**A Kutatásalapú kémiatanítás és rendszerszemléletű gondolkodás c. pályázat[[1]](#footnote-1)**

**kutatási terve (1. sz. melléklet), korrektúrával módosítva: 2021. 09. 06.**

**Tartalom**

[**I. A kutatási probléma és szakirodalmi háttere** 1](#_Toc71878301)

[I.1. A PISA vizsgálatok tanulságai és a magyar kémiaoktatás makacs, sőt súlyosbodó problémái 1](#_Toc71878302)

[I.2. A kutatásalapú tanulás a nemzetközi és a hazai szakirodalomban 2](#_Toc71878303)

[I.3. A rendszerszemléletű gondolkodás a kémiaoktatásban 3](#_Toc71878304)

[**II. Előzmények és a jelen kutatási célok** 4](#_Toc71878305)

[II.1. A kutatásalapú kémiatanítás hazai meghonosításának a kutatócsoporthoz köthető korai lépései 4](#_Toc71878306)

[II.2. Az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiatanítás Kutatócsoport „Megvalósítható kutatásalapú kémiatanítás” projektje 4](#_Toc71878307)

[II.3. A jelen pályázat kutatási kérdései 8](#_Toc71878308)

[**III. A kutatómunka módszerei** 9](#_Toc71878309)

[III.1. A kutatási modell 9](#_Toc71878310)

[III.2. A minta 9](#_Toc71878311)

[III.3. A fejlesztés eszközei: a tanulókísérleti feladatlapok 10](#_Toc71878312)

[III.4. A kutatás mérőeszközei: a tesztek 12](#_Toc71878313)

[**IV. Személyi feltételek** 13](#_Toc71878314)

[**V. A tervezett feladatok ütemezése** 15](#_Toc71878315)

[**VI. A költségvetés indoklása** 16](#_Toc71878316)

[**VII. A várható eredmények és hasznosulásuk** 17](#_Toc71878317)

[**VIII. Irodalomjegyzék** 18](#_Toc71878318)

# **I. A kutatási probléma és szakirodalmi háttere**

## I.1. A PISA vizsgálatok tanulságai és a magyar kémiaoktatás makacs, sőt súlyosbodó problémái

A 15 éves diákok természettudományokkal kapcsolatos tudásának felhasználhatósága 2006-ban került először a PISA mérések középpontjába (PISA, 2006). A “**Természettudományi megismeréssel kapcsolatos ismeretek**” alteszthez sorolható feladatok például a következők alkalmazását várták el:

* egyszerre csak egy paramétert változtatunk elv (latinul: „*ceteris paribus*”, angolul: „*fair test*”);
* kontrollkísérlet;
* viszonyítási anyag (referenciaanyag).

A magyar diákok ezen az alteszten a saját, 504 pontos természettudományi átlagpontszámukhoz[[2]](#footnote-2) képest 11,9 ponttal gyengébben teljesítettek. Ettől rosszabb csak a “Természettudományi problémák felismerése” alteszten elért eredményük volt, ami 21,3 ponttal volt alacsonyabb a saját átlagpontszámuknál. Ez arra utalt, hogy **Magyarországon a tanítási és tanulási folyamat során ritkán került szóba, hogyan gyűjtik és értékelik a tudósok a természettudományos kutatások során a bizonyítékokat**. Ez a tény pedig korlátozza a megszerzett tudás alkalmazhatóságát az egészséges életvitel megtervezésekor, a felelős állampolgári magatartás kialakításakor, valamint az áltudományok által állított csapdák felismerésekor. 2015-ben, amikor ismét a természettudományok kerültek a PISA vizsgálatok fókuszába, az derült ki, hogy a részt vevő 61 ország tanulói közül **a magyar diákok átlagteljesítménye mutatott a negyedik legnagyobb mértékű átlagos csökkenést a programban való részvétel kezdete óta** (PISA, 2015). A 2018-as PISA mérés eredményei (PISA, 2018) alapján pedig Magyarország a természettudományok terén abba a kategóriába került, ahol a **legtöbb területen nem mutattak ki szignifikáns változást**.

Történt mindez annak ellenére, hogy már a 2007-ben publikált „Rocard jelentés” (Rocard és mtsai, 2007) nyomán a figyelem középpontjába került az Európai Unióban a **kutatásalapú tanulás** (az angol nyelvű szakirodalomban *inquiry-based science teaching / learning / education*, rövidítve IBST / IBL / IBSE, Nagy-Britanniában: *enquiry*), mint a természettudomány-oktatásban jelentkező bajok egyik lehetséges orvoslási módja. E megközelítés lényege **a tudományos kutatások mintájára végzett vizsgálatokon alapuló természettudomány-oktatás**. E módszerek használata során a diákok a **természettudományos megismerési folyamat egészét vagy egyes lépéseit modellezik**. Tehát a tanulás során annak megfelelően haladnak, ahogy a tudósok dolgoznak (PRIMAS, 2017), azaz a természettudomány művelőinek a szokásait és képességeit gyakorolják (Seery és mtsai, 2019). Mivel avárakozások szerint ez **segítheti a természettudományos műveltség fejlődését, valamint az érdeklődés felkeltését és fenntartását is**,[az Európai Unió számos jelentős projektet támogatott](https://cordis.europa.eu/search?q=contenttype%3D%27project%27%20AND%20(programme%2Fcode%3D%27FP7%27)%20AND%20(%27inquiry-based%27)&p=1&num=10&srt=Relevance:decreasing), amelyek e módszerek kutatását és terjesztését szolgálták. Ezek közül több-ben magyar partnerintézmények is szerepeltek. A jelen pályázat kutatócsoportjának vezetője is részt vett két ilyen projektben (*Mind the Gap* és az azt folytató *S-TEAM*), és ezek nyomán különféle fórumokon propagálta a kutatásalapú módszerek terjesztését.

Mindez, és az azóta bekövetkezett országos jelentőségű változások (pl. az [Öveges Program](https://www.palyazat.gov.hu/doc/3368) keretében létrehozott iskolai laboratóriumok, a [pedagógus-életpályamodell](https://www.oktatas.hu/kozneveles/pok/salgotarjan/salgotarjan_pedagogusminosites_tanfelugyeletellenorzes_onertekeles?printMode=true), az újabb [osztatlan tanárképzés](https://www.felvi.hu/felveteli/szakok_kepzesek/szakleirasok/!Szakleirasok/index.php/szak/16262/szakleiras)) azonban nem tudták megfordítani azt a trendet, amelyre már 2008-ban az Országos Köznevelési Tanács természettudományos közoktatás kérdéseit vizsgáló *ad hoc* bizottsága is rámutatott, miszerint a természettudományos pályákat választók aránya csökken (Kertész, 2009; [Felvi.hu, 2019](https://www.felvi.hu/pub_bin/dload/felsooktatasimuhely/Elemzesi_Jelentesek/FEJ_2019_2.pdf)). Például az ELTE Kémiai Intézetébe kémia BSc-re felvettek száma a 2014 és 2020 között 121 főről 70 főre, a kémiatanár szakosoké pedig 49 főről 17 főre csökkent. Az elsőhelyes jelentkezők száma 2021-ben még ettől is alacsonyabb (61 fő kémia BSc-s, ill. 11 fő kémiatanár). A magyar vegyiparnak és gyógyszeriparnak viszont nyilvánvalóan továbbra is nagy szüksége lenne a jól képzett vegyészekre. A természettudományos tárgyakat tanító tanárok munkakörülményei pedig sok helyen és számos tekintetben kedvezőtlenek voltak és maradtak (Kertész és Szalay, 2009; Holzer, Szakmány és Szalay, 2021). Sőt, **a legnagyobb probléma most már nem is (csak) a** sok intézményben a kémiatanárok munkáját nehezítő **idő-, pénz és laboránshiány, hanem az, hogy már elegendő kémiatanár sincs** **a tanórák szakszerű megtartásához** (Holzer, Szakmány és Szalay, 2021). A természettudományos óraszámok a 2020. szeptemberében bevezetett Nemzeti alaptanterv (NAT 2020) és a hozzá tartozó [kerettantervek](https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek) nyomán tovább csökkentek. Ezen túlmenően, a NAT 2020 lehetővé tette a természettudományos tárgyak egyetlen tantárgy keretében történő integrált tanítását a 7. és a 8. évfolyamon (sőt, ez a 9-10. évfolyamon is választható lehetőség). Mindez nyilvánvalóan oda vezet, hogy a kémiaórákat olyan más, természettudomány szakos tanárok is tarthatják, akiknek nincs kémiatanári diplomájuk. Ezekben az esetekben még nagyobb **szükség van a bizonyíték-alapú tantárgypedagógiai kutatások által igazoltan bevált oktatási módszerek bevezetésén túl, a nagymintás vizsgálatokban eredményesen kipróbált és hatékonynak bizonyult oktatási segédanyagok közzétételére is**.

## I.2. A kutatásalapú tanulás a nemzetközi és a hazai szakirodalomban

Mára már általánosan elfogadott, hogy **a természettudományos tartalmakkal** (ún. „tárgyi tudás”) **együtt tanítani kell a természettudományok művelésének gyakorlatát is** (pl. Cannady és mtsai; 2019; NRC, 2012; NGSS 2013; OECD 2019). Az egymást követő tantervi reformok a világ sok országában javasolták is a kutatásalapú módszerek beépítését a tanítási-tanulási folyamatba (pl. Chandrasena és mtsai, 2014; Lyons, 2006; NRC, 2005; Seery és mtsai, 2019). Számos modell létezik, amelyek potenciálisan lehetőséget nyújtanak erre (Walker és mtsai, 2016). A megvalósítás lehetséges módjairól rendkívül nagy számú olyan publikáció született, amelyek a diákok által végzendő tevékenységekről készített különféle listákkal jellemzik a kutatásalapú tanulást (pl. Akkuzu and Uyulgan, 2017; Gott and Duggan, 1998, Kahn and O’Rourke, 2005; Mayer, 2007; Olson, Loucks-Horsley, 2000; Phillips and Germann, 2002; Rocard Report 2007; Zimmerman, 2005). Azonban három fázis mindegyikben elkülöníthető: **1.** **a kutatási kérdés megfogalmazása; 2. egy olyan módszer megtervezése, amivel meg lehet kapni a választ, és a vizsgálat elvégzése; 3. az eredmények magyarázata** (Colburn, 2000; Nowak és mtsai, 2013; Schwab,1962). A kutatásalapú oktatási módszerek egyik lehetséges osztályozása ezen a három fázison alapul (Akkuzu and Uyulgan, 2017; Banchi and Bell, 2008; Bell és mtsai, 2005; Fay és mtsai, 2007; Lederman, 2004; Tafoya és mtsai, 1980; Walker, 2007, Wenning, 2007). **1. A nyílt kutatásalapú tanulás** („*open inquiry*”) során a diákok döntik el, mi legyen a kutatási kérdés, és hogyan szerzik meg rá a választ. **2. Az irányított/kötött kutatásalapú tanulás** („*guided/bounded inquiry*”) esetén a tanár teszi föl a kérdést, de a diákok döntenek arról, hogyan keresik meg a választ. **3. A strukturált kutatásalapú tanulás** („*structured inquiry*”) akkor történik, amikor a kutatási kérdés és a módszer is adott, de a diákok nem ismerik a vizsgálat eredményét. **4. A megerősítő** („*confirmation*”) típus úgy jellemezhető, hogy a kérdésen és a módszeren kívül a végeredmény is ismert, bár Xu és Talanquer (2013) a legutóbbit nem is sorolják a kutatásalapú tanulási módszerek közé. Nyilvánvaló, hogy **a módszer hatékonysága nagymértékben függ attól is, hogy mekkora önállóságot vár el a tanulóktól**. Ezért érdemes fenntartásokkal kezelni a kutatásalapú tanulással kapcsolatos, egymással alkalmanként vitatkozó, általánosító kijelentéseket. Ezek között többségükben vannak az olyan pozitív kicsengésűek, mint hogy e módszerek növelik a motivációt (Hofstein és Kempa, 1985), illetve a fogalmi megértést (Minner és mtsai, 2010), továbbá fejlesztik a magasabb rendű gondolkodási képességeket (Tomperi és Aksela, 2014). Születtek azonban **kétkedő, sőt erősen kritikus**, a „minimális irányítású” módszereket támadó publikációk is. Kirschner, Sweller és Clark (2006) szerint ezek a módszerek kevéssé hatásosak és hatékonyak, illetve tévképzetek és rendezetlen tudás kialakulásához vezethetnek. Bolte, Streller és Hofstein (2013) szerint „*a törekvő és a lelkiismeretes diákok nem kedvelik*”. Minner és munkatársai (2010) azt írták, hogy az általuk vizsgált 138 korábbi tanulmány 51%-a szólt olyan empirikus kutatásokról, amelyek során kimutatták a kutatásalapú módszerek pozitív hatását az elsajátított ténybeli tudás mennyiségére és annak tartósságára. 101 publikáció szerint azonban nem találtak statisztikailag szignifikáns összefüggést a kutatásalapú tanulás alkalmazása és a fogalmi tanulás eredményessége között. Hmelo-Silver, Duncan és Chinn (2007) viszont azt válaszolták a megfogalmazott kételyekre és fenntartásokra, hogy az oktatás célja nem csupán a tartalmi ismeretek (ténybeli tudás) elsajátítása, hanem a megismerés folyamatáról szerzett tudás is, valamint az olyan képességek fejlesztése, mint az önálló tanulás és az együttműködés a társakkal. Ezért szerintük inkább arra kell keresni a választ, hogy milyen körülmények között és milyen célok elérésére alkalmas a kutatásalapú tanítás.

## I.3. A rendszerszemléletű gondolkodás a kémiaoktatásban

A rendszerszemléletű gondolkodást a természettudományokban a 20. század elején a bonyolult biológiai rendszerek működésének megértéséhez használták, de azóta számos más területen is alkalmazzák ennek a megközelítésnek az alapelveit (Lemonick, 2020). Orgill, York és MacKellar (2019) mutatta be egy összefoglaló tanulmányban, hogyan lehet hasznosítani ezeket a kémia tanítása során. Eszerint **a kémiaoktatásban uralkodó redukcionista szemlélet megtartása mellett ki kell választani azokat a témaköröket, amelyeket célszerű a rendszerszemléletű megközelítéssel tanítani**. Ennek során a diákoknak meg kell érteniük, hogy egy adott kémiai folyamat lefolyását milyen más folyamatok szabályozzák, és azt is, hogy önmaguk milyen más folyamatokat befolyásolnak. A tanulóknak átfogó ismeretekkel kell rendelkezniük arról, hogy az egyes, **ember által megvalósított változások hogyan függenek össze egymással, és hogyan befolyásolják közvetlenül vagy közvetetten a természetes folyamatokat**. A tanulóknak meg kell érteniük, hogy milyen hatással van mindez az ő életükre, környezetükre, illetve ezek fenntarthatóságára. Mindez **növelheti a diákok motivációját** az adott témakör tanulásakor (Bennett és Lubben, 2006; Parchmann és mtsai, 2006; Ramsden, 1997; Ültay és Çalik, 2012). Feltételezések szerint ettől javul a diákok teljesítménye és ez pedig arra készteti a tanárokat, hogy több energiát fektessenek a felkészülésbe. A rendszerszemléletű gondolkodás szakirodalmát Darvas Dominika (2021), kémiatanár szakos hallgató összegezte „A fenntarthatósággal kapcsolatos témák rendszerszemléletű oktatása a kémiaórákon” című szakdolgozatában.

# **II. Előzmények és a jelen kutatási célok**

## II.1. A kutatásalapú kémiatanítás hazai meghonosításának a kutatócsoporthoz köthető korai lépései

Az ELTE Kémiai Intézetében született **néhány tanulmány** (Rákóczi és Szalay, 2011; Szalay, 2011; Szalay, 2014), a [Magyar Géniusz Program](https://matehetsz.hu/tevekenyseg) és a [Tehetséghidak Program](https://matehetsz.hu/tevekenyseg) keretében kémiatanárok számára szervezett **továbbképzések,** valamint **az egyetemi szakmódszertan előadások és gyakorlatok során** számos magyar kémiatanár és kémiatanár-jelölt ismerkedhetett meg a kutatásalapú tanulással. A továbbképzések résztvevői, valamint egyetemi oktatók munkája nyomán készültek, és tanárokkal, illetve diákokkal is kipróbálásra kerültek a **tanulói kísérlettervezést gyakoroltató feladatlapok**. Ezek egy része, illetve az elméleti háttér bekerült **egyetemi jegyzetekbe** (Szalay, 2015a; Szalay, 2016), valamint a [TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0007 számú, ORSZÁGOS KOORDINÁCIÓVAL A PEDAGÓGUSKÉPZÉS MEGÚJÍTÁSÁÉRT](http://ttomc.elte.hu/) című projekt keretében készített [**óratervekbe**](http://ttomc.elte.hu/publications/74) **és** [**tanórákról készült videófelvételekbe**](http://ttomc.elte.hu/publications/75), amelyek letölthetők az [ELTE TTK Oktatásmódszertani Centrum honlapjáról](http://ttomc.elte.hu/). Ugyanebben a TÁMOP projektben egy rövid tantárgy-pedagógiai kutatást is végeztünk, amelybe 660 fő 9. osztályos tanulót vontunk be. A kísérleti csoport az **irányított/kötött kutatásalapú tanulás** típusába sorolható kísérlettervező feladatokat kapott (azaz **készen kaptak olyan kérdést, amelynek a megválaszolására nekik kellett megtervezni a kísérleti eljárást**). A kontrollcsoport feladatlapjain pedig **a strukturált kutatásalapú tanulás** típusába sorolható, **receptszerűen leírt kísérletek** voltak, amelyeket csak végre kellett hajtaniuk és meg kellett magyarázniuk. A beavatkozás előtt és után írt tesztek eredményeinek statisztikai elemzése azt mutatta, hogy **a mindössze két tanulókísérlet megtervezésére kiterjedő beavatkozás is szignifikáns növekedést okozott a kísérleti csoport kísérlettervező képességében a kontrollcsoporthoz viszonyítva.** A kutatás eredményeit a [*Chemistry Education Research and Practice* folyóiratban közöltük](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/rp/c6rp00044d#!divAbstract) (Szalay és Tóth, 2016).

## II.2. Az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiatanítás Kutatócsoport „Megvalósítható kutatásalapú kémiatanítás” projektje

A négy tanévre tervezett longitudinális vizsgálat során a **kutatásalapú kémiatanulás tanulói kísérlettervezésre összpontosító változatának** **hatását mértük.** A projektbe 2016 szeptemberében bevont 920 tanulót18 iskola 31 osztályában/tanulócsoportjában minden évben a kutatócsoportunk 23-25 kémiatanár tagja tanította. Az erre a célra készített 24 db feladatlapunk kitöltetése által a projekt kezdetekor 7. osztályos diákok **négy évig tartó kötelező kémiaoktatását befolyásoltuk.** (Ehhez természetesen a tanulóknak négy éven keresztül ugyanabban az oktatási intézményben kellett maradniuk. Így csak a legalább 6 osztályos gimnáziumok diákjai kerülhettek a mintába, ami ebből következően sajnos nem reprezentatív.) **Kutatási modellünket** a fent említett TÁMOP projektben végzett empirikus kutatás eredményeire (Szalay és Tóth, 2016) alapoztuk. A Csíkos és mtsai (2016) által kifejlesztetett és a [SAILS projektben](http://www.sails-project.eu/) alkalmazott keretrendszerhez hasonlóan a kísérlettervezés következő elemeit próbáltuk tanítani a diákoknak: a változók azonosítását és kontrolját (beleértve az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elvet), az eszközök és anyagok kiválasztását, és a kísérlet lépései helyes sorrendjének meghatározását.

A diákokat a projekt kezdetén véletlenszerűen három csoportba osztottuk. Az **1. csoport** (**kontroll**) tanulói **csak receptszerű** leírás alapján végeztek csoportos tanulókísérleteket. A **2. csoport** ugyanúgy végezte ugyanazokat a kísérleteket, de az 1. tanévben ezen kívül **papíron megoldandó kísérlettervező feladatokat** is kaptak. A módosított kutatási modell szerint viszont a 2. tanévtől ők már nem kaptak kísérlettervező feladatokat, de **a receptszerű**en leírt kísérletek végrehajtása **után** elmagyaráztuk nekik a feladatlapok segítségével, hogy miért úgy kellett a vizsgálatot elvégezni, ahogy az a receptben le volt írva. A **3. csoport** diákjainak pedig ugyanazon **kísérletek végrehajtása előtt meg kellett tervezniük azok egy vagy több lépését**. A 2. tanévtől kezdve ők a kísérletek megtervezése **előtt** iránymutatást kaptak a természettudományos vizsgálatok korrekt kivitelezésének adott esetekre vonatkozó elveiről. **Mind a négy tanévre** **6-6 feladatlapot és tanári útmutatót** **fejlesztettünk,** **3 változatban** a **3 fenti csoport számára.**

**A módszerek hatékonyságát a minden tanév végén íratott tesztekkel mértük** (a T1 tesztet írták az 1. tanév végén, a T2 tesztet a 2. tanév végén és a T3 tesztet a 3. tanév végén). Ezek eredményeit vetettük össze a projektbe belépő 7. osztályos diákok által 2016 szeptemberében írt „T0” teszten szerzett pontszámokkal. Minden teszt szerkezete azonos volt: a Bloom taxonómia szerinti **alacsonyabb rendű műveleteket** (ismeret, megértés, alkalmazás) igénylő, **diszciplináris tudást mérő feladatokat tartalmazó alteszten**, és a magasabb rendű műveleteket mérő, **kísérlettervező** feladatokat tartalmazó **alteszten** ugyanannyi pontot lehetett szerezni. Ezen kívül **metaadatok**at is gyűjtöttünk a diákokról: a tantárgyi érdemjegyeket, a tanuló nemét, az édesanyja legmagasabb fokú iskolai végzettségét (amivel az adott diák szocioökonómiai státuszát jellemeztük), és az iskolája „rangját” (a résztvevő oktatási intézményeket a legjobbiskola.hu oldalon közölt helyezéseik szerint 3 kategóriába sorolva). Mivel a projekt kezdetekor írt teszten a véletlenszerűen kialakított három csoport teljesítménye között statisztikailag szignifikáns különbséget találtunk, mindhárom csoportból ki kellett válogatni egy-egy kisebb csoportot, akik átlagosan már nem különböztek se a legelső teszten nyújtott teljesítményben, se a föntebb felsorolt metaadatokban. A tesztek eredményeit **kovariancia-analízissel** ([SPSS, ANCOVA](https://www.spss-tutorials.com/spss-ancova-analysis-of-covariance/)) értékeltük, amely során a tanuló legelső teszten nyújtott teljesítménye volt a kovariáns. A tesztek tartalmaztak még a fentieken kívül arra vonatkozó **attitűdkérdések**et is, hogy mennyire szereti a diák a tantárgyat, milyen mértékben tartja fontosnak a természettudományokban a kísérletek szerepét és hogy vajon a receptszerűen leírt vagy a megtervezendő kísérleteket kedveli-e jobban.

A kutatás 1. évének az eredményeit ismét a [*Chemistry Education Research and Practice*folyóiratban közöltük](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/rp/c9rp00234k#!divAbstract) (Szalay, Tóth és Kiss, 2020). 2021 nyarán pedig a kutatásunk 2. és 3. évének eredményeiről a szintén a *Chemistry Education Research and Practice* folyóirat számára benyújtott tanulmány is megjelent (Szalay, Tóth, Borbás, 2021). Az ebben a kutatási tervben közölt adatok már a bírálók által kért legutolsó átszámolás után kapott értékek.

A statisztikai elemzések nyomán született első érdekes megállapítás az volt, hogy a projektbe bevont 7. osztályos tanulók 1. tanév elején mért **kezdeti tudását az iskola rangja** **és az** **anya iskolai végzettsége** **is szignifikánsan befolyásolta.** Az 1. táblázat mutatja az egyes paraméterek hatásnagyságát jellemző parciális éta négyzet értékeket (*PES*) a teljes teszten, az eddig kiértékelt négy teszt esetében.

1. táblázat A feltételezett paraméterek és a kovariáns hatása a teljesítményben mért változásokra a teljes teszten a projekt kezdetekor (T0) és a 7. osztály (T1), a 8. osztály (T2), valamint a 9. osztály (T3) végén (*N* = 480)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Paraméterek | *PES* (Hatásnagyság-mutató, parciális éta négyzet) | | | |
| T0teljes teszt | T1teljes teszt | T2teljes teszt | T3teljes teszt |
| Csoport (a fejlesztés típusa: 1., 2. vagy 3. csoport) | 0.000 | 0.042\* | 0.095\* | 0.007 |
| Iskola rangja | 0.037\* | 0.018\* | 0.176\* | 0.180\* |
| Anya iskolai végzettsége | 0.049\* | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| Nem (fiú/lány) | 0.007 | 0.001 | 0.015\* | 0.007 |
| Előzetes tudás (T0teljes teszt) | - | 0.003 | 0.110\* | 0.115\* |

\*p < 0.05 szinten szignifikáns

Az iskola kezdeti hatásának magyarázata az lehet, hogy a projektben résztvevő „magasabb rangú” kategóriába eső 6 vagy 8 osztályos gimnáziumok népszerűbbek a többi ilyen intézménynél, és ezért sokkal több jelentkező közül válogathatják ki a diákjaikat, akiknek így az átlagteljesítménye magasabb a többi iskola tanulóiénál. A diplomás anyák (és a család) pedig a korai fejlesztő hatáson túl a motiváció terén is befolyásolhatják gyermekeik teljesítményét. Az anya iskolai végzettségének hatása az 1. tanév végén már nem volt szignifikáns, ellentétben az iskola rangjának a hatásával, ami a 8. és 9. osztály végén minden más vizsgált hatásnál nagyobbnak mutatkozott. Ebből arra következtethetünk, hogy **az iskola „jósága” döntő mértékben befolyásolja a tanulók átlagteljesítményét**. Snook és mtsai (2009), a John Hattie (2008) könyvéről (*Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*) írt kritikai tanulmányukban figyelmeztetnek arra, hogy milyen nehéz definiálni a diákok teljesítményét befolyásoló paramétereket. Egy, az OECD által publikált tanulmány (2005) szerint a **különbségek legjelentősebb forrása**i azok a dolgok**,** **amiket a diákok magukkal hoznak az iskolába**: a képességeik, az attitűdjük, a családjuk és a közösségük. Ennek látszólag ellentmondanak a fenti eredmények. Azonban ezen a ponton érdemes felidézni, hogy a mintába bevont összes diákot kiválogatta az iskolája 6. osztályos korukban a saját korosztályukból, a felvételi vizsgájuk eredményei alapján. Így a mi **mintánk nem reprezentatív**, mivel a jobban teljesítő (és föltehetőleg jobban fejleszthető) diákok az átlagnál eleve jóval nagyobb arányban szerepeltek benne. Erre utal az 1. táblázat utolsó sora is, amelyben az látszik, hogy az előzetes tudásnak 8. és 9. osztályban statisztikailag szignifikáns hatása volt a diákok teszteken nyújtott teljesítményére. (Ez sajnos elkerülhetetlen volt, mert a 4 tanéven át folyó longitudinális vizsgálathoz arra volt szükség, hogy a tanulók végig ugyanabban az iskolában maradjanak.) A gyengén teljesítők ugyanis vagy nem is jelentkeznek ezekbe az iskolákba (nyilván otthonról nem is kapnak erre indíttatást), vagy nem veszik föl őket. Azonban még ezen az erősen válogatott mintán belül is szignifikáns különbségek vannak a három kategóriába sorolt iskolák diákjainak átlagteljesítménye között. A magyar iskolarendszer szelektivitását és annak káros hatásait sajnos a PISA mérések is rendszeresen igazolják (Csapó és mtsai, 2014).

A 2. táblázatban vetjük össze a fejlesztés („Csoport”) és az iskola („Iskola rangja”) hatását a tanulók teljes teszten, valamint a tárgyi tudást (***d****isciplinary* ***c****ontent* ***k****nowledge*, a továbbialban DCK) és a kísérlettervezési képességet (***e****xperimental* ***d****esign* ***s****kills*, a továbbiakban EDS) mérő alteszteken elért pontszámaira. A számított adatokból kitűnik, hogy a projekt 2. és 3. évében az iskola már mindkét alteszten sokkal nagyobb mértékben befolyásolta a diákok teljesítményét, mint a mi beavatkozásunk.

2. táblázat A fejlesztés és az iskola hatása (*PES*) a tanulók 1.-3. tanév végén íratott teszteken és alteszteken elért pontszámaira (*N* = 480)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T1 (7. osztály, tanév vége) | | | T2 (8. osztály, tanév vége) | | | T3 (9. osztály, tanév vége) | | |
| Paraméter | Teljes | DCK | EDS | Teljes | DCK | EDS | Teljes | DCK | EDS |
| Csoport | 0.042\* | 0.045\* | 0.025\* | 0.095\* | 0.070\* | 0.057\* | 0.007 | 0.018\* | 0.002 |
| Iskola rangja | 0.018\* | 0.013­\* | 0.017\* | 0.176\* | 0.142\* | 0.124\* | 0.180\* | 0.123\* | 0.168\* |

\*p < 0.05 szinten szignifikáns

A két kísérleti csoport (2. és 3. csoport) teljesítményének változását mutatja be a projekt első három tanévében a 3. táblázat. Eszerint a projekt **1. tanévének végén** íratott teszt statisztikai elemzése azt mutatta, hogy **csak a 2. csoport eredményei voltak szignifikánsan jobbak a kontrollcsoporténál**, **a 3. csoporté nem**. A 2. csoport teljesítményét azonban az is befolyásolhatta, hogy a kísérletek elvégzése után kapott, elméletben megtervezendő kísérleteket tartalmazó feladatok miatt több időt töltöttek a feladatlapok megoldásával. Egy fejlődéspszichológussal történt konzultáció alapján úgy véljük, hogy a **3. csoport** számára föltehetőleg főként azért nem jelentett az év közben megtervezett 6 kísérlet jelentős segítséget az év végi teszt megírásakor, mert **többségük valószínűleg még nem érte el a Piaget-féle formális gondolati műveleti szakaszt**. Ezért nem sikerülhetett a konkrét kísérletekből önállóan általánosítaniuk arra vonatkozóan, hogy hogyan kell szabályosan megtervezni egy kísérletet. Másrészt esetükben a **kísérletek teljesen önálló, támogatás nélküli megtervezésekor fölléphetett a kognitív túlterhelés** jelensége (Sweller, 1988). John Hattie egy [2015-ben készült videóinterjú](https://www.youtube.com/watch?v=YUooOYbgSUg) során azt nyilatkozta, hogy a kutatásalapú tanulásnak azért viszonylag alacsony a hatékonysága, mert azelőtt alkalmazzák, mielőtt a tanulók elég tárgyi tudással rendelkeznek az értelmes kutatásalapú tanulás megvalósításához. Meglehet, hogy ez is hozzáadódott a projekt 1. tanévében a 3. csoport fejlesztése sikertelenségének okaihoz.

3. táblázat A beavatkozás hatása (PES) a kísérleti csoportok kontrollcsoporthoz viszonyított fejlődésére a 7., a 8. és a 9. osztályban (*N* = 480)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T1 (7. osztály, tanév vége) | | | T2 (8. osztály, tanév vége) | | | T3 (8. osztály, tanév vége) | | |
| Csoport | Teljes | DCK | EDS | Teljes | DCK | EDS | Teljes | DCK | EDS |
| 2. csoport | 0.032\* | 0.025\* | 0.024\* | 0.081\* | 0.058\* | 0.049\* | 0.001 | 0.009\* | 0.001 |
| 3. csoport | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.063\* | 0.048\* | 0.037\* | 0.007 | 0.017\* | 0.000 |

\*p < 0.05 szinten szignifikáns

Az attitűdök tekintetében sem volt sikeresnek tekinthető a projekt első éve. A hetedikes diákok sokkal kevésbé szerették a kémiát, mint az előző években tanult természetismeretet, ami a két tantárgy követelményeit összevetve érthető. Meglepő volt viszont, hogy **a projekt 1. évének a végére a diákok átlagosan kevésbé tartották fontosnak a kísérletek szerepét a természettudományokban, mint amikor elkezdték a kémia tanulását**. Valószínűleg túl sok tudást kaptak „készen” a kémia tananyagban. Továbbá **a tanulók túlnyomó többsége sokkal inkább a receptszerűen leírt kísérleteket kedvelte a saját maguk által megtervezendőkkel szemben**, ami azzal magyarázható, hogy a kísérlettervezés komoly szellemi munka, és (a föntiek értelmében) ezek a diákok valószínűleg még nem is voltak felkészülve rá.

Az előzőekben ismertetett okok miatt vált szükségessé a projekt 2. tanévének elején a **kutatási modellünk megváltoztatása.** A kísérlettervezés elveinek direkt tanítása a kognitív terhelés csökkentése érdekében (Behmke and Atwood, 2013; van Merrienboer és mtsai, 2003; Paas és mtsai, 2003; Sweller, 2004) olyan tekintetben **sikerrel járt**, hogy a projekt **2. évének végén a 2. és a 3. csoport is szignifikánsan jobb teljesítményt nyújtott a kontrollcsoportnál, a teljes T2 teszten és annak mindkét altesztjén is** (amint azt a 3. táblázat adatai mutatják). Ez azt jelenti, hogy a 8. osztály végére mindkét kísérleti csoport tanulói átlagosan több pontot szereztek a diákok számára új kísérlettervező feladatokon a kontrollcsoport diákjainál. Föltételezhető, hogy ennek legalább egyik oka (a természetes érési folyamatok mellett) az volt, hogy közvetlenül tanítottuk nekik a kísérlettervezés elveit.

A 3. táblázatból azonban az is kitűnik, hogy **a 3. tanév végén** viszont nem tudtunk statisztikailag szignifikáns különbséget kimutatni a kísérlettervező feladatokon elért pontszámok tekintetében a három csoport között. Ennek oka egyrészt lehet az, hogy a természetes érési folyamat során, **a tanulók absztrakciós képességének fejlődésével a receptszerű kísérletek elvégzése esetén is megtörténhet a kísérletek tervezésével kapcsolatos szabályszerűségek felismerése**. Másrészt nyilvánvaló, hogy a mért teljesítményt a tanulók tudásán kívül **a tesztek kitöltésére való hajlandósága is befolyásolja**. A tanárok véleménye szerint a 9. osztály végére már sok esetben eldől, milyen irányban fog továbbtanulni a diák. Ha ehhez nincs szükség kémiára, akkor a **tantárgyi motiváció erősen csökken**. Ezekben az esetekben pedig a teszten (és különösen a komoly erőfeszítést kívánó kísérlettervező feladatokon) elért pontszámot főként a kitöltési hajlandóság határozta meg, és nem feltétlenül a diák tudása, illetve képességei. (Különös tekintettel arra, hogy az eredmények összevethetősége érdekében a megoldásokért a tanulók sem jutalmat, sem büntetést nem kaphattak.) **Sajnos az attitűdok tekintetében sem sikerült elérni hosszú távon áttörő pozitív változást.**

A fentiekben leírt feltételezések igazságtartalmáról a projekt 4. tanévében győződhettünk volna meg. Azonban sajnos ennek során következett be a Covid-19 járvány, ami miatt 2020 március közepétől a tanév végéig megszűnt a jelenléti oktatás az iskolákban. Az általunk ebben az előző projektben készített **feladatlapoknak viszont fontos jellemzője, hogy** **a tanulók csoportosan végeznek kísérleteket, ami digitális oktatási módban nyilvánvalóan nem volt kivitelezhető.** Szerencsére azonban a kutatócsoportban dolgozó **tanárok nagy többsége vállalni tudta, hogy** **2020 őszén befejezi a feladatlapok kipróbálását és megíratja az utolsó tesztet**. Így 2021 júniusára sikerült befejezni ezt a munkát. Az utolsó teszt eredményeinek értékelése után a fejlesztési módszerekre vonatkozóan levont következtetéseket a *[Journal of Science Education](https://drive.google.com/file/d/1IjMvmU9J2rZCF4TCZRLOUNsWW6HnThrj/view?usp=sharing)* [folyóiratba 2021 augusztusában beküldött kéziratban](https://drive.google.com/file/d/1IjMvmU9J2rZCF4TCZRLOUNsWW6HnThrj/view?usp=sharing) mutattuk be. Az attutűdökkel kapcsolatos megállapításaink pedig az ugyanabban a hónapban az *[Új Pedagógiai Szemle](https://drive.google.com/file/d/1zuVfYjVtCFYloyXyWGQz0lEqOqNz71Ci/view?usp=sharing)* [számára közlésre benyújtott tanulmány](https://drive.google.com/file/d/1zuVfYjVtCFYloyXyWGQz0lEqOqNz71Ci/view?usp=sharing)unk tartalmazza.

A projekt eddigi eredményeit **több hazai, illetve nemzetközi konferencián, kémiatanárok számára tartott akkreditált és nem akkreditált továbbképzésen**, illetve egyéb szakmai összejövetelen is ismertettük. A konferenciák előadásainak diasorai, a poszterek, továbbá az összes feladatsor, nyilvánosságra hozott teszt és a kutatócsoportban született tudományos diákköri, illetve szakdolgozatok **letölthetők a** [**kutatócsoport megújult honlapjáról.**](http://ttomc.elte.hu/publications/90) **A feladatlapokat** (Szalay, 2021a) **és a teszteket** (Szalay, 2021b) **digitális jegyzetként** is megjelentettük. **Tanárszakos hallgatóinkkal** is megismertettük a céljainkat és az addigi eredményeinket, s közülük többeket már a végzés előtt sikerült bevonnunk a kutatásba. Egy [**online kérdőíves felmérés**](https://docs.google.com/forms/d/1bQ22SkniTuWgAXw03jYZnxNMxQZagrYbGCH3Y0oLIe0/viewform?edit_requested=true&edit_requested=true) során értékes [visszajelzéseket](https://drive.google.com/file/d/1DA995yzx1JbU6IcRFLSCr5ZFWOl4QQEj/view?usp=sharing) kaptunk a tanárok feladatlapjainkról alkotott véleményéről, illetve azok kipróbálásának tapasztalatairól. A legfontosabb tanulságokat a [Középiskolai Kémiai Lapok](https://www.kokel.mke.org.hu/) e tanévi utolsó számában megjelent **[Hiba! A hiperhivatkozás érvénytelen.](https://www.kokel.mke.org.hu/images/docs/2021_3/KK2103_teljes_szam.pdf)**[cikkben](https://www.kokel.mke.org.hu/images/docs/2021_3/KK2103_teljes_szam.pdf) (Bárány, Füzesi, Nagyné, 2021), illetve a [Magyar Kémikusok Lapja](https://mkl.mke.org.hu/) nyári dupla számában közölt hosszabb tanulmányban (Riedel, Füzesi, Rózsahegyi, Wajand, 2021) publikáltuk.

A [**2020. január 31-én a *Magyar Közlöny*ben nyilvánosságra hozott Nemzeti alaptanterv**](https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/3288b6548a740b9c8daf918a399a0bed1985db0f/megtekintes) (NAT 2020) kémia tantárgyra vonatkozó részébe, valamint az erre épülő [**kémia kerettantervekbe**](https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek/2020_nat) az azok alapján készült [tankönyvekbe](https://www.nkp.hu/tankonyvek) szervesen **beépült a kutatócsoportunk által képviselt szemléletmód**, illetve törekvések. Így a **kémiaoktatást szabályozó legújabb tanügyi dokumentumokban a diákok kísérlettervező képességének fejlesztése explicit módon szerepel**. A várhatóan 2024-től érvénybe lépő [**kémia érettségi követelmények tervezetében**](https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/kerdoiv2021/kemia.pdf)is szerepel a középszintű érettségi projektmunkájához kapcsolódóan megfogalmazott követelmények között az „egyszerű kísérletek, mérések tervezése, végrehajtása és eredményeik értelmezése (a kísérlet jellemzőinek ismerete, független és függő változók azonosítása, kísérleti paraméterek változtatása, kontrollok szerepe)”.

A **feladatlapok receptszerű tanulókísérleteket leíró, illetve főként az azok elvégzése után a kísérlettervezést tanító változatai** is értéket képviselnek. Hiszen ezek is tartalmaznak érdekes kontextusba helyezett új, vagy sokak által nem ismert információkat, vizsgálatokat. A **digitális oktatás során (így a Covid-19 járvány idején) főként ezek közül lehetett olyan kísérleteket választani otthoni elvégzésre**, amelyekhez csupán háztartási anyagok és eszközök szükségesek. Másrészt azonban az online kérdőívek kitöltésekor több tanár is hangsúlyozta, hogy ők inkább ezeket fogják alkalmazni a jövőben. Ennek oka részben a tanórai időhiány, részben pedig az a saját tapasztalatuk, hogy a kísérlettervezés sok tanuló számára még mindig túl nehéznek bizonyult. (Különösen a nagylétszámú osztályokkal való kipróbálások során nehézkes a tanárnak követni minden csoport munkáját.)

## II.3. A jelen pályázat kutatási kérdései

Az előzőekben leírtak szerinta kutatócsoportunk eddigi tapasztalatai **óvatosságra intenek** abban a tekintetben, hogy **milyen fokú önállóság és mekkora lelkesedés várható el az ilyen korú tanulóktól a kutatásalapú módszer kémiatanítás során történő alkalmazásakor.** Ezért úgy gondoljuk, hogy a jövőbeni munkánksorán a diákok **kognitív terhelésének további csökkentésére van szükség.** A kísérlettervezés folyamatának tanulását egy szakirodalmi forrásban (Cothron és mtsai, 2000) talált **séma** használatával szeretnénk megkönnyíteni a tanulók számára. Másrészt a **motiváció növelése** érdekében ki akarjuk próbálni a kutatásalapú tanulás **rendszerben történő gondolkodást elősegítő módszerrel** való kombinálását.Így a következő **kutatási kérdések**re kívánjuk megkeresni a választ:

1. **A kísérlettervezés segítéséhez használt séma alkalmazásának alábbi két módja közül előidézi-e valamelyik vagy mindkettő a kísérlettervező képesség jelentős és hosszútávon is fennmaradó fejlődését a receptszerű leírás alapján csoportosan végzett tanulókísérletekhez képest:**
2. **a receptszerű leírás alapján a csoporttagokkal együtt kivitelezett kísérletek után a séma közös kitöltése?**
3. **a séma csoporttagokkal egyeztetett kitöltését követően, az az alapján megtervezett kísérletek közös elvégzése?**
4. **Csökkenti-e a kísérlettervezés korábbi négyéves projektben mért elutasítottságát az 1. kérdés A. és/vagy B. pontjában megfogalmazott módszer?**
5. **Sikerül-e a kísérlettervező séma és a rendszerszemléletű gondolkodás együttes használatával elérni, hogy a tanulók a kontrollcsoporthoz képest nagyobb jelentőséget tulajdonítsanak a természettudományokban a kísérletek szerepének?**

Természetesen a korábbiakkal azonos módon fogjuk mérni a kémia tantárgy kedveltségének és a félévi bizonyítványokban kapott érdemjegyek átlagának alakulását is, és nagyon örülnénk, ha ezek kedvezőbben alakulnának, mint az előző projektben. Azonban könnyen belátható, hogy ezek a mi beavatkozásunkon túl sok más tényezőtől is függenek.

**A jelen pályázatban tervezett projekt célja egyrészt a fönti három kutatási kérdés megválaszolása, másrészt a kutatáshoz készített összes tanulókísérleti feladatlap és a hozzájuk tartozó tanári segédletek nyilvánosságra hozatala szerkeszthető formában a kutatócsoport honlapján annak érdekében, hogy a magyar kémiatanárok felhasználhassák ezeket a mindennapi munkájuk során.**

# **III. A kutatómunka módszerei**

## III.1. A kutatási modell

A II.3. fejezetben megfogalmazott kutatási kérdések megválaszolására további, **hosszabb időperiódusra kiterjedő (longitudinális) empirikus vizsgálatok elvégzésére van szükség**. Ezt a kutatást a jelen pályázat megnyerése esetén megvalósuló projektben a 2021. szeptember 1-jétől 2025. augusztus 31-ig periódusra eső **négy tanévre** tervezzük. A kutatási modell a II.2. fejezetben ismertetett előző kutatási projektünkben alkalmazotthoz hasonló. **A tanulók fejlesztését tanévente 6 feladatlappal kívánjuk végezni. A diákok teljesítményét és attitűdjük változását pedig most is a projekt elején és a minden egyes tanév végén íratott tesztek eredményeinek statisztikai módszerekkel végzett elemzésével szeretnénk vizsgálni.** A tanulókból képzett 3 csoport kémiatanulását a projekt mind a négy tanévében az 1. ábrán látható módon befolyásoljuk (az 1. tanév kivételével, aminek az elején is írnak tesztet a kutatásba bevont tanulók). **Eltérő lesz** azonban **a korábbi projekttől a feladatlapok tartalma**, amennyiben a 2. és a 3. csoport számára a fent említett **séma használatával tanítjuk a kísérlettervezést**. Továbbá **mind a három csoport feladatlapjai tartalmaznak a rendszerszintű gondolkodást fejlesztő feladatokat** is, annak érdekében, hogy a diákokat meggyőzzük a kémia jelentőségéről és hasznáról. A tanároktól kapott visszajelzéseket rendszerezett módon, a 2. tanévtől kezdve tanévente kitöltött **online kérdőívek** formájában gyűjtjük.

1. ábra: A jelen pályázatban tervezett empirikus vizsgálatok minden egyes tanévére tervezett kutatási modell a projekt elején megíratott teszt után

6 tanulói feladatlap és tanári útmutató elkészítése az alábbi 3 csoport számára (digitális változatok is)

1. csoport

3. csoport

Teszt

Teszt

**séma** kitöltése 6 **saját tervezésű** kísérlet

**ELŐTT**

**receptszerű** leírás alapján végzett 6 kísérlet

(kontroll)

A tesztek eredményeinek statisztikai elemzése

**séma** kitöltése 6 **receptszerű** kísérlet elvégzése

**UTÁN**

2. csoport

Teszt

## III.2. A minta

A mintába olyan, **a 7. osztályt 2021. szeptember 1.-jén kezdő tanulókat** vonunk be, akik várhatóan **a projekt 4 tanévében ugyanabban az iskolában fognak kémiát tanulni**. Ez szükséges feltétel ahhoz, hogy a fejlődésüket négy tanéven át tudjuk követni, és csak a legalább 6 osztályos gimnáziumokban valósul meg. Sajnos ez egyúttal azt is jelenti, hogy ez a minta **sem reprezentatív**, hiszen ezekbe az oktatási intézményekbe a II.2. fejezetben már leírt módon, erősen szelektáló felvételi eljárás során jutnak be a diákok. Mivel ismét nagymintás empirikus kutatást szervezünk, a tervezett **mintaszám a projekt indulásakor 992 fő**, ami a várható lemorzsolódás miatt csökken majd, mivel az a diák, aki nem ír meg egy tesztet, kiesik a mintából.

Az előző projektből okulva, most a mintába bevont diákokat csak **a projekt indulásakor megírt teszt eredményei alapján osztjuk csoportokba**. Ezáltal kívánjuk biztosítani azt, hogy a csoportok statisztikai értelemben ne különbözzenek egymástól sem a kezdeti teljesítmény, sem a többi, a teljesítményt föltehetően befolyásoló, vizsgált paraméter (anya iskolai végzettsége, az iskola rangja és a nem) szempontjából. A mintából **három csoportot** képezünk, amelyeket az 1. ábrán látható módon fejlesztünk a feladatlapjaink segítségével (ld. az 1. kutatási kérdésben írtakat):

**1. csoport (kontrollcsoport):** Receptszerű leírás alapján végez csoportos tanulókísérleteket.

**2. csoport (kísérleti csoport):** A receptszerű leírás alapján végzett csoportos tanulókísérletek után, csoporttársaikkal közösen töltik ki a kísérlettervezésről szóló sémát, majd azt a tanári irányítással osztály szinten egyeztetik, és megoldják a rendszerszintű gondolkodás fejlődését segítő feladatot.

**3. csoport: (kísérleti csoport**): A kísérlettervezést segítő séma csoporttagokkal megvitatott kitöltését követően, a tanár által engedélyezett kísérleti tervük alapján hajtják végre a kísérletet, majd a kísérleti tervüket és az eredményeket tanári irányítással osztály szinten egyeztetik, és megoldják a rendszerszintű gondolkodást segítő feladatot.

Az 2. csoport esetében alkalmazott módszer abban a tekintetben hasonlít a korábbi négyéves projektben a 2. csoport esetében alkalmazott módszerhez, hogy a receptszerűen leírt kísérletek végrehajtása után tanulják a kísérlettervezés elméletét, míg a 3. csoport a korábbi 3. csoporthoz hasonlóan magát a kísérlettervezést gyakorolja, csak most olyan sémát is kapnak hozzá a tanulók, amely tovább csökkenti a kognitív terhelést azáltal, hogy strukturálja ezt a folyamatot.

## III.3. A fejlesztés eszközei: a tanulókísérleti feladatlapok

A feladatlapoknak hasonlítani kell a korábbi projektben készítettekhez abban a tekintetben, hogy a tanulókísérleteknek:

* **szorosan kell kapcsolódnia a tananyaghoz;**
* **könnyen beszerezhető, olcsó anyagokkal megvalósíthatóknak kell lenniük**;
* lehetőleg mindegyiket **érdekes kontextusba**, valamilyen, a tanulók számára föltehetőleg **motiváló probléma megoldása** köré kell szervezni.

A feladatlapok azonban eltérőek lesznek az előző projektben készítettektől az alábbi szempontok szerint:

* 45 percnél **rövidebb időt vesz igénybe** a kitöltésük, hogy rugalmasabban alkalmazhatók legyenek;
* **kevesebb és egyszerűbb szöveget** tartalmaznak, hogy könnyebben feldolgozhatók és befogadhatók legyenek a diákok számára;
* a III.2. fejezetben ismertetett háromféle csoport számára tartalmaznak három olyan változatot, amelyet **tantermi** oktatás során lehet használni;
* a III.2. fejezetben ismertetett háromféle csoport számára tartalmaznak három olyan „digitális” változatot, amelyet **távolléti** oktatás során lehet használni;

**Így tehát minden feladatlap 6 változatban készül el (összesen 6x24=144 db).** Azért kell elkészíteni mindhárom csoport feladatlapjaiból a távolléti oktatáshoz használható „digitális” verziókat, mert egy esetleges újabb járványhullám különben veszélyeztetné a projekt megvalósítását (amint az az előző projekt negyedik tanévében meg is történt). Az egyetemi online oktatásban és a tanárjelöltek tanítási gyakorlatai során viszont **kialakultak nagyon jól használható módszerek, amelyek lehetővé teszik a diákok otthon végzett csoportos tanulókísérleteztetését**. Ehhez az otthon található anyagokkal és eszközökkel végzett valódi kísérletek mellett alkalmazhatók a virtuális laborok (pl. a [ChemCollective](http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php)), valamint interaktív prezentációk is, ahol a tanulók választhatják meg, hogy a lehetséges kísérletek közül melyeket „végzik el”, és hiperlinkek segítségével megláthatják a kísérlet eredményét (pl. egy fényképen vagy rövid videón, amelynek a linkje szintén be van ágyazva a prezentációba). A különféle platformok lehetővé teszik az online, csoportosan, egy közös fájlban végzett munkát is. Így például a feladatlapok is megoszthatók a tanulók csoportjaival, akik a csoport csatornájában beszélhetik meg azok kitöltését. Ráadásul a feladatlapok online verziói a normál oktatási rendben is fölhasználhatók pl. házi vagy szorgalmi feladatként.

A négyéves kutatáshoz szükséges, 6 változatban készített **24 db feladatlap kísérleteit ki kell próbálni.** A tanulókísérletekhez előkészített tálcákról és a kísérletek eredményéről a korábbiakban bevált módon fényképeket kell készíteni, amelyeket be kell illeszteni a tanári segédletekbe. **A tanári verziókat is tartalmazó feladatlapok a teszteknél leírtakhoz hasonló lektorálási folyamaton mennek keresztül.** Az így született, nyomtatásra kész fájlokat juttatja el a kutatócsoport vezetője az azokat a diákjaikkal kipróbáló kémiatanároknak. Ha az iskolákban a tanárok jelzései alapján a **kísérletek megvalósításához szükséges eszközök és anyagok közül valami hiányzik, akkor a kutatócsoport vezetőjének gondoskodnia kell azok beszerzéséről.**

A következőkben (a két vízszintes vonal között) mintaként bemutatott feladatlap-részlet egy, a 3. **(kísérleti) csoport számára készítendő tanulói, jelenléti változat lényegi része**. Ez az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiatanítás Kutatócsoport „Megvalósítható kutatásalapú kémiatanítás” című, 2016-2021 között végrehajtott projektjének 2. tanévében, 8. osztályos tanulók számára készült 11. feladatlap átalakításával született, a föntebb már említett séma (Cothron és mtsai, 2000) adaptációjával. Annak bemutatására szolgál, hogy hogyan képzeljük el a séma alapján történő kísérlettervezés és a rendszerszemléletű gondolkodás együttes gyakoroltatását.

Az eredeti [11. feladatlap: Nem ettünk meszet!](http://ttomc.elte.hu/rails/active_storage/blobs/eyJfcmFpbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaHBBdXNJIiwiZXhwIjpudWxsLCJwdXIiOiJibG9iX2lkIn19--681de3345ec077752925d944eb519b20a424d4c1/11Meszko_tojas2018_07_23VEGSOjav2020_01_10.docx?disposition=attachment) címmel letölthető a kutatócsoport honlapjáról.

Az alábbi szövegben piros betűkkel szerepelnek a tanulók által beírandó (lehetséges) megoldások.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**A KÍSÉRLET CÍME: A tó medrét alkotó kőzet anyagi minőségének hatása a tó vízének pH-jára**

A **savas eső** képződését főként az alábbi folyamat okozza:

ként tartalmazó

szén égetése

kén-dioxid oldódik az esővízben

kén-dioxid kerül

a levegőbe

az eső kémhatása savasabb, pH-ja ↓

A savas eső károsítja a növényeket, főként a tűlevelűeket. A mészkőből készült szobrok és épületek **kalcium-karbonát-**tartalmával **a sav reagál**, így lassan azok is tönkre mennek. A savas eső a természetes felszíni vizekbe (pl. tavakba) kerülve azokat **savassá** teszi. Ezzel megváltoztatja a vízi élőlények életkörülményeit is. Most azt fogjátok megvizsgálni, befolyásolja-e azt, hogy a **savas eső mennyire változtatja meg a tó vizének pH-ját**, hogy a tó medre **mészkőből vagy homokkőből** van.

**ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK:** Csapvíz, apróra tört mészkő, homok, ételecet, vöröskáposztalé, 3 főzőpohár, 2 Pasteur-pipetta, 2 vegyszereskanál. Válasszátok ki, hogy milyen anyagokkal mit tudtok helyettesíteni a kísérlet során!

|  |  |
| --- | --- |
| **Mit kell helyettesíteni** (modellezni)**?** | **Mivel helyettesíthető** (modellezhető) **a kísérletben?** |
| savas eső | ételecettel |
| a tó vize | csapvízzel |
| a homokos tómeder | homokkal |
| a mészköves tómeder | mészkővel |

**FELTÉTELEZÉS (HIPOTÉZIS):** Ha **a** **tó medrét alkotó kőzet homok helyett mészkő** (a független változó a tervezett módon változik), akkor **az növeli a tó vizének a pH-ját** (a függő változó ilyen módon fog változni).

**A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ: a tó medrét alkotó kőzet anyagi minősége**

**A FÜGGETLEN VÁLTOZÓ HOGYAN VÁLTOZHAT? A KÍSÉRLETEK / PRÓBÁK (ismétlések száma)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. kísérlet (**kontrol** kísérlet)  víz + vöröskáposztalé  + ecet | 2. kísérlet  víz + vöröskáposztalé  + ecet + **homok** | 3. kísérlet  víz + vöröskáposztalé  + ecet + **mészkő** |
| ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: | ismétlések száma az osztályban: |

**FÜGGŐ VÁLTOZÓ ÉS HOGYAN VIZSGÁLJUK / MÉRJÜK?** pH, és a vöröskáposztalé színének változásával.

**ÁLLANDÓK:**1. A víz térfogata; 2. Az ecet térfogata (cseppjeinek száma); 3. A vöröskáposztalé térfogata

4. A homok és a mészkő mennyisége/tömege; 5. A homok/mészkő hozzáadása és vöröskáposztalé színének megállapítása között eltelt idő (kb. 10 perc).

**A KÍSÉRLET LÉPÉSEI:** (Az 1.-3. lépések fölcserélhetők.)

1. A 3 főzőpohárba (egyforma mennyiségű) csapvizet öntünk.
2. A 3 főzőpohárba (azonos mennyiségű) vöröskáposztalevet csöpögtetünk.
3. A 3 főzőpohárba (azonos mennyiségű) ételecetet csöpögtetünk (a másik Pasteur-pipettával).
4. Az egyik főzőpohárba egy vegyszereskanálnyi homokot teszünk és kevergetjük.
5. A másik főzőpohárba egy vegyszereskanálnyi mészkövet teszünk (a másik vegyszereskanállal) és kevergetjük.
6. Azonos idő eltelte után följegyezzük a három főzőpohárban lévő folyadék színét.

**TAPASZTALATOK:**

**1.:** A vizes oldat színe **rózsaszín**. **2.:** A vizes oldat színe **rózsaszín**. **3.:** A vizes oldat színe **lila**.

**MAGYARÁZAT:**

**1.** Az ecetes víz kémhatása savas. **2.** A homok nem reagál az (ecet)savval, ezért az oldat savas marad.

**3.** A mészkő reagál az ecetben lévő (ecet)savval. így az oldat savassága idővel csökken.

**KÖVETKEZTETÉS: A mészköves tómedrek részben semlegesíthetik a savas eső hatását.**

**GONDOLKODJUNK!** A mészkő tengeri állatok meszes vázából képződött. Ezért a mészkő és a meszes vázú vízi élőlények vázának fő alkotórésze is a kalcium-karbonát. Hogyan hat a savas eső a természetes vizekben élő meszes vázú állatok (pl. csigák, kagylók, korallok) életkörülményeire? **Karikázd be az ábrán[[3]](#footnote-3) azokat a felfelé vagy lefelé mutató nyilakat, amelyek az adott mennyiség változását mutatják!**

savas eső

↑↓

kéntartalmú szén

égetése

a vízi élőhely pH-ja

↑↓

a kalcium-karbonát + sav reakció intenzitása

a vízi élőhely

pH-ja

↑↓

meszes vázú állatok száma

a vízi élőhely vizében

a sav mennyisége

↑↓

↑↓

**Hogyan lehet ebben a rendszerben a tápláléklánc felbomlását akadályozni?** **A savas eső keletkezését kell akadályozni azzal, hogy nem égetünk kéntartalmú szenet.**

a tápláléklánc felbomlik

## III.4. A kutatás mérőeszközei: a tesztek

Terveink szerint az 1. tanév elején és mind a 4 tanév végén a kutatásba bevont tanulókkal megíratandó tesztek szerkezete a korábbi négyéves projektben alkalmazotthoz hasonló lesz. Tehát tartalmaznak majd **kísérlettervező,** illetve az **egyéb kémiatudást és képességeket is mérő (a Bloom taxonómia szerint besorolt) feladatokat,** valamint **attitűdvizsgálatokra alkalmas és metaadatokat gyűjtő kérdéseket is**. Eltérés lesz azonban az előzőekhez képest az, hogy a kísérlettervező feladatok esetében a [**Science Olympiad (2020) során használt pontozási séma**](https://www.soinc.org/sites/default/files/uploaded_files/Experimental_Design_Checklist_Division_C.pdf) **Part I. C-F pontjában feltüntetett azon képességeket vizsgáljuk szisztematikus módon, amelyeket a kísérlettervezéshez használt sémával fejleszteni kívánunk.** A teszteket a kutatócsoport vezetője és egyetemi oktató tagjai készítik, illetve lektorálják, majd a feladatsort a lektori vélemények alapján javítjuk. **Minden tesztet kipróbálunk** a mintába nem bevont két osztálynyi (kb. 70 fő) diákkal, majd a kitöltött feladatlapokból levont tanulságok alapján véglegesítjük a feladatokat és korrigáljuk a javítókulcsot. Az így született, nyomtatásra kész fájlokat juttatja el azután a kutatócsoport vezetője a kutatásba bevont kémiatanároknak. A projektben a feladatlapokat a diákjaikkal kipróbáló kémiatanárok ezeket a teszteket csak közvetlenül a megíratás előtt kaphatják meg, hogy a kérdéssor tudat alatt se befolyásolja a tanórai munkájukat.

A diákjaik által kitöltött **teszteket a tanárok kijavítják, majd a pontszámokat a diákok kódjait tartalmazó táblázatokban,** a papíralapú teszteket pedig postán vagy személyesen **juttatják el a kutatócsoport vezetőjének. Ezek után megtörténik az összes teszt egységes szempontok szerinti felüljavítása, a tanárok által kijavított tesztek alapján véglegesített megoldókulcs alapján. A tanulók által szerzett pontszámokat az előző projektben leghasznosabbnak bizonyult statisztikai módszerekkel értékeljük.**

# **IV. Személyi feltételek**

A **kutatócsoport 39 tagjának nevét, munkahelyük nevét és a projektben vállalt feladataikat a 4. táblázat mutatja be**. (Az eredeti kutatási tervhez képest egy tanár kolléga munkahely-változtatás miatt nem tud részt venni. a projektünkben. Feltüntettünk viszont két olyan kémiatanárt is, akik már a pályázat beadása után jelezték, hogy szívesen dolgoznának velünk. Továbbá a 4. táblázatban az osztály- és csoportlétszámokat a jelenleg elérhető adatok alapján aktualizáltuk.) Közülünk 19 fő már a korábbi projektben is dolgozott. A kutatásba önkéntes jelentkezés alapján **34 közoktatásban dolgozó kémiatanárt** vonunk be. Közülük 14 már az előző projektben is részt vett. Nagy öröm, hogy öt fiatal tanár kollégánk is vállalt feladatokat, akik az utóbbi években végeztek az ELTE kémiatanár szakán, és már egyetemi hallgató korukban megismerkedtek a kutatásalapú tanulással; kipróbálták az előző projektben készített feladatlapokat, sőt ketten közülük aktívan dolgoztak a kutatócsoportunkban is. A kutatócsoportunknak jelenleg **31 kémiatanár tagja van, akiknek 2021. szeptemberétől lesznek olyan osztályaik, akiket várhatóan 7. osztálytól 10. osztályig végig tanítanak**. A 4. táblázatban, az ő nevük sorának a végén feltüntettük azt is, hogy előreláthatólag körülbelül hány tanítványukat vonják be a kutatásunkba. (Mint már említettük, így összesen mintegy **992 diák** lesz majd a mintában.) E kémiatanárok első feladata a mintának alkalmas osztályok, illetve tanulócsoportok kiválasztásának véglegesítése után az lesz, hogy **megszerezzék a** ([GDPR](https://www.naih.hu/altalanos-adatvedelmi-rendelet-gdpr) szabályainak megfelelő) **igazgatói és a szülői engedélyeket** a diákok kutatásban való részvételéhez. **A 24 db tanulókísérletet a kutatás 4 éve során a készen kapott feladatlapok alapján kell elvégeztetniük a tanulókkal úgy, hogy minden osztály, illetve tanulócsoport az adott tanévre készített 6 db feladatlapnak az ő számára kijelölt változatát végezze el.** A kutatásba bevont tanároknak a mintába tartozó összes tanítványukkal az 1. tanév elején, majd mind a négy tanév végén **meg kell íratniuk a készen kapott teljesítménymérő teszteket**. Ezután **a** **kapott útmutató alapján kódolva értékelniük is kell a tanulók válaszait**, majd a megadott elektronikus formában (Excel táblázatban) és papíralapon is el kell juttatniuk az eredményeket a kutatócsoport vezetője számára. A 2.-3.-4. tanévben **ki kell tölteniük majd a feladatlapok kipróbálásával kapcsolatos tapasztalataikról egy online kérdőívet** is.

További három gyakorló kémiatanár is jelentkezett, hogy szeretnének részt venni a munkában, akiknek nem lesznek idén szeptembertől hetedikes osztályaik. Az ő egyik szerepük a **tesztek olyan osztályokkal való kipróbálása, akik nem tartoznak a mintába**. Egyikük (az előző projekt 2.-4. évéhez hasonlóan) ismét vállalja az **összes teszt felüljavítását és azok angol nyelvre fordítását** is a publikáláshoz. Ő és egy másik, az online kérdőívek kiértékelését az előző projektben végző, és most is vállaló kollégánk kutatótanári címre is pályázik. Egy kutatócsoport tagunk már jelenleg is kutatótanár, valamint három vezetőtanár és 11 mestertanár is részt vesz a most tervezett munkában.

A kutatócsoport minden tagját bevonjuk majd az egyes tanévek során tanítandó tananyagról, valamint az ahhoz kacsolható, könnyen megvalósítható tanulókísérletekről folyó egyeztetésbe. **Feladatlapok készítését a kutatócsoport bármely tagja vállalhatja**. A **szervezést, a lektorálást, a tesztek statisztikai értékelését és a disszemináció és a publikációk írásának nagyobb részét** ismét a korábbi két projekt (a fent említett TÁMOP, és az előző, az MTA által támogatott munkánk) során összeszokott, és harmonikusan együtt dolgozni tudó, **aktív, illetve nyugalmazott egyetemi oktatókból álló csapat** vállalja. Szükség lesz még egy ELTE-n dolgozó kollégára, aki többletfeladatként ellátja a **projekt asszisztensi feladatokat** (az adminisztrációt, a szerződéskötésekkel, fénymásolással, archiválással stb. kapcsolatos munkát végzi). Továbbá többletfeladat-elrendelés formájában foglalkoztatnunk kell a kísérletekhez használt laboratóriumi vegyszerek és eszközök beszerzéséhez és kezeléséhez, a kísérletek kipróbálásához, valamint a jelenléti tanár-továbbképzések során a laboratóriumi gyakorlatok elő- és utómunkálataihoz egy **laboratóriumi asszisztens**t. Az **informatikai asszisztens** munkája pedig az infokommunikációs eszközök beszerzése, a hardverek és a szoftverek karbantartása, valamint az ezen a téren felmerülő problémák megoldása.

4. táblázat A kutatócsoport tagjai, munkahelyük, feladataik és az arra vállalkozók esetében a mintába bevont diákok száma (fő)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **NÉV** | **MUNKAHELY** | **FELADAT (feladatlapok készítését bárki vállalhatja)** | **DIÁKOK száma** |
| Arany Eszter Dr. | Németh László Gimnázium, Hódmezővásárhely | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 18 |
| Bárány Zsolt Béla | Debreceni Református Kollégium Dóczy Gimnáziuma | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 32 |
| Borbás Réka, Dr. | Szent István Gimnázium, Budapest | összes teszt felüljavítása, fordításuk angolra, publikációk | - |
| Csaláné Böngyik Edit | Németh László Gimnázium, Hódmezővásárhely | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 35 |
| Fehérné Kis Gabriella | Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 34 |
| Ferencz Csilla Magdolna | Ferences Gimnázium, Szentendre | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 60 |
| Ferenczyné Molnár Márta | Eötvös József Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 16 |
| Füzesi István Dr. | ELTE Bolyai János Gyakorló Gimnázium, Szombathely | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése, valamint az összes kérdőív kiértékelése, publikációk | 28 |
| Gajdosné Szabó Márta | Kempelen Farkas Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 33 |
| Hertner András | Budaörsi Illyés Gyula Gimnázium | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 36 |
| Jantner Anna | Szent László Gimnázium, Budapest | tesztek kipróbálása a mintán kívüli diákokkal | - |
| Kiss Edina Dr. | ELTE Kémai Intézet, Toldy Ferenc Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 36 |
| Kiss Tamás | Eötvös József Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 33 |
| Kovács Ildikó | Tatai Református Gimnázium | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 32 |
| Kökény Katalin | Dabasi Táncsics Mihály Gimnázium | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 33 |
| Köllő Csilla | Prohászka Ottokár Katolikus Gimnázium, Budakeszi | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 36 |
| Kutrovácz László | ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 34 |
| Moldoványi Cecília | Patrona Hungariae Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 35 |
| Molnárné Elekes Katalin | Németh László Gimnázium, Hódmezővásárhely | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 18 |
| Nagyné Hodula Andrea | Városmajori Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 32 |
| Prókainé Hajnal Zsuzsa | Egri Dobó István Gimnázium | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 32 |
| Rácz Mátyás | Prohászka Ottokár Katolikus Gimnázium, Budakeszi | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 36 |
| Riedel Miklós, Dr. | (ELTE Kémiai Intézet, ny. tudományos főmunkatárs) | lektor, olvasó szerkesztő, publikációk | - |
| Rózsahegyi Márta, Dr. | (ELTE Kémiai Intézet, ny. docens) | lektor, publikációk | - |
| Sebőné Bagdi Ágnes | ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 29 |
| Sumi Ildikó Dr. | Szent István Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 35 |
| Szabó Zsóka | Toldy Ferenc Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 36 |
| Szakács Erzsébet | Szentendrei Református Gimnázium | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 59 |
| Szalay Luca, Dr. | Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Intézet | kutatócsoport-vezető, koordináció, publikációk, tevékenységi jelentések, beszámolók | - |
| Szél Nikoletta | Kecskeméti Katona József Gimnázium | tesztek kipróbálása a mintán kívüli diákokkal | - |
| Tamássyné Dr. Wajand Judit | (ELTE Kémiai Intézet, ny. docens) | lektor, publikációk |  |
| Tóth Bence | Csik Ferenc Általános Iskola és Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 30 |
| Tóth Imola | Tiszaparti Római Katolikus Gimnázium, Szolnok | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 32 |
| Tóthné Tarsoly Zita | Eötvös József Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 15 |
| Tóth Zoltán, Dr. | (Debreceni Egyetem, ny. docens) | lektor, a tesztek statisztikai kiértékelése, publikációk | - |
| Virág Diána | Neumann János Gimnázium, Eger | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 34 |
| Vona Nándor | Hőgyes Endre Gimnázium, Hajdúszoboszló | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 32 |
| Weiszkopfné Kövesközi Zsuzsa | Budapest I. kerületi Kosztolányi Dezső Gimnázium | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 24 |
| Zentainé Balázs Katalin | ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Gimnázium, Budapest | 24 feladatlap kipróbálása és 5 teszt megíratása diákokkal, 3 tanári kérdőív kitöltése | 17 |
| **A mintába összesen bevonandó diákok száma (fő):** | | | **992** |

# **V. A tervezett feladatok ütemezése**

A projektben elvégzendő munka ütemezését az 5. táblázatban foglaljuk össze.

5. táblázat A projektben tervezett feladatok beosztása a 4 tanévre

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Feladat** | **2021.09.01.-2022.08.31.** | **2022.09.01.-2023.08.31.** | **2023.09.01.-2024.08.31.** | **2024.09.01.-2025.08.31.** |
| Tesztek készítése, lektorálása, kipróbálása, megíratása a diákokkal, kijavítása, felüljavítása, statisztikai értékelése | 1. tanév eleje: 0. teszt  1. tanév vége: 1. teszt | 2. tanév vége: 2. teszt | 3. tanév vége: 3. teszt | 4. tanév vége: 4. teszt |
| Feladatlapok készítése, lektorálása, kipróbálása diákokkal, a tanárok véleménye alapján javítása, közzététele | 6 db feladatlap  (1.-6. feladatlap) | 6 db feladatlap  (7.-12. feladatlap) | 6 db feladatlap  (13.-18. feladatlap) | 6 db feladatlap  (19.-24. feladatlap) |
| Tanári online kérdőívek elkészítése, kitöltése, értékelése | 1. kérdőív összeállítása | 1. kérdőív | 2. kérdőív | 3. kérdőív, értékelések |
| Tanár-továbbképzési tanfolyamok (30 órás, akkreditált) | 1. tanár-továbbképzés | 2. tanár-továbbképzés | 3. tanár-továbbképzés | 4. tanár-továbbképzés |
| Tesztek és feladatlapok fordítása angol nyelvre (az angol nyelvű konferenciákra, illetve publikációkhoz) |  | 0-1. teszt  1-6. feladatlap | 2-3. teszt  7-12. feladatlap | 4. teszt  13-24. feladatlap |
| Publikációk (minimum darabszámok, az angol nyelvűek nemzetközi, referált folyóiratban) | - | 1 db magyar nyelvű | 1 db angol nyelvű | 1 db magyar nyelvű  1 db angol nyelvű |
| Konferenciák (minimum darabszámok) | 1 magyar + 1 nemzetközi | 1 magyar + 1 nemzetközi | 1 magyar + 1 nemzetközi | 1 magyar +1 nemzetközi |
| A kutatócsoport honlapja | - | Létrehozás, feltöltés | Karbantartás, feltöltés | Minden közzététele |
| Tevékenyégi jelentések, pénzügyi beszámolók | - | Beszámoló az 1. évről | Félidős beszámoló | 3. évi + záróbeszámoló |

# **VI. A költségvetés indoklása**

Az alábbiakban indokoljuk a költségtervet tartalmazó fájlba (2. sz. melléklet) átvezetett számokat, amelyeket a pályázat 2. sz. mellékletéül szolgáló Excel fájlban ezer Ft-ban (e Ft) adunk meg. A költségek csoportosítása a kiemelt előirányzat megnevezése, illetve jelölése alapján történt.

**A PÁLYÁZAT TELJES KÖLTÉGVETÉSÉNEK ÖSSZEGE: 40.000.000 Ft**

**INDOKLÁS:**

* **Személyi juttatások: 28.848.000 Ft + 4.124.000 Ft járulékok és szociális hozzájárulási adó, összesen 32.972.000 Ft**
  + **Minden tanuló bevonásáért bruttó 4000 Ft/év tiszteletdíj jár a középiskolai kémiatanár** **kollégáknak**, amíg a tanuló az összes tesztet megírja (a többi osztálytársával egy időben). Tanári tiszteletdíj összesen: **15.328.000 Ft, az alábbi elosztásban:**

**1. tanévben** 0. teszt (előteszt) megíratása és kijavítása (500 Ft/tanuló) + 6 feladatlap kipróbálása (6x500=3000 Ft/tanuló) + 1. teszt megíratása és kijavítása (500 Ft /tanuló), összesen 4000 Ft/tanuló. 992 tanulóra számolva: **3.968.000 Ft**

**2. tanévben:** 6 feladatlap kipróbálása (6x500=3000 Ft/tanuló) + 2. teszt megíratása és kijavítása (500 Ft/tanuló) + 1 online kérdőív kitöltése a kipróbálások tapasztalatiról (500 Ft/tanuló), összesen 4000 Ft/tanuló. 970 tanulóra számolva: **3.880.000 Ft**

**3. tanévben:** 6 feladatlap kipróbálása (6x500=3000 Ft/tanuló) + 3. teszt megíratása és kijavítása (500 Ft/tanuló) + 1 online kérdőív kitöltése a kipróbálások tapasztalatiról (500 Ft/tanuló), összesen 4000 Ft/tanuló. 950 tanulóra számolva: **3.800.000 Ft**

**4. tanévben:** 6 feladatlap kipróbálása (6x500=3000 Ft/tanuló) + 4. teszt megíratása és kijavítása (500 Ft/tanuló) + 1 online kérdőív kitöltése a kipróbálások tapasztalatiról (1000 Ft/tanuló), összesen 4000 Ft/tanuló. 920 tanulóra számolva: **3.680.000 Ft.**

* + **A feladatlapok készítése, lektorálással együtt** (80.000 Ft a szerzőnek + 4x15.000 Ft a 4 lektornak + 10.000 Ft az olvasó szerkesztőnek), 150.000 Ft/db, összesen a 24 db feladatlap: **3.600.000** **Ft.**
  + **A feladatlapok és javítókulcsuk lefordítása angol nyelvre**: 50.000 Ft/db, összesen a 24 db feladatlap fordítása: **1.200.000 Ft.**
  + **A tesztek lektorálása és kipróbálása** (4x15.000 Ft a 4 lektornak + 10.000 Ft az olvasó szerkesztőnek + 70.000 Ft kipróbálás 70 főnyi, a projektbe eredetileg nem bevont tanulóval), 140.000 Ft/db, összesen az 5 db teszt **700.000 Ft**.
  + **A tesztek és javítókulcsaik lefordítása angol nyelvre**: 60.000 Ft/db, összesen az 5 db teszt: **300.000 Ft.**
  + **A tesztek felüljavítása:** 100.000 Ft/db,összesen az 5 db teszt: **500.000 Ft.**
  + **A tesztek kiértékelése**: 400.000 Ft/db, összesen az 5 db teszt: **2.000.000 Ft.**
  + **Publikációk írása** (legalább 2 kézirat beküldése nemzetközileg referált folyóiratba, és a bírálatok alapján való javítása: 400.000 Ft/db + legalább 2 kézirat beküldése magyar pedagógiai tárgyú folyóiratba és a bírálatok alapján való javítása: 200.000 Ft/db, összesen: **1.200.000 Ft.**
  + **Az online tanári kérdőívek összeállítása:** 3x75.000=**210.000 Ft**
  + **A 3 db online tanári kérdőív összehasonlító kiértékelése: 75.000 Ft**
  + **Projekt asszisztens munkadíja** (adminisztráció, szerződéskötés, archiválás, fénymásolás stb.), 150.000 Ft/év, **összesen 600.000 Ft.**
  + Informatikai **asszisztens** (infokommunikációs eszközök karbantartásáértjáró) **munkadíj**,150.000 Ft/év, **összesen 600.000 Ft.**
  + **Laboratóriumi asszisztens munkadíja**: 150.000 Ft/év, **összesen 600.000 Ft.**
  + **A teljes projekt koordinálása, beszámolók írása, előadások tartása, konferencia szervezése**: 40.000 Ft/hó, összesen:48x40.000=**1.920.000 Ft.**
* **K3: Dologi kiadások: 2.875.000+500.000+4.000=7.375.000 Ft, ebből:**
  + **K311: Szakmai anyagok beszerzése** (vegyszer, laboratóriumi fogyó eszköz, írószer): **391.000 Ft.**
  + **K321: Kommunikációs szolgáltatás** (a kutatócsoport honlapjának elkészítése és karbantartása a projekt teljes időtartama alatt): **500.000 Ft.**
  + **K341: Kiküldetések kiadásai** (konferenciák részvételi díja, utazás és szállás): évente 1 külföldi és 1 hazai konferencia, átlagosan 500.000 Ft/év, összesen **2.000.000 Ft**.
* **K6: Beruházások: 500.000 Ft, ebből:**
  + - **K63: Informatikai eszközök** **beszerzése** (1 db színes nyomtató, 1 db laptop, 1 db digitális kamera): **500.000 Ft.**
* **K3: Rezsiköltség**
  + - **Közüzemi díjak** (10%, ELTE): **3.636.000 Ft**.

# **VII. A várható eredmények és hasznosulásuk**

A **kutatásalapú tanulás** magától értetődő megoldásnak tűnt az I.1. fejezetben felsorolt többféle problémára is. Azonban nem csak a kételkedők (pl. Kirschner, Sweller és Clark, 2006), de a már szintén említett, a kutatásalapú tanulás mellett a voksát letevő John Hattie (2015) szerint **sem éri el a célját, ha nem megfelelő módon alkalmazzuk**. Az előző négyéves projektünk egyik külföldi bírálója, Jari Lavonen professzor olyan értelmű megjegyzést tett az egyik személyes beszélgetés során, hogy az Európai Unióban a kutatásalapú tanulás nemigen váltotta be a hozzá fűzött nagy reményeket. Saját mérési eredményeink szerint pedig ugyan tanítható a kísérlettervezés, de a tanulók többsége ezt nem kedveli. Számos tanár kollégánk is úgy nyilatkozott, hogy a kutatásalapú tanulás a diákok számára túl nehéz, és sajnos nem tudtuk kimutatni az elvárt motiváló hatását sem.

Viszont a magyar PISA eredmények nem javulnak, és a **társadalomnak egyre égetőbb szüksége van arra, hogy mindenki megértse az iskolában,** **hogyan működik a természettudomány**, és miben különbözik az áltudományoktól. Ez pedig tények tanításával nem érhető el, akármilyen logikusan felépített és érdekes kontextusba helyezett is a tananyag. Ehhez magának **a természettudományos megismerési folyamatnak a lépéseit kell gyakorolniuk a diákoknak**. Viszont ennek során **muszáj csökkenteni a tanulók kognitív terhelését**. Ennek általunk hatásosnak vélt módját ebben a projektben a III.3. fejezetben mintaként bemutatott feladatlap-részlet segítségével illusztráltuk. Azon látható az is, hogyan képzeljük **a rendszerszintű gondolkodás elemeinek alkalmazásával megértetni azt, hogy miért is fontosak a természettudományos ismeretek, és hogyan segíthetik a fenntarthatóságot, illetve a fejlődést**. A válasz keresése a II.3. fejezetben megfogalmazott kutatási kérdéseinkre tehát nem öncélú. Hiszen égető problémák megoldásához járulhatnánk hozzá, ha sikerülne megtalálni a kutatásalapú kémiatanítás egy hatékonyabb módját és eldönteni, hogy milyen módon érdemesebb tanítani a kísérlettervezést. **Tapasztalataink a természettudomány-oktatással foglalkozók nemzetközi közösségében is érdeklődésre számíthatnak, hiszen a felsorolt problémák nagy része nem Magyarország-specifikus**. Ezért tervezzük eredményeink nemzetközi téren való publikációját is.

Sajnos a diákok szocioökonómiai hátterének és az iskola „rangjának” hatását, valamint a tanulói kísérletezés sok helyen kedvezőtlen feltételeit nyilvánvalóan nem tudja megváltoztatni a mi kutatócsoportunk. Továbbá tény az is, hogy az általunk vizsgálandó minta nem reprezentálja a teljes magyar 12-13 éves populációt. Azonban ez nem jelenti azt, hogy az általunk kidolgozott és kipróbált feladatlapokat ne lehetne alkalmazni a leszakadó régiókban lévő iskolákban. Sőt, az előző négyéves projektben készítettekhez hasonló, nagyon részletes tanári útmutatók lehetővé teszik azt is, hogy **a kutatócsoportunk honlapján (szerkeszthető formában) szabadon elérhetővé tett feladatlapokat és teszteket azon nem kémia szakos tanárok is használják, akiknek a természettudományos tárgyak fentebb ismertetett (kényszerű) integrációja miatt kémiát kell tanítaniuk**, de ennek módját a saját felsőoktatásbeli képzésük során nem tanulták. A kísérlettervezés gyakoroltatásával nem csak az aktuális Nemzeti alaptanterv (NAT 2020) és a [kerettanterv](https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek)ek előírásainak felelhetnek meg, hanem egy jól használható eszközt adhatnak a diákjaik kezébe ahhoz, hogy racionális döntéseket tudjanak hozni a saját, a családjuk és a tágabb közösségeik jövőjéről. Nagyon fontosnak tartjuk **mind a tapasztalt mestertanárok, vezetőtanárok és kutatótanárok, mind pedig a fiatal, pályájukat még csak most kezdő kémiatanár kollégák bevonását ebbe a fejlesztő és disszeminációs tevékenységbe**, mivel más-más módon, de mindannyian hozzá tudnak járulni az új eredmények eléréséhez és propagálásához.

A Covid-19 járvány okozta bizonytalanságok és a rugalmasabb felhasználásra való igény (pl. otthoni vagy tehetséggondozó munkához) teszi szükségessé azt, hogy **a feladatlapok mindhárom verziójának elkészítsük a távolléti oktatásban alkalmazható („digitális”) változatát**, ami lehetővé teszi az online kooperatív csoportmunkát és esetenként a biztonságos otthoni tanulói kísérletezést is.

# **VIII. Irodalomjegyzék**

Az alábbiakban a szövegben az első szerző neve és a publikálás évszáma szerinti hivatkozások bibliográfiai adatai (a társadalomtudományokban szokásos módon) az első szerző neve szerinti alfabetikus sorrendben vannak feltüntetve. A hivatkozott honlapok látogatásának utolsó időpontja a teljes szövegben: 2021. 05. 09.

1. Akkuzu N. and Uyulgan M. A., (2017), Step by step learning using the I diagram in the systematic qualitative analyses of cations within a guided inquiry learning approach, *Chem. Educ. Res. Pract.,* **18**, 641.
2. Banchi H. and Bell R., (2008), The many levels of inquiry, *Sci. Child.*, **46**(2), 26–29.
3. Bárány Zs., Füzesi I., Nagyné, H. A., (2021), A receptszerű kísérletektől a kísérlettervezésig, *Középiskolai Kémiai Lapok*, XLVIII. évf., 3. szám, 253-268.
4. Behmke D. A. and Atwood C. H., (2013), Implementation and assessment of Cognitive Load, *Chem. Educ. Res. Pract.,* **14**, 247-256.
5. Bell R. L., Smetana L. and Binns I., (2005), Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities, *The Science Teacher* **72** (7), 30–33.
6. Bennett, J.; Lubben, F. Context-Based Chemistry: The Salters Approach. *Int. J. Sci.Educ.* 2006, **28**, 999−1015.
7. Bolte, C., Streller, S., Hofstein, A. (2013) How to motivate students and raise their interest in chemistry education In: I. Eilks & A. Hofstein (eds.) *Teaching Chemistry – A Studybook*, 67-95., Sense Publishers
8. Cannady M. A., Vincent-Ruzb P., Chungc J. M. and Schunn C D., (2019), Scientific sensemaking supports science content learning across disciplines and instructional contexts, *Contemporary Educational Psychology*, **59**, 101802.
9. Chandrasena W., Craven R., Tracey D. and Dillon A., (2014), Seeding Science Success: Relations of Secondary Students’ Science Self-concepts and Motivation with Aspirations and Achievement, *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology*, **14**, 186–201.
10. Colburn A., (2000), An inquiry primer, *Sci. Scope*, **23**(6), 42–44.
11. Cothron, J. H., Giese, R. N., Rezba, R. J., (2000): *Students and Research: Practical Strategies for Science Classrooms and Competitions.* 3rd ed.Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company
12. Csapó, Benő; Fejes, József Balázs; Kinyó, László; Tóth, Edit: *Az iskolai teljesítmények alakulása Magyarországon nemzetközi összehasonlításban,* In: Társadalmi Riport 2014. TÁRKI, Budapest, Magyarország, pp. 110-136. (2014)
13. Csíkos Cs., Korom E., Csapó B., (2016), Tartalmi keretek a kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékeléséhez a természettudományokban, *Iskolakultúra*, **26**, 17-29.
14. Darvas Dominika (2021), A fenntarthatósággal kapcsolatos témák rendszerszemléletű oktatása a kémiaórákon, szakdolgozat, ELTE TTK, Kémiai Intézet (témavezető: Szalay Luca)
15. FayM. E., GroveN. P., Towns M. H., and Bretz S. L., (2007), A rubric to characterize inquiry in the undergraduate chemistry laboratory, *Chem. Educ. Res. Pract.,* **8** (2), 212-219.
16. Gott, R. and Duggan, S. (1998), *Understanding Scientific Evidence – Why it Matters and How It Can Be Taught*. *In:* M. Ratcliffe (*Ed*), ASE (The Association for Science Education) Guide to Secondary Science Education, (pp. 92–99). Cheltenham: Stanley Thornes.
17. Hattie J., (2008), *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge
18. Hattie, J., (2015), John Hattie on inquiry-based learning (video interview), 09.11.2015., <https://www.youtube.com/watch?v=YUooOYbgSUg>
19. Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. E., Chinn, C. A. (2007) Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006), *Educational Psychologist, 42(2)*, 99–107.
20. Hofstien, A. Kempa, R. F. (1985) Motivating strategies in science education: attempt of an analysis. *European Journal of Science Education, 3* 221-229.
21. Holtzer Péter, Szakmány Csaba, Szalay Luca (2021), Mi a kémiaoktatás valódi problémája – avagy hová lettek a tanárok?, *Magyar Kémikusok Lapja*, **76(4), 117-122.**
22. Kahn P. and O’Rourke K., (2005), Understanding Enquiry-Based Learning. *In*: T. Barrett, I. Mac Labhrainn, & H. Fallon (*Eds*.), *Handbook of Enquiry & Problem Based* *Learning* (pp. 1-12).
23. Kertész J. (2009) Összefoglaló az Országos Köznevelési Tanács természettudományos közoktatás helyzetét vizsgáló *ad hoc* bizottságának munkájáról, *Magyar Tudomány*, 6, 744-747.
24. Kertész J., Szalay L. (2009) Összefoglaló az OKNT természettudományos közoktatás helyzetével foglalkozó *ad hoc* bizottságának munkájáról, *Magyar Kémikusok Lapja*, **64**(4), 107-111.
25. Kirschner, P. A. Sweller, J., Clark, R. E. (2006) Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, *Educational Psychologist*, **41**(2), 75–86.
26. Lederman N.G., (2004), Laboratory experiences and their role in science education, In: *America’s lab report*, National Academies Press: Washington, D.C.
27. Lemonick, S. (2020). Part of a larger whole. *Chemical and Engineering News*, **98**(5), 35-36.
28. Lyons T., (2006), Different Countries, Same Science Classes: Students’ experiences of school science in their own words. *Int. J. Sci. Educ*., **28**(6), 591–613.
29. Mayer, J. (2007). Inquiry as Scientific Problem Solving. In: Kruger D. and Vogt H. (*Eds.*), *Theories in Biology Didactic*, (pp.177–186). Heidelberg: Springer.
30. van Merrienboer J. J. G. *et al*., (2003), Taking the Load Off a Learner’s Mind: Instructional Design for Complex Learning, *Educ. Psychol.,* **38**(1), 5–13.
31. Minner, D. D. *et al.,* (2010) Inquiry\_based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, *J. Res. Sci. Teach*., **47**(4), 474-496.
32. NAT 2020: Nemzeti alaptanterv (2020): A Kormány 5/2020. (I. 31.) Korm. rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet módosításáról, *Magyar Közlöny*, 2020. évi 17. szám, 290-446.
33. NGSS, 2013, Next Generation Science Standards, <https://www.nextgenscience.org/search-standards>
34. Nowak, K. H., Nehring, A., Tiemann, R. and Upmeier zu Belzen, A. (2013) Assessing students’ abilities in processes of scientific inquiry in biology using a paper-and-pencil test, *Journal of Biological Education*, **47**(3), 182-188.
35. NRC (National Research Council), (2005), *America’s Lab Report: Investigations in High School Science*, Washington, DC: National Academies Press.
36. NRC: National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
37. OECD (2005). Teachers matter: Attracting, developing and retaining effective teachers. Overview. Paris: OECD, p.2., <http://www.oecd.org/dataoecd/39/47/34990905.pdf>
38. OECD (2019), "PISA 2018 Science Framework", in *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f30da688-en>
39. Olson, S., Loucks-Horsley, S. (2000) *Inquiry and the National Science Education Standards*, 29., <http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596>
40. Orgill, M. K., York, S.; MacKellar, J. (2019). Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community. *J. Chem. Ed.,* **96**, 2720-2729.
41. Paas F. *et al*., (2003), Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory, *Educ. Psychol.*, **38**(1), 63–71.
42. Parchmann, I.; Gräsel, C.; Baer, A.; Nentwig, P.; Demuth, R.; Ralle, B., (2006), „Chemie im Kontext”: A Symbiotic Implementation of a Context-Based Teaching and Learning Approach. *Int. J. Sci.Educ.*, **28**, 1041−1062.
43. Phillips K. A. and Germann P. J., (2002), The inquiry ‘I’: a tool for learning scientific inquiry, *Am. Bio. Teach*., **64**(7), 512–520.
44. PISA, 2006: Science Competences for Tomorrow’s World, Volume 1: Analysis, pp63-68., OECD 2007
45. PISA, 2015: Results (Volume 1), Excellence and Equity in Education, pp93-94., OECD, 2016
46. PISA, 2018: Results (Volume 1), What Students Know and Can Do, pp123-125., OECD, 2019
47. PRIMAS project, [Deliverable D.4.1, Version 1, 31st March](https://primas-project.eu/wp-content/uploads/sites/323/2017/10/PRIMAS_Guide-for-Professional-Development-Providers-IBL_110510.pdf), 2011: *Promoting inquiry-based learning (IBL) in mathematics and science education across Europe*, PRIMAS guide for professional development providers,
48. Rákóczi M., Szalay L. (2011): A természettudományos vizsgálati módszerek elvén alapuló feladatok a kémiaoktatásban, *in*: Bánkúti Zs., Csorba F. L. szerk., Átmenet a tantárgyak között, A természettudományos oktatás megújításának lehetőségei, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest, 81-120.
49. Ramsden, J. M. How Does a Context-Based Approach Influence Understanding of Key Chemical Ideas at 16+? *Int. J. Sci.Educ.* 1997, **19**, 697−710.
50. Riedel M., Füzesi I., Rózsahegyi M., Wajand J., (2021), Tanítható-e a kísérlettervezés az iskolákban?, *Magyar Kémikusok Lapja*, LXXVI. évf., 7-8. szám, 198-205.
51. Rocard, M. *et al*.,(2007), [Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe](https://www.eesc.europa.eu/en/documents/rocard-report-science-education-now-new-pedagogy-future-europe)*,* European Economic and Social Committee
52. Schwab J. J., (1962), *The teaching of science as enquiry*. In: Schwab J. J. and Brandwein P. F. (*Eds*.), The teaching of science, Cambridge, MA: Harvard University Press.
53. Science Olympiad (2020), [Experimental Design Division C Checklist](https://www.soinc.org/sites/default/files/uploaded_files/Experimental_Design_Checklist_Division_C.pdf), Science Olympiad
54. Seery M. K., Jones A. B., Kew W., Mein T., (2019), Unfinished Recipes: Structuring Upper-Division Laboratory Work To Scaffold Experimental Design Skills, *J. Chem. Educ.,* **96**, 53−59.
55. Snook I., O’Neil J., Clark J., O’Neil A., Opneshaw R., (2009), Invisible Learnings: A commentary on John Hattie's book Visible learning: A synthesis of over 800 metaanalyses relating to achievement, *New Zealand Journal of Educational Studies* **44**(1):93-106.
56. Sweller J., (1988), Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning, *Cognitive Science,* **12**, 257–285.
57. Sweller J., (2004), Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture, *Instr. Sci.*, **32**(1/2), 9–31.
58. Szalay L. (2011): *Tanulói kísérlettervezés a kémiaórákon*. In: Tasnádi P. (szerk.), „Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan” című konferencia (Budapest, ELTE, 2011. aug. 23-25.) előadásainak és poszterbemutatóinak szerkesztett anyaga, 525-530.
59. Szalay L., (2014): *Mire jó a tanulói kísérlettervezés?* In: Károly K., Perjés I. (szerk.), „Tudós tanárok, tanár tudósok – Konferencia a minőségi tanárképzésről” című tudományos szimpózium (2014. nov. 10-11.) előadásainak szerkesztett anyaga, 197-208., ISBN: 978-963-284-612-5
60. Szalay L., (2015a): *A természettudományos megismerés és a kutatásalapú tanulás*. In: Szalay L. szerk., [A kémiatanítás módszertana](http://ttomc.elte.hu/publications/29) (digitális jegyzet), V. A gondolkodási képességek fejlesztése, 128-133., ISBN 978-963-284-673-6
61. Szalay, L. (2015b). Promoting inquiry-based teaching of chemistry, LUMAT, **3**(3), 327-340.
62. Szalay, L., (2016): *Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához.* In: Szalay L. szerk., [Kémiai kísérletek az általános iskolákban](http://ttomc.elte.hu/publications/84) (digitális jegyzet), 3. fejezet, 172-228., ISBN 978-963-284-733-7,
63. Szalay, L. (szerk.), (2021a), Bárány, Zsolt Béla és mtsai, [Feladatlapok a kutatásalapú kémiatanításhoz](http://ttomc.elte.hu/rails/active_storage/blobs/eyJfcmFpbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaHBBZ2tLIiwiZXhwIjpudWxsLCJwdXIiOiJibG9iX2lkIn19--41cc70dd6f4752917283b310d2c0ab11cbe006a2/24FELADATLAP_KUTATASALAPU_KEMIATANITASHOZ_MTA_ELTE2021.pdf?disposition=attachment) (digitális jegyzet), Budapest, Magyarország, ELTE, ISBN: 9789634893387
64. Szalay, L. (szerk.), (2021b), Borbás, Réka és mtsai, [Tesztfeladatok a kutatásalapú kémiatanításhoz](https://drive.google.com/file/d/1R-IDvYeNvlRhebU0udKmtdVJsEhgoXEP/view?usp=sharing) (digitális jegyzet), Budapest, Magyarország, ELTE, ISBN: 9789634893394
65. Szalay, L., Tóth, Z., (2016), An inquiry-based approach of traditional ’step-by-step’ experiments, *Chem. Educ. Res. Pract.*, **17**, 923-961.
66. Szalay, L., Tóth, Z., Kiss, E., (2020), Introducing students to experimental design skills, *Chem. Educ. Res. Pract.* **21**, 331 – 356.
67. Szalay, L., Tóth, Z., Borbás, R., (2021), Teaching of experimental design skills: results from a longitudinal study, *Chemistry Education Research and Practice*, 2021, DOI: 10.1039/D0RP00338G
68. Tafoya E., Sunal, D., Knecht, P. (1980). Assessing inquiry potential: a tool for curriculum decision makers. *School* *science* *and* *mathematics*, **80**, 43-48.
69. Tomperi, P., Aksela, M. (2014). In-service Teacher Training Project On Inquiry Based Practical Chemistry. *LUMAT, 2*(2), 2015-226.
70. Ültay, N.; Çalik, M. A Thematic Review of Studies into the Effectiveness of Context-Based Chemistry Curricula. *J. Sci. Educ. Technol.* 2012, **21**, 686−701.
71. Walker J. P., Sampson V., Southerland S. and Enderle P. J., (2016), Using the laboratory to engage all students in science practices, *Chem. Educ. Res. Pract.*, **17**, 1098.
72. Walker M., (2007), *Teaching* *inquiry* *based* *science,* LaVergne, TN: Lightning Source.
73. Wenning C. J., (2007), Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, **4**(2), 21–24.
74. Xu, H.; Talanquer, V. (2013), Effect of the level of inquiry of lab experiments on general chemistry students’ written reflections. *J. Chem. Educ*. **90** (1), 21−28.
75. Zimmerman, C. (2005). *The Development of Scientific Reasoning Skills: What Psychologists Contribute to an Understanding of Elementary Science Learning*. Final Draft of a Report to the National Research Council Committee on Science Learning Kindergarten through Eighth Grade, Illinois State University.

1. A pályázati kiírás a következő linken található: <https://mta.hu/aktualis-palyazati-kiirasok/kozoktatas-fejlesztesi-kutatasi-program-2021-palyazati-felhivas-111327> (Utolsó látogatás: 2021.05.01.) [↑](#footnote-ref-1)
2. Ez akkor még kicsivel a 59 részt vevő ország természettudományi átlagpontszáma feletti volt. [↑](#footnote-ref-2)
3. A megjelenítés módja részben Darvas Dominika kémiatanár szakos hallgató az ELTE Kémiai Intézetében 2021-ben készült „*A fenntarthatósággal kapcsolatos témák rendszerszemléletű oktatása a kémiaórákon”* című szakdolgozatából származik. [↑](#footnote-ref-3)