

hetségprogramnak, a Szilárd Leó Tehetséggondozó Alapítványnak, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézetének, a Magyar Nukleáris Társaságnak, az Eötvös Loránd Fizikai Társulatnak, a Paksi Atomerőmű Zrt.-nek, valamint minden támogatónak és különdíjat felajánló szervezetnek és személynek a verseny megrendezésében nyújtott segítségükért. Külön köszönet illeti a Versenybizottságot és mindazokat a helyi szervezőket és tanárkollégákat, akik lelkesen és fáradságot nem kímélve dolgoztak a verseny sikeréért.

## Irodalom

1. M. Michélini, A. Stefanel: Approaches on T/L Quantum Physics from PER Literature. In: *Teaching-Learning Contemporary Physics*. (eds. B. Jarosievitz, Cs. Sükösd) Springer 2021. ISBN 978-3-030-78719-6
2. Tóth Kristóf: Modell kvantummechanika középiskolában. *Fizikai Szemle* 71/6 (2021) 209.
3. Tóth Kristóf: A kvantum-határozatlanság a kvantummechanika fénypolarizációs modelljében. *Fizikai Szemle* 71/10 (2021) 349.
4. *Országos Szilárd Leó Fizikaverseny 2017–2022. Feladatok és Megoldások*. Magyar Nukleáris Társaság (2022) 250 old. ISBN 978-615-01-5926-3 Letölthető: <https://szilardverseny.hu/cikkek/orzagos-szilard-leo-fizikaverseny-2017-2022>

# TUDATOS MÓDSZERVÁLASZTÁS FIZIKAÓRÁN A TANULÓI HOZZÁÁLLÁSOK ALAPJÁN – EGY OKTATÁSI KÍSÉRLET TÜKRÉBEN

Pesthy Sándor Gergely,<sup>1,4</sup> Miltner Tímea,<sup>1,3</sup> Hömöstrei Mihály<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ELTE TTK Fizikai Intézet

<sup>2</sup>Deutsche Schule Budapest

<sup>3</sup>Tömörkény István Gimnázium, Művészeti Szakgimnázium és Technikum

<sup>4</sup>ELTE Radnóti Miklós Gyakorlógimnázium

A fizika népszerűtlenségének problémája nem újdonság, bár a korábbi (kilencvenes évek-beli) kutatások némileg kedvezőbb képet mutattak ugyan [1, 2], de a negatív tendencia korán megfigyelhetővé vált. 2000-ben széleskörű attitűdvizsgálatok során [3, 4] kimutatták, hogy a fizika tantárgy népszerűsége alacsony. A

2010-es években folytatódott a negatív tendencia. Egy 2012-ben végzett kutatásban [5] a fizika harmadik helyre került a legkevésbé szeretett tantárgyak listáján, majd egy 2015-ös vizsgálat szerint pedig [6] a fizika a tanulók szerint a második legerősebben szorongáskeltő tantárgy. A 2017-es mérés [7] alapján az általános iskolákban és szakközépiskolákban a fizika a harmadik, a gimnáziumokban pedig az első legkevésbé kedvelt tantárgy a diákok körében.

Előadás a „Természettudományos oktatás útkeresése” szekcióban a 2022. évi Fizikus Vándorgyűlésen, Veszprémben, augusztus 22-én.

A szerzők köszönik *Jenei Péternek* a cikkhez fűzött értékes javaslatait, valamint *Pesthy Orsolyának* a statisztikai elemzésben nyújtott segítséget!

Az elmúlt években kidolgoztunk egy kérdőívet, amely segítségével a diákok fizika tantárggyal szembeni attitűdje mérhető. A 2021/22-es a tanévben lehetőség nyílt kipróbálni a kérdőívet egy szegedi gimnázium 142 kilencedik évfolyamos diákjával. A kitöltők közül 53 volt a fiú és 89 a lány.

A címben megfogalmazott témában folytatott kutatásunk célja képet adni arról, hogy a gyerekek miként látják a magyarországi fizikaoktatást. Ez alapján további lehetőségeket szeretnénk keresni, amelyeket a kutatás későbbi fázisában, az eredmények függvényében tudunk felvázolni.



*Pesthy Sándor Gergely* 2019 óta tanít fizikát és kémiát gimnáziumban. 2021-ben végezte el a fizika–kémia gimnáziumi tanári osztatlan képzést az ELTE TTK-n, majd ugyanabban az évben kezdte meg PhD képzését az ELTE TTK Fizika Doktori Iskolájának Fizika Tanítása Doktori Programjában Hömöstrei Mihály témavezetésével. Emellett a 2021/22-es tanévben Szegeden, majd ez év szeptemberétől a budapesti ELTE Radnóti Miklós Gyakorlógimnáziumban tanítja mindkét szakját.



*Miltner Tímea* tanulmányait a Szegedi Tudományegyetemen végezte, jelenleg a Szegedi Tömörkény István Gimnázium, Művészeti Szakgimnázium és Technikum fizika–matematika szakos tanára.



*Hömöstrei 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.

A természettudománnyal foglalkozó szakmákat érdekesnek találom.\*

1 2 3 4 5 6

Egyáltalán nem értek egyet       Teljesen egyetértek

1. ábra. Példa Likert-skálás kérdésre a tanulói kérdőívből.

Ennek fényében két fontos alapkérdésre keressük a választ. Milyen faktoroktól függ

1. a diákok attitűdje a fizika irányában, illetve
2. az, hogy a tanulók fizikairányban terveznek-e továbbtanulni.

E cikkben a kutatás egy előzetes, „pilot” projektje kerül bemutatásra. Célunk egy jövőbeli nagymintás kutatáshoz felhasználható kérdőív előzetes tesztelése volt. Írásunkban bemutatjuk a jelenlegi mérés eredményeit és összefoglaljuk a legfontosabb tapasztalatokat, foglalkozunk a mérés hatókörével is. A kérdőív eredményeit különböző statisztikai módszerekkel elemeztük, ezek leírását cikkünk tartalmazza.

## Kutatási módszer

A tervezett kutatás két fő információforrásra épít. A diákokra, akiknek egy online kérdőívet kell kitölteniük, és egy tanári kérdőívre. A pilot projekt célja a tanulói kérdőív előkészítése, tesztelése, így ennek módját mutatjuk be.

A kérdőív tartalmaz Likert-skálás (1. ábra), feleletválasztós és nyílt végű kérdéseket egyaránt. A fizikával kapcsolatos attitűd mérésére első sorban az előbbi használható, a második két típus kiegészítő információkat szolgáltat.

A tanulók a kérdőívet az iskolában, fizikaórán töltötték ki. A későbbi összehasonlító kutatások megalapozása érdekében a diákok kódnevet kaptak.

## A kiértékelés módszere

A Likert-skálás kérdések esetén a kiértékeléshez feltáró faktoranalízist használtunk. Ennek során a kérdéseket a diákok egyes kérdésekre adott válaszai alapján csoport-

tosítottuk. A csoportosítás szempontja az volt, hogy mely kérdésekre adott tanulói válaszok korrelálnak (pozitívan vagy negatívan) egymással. (A faktoranalízisről rövid összefoglaló található a [8] hivatkozásban.)

Az elemzés során azonban előfordul, hogy egy kérdés válaszai több csoport kérdéseivel is erősebb összefüggést (pozitív vagy negatív korrelációt) mutatnak. Ekkor a tiszta csoportstruktúra (faktorstruktúra) elérése érdekében ezeket a kérdéseket kizárjuk az elemzésből, így lépésről lépésre – kizárt kérdésről kizárt kérdésre – haladva a fennmaradó kérdések már egyértelmű mintázatot rajzolnak ki.

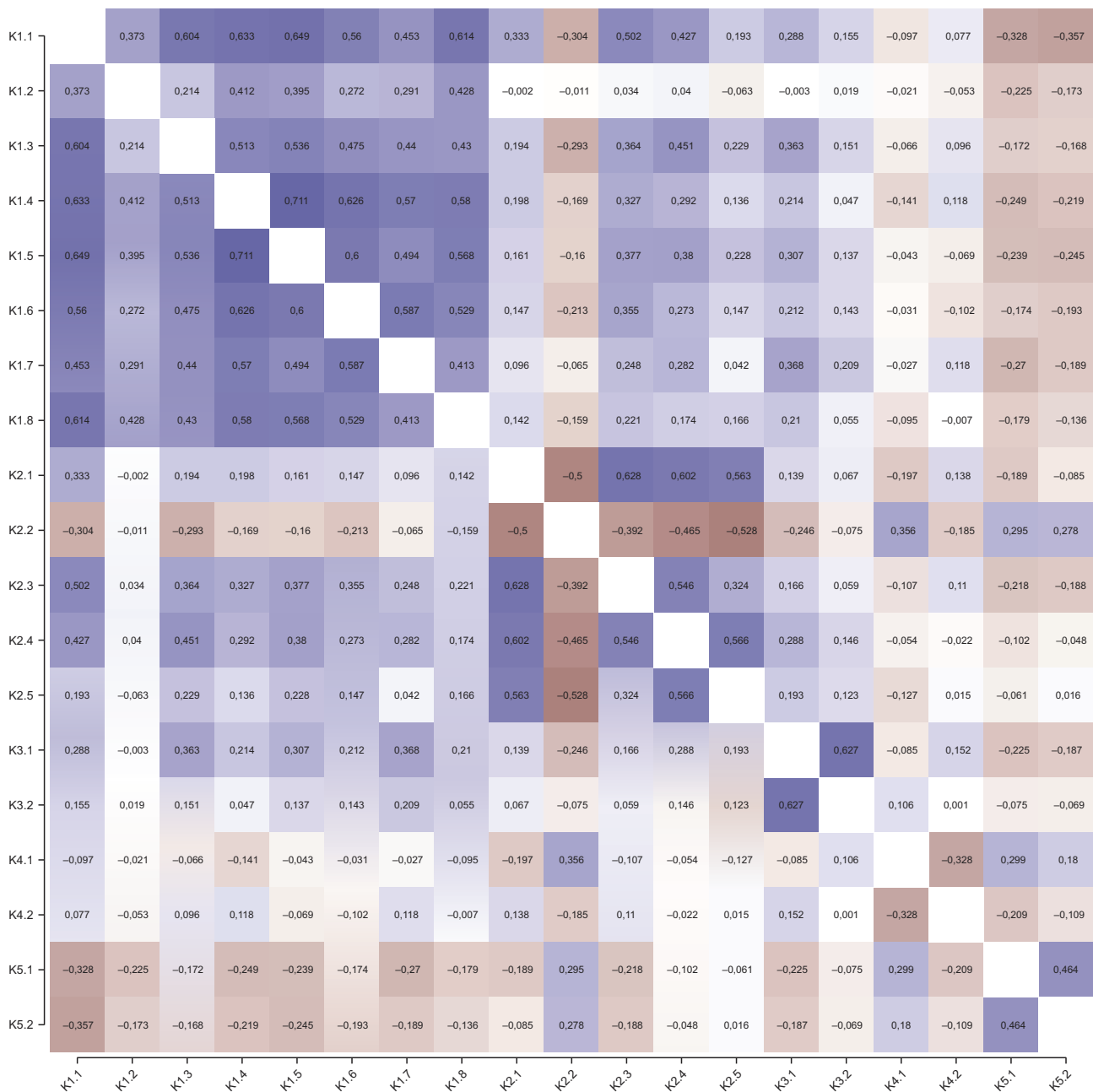
A jelenlegi teszt kevesebb kérdést tartalmaz, mint a tervezett jövőbeli kérdőív. Ennek oka, hogy a faktoranalízis érzékeny a minta elemszámára (a válaszadó/kérdés aránynak az analízis jó működéséhez legalább 5-nek kell lennie).

1. táblázat

**Az egyes faktorok és a hozzájuk tartozó kérdések**

faktor	kérdés	faktortöltés
Észlelt óraminőség ( $\alpha = 0,883$ )	1.1 Élveztem az ideai tanév fizikaóráit.	0,630
	1.2 Ebben az évben a fizikaórák által jobban megszerettem a fizikát.	0,556
	1.3 A Tanár úr mindig felkészült volt.	0,498
	1.4 Követhetők voltak számomra a tanári magyarázatok.	0,884
	1.5 Érdekesek voltak számomra a tanári magyarázatok.	0,755
	1.6 A tanórán elvégzett tanári és tanulói kísérletek érdekesek voltak.	0,709
	1.7 A tanórán elvégzett tanári és tanulói kísérletek segítettek, hogy megértssem a tananyagot.	0,634
	1.8 Az órák általában jó hangulatban teltek.	0,736
Fizikás jövőkép ( $\alpha = 0,835$ )	2.1 Szeretnék természettudományos pályán elhelyezkedni.	0,822
	2.2 Semmiképp nem dolgoznék olyan szakmában, ahol fizikával foglalkoznak.	-0,592
	2.3 A természettudománnyal foglalkozó szakmákat érdekesnek találom.	0,616
	2.4 A tanév fizikaórái közelebb hoztak engem ahhoz, hogy természettudományos pályán akarjak elhelyezkedni.	0,772
	2.5 Felőtt koromban biztos, hogy fizikával szeretnék foglalkozni.	0,702
Befektetett tanulói energia ( $\alpha = 0,765$ )	3.1 Ebben a tanévben mindent megtettem, hogy fizikából az anyagot megértssem.	0,929
	3.2 A tanév során sok energiát fektettem otthon a tananyag elsajátításába.	0,667
A fizika nehézsége ( $\alpha = 0,491$ )	4.1 A fizika általában nehéz számomra.	0,602
	4.2 A tanév során a fizika számítási feladatok nem jelentettek nehézséget számomra.	-0,545
Sikertelenség a fizikában ( $\alpha = 0,598$ )	5.1 Nem értek semmit, amit ebben az évben tanultunk fizikából.	0,550
	5.2 Ennek az évnek a fizikaórái távolabb vittek engem a fizika szeretetétől.	0,733

Az utolsó oszlop az adott kérdésre vonatkozó faktortöltést mutatja. A faktortöltés egy 0 és 1 közötti szám. Minél nagyobb értéket vesz fel, annál jobban kapcsolódik az adott kérdés a faktorhoz.



2. ábra. A kérdések közötti kapcsolatok szemléltetésére kirajoltuk a kérdéssor korrelációs mátrixát. A kék szín jelzi a pozitív, a piros a negatív korrelációt, a szín intenzitása pedig a korreláció erősségét. A kérdések számozása megegyezik az 1. táblázatban látható számozással. Jól látható, hogy az egy csoportba (faktorba) sorolt kérdések egymással erősen korrelálnak.

## Eredmények

A faktoranalízis során öt kérdéscsoportot (faktor) azonosítottunk, amelyeket a bennük található kérdések alapján – a könnyebb azonosíthatóság és értelmezés végett – elneveztünk. A kapott csoportok (faktorok) listáját és a hozzájuk tartozó kérdéseket az 1. táblázat tartalmazza. Megjegyezzük, hogy a tiszta faktorstruktúra eléréséhez öt kérdést zártunk ki, így ezek nem szerepelnek ebben a táblázatban.

A faktorok Cronbach-alfa [9] értékeit az 1. táblázatban a faktor neve alatt tüntettük fel. A Cronbach-alfa 0 és 1 közötti értéket vehet fel. Azt jellemzi, hogy az

adott faktor kérdései mennyire koherensek a nagy egészszel. Minimális elfogadott értéke 0,500. Látható, hogy a „fizika nehézségei” faktor esetén nem éri el a küszöbértéket, ami arra hívja fel a figyelmet, hogy éles mérés esetén további kérdéseket szükséges feltenni, hogy a kialakuló faktorstruktúra megfelelően használható legyen.

Az 1. táblázatban az utolsó oszlop az adott kérdésre vonatkozó faktortöltést mutatja. A faktortöltés szintén egy 0 és 1 közötti szám, amely minél nagyobb értéket vesz fel, annál inkább kapcsolódik az adott kérdés a faktorhoz. A 2. ábrán láthatjuk a kérdések korrelációjának erősségét, amely jól mutatja a kérdések csoportosításának szempontját: a faktor-

## A felmérés alatt kapott adatok statisztikai elemzésének eredményei

faktor	a nem hatásának $p$ értékei	a befektetett idő hatásának $p$ értékei	a faktor átlaga	átlag nemenként		átlag befektetett idő csoportonként		
				lány	fiú	0–10 perc	10–20 perc	20+ perc
észlelt óraminőség	0,181	0,011	5,217 (0,663)	5,146 (0,711)	5,337 (0,560)	4,976 (0,570)	5,234 (0,670)	5,336 (0,679)
fizikás jövőkép	0,030	0,369	3,197 (1,089)	3,022 (0,975)	3,491 (1,211)	2,942 (1,079)	3,161 (1,062)	3,378 (1,109)
befektetett tanulói energia	0,296	< 0,001	4,211 (1,018)	4,298 (0,868)	4,066 (1,225)	3,403 (1,114)	4,304 (0,888)	4,573 (0,836)
a fizika nehézsége	0,017	0,002	2,944 (1,030)	3,112 (1,047)	2,660 (0,944)	2,355 (0,933)	3,107 (1,115)	3,109 (0,875)
sikertelenség a fizikában	0,095	0,502	1,754 (0,879)	1,651 (0,928)	1,815 (0,847)	2,016 (1,144)	1,670 (0,740)	1,691 (0,825)

Az első két oszlop az adatsorokon végzett többszempontú varianciaanalízis eredményeit, a megadott  $p$  értékeket mutatja. Szignifikáns interakciót találtunk, ha a feltüntetett  $p$  érték kisebb, mint 0,05. A további oszlopok az egyes faktorokra kapott átlagos értékeket mutatják nemenkénti és átlagos befektetett idő szerinti csoportosításban is. Az átlagértékek alatt zárójelben a standard szórás látható.

analízis során az egymással erős pozitív vagy negatív korrelációt mutató kérdések kerülnek egy csoportba.

#### Észlelt tanóraminőség

Ez a faktor tartalmazza a tanórák élvezeti értékével, a tanár diákok által érzékelt felkészültségével kapcsolatos kérdéseket. Érdekes, hogy ebbe a faktorba kerültek a tanári magyarázat érthetőségével és érdekességével kapcsolatos, valamint a tanórán elvégzett kísérletekkel összefüggő kérdések is.

A diákok erre a faktorra adott átlagos pontszáma tehát azt mutatja meg, hogy összességében milyen minőségűnek tartják a fizikaórákat, a fent említett szempontok mentén.

#### Fizikás jövőkép

A második faktorban elsősorban azok a kérdések kaptak helyet, amelyek azt mérik fel, mennyire szeretne az adott diák a fizika tárggyal továbbtanulni. Izgalmas, hogy ebbe a faktorba került a mennyire találják érdekesnek a fizikával foglalkozó szakmákat, valamint az is, hogy az adott év fizikaórái mennyire hozták közelebb őket, hogy természettudományos pályán akarjanak elhelyezkedni.

#### Befektetett tanulói energia

Két kérdést tartalmaz, amelyek jól lefedik a faktornak adott címet. Az igazi érdekesség talán abban rejlik, hogy a faktorhoz nem csatolódik a fűzetvezetés, valamint az órai odafigyelés. Úgy tűnik, hogy a diákokban az órai munka nem igazán kötődik össze az ő általuk befektetett munkával.

#### A fizika nehézségei

Ez a faktor is két kérdést tartalmaz. Az egyik a számítási feladatok érzékelt nehézségét méri fel, a másik pedig, hogy a diákok összességében mennyire érzik nehéznek a fizikát.

Érdekes, hogy a feltett kérdések közül egyedül a számítási feladatok nehézsége kapcsolódik szorosan ahhoz, hogy az egész tantárgyat mennyire érzik nehéznek.

#### Sikertelenség a fizikában

Ebbe a faktorba került az a kérdés, ami azt méri fel, hogy összességében úgy érzi-e a diák, hogy az év során távolabb került a fizika szeretetétől. Ez a kérdés a faktorban egyetlen másik kérdéssel kapcsolódik össze. Ez a kérdés azt méri fel, mennyire érzi úgy a diák, hogy az évben semmit nem értett fizikából.

Fontos kiemelni, hogy korrelációkról és nem okozati viszonyokról beszélünk, de érdemes felfigyelni arra, hogy jelen mérés alapján úgy tűnik, hogy a diákjaink távolabb kerülnek-e a tárgyunk szeretetétől, elsősorban az befolyásolja, hogy érzik-e, vajon megértettek valamit.

Látható, hogy az öt faktorból három írja le a diákok fizikával kapcsolatos attitűdjét (fizikás jövőkép, a fizika nehézsége, sikertelenség a fizikában), egy viselkedéses elem (befektetett tanulói energia) és egy írja le a diák által érzékelt külső tényezőket (észlelt óraminőség).

#### További elemzések

Miután a faktorstruktúra elkészült, minden diák esetén az ő általa az egyes faktorok kérdéseire adott válaszokból átlagot számítottunk, hogy felmérjük, vajon az egyes diákok milyen átlagos értéket adtak meg az egyes faktorok esetén.

Ezen eredményeket statisztikailag teszteltük, hogy megállapíthassuk, van-e kimutatható eltérés a nemek között, valamint találunk-e különbséget annak függvényében, hogy saját bevallásuk szerint mennyi időt fektetnek be otthon a fizika tanulásába (2. táblázat).

Mivel a Shapiro–Wilk-teszt eredményei szerint több csoport adatai szignifikáns eltérést mutattak a normál-

eloszlástól, a többszemponú varianciaanalízishez Friedman-tesztet használtunk (nonparametrikus ismételt mérés ANOVA JASP 0.16.2.0 szoftverrel) [10].

Az észlelt óraminőség teljes mintára vett átlaga 5,217, ami magas értéknek mondható (hiszen a skála minden kérdés esetén 1–6-ig tart). Értelmezésénél természetesen figyelembe kell venni annak torzító hatását, hogy a diákokat saját tanáruk kérte meg a kérdőív kitöltésére.

A fizikás jövőkép faktorra kapott érték azt jelzi, hogy a csoport összességében inkább a „nincs fizikás jövőképe” felé tolódik el (a felezőpont a 3,5-ös értéknél lenne). A befektetett tanulói energiára kapott átlag tanúsága szerint a diákok úgy érzik, sok energiát fektettek a tantárgyba.

A fizika nehézsége faktor esetén a kis érték jelzi, hogy kevésbé érezték nehéznek a tárgyat (bár az érték itt is közel van a felezőponthoz).

A sikertelenség a fizikában faktorra kapott egy és kettő közti érték azt jelenti, hogy összességében a csoport kevésbé érezte magát sikertelennek fizikából.

Az első faktor esetén a befektetett idő főhatása bizonyult szignifikánsnak, ezért a befektetett idő csoportjait (0–10 perc, 10–20 perc, 20+ perc) megvizsgáltuk, és szignifikáns eltérést találtunk az első-második, valamint az első-harmadik páros esetén ( $p = 0,028$  és  $p = 0,004$ ). Ez azt üzeni számunkra, hogy az, hogy a gyerekek mennyire tartják minőséginek, élvezetesnek az órákat, összefüggésben van azzal, hogy tanulnak-e egyáltalán a fizikaórákra otthon, de annak időtartamával már kevésbé.

A második faktor esetén a nem főhatása bizonyult szignifikánsnak (a fiúk javára – a fiúk átlaga 3,5, a lányok esetén ez 3,0), ami a jelenlegi mintára is megerősíti azt a közkeletű megállapítást, hogy a lányok kevésbé választanak természettudományos szakmát.

E jelenség tompításáért, felszámolásáért természetesen küzdeni kell, így kiemelt fontosságúnak tartjuk, hogy kutatások szülessenek a témában. Külföldi kutatások alapján elmondható, hogy a lányok érdeklődésének és természettudományok iránti szeretetének felkeltését szolgálja, ha több kooperatív, csoportos munkaformát alkalmazó módszert használunk, amelyek során tisztázott, hogy mi a szerepük [11]. Emellett pozitív hatást fejt ki, ha a tananyag összeállításakor minél nagyobb hangsúlyt fektetünk a természeti jelenségek magyarázatára, illetve orvostudományi és biológiai témákkal kapcsolatos anyagrészekre [12]. Szintén külföldi kutatás tapasztalata, hogy a tanórai frontális munkaforma túlsúlya hátráltatja a lányok érdeklődésének kibontakoztatását [13].

A harmadik faktor esetén nem találtunk szignifikáns eltérést a nemek között, viszont a befektetett idő főhatása szignifikánsnak bizonyult. Ezt úgy értelmezzük, hogy a diákok önkonzisztens módon becslik a saját maguk által befektetett időt.

A nem főhatása a negyedik faktor esetén szignifikánsnak bizonyult. A kérdőívet kitöltő lányok összességében nehezebbnek tartják a fizikát. A befektetett idő főhatása is szignifikáns, úgy tűnik, hogy a kitöltők azon érzékelése, hogy a fizika nehéz, és az általuk befektetett idő összefüggést mutat.

A sikertelenség a fizikában faktor esetén nincs kimutatható különbség a fiúk és lányok között, és annak tekintetében sem, hogy a tanulók mennyi energiát fordítanak a fizika tanulására.

A kérdőívben megkértük a diákokat, hogy írják le, mit szeretnének dolgozni felnőtt korukban. Ez alapján három csoportra osztottuk őket (nem tudja; tudja, de nem fizikával kapcsolatos; tudja és fizikával kapcsolatos) és ezen csoportokra megnéztük az egyes faktorok átlagos értékeit (3. táblázat).

Az észlelt óraminőség-faktor esetén a főhatás nem szignifikáns, csak azok megélése között van kimutatható különbség, akik nem tudják, hogy milyen irányban mennének tovább, és akik már tudják, hogy természettudományos pályát választanának. Ez annak hatása lehet, hogy akik fizikával kapcsolatos pályaválasztás mellett döntöttek, már eredendően jobban tetszettek a tantárgy órái.

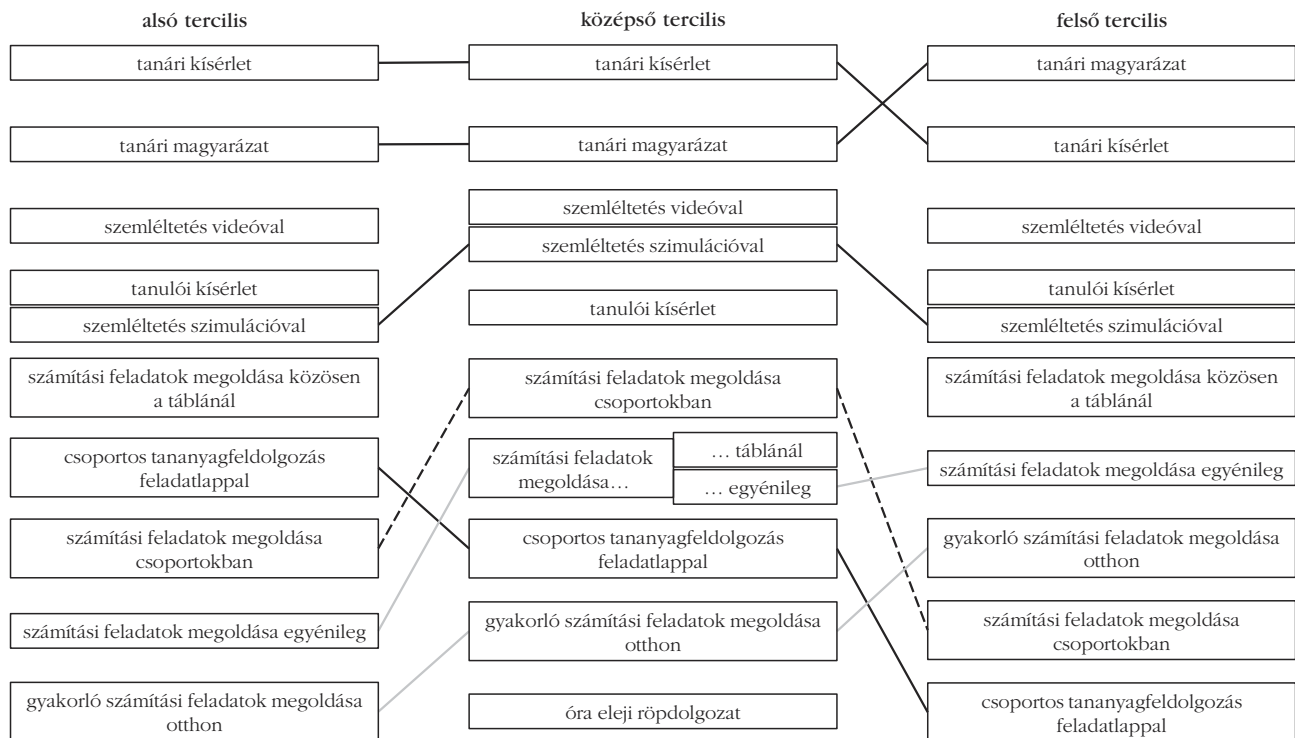
A fizikás jövőkép faktor esetén a munkakategória főhatása szignifikáns. A csoportok (nt: nem tudja, tt: természettudományos, ntt: nem természettudományos) közötti interakciók vizsgálata alapján minden csoport értékei szignifikánsan különböznek egymástól, azaz  $p(nt - tt) = 0,010$ ,

**A jövőkép és a fizikához való viszonyulás**

3. táblázat

faktor	munkaválasztás hatásának $p$ értéke	átlagos értékek munkakategóriánként		
		nem fizikával foglalkozó pálya	nem tudja	fizikával foglalkozó pálya
a csoport létszáma:		83	43	16
észlelt óraminőség	0,050	5,218 (0,073)	5,125 (0,101)	5,461 (0,165)
fizikás jövőkép	< 0,001	2,860 (0,108)	3,405 (0,149)	4,387 (0,245)
befektetett tanulói energia	0,038	4,301 (0,111)	3,942 (0,154)	4,469 (0,252)
a fizika nehézsége	0,009	3,157 (0,110)	2,686 (0,153)	2,531 (0,251)
sikertelenség a fizikában	0,648	1,783 (0,097)	1,756 (0,135)	1,594 (0,221)

Az első két oszlop az adatsorokon végzett többszemponú varianciaanalízis eredményeit, a megadott  $p$  értékeket mutatja. Szignifikáns interakciót találtunk, ha a feltüntetett  $p$  érték kisebb, mint 0,05. A további oszlopok az egyes faktorokra kapott átlagos értékeket mutatják a megjelölt jövőkép szerinti csoportosításban. Az átlagértékek alatt zárójelben a standard szórás látható.



3. ábra. Az egyes módszerek rangsorának első kilenc eleme a fizikával szembeni attitűdöt mérő faktorokra vett átlagérték alapján, egyenlő létszámú csoportokba rendezve a diákok válaszait. Ahol két módszer került feltüntetésre egy sorban, ott az adott módszerek azonos mennyiségű szavazatot kaptak.

$p(\text{ntt} - \text{tt}) < 0,001$ ,  $p(\text{nt} - \text{ntt}) = 0,003$ ). Ezzel gyakorlatilag validáltuk a fizikás jövőkép kérdéscsoportot, hiszen kimutathatóan összefüggésben van az általa megadott érték a diákok tényleges jövőképével.

A befektetett tanulói energia esetén a munka kategória főhatása szignifikáns. Csoportonként vizsgálva kimutatható különbséget azok között találtunk, akik nem tudják még, mivel akarnak foglalkozni, valamint akik nem fizikával akarnak továbbtanulni ( $p(\text{nt} - \text{tt}) = 0,061$ ,  $p(\text{ntt} - \text{tt}) = 0,353$ ,  $p(\text{nt} - \text{ntt}) = 0,027$ ). Tehát azok, akik még nem tudják, mivel szeretnének foglalkozni – jelen minta esetén – kimutathatóan kevesebbnek érzik az általuk befektetett időt, mint azok, akik döntöttek már valamelyik irányban.

A fizika nehézsége faktor esetén a csoportok vizsgálata alapján szignifikáns a különbség a tervvel még nem rendelkezők és a másik két csoport között ( $p(\text{nt} - \text{tt}) = 0,015$ ,  $p(\text{ntt} - \text{tt}) = 0,025$ ,  $p(\text{nt} - \text{ntt}) = 0,330$ ). Itt tehát egy tendenciát látunk – azok akik fizikával akarnak továbbtanulni, könnyebbnek érzik, náluk kimutathatóan nehezebbnek érzékelik a tárgyat azok, akik nem döntöttek és még nehezebbnek, akik más irányban keresik a jövőjüket.

A sikertelenség a fizikában faktor esetén nincs szignifikáns különbség a csoportok között, azaz úgy tűnik, hogy az, hogy mennyire érzik sikertelennek magukat a fizikával kapcsolatban, nem függ attól, hogy ez irányban kívánnak-e továbbtanulni.

Azért, hogy a diákok módszerpreferenciáit felmérjük, a kérdőívben megkértük őket arra, hogy egy listából legalább ötöt jelöljenek be az ott felsorolt tanítási módszerek közül, amelyek a legjobban segítik

őket a tananyag megértésében. E mérés során minden csoport esetén alkalmaztuk az összes felsorolt módszert. Erre adott válaszaikat a három fizikával szembeni attitűdöt kifejező faktor alapján vizsgáltuk úgy, hogy a diákok ezen három faktor kérdéseire adott válaszaikat átlagoltuk (úgy, hogy a fizika nehézsége és a sikertelenség a fizikában faktorok kérdéseinek válaszaikat invertáltuk, hogy a skálák minden esetben a kis értékekkel jelezzék azt, ha valaki távolabb van a fizikától és nagy értékkel azt, ha közelebb), majd három egyenlő létszámú csoportra osztottuk a diákokat úgy, hogy átlagérték szerint sorba rendeztük őket. Az alsó tercilisbe került a legalacsonyabb pontszámmal rendelkező negyvenhét diák, a középsőbe a második negyvenhét és így tovább. Annak érdekében, hogy a csoportok létszáma azonos legyen, egy tanuló értékét kizártuk ehhez az elemzéshez. A három csoport esetén megvizsgáltuk, milyen gyakran választották az egyes módszereket, és ez alapján rangsoroltuk azokat – a rangsor első kilenc elemét a 3. ábra tartalmazza.

Az első két helyre minden tercilisben a tanári kísérlet és a tanári magyarázat került. A két módszer sorrendje csak a felső tercilisben cserélődött meg az előzőekhez képest, ami azt mutatja, hogy akik közelebb érzik magukat a fizikához, úgy ítélik meg, számukra hasznosabb a magyarázat, mint egy bemutatott kísérlet.

Az eredmények alapján látható, hogy a csoportos tananyagfeldolgozást annál feljebb rangsorolták, minél kisebb a fizikával szembeni pozitív attitűdjük, így gyengébb csoportok esetén hasznos lehet na-

gyobb arányban alkalmazni csoportos munkaformát alkalmazó módszereket.

A számítási feladatok megoldásával kapcsolatban több megállapítást tehetünk. Az egyéni feladatmegoldás (az iskolában vagy otthon) esetén pozitív tendencia figyelhető meg a fizikával kapcsolatos attitűd növekedésével. Ez azt jelenti, ha csoportunk átlaga az alsó vagy a középső tercilisben van, akkor a számítási feladatmegoldást érdemes lehet más módszerrel bevinni óráinkra. A középső tercilis esetén a legfontosabb alternatíva – mérésünk szerint – a csoportos feladatmegoldás. Az alsó és felső tercilisek esetén ez a módszer jóval alacsonyabb helyre rangsorolódott, ennek oka az lehet, hogy a fizikát maguktól távolabb érzők félnek, esetleges kudarcaikat a csoporttársaik is láthatják, a felső tercilisben lévők pedig úgy érzik, hogy csapattársaik „visszahúzzák” őket.

## A mérés korlátai

Fontos kiemelni, hogy a bemutatott eredmények csak egyetlen iskola kilencedikes diákjai véleményét, gondolatait tükrözik. Ráadásul az összes megkérdezett diák a cikk első szerzőjénél tanulta a fizikát. Ennek megfelelően az eredmények általánosíthatósága korlátozódik az olyan típusú iskolákra, mint a Tömörkény Gimnázium, és az olyan stílusú tanárookra, mint a cikk első szerzője.

Szintén korlátozza az általánosíthatóságot az a tény, hogy a jelenlegi faktorstruktúra a jelenlegi kérdéssor alapján alakult ki. Ezt azért fontos ismét megemlíteni, mert a későbbi mérésekben, ha a nagyobb mintaelemszám több kérdést enged meg a kérdőívben, e faktorstruktúra biztosan bővülni fog, illetve előfordulhat, hogy már létező faktorok eltűnnek.

A mérés célja nem a teljes általánosíthatóság volt, elsősorban a kérdőív tesztelését tűztük ki célul.

## Konklúzió

### Fókuszpontok a pilot projekt alapján

A legtöbb konklúzió valószínűleg számos tanár által jól ismert, ennek ellenére fontosnak tartjuk leírni, mert ezeket a közkeletű gondolatokat kutatásunk (a megnevezett korlátok mellett) alátámasztotta.

### A munkaforma-preferencia

Láthattuk, hogy a különböző csoportosítások alapján a módszerpreferenciák között csak kis különbségek merülnek fel, azonban egyértelműen látszik, hogy a fizikát minél távolabbinak érző diák – az egyéni munkával szemben – egyre inkább a csoportos feldolgozást preferálja. Ez alól kivétel – feltehetőleg a tanulói félelmek miatt – a csoportos feladatmegoldás.

Emellett, ha a csoportunkban több olyan diák található, aki nincs kifejezetten közel, sem kifejezetten

távol tárgyunk szeretetétől, akkor az egyéni számítási feladatmegoldás helyett érdemes lehet más alternatívát keresni a tananyag elmélyítéséhez, vagy akár kifejezetten számítási feladatok megoldásának gyakorlásához is (mint a számítási feladatok közös vagy csoportos megoldása).

### Magyarázatok szintézise az átlagos diákra

A sikertelenség a fizikában faktor erős üzenetet hordoz. Azt mutatja, aki úgy érzi, egyáltalán nem érti a fizikát, távolodni fog a szeretetétől. Jelen mérés alapján úgy tűnik, hogy ennek fordítottja sajnos, nem igaz, tehát csupán az, hogy érti valaki a fizikát, nem jelenti, hogy szereti is, vagy fizikával foglalkozó szakmát választana.

### A fizikával foglalkozó szakmák bemutatása

A fizikás jövőkép faktor eleme lett, hogy a diák mennyire találja érdekesnek a fizikával foglalkozó szakmákat. Ehhez természetesen szükséges, hogy a tanulók számára ismert legyen: pontosan mivel foglalkoznak a fizikusok az általuk betöltött különböző munkakörökben.

A fizikus közösség sokat tehet a fizikatanítás ügye érdekében, ha minél több fórumon bemutatja, hogy miből áll a munkája, fizikusként miként telnek napjai. Több egyetem és cég készít ilyen anyagot, amelyeket a mellékelt QR-kódon elérhető listában gyűjtök [14].



### Házi feladatok optimalizálása és önmérséklet a számítási feladatok terén

Az eredmények közt azt láthattuk, hogy pozitív összefüggés van a diákjaink által az otthoni tanulásra fordított idő és a között, hogy mennyire van fizikával kapcsolatos tervük a jövőre nézve, viszont a fizika észlelt nehézségével is pozitív ez az összefüggés.

Ez arra hívhatja fel figyelmünket, hogy a házi feladatok feladásánál figyeljünk a mennyiségre, az átlagos diák ne érezze túl soknak, azonban jó lehet, ha fakultatív plusz feladatot adunk azoknak, akik több időt szeretnének a fizikával tölteni otthon. Továbbá érdemes lehet kevesebb számításos házifeladatot adni, hiszen a diákok fejében a fizika nehézségével leginkább ezek kapcsolódnak össze.

Ugyanezért érdemes lehet erős önmérsékletet gyakorolni abban, hogy milyen nehézségű feladatok megoldását várjuk el minden diákunktól.

## Összefoglalás

Eredményeim alapján öt faktor befolyásolja a diákok fizikával kapcsolatos attitűdjét, amelyek közül három belső (fizikás jövőkép, a fizika nehézsége, sikertelenség a fizikában) egy viselkedéses (befektetett tanulói

energia) és egy külső (észlelt óramínőség). Bár az utolsó a teljesen külső faktor, a belső és viselkedéses faktorokra is hatással lehetünk.

Láthattuk, hogy a diákok pályaválasztás tervei a fizikával kapcsolatos attitűdöt leíró öt faktor közül a fizikás jövőképpel, a befektetett tanulói energiával és a fizika észlelt nehézségével áll kimutatható összefüggésben. A fizikával kapcsolatos jövőkép szempontjából leginkább e három szempontra érdemes fókuszálni.

Ha csoportunk átlagértékeit ismerjük ezen faktorokra, segíthet annak felmérésében, hogy diákjaink mennyire orientálódnak a fizika irányába, valamint abban is, hogy milyen módszereket érdemes alkalmazni óráinkon.

A módszertani gondolatokkal kapcsolatban – amelyek a jelenlegi mérésben általában közkeletű megállapítások kutatás alapú megerősítései – a jelenlegi mintánál is látszanak fő irányvonalak. Bízunk abban, hogy a nagymintás mérés alapján még erősebb, még jobban alátámasztott ajánlások születhetnek majd.

A pilot kutatás után egy nagymintás mérést szeretnénk végezni több iskola, több tanárának – és amennyiben lehetőség van több iskola-, valamint településtípus – bevonásával, a jobb általánosíthatóság elérése érdekében.

## Irodalom

1. Józsa K., Lencsés Gy., Papp K.: Merre tovább természettudomány? *Fizikai Szemle* 46/5 (1996) 167–170.
2. Hadházy T., Szabó Á.: Általános iskolai tanulók véleménye a fizikaoktatásról. *Fizikai Szemle* 46/5 (1996) 166–167.
3. Csapó B.: A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései *Magyar Pedagógia* 100/3 343–366.
4. Papp K., Józsa K.: Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok? *Fizikai Szemle* 50/2 (2000) 61–67.
5. Csikos Cs.: Melyik a kedvenc tantárgyad? Tantárgyi attitűdök vizsgálata a nyíltvégű írásbeli kikérdezés módszerével. *Iskolakultúra* 2012/1 3–13.
6. Nótin Á., Páskuné Kiss J., Kurucz Gy.: A tantárgyi szorongás kérdőív bemutatása. *Alkalmazott Pszichológia* 15/4 109–131.
7. Chrappán M.: A természettudományos tantárgyak helyzete és elfogadottsága a közoktatásban. *Magyar Tudomány* 178/11 1352–1368.
8. [https://gtk.uni-miskolc.hu/files/12413/6-7E\\_Faktoranalizis.pdf](https://gtk.uni-miskolc.hu/files/12413/6-7E_Faktoranalizis.pdf) utolsó elérés: 2022. 10. 01.
9. [http://gepeskonyv.btk.elte.hu/adatok/Pszichologia/8M%FCnnich/pages/p\\_2\\_9.xml](http://gepeskonyv.btk.elte.hu/adatok/Pszichologia/8M%FCnnich/pages/p_2_9.xml) utolsó elérés: 2022.10.01
10. [https://psycho.unideb.hu/munkatarsak/kurucz\\_gyozo/targyak/Kiraly\\_Zoltan\\_stat2\\_jegyzet\\_nemparameteres\\_eljarasok.pdf](https://psycho.unideb.hu/munkatarsak/kurucz_gyozo/targyak/Kiraly_Zoltan_stat2_jegyzet_nemparameteres_eljarasok.pdf) utolsó elérés: 2022.11.02
11. Baker, D. R.: Equity issues in science education. *International handbook of science education*. (1998) 869–895.
12. Stadler, H.: *Physikunterricht unter dem Genderaspekt*. Disszertáció (2004)
13. Osbourne, J., Collins S.: Pupil's views of the role and value of the science curriculum: focus-group study. *International Journal of Science Education* (2001) 443–467.
14. <https://youtube.com/playlist?list=PLlWsdDca0nM39CM1PHCxvE1pIEKxZ1NO> utolsó elérés: 2022.10.24

## HÍREK – ESEMÉNYEK

### KESZTHELYI LAJOS (1927–2022)

Mély megrendüléssel tudatjuk, hogy 2022. december 9-én elhunyt *Keszthelyi Lajos* Széchenyi-díjas fizikus, az MTA rendes tagja, a magyar atomfizikai és magfizikai kutatások meghatározó személyisége. Pályafutása első húsz évében a kísérleti magfizika számos analitikai eljárását honosította meg itthon, egyúttal továbbfejlesztve azokat. Magyarországon elsőként alkalmazott ionnyalábot magreakció-analízisre, illetve az atomok felületi topográfiájának feltérképezésére. Ez a Rutherford-féle visszaszórásos spektroszkópia (RBS). Kiemelkedő eredményeket ért el a Mössbauer-effektus hazai alkalmazásában. A '70-es években kezdeményezte egy további ionnyaláb-analitikai módszer, a részecskék keltette karakterisztikus röntgensugárzás-spektrometria (PIXE) meghonosítását is, amelynek biológiai és biofizikai alkalmazását a kulturális örökség területén történő felhasználás követte.

Keszthelyi Lajos 1954–1973-ig dolgozott a Központi Fizikai Kutatóintézetben, utána a Szegedi Biológiai Kutatóintézet (SZBKI) Biofizikai Intézetében folytatta kutatómunkáját, ahol rövidesen intézetigazgató, majd 5 évig az SZBKI főigazgatója lett. Az időközben létrejött KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet munkatársával azonban továbbra is aktív munkakapcsolatban maradt, amely nyugdíjba vonulása után még erősebbé vált.

Keszthelyi Lajos több éven keresztül volt a *Fizikai Szemle* szerkesztőbizottsági tagja, 1980 és 1985 között az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke.

Nyolcvanadik születésnapja alkalmából a *Fizikai Szemle* 2007/2 számában (57. o.) köszöntötték munkatársai. A *Fizikai Szemle* későbbi számában több cikkben idézzük fel tudományos munkásságát és annak máig tartó hatását.

Keszthelyi Lajos emlékét megőrizzük.

Szerkesztőség: 1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint III., Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacíme: [elft@elft.hu](mailto:elft@elft.hu)

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős kiadó Groma István főtítká, felelős szerkesztő Lendvai János főszerkesztő.

Kéziratokat nem őrünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszerűsített.

Megjelenik havonta (évente egyszer duplaszámmal), egyes szám ára: 1100,- Ft (duplaszámé 2200,- Ft) + postaköltség.

**HU ISSN 0015–3257** (nyomtatott) és **HU ISSN 1588–0540** (online)