális készségeket, például együttműködő készség, feladatmegosztás vagy problémamegoldó készség, ugyanakkor olyan kompetenciák fejlődését is lehetővé teszi, mint a tervezés, becslés, értelmezés, elemzés.

A projekt

A digitális kompetencia fejlesztése, illetve a technológiai fejlődés figyelemmel kísérése, és a lehetőségek tanórai alkalmazása a modern fizika-tanítás alapja. A tanórákon Arduinóval megvalósított, csoportmunkában (a 27 fős osztályban 4-5 fős csoportokban dolgoztak a diákok) elvégzendő tanulói kísérleteket választottunk.

Az Arduino használatával a diákok bevezető feladatokon keresztül ismerkedhettek meg,

Az óra az *Ismerkedés az Arduinóval* címet (3. ábra) kapta. Egyszerű, leírás és ábra alapján könnyen megérthető és megalkotható kapcsolásokat készítettek a diákok, valamint megismerkedtek néhány alap programkóddal is. A kódokat előre megadtuk, a diákok értelmezték, illetve felhasználták azokat a megoldáshoz. Feladatuk során ledeket programoztak villogásra, majd adott periódusú villogásra. Ezt követően az alapokra (a bevezető feladatok megvalósításával megszerzett tudásra) építve további, összetettebb műveletek végrehajtását vártuk el, például: a feladat leírása alapján önállóan programozz be 3 ledet úgy, hogy azok egy kereszteződés jelzőlámpáinak megfelelően

2. táblázat

Az öt csoport válasza az 1.b alkérdésre.

Mi befolyásolja, hogy különállónak látjuk-e a villanásokat?

- A villanások között eltelt idő.
- Az, hogy milyen sűrűn villannak fel.
- Hogy milyen gyorsan következnek a villanások egymás után.
- Az, hogy a szemünk hány képet fogad be másodpercenként.
- Az, hogy az agyunk hogyan dolgozza fel a villanást.

működjenek, ehhez egy kapcsolási rajz elkészítését is vártuk (4. ábra). Az igazán profik két, egymásra keresztírnú út forgalmát irányító jelzőlámpát is programozhattak. Az egyes feladatokhoz tartozó alfeladatok – kérdések/feladatok – az értelmezést, leírást, valamint a becslési és tervezési kompetenciák fejlődését kívánták elősegíteni. Az egyes kérdésekre adott tanulói válaszokat a 2. táblázatban mutatjuk be.

A 4. ábra egy önálló tervezést és kreativitást igénylő feladatra adott tanulói választ mutat be.

A projekt folytatásaként fotoellenállást programoztak a diákok oly módon, hogy a mért értékeket kiírták az Arduinoval, ezt követően pedig a fényintenzitás távolságfüggését vizsgálták. A fotoellenállást a mobiltelefonjukon található zseblámpával világították meg adott távolságokból. A program által kiírt adatokat grafikonon ábrázolva a diákok megfigyelhették, hogy milyen kapcsolat van a fényintenzitás és a távolság között. Az ügyesebb diákok az adatokat Excelben értékelhették ki. Elvártuk, hogy a diákok tudják értelmezni a grafikon, megfogalmazzák a mennyiségek kapcsolatát, elemezzék a mérést a lehetséges hibák szempontjából, adjanak hibabecslést, valamint indokolják meg, hogy miért nem csökken nullára a mért fényintenzitás.

A ledék és a fotoellenállás együttes alkalmazásával a csoportok a fotoellenállás megvilágítottágának mértékét jelezték (5. ábra). A feladat az alkalmazás, értelmezés, tervezés készségeket fejleszt.

A kinematika témakörön belül a diákok távolságméréshez használták az Arduinót, ultrahangos távolságmérő szenzort programoztak annak érdekében, hogy meg-

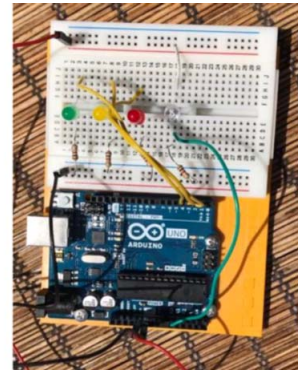
6. Ledes fényerősség kijelző

Eszközök

- Arduino + USB kábel + laptop
- 6 darab kábel és „breadboard” (panel)
- 3db led (lehetőleg zöld, sárga, piros) 1 db fotoellenállás és 3 db 100 ohmos ellenállás.

A feladat leírása

Készítsd el az ábrán látható kapcsolást: a fekete kábelt csatlakoztasd az Arduino „Ground/GND” pinjéhez (csatlakozójához), a zöld ledet a 2-es pinhez, a sárga ledet a 3-as, a piros ledet a 4-es pinhez, a fotoellenállás „piros” felét egy állandó 5 V-os pinhez, a másik, „zöld” felét az „A0” analóg bemenethez/pinhez.



Kérdések/feladatok

- a) Az előző feladatok során használt kódot felhasználva, és azt a feladat leírása szerint kiegészítve, programozd be a ledet úgy, hogy azok a fotoellenállás megvilágítottágának mértékét jelezzék!

Piros: kevés fény, sárga: közepes fény, zöld: erős fény

- b) Értelmezd a programozáshoz használt kódot 3-5 mondatban!

- c) A soros monitor segítségével add meg, hogy mennyi a fényintenzitás mértéke normál körülmények között!

- d) Hogyan tudod változtatni a fényintenzitást?

- e) Ha változtatod a megvilágítottágat, mekkora a maximális fényintenzitás?

5. ábra. Feladat ledes fényerősség kijelző készítéséhez (részlet). Forrás: saját szerkesztés.

6. ábra. Alapfeladatok az ultrahangos távolságmérő használatára. Forrás: saját szerkesztés.

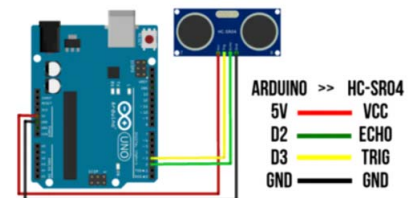
Távolságmérés

1. Milyen távol van?

Különböző testek távolságának meghatározásához ultrahangos távolságmérő szenzort alkalmazunk.

Eszközök

- Arduino + USB kábel + laptop
- 4 db kábel és „breadboard” (panel)
- Ultrahangos távolságmérő



A feladat leírása

Készítsd el az ábrán látható kapcsolást: a fekete kábelt csatlakoztasd az Arduino „Ground/GND” pinjéhez (csatlakozójához), az echo-t a 2-es, a trigger-t a 3-as pinhez, a szenzor „piros” felét (VCC) egy állandó 5 V-os pinhez.

Kérdések/feladatok

- a) Magyarázd az ultrahangos távolságmérő működését? Hogyan adható meg segítségével egy test szenzortól való távolsága? Válaszodat min. 3-5 mondatban fejtsd ki!

- b) Mennyi a hang terjedési sebessége levegőben?

- c) A szenzor mikroszekundumos ($1 \mu s = 10^{-6} s$) időt mér. A távolságot centiméterben szeretnénk megadni. A mértékegységek egyeztetése érdekében add meg a hangsebességet $\frac{cm}{\mu s}$ mértékegységben!

- d) Mérd meg, hogy milyen távolságra van a füzeted, tolltartód, stb. Írnod ki a mért értékeket a soros monitorra, majd onnan olvasd le a távolságadatokat!

tanulják annak működését, mérjenek különböző távolságokat, továbbá felhasználják a gyorsulásmérés során (6. ábra). Az ultrahangos távolságmérést bevezető feladatokkal támogattuk, majd egy következő fejlődési szintre lépve összetettebb probléma (ledek programozása különböző távolságok jelzésére) megvalósítását kértük a csoportoktól. Célunk az volt, hogy a diákok megszerezzék a kellő gyakorlatot ahhoz, hogy a gyorsulásmérés (7. ábra) már gördülékenyen menjen számukra. A gyorsulásmérés manuálisan, hagyományos eszközök segítségével számos hibalehetőséget hordozhat, ugyanakkor Arduinoval segítve a folyamat gyorsabb és pontosabb, továbbá fejlesztő szereppel is bír.

A vizsgálat eredményei

Kutatásunk során előzetes vizsgálatot végeztünk a teszt- és kontrollcsoport tagjai között fellelhető esetleges tudásszintbeli különbségek megfigyelése érdekében. A koronavírus-járvány okozta tanulói hiányzások miatt előtesztként a diákok kutatás előtt szerzett osztályzatait használtuk, amelyek alapján a két osztály előzetes fizikatudására és kompetenciáira statisztikai hipotézisvizsgálatot végeztünk a JASP¹ program használatával. Shapiro–Wilk-teszt² [10–11] alkalmazásával megvizsgáltuk, hogy az adatok normáeloszlást követnek-e. Abban az esetben, ha igen, Student-féle t -próba [12] alkalmazható. Normáeloszlású adatok kiértékelése során f -próbát³ [13] is használunk, amely megmutatja, hogy jelentkezik-e különbség a vizsgált populációk szórásában. Ha a próba p értéke kisebb, mint 0,05, szignifikáns eltérést tapasztalunk, ez esetben a statisztikai elemzést Welch-próbával⁴ [13] folytatjuk; Nem normáeloszlás esetén Mann–Whitney U-tesztet⁵ [12] végzünk. Kijelenthetjük, hogy a különböző tagozatokon tanuló diákok korábbi jegyei, illet-

3. Lejtőn mozgó test gyorsulása

Határozd meg egy lejtőn mozgó test gyorsulását Arduinoval vezérelt ultrahangos távolságmérő szenzor használatával!

Eszközök

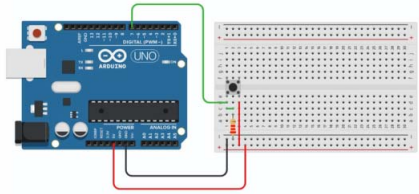
- Lejtő és test
- Arduino + USB kábel + laptop
- Kábelek és „breadboard” (panel), 1 db 100 ohmos ellenállás
- Ultrahangos távolságmérő és gomb

A feladat leírása

Programozzunk be egy távolságmérőt úgy, hogy gombnyomásra mérjen. A mérés addig tart, amíg lenyomva tartod a gombot. Készítsd el a kapcsolást, a gomb egyik kivezetése az 5 V-ba kerül (kösd sorba a távolságmérő VCC kivezetésével), másik pedig egy pinhez csatlakozik. A gombbal köss sorba egy ellenállást is!

Vizsgáld meg a lejtőn mozgó test gyorsulását! Mérd út-idő adatokat, ezeket jelenítsd meg a soros monitoron is! A kapott adatokat ábrázold grafikonon! Add meg a gyorsulás értékét! Változtasd a lejtő hajlásszögét! Milyen összefüggés van a gyorsulás és a hajlásszög között?

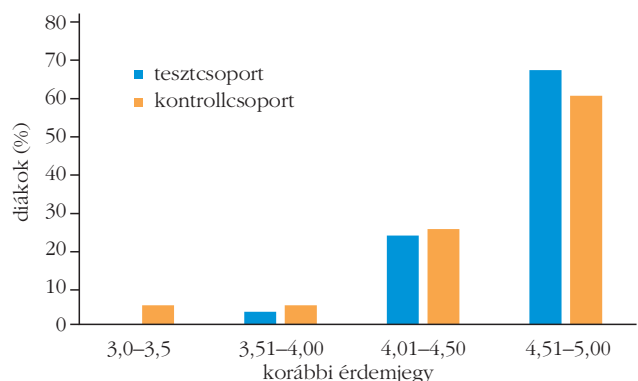
7. ábra. Feladatok a lejtőn mozgó test gyorsulásának vizsgálatára. Forrás: saját szerkesztés.



ve tudása között nem jelentkezik szignifikáns különbség. Shapiro–Wilk-teszt esetén a p értékek: $p_{\text{teszt}} < 0,001$ és $p_{\text{kontroll}} = 0,033$. A két független minta nem követ normális eloszlást (8. ábra). A Mann–Whitney-teszt eredménye: $p = 0,113$. A két minta között – azaz az egyes csoportokat alkotó diákok fizikatudásában – nem jelentkezik szignifikáns különbség.

Annak érdekében, hogy mérhető eredményt kapjunk a hagyományos oktatási módszerek és a fejlesztett kísérletek hatékonyságáról, valamint kompetenciafejlesztésben betöltött szerepéről, a vizsgálatot egy teszttel (dolgozat) zártuk. A tesztre adott válaszok kiértékeléséhez statisztikai elemzést végeztünk a JASP statisztikai kiértékelő program használatával. Megvizsgáltuk, hogy a felmérő kérdéseit a különböző csoportokban tanuló diákok milyen eredményességgel válaszolták meg. A felmérő kinematikafeladatokat tartalmazott. A feladatok között szerepelt grafikonleírás, értelmezés, indoklás, grafikus megjelenítés, becslési és számolási feladat, illetve egy kísérleti összeállítás megtervezése is. Az alkalmazott módszer az egyes kompetenciaelemek fejlődésében betöltött szerepének vizsgálatát, a feladatokon elért pontszámok kiértékelését normalitásvizsgálatot (Shapiro–Wilk-teszt) és f -próbát követően a Mann–Whitney U-teszt vagy Welch-próba segítségével végeztük.

8. ábra. A teszt- és a kontrollcsoportot alkotó diákok osztályzatainak százalékos eloszlása.



¹JASP statisztikai elemző szoftver: <https://jasp-stats.org/>

²A Shapiro–Wilk-teszt célja az eloszlás vizsgálata, $p > 0,05$ mellett az eloszlás normálisnak tekinthető.

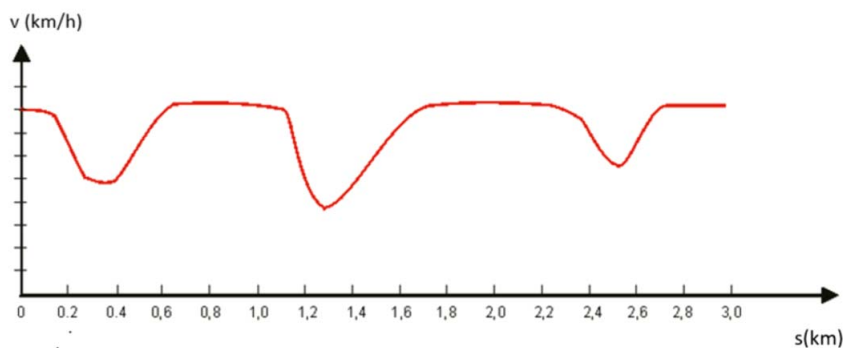
³Az f -próba p értéke alapján döntjük el, hogy van-e különbség a vizsgált populációk szórásában. Amennyiben $p < 0,05$, elvetjük a nullhipotézist, miszerint nincs különbség a populációk között. Ebben az esetben a hipotézisvizsgálatot a Welch-próba segítségével végezzük el.

⁴Ha a Welch-próba p értéke 0,05-nél kisebb, szignifikáns különbséget feltételezünk.

⁵A Mann–Whitney U-teszt egy nemparaméteres próba. Nullhipotézise szerint a két független minta között nincs különbség. Ha $p < 0,05$, a nullhipotézist elvethetjük, szignifikáns különbség jelentkezik. $p > 0,05$ esetén a nullhipotézist megtartjuk, a két minta azonos populációból származik.

1. Versenyautó a tesztpályán (9P)

Az alábbi grafikon egy versenyautó sebességét mutatja, miközben az autó a második körét teszi meg egy 3 km hosszú tesztpályán.



startvonal

a) Becsülje meg, hogy nagyjából mekkora út megtétele után ér az autó a startvonaltól a pálya leghosszabb egyenes szakaszához. (1P)

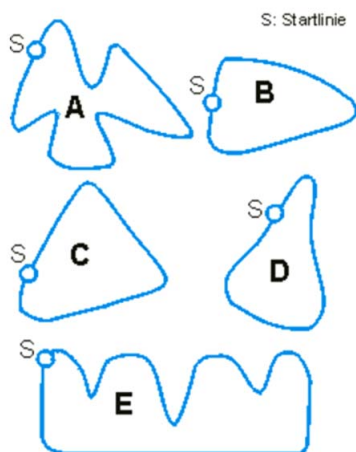
- A) 0,5 km B) 1,4 km C) 2,3 km D) 2,6 km

Válaszát indokolja is max. 2 mondatban! (2P)

b) Határozza meg, hogy a pálya mely részén volt az autó sebessége a legalacsonyabb. (1P)

c) Írja le röviden (max. 2 mondat) az autó mozgását 2,6 és 2,8 km között. (2P)

d) Döntse el, hogy az alábbi ábrák közül melyik mutatja az autó pályáját. Választását indokolja is meg max. 2 mondatban! (3P)



9. ábra. A felmérő 1. feladata [14].

d) kérdésre adott válasz indoklásának megléte/helyessége, valamint minősége között jelentkezett. A tanulóknak el kellett dönteniük, hogy a megadott lehetőségek közül melyik ábra mutatja helyesen az autó pályáját. A tanulói válaszokat a 10. ábrán mutatjuk be. A teljeskörű indoklásért/értelmezésért a tanulók maximum 2 pontot szerezhettek, például, ha a diák utalt a kanyarok számára és minőségére (*Milyen éles a kanyar? Milyen ekkor a jármű sebessége?*). A pontszámot bontottuk, így a nem teljeskörű, de jó gondolatot tartalmazó válaszokért 1 pontot adtunk. Ha a diák jól értelmezte a mozgást leíró grafikonot, viszont helytelen döntést hozott, az értelmezésért járó pontot megszerezte.

A tesztcsoport tagjai a Mann–Whitney-próba eredményei alapján ($p < 0,01$) szignifikánsan jobbnak bizonyultak indoklás terén. A tesztcsoport tagjai az indoklásra átlagosan 1,52 (szórás: 0,64), míg a kontrollcsoport tagjai 0,56 pontot (szórás: 0,78) kaptak. Érdeemes megjegyezni, hogy a hagyományos számolási feladatok esetén az indoklás alulreprezentált. A tesztcsoport feladataiban azonban a magyarázat és indoklás típusú feladatok nagyobb számban jelentkeztek. A tesztcsoportot alkotó diákok között nem, ugyanakkor a kontrollcsoport tanulói között jellemző volt a tipikusan hibás válasz megjelölése. Közülük 4 diák az a), 1 diák a d), 5 diák pedig az e) jelű pályát jelölte helyesnek, míg 1 tanuló nem oldotta meg a feladatot.

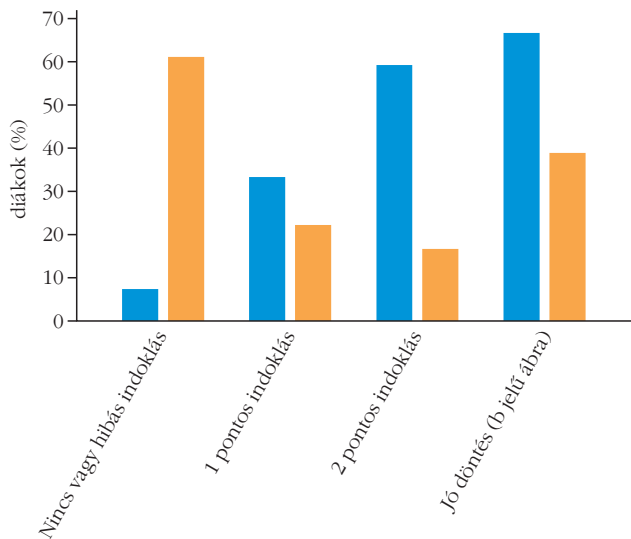
A 2. feladat (11. ábra) egy jármű mozgásának grafikon alapján való leírását várta el a diákoktól. A feladathoz a kvalitatív értelmezés mellett kvantitatív leírás is szükséges volt: a jármű útjának meghatározása adott időintervallumban, valamint a teljes mozgás idejére vonatkoztatva. A feladat c) része grafikus megjelenítést kért a tanulóktól.

A grafikon értelmezése (2.a feladat) kapcsán nem mutatkozott szignifikáns különbség a két mintában (Mann–Whitney: $p = 0,541$), ugyanakkor a b) alkérdés, a számolási feladat megoldása, valamint a c) feladat, azaz a grafikon ábrázolása esetében eltérés jelentke-

Feladatok és kiértékelt tanulói válaszok

A felmérő feladatainak forrásául a leifiphysik.de [14] honlap szolgált. Az első (9. ábra) egy PISA-mérés feladata alapján készült, amely a diákoktól egy versenyautó mozgásának grafikon alapján történő leírását várja, valamint becslést, illetve a grafikon alapján a mozgás pályájának meghatározását. A tanulóktól az egyes rész-kérdések indoklását is elvárják, így vizsgálható, hogy a diákok milyen mélységű és minőségű tudással rendelkeznek. A feladat méri az értelmezés-, becslés- és alkalmazáskompetenciákat, illetve vizsgálja a megértést is.

A feladat a), b), c) rész-kérdése nem okozott problémát egyik csapatnak sem, mindkét csoport tagjai hasonlóan jó válaszokat adtak. Szignifikáns különbség a



10. ábra. Tanulói válaszok és eredmények százalékos eloszlása az 1.d feladatra. A diagramok bemutatják, hogy a diákok hány százaléka hozott jó döntést, és érte el az adott pontszámot.

zett. A tesztcsoporthoz tagjai a számolási feladaton átlagosan 2,56 pontot (szórás: 1,97), míg a kontrollcsoporthoz tagjai 1 pontot (szórás: 1,19) szereztek (lásd 12. ábra). A 2.b számolási feladatok esetén a Mann–Whitney-próba alapján szignifikáns különbség mutatkozott ($p = 0,008$), éppúgy mint a grafikus ábrázolás esetében. A tesztcsoporthoz a gyorsulás-idő grafikon felvételére 1,59 (szórás: 1,84) pontot, míg a kontrollcsoporthoz 0,61 pontot (szórás: 1,33) kapott, Mann–Whitney-próba alapján szignifikáns különbség van ($p = 0,049$) (lásd 13. ábra).

A felmérő 3. feladata (14. ábra) összetett, egyaránt kéri az egyszerűbb számolási feladatok megoldását, ugyanakkor felméri a diákok becslési (valós körülményekre adott becslés) és tervezési (kísérlet megtervezése) készségeit is.

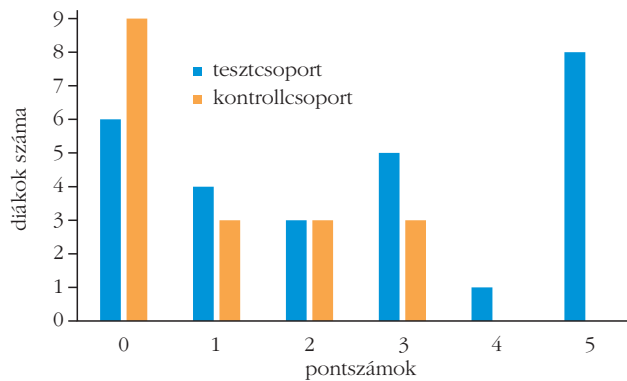
A kiértékelt válaszok alapján a kísérlettervezés készsége mutat szignifikáns különbséget a két csoport között. Pozitív irányú szignifikáns eltérés jelentkezik a tesztcsoporthoz tanulóinak körében Mann–Whitney-próba $p = 0,041$. A kísérlet megtervezésére kapott átlagos pontszám a tesztcsoporthozban 0,85 pont (szórás: 0,95), a kontrollcsoporthozban 0,28 pont (szórás: 0,57). Az eloszlást a 15. ábra szemlélteti. A tesztcsoporthoz 27 diákja közül 18 fő adott választ az e) alfeladatra, közülük 12 diák fogalmazta meg a közegellenállás csökkentésének/kiküszöbölésének igényét, így a válaszok

11. ábra. A felmérő 2. feladata [14].

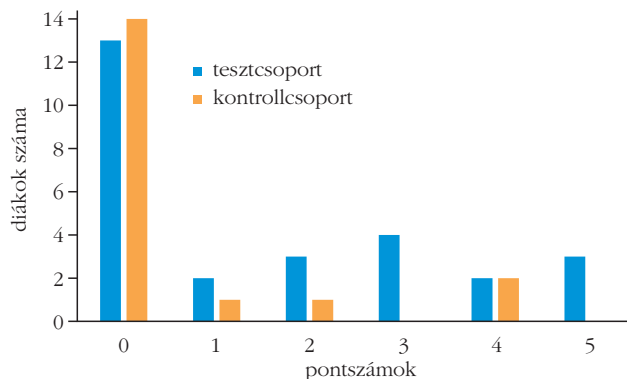
2. Lámpától lámpáig (13P)

A mellékelt grafikon egy autó mozgását mutatja az egyik közlekedési lámpától a másikig.

- A grafikon alapján jellemezd az autó mozgását a két lámpa között.(3P)
- Számold ki az autó által az első 10 másodpercen megtett utat és a két lámpa közötti távolságot is.(5P)
- Készítsd el a mozgás gyorsulás-idő-grafikonját.(5P)



12. ábra. A számolási feladatra (2.b) kapott pontszámok eloszlása a teszt- és a kontrollcsoporthoz tanulóinak körében.



13. ábra. A grafikus megjelenítésért szerzett pontszámok eloszlása a teszt- és a kontrollcsoporthoz tanulóinak körében.

között a légüres térben lezajló jelenségre fókuszáltak. A kontrollcsoporthoz 18 tagja közül csak 8-an oldották meg a tervezési feladatot, közülük csupán 3 diák fogalmazta meg a légüres tér szerepét.

A tudásszerveződési szintek rendszere alapján elmondhatjuk, hogy a módszer a tudás alkalmazását (grafikus ábrázolás, számolási feladatok megoldása), gyakorlati jellegű felhasználását (kísérlet megtervezése) tette lehetővé, emellett támogatta a megértési és az értelmezési (indoklás, magyarázat) feladatok magasabb szintű megoldását.

Kutatásunkat az egyes módszerek hosszútávú tudásszerzésre gyakorolt hatásának vizsgálatával zártuk. A diákokkal a kinematika témakör befejezését követően ismételtén megírtattuk a témazáró dolgozatot, hogy vizsgáljuk az alkalmazott módszerek információraktározásban, valamint a tudás elmélyítésében betöltött szerepét.

A követő tesztre egy május végi fizikaórán került sor mind a teszt-, mind pedig a kontrollcsoporthozban (a kinematika témakör befejezését követő 4-5 hónap elteltével). Páros t -próbát⁶ [13] végezve megfigyelhe-

⁶A t -próba teszt eredményeinek értékelés: ha $p > 0,05$, megtartjuk a nullhipotézist, amely szerint nincs megfigyelhető hatás, azaz nem jelentkezik különbség.

3. Szabadesés (13P)

Egy erős széllelökés hatására az erkélyről leesik egy virágcserep. A cserép 2 másodpercig zuhan, míg a talajra ért. $g \approx 10 \frac{m}{s^2}$

a) Számold ki a cserép sebességét a becsapódás pillanatában. (3P)

b) Milyen magasról esett le a cserép. (3P)

Az előbb kiszámolt értékek jó eséllyel kicsit eltérnek a valóságos számoktól.

c) Becsüld meg, hogy a valóságban mekkora lehet a tényleges becsapódási sebesség és a kezdeti magasság. (2P)

d) Magyarázd meg az esetleges eltérés okát. (1P)

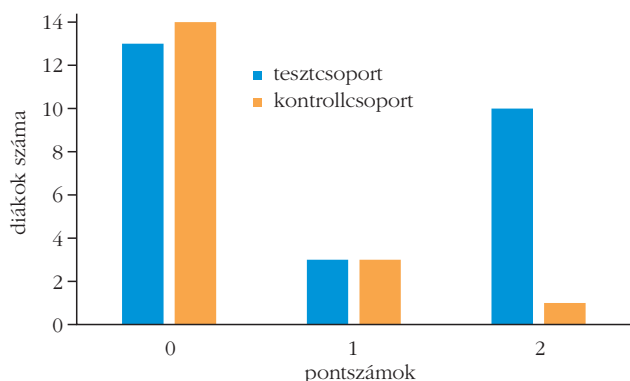
e) Tervezz egy olyan kísérletet, ahol a mért és a számolt adatok közötti különbség szinte teljesen elhanyagolható. (2P)

14. ábra. A felmérés 3. feladata [14].

tő, hogy miként változott a diákok tudása, önmagukhoz képest jelentkezik-e eltérés. A páros t -próba ugyanazon vizsgálati csoport két összetartozó mintáját hasonlítja össze (témazáró és follow-up teszt eredményei). A dolgozat és a követő teszten elért eredményekre Shapiro–Wilk-teszten követően (tesztcsoport esetén: $W = 0,953$, $p = 0,362$; kontrollcsoport esetén: $W = 0,951$, $p = 0,440$) páros t -próba alapján kijelenthető, hogy a kontrollcsoport tudásában nem jelentkezik szignifikáns változás ($p = 0,067$), ugyanakkor a tesztcsoport esetén a hosszútávú tudás raktározásában szignifikáns romlás mutatkozik ($p < 0,001$). Vizsgáltuk továbbá a két független mintát, vagyis a két csoport követő teszten elért pontszámait hasonlítottuk össze. A követő teszten elért eredményekre belátható, hogy azok Shapiro–Wilk-teszt szerint normális eloszlást követnek, a tesztcsoport esetén $W = 0,987$ és $p = 0,990$, a kontrollcsoport esetén $W = 0,919$ és $p = 0,140$, f -próba alapján a szórások nem mutatnak különbséget $p = 0,158$. Független mintás t -próba [12] alkalmazásával vizsgáltuk a csoportok között jelentkező különbségeket. A $p = 0,037$ érték jelzi, hogy a tesztcsoport tanulói szignifikánsan jobbnak bizonyultak a követő teszten, mint a kontrollcsoportot alkotó diákok. A tesztcsoport átlagosan 16,24 pontot (szórás: 7,49), a kontrollcsoport 10,94 pontot (szórás: 4,76) szerzett a follow-up teszten (3. táblázat).

A hosszútávú vizsgálat megfelelően jelzi az egyes kompetenciák elsajátíthatóságának mértékét. A kontroll-

15. ábra. A kísérlet megtervezéséért szerzett pontszámok eloszlása a teszt- és a kontrollcsoport tanulói körében.



csoporthoz képest szignifikánsan pozitív irányú eltérés mutatkozik a tesztcsoportot alkotó diákok következő szakmai kompetenciáiban: mozgás grafikus megjelenítése (Mann–Whitney-próba $p = 0,01$), illetve adott probléma értelmezése (Mann–Whitney-próba $p = 0,003$).

Következtetés, összegzés

A tanulmányban kutatásunk első, kismintás fázisát mutattuk be. Eredményeink megerősítése érdekében további, nagymintás kísérletet tervezünk végezni több középiskolával való együttműködés keretében. Az

eddig elvégzett vizsgálataink eredményei rendkívül biztatók, egyértelműen azt mutatják, hogy a fizikai előéletüket tekintve azonosnak vehető csoportok esetén, a megfelelő kompetenciák terén jól mérhető különbség mutatkozott a tanulói aktivitást használó fizikatanulás esetében a hagyományos tanítási módszerrel dolgozó csoporttal szemben. Kijelenthetjük, hogy a tanórákon megszerzett tudás elmélyítésére pozitív hatással volt a dolgozatban bemutatott, tanulói aktivitáson alapuló Arduinóval segített módszer, amelynek külön előnye, hogy nem csak a fejlesztendő kompetenciaterületek spektrumát szélesíti, hanem az adott tanegység sikeres dolgozattal záró diákok arányát is növeli, valamint pozitív hatással van a tudás elmélyítésére is. Ugyan a módszer hosszútávú tudásra gyakorolt vélhetően pozitív hatása a néhány fizikaórát felölelő projekt során nem mutatkozott meg, a követő teszten a tesztcsoportot alkotó diákok önmagukhoz képest gyengébben teljesítettek, ugyanakkor ennek ellenére is szignifikánsan eredményesebbnek bizonyultak a hagyományos oktatásban részt vevő csoporttal szemben. Biztosabb, elmélyültebb tudásra tehettek szert. Célunk a módszer további fejlesztése oly módon, hogy alkalmazásával elősegítsük a minőségi biztos, hosszútávú tudás megszerzését. Ennek lehetőségét a projekt hosszabb távú, több tanórán át való alkalmazásában látjuk.

Irodalom

- http://okt.ektf.hu/data/forgos/file/tananyag/nadasi/621_a_pedagogiai_taxonmik_bloom_s_kveti.html (utolsó letöltés: 2021. 03. 29.)
- <https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/Auslandschulwesen/Kerncurriculum/Auslandsschulwesen-Operatoren-Naturwissenschaften-02-2013.pdf> (utolsó letöltés: 2021. 05. 15.)

3. táblázat		
A posztteszt és a követő teszt eredményei a teszt- és kontrollcsoportban.		
	tesztcsoport	kontrollcsoport
posztteszt átlaga (pont)	19,67	11,06
követő teszt átlaga (pont)	16,24	10,94

3. Csapó, B.: *A tudáskonceptió változása: nemzetközi tendenciák és a hazai helyzet.* (2002)
4. Polonyi T., Abari K., Horkai A., Tiszai K.: *Digitális tanulás és tanítás az iskolában.* (2018)
5. Nagy L.-né: A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra 12* (2010) 31–51.
6. Magyar Nemzeti Alapintérv, 2020.
7. https://wayne.edu/assessment/files/bloom_s_handout_colored_pyramid.pdf (utolsó letöltés: 2021. 12. 12.)
8. <https://www.arduino.cc/> (utolsó letöltés ideje: 2021. 04. 01.)
9. <https://create.arduino.cc/projecthub/surya2097/arduino-traffic-light-6bbb5a> (utolsó letöltés: 2021. 12. 08.)
10. Pataki A.: *A többváltozós Shapiro–Wilk-tesztek vizsgálata.* Ph.D. doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem Közgazdaságtani Doktori Iskola, Budapest, 2001.
11. D. Graham: *Checking for Normality in JASP.* (2020) <https://www.youtube.com/watch?v=41eOkYHkRSQ> (utolsó letöltés: 2021. 03. 29.)
12. Fidy J., Makara G.: *Biostatisztika. Két összetartozó minta összehasonlítása.* (2005) <https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/biostatisztika-1/ch08s04.html> (utolsó letöltés: 2021. 03. 29.)
13. Nagy L., Balogh, P.: *Ökonometria.* Elméleti jegyzet. (2013) https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0029_de_okonometria_elmelet/ch03s04.html (utolsó letöltés: 2021. 06. 09.)
14. <https://www.leifiphysik.de/> (utolsó letöltés: 2021. 03. 31.)