

# TERMÉSZETTUDOMÁNY

az Országos kompetenciamérés  
új műveltségi területe

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

# **TERMÉSZETTUDOMÁNY**

**az Országos kompetenciamérés  
új műveltségi területe**

Oktatási Hivatal  
Budapest, 2021

Ez a kötet az EFOP-3.2.15-VEKOP-17-2017-00001 A köznevelés keretrendszeréhez kapcsolódó mérési-értékelési és digitális fejlesztések, innovatív oktatásszervezési eljárások kialakítása, megújítása nevű kiemelt európai uniós projekt keretében készült.

*Szerzők*

Balogh Virág Katalin, Faddiné Buza Judit,  
Nagyné Németh Brigitta, Ostorics László, Szalay Balázs

*Szakmailag közreműködött*

Nagy Tamás Krisztián, Palincsár Ildikó, Rábainé Szabó Annamária, Suhajda Emese,  
Szepesi Ildikó, dr. Szipőcsné Krolopp Judit, Velkey Kristóf

*Grafikai tervező*

Budavári Eszter

© Balogh Virág Katalin, Faddiné Buza Judit,  
Nagyné Németh Brigitta, Ostorics László, Szalay Balázs

© Oktatási Hivatal, 2021

ISBN 978-963-436-301-9

Kiadó: Oktatási Hivatal  
Felelős kiadó: Brassói Sándor

# TARTALOM

## 5 Előszó

### 7 Bevezetés – Miért mérjük digitálisan?

- 10 A nemzetközi mérések már digitálisak
- 12 Az elektronikus mérés számottevő előnyökkel bír

### 15 A mérési szoftver

- 17 A mérési szoftver felépítése
- 18 Hogyan változik a tesztek kitöltése?
- 19 A mérés indítása
- 21 A teszt felépítése, navigálás a teszten belül
- 22 Tesztmegjelenítés 1.: vertikális elválasztás
- 23 Tesztmegjelenítés 2.: teljes tesztablakot kitöltő feladat
- 24 Feladatformák
- 35 Digitális elemek: fülek
- 37 Médiaelemek: képek, hangok, videók
- 40 Interaktív elemek
- 41 Eszközpanel (fejlesztés alatt)
- 42 Adaptív teszt dizájn (fejlesztés alatt)
- 43 A mérés vége

### 45 Természettudomány digitális tartalmi keret

- 47 Bevezető
- 48 Természettudományos műveltség
- 50 Tudásterületek
- 56 Gondolkodási műveletek
- 75 Tesztmátrix
  
- 77 Felhasznált irodalom



Kedves Olvasó!

A pedagógiai mérési rendszer számottevő, jelentős változások előtt áll. Az előkészítő fejlesztések a 2022 nyarán lezáruló EFOP-3.2.15-VEKOP-17-2017-00001 *A köznevelés keretrendszeréhez kapcsolódó mérési-értékelési és digitális fejlesztések, innovatív oktatás-szervezési eljárások kialakítása, megújítása* című kiemelt projekt keretében immár több éve zajlanak, és mára fontos állomáshoz értek el.

A legjelentősebb, valódi mérföldkőnek számító változás a mérési rendszer digitális alapokra helyezése. Ennek kapcsán – a digitális feladatok, a mérési koncepció és a mérési szoftver több éves fejlesztését követően – az első pilot- és próbamérések 2020 őszén zajlottak le három mérési területen (természettudomány, médiaműveltség, kevert műveltségi területek), majd folytatódtak 2021 tavaszán (szövegértés, matematika). További digitális próbák lebonyolítása a 2021/22-es tanév első félévében valósultak meg.

Amellett, hogy zajlik a meglévő mérések (*Országos kompetenciamérés és idegen nyelvi mérés*) elektronikus alapokra helyezése, a *természettudományos műveltség* digitális mérésének előkészítése is lezárul ebben a fejlesztési ciklusban, így az Országos kompetenciamérés (OKM) 2022 tavaszán ezzel az új területtel egészül ki. Terveink szerint ugyanekkor kerül sor az OKM első digitális főmérésére is, tehát a 2021-ben még a „hagyományos módon”, tesztfüzetek segítségével lebonyolított felmérést 2022-ben már számítógépen töltik ki a tanulók.

Ki kell emelni egy új, innovatív digitális terület, a *tudatos médiamagatartás* mérésének kifejlesztését is. Az első próbamérések az említett okokból még nem zárultak le, de elkészült a mérés tartalmi-módszertani koncepciója. Szintén tartalmi innovációt jelentenek a *kevert műveltségi feladatsorok*, amelyek új típusú szemléletben, egy feladatsoron belül tartalmaznak szövegértés-, matematika- és természettudomány-feladatokat. Ez a kísérleti terület eddig elsősorban az elektronikus mérés és a digitális feladatformák kifejlesztésére és tesztelésére szolgált, a feladatok kipróbálása nem zárult le.

Ebből a vázlatos felsorolásból is kitűnik, hogy a mérési rendszerben jelentős és sok területet érintő változások vannak folyamatban, amelyek közül a legfontosabbakat és a leginkább aktuálisakat 2021 során egy négy kötetből álló kiadványsorozatban mutatjuk be. Ennek a sorozatnak ez a második

kötete, amely az Országos kompetenciamérés természettudomány digitális tartalmi kereteit tartalmazza. Ezt fogja követni az idegen nyelvi mérés megújult tartalmi kerete, valamint a tudatos médiamagatartás mérési területek fejlesztési folyamatát és eredményeit bemutató kiadványok. A kötetek megjelenését az idegen nyelvi mérés, a természettudomány, illetve a tudatos médiamagatartás területen a pedagógusok számára szervezett szakmai workshoptorozatok követték, követik, így lehetőségünk nyílik az újdonságok részletesebb bemutatására és szakmai visszajelzések gyűjtésére is.

Jelen kiadvány négy fejezetből áll: az első, bevezető fejezetben a digitális méréssel kapcsolatos legfontosabb kérdéseket tekintjük át, a második fejezet tartalmazza a jelenleg is fejlesztés alatt álló mérési szoftver – a mérés jövőbeni médiuma – általános bemutatását, a harmadik fejezetben pedig a természettudomány terület frissített tartalmi kerete következik. Ahhoz, hogy az Országos kompetenciamérés digitális megújításáról teljes képet nyerjen, célszerű az 1–2. fejezet elolvasása is, hiszen ezek szervezésen kapcsolódnak az egyes tartalmi keretekhez, a megfelelő pontokon kiegészítik azokat.

Végezetül meg kell jegyeznünk, hogy a fejlesztések még nem zárultak le, vagyis kiadványunk inkább egy fontos mérföldkövet jelzi a folyamatnak, mintsem a végét, mégis fontosnak tartottuk, hogy a mind nagyobb számú próbamérésekkel párhuzamosan rögzítsük és közzétegyük a mérések kiindulási koncepcióit és technikai hátterét, amelyek biztosan változni fognak még a következő években. Mindezek figyelembevételével jó olvasást kívánunk.

*A szerzők*

# BEVEZETÉS Miért mérjük digitálisan?







Az Országos kompetenciamérés immár két évtizedes múltra tekint vissza, és mára a magyar köznevelési rendszer szerves részévé vált. A minden év május utolsó szerdáján megírt szövegértés- és matematikatesztek, a hozzájuk kapcsolódó háttérkérdőívek és az ezek alapján készült iskolajelentések egyre ismertebbek az iskolák, a tanárok, a tanulók és a szülők körében is.<sup>1</sup>

A felmérés elsődleges célja, hogy minden iskola számára biztosítsa azokat az objektív mutatókat, amelyek segítik intézményük önértékelését, a fejlesztési irányok kijelölését, de a mérés az intézményfenntartók munkáját is támogatja, és a külső intézményértékelést is ellátja adatokkal. Emellett a köznevelési rendszer felhasználói, a szülők és tanulók számára is információkat szolgáltat, és nem utolsósorban releváns alapot jelenthet a tényeken alapuló oktatáspolitiká számára is.

Az Országos kompetenciamérés történetének első évtizede a rendszer folyamatos fejlesztéséről, tökéletesítéséről szólt annak érdekében, hogy az az imént felsorolt célkitűzéseinek minél jobban meg tudjon felelni. 2010-re a mérés a jelenleg is használt formájában véglegesült, és bár azóta nem történt jelentősebb változtatás, az már ebben az időszakban is látható volt, hogy a következő továbblépés a részbeni vagy teljeskörű digitalizálás lesz, hiszen a digitális tér az ezredforduló óta egyre nagyobb szerepet játszik az életünkben. Az évtized végére egyértelművé vált, hogy az OKM továbbfejlesztése nem várhat tovább, így célkitűzésünk szerint a felmérés 2022-től digitális formában fog zajlani. Ennek következtében a megszokott eljárásrendek – ahogyan a mérés tartalma, koncepciója is – számos vonatkozásukban megváltoznak.

Jelen kiadvány a mérések tartalmát rögzíti, azt ismerteti, hogy a küszöbön álló digitális tesztekben milyen mérési területeket, tartalmi elemeket és gondolkodási műveleteket milyen feladatformák és digitális elemek, eszközök alkalmazásával, milyen környezetben mérünk. Mielőtt azonban ennek kifejtésére rátérnénk, szükségesnek tűnik általánosságban felvázolni, hogy mi támasztja alá a papíralapú mérések digitalizálását, hosszú távon milyen szervezési és legfőképpen pedagógiai előnyökkel járhat a váltás.

---

<sup>1</sup> Az OKM eddigi történetéről, jelenlegi eljárásrendjeiről, tartalmi szabályozóiról, a tesztanyagáról és az országos eredményekről stb. itt található bővebb információ: [https://www.oktatas.hu/kozneveles/meresek/kompetenciameres/alt\\_leiras](https://www.oktatas.hu/kozneveles/meresek/kompetenciameres/alt_leiras)

## A NEMZETKÖZI MÉRÉSEK MÁR DIGITÁLISAK

A magyar mérési és vizsgarendszer jelenleg papíralapon működik. Emellett hazánk a következő nemzetközi tanulói mérésekben vesz részt, illetve tervezi a részvételt:

- az OECD szervezésében zajló Programme for International Student Assessment (PISA)<sup>2</sup>,
- az International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) szervezésében lebonyolított Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)<sup>3</sup>,
- az IEA által szervezett Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS)<sup>4</sup>,
- és a szintén az IEA által szervezett International Computer and Information Literacy Study (ICILS).<sup>5</sup>

Ezek a felmérések (az ICILS-t leszámítva, amely eleve a digitális írástudás mérésére jött létre) hosszabb-rövidebb átmeneti időszakot követően a legutóbbi ciklusaikban – a PISA már a legutóbbi két ciklusában – digitális tesztkörnyezetben zajlottak, és ha a szervezők nyitva is hagyták a papíralapú részvétel lehetőségét, azzal jellemzően csak olyan országok élnek, ahol nem áll rendelkezésre a szükséges infrastruktúra az elektronikus tesztelés lebonyolításához. Már a tesztanyagok fejlesztése is digitális környezetben zajlik, ezért nem minden feladat adaptálható papíralapú, statikus környezetre: a digitális átállás tehát nem pusztán technikai-szervezési változásokat jelent, hanem mélyen érinti a mérések tartalmát és módszereit is.

Így a magyar tanulók egy-egy részpopulációja – hiszen a nemzetközi mérések néhány ezer fős, reprezentatív mintán zajlanak – már találkozott elektronikus tesztkörnyezettel és újszerű, digitális feladatokkal. Bár mindhárom mérés szervezői ragaszkodtak a korábbi skála megtartásához, – ami a mérések tartalmának csak fokozatos megváltoztatását engedi meg –, a változtatások célja nem pusztán a mérések technikai-szervezési, sokkal

---

2 Bővebben lásd: <https://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/pisa>

3 Bővebben lásd: <https://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/timss>

4 Bővebben lásd: <https://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/pirls>

5 2013 óta, ötévente megszervezett mérés, Magyarország a tervek szerint 2023-ban fog először részt venni benne. Bővebben lásd: <https://www.iea.nl/studies/iea/icils>

Mérés neve	Mit mér?	Kiket mér?	Milyen gyakorisággal?	Utolsó főmérés éve	Digitális?
PISA	SZÖV, MAT, TT*	15 évesek	3 évente**	2018 (SZÖV)*	igen, kötelezően
TIMSS	MAT, TT	4. évf., 8. évf.	4 évente	2019	igen, opcionálisan***
PIRLS	SZÖV	4. évf.	5 évente	2021	igen, opcionálisan***

SZÖV=szövegértés, MAT=matematika, TT=természettudomány

\* Minden ciklusban másik terület kerül fókuszba, és minden ciklusban opcionálisan részt lehet venni egy új, innovatív mérési terület mérésében is.

\*\* A SARS-CoV-2 pandémia miatt a következő főmérés 2021 helyett 2022-ben lesz.

\*\*\* Magyarország legutóbb az elektronikus mérésben vett részt.

## 1. táblázat Nemzetközi pedagógiai mérések, amelyekben Magyarország jelenleg részt vesz

inkább pedagógiai korszerűsítése volt. Ez újfajta, sokszor összetettebb mérési tartalmak megjelenését és fokozatos térnyerését eredményezte, amelyek részben eltérnek a papíralapú feladatok szemléletétől, mert jobban építenek a tanulók aktivitására a feladatmegoldás során, és amelyek eredményes megoldását a papíralapú teszteken való eredményesség nem feltétlenül jelzi előre.

A digitalizálás tendenciáját az országos szintű mérések is igyekeznek követni, ezért a kétezertizedes években számos országban megkezdődtek az átállás lebonyolításához szükséges kutatások és fejlesztések. Míg az átállás legfontosabb kérdése és legtöbbet kutatott témája kezdetben a papíralapú és elektronikus tesztek ekvivalenciája (megfeleltethetősége) volt, napjainkban, a rendelkezésre álló technológiák fejlődésével párhuzamosan egyre hangsúlyosabbá válik az elektronikus tesztmedium lehetőségeinek minél teljesebb kiaknázása, ezáltal új mérési lehetőségek, módszerek alkalmazása, a tesztek tartalmi-koncepcionális megújítása akár a papíralapú és elektronikus tesztek közötti folytonosság kárára is.

A digitális átállás előkészítése során tehát támaszkodhattunk a nemzetközi mérések során szerzett számos tapasztalatra, emellett külföldi országos mérések jó gyakorlatait is vizsgáltuk, továbbá a Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézetében, magyar tanulók körében lefolytatott kutatások eredményeivel is megismerkedtünk.

## AZ ELEKTRONIKUS MÉRÉS SZÁMOTTEVŐ ELŐNYÖKKEL BÍR

Ahogy a mindennapi életünkben megkerülhetetlenek, úgy a tanulási-tanítási folyamatban is mind nagyobb szerepet játszanak a digitális eszközök és az egyre több területet behálózó internet. Miután szinte felfoghatatlan adat- és információmennyiség vált könnyen elérhetővé, ezzel párhuzamosan megnőtt annak jelentősége, hogy képesek legyünk a megfelelő információkat megtalálni, elérni, kiválasztani, ítéletet alkotni róluk és alkalmazni őket. Az Országos kompetenciamérés mindig is a reális szituációkba helyezett problémamegoldás vizsgálatát célozta, így nem hagyhatjuk figyelmen kívül a tényt, hogy mindennapjainkban mind a különböző fajta szövegekkel való találkozás, mind a matematikai és természettudományos problémamegoldás jellemzően digitális (sőt online) környezetben történik, amivel egyfelől újfajta eszközök váltak elérhetővé a felhasználók számára, másfelől ezek megfelelő kezelése új kihívások elé állítja őket, és újfajta képességeket kíván meg tőlük.

A digitális mérések azzal a tagadhatatlan előnnyel járnak, hogy újfajta, korszerű digitális tartalmak mérését és digitális eszközök alkalmazását teszik lehetővé, amire egy papíralapú teszt nem alkalmas. Ennek következtében a már meglévő mérési területeken új tartalmak, eszközök jelennek meg, illetve új mérési területek is létrejöhetnek, és olyan innovatív feladatok is létrehozhatók, amennyiben adott a megfelelő technológia, amelyek során a feladatmegoldás konkrét lépései (pl. egy weboldal-szimulációban szereplő oldalak közötti tájékozódás) válnak az értékelés alapjaivá.

Azonban a tesztek tartalmától függetlenül is fontos szakmai előnyökkel jár az elektronikus tesztelés. Pusztán a mérés folyamatának automatizálásával nő a tesztek objektivitása. A tesztválaszok automatizált rögzítése és – ahol lehetséges – javítása, valamint a tesztbe épített, minden tanuló számára elérhető segédeszközök (pl. számológép) növelik az esélyegyenlőséget és a tesztek megbízhatóságát. A számítógépes kitöltés révén a tanulói válaszokon kívül más adatok is elérhetőkké és az elemzésekbe bevonhatók-ká válnak: Mennyi ideig foglalkozik a tanuló egy feladattal? Hányszor lép/lapoz vissza ugyanoda? Nem utolsósorban az elektronikus tesztmédiium közelebb áll a tanulók számára megszokott digitális terekhez, mint a papír-

alapú tesztfüzetek és feladataik, ezért a tanulók szívesebben töltenek ki számítógép-alapú tesztek.

Mérés módszertani szempontból az elektronikus tesztelés egyik legnagyobb előnye az adaptivitás lehetősége. Röviden összefoglalva ez azt jelenti, hogy a mérés folyamán, ahogy a tanuló halad előre a feladatokkal, a mérési szoftverbe beépített algoritmus a gyermek válaszai alapján számításokat végez, és az így létrejött képességbecslésnek megfelelően a tanulói képességhez leginkább illeszkedő feladatot/blokkot osztja ki számára. Így az azonos csoportba (pl. évfolyamba) tartozó tanulók azonos feladatbankból építkező, de nem feltétlenül azonos feladatokból álló tesztváltozatokat töltenek ki, viszont a „személyre szabott” tesztváltozatuk jóval közelebb lesz a saját képességszintjükhöz. A hagyományos, viszonylag sok átlagos nehézségű és kevesebb könnyű, illetve nehéz feladatot tartalmazó tesztek inkább az átlagos képességű tanulók teljesítményét mérik pontosan. Az adaptív mérés révén viszont a leggyengébb és a legjobb teljesítményű tanulók teljesítményének mérése is megbízhatóbbá válik. Emellett az is fontos előnye ennek a megoldásnak, hogy a tanulók számára motiválódóbb egy olyan teszt megoldása, amelyben több, a képességüknek megfelelő feladattal találkozhatnak, mint egy hagyományos tesztben.

A különféle adaptív megoldások közül az itemalapú adaptív tesztelés (azaz egy olyan mérés, amely minden egyes kérdés után eldönti, hogy könnyebb vagy nehezebb kérdést kapjon-e a tanuló) hozza a legmegbízhatóbb eredményt. Ugyanakkor ez tartalmilag nehezen szabályozhatóvá teszi a tesztek, hiszen csak a kérdések nehézségén múlik, milyen feladat kerül a gyerekek elé. Ezt a gondot az előre összeállított, adott nehézségű, de tartalom és gondolkodási művelet szempontjából változatos feladatblokkokat alkalmazó adaptív tesztelés alkalmazása oldja meg. A blokkok használata lehetővé teszi azonos szituációval, szöveggel rendelkező feladatsorok szerepeltetését is az adaptív tesztekben. Az itt ismertetett változatokon túl az egyes adaptív tesztek jellemzőit számos tényező befolyásolhatja. Milyen nehézségű feladattal vagy blokkal kezdődik a mérés? Mi a kiosztás alapjául szolgáló számítások módszere? Hány szakaszból áll a teszt, és adott szakaszon belül hányféle nehézségű blokk áll rendelkezésre? Hány feladattal állnak az egyes blokkok, illetve maga a teszt? Mikor fejeződik be a mérés? Mindebből látszik, hogy az adaptív mérés megfelelő kialakításához számos

olyan kérdést kell tisztázni, amelyek nagy részére nincs univerzális jó válasz, mivel az nagyban függ a mérés céljától és jellemzőitől.

Végül essék szó a digitális mérések járulékos előnyeiről is. Bár az elektronikus tesztelésre való átállás nagyobb indulási költségekkel jár, hiszen a szükséges infrastruktúra kialakítása mellett a mérési szoftvert is ki kell fejleszteni, illetve az adaptív tesztelés miatt több, míg a tartalmi fejlesztések következtében részben komplexebb, vagyis drágább feladatokat kell létrehozni, addig a nyomda-, csomagolási, raktározási és szállítási költségek kiesésével hosszútávon olcsóbb, könnyebben kezelhető, rövidebb átfutási idejű és egyszerűbb fenntartású, valamint környezetkímélőbb mérést nyernünk.

Mindez természetesen nem hagyja érintetlenül a mérés megszokott eljárásrendjeit, hiszen egy nagyságrendileg háromezer tanuló részvételével zajló elektronikus felmérés biztonságos lebonyolítása szervezési és technikai kérdések sorát veti fel. Bár jelenleg a jóval kisebb tanulói részvétellel járó próbamérések zajlanak, a digitális mérések koncepcionális-tartalmi vonatkozásainak kidolgozása mellett természetesen az adminisztratív-szervezési folyamatok átalakítása is folyamatban van, ezek azonban nem képezik ennek a kiadványnak a tárgyát.

A fentiekben felsoroltak tehát a jelenlegi és jövőbeni fejlesztések kevertrendszerét határozzák meg. Az elektronikus tesztelés jó néhány előnyét már most, a fejlesztések első szakaszában ki tudjuk aknázni, néhányukat lépcsőről lépésre fogjuk megvalósítani. A következő fejezetekben bemutatjuk, hogy az Országos kompetenciamérés digitális átállásának első szakasza, vagyis az első próbamérések lebonyolítása milyen technikai és koncepcionális keretek között zajlik, és milyen irányban tervezzük a további fejlesztéseket, amelyek lezárultával sor kerülhet a végleges digitális tartalmi keretek és eljárásrendek kidolgozására is.

Az új, digitális mérésekkel kapcsolatos online hozzáférhető információk körét folyamatosan bővítjük, az érdeklődő érintettek itt érhetik el: [https://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/digitalis\\_orzagos\\_meresek/altalanos\\_leiras](https://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/digitalis_orzagos_meresek/altalanos_leiras)

# A MÉRÉSI SZOFTVER

OKM





## A MÉRÉSI SZOFTVER FELÉPÍTÉSE

Ebben a fejezetben azt a mérési szoftvert mutatjuk be, amely az elektronikus mérési rendszer tesztjeit kiközvetíti a tanulók számára, majd a feladataikra adott válaszaikat begyűjti. A rendkívül komplex, moduláris felépítésű szoftvernek azonban csak az egyik funkciója a mérések kiközvetítése. Emellett tartalmazza a *feladatbankot*, amelyben a feladatírók létrehozzák a tesztfeladatokat (a feladatbankhoz kapcsolódik a tesztekben felhasznált médiaelemek tárolására szolgáló *médiatár*, valamint itt érhető el a feladatok adatlapjai is), majd itt történik a tesztverziók összeállítása és a mérések szervezése. A mérést követően a szoftver végzi el a feladatok automatikus *kiértékelését* és – a későbbi fejlesztéseket követően – a statisztikai vizsgálatok egy részét is. A mérési szoftver tehát a mérések teljes életciklusát végigköveti a feladatok fejlesztésétől a tesztösszeállításon, a mérésszervezésen és a mérések lebonyolításán át a kiértékelésig és az elemzésekig, és a mérési ciklusok minden fázisában archívumként is funkcionál a mérésekhez kapcsolódó legfontosabb munkafolyamatok zömét magába sűrítve.

Mindebből kiadványunk témája szempontjából leginkább az lehet érdekes, hogy a tanulók milyen tesztfelülettel, azon mely navigációs lehetőségekkel, feladatformákkal és digitális elemekkel találkoznak, amikor az elektronikus tesztek feladatait megoldják, vagyis: technikailag mi változik a papíralapú kitöltéshez képest? A mérési szoftvert ezért a következőkben a felhasználói (tanulói) oldalról mutatjuk be a kevert műveltségi feladatsorok keretében fejlesztett feladatlapok példáin keresztül. Az elektronikus tesztfelület és a digitális tesztfeladatok megjelenítése egy nyomdai kiadványban csak korlátozottan megvalósítható, ezért a három feladatlapot (*A Balaton vízállása*<sup>6</sup>, *Dinoszauruszok*<sup>7</sup>, *Telefonvásárlás*<sup>8</sup>) nem tudjuk teljes egészükben itt közzétenni, a beillesztett illusztrációk révén azonban igyekszünk a tesztfelület legfontosabb ismérveit kiemelni és megmutatni. *A mérés indítása* című részből az is kiderül, hogy a mérési szoftverrel hogyan lehet közvetlenül megismerkedni.

---

6 <https://www.tehetsegkapu.hu/feladatbank/feladatlapGyakorlo/7654>

7 <https://www.tehetsegkapu.hu/feladatbank/feladatlapGyakorlo/7689>

8 <https://www.tehetsegkapu.hu/feladatbank/feladatlapGyakorlo/7661>

Fontos megjegyezni, hogy a mérési szoftver fejlesztése jelenleg is zajlik, így ebben a fejezetben azt igyekszünk bemutatni, hogy a 2021. tavaszi elektronikus próbaméréseken mivel fognak találkozni a tanulók, de röviden a jövőbeni fejlesztésekre is kitérünk.

## HOGYAN VÁLTOZIK A TESZTEK KITÖLTÉSE?

A legfontosabb változás kétségkívül az, hogy a tanulóknak nem a tesztfüzetben, hanem asztali számítógépen vagy laptopon kell megoldaniuk a tesztfeladatokat. A feladatok és az azokhoz tartozó szövegek, ábrák a képernyőn jelennek meg, a tanulóknak onnan kell elolvasniuk őket. A teszten belüli navigáció nem lapozással történik, hanem a megfelelő gombokra való kattintással és görgetősávok használatával, a feladatok megoldásához pedig ugyancsak a megfelelő gombokra kell kattintani, legördülő menüket kell kezelni, elemeket kell a helyükre húzni (mindezt az egér segítségével), vagy a választ egy szövegdobozba kell begépelni a billentyűzeten. Jól látható, hogy a tanulóknak nagyon egyszerű, alapvető technikai műveleteket kell végrehajtaniuk, az egérhasználat és (kisebb részt) a gépelés az a két elemi képesség, amely a tesztek megoldásához szükséges.<sup>9</sup>

A fenti műveleteket akár okostelefonon vagy táblagépen is el lehetne végezni, ezek használatát azonban a mérések során alapvetően kerülni akarjuk.

A helyes válaszra kattintást igénylő (feleletválasztásos) feladatok kezelése egyszerűbbé válik azáltal, hogy a jelölés jóval könnyebben visszavonható és javítható, mint a tesztfüzetekben a satírozás, így a tanulók a feladaton való gondolkodás során bátran próbálgathatják a megoldásokat. Bár a gépelés nehézséget jelenthet egyes tanulóknak (miközben másoknak éppen ellenkezőleg, könnyebbséget jelenthet a kézíráshoz képest), hosszabb szövegek begépelését igénylő feladatok csak azokban az esetekben fordulnak elő az egyes mérések tesztjeiben, amikor a feladat jellege miatt nem jöhet szóba más feladatforma.

---

<sup>9</sup> Az idegen nyelvi mérés és a tudatos médiamagatartás tesztjeiben nem fordulnak elő gépelést igénylő feladatok.

Ugyancsak előnyös változás, hogy a színek és a nagyítási lehetőség megjelenésével részletesebb ábrák is szerepelhetnek a feladatokban, és az újfajta tagolási lehetőségek révén a szövegek, ábrák (stimulusok) közvetlenül a feladatok mellett helyezhetők el, így a szövegben és a hozzá tartozó feladatokban egymástól függetlenül lehet előre haladni (vagy visszalépni). A feladatokban új, interaktív elemek is helyet kaphatnak, amelyek csak elektronikus tesztmédiumon alkalmazhatók.

Fontos kiemelni, hogy a tesztfelület minden eleme úgy lett kialakítva, hogy a tanulók számára ne okozzon gondot a kezelésük, és a mérési szoftverben elérhető gyakorlófeladatokkal, valamint a konkrét tesztek elé beillesztett útmutatókkal is segítjük a tanulókat a tesztfelület kezelésének elsajátításában (erről bővebben a következő részben lesz szó). Bár a mérés médiuma elektronikus, a teszt megoldása során a tanulók rendelkezésére állnak jegyzetpapírok is jegyzetek készítéséhez, számításaik, ötleteik leírásához. A felmérésvezetők a mérés végén begyűjtik, majd megsemmisítik a jegyzeteket, vagyis ezek mindössze segédeszközt jelentenek, a rajtuk szereplő tartalmakat semmilyen formában nem vesszük figyelembe a tesztek kiértékelésekor.

## A MÉRÉS INDÍTÁSA

A mérés felmérésvezető jelenlétében zajlik. Az ő feladata többek között, hogy felügyelje a mérés lefolyását, valamint a mérést megelőzően előkészítse a számítógépeket a tanulók számára, és a tesztkitöltést megelőző adminisztratív lépések során kísérje és segítse a tanulókat. A mérés elindításához a böngésző címsorába a következőt kell begépelni: [tehetsegkapu.hu](http://tehetsegkapu.hu)<sup>10</sup>. (A problémamentes működéshez a Google Chrome böngésző ajánlott.) Ekkor a TehetségKapu címdala jelenik meg.


A baloldali menü alján található *Mérés indítása* gombra kattintva lehet elindítani a mérést, ezt követően kerül sor a tanulók beléptetésére és azonosítására. A többlépcsős folyamat során előbb egy egyedi kódot kell begépelni, amelyet a rendszer generál minden mérés esetében, majd

---

<sup>10</sup> Közvetlen elérés: [tehetsegkapu.hu](http://tehetsegkapu.hu)

a tanulók egyéni kitöltői azonosítóját. A szükséges kódokat a felmérésvezető bocsátja a tanulók rendelkezésére. A tanulóknak teljes képernyős nézetben kell megoldaniuk a tesztet.

LINK

A tényleges mérés elindítása előtt a tanulók megismerkednek a teszt *bevezetőjével*, amely röviden bemutatja a mérést, és az *Útmutóval*, amely a teszt kitöltését, valamint a digitális feladatformák és más eszközök használatát mutatja be interaktív módon. Az adott mérési területre kifejlesztett, részletes *Útmutóval* a tanulók még a mérés előtt megismerkednek a mérési szoftverben. Jelenleg az *Útmutó* első verziója bárki számára elérhető<sup>11</sup> és kipróbálható a menüsor Tehetség gondozás gombjára, majd a kilistázott Gyakorló feladatlapok között az *Útmutó* mellett található  ikonra, végül a megnyíló oldalon a Kitöltés gombra kattintva.



**1. ábra** Az online mérési szoftver nyitóoldala teljes képernyős nézetben

A bevezető és az *Útmutó* megismerése nincs időhöz kötve, tervezett ideje a mérés jellegétől függően 15-20 perc. Az *Útmutó* lezárása után kerül sor a tulajdonképpeni teszt elindítására. Az *Útmutón* a felmérésvezető vezeti végig a tanulókat, akik akkor indítják el a tesztet, amikor a felmérésvezető engedélyt ad erre.

<sup>11</sup> <https://www.tehetsegkapu.hu/feladatbank/feladatlapGyakorlo/13815>

## A TESZT FELÉPÍTÉSE, NAVIGÁLÁS A TESZTEN BELÜL

A mérés jövőbeli szerkezetének kialakítása jelenleg is folyamatban van. A 2021. tavaszi elektronikus próbamérésen a következőkben bemutatott teszt-felépítéssel és navigációs lehetőségekkel fognak találkozni a tanulók.

A mérési feladatokból felépülő teszt kitöltése időhöz kötött. Egy mérési napon egy vagy több mérési terület tesztjét is kitölthetik a tanulók. A képernyő jobb felső sarkában láthatják, hogy a teszt hányadik feladatánál járnak, valamint itt jelenik meg a kitöltési időből hátralévő időt mutató visszaszámláló is.



**2. ábra** A feladat- és idő-vissziszámláló ikonjai

A tesztek *feladatlapokból* épülnek fel, egy feladatlapon belül egy vagy több feladat szerepelhet: utóbbi esetben a feladatok (részben) azonos feladatsituációval rendelkeznek. A tanuló adott feladatlapon belül mindig szabadon mozoghat az abban szereplő feladatok között. A képernyő bal alsó sarkában lévő *Előző* és a jobb alsó sarokban lévő *Következő* gombok segítségével tud értelemszerűen előre vagy hátra lépni, továbbá a feladatok fölött a feladatlapon szereplő valamennyi feladat sorszámát egybefűzve látja, így a megfelelő számra kattintva közvetlenül is elérheti a kívánt feladatot. Kék szín jelzi azt a feladatot, amelyen éppen dolgozik, zöld a megválaszolt, piros a még nem megválaszolt, míg narancssárga a részben megválaszolt feladatokat.



**3. ábra** A feladatlapon feladatösszesítőjének ikonja a különböző színjelekkel

A feladatlapon között nincs szabad átjárás, tehát a tanuló csak az adott feladatlapon lezárásával léphet tovább a következőre, és ezt követően az előző feladatlapon feladatai már nem elérhetők számára. Ez a tesztfelépítés lehetőséget nyújt a blokkalapú adaptív tesztelésre való későbbi továbblépésre is, amelyről a fejezet végén lesz szó.

## TESZTMEGJELENÍTÉS 1.: VERTIKÁLIS ELVÁLASZTÁS

A mérési szoftverben a tesztmegjelenítés *rugalmas* vagy *állandó szélességű* lehet. Előbbi esetben a tesztablak alkalmazkodik a képernyő méretéhez, utóbbi esetben egy előre meghatározott szélességű sávban jelenik meg valamennyi képernyőn. Bár a rugalmas megjelenítés számos esetben kedvezőbb, a tanulói méréseknél kiemelten fontos, hogy a tanulók előtt azonos módon jelenjenek meg a feladatok, ezért a mérésekben terveink szerint a kötött nézetet alkalmazzuk. A mérés kitöltése asztali számítógépeken és laptopokon ajánlott, ahol a kijelző legalább 1200 pixel (hosszvetőleg 32 cm) széles.

A tesztmegjelenítésnek két további formája áll rendelkezésre aszerint, hogy a feladatlap törzse hol jelenik meg a feladatokhoz képest. Azokban az esetekben, amikor egy feladatlapban több feladat szerepel, amelyek közös kiindulópontoz (stimulushoz) kapcsolódnak, lehetőség van ezek *elkülönített* megjelenítésére. A közös stimulus, valamint a kapcsolódó feladatok között függőlegesen oszlik meg a tesztablak, vagyis a feladatlap valamennyi feladata mellett ugyanaz a tartalom jelenik meg a bal oldali részen (ezt nevezzük a továbbiakban *feladatlap-törzsnek*), míg a jobb oldali részen lehet előre és hátra lépni a feladatok között az *Előző* és *Következő* gombok segítségével. A két részben egymástól függetlenül lehet görgetni.

The screenshot shows a test interface with two main sections. The left section contains the task description: 'Kevert műveltségi feladatsorok: A Balaton vízállása'. Below the title, there is a paragraph of text describing the task, followed by a navigation bar with buttons for '1. cikk', '2. cikk', '3. cikk', '4. cikk', 'Ábra', and 'Kísérlet'. Below the navigation bar is a 'Kísérleti napló' section with a text entry field. The right section contains a stimulus text: 'Lillát megdöbentette, mekkora mennyiségű víz párolog el naponta a Balatonból, ezért vizsgálatokat végzett, hogy kiderítse, mely tényezők befolyásolják a párolgást. A kísérletleírást az utolsó fülön találod.' Below this is a question: 'Mit tapasztalt Lilla a három kísérlet során? kattints az összes helyes válaszra!'. There are five radio button options labeled A through E.

Kevert műveltségi feladatsorok: A Balaton vízállása

Lilla Siófokon lakik, a Balaton mellett. Mivel vízügyi mérnök szeretne lenni, figyelemmel kíséri a Balatonról szóló vízügyi jelentéseket, és saját méréseket és kísérleteket is rendszeresen végez. A következő anyagok Lilla gyűjteményéből valók: segítségével megismerheted a vízszint mérésének módszerét és három időszak vízállással kapcsolatos adatait, végül Lilla egyik kísérletének a leírását is megtalálod.

Ismerkedj meg Lilla gyűjteményével, és válaszd a kapcsolódó kérdésekre!

1. cikk 2. cikk 3. cikk 4. cikk Ábra **Kísérlet**

**Kísérleti napló**

Elő kísérletemben 3 egyforma pohárba ugyanolyan mennyiségű, de különböző hőmérsékletű vizet tettem, majd egy óra múlva megmértem a

Lillát megdöbentette, mekkora mennyiségű víz párolog el naponta a Balatonból, ezért vizsgálatokat végzett, hogy kiderítse, mely tényezők befolyásolják a párolgást. A kísérletleírást az utolsó fülön találod.

**Mit tapasztalt Lilla a három kísérlet során?** kattints az összes helyes válaszra!

A Az első kísérletben a legtöbb víz az 1. mintában maradt.

B Az első kísérletben a 2. és 3. mintából ugyanannyi víz párolgott el.

C A második kísérlet végén a láboshoz és a pohárban ugyanannyi vizet mért Lilla.

D A harmadik kísérletben több víz párolgott el abból a pohárból, ami a ventilátor elé került.

E A három vizsgálat után a legkevesebb víz a 2. mintából maradt a kísérlet végére.

**4. ábra** Osztott megjelenítésű tesztfelület képeinek részlete balra a feladat-lapszituációval és alatta a stimulusokkal, jobbra pedig az egyik feladattal, amely kinagyítva látható a 8. ábrán

Ez a tesztmegjelenítés azokon a mérési területeken előnyös, amelyek tartalmaznak közös stimulushoz tartozó feladatokat; ilyen mindenekelőtt a szövegértés, de a matematika és a természettudomány, valamint a tudatos médiamagatartás mérési terület tesztjeiben is ezt az elrendezést alkalmazzuk, miután ezekben is szerepelnek kontextusukban összefüggő feladatok, és az információban gazdag önálló feladatok is áttekinthetőbbek így.

## TESZTMEGJELENÍTÉS 2.: TELJES TESZTABLAHOT KITÖLTŐ FELADAT

Elkülönített megjelenítés esetén is lehetősége van a tanulóknak arra, hogy adott feladatot a teljes tesztáblakban nézze meg (akár így is oldja meg), sőt lépegethet is így a feladatok között. A feladatlap-törzs jobb felső sarkában lévő << ikonra kattintva be tudja zárni a bal oldali részt, hogy a feladat kitöltse az egész tesztáblakot. A >> gombra kattintva pedig bármikor újra meg tudja nyitni a feladatlap-törzset, és ezekkel az eszközökkel bármikor élhet a tesztkitöltés során.



Lillát megdöbbenetette, mekkora mennyiségű víz párolog el naponta a Balatonból, ezért vizsgálatokat végzett, hogy kiderítse, mely tényezők befolyásolják a párologást. A kísérletleírást az utolsó fülön találod.

**Mit tapasztalt Lilla a három kísérlet során?** Kattints az összes helyes válaszra!

- A Az első kísérletben a legtöbb víz az 1. mintában maradt.
- B Az első kísérletben a 2. és 3. mintából ugyanannyi víz párologott el.
- C A második kísérlet végén a lábosban és a pohárban ugyanannyi vizet mért Lilla.
- D A harmadik kísérletben több víz párologott el abból a pohárból, ami a ventilátor elé került.
- E A három vizsgálat után a legkevesebb víz a 2. mintából maradt a kísérlet végére.

**5. ábra** A 4. ábrán szereplő feladat képe teljes képernyős nézetben, a feladatlap-törzs bezárása után; a feladat kinagyítva látható a 8. ábrán



A szoftver lehetőséget nyújt a tesztek összeállítói számára olyan teszt-megjelenítés választására, amelyben a feladatok kitöltik az egész ablakot, és a feladatlaptörzs a feladat tetején jelenik meg. Ebben az esetben tehát a feladatlaptörzs és a feladat között vízszintes elválasztást alkalmazunk. Mivel nem szerencsés, ha a tesztben szereplő kérdések megválaszolásához feladatlaponként eltérő mértékben kell legörgetni, ezért ez a tesztmegjelenítés az egymástól kontextusukban is független, rövidebb feladatokat tartalmazó mérési területek esetében előnyös, mint amilyen az idegen nyelvi mérés. Ezekben a tesztekben tehát a feladatok a teljes tesztablakot kitöltik (úgy, mint a fenti képen, csak a baloldali keskeny függőleges sáv nélkül), és a feladatoknak nincs közös részük, vagyis nincs feladatlaptörzs.

A különböző mérési területek tesztjeiben kizárólag azonos elrendezésű feladatok szerepelnek, hogy a különböző elrendezések közötti váltásokkal ne terheljük a tanulókat.

## FELADATFORMÁK

A tesztekben a következő feladatformák szerepelhetnek:

- egyszerű választás,
- többszörös választás,
- kategóriaválasztás,
- legördülő menüből választás,
- „fogd és vidd”,
- szabad szöveges válasz.

A papíralapú feladatokban megszokott feladatformák mellett az elektronikus tesztekben újabbak is megjelennek, illetve azonos vagy hasonló mérési funkciók különböző technikai megvalósításokban is elérhetők. Ezáltal úgy válnak változatosabbakká a tesztek, hogy az alkalmazott feladatformák mennyisége átlátható marad, a kezelésük könnyű. Több olyan is van, amelyek azonos elven (címkére kattintás) működnek, ám ezek megjelenítésükben elkülönülnek egymástól, emellett feladatformánként egységes feladatinstrukciókat használunk, ami ugyancsak segíti a tanulókat annak felismerésében, hogy a helyes válasz megadásához mely technikai művelet(ek) elvégzése szükséges.

A feladatformák kezeléséről az itt következőknél részletesebb tájékoztatást nyújt az *Útmutató*, mérési szerepükről pedig az egyes mérési területek *Tartalmi keretei*.

Az egyes feladatformák a válaszformátumuk alapján lehetnek zárt vagy nyílt végűek, illetve automatikusan értékelhetők vagy szakértői kódolást igénylők. Automatikusan értékelhetők a zárt végű, illetve a nyílt végűek közül a szám beírásával megválaszolható feladatok: ezekben az esetekben a mérési szoftver végzi el – a bevitt értékeknek megfelelően – a tanulói válaszok értékelését. A nyílt végű, szöveges válaszok esetében (amennyiben az adott teszt tartalmaz ilyen) továbbra is szakértői értékelés szükséges.

Feladatforma	Feladat jellege	Értékelés módja
Egyszerű választás	zárt végű	automatikus
Többszörös választás		
Kategóriaválasztás		
Legördülő menüből választás		
„Fogd és vidd”		
Szöveges válasz (szám)	nyílt végű	szakértői
Szöveges válasz (szöveg)		

## 2. táblázat A mérési szoftverben szereplő feladatformák összesítése

Egy feladaton belül – ha mérési szempontból indokolt – több kérdés is szerepelhet, ebben az esetben komplex feladatról beszélünk. A komplex feladatok lehetnek homogének vagy vegyesek aszerint, hogy egy vagy több feladatformát alkalmazunk.

### Egyszerű választás

Talán a legismertebb feladatforma a szabad szöveges válasz mellett. A válaszlehetőségek között egy helyes van, ezért a rendszer csak egyet enged kiválasztani. A válaszopciók címkéi, amelyekre kattintani kell, köralakúak/lekerekítettek, és tartalmazhatnak tetszőleges karaktereket (tipikusan betűket), vagy lehetnek üresek. A válaszlehetőségek száma korlátlan, de a mérésekben leggyakrabban 4 válaszlehetőség közül kell kiválasztani a helyes megoldást. A válaszopciókat képek is helyettesíthetik. A képek ebben az esetben nem nagyíthatók.

**Mi lehet az aszteroida-becsapódás fizikai bizonyítéka a kisbolygóelméletet bemutató szöveg szerint? Kattints a helyes válaszra!**

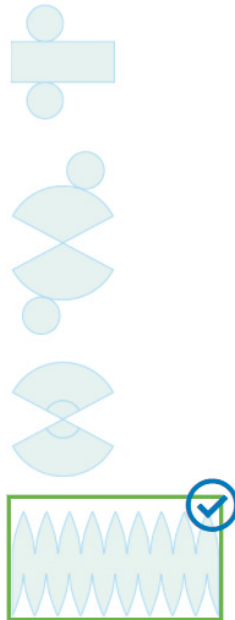
- A a növényi és állati maradványok
- B egy kémiai anyag jelenléte az üledékekben
- D porréteg az üledékekben
- C több helyszínen megtalált meteoritkőzet

**6. ábra** Egyszerű választásos feladat képe bejelölt helyes válasszal

---

Gábornak már van egy makettje a Földről, ennek elkészítéséhez egy labdát használt alapnak, ezt vonta be papírral.

**Melyik háló a legalkalmasabb a labda bevonására? Kattints a helyes válaszra!**



**7. ábra** Egyszerű választásos feladat képe bejelölt helyes válasszal, a válaszlehetőségek itt képek

---

## Többszörös választás

A tanulónak több válaszlehetőség közül kell kiválasztania a megfelelőket, ugyanis egynél több válasz helyes, ezért a rendszer több választ is enged kiválasztani. A válaszopciók címkéi szögletesek, ezáltal egyértelműen megkülönböztethető az egyszerű választástól. Ennél a típusnál is lehet képeket beilleszteni válaszopciókként.

Lillát megdöbbsentette, mekkora mennyiségű víz párolog el naponta a Balatonból, ezért vizsgálatokat végzett, hogy kiderítse, mely tényezők befolyásolják a párologást. A kísérletleírást az utolsó fülön találod.

**Mit tapasztalt Lilla a három kísérlet során?** Kattints az [összes](#) helyes válaszra!

- A** Az első kísérletben a legtöbb víz az 1. mintában maradt.
- B** Az első kísérletben a 2. és 3. mintából ugyanannyi víz párologott el.
- C** A második kísérlet végén a lábosban és a pohárban ugyanannyi vizet mért Lilla.
- D** A harmadik kísérletben több víz párologott el abból a pohárból, ami a ventilátor elé került.
- E** A három vizsgálat után a legkevesebb víz a 2. mintából maradt a kísérlet végére.

**8. ábra** Többszörös választásos feladat képe bejelölt helyes válaszokkal

## Kategóriaválasztás

Ebben a feladatformában egymással össze nem függő állításokról kell eldönteni, hogy azok melyik kategóriába tartoznak (pl. igaz vagy hamis) kettő vagy több csoportnév alkalmazásával. Ha soronként csak egy jó válasz van (kizárólagos választás), akkor a válaszlehetőség címkéje lekerekített, ha több, akkor szögletes. Ez tehát – a többszörös választáshoz hasonlóan – önmagában is összetett feladatnak tekinthető, amelynek a megoldása csak akkor helyes, ha valamennyi sorban jó válasz született.

**A tájékoztató alapján melyik IGAZ (I), illetve melyik HAMIS (H) az alábbi állítások közül?** Kattints minden sorban a helyes válaszra!

<input checked="" type="radio"/> I	<input type="radio"/> H	A hagyományos mobiltelefonok használatának is van előnye az okostelefonokkal szemben.
<input type="radio"/> I	<input checked="" type="radio"/> H	Az előlapi kamera felbontása a legtöbb esetben megegyezik a hátlapiéval.
<input type="radio"/> I	<input checked="" type="radio"/> H	A képfelvétel minősége kizárólag a telefon kamerájának felbontásán múlik.
<input checked="" type="radio"/> I	<input type="radio"/> H	A rögzített videók élvezhetősége szempontjából elvárható a másodpercenként legalább 60 képkockás rögzítési sebesség.

**9. ábra** Kategóriaválasztásos feladat képe valamennyi sorában bejelölt helyes válasszal

## Legördülő menüből választás

A tanulóknak legördülő menüből kell kiválasztania a helyes válaszlehetőséget. Az egyszerű választáshoz hasonlóan egy legördülő menüben csak egy választ lehet kiválasztani, viszont a legördülő menü mondatba is ágyazható, így egy feladaton belül több is szerepelhet (ebben az esetben homogén komplex feladatról van szó). Elvileg bármennyi válaszlehetőséget tartalmazhat; ha egy feladatban több is szerepel, akkor kevesebb válaszopció alkalmazására is lehetőség van anélkül, hogy a jó megoldás könnyen meg-tippelhető lenne. Egy feladaton belül egyszerre mindig csak egy legördülő menü megtekintése (legördítése) lehetséges.

**Egészítsd ki az alábbi mondatot!** Használd a legördülő menüt a válasz megadásához!

A szöveg szerint az aszteroida becsapódása miatt a **fajok** 75%-a eltűnt a Föld színéről, ami azt jelenti, hogy

75%-a tűnt el.

- a Földön élő összes állat
- a Földön élő összes élőlény
- a szárazföldi és a vízben élő dinoszauruszok
- az azonos élőlényeket magukba foglaló csoportok

10. ábra Egy legördülő menüt tartalmazó feladat képe megnyitott legördülő menüvel

**A Lilla gyűjteményében szereplő cikkek alapján mely időszakban volt nyitva 2018-ban a siófoki zsilip?** Használd a legördülő menüt a válasz megadásához!

A zsilip februártól volt nyitva.

- márciusig
- áprilisig
- májusig
- júniusig

11. ábra Két legördülő menüt tartalmazó feladat képe az első esetben a kiválasztott helyes válasszal, a második esetben a megnyitott legördülő menüvel

## „Fogd és vidd”

Az elemek mozgatását igénylő, interaktív feladatformával változatos műveletek végezhetőek el: sorba rendezés, párosítás, halmazba sorolás – utóbbi esetben egy célelembe (nyelőbe) több forráselem is tartozhat, de egy forrás mindig csak egy nyelvbe húzható. A feladat nehezíthető, ha a források között kakukktojások is szerepelnek. Rövidebb szövegek mellett képek is alkothatják akár a forráselemeket, akár a célelemeket, amelyek rendkívül változatos elrendezésekben, akár egy ábrába vagy szövegbe ágyazva is megjelenhetnek a képernyőn. A képek forráselemekként nem nagyíthatók. Az itt következő két ábra a feladatformának a szövegbe ágyazható változatára mutat példát.

Gábor folyamatábrát készített az ízaverzió-tanulási mechanizmusról.

**Rendezd sorba a folyamat egyes lépéseit!**

Az adott étel elkerülése a továbbiakban	Enyhe mérgezési tünetek
Az íz és illat társítása a tünetekkel	Kóstelés kis mennyiségben
Új étellel való találkozás	

1.
2.
3.
4.
5.

**12. ábra** „Fogd és vidd” típusú feladat kiindulási képe, minden elem az eredeti helyén látható

Lilla összegyűjtött néhány tényezőt, amelyek a Balaton vízszintjét befolyásolhatják.

Melyik milyen hatást gyakorol ezek közül a Balaton vízszintjére? Húzd az összes kifejezést a neki megfelelő helyre!

Magas hőmérséklet a Dunántúlon

Magas vízállás a Dunán

Sok csapadék az Alpokalján

**Csökkenti a Balaton vízszintjét:**

Aszály a Zala folyón

**Megemeli a Balaton vízszintjét:**

Esőzések a Balaton-felvidéken

**Nem befolyásolja a Balaton vízszintjét:**

**13. ábra** „Fogd és vidd” típusú feladat többszörös választásos verziója megoldás közben: két elem már egy-egy nyelőben



## Szöveges válasz

Technikailag megkülönböztetünk szám beírását és szöveg beírását igénylő feladatot. Előbbi esetben csak szám (és tizedesvessző vagy -pont, illetve + és - jel) beírását engedi a rendszer, és a szövegdoboz jellemzően kisebb. Ezek, bár nyílt végűek, automatikusan kiértékelhető feladatok. Utóbbi esetben nagyobb szövegdoboz áll a tanulók rendelkezésére, akik a szövegdobozba kattintva tudják begépelni a válaszukat, amelyek mindig szakértői kódolást igényelnek. (Bár lehetőség van a szöveges válaszok automatikus kiértékelésére is, még egyszavas válaszok esetében sem valószínű, hogy minden elfogadható válaszvariánst eleve meg tudunk adni előre, ezért ilyen esetekben mindig szükség van a gépi kódolás szakértői felülvizsgálatára.)

A 3. cikkben szereplő adatok alapján hány százalékkal volt magasabb 2018. március 16-án a Badacsonynál mért vízszint a tó szabályozási vízszintmaximumánál? Gépeld be a válaszod!

%-kal

**14. ábra** Szám beírását igénylő szöveges válaszformátumot tartalmazó feladat kiindulási képe üres szövegdobozsal

---

Minek a hatását modellezte Lilla a 3. kísérleti elrendezésben?

Egy szóval válaszolj! Gépeld be a válaszod!

szél

**15. ábra** Szó beírását igénylő szöveges válaszformátumot tartalmazó feladat képe a szövegdobozba begévelt válasszal

---

Anna apukájának régi, tönkrement telefonját elektronikahulladékgyűjtőhelyen adják le.

**Miért helyes döntés ez környezetvédelmi szempontból?** Gépeld be a válaszod!

**16. ábra** Hosszabb szöveg beírását igénylő szöveges válaszformátumot tartalmazó feladat képe még üres, de a belekattintás miatt megvastagított szélű szövegdobozzal

## Komplex feladatok

Az egyes feladatformák legtöbbször önmagukban szerepelnek egy-egy feladatban, bár a legördülő menüből választás, mint fentebb láttuk, kiválóan működik úgy, hogy több (egyszerűbben megválaszolható) részfeladat alkot egy feladatot.

**Milyen paraméterekkel válasszanak telefont Annának az összehasonlító táblázat szerint, ha apukája a telefonálás mellett elsősorban gyakori internetezésre és zenehallgatásra szeretné használni a készüléket?** Használd a legördülő menüt a választás megadásához!

Anna apukája számára a fenti feltételek maradéktalan teljesítéséhez megfelelő egy

kijelzőjű,

kamerával,

processzorral,

mAh kapacitású akkumulátorral

rendelkező okostelefon.

**17. ábra** Sok legördülő menüt tartalmazó (homogén komplex) feladat képe a kiindulási állapotában

Ugyanígy szerepelhet egy feladaton belül több szövegdoboz is, amelyekbe a megoldás egy-egy elemét kell begépelni, például részeredményt és végeredményt vagy egy összetettebb feladat részválaszait (például összehasonlításnál külön a hasonlóságot és a különbséget vagy értékelésnél az előnyt és a hátrányt).

Ezekben az esetekben sokszor csak technikailag különülnek el egymástól a válasz egyes elemei, de arra is van lehetőség, hogy egy feladaton belül különböző feladatformákat ötvözzünk, például egyszerű választást és szabad szöveges választ, továbbá sok egyéb megoldás is elképzelhető, amelyek révén komplex, mégis egyszerűen (automatikusan) kiértékelhető feladatok jönnek létre. Amennyiben a komplex feladatban szereplő szabad szöveges válasz nem szám, hanem szöveg beírását igényli, szakértői értékelésre lesz szükség. Ezek közé tartozik az a papíralapú tesztekben is kedvelt feladatforma, amikor egy döntést és annak indoklását várjuk a tanulóktól. A döntés eredményét ilyenkor egyszerű választással vagy legördülő menüből választással kell megadni, míg az indoklást szöveges válaszként kell kifejtteni.

**Gábor szerint a dinoszauruszok utódainak tekintett madarak vizsgálatának eredménye ellentmond az új elméletnek. Egyetértesz Gábor véleményével?** Kattints a helyes válaszra! Válaszod a cikkre támaszkodva indokold!

A Igen, egyetértek.

B Nem értek egyet.

**Indoklás:**

Azért, mert a madarak más módon (a látvány alapján) ismerik fel a mérgező ételeket, így feltehetőleg náluk sem alakult ki az ívaverzió.

**18. ábra** Egy teljes körűen megoldott heterogén komplex feladat képe, amelyben először két, egymást kizáró válaszlehetőség közül kell kiválasztani a helyeset, majd be kell gépelni a választás indoklását a szövegdobozba

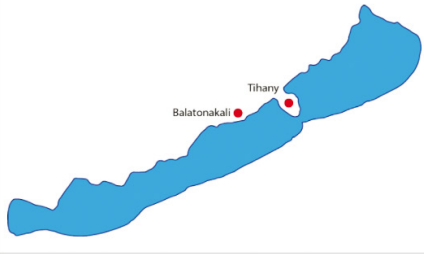
## DIGITÁLIS ELEMOK: FÜLEK

Ha egy feladatlaphoz több stimulus (ábra, szöveg) tartozik, vagy a szöveg túl hosszú, és szeretnénk csökkenteni a görgetés mennyiségét, lehetőség van arra, hogy a feladatlaptörzsben a böngészőkben szereplő ablakokhoz hasonló oldalakat hozzunk létre, amelyek között az ún. fülekre kattintva lehet váltani. Ezeknek lehet címet is adni, ezáltal informálhatjuk a tanulókat a tartalmukról, illetve a feladat szövegében is pontos utalást helyezhetünk el arra nézvést, hogy melyik oldalt kell megnyitni a feladat megválaszolásához.

1. cikk	2. cikk	3. cikk	4. cikk	Ábra	Kísérlés
---------	---------	---------	---------	------	----------

### A Balaton vízszintje

A Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság a Balaton partján jelenleg kilenc állomáson méri folyamatosan a tó dinamikus vízszintváltozását. A hullámzást, lengéseket és a kilendüléseket is rögzítő állomások adatai közül Balatonakali és Tihany adatai alkalmasak az úgynevezett statikus vízszint, vagyis az átlagos vízszint meghatározására. A Balaton-átlagot a Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság minden nap egyszer, reggel 7 órakor képezi a két állomás elmúlt 24 órás vízállásadatsorának átlagolásával.



Hogyan számolja ki a Balaton statikus vízszintjének értékét a Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság az 1. cikk szerint? Kattints a helyes válaszra!


- A A balatonakali és tihanyi mérőállomáson reggel 7 órakor mért adatok átlagolásával képezi.
- B A balatonakali és tihanyi mérőállomáson a megelőző 24 órában mért adatok átlagolásával képezi reggel 7 órakor.
- C A kilenc balatoni mérőállomás reggel 7 órakor mért adatainak átlagolásával képezi.
- D A kilenc balatoni mérőállomáson a megelőző 24 órában mért adatok átlagolásával képezi reggel 7 órakor.

**19. ábra** Egy hat fület tartalmazó feladatlaptörzs képének részlete, amelyen az első fül van megnyitva, mellette pedig egy olyan feladat látható, amelynek megoldásához az első fül tanulmányozása szükséges

1. cikk 2. cikk 3. cikk 4. cikk **Ábra** Kísérlés

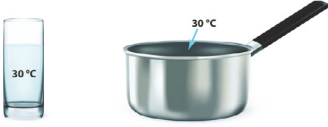
## Kísérlési napló

**Első kísérletemben** 3 egyforma pohárba ugyanolyan mennyiségű, de különböző hőmérsékletű vizet tettem, majd egy óra múlva megmértem a poharakban levő víz mennyiségét.



1. minta      2. minta      3. minta

**Második kísérletemben** ugyanolyan mennyiségű és hőmérsékletű vizet öntöttem egy vizespohárba és egy 20 cm átmérőjű lábosba. Egy óra múlva szintén megmértem a két edényben levő víz mennyiségét.



4. minta      5. minta

Lillát megdöbbenett, mekkora mennyiségű víz párolg el naponta a Balatonból, ezért vizsgálatokat végzett, hogy kiderítse, mely tényezők befolyásolják a párolgást. A kísérletleírást az utolsó fülön találod.

**Mit tapasztalt Lilla a három kísérlet során?** Kattints az [összes](#) helyes válaszra!

- A Az első kísérletben a legtöbb víz az 1. mintában maradt.
- B Az első kísérletben a 2. és 3. mintából ugyanannyi víz párolgott el.
- C A második kísérlet végén a lábosban és a pohárban ugyanannyi vizet mért Lilla.
- D A harmadik kísérletben több víz párolgott el abból a pohárból, ami a ventilátor elé került.
- E A három vizsgálat után a legkevesebb víz a 2. mintából maradt a kísérlet végére.

**20. ábra** Egy hat fület tartalmazó feladatlaptrözs képeinek részlete, amelyen a hatodik fül van megnyitva, mellette pedig egy olyan feladat látható, amelynek megoldásához a hatodik fül tanulmányozása szükséges

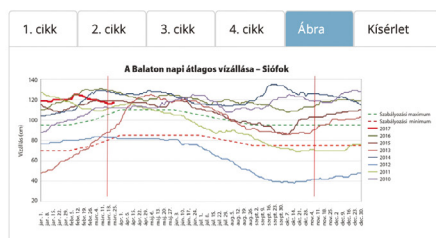
## MÉDIAELEMELK: KÉPEK, HANGOK, VIDEÓK

Valamennyi mérési területen alkalmazunk színes képeket, melyek lehetnek rajzolt ábrák, diagramok, táblázatok vagy fotók. Ezek (amennyiben nem választásiopciókban szerepelnek) megnyithatók és nagyíthatók, így részletes ábrák, infografikák is elhelyezhetőek a tesztekben.

### Kevert műveltségi feladatsorok: A Balaton vízállása

Lilla Siófokon lakik, a Balaton mellett. Mivel vízügyi mérnök szeretne lenni, figyelemmel kíséri a Balatonról szóló vízügyi jelentéseket, és saját méréseket és kísérleteket is rendszeresen végez. A következő anyagok Lilla gyűjteményéből valók: segítségével megismerheted a vízszint mérésének módszerét és három időszak vízállással kapcsolatos adatait, végül Lilla egyik kísérletének a leírását is megtalálod.

Ismerkedj meg Lilla gyűjteményével, és válaszolj a kapcsolódó kérdésekre!



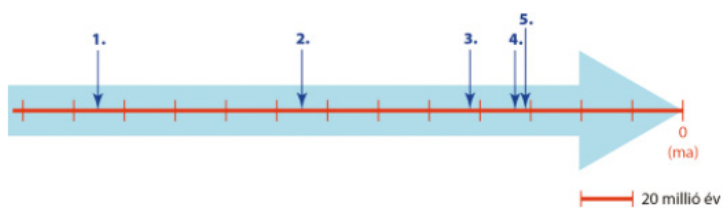
Lilla többféle diagramot talált, amelyek a Balaton vízállásadatait mutatják, ezek közül az egyiket megtalálod a szövegek után, az **Ábra** feliratú oldalon. A nagyításhoz kattints az ábrára!

**A diagramon szereplő adatok alapján melyik IGAZ (I), illetve melyik HAMIS (H) az alábbi állítások közül?** Kattints minden sorban a helyes választ!

- I  H A 3. cikkben szereplő szabályozási maximum értéke megegyezik a diagramon szereplő értékkel.
- I  H Egy olyan év volt, amikor a vízállás mindvégig a szabályozási maximum alatt maradt.
- I  H A legmagasabb vízállás meghaladta a 140 cm-t.

21. ábra Kép a szövegben

Gábor idővonalon ábrázolta a dinoszauruszok kihalásához vezető eseményeket.



1. A dinoszauruszok megjelenése
2. A virágos növények megjelenése
3. Mérgező növények fogyasztása
4. A meteorit becsapódása
5. A dinoszauruszok kihalása

**Mennyi ideig élhettek dinoszauruszok a Földön az alábbi idővonal alapján?** Kattints a helyes válaszra!

- A kb. 2 millió évig
- B kb. 20 millió évig
- C kb. 165 millió évig
- D kb. 605 millió évig

**22. ábra** Kép a feladatban

The screenshot shows a digital learning interface. At the top, there is a blue header bar. Below it, a horizontal timeline is displayed, starting from a point labeled '0 (ma)' (0 million years ago) on the right and extending to the left. The timeline is marked with vertical tick marks and a red arrow pointing to the right, indicating the direction of time. Five points are marked with blue arrows and numbered 1 through 5 from left to right. A scale bar below the timeline indicates a length of 20 million years. Below the timeline, there are two circular buttons, one with a minus sign and one with a plus sign. To the right of the timeline, there is a question in Hungarian: 'Mennyi ideig élhettek dinoszauruszok a Földön az alábbi idővonal alapján? kattints a helyes válaszra!' (How long could dinosaurs live on Earth based on the following timeline? Click the correct answer!). Below the question, there are two radio button options: 'A kb. 2 millió évig' (A. approx. 2 million years) and 'B kb. 20 millió évig' (B. approx. 20 million years).

**23. ábra** Kép a feladatban, a kép rákattintás után kinagyítva látható a teljes tesztablakban

Beágyazott *hangfájlokat* az idegen nyelvi mérés tesztfeladataiban alkalmazunk.

*Videók* beágyazása jelenleg még nem megoldott, de fontos fejlesztési cél, mivel a tudatos médiamagatartás mellett más mérési területen is alkalmazható mérési eszköz.



## INTERAKTÍV ELEMEEK

Az interaktív elemek – a videófájlokhoz hasonlóan – amellett, hogy érdekesebbé teszik a tesztek, tartalmi-pedagógiai innovációt is képviselnek, hiszen lehetővé teszik új képességek mérését.

A mérési szoftver jelenleg a következő interaktív elemet tartalmazza:

- **Polinomfüggvények ábrázolása**  
Adott fokú polinom együtthatóinak megadását követően az interaktív elem koordináta-rendszerben ábrázolja a függvényt. Az egyenlet paramétereit megváltoztatva az egyenes képe is megváltozik.
- **Kísérletszimuláció**  
A természettudomány területen játszik fontos szerepet, segítségével a tanulók többváltozós kísérleteket, megfigyeléseket szimulálhatnak. Az eszköz révén a változók manipulálása és így az összefüggések megállapítása válik lehetővé, a válasz megadása valamelyik feladatforma alkalmazása révén történik meg.

Fejlesztés alatt állnak a következő interaktív elemek:

- **Dinamikus táblázat**  
A táblázatok interaktív funkcióinak (sorba rendezés, szűrés, szumma), fejlesztése jelenleg folyamatban van. Ha az interaktív funkciók működnek, nagyobb mennyiségű adatot tartalmazó táblázatok is szerepelhetnek a mérési feladatokban. Jelenlegi, statikus formájukban több mérési terület feladataiban is szerepelnek táblázatok.
- **Weboldal-szimuláció**  
Elsősorban a tudatos médiamagatartás, másodsorban a szövegértés területen nyújthat lehetőséget arra, hogy az online műveletvégzés és olvasás egyes vonatkozásai kifinomultabban mérhetővé váljanak. Az elem a tervek szerint alkalmas lesz arra, hogy maga a műveletvégzés (pl. egy online űrlap kitöltése, a megfelelő linkre kattintás, keresési találat kiválasztása) jelentse a feladat megválaszolását; ez a fejlesztés tehát az elektronikus mérési innovációnak egy következő fázisát képviseli.

- 3D-alakzatok  
Tárgyak 3D-megjelenítése és forgatásának lehetősége a matematika mérési területen jelent fontos tartalmi innovációt.

## ESZKÖZPANEL (FEJLESZTÉS ALATT)

A digitális feladatformák és a digitális elemek nélkülözhetetlenek ahhoz, hogy jól működő elektronikus teszrendszer jöjjön létre, de léteznek további, kiegészítő eszközök is, amelyek megkönnyítik a tesztek kitöltését, egyúttal növelik a teszt objektivitását azáltal, hogy a tanulók számára azonos feltételeket teremtenek a feladatok megoldásához. A tervek szerint a későbbiekben a következő eszközök lesznek elérhetők a tanulók számára a kitöltés során azokban a feladatokban, amelyekben szükség lehet rájuk:

- Számológép  
Beépített számológép révén a számolást tartalmazó feladatoknál valamennyi tanuló azonos eszközt használ, így nő a tanulók közötti esélyegyenlőség. A számológép kezelése egyszerű, mivel csak azokat a műveleteket tartalmazza, amelyek a tesztekben szereplő feladatok megoldásához szükségesek.
- Szimbólumkészlet  
Amennyiben egy matematikafeladat megválaszolásához a tanulónak le kell írnia – vagyis be kell gépelnie – a gondolatmenetét, szükség lehet speciális szimbólumok használatára (ezek nagy része ugyan elérhető billentyűzetről, de csak billentyűzetkombinációval), valamint speciális matematikai kifejezések leírására. Ha az eszközpannelben elérhetők a szükséges szimbólumok, az technikailag megkönnyíti a feladatok megoldásának kommunikációját.
- Jegyzettömb  
A tanulókat a feladatok megválaszolásában, a részszámítások leírásában, jegyzetek készítésében segítheti a beépített jegyzettömb használata. A jegyzettömbre írt tartalmat nem menti el a rendszer, az csak arra szolgál, hogy a tanulót segítse a feladatmegoldás során. Az ide írt jegyzet másolható és beilleszthető a szöveges válaszmezőbe.

- **Vonalzó**  
A vonalzó eszköz forgatható, mozgatható és alaphelyzetbe állítható. Ezzel az eszközzel a tanuló egyenest tud fektetni adott pontokra, és le tudja mérni a távolságukat, ha a képernyőn a megfelelő helyre húzza, így a matematikatesztekben továbbra is lehet mérést igénylő feladatokat alkalmazni.
- **Segédlet**  
Olyan előhívható szövegdoboz, amely a feladatmegoldáshoz szükséges, kiegészítő információkat tartalmaz, mint amilyen a tesztfüzetek végén található képlettár.

## **ADAPTÍV TESZTDIZÁJN (FEJLESZTÉS ALATT)**

Az adaptív tesztelés jellemzőiről, előnyeiről és kihívásairól az első fejezetben volt bővebben szó. Számos nyomós érv szól amellett, hogy a méréseket az adaptivitás irányába fejlesszük tovább, ezért folyamatban van az adaptív tesztdizájn kialakítása a mérési szoftveren belül. Ez a fejlesztés olyan horderejű, hogy a konkrét technikai vonatkozásain túl a feladatírástól a statisztikai elemzésekig szinte a teljes mérési folyamatra már most hatással van.

Az adaptivitás alapját esetünkben nem egy-egy feladat, hanem feladatok blokkjai képezik, ami lehetővé teszi egy feladatlap törzshöz tartozó feladatok azonos blokkba kerülését, valamint a tesztfelépítésen belül tartalmi szabályozók figyelembe vételét. Mivel a blokkok a terveink szerint kevés (legfeljebb 5-6) feladatból fognak állni, a teszt végéig többször történik képességpontbecslés, mint hosszabb blokkok használata esetén lenne, ezáltal nő a becslés pontossága.

Az adaptivitás azzal az újdonsággal is jár, hogy a feladatok a „kimerülésükig” a feladatbankban maradnak, és csak ezt követően publikáljuk őket. Azonban a legfőbb különbség az eddigiekhez képest mindenképpen az lesz, hogy nem ugyanazt a tesztet fogja megírni egy adott évfolyam valamennyi tanulója, hanem kinek-kinek úgy áll össze a saját tesztváltozata a mérési bankban szereplő blokkokból, hogy az a lehető legközelebb lesz a képességszintjéhez.

## A MÉRÉS VÉGE

A tesztkitöltés végét vagy az jelenti, hogy a tanuló lezárja a tesztben szereplő utolsó feladatlapot, vagy az, hogy lejárt a tesztre szánt idő, ekkor a rendszer automatikusan kilépteti a tanulót. A tanulónak nincs más teendője a teszt befejezésekor.

A mérés azonban nem feltétlenül ér véget a teszt befejezésével, hiszen tartalmazhat a tanulók otthoni, iskolai hátterére, szokásaira, attitűdjére, véleményére vonatkozó tanulói vagy szülői *kérdőívet* is. Az erre adott válaszok fontos támpontokat nyújtanak az eredmények mélyebb elemzéséhez. Természetesen a kérdőívek kitöltése továbbra is önkéntes marad.

A mérés tulajdonképpen lezárását a mérési eredmények *kiértékelése* jelenti. Azokban a tesztekben, amelyek tartalmaznak nyílt végű, szakértői kódolást igénylő feladatokat (mint amilyen az Országos kompetenciamérés matematika, szövegértés, természettudomány mérési területei), a mérési szoftver nem tud azonnali visszajelzést adni a kitöltőnek, hiszen a feladatok egy része esetében szakértői értékelés szükséges. Azokon a mérési területeken, amelyek csak automatikusan kiértékelendő feladatokat tartalmaznak (mint amilyen az idegen nyelvi mérés, illetve a tudatos médiamagatartás mérése), elképzelhető az automatikus kiértékelés a mérési időszakot követően, így a rendszer képes lesz viszonylag gyors visszajelzést nyújtani a teszteredményről. Természetesen ezt még átfogóbb és mélyebb elemzések is követik, amelyek publikálására a későbbiekben kerül sor, de összességében elmondható, hogy az automatikus kiértékelés térnyerése számottevően lerövidíti a visszajelzések időtartamát.



# TERMÉSZETTUDOMÁNY Digitális tartalmi keret





## BEVEZETŐ

A fejlett oktatási rendszerek az elmúlt évtizedekben világszerte felismerték, hogy a magas színvonalú természettudományos oktatás és tudás elengedhetetlen feltétele lesz a társadalmak technikai-technológiai alapú modernizációjának. Az 1995-ben útjára indult TIMSS és a 2000-ben megkezdődött PISA mérések is hasonló megfontolások mérlegelése után döntöttek úgy, hogy a matematika és a szövegértés mellett a természettudomány lehet a harmadik műveltségi terület, amelynek segítségével képet alkothatnak egy oktatási rendszer, s ezen belül a közoktatás minőségéről és hatékonyságáról. A kompetenciamérés 2001-es elindulásakor is egyértelmű volt, hogy a magyar közoktatást vizsgáló komplex mérési rendszer a matematika és a szövegértés mellett előbb-utóbb a diákok természettudományos tudását is vizsgálni fogja. Ennek első lépéseit, a tartalmi keret elkészítését és az első próbamérés lebonyolítását a 2012-ben elindult TÁMOP-3.1.8-09/1-2010-0004 program tette lehetővé. A tartalmi keret első verziója 2015-ben jelent meg. Ez a mostani annak újragondolt átdolgozása, amelybe igyekeztünk beépíteni nemzetközi szakirodalom és mérési gyakorlat legfrissebb eredményeit, valamint az elmúlt években szerzett saját tapasztalatainkat. Ugyancsak szükségszerűvé tette a tartalmi keret tartalmának felfrissítését az, hogy már tart a kompetenciamérés elektronikus felületre történő átalakítása, amely nem csak a mérés formájára, de tartalmára is nagy hatással lesz.

Az új tartalmi keret elkészítésekor az elmúlt öt év változásainak hatására szükségesnek éreztük, hogy újból definiáljuk a mérés tárgyát, a természettudományos műveltséget, és újragondoljuk az annak alapját képező természettudományos kompetenciákat is. A tartalmi keretben módosításokat hajtottunk végre a mérés feladatai számára kontextust biztosító tudás-területekben, és nem utolsósorban példafeladatokkal illusztráltuk a mérés gondolkodási és feladatformáit.



## TERMÉSZETTUDOMÁNYOS MŰVELTSÉG

A 20. század második felétől kezdődően az emberiség egyre komolyabb kihívásokkal találja magát szemben. Meg kell tudni oldania például azt, hogy elegendő energiát tudjon előállítani, hogy alkalmazkodni tudjon a klímaváltozáshoz, meg tudja fékezni a betegségeket, és hogy elegendő vizet és élelmet tudjon biztosítani az emberek számára. Ezen kérdések közül sok helyi szinten vetődik fel, és az egyén ezért olyan döntésekkel és megoldásokkal találkozhat saját környezetében, amelyek közvetlen hatással vannak az életkörülményeire. Ezen kihívások legyőzése komoly erőfeszítéseket követel a természettudomány és a műszaki tudományok szereplőitől. Ugyanakkor a tudományos és technikai megoldásokról folytatott viták csak akkor vezethetnek a tudomány és az etika szempontjából is helytálló és megnyugtató döntésekhez, ha a vitákban és döntésekben résztvevő állampolgárok megfelelő tudással és felkészültséggel rendelkeznek. Ez nem azt jelenti természetesen, hogy a jelenkor oktatásának szakértökké vagy tudósokká kellene nevelnie minden fiatalot, de olyan jellegű tudást kell biztosítani a számukra, amely segíthet nagy vonalakban megérteni egymással vitában álló szakemberek álláspontjait, és a vitatott helyzet társadalmi vonatkozásait, miáltal képesek lesznek tájékozott, felelősségteljes döntéseket hozni környezetük érdekében. Növekvő jelentőségének köszönhetően ma a világ legtöbb országa a fiatalok képzésében kiemelten kezeli a természettudomány oktatást, és a természettudomány ennek megfelelően gyakran az óvodától a tanköteles kor végéig kötelező része a tanterveknek.

A természettudományos műveltség kialakításával az oktatásnak ugyanakkor azt a törekvést is támogatnia kell, hogy a jövő tudósai, kutatói is érdeklődésüknek és tehetségüknek megfelelő képzést kapjanak. Ez a két cél nem minden tekintetben összeegyeztethető. E két különböző igény közötti ellentmondás feloldására bevezetett reformok világszerte oda vezettek, hogy a természettudomány tanításban mára nagyobb hangsúlyt fektetnek a vizsgálat és kísérlet alapú oktatásra, a tantervek pedig igyekeznek mindkét csoport igényeivel foglalkozni. Az így létrejött tantervek azt tűzték ki célként maguk elé, hogy nem elsősorban tudást előállító, hanem inkább a tudást kritikusan alkalmazó fiatalok kerüljenek ki a közoktatásból, és eközben olyan képességeket sajátítsanak el, amelyre az egyénnek várhatóan egész élete során szüksége lesz. A kérdés ezután az: milyen is legyen az a kritikus, a megszerzett tudás alkalmazására képes természettudományos műveltség?

A természettudományos műveltség (Scientific Literacy) fogalma az elmúlt két évtizedben jelent meg a magyar pedagógiai szakirodalomban és a köztudatban, elsősorban a PISA méréssel kapcsolatos publikációk kapcsán. Maga a fogalom és az ehhez kapcsolódó pedagógiai törekvések azonban már nagyjából hat évtizedes múltra tekintenek vissza az angolszász nyelvterületen (Gallagher–Harsch, 1997), elsősorban Nagy-Britanniában és az Egyesült Államokban, és ezen időszak alatt változó tartalmak kapcsolódtak hozzá (Bybee, 1997). A természettudományos műveltséget sokan sokféleképpen definiálták az elmúlt fél évszázadban, legtöbbször a tantervek és az oktatásmódszertan szemszögéből. A nemzeti és nemzetközi felmérések szerepének és jelentőségének növekedésével párhuzamosan egyre több vizsgálat igyekezett céljait a természettudományos műveltség fogalmának meghatározásán keresztül megfogalmazni. Ezt tette az OECD kezdeményezésére 2000-ben létrejött első PISA-vizsgálat is, amely már a kezdetekkor foglalkozott ezzel a műveltségi területtel.

A természettudományos kompetenciamérés céljait mi is röviden megfogalmazzuk a tartalmi keretünkben. Először néhány pontból álló meghatározásban foglaljuk össze a korszerű természettudományos műveltségnek azokat a legfontosabb jellemzőit, amelyeket a 21. század harmadik évtizedében érvényesnek gondolunk. Az azt követő fejezetekben kifejtjük bővebben is, hogy ez a fajta műveltség milyen jellegű tudást és kompetenciákat követel meg, és hogy melyek a természettudománynak azok az alkalmazási területei, amelyekben a társadalom egésze és a diákok személyes élete szempontjából a legfontosabb a jártasság. A műveltség definíció kifejtésében megfogalmazottak azért is különösen fontosak, mert a mérés egész eszközrendszerére, tartalmának prioritásaira hatást gyakorolnak.

A kompetenciamérés természettudományos műveltségfogalma a következő.

A természettudományosan művelt állampolgár az, aki...

...rendelkezik a saját életkorának megfelelő legfontosabb természettudományos, műszaki és megismerésméleti ismeretekkel. Késztetést érez megszerezni és képes birtokába jutni a számára szükséges információknak, miközben kritikusan kezeli az információ forrását, megkülönböztetve egymástól a véleményt, a tévképzetet és a tényszerű ismereteket.

...természettudományos ismeretei révén képes megmagyarázni a szűkebb és tágabb környezetében lejátszódó jelenségeket és folyamatokat, értelmezni és megoldani a mindennapokban jelentkező tudományos és műszaki problémákat.

...a meglévő előzetes ismeretei révén megérti a jelenségekben megmutató összefüggéseket és törvényszerűségeket, ezekkel összefüggésben kérdéseket és hipotéziseket tud megfogalmazni, és képes ezek érvényességét akár természettudományos vizsgálat révén ellenőrizni. Tudását és tájékozottságát kész felhasználni arra, hogy részt vegyen természettudományos vonatkozású társadalmi kérdések megvitatásában. Ezekben igyekszik tárgyilagos álláspontot kialakítani, következtetéseit és döntéseit bizonyítékokra alapozva hozza meg. Álláspontját képes világosan, logikus érveléssel kifejtetni.

...tiszteli a természettudománynak az emberi civilizáció fejlődésében betöltött szerepét. Támogatja azon természettudományos kutatások folytatását, amelyek az emberiség szempontjából fontos problémák megoldására irányulnak, akár csak azt, hogy a tudományos kutatások eredményét széles körben alkalmazzák.

## TUDÁSTERÜLETEK

A természettudományos kompetenciamérés tartalmi kerete kétféle tudásfajtát különböztet meg:

1. A *Tartalmi tudást* (deklaratív tudás), amely a természettudomány konkrét ismereteivel, fogalmaival, törvényszerűségeivel és elméleteivel összefüggő tudásokat jelenti.
2. A *Méréselméleti tudást*, amely alatt a tudás megszerzésével, a természettudományos eljárásokkal összefüggő ismereteket értjük.

Mivel a természettudomány ágai (biológia, fizika, kémia, geológia, csillagászat stb.) és ezek tantárgyi megfelelői nem alkalmasak arra, hogy a mérés tudásterületeit ezek szerint osszuk fel, ezért a kompetenciamérésben inkább – a hasonló mérések gyakorlatához hasonlóan – azt a megoldást választottuk, hogy logikai egységeket hoztunk létre. Ezek a logikai egységek a hazai gyakorlattól eltérően, és más elnevezéseket használva csoportosítják

a tantervi témaköröket. Ez a fajta csoportosítás lehetővé teszi majd azt is, hogy a kompetenciamérés más mérésekkel is együtt elemezhető legyen, elsősorban a PISA vizsgálat természettudományos eredményeivel.

A kompetenciamérés a tartalmi tudást három területre osztja.

1. Az *Anyagi világ* elnevezésű terület az élettelen világ jelenségeit magyarázó törvényszerűségeket, modelleket, elméleteket egyesíti, amely ezért a fizika és a kémia témaköreit együttesen tartalmazza.
2. Az *Élő világon* a biológia hagyományos ismereteit kell értenünk, és a környezetvédelemnek a biológiával közvetlenül összefüggő területeit.
3. A *Föld és a világ* a földrajz tantárgy természettudományos tartalmú témaköreit tartalmazza, azaz a geológia mellett bizonyos kozmológiai és csillagászati fogalmak, folyamatok ismeretét. Ide tartozik még, a környezetvédelmi témák döntő többsége, hiszen az ember tevékenysége a levegő, a vizek és a föld szennyezésén, illetve a Föld erőforrásainak használata révén jelent veszélyt az élő és az élettelen környezetre.

Minden tudásterületet 4-6 úgynevezett kulcsterületre osztottunk fel a tartalmi keretben. Ezeket a kulcsterületeket néhány példával a következő oldalakon illusztrálni fogjuk. A pontokba szedett példák nem sorolják fel az összes olyan témakört, amely a mérés feladataiban előfordulhat. Szeretnénk itt is hangsúlyozni, a mérés elsősorban a diákok gondolkodási képességeit (kompetenciáit) méri, ezért a témakörök csak a feladatok lehetséges a kontextusait segítik bemutatni.

## Anyagi világ

A fizika és a kémia történeti szétválasztásán a modern tudomány az elmúlt évtizedekben túllépett, hiszen ma már egyértelmű, hogy ugyanazon fizikai törvényszerűségek működése tapasztalható szubatomi szinten, mint amelyek a világegyetem egyes elemei között hatnak. A környezetünkben megfigyelhető rendszerek és folyamatok mélyén is – mint amilyen egy csillag az űrben, a Föld légköre, az emberi agy, egy folyó, vagy egy olyan szemmel nem látható dolog, mint a sejt – egyszerre találunk fizikai és kémiai folyamatokat. A természettudomány mérés tartalmi keretének elkészítésekor praktikus megfontolások mellett ez a megváltozott látásmód

## Anyagi világ (A)

### A1 – Az anyag és kölcsönhatásai

- Szerkezet és tulajdonságok
- Kémiai változások

### A2 – Erő és mozgás

- Az erő fajtái és tulajdonságai
- Mozgás és egyensúly
- Nyomás

### A3 – Energia

- Energia formái, energiaforrások
- Energiaátalakulások és energia-megmaradás
- Hőenergia

### A4 – Hullámok

- Elektromosság és mágnesesség
- Fény
- Hang

### A5 – Technológia és tervezés

- Erőművek
- Elektromágnesek alkalmazása (maglev, vashulladék szétválasztás)
- Hanghullámok információtechnológiai alkalmazása

is arra ösztönzött minket, hogy egyetlen kulcsterületté egyesítsük a két tudományágat. A fizika és a kémia témaköreinek összevonása lehetőséget nyújtott arra, hogy koherens legyen az Anyagi világ tartalmi terület felépítése.

A természettudomány tartalmi keretében az Anyagi világ tudásterületén belül öt kulcsterületet különböztetünk meg. Ezek közül négy a fizika és a kémia jól ismert területeit tartalmazza, ahogyan azt majd a részletesebb bemutatások során látható lesz. Ez a négy terület Az anyag és kölcsönhatásai, az Erő és mozgás, az Energia valamint a Hullámok. Az Anyagi világ területhez tartozó törvényszerűségek és tudományos elméletek számos jól ismert jelenség megértéséhez szükségesek, ilyen jelenségek például a hang terjedése, a rozsdásodás, az időjárás eseményei, a madarak repülése, autók működése vagy éppen a fotoszintézis.

Az Anyagi világ ötödik kulcsterületének neve Technológia és tervezés. A mérnöki és technológiai

problémák a természettudományban, a természettudományos műveltségben egyre fontosabb szerepet játszanak, és a természettudomány oktatás is egyre nagyobb figyelmet szentel annak bemutatására, hogy a különböző fizikai, kémiai, biológia törvényszerűségek hogyan alkalmazhatók társadalmi, gazdasági, környezetvédelmi problémák megoldására. Mivel a technológiai és tervezési problémák egy teljesen egyedi kontextusát képviselik a természettudománynak, indokoltnak láttuk, hogy az Anyagi világ, az Élő világ valamint a Föld és a világ területein belül külön kulcsterületként szerepeljen.

## Élő világ

Az élet önállóan létezik, azaz képes önmagát fenntartani és reprodukálni, ugyanakkor folyamatos fejlődésben, változásban van. Az élőlényekben futó genetikai program és a fizikai világ törvényszerűségei működtetik. A tudósok megfigyelések, feltételezések, vizsgálatok, modellek, elméletek és a technológia segítségével kutatják az élet működését. Ezek a kutatások

a molekuláris szinttől az élőlények megfigyelésén át egészen az ökoszisztémákra és a teljes bioszférára irányuló vizsgálatokig terjednek. Egyaránt vizsgálják az élővilágban pillanatok alatt lezajló és az évmilliárdokon át tartó folyamatokat. Az élővilágot alkotó rendszerek kapcsolatban és kölcsönhatásban állnak egymással és az anyagi világgal. Az élőlények reagálnak a fizikai környezetükre, másrészt az évmilliárdok során meg is változtatták a Föld felszínét és légkörét.

A világon létező életformák milliói – a vírusoktól és baktériumoktól kezdve a növényvilágon át az állatvilágig – lenyűgözőek. Általános, egyetemes törvényszerűségek nélkül nehéz volna megértenünk ezt a bonyolult világot. A legfontosabb ezek közül a törvényszerűségek közül az, hogy minden élőlény az evolúció által jött létre, és ez az a folyamat, amely az élőlények ilyen elképesztő sokféleségéhez vezetett. Az evolúció, és az annak alapjául szolgáló genetikai folyamatok teszik érhetővé a világban egyszerre tapasztalt egységességet és sokféleséget.

A természettudomány tartalmi keretében az Élő világnak hat kulcsterületét különböztetjük meg. Ez a hat terület: az Élőlények tulajdonságai és életfolyamatai, Az ember, az Ökoszisztémák, az Öröklődés, az Evolúció, valamint a Technológia és tervezés.

## Élő világ (É)

### É1 – Élőlények tulajdonságai és életfolyamatai

- Élőlénycsoportok közötti különbségek
- Szervrendszerek felépítése és működése
- Életfolyamatok, homeosztázis
- Sejtek és funkciói: sejt légzés, fotoszintézis

### É2 – Az ember

- Betegségek terjedése
- Immunrendszer
- Egészség fenntartása

### É3 – Ökoszisztémák

- Energiaáramlás
- Anyagok körforgása
- Populációk közötti kölcsönhatások
- Az emberi tevékenység hatása

### É4 – Öröklődés

- Életciklusok és fejlődésminták
- Szülők és utódok
- Tulajdonságok öröklődése
- Tulajdonságok sokfélesége

### É5 – Evolúció

- Közös ős bizonyítéka,
- Különbözőség és a természetes kiválasztódás
- Alkalmazkodás
- Biológiai sokféleség

### É6 – Technológia és tervezés

- Bionymtatás

## Föld és a világ

A Föld és a világ tudásterület két nagyobb részre osztható. Az egyik részhez a Földön különböző sebességgel zajló folyamatok tartoznak a zivatarok kialakulásától egészen a kontinensek mozgásáig, a másikhoz pedig a földbolygó története, viszonya a Naprendszer elemeihez, a Galaxishoz, és azok a kölcsönhatások, amelyek a Föld környezetében észlelhetők. A két rész-

## Föld és a világ (F)

### F1 – A Föld a világegyetemben

- A Világegyetem galaxisai és csillagai
- A Föld és a Naprendszer
- A Föld kialakulása

### F2 – A Föld rendszerei

- A Föld anyagai és rendszerei
- Lemeztektonika
- Víz szerepe a Földfelszín folyamataiban
- A Föld szerkezete
- Időjárás és éghajlat
- Biogeológia

### F3 – Föld és az ember tevékenysége

- Természeti kincsek
- Természeti katasztrófák
- Az ember hatása a föld rendszereire
- Globális éghajlatváltozás

### F4 – Technológia és tervezés

- Űrkutatás
- Környezetvédelmi technológiák

területben találunk olyan jelenségeket és rendszereket, amelyek egyike-másika szemmel alig látható, és olyanokat is, amelyek az emberi elme számára elképzelhetetlenül nagy kiterjedésűek.

A Föld és a világ tudásterületének vannak bizonyos részei, amelyek megértése a földtudomány saját fogalmain és törvényszerűségein alapszik, ugyanakkor nagyon sok esetben támaszkodni kényszerül a természettudomány többi ágára. A fizika törvényszerűségeinek kutatása nagymértékben köszönheti kezdeti fejlődését annak, hogy az ember meg akarta érteni a Földdel, a Nappal és a Holddal kapcsolatos megfigyeléseit. Részben az élővilágot kutató tudományok is a földtudományokban gyökereznek, hiszen a Föld az egyetlen olyan égitest, amelyen az élet az ember számára megfigyelhető. Ezért például a kőzetekben található kövületek egyaránt fontos információkat hordozhatnak a geológusok és a biológusok számára. Ezeket figyelembe véve a földtudományt interdisz-

ciplináris tudománynak tekintjük, amit az is jól szemléltet, hogy olyan területeit különböztetjük meg többek között, mint az asztrofizika, a geofizika, a geokémia és a geobiológia.

A földtudomány szerteágazó természete miatt a hozzá tartozó témakörök többféleképpen is csoportosíthatók. A Kompetenciamérés tartalmi keretében azt a megoldást választottuk, hogy a földtudomány kulcsterületei között a nagyobb rendszerek felől halad a kisebbek felé. Az első kulcsterülete a *Föld a világegyetemben*, amely a Világegyetem felépítésével és történetével kapcsolatos elképzeléseket tartalmazza. Ugyancsak ehhez a kulcsterülethez tartoznak a Naprendszer működésében szerepet játszó erők és folyamatok, valamint a Földnek mint bolygónak a története.

A Föld és a világ második kulcsterülete a *Föld rendszereivel*: az atmoszférával, a hidroszférával, geoszférával és a bioszférával kapcsolatos témaköröket tartalmazza. A legfontosabbak ezek közül azok a folyamatok, amelyek a Földön uralkodó körülményeket és azok folyamatos változását befolyásolják.

A harmadik kulcsterület a *Föld és az ember tevékenysége*, amely cím az ember és a bolygó kölcsönhatásaira utal. Arra, hogyan gyakorol hatást a bolygó a társadalmakra természeti kincsei és a természeti katasztrófák által, és természetesen ide tartoznak azok a problémák, amelyeket a társadalmak működése okoz a Föld számára.

Az utolsó kulcsterület a Föld és a világ esetében is a *Technológia és tervezés*, amelyen belül olyan problémák szerepelnek majd, amelyekre a társadalmaknak választ kell majd adniuk az elkövetkező évtizedekben.

## Méréselméleti tudás

A természettudomány célja az, hogy magyarázatokat adjon a minket körülvevő anyagi világ jelenségeire. Ebben az első lépés az, hogy jó magyarázóerejű hipotézis jöjjön létre, amelynek megfelelosége empirikus vizsgálatokkal ellenőrizhető. Az empirikus vizsgálatok jól megalapozott fogalmakon ismeretén alapulnak. Ilyen például a függő és független változók és kontroll-feltételek fogalma, a mérések fajtáinak ismerete, a mérési hibák jellegének és a minimalizálásukra alkalmazható módszerek ismerete, az adatokban megfigyelhető egyszerű törvényszerűségek felismerése és az adatok lehetséges megjelenítési formái.

Ezen fogalmaknak és eljárásoknak ismerete az, amely nélkülözhetetlen a természettudományos megismerési folyamat, azaz a természettudományos vizsgálatok és kísérletek sikeres végrehajtásához, ezek teremtik meg az adatgyűjtés, az adatelemzés és az adatok értelmezésének feltételeit. Ez a tudás szükséges, hogy valaki természettudományos vizsgálatokat tudjon végezni, és ahhoz is, hogy bizonyos állítások igazolására bemutatott bizonyítékokat kritikus vizsgálatnak tudja alávetni.

### Méréselméleti tudás (M)

#### M1 – A változó fogalma

- Független és függő változók
- Kontrollált körülmények

#### M2 – A mérés fogalma

- Kvalitatív mérés (megfigyelés) és kvantitatív mérés
- Kontroll-vizsgálat
- Skálák használata

#### M3 – Pontosság

- A mért adatok pontossága (szisztematikus és véletlen hiba)
- A pontatlanság minimalizálása (Mérés ismétlése, eredmények átlagolása)
- A mérési eljárás pontossága (megismételhetőség, eredmények egyezése)

#### M4 – Adatok megjelenítése

- Megjelenítés formái (táblázat, grafikon, diagram)
- A megfelelő megjelenítés kiválasztása

#### M5 – Kísérletformák

- Kísérlet, terepvizsgálat vagy szabályszerűség keresése
- A feltett kérdésnek megfelelő kísérletforma kiválasztása

#### M6 – Információ-megbízhatóság

- Vélemény, tény és szakvélemény
- Adatok értelmezése a nyilvánosság számára



A tudás megszerzésével összefüggő tudás (procedural, epistemic knowledge) minősége a nemzetközi mérések tapasztalatai szerint erősebben korrelál a diákok természettudomány teszten elért átlageredményével, mint a három tartalmi területen nyújtott teljesítményük (PISA 2015). Mindezek megerősítettek bennünket abban az elképzelésünkben, hogy a természettudományos megismeréssel összefüggő ismeretek önálló tudásterületként szerepeljenek a kompetenciamérés tartalmi keretében.

A méréselméleti tudáshoz tartozó ismereteket az alábbi hat csoportba soroltuk: A változó fogalma, A mérés fogalma, Pontosság, Adatok megjelenítése, Kísérletformák, Információ-megbízhatóság.

## **GONDOLKODÁSI MŰVELETEK**

A természettudomány-oktatás egyik elsődleges célja, hogy fejlessze a diákok természettudományos gondolkodásmódját, képessé tegye őket arra, hogy természettudományos vizsgálatokat végezzenek el, és hogy megtanítsa nekik azt, hogy bizonyítékok alapján fogalmazzák meg érveiket.

Mindig vita tárgya volt, hogy mekkora hangsúlyt kell fektetni az egyre növekvő természettudományos tartalmakra, és mekkorát a természettudomány gyakorlati oldalára, a tudás különböző formában végrehajtott alkalmazásaira. Amennyiben az oktatás túlságosan az ismeretek elsajátítására szűkíti a figyelmét, az könnyen oda vezethet, hogy a diákok a természettudományt egymástól független tények és fogalmak összességének kezdik tekinteni. Éppen ezeket a megfontolásokat is figyelembe véve a természettudomány kompetenciamérés elsősorban a gondolkodási képességeket fogja mérni.

A természettudományos tevékenységeknek két alapvető formáját szokták megkülönböztetni: a kutatói és a mérnöki munkát. A kétfajta tevékenység céljai különböznek, a kutatók jellemzően a világban észlelhető különböző jelenségekre keresnek magyarázatot, és a munka kezdetekor feltett kérdésre mindössze egyetlen helyes válasz adható, a mérnökök a társadalom részéről megfogalmazott igényeket, az ember tevékenységéből adódó problémákat próbálják megoldani. Ezekre az igényekre és problémákra rendszerint több jó megoldás is adódik, a mérnököknek azt, vagy azokat kell ezek közül kiválasztania, amely/amelyek legjobban megfelelnek azoknak a feltételeknek, amelyeket a találmánnyal szemben eredetileg

támasztottak. A kutatók és a mérnökök munkájának célja és eredménye tehát nagymértékben különbözik egymástól, de nem figyelhető meg ekkora különbség a munkájuk során alkalmazott eszközökben. A kutatás és a tervezés egyaránt a természettudományos vizsgálat eszközeit és eljárásait alkalmazza a megfelelő magyarázat vagy megoldás megtalálása érdekében azzal a különbséggel, hogy a tervezés egy iteratív folyamat, amelyben az elkészült terv helyességét elbírálni és ellenőrizni kell, akár egy prototípus legyártása segítségével, hogy végül a terv többszöri javítása után a legjobb megoldást (tervet) lehessen elfogadni és alkalmazni.

A természettudomány kompetenciamérés gondolkodási műveleteinek is a kutató és a tervezői munka végzése során használt legfontosabb gondolkodásformák alkotják a gerincét. Nem azért, mert úgy gondoljuk, hogy a természettudomány oktatás elsődleges célja tudósok és kutatók képzése volna, hanem azért, mert megítélésünk szerint a hétköznapi problémák sikeres megoldásának, vagy a természettudomány témájú társadalmi vitákban való eredményes részvételnek is ezek a gondolkodásformák a feltételei.

A természettudomány kompetenciamérés az alábbi gondolkodási műveletek segítségével fogja mérni a diákok gondolkodási képességét és természettudományos műveltségét:

- Háttértudás
- Kísérletek megtervezése és végrehajtása
- Problémamegoldás. Modellhasználat
- Bizonyítékon alapuló érvelés. Adatok értelmezése
- Magyarázat és érvelés

Az egyes gondolkodásformák bemutatásakor pontokba szedve bemutatunk néhány olyan jellemző esetet, amely jól illusztrálja az adott gondolkodásformát. Ezekon a példákon keresztül igyekszünk minél pontosabb képet adni az elvárt kompetenciáról, de természetesen nem vesszük sorra az összes esetet. Minden egyes gondolkodási műveletet végül két-három példafeladattal is illusztrálunk.

## Háttértudás

A diákok háttértudásának követlen mérése viszonylag kis hangsúlyt kap a kompetenciamérésben, hiszen az elsősorban a gondolkodási képességeket vizsgálja. Vannak ugyanakkor olyan fogalmak, folyamatok, jelenségek, amelyeknek felismerése, tulajdonságainak ismerete fontos lehet még akkor is, ha egy vizsgálat a természettudományos műveltség mérését tűzte ki célként. Ilyen fogalmak többek között például a gravitáció, az alternatív energiaformák, a betegségek terjedésével és elkerülésével összefüggő ismeretek, hogy csak néhányat említsünk a sok közül. A diákok háttértudását egyszerű gondolkodásformákon keresztül fogjuk mérni. Ilyen például az, hogy meg tud-e egymástól különböztetni fogalmakat vagy folyamatokat, képes-e összehasonlítani egymással élőlényeket vagy objektumokat megállapítva a közöttük felfedezhető hasonlóságokat és különbségeket, vagy hogy képes-e a természet dolgait adott szempontok alapján osztályozni. A háttértudás megléte vagy hiánya a valóban nagyjelentőségű kulcsfogalmak esetében fontos visszajelzés lehet a természettudomány oktatás számára, hiszen ezen fogalmak alkalmazása elképzelhetetlen tartalmuk pontos megértése nélkül.

A Háttértudás kompetenciacsoportjába sorolt gondolkodásformákat, és azok rövid jellemzését az alábbi táblázat foglalja össze.

### Háttértudás (H)

- *Felidézés és felismerés*

Pl. ismeretek, helyes megállapítások, a megfelelő modell és a megfelelő ábrázolás felismerése.

- *Jellemzés*

Élőlények, anyagok és tudományos eljárások jellemzése, vagy jellemzésük felismerése, amely bizonyítja, hogy a tanuló tisztában van tulajdonságaikkal, szerkezetükkel, működésükkel.

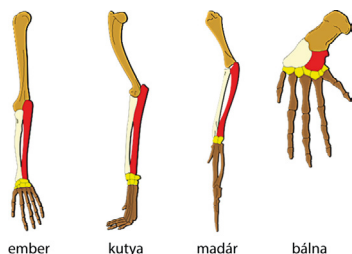
- *Összehasonlítás, megkülönböztetés, osztályozás*

Élőlények, anyagfajták vagy folyamatok hasonlóságainak és különbségeinek felismerése. Anyagok, élőlények és folyamatok megkülönböztetése, osztályozása vagy rendezése adott jellemzők, tulajdonságok alapján. Osztályozáshoz alkalmazható tulajdonságok felismerése.

## Példafeladatok

### Hasonlóság

Az alábbi ábrán különböző gerincesek mellső végtagjának felépítése látható. Az ábra az azonos eredetű csontokat azonos színnel jelöli.



Forrás: pindipart.com

Mit bizonyít az a tény, hogy a különböző gerincesek mellső végtagjai azonos csontokból állnak? Kattints a helyes válaszra!

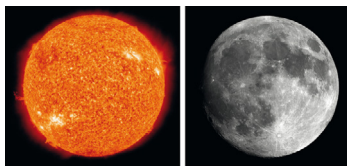
- A Azonos időszakban alakultak ki.
- B Valamennyien közös őstől származnak.
- C Azonos területen éltek.
- D Valamennyien emlősök.

LINK

Annak a tudásnak a *felidézése*, hogy a gerincesek közötti hasonlóságok oka a közös ősrre vezethető vissza.

### Nap és Hold

A Nap és a Hold az a két égitest a Naprendszerben, amely a legnagyobb hatást gyakorolja a földi életre.



Forrás: Pixabay

A két kép nem méretarányos.

Mely tulajdonságok jellemzik az alábbiak közül a Napot és melyek a Holdat? Kattints a helyes válaszra minden állítás esetében!

- |                           |                                       |  |
|---------------------------|---------------------------------------|--|
| <input type="radio"/> NAP | <input checked="" type="radio"/> HOLD | A Földhöz legközelebb keringő égitest. |
| <input type="radio"/> NAP | <input type="radio"/> HOLD            | Saját fénye van.                       |
| <input type="radio"/> NAP | <input type="radio"/> HOLD            | Körülötte keringenek a bolygók.        |
| <input type="radio"/> NAP | <input type="radio"/> HOLD            | Fő összetevője a hidrogén.             |
| <input type="radio"/> NAP | <input checked="" type="radio"/> HOLD | Felületét kráterek borítják.           |

LINK

A Hold és a Nap jellemzőinek *megkülönböztetése*.

## Kísérletek megtervezése és végrehajtása

Amikor tudósok vagy mérnökök válaszokat keresnek a kérdéseikre, akkor legelőször egy olyan hipotézist fogalmazznak meg, amely jól magyarázza az vizsgált jelenséget. Ezt követi egy olyan vizsgálat részletes megtervezése, amely képes választ adni a kérdésre, és amellyel egyúttal ellenőrizhető a kiinduló feltételezés helyessége is. A kísérlet megtervezésének kezdeti lépéseként tisztázni kell a különböző változók szerepét: melyik a független és melyik a függő változó, és melyek azok a kontroll-körülmények, amelyek egy kísérletsorozatban nem változtathatók meg, ha megbízható eredményeket szeretnének kapni.

Dönteni kell a tervezés során arról, hogy a vizsgált változót kvalitatívan, megfigyelés révén, vagy kvantitatívan, mérés segítségével szeretnék-e meghatározni, és hogy pontosan milyen mérést hajtsanak végre, hogy az elvártnak megfelelő pontosságú adatokat kapjanak. Ezzel szorosan összefügg azoknak a mérőeszközöknek a kiválasztása, amelyek a méréssel szemben támasztott elvárásokat teljesíteni tudják.

Bizonyos méréseknél különösen fontos, hogy a változót olyan pontossággal mérjék, amennyire az lehetséges. Ebben az esetben önmagában még nem elég a megfelelő mérőeszközök kiválasztása, de tervet kell készíteni azzal kapcsolatban is, hogy mi legyen a pontosság mértéke, és hogyan lehet ennek érdekében minimálisra csökkenteni a különböző forrásból származó véletlen és szisztematikus hibákat.

A Kísérletek megtervezése és végrehajtása kompetenciacsoportot a fent leírtakkal összhangban a következőképpen alakítottuk.

### **Kísérletek megtervezése és végrehajtása (K)**

- *Természettudományosan vizsgálható és nem vizsgálható kérdések megkülönböztetése*

A természettudományos kérdések megkülönböztetése pénzügyi, társadalmi vagy morális kérdésektől.

- *Hipotézis, kérdés megfogalmazása*

Adott probléma kapcsán természettudományosan vizsgálható kérdések és hipotézisek megfogalmazása.

- *Következtetés a vizsgált hipotézisre, kérdésre*

A változók használatának elemzése alapján a kísérlet által vizsgált kérdés, hipotézis megállapítása.

- *Megfigyelések megfogalmazása, értelmezése*  
Szövegesen megfogalmazott, grafikusán, videón megfigyelhető jelenségek, kísérletek során lejátszódó megfigyelések pontos megfogalmazása.
- *Megadott kísérleti terv elemzése: a kísérletben alkalmazott eszközök, lépések értelmezése*  
Mi a szerepe az egyes lépéseknek, kísérleti összeállításoknak a vizsgálatban.
- *Egy kísérlet terv kritikája*  
Hiba felismerése egy rosszul megtervezett kísérletben, javaslat a helyes megoldásra.
- *Független és függő változók, valamint kontroll körülmények megkülönböztetése egy kísérletben*  
Annak a változónak változik az értéke egy kísérletben (független változó), amelynek a függő változóra gyakorolt hatását vizsgálják. A kontrollkörülmények vagy kontroll-változók minden kísérleti összeállításban megegyeznek.
- *Megfelelő kísérleti terv kiválasztása*  
Melyik kísérleti terv alkalmas egy adott kérdés vizsgálatára, egy adott hipotézis ellenőrzésére.
- *A mérés pontatlanságának csökkentése*  
Megfelelő mérőeszköz kiválasztása. A mérőműszer pontosságának ellenőrzése. Mérések megismétlése. Egy mérésben rejlő hibalehetőségek felismerése.
- *Megfelelő eljárás kiválasztása*  
Annak eldöntése, hogy egy vizsgálatot milyen formában érdemes elvégezni: laboratóriumi körülmények között, terepen, valóságos körülmények között vagy számítógépes szimulációval.

## Példafeladatok

LINK

### Kísérlet

Az alábbi ábrán egy kísérlet terve látható.



Mit vizsgálhatnak ezzel a kísérlettel? Gépeld be a válaszodat!

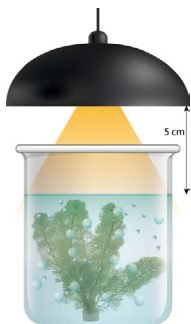
A kísérlet azt vizsgálja, hogy a különböző vastagságú falak milyen mértékben engedik át a hangot.

A kísérleti terv változóhasználatára alapján következtetni arra, *milyen kérdést/hipotézist vizsgál a kísérlet.*

## Színes fények

Egy kísérletben azt vizsgálták, hogy különböző színű fények milyen hatással vannak a fotoszintézis sebességére. A kísérleti növény a tavi tündérhínár nevű vízinövény volt.

A vízbe helyezett növényt 5 cm távolságról világították meg hatféle színű fényvel, és minden esetben számolták, hány buborék szabadul fel félpercenként.



A kísérletek megkezdése előtt azt feltételezték, hogy a fotoszintézis intenzitása a zöld fény esetében lesz a legalacsonyabb és a vörös fény hatására a legmagasabb.

A kísérlet eredményeit a különböző színű fények esetében az alábbi táblázat foglalja össze.

Fény színe	Hullámhossz ±15 nm	Buborékok száma 30 mp alatt (db)					Buborékok átlaga (db)
		0–30 mp	30–60 mp	60–90 mp	90–120 mp	120–150 mp	
Fehér	400–700 nm	24	63	111	33	30	52
Vörös	~670 nm	23	49	49	48	43	42
Sárga	~575 nm	36	49	46	49	48	46
Zöld	~525 nm	14	17	16	14	18	16
Kék	~470 nm	22	24	21	22	21	22
Ibolya	~425 nm	31	20	24	23	26	25

**Mely körülmények legyenek egyformák a hatféle fény hatásának vizsgálatá során?** kattints az összes helyes választ!

- A hőmérséklet
- B fotoszintézis intenzitása
- C levelek felületének nagysága
- D fény hullámhossza
- E fényforrás és a növény távolsága
- F növény fajtája

Egy kísérlet *kontroll-körülményeinek/változóinak* megkülönböztetése a többi változótól.

## Problémamegoldás. Modellhasználat

A problémamegoldás az a természettudományos eljárás, amelynek során a kutatók tudományos kérdésekre vagy mérnöki problémákra keresnek választ. Az elméleti természettudományos kérdések megválaszolásához az út rendszerint vizsgálatokon, kísérletsorozatokon keresztül vezet. A mérnöki-technológiai problémák megoldásának kulcsa a tervezés. A tudomány és a technológia a felmerülő kérdésekre másképpen ad választ. Ennek legfőbb oka az eltérő célokban keresendő. A tudományos kutatásokban valamely jelenség, folyamat során felmerült kérdésre keresik a tudósok a választ, mégpedig egy olyan kérdésre, amelyre egyetlen jó válasz adható. A mérnöki-technológiai problémákat a társadalom igényei, szükségletei teremtik meg. Alternatív energiaforrások kutatására van szükség, hiszen fogytán vannak a nemmegújuló erőforrásaink, vagy a mérkőzéseket eldöntő bírói hibák elkerülése érdekében a labdarúgásban gólvonal technológiára,



a teniszben ugyancsak a vonalközeli labdák pontos megítélése érdekében úgynevezett „sasszem-technológiára” van szükség. A technológia által felvetett kérdésekre több jó válasz is adható. Alternatív energiaforrásként ma már tudjuk használni a napot, a szelet, az árapály jelenséget, a mozgó víz energiáját stb. Nincsen közöttük helyes és helytelen megoldás, minden ország azokat az alternatív energiaforrásokat fogja majd előnyben részesíteni, amelyhez a legkedvezőbb adottságokkal rendelkezik.

A tudósok gyakran alkotnak jelenségekről modelleket. A modellek a jelenségeknek világos, analóg ábrázolásmódjai, amelyek a tudósokat abban segítik, hogy jobban láthatóvá és érthetővé tegyék mások számára is a vizsgált jelenséget, a mérnököket pedig abban, hogy bemutassák a probléma egy lehetséges megoldási tervét.

A modellek nem egyeznek meg pontosan az összetett valósággal, hanem ráirányítva a figyelmet kihangsúlyozzák annak bizonyos tulajdonságait, miközben más jellemzői háttérbe kerülnek. Mivel minden modell tartalmaz közelítéseket és feltevéseket, ez korlátozza a modell alkalmazhatóságának érvényességi körét és prediktív erejét.

A diákok tankönyvi illusztrációinak döntő többsége is valamilyen modell. Ezeket keresztül értetik meg például a természettudományos törvényszerűségeket, összetett folyamatokat, szemmel nem látható és megfigyelhető jelenségeket. A diákok tankönyveikben és ismeretterjesztő kiadványokban gyakran találkoznak bonyolult berendezések leegyszerűsített szerkezeti modelljével, vagy éppen folyamatokat, rendszereket ábrázoló illusztrációkkal. Ilyen például a víz körforgását vagy egy táplálékhálót bemutató ábra.

A matematikai ábrázolások és képletek (Ohm-törvény, általános gáztörvény) is modelleknek tekinthetők, amelyek megpróbálják minél pontosabban megadni az egyes változók között lévő összefüggéseket. A modelleknek egy további fajtája a számítógépes modell vagy másnéven szimuláció. A szimuláció matematikai, fizikai összefüggések alapján létrehozott modell, amelyet a tudósok rendszerint akkor alkalmaznak, ha az adott kérdés kísérleten keresztüli vizsgálata valamilyen akadályba ütközik. Például, ha valós kísérlet túl drága lenne, vagy veszélyeztetné a kísérletben részt vevők egészségét, testi épségét (sportolók vagy egy atomerőmű terhelésének vizsgálata), vagy ha egy kísérletsor elvégzésének feltételeit képtelenség biztosítani valós körülmények között (hogyan hatnak különböző körülmények egy cunami kialakulására). A kompetenciamérés szimulációk alkalmazása révén megoldandó feladatokat is tartalmazni fog.

A kompetenciacsoporthoz két terület tartozik: a problémamegoldás és a modellalkotás. Sok tekintetben mutat hasonlóságokat. A modellek és a problémákra adott megoldási tervek ugyanúgy visszajelzések révén, egy iterációs folyamat révén válnak egyre pontosabbá. A fejlesztés, tervezés bizonyos pontjain a modellt összevetik a valósággal, a problémára adott megoldást pedig azzal a kritériummal/kritériumokkal, amelyet a probléma megoldásának feltételeként szabtak meg, és az összevetés alapján korrigálni lehet a modellt illetve a megoldástervet.

### **Problémamegoldás. Modellhasználat (P)**

- *Problémák és kérdések meghatározása*  
A megoldandó probléma azonosítása. Milyen problémára ad megoldást egy elkészített terv vagy prototípus.
- *Célkitűzések megfogalmazása*  
Milyen kritériumoknak kell megfelelnie a problémára adott válasznak, az elkészített tervnek.
- *Problémák megoldása*  
A kritériumoknak megfelelő megoldás(ok) kiválasztása.
- *A legjobb megoldás kiválasztása*  
A kínáló megoldások elbírálása a kritériumok alapján.
- *Megoldás ellenőrzése*  
A terv minden tekintetben megfelel-e a kritériumoknak? Miben kell a terven változtatni?
- *Megoldások általánosítása, kiterjesztése*  
Az adott problémán kívül milyen körben alkalmazható a kifejlesztett megoldás.
- *Modellek értelmezése*  
Egy ismert vagy ismeretlen modell lényegének és részleteinek megértése.
- *Modellek létrehozása*  
Annak elemzése, hogy egy adott modell elkészítéséhez milyen körülményeket kell figyelembe venni, a folyamat milyen lépésekből áll, mi lépések helyes sorrendje.
- *Modell alkalmazása jelenségek, folyamatok, rendszerek értelmezésében*  
Olyan modellek alkalmazása, mint a Naprendszer, a táplálékláncok és táplálékháló, egy folyamat lépéseinek sematikus modellje, atommodell.

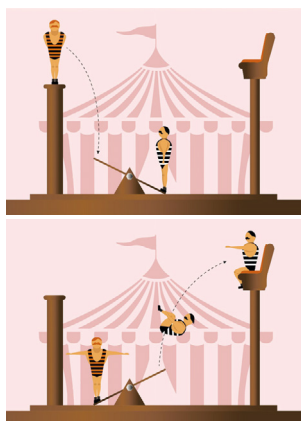
- *Szimulációk fejlesztése, alkalmazása*  
Egy szimuláció készítése milyen törvényszerűségeken alapuljon. Változók használata a szimulációkban.
- *Modellek hibái, korlátai és érvényessége*  
Egy modell/szimuláció milyen körülményeket hagy figyelmen kívül, és milyen feltételek mellett használható megbízhatóan.

## Példafeladatok

LINK

### Artisták

Egy artistacsoport olyan produkció bemutatására készül, amelyben a torony tetején álló artista ráugrik az ugródeszka végére, ennek következtében az ugródeszka másik végén álló artista a levegőbe emelkedik, és többszörös szaltóval egy rúd tetejére helyezett fotelba érkezik.



A következő táblázatban a csoport tagjainak testtömege látható.

Artista	Testtömeg (kg)
Alex	75
Flórián	68
Milán	82

**Melyik két artista mutassa be ezt a produkciót, hogy a szaltót bemutató artista a legmagasabbra emelkedjen?**

Válaszodhoz használd a legördülő menüt!

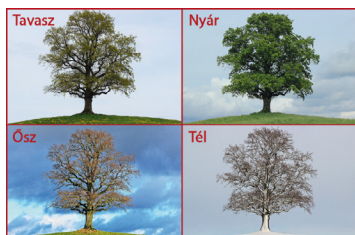
A torony tetejéről  ugorjon le, az ugródeszkán pedig  álljon. A szaltó akkor tud nagyobb magasságba emelkedni, ha a testsúlya , mint a torony tetejéről leugró artistáé.

Egy problémára adható legjobb megoldás kiválasztása.

## Évszakok

Az évszakok kialakulása a Föld Nap körüli mozgásának, valamint a Föld tengelyferdeségének következménye.

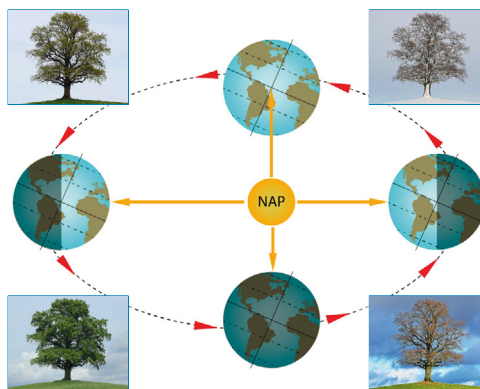
A tengelyferdeség miatt a napsugarak beesési szöge a keringés során változik, ami miatt a Földön felmelegedési különbségek alakulnak ki.



Forrás: Pixabay

Az alábbi kép a Föld Nap körüli pályáját ábrázolja. Amikor a Föld a képen látható négy helyzet egyikébe ér, elkezdődik egy évszak és befejeződik az előző.

**Milyen évszak van Magyarországon a Föld két helyzete közötti időszakban?** Húzd az évszakokat jelképező ikonokat a pálya megfelelő szakaszához!



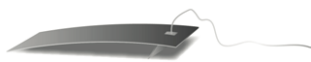
LINK

Válasz egy ismeretlen *modell értelmezése* segítségével.

## Robotbogár

A katasztrófák helyszínének felderítése az emberek számára veszélyes, és a hagyományos robotok is nehezen alkalmazhatók ott.

A Berkeley Egyetem tudósai az állatvilág különböző fajait vizsgálva úgy döntöttek, hogy a csótány előnyös tulajdonságait hasznosítják a katasztrófák felderítéséhez készülő robothoz.



A tűzoltók számára elkészített bogárrobot az alábbi részekből áll: akkumulátor, füstérzékelő szenzor, mozgásvezérlő egység, lábak, szelvényezett hát.

**Milyen szerepet töltenek be a robot működésében az egyes részek?** Húzd a robot egyes részeit a robotban betöltött szerepéhez!



Lehetővé teszi a testmagasság csökkentését.

**Szelvényezett hát**



Energiával látja el a robotot.

**Akkumulátor**



Lehetővé teszi a robot távirányítású mozgását.

**Mozgás-vezérlő egység**

Egy elkészített *modell (robot)* részeinek, funkcióinak *értelmezése*.

## Bizonyítékokon alapú érvelés. Adatok értelmezése

Ákár új elmélettel állnak elő egy jelenség magyarázatára, vagy új megoldást találnak egy problémára, akár újszerű értelmezését fogalmazzák meg régebbi adatoknak, a tudósok és a mérnökök érvelnek és vitáznak. A természettudományos tudás érvelési folyamat során jön létre, ami arra kényszeríti a tudósokat, hogy a világról ellenőrzött állításokat fogalmazzanak meg. Válaszként más tudósok megkísérik megkeresni az állítás gyengeségeit és korlátait.

A tudomány fejlődésének fontos feltétele, hogy legyenek szűkebb vagy tágabb körben lefolytatott szakmai viták. A természettudományos elméletek keletkezésének és fejlődésének története arra is mutat bőven példát, hogy egy új elméletet elfogadtatása gyakran komoly akadályokba ütközik. Ennek két jól ismert példája Kopernikusz heliocentrikus elmélete, és Darwinnak a fajok eredetéről megfogalmazott teóriája. Az idők múltával azonban azok az elméletek, amelyek túléltek a velük szemben megfogalmazott kritikákat, és az újonnan felmerülő tények sem cáfolják a helyességüket, általánosan elfogadottá válnak, és ez a vitákon át vezető folyamat őrzi meg a természettudomány objektivitását és fejlődését.

A helytálló és téves tudományos megállapítások megkülönböztetése egyaránt követelmény a tudósokkal és az állampolgárokkal szemben. A tudósoknak kritikusan kell megítélniük saját és kollégáik munkáját, másrészt a tudósoknak és az állampolgároknak egyaránt véleményt kell alkotniuk a médiában megjelenő természettudományos tartalmú beszámolóok érvényességével és a társadalomra gyakorolt hatásaival kapcsolatban.

A mérnöki munkában is elengedhetetlenül fontos az érvelés és az indoklás ahhoz, hogy egy problémára a legmegfelelőbb technológiát fejlesszék ki a mérnökök. A tervezés korai szakaszában versengő elképzeléseket kell összehasonlítani vagy összekombinálni, hogy létrejöhessen a kiinduló terv. A tervezési folyamat egy későbbi fázisában a mérnökök tesztelik a kiválasztott megoldásukat, adatokat gyűjtenek, és azok alapján módosítják a tervüket egy iteratív eljárásban. Az ellenőrző tesztek eredményeire is úgy kell tekintenünk, mint a terv erősségeire és gyengeségeire rámutató érvekre, bizonyítékokra.

A bizonyítékokon alapuló érvelés a megfelelően előállított adatsorok értelmezésén alapul. A két gondolkodásforma, a bizonyítékokon alapuló érvelés és az adatok értelmezése és elemzése nem választható el egymástól mindig élesen. A vizsgálatok eredményeképpen létrejött adatokat ugyanis olyan formában kell megjeleníteni, amely segíti az adatok között mutatkozó törvényszerűségek és összefüggések feltárását, és lehetővé teszi az eredmények érthető bemutatását is. Mivel a nyers adatokból legtöbbször kevés információ olvasható ki közvetlenül, a tudósoknak táblázatokat, grafikonokat vagy statisztikai elemzéseket kell készíteniük, hogy az adatok jól értelmezhetők legyenek. A statisztikai elemzések felszínre hozzák az adatok közötti kapcsolatokat, és így már lehet bizonyítékként használni azokat

érvelésekben. A mérnökök is a megfelelő bizonyítékok alapján döntenek el, hogy az adott terv működik-e vagy sem. A megbízhatóbb eredmények érdekében a mérnökök gyakran modellt vagy prototípust készítenek a terv ellenőrzésére. Az ellenőrző vizsgálatok adatait értékelve módosítják azután az eredeti tervet.

A kompetenciamérésben az adatelemzést igénylő feladatok sokféle kontextusból származhatnak. Fontosnak tartjuk, hogy a diákok meg tudják ítélni mérési adatsorok megbízhatósága közötti különbségeket, hogy meg tudják különböztetni egymástól a jól és a pontatlanul mérő műszereket. Hogy adatsorok és különböző adatábrázolások esetében el tudják dönteni, megállapítható-e valamilyen szabályszerűség az adatsorok változói között, és amennyiben igen, milyen jellegű az az összefüggés.

### **Bizonyítékokon alapú érvelés. Adatok értelmezése (B)**

- *Kvalitatív (megfigyelésből származó) és kvantitatív adatok gyűjtése és lejegyzése*  
Megfigyelésekből származó kvalitatív adatok rendezése és értelmezése. Megfelelő mérési adatok leolvasása, lejegyzése például egy szimuláció működtetése során.
- *Adatok rendszerezése és ábrázolása*  
A megfelelő ábrázolásmód kiválasztása. Görbe, egyenes illesztése mérési pontokra.
- *Adatok megbízhatóságának ellenőrzése*  
Nem túl nagy-e a szórásuk, van-e kiugró érték vagy más rendellenesség az adatokban?
- *Adatok pontosítása*  
A mérési adatok közül azok kiválasztása, amelyekből átlagot számolva vagy más módszert alkalmazva pontosíthatók a mérés eredményei. Hibás adatok felismerése.
- *Adatok jelentése*  
Táblázatosan, grafikusán megjelenített adatokból kiolvasható egyszerű következtetések, magyarázatok, amelyek nem követelik meg azt, hogy az adatokat bizonyítékként használják a válaszban.
- *Összefüggések vizsgálata*  
Táblázatos és grafikusán ábrázolt változók közötti összefüggés vizsgálata. A változók közötti összefüggést helyesen leíró képlet,

megjelenítés kiválasztása. Minden adat alátámasztja-e a megállapított összefüggést? Az adatok egyértelmű választ adnak a kérdésre, vagy többféleképpen értelmezhetők?

- **Bizonyítékokon alapuló érvelés**

Hipotézis, egy vitás kérdésben képviselt álláspont alátámasztása vagy megcáfolása bizonyítékként bemutatott adatok alapján. Hibás érvelések kritikája.

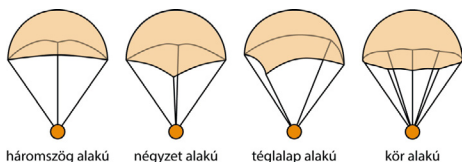
## Példafeladatok

### Ejtőernyők

Mari azt vizsgálta, hogyan befolyásolja az ejtőernyő alakja az ejtőernyő földet érésének idejét.

A kísérlet célja az volt, hogy megtalálja azt az ejtőernyőformát, amellyel a legkisebb lesz a földet érés sebessége. Négy különböző alakú ejtőernyő földet érési idejét mérte meg, amelyeknek a felülete és tömege egyforma volt.

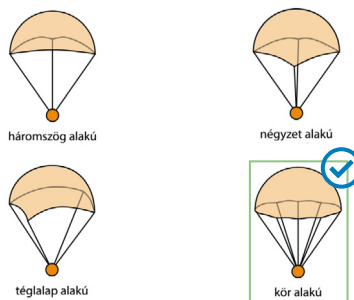
A kísérletben az ejtőernyőket ugyanabból a magasságból engedte el, és minden mérést háromszor ismételt meg.



Az alábbi táblázat a mérések eredményeit tartalmazza.

Ejtőernyő alakja	A földet érési idők átlaga (s)
Háromszög alakú	2,9
Négyzet alakú	3,3
Téglalap alakú	3,1
Kör alakú	3,6

**Melyik ejtőernyő esetében lehetett LEGKISEBB a földet érés sebessége? Kattints a helyes válaszra!**



Az **adatok értelmezése** egy olyan esetben, amikor a válasz nem olvasható ki közvetlenül a mért adatokból.

LINK



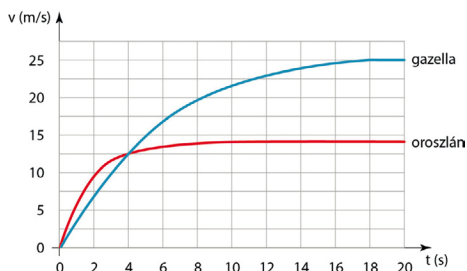
LINK

## Oroszlán és gazella

Az oroszlánok gyakran vadásznak gazellákra Afrika szavannáin.

Az oroszlán a magas fűben olyan közel lopózik a gazellához, amennyire lehetséges, és azután üldözőbe veszi.

Az alábbi grafikon az idő függvényében ábrázolja a két állat pillanatnyi sebességét futás közben.



**Az üldözés megkezdésétől számítva hány másodpercig van az oroszlánnak esélye arra, hogy utolérje a gazellát?** Gépeld be a számot! Csak egész számot írhatasz be! A választodat indokold is meg!

másodpercig

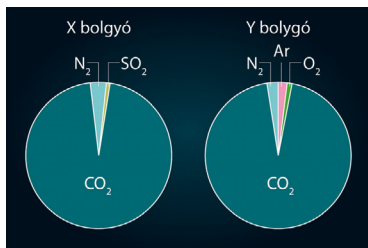
Indoklás:

Grafikusan megjelenített *adatok értelmezése*. Következtetés az adatok értelmezése alapján.

LINK

## Vulkanizmus jele

Az alábbi ábrán két bolygó légkörének összetétele látható.



**Mely bolygón lehet aktív vulkáni tevékenység?** Kattints a helyes válaszra és azután a megfelelő bizonyítékra!

- A X bolygón  
 B Y bolygón

Indoklás:

- 1 Mert N<sub>2</sub> is jelen van a légkörében.  
 2 Mert SO<sub>2</sub> is jelen van a légkörében.  
 3 Mert Ar is jelen van a légkörében.  
 4 Mert O<sub>2</sub> is jelen van a légkörében.

*Bizonyítékokon alapuló érvelés egy grafikon kvalitatív adatai alapján.*

## Magyarázat és érvelés

A természettudomány a világ jobb megértésére törekszik. Ennek érdekében olyan elméleteket dolgoz ki, amelyek magyarázattal szolgálnak a természet bizonyos jelenségeire, előre jeleznek jövőben bekövetkező eseményeket, vagy amelyek segítségével következtetni lehet a múlt történéseire.

Ilyen elmélet volt a kórokozó-elmélet (bizonyos betegségek kórokozó jelenlétével függenek össze), a Világegyetem keletkezését magyarázó Nagy Bumm elmélet, és ilyen volt Darwin a fajok eredetéről alkotott evolúciós elmélete. Az „elmélet” kifejezés némiképpen félreérthető, mert ez a szó köznapi értelemben jelenthet feltételezést, sejtést is, azonban a természettudományos elméletek jelentős mennyiségű tudás és bizonyíték felhasználásával jönnek létre, újabb bizonyítékok esetén felülvizsgálják őket, és a tudóstársadalom alapos vizsgálatnak veti alá őket, mielőtt azt széleskörben elfogadnák és alkalmaznák. A „hipotézis” kifejezést szintén különböző értelemben használja tudomány és a köznyelv. A tudományban a hipotézis nem elméletet vagy feltételezést jelent, hanem egy megfigyelt jelenség valószínű magyarázatát. A hipotézis tehát egy már létező tudás, modell alapján fogalmazódik meg.

A természettudományos magyarázatok megfogalmazása összekapcsolja a megfigyeléseket a megfelelő törvényszerűségekkel, elméletekkel. Így például üvegpalack szétrepedését a megfagyott víz térfogatnövekedésével, egy üstökös időszakos felbukkanását azzal, hogy az üstökös Nap körüli pályán kering.

A következtetés és az előrejelzés két rokon gondolkodásforma, amely egy törvényszerűség ismeretében állapítja meg, hogy nagy valószínűséggel milyen esemény játszódik majd le a közeli vagy távolabbi jövőben. Például a globális felmelegedés egyik rövid távú hatása az lesz, hogy a sarkok közelében lévő jéghegyek olvadni kezdenek. Hosszabb távon a sarki jégtakaró oladásából pedig az következhet, hogy megemelkedik a tengerek vízszintje, és víz alá kerülnek alacsonyban fekvő tengerparti területek.

### Magyarázat és érvelés (M)

- *Magyarázatalkotás*

Közvetlen megfigyelés vagy természeti jelenség magyarázata valamilyen törvényszerűség alapján. Eljárások, módszerek alkalmazásának magyarázata.

- **Következtetés**

Következtetés szövegesen, ábrán és grafikonon megjelenített információk és ismert törvényszerűségek alapján.

- **Események előrejelzése**

Változások hosszú és rövid távú hatásainak előrejelzése szűkebb vagy tágabb környezetünkben (pl. globális felmelegedés). Előrejelzések modellek és szimulációk alkalmazása segítségével. Előrejelzés és találgatás megkülönböztetése. Hiányos adatok, milyen további információkra van szükség a helyes előrejelzéshez.

- **Általánosítás**

Következtetések kiterjesztése a jelenségek egy szélesebb körére. Olyan általános következtetések levonása, amelyek túlmennek a kísérlet vagy az adott jelenség értékelésén, és így következtetéseket fogalmaz meg új helyzetekre is.

## Példafeladatok

LINK

### Madár

Az alábbi képen egy olyan madár látható, amelynek hosszú, vékony lába és hosszú, vékony csőre van.



Milyen környezethez alkalmazkodott a képen látható madár lába és csőre? Kattints a helyes válaszra!

- A homokos talaj, erős szél
- B magas fű, sekély víz
- C sziklás part, nagy hullámozás
- D sűrű lombkorona, kevés aljnövényzet

Következtetés egy élőlény külső jegyei alapján az élőlény valószínű élőhelyére.

## Tűzifa

A képen egy farönk és egy adag felaprított tűzifa látható.  
A farönk és az aprított fa ugyanabból a fából származik, és tömegük is azonos.



Farönk

Felaprított fa

Melyik ég el gyorsabban, a farönk vagy a felaprított fa?  
Kattints a helyes válaszra, és választásodat indokold meg!

- A farönk
- B felaprított fa

Indoklás:

Nagyobb a felülete.

LINK

Egy törvényszerűség alapján meghozott döntés, és a döntés *magyarázata* a törvényszerűség alapján.

## TESZTMÁTRIX

A tesztek összeállításánál tesztmátrixok biztosítják az egyes területek és tudásformák arányos megjelenését évfolyamonként. A mérés a diákok természettudományos tudását négy területen vizsgálja: az Anyagi világ, az Élő világ, a Föld és a világ, valamint a Méréselméleti tudás területen. Az első hat évfolyamon a természettudomány oktatását a biológiai témájú különböző témakörök uralják, és lényegesen kevesebb csak a fizikai, kémiai illetve földtudományi vagy környezetvédelmi tananyag, amellyel kapcsolatban kérdések feltehetőek. A 8 és a 10. évfolyamon ezek arányok kiegyenlítődnek, és ezt a tartalmi területek tesztmátrixa is jól tükrözi.

	Anyagi világ	Élő világ	Föld és a világ	Méréselmélet
6. évfolyam	20-25%	30-35%	25-30%	15-20%
8. évfolyam	25-30%	25-30%	20-25%	20-25%
10. évfolyam	25-30%	25-30%	20-25%	20-25%

A diákok háttértudásának mérése fontos információkat nyújthat a diákok természettudományos műveltségéről, de jelenléte a vizsgálatban inkább diagnosztikus jellegű, jelentősége elmarad a másik négy gondolkodásformától.

Ennek megfelelően mindhárom évfolyamon lényegesen kisebb arányban részesül a tesztidőből, mint a Kísérletek megtervezése és végrehajtása, a Problémamegoldás és modellhasználat, a Bizonyítékon alapuló érvelés és adatok értelmezése, valamint a Magyarázat és érvelés. A 6. évfolyamos diákok kognitív képességeinek elsősorban a jelenségek magyarázata, a törvényszerűségek alapján levont következtetések és előrejelzések valamint az egyszerűbb érveléseket igénylő feladatok felelnek meg. A két magasabb évfolyamon egyre nagyobb hangsúlyt kap a kísérletek tervezésére illetve a kísérlet eredményeinek értékelésére vonatkozó kérdések.

	Háttértudás	Kísérletek megtervezése és végrehajtása	Problémamegoldás és modellhasználat	Bizonyítékon alapuló érvelés. Adatok értelmezése	Magyarázat és érvelés
6. évfolyam	5-10%	15-20%	20-25%	15-20%	30-40%
8. évfolyam	3-6%	20-25%	20-25%	25-30%	25-35%
10. évfolyam	3-6%	20-25%	20-25%	25-30%	25-35%

A természettudomány egy olyan jelentős pillanatban csatlakozik a korábban bevett szövegértés és matematika műveltségi területekhez, amikor az Országos kompetenciamérés nemcsak tartalmilag bővül, hanem a lebonyolítás módjában is radikálisan megváltozik: a nyomtatott tesztfüzetekről átköltözik a digitális médiumra, hosszabb távon pedig célja az adaptív, azaz a bizonyos értelemben teljesen személyre szabott mérési technikára. Egy olyan mérésben, ahol minden tanulónak lehetősége van elméletileg egy teljesen egyéni teszten számot adni a teljesítményéről, a jelenleg tolerált néhány százaléknál valamivel nagyobb eltérések is előfordulhatnak az egy-egy tesztváltozatban megvalósuló arányokban.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- (AAAS) *American Association for the Advancement of Science*. 1989. Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology. Washington, DC. <http://tinyurl.com/3nsqghk>
- (AAAS) *American Association for the Advancement of Science*. 1993. Benchmarks for science literacy. Washington, DC. <http://tinyurl.com/cbn7md8>
- Agin, M. L. (1974): Education for scientific literacy: A conceptual frame of reference and some applications. *Science Education*, 58(3), 403–415.
- Anderson, L. W. – Krathwohl, D. R. (2001): *A Taxonomy for Learning, teaching and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. London: Longman Arons, A. B. (1983). Achieving wider scientific literacy. *Daedalus*, 112(2), 91–122.
- Baarah, H. A. – Volk, T. L. (1994): An Analysis of Physical Science Textbooks for Scientific Literacy. *Iowa Science Teachers Journal*, Spring 1994: 10–11.
- Balászi Ildikó – Schumann Róbert – Szalay Balázs – Szepesi Ildikó (2008): *TIMSS 2007 Összefoglaló jelentés a 4. és 8. évfolyamos tanulók képességeiről matematikából és természettudományból*. Oktatási Hivatal, Budapest.
- Balászi Ildikó – Ostorics László – Szalay Balázs (2010): *A PISA2009 tartalmi és technikai jellemzői*. Oktatási Hivatal, Budapest.
- Balászi Ildikó – Bánfi Ilona – Szalay Balázs – Szepesi Ildikó (2012): *TIMSS összefoglaló jelentés a 8. évfolyamos tanulók eredményeiről*. Oktatási Hivatal, Budapest.
- Bánfi Ilona – Felvégi Emese – Szalay Balázs – Vári Péter (2003): *PISA-vizsgálat 2000*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Biggs, J. – K. Collis (1982): *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York, Academic Press.
- Bloom B. S. (1956): *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.
- B. Németh Mária (2003): A természettudományos műveltség mérése. *Magyar Pedagógia*, 103. 4. sz. 499–526.
- B. Németh Mária (2008): Természettudományos műveltség fogalma és értelmezései. *Iskolakultúra*, 18. 7–8. sz. 3–19.
- B. Németh Mária (2010): A természettudományi tudás/műveltség értelmezései a nemzeti standardokban. *Iskolakultúra*, 20. 12. sz. 92–99.
- Branscomb, A. W. (1981): Knowing how to know. *Science, Technology & Human Values*, 6(36), 5–9.
- Bybee, R. W. – Champagne, A. B. (1995): The National Science Education Standards. *The Science Teacher*, 62(1), 40–45.
- Bybee R. W. (1997): Towards an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & C. Bolte. (Eds.): *Scientific literacy*. An international symposium (p. 37–68). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Germany.
- Clesham R. (2013): Good Assessment by Design. [http://uk.pearson.com/content/dam/ped/pei/uk/pearson-uk/Documents/wcq/WCQ\\_international\\_comparison\\_paper\\_full\\_version.pdf](http://uk.pearson.com/content/dam/ped/pei/uk/pearson-uk/Documents/wcq/WCQ_international_comparison_paper_full_version.pdf)
- Davis, I. C. (1935): The measurement of scientific attitudes. *Science Education*, 19:117–122.
- DeBoer, G. E. (2000): Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *J. Research in Science Teaching*, 37: 582–601.
- De Yos, W. – Reiding, R. (1999): Public understanding of science as a separate school subject. *International Journal of Science Education*, 21(7): 711–719.
- Dewey, J. (1909): Symposium on the purpose and organization of physics teaching in secondary schools (part 13). *School Science and Mathematics*, 9:291–292.
- Dewey, J. (1934): The supreme intellectual obligation. *Science Education*, 18:1–4.
- Duschl, R. (2007): Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291.

- Eliade, Mircea (1987): *A szent és a profán*. Európa Könyvkiadó, Budapest.
- Enger, S. – Yager, Robert E. (2009): *A Framework for Assessing Student Understanding in Science*. [https://us.sagepub.com/sites/default/files/upm-binaries/31616\\_Chapter\\_1\\_A\\_Framework\\_for\\_Assessing\\_Student\\_Understanding\\_in\\_Science.pdf](https://us.sagepub.com/sites/default/files/upm-binaries/31616_Chapter_1_A_Framework_for_Assessing_Student_Understanding_in_Science.pdf)
- Fitzpatrick, Frederic (1960): *Policies for science education*. New York: Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University.
- Gallagher, J. – Harsch, G. (1997): *Scientific literacy: Science education and secondary school students*.
- Gott, R. – Duggan, S. – Roberts, R. (2008): *Concepts of evidence*. University of Durham. Sept 23, 2012. <http://www.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/cofev.htm>
- Gott, R. – Duggan, S. – Roberts, R. – A. Hussain (2014): *Research into Understanding Scientific Evidence*. [https://community.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/CofEv\\_Gott%20et%20al.pdf](https://community.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/CofEv_Gott%20et%20al.pdf)
- Hess, K. K. (2007): *Exploring Cognitive Demand in Instruction and Assessment*. [http://www.nciea.org/publications/DOK\\_ApplyingWebb\\_KH08.pdf](http://www.nciea.org/publications/DOK_ApplyingWebb_KH08.pdf)
- Hirsch, E. D., Jr. (1987): *Cultural literacy: What every American needs to know*. Boston: Houghton Mifflin.
- Huxley, T. H. (1882): *Science and culture, and other essays*. Macmillan and Co., London, England.
- Johnson, P. G. (1962): The goals of science education. *Theory into Practice*, 1, 239–244.
- Michael T. – Kane, M. T. (2013): Validating the Interpretations and Uses of Test Scores. *Journal of Educational Measurement*, Spring 2013, Vol. 50, No. 1, pp. 1–73. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jedm.12000/pdf>
- King, F. J. – Goodson, L. – Rohani, F. (2013): *Higher order thinking skills*. Center for Advancement of Learning and Assessment. [http://www.cala.fsu.edu/files/higher\\_order\\_thinking\\_skills.pdf](http://www.cala.fsu.edu/files/higher_order_thinking_skills.pdf)
- Kliebard, H. (1989): Problems of definition in curriculum. *Journal of Curriculum and Supervision*, 5 (1), 1–5.
- Krathwohl, D. R. (2001): *A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview*.
- Kuhn, Thomas (1984): *A tudományos forradalmak szerkezete*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Kusch, P. (1960): Educating for scientific literacy in physics. *School and Society*, 80 (2173), 198–201.
- Lakatos Imre (1988): *Bizonyítások és cáfolatok*. Typotex, Budapest.
- Marzano, R. J. – J. S. Kendall (2007): *The new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA, Corwin Press. <http://files.hbe.com.au/samplepages/CO2399.pdf>
- Miller, J. D. (1983): *Scientific literacy: a conceptual and empirical review*. *Daedalus* 112: 29–48.
- Mislevy, Robert J. – Geneva D. Haertel (2006): Implications of Evidence-Centered Design for Educational Testing. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 25 (4), 6–20.
- National Assessment of Educational Progress (NAEP) (2015)*. Science Framework for the 2015 National Assessment of Educational Progress. National Assessment Governing Board US Department of Education. Washington, DC. <https://www.edpubs.gov/document/ed005560p.pdf?ck=62>
- National Research Council (2012)*. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC.: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.
- National Science Education Standards (NSES) (1996)*. National Research Council's National Committee on Science Education Standards and Assessment. National Academies Press, Washington, D.C. <http://www.nap.edu/catalog/4962.html>
- National Science Teachers Association (1971)*. NSTA position statement on school science education for the 70's. *The Science Teacher*, 38, 46 ± 51.
- National Science Teachers Association (1982)*. Science-technology-society: Science education for the 1980s. Washington, D.C.: Author.
- Mészáros István – Németh András – Pukánszky Béla (2000): *Bevezetés a pedagógia és az iskoláztatás történetébe*. Osiris Kiadó, Budapest.

- Millar, R. – Osborne, J. F. (Eds.) (1998): *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London. <http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf>
- Mullis, I. V. S. – Martin, M. O. – Smith, T. A. – Garden, R. A. – Gregory, K. D. – Gonzalez, E. J. – Chrostowski, S. J. – O'Connor, K. M. (2001, szerk.): *Assessment Frameworks and Specifications 2003 (2nd Edition)*. International Study Center, Lynch School of Education, College Boston, Boston.
- Mullis, I. V. S. – Martin, M. O. – Ruddock, G. J. – O'Sullivan, C. Y. – Arora, A. – Eberber, E. (2005, szerk.): *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Boston.
- Mullis, I. V. S. – Martin, M. O. – Ruddock, G. J. – O'Sullivan, C. Y. – Preuschoff, C. (2009): *TIMSS 2011 Assessment Framework*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Németh László (1986): *Művelődéspolitikai írások*. Múzsák Kiadó, Budapest.
- Norris, S. P. – L. M. Phillips (2003): How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87: 224-240.
- OECD (2000): *Measuring student knowledge and skills. The PISA 2000 Assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Education and Skills. OECD Publications, Paris.
- OECD (2006): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy A Framework for PISA 2006*. OECD Publications, Paris.
- OECD (2007): *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis*. OECD, Paris.
- OECD (2009): *PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. OECD Publications, Paris. [http://www.oecd.org/document/44/0,3343,en\\_2649\\_35845621\\_44455276\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/44/0,3343,en_2649_35845621_44455276_1_1_1_1,00.html)
- OECD (2013): *PISA 2015 Draft Science Framework*. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Ornstein, A. C. – Hunkins, F. P. (1988): *Curriculum: Foundations principles, and issues*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Osborne, J. (2007): Science Education for the Twenty First Century, Eurasia. *Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2007, 3(3), 173–184. [http://www.ejmste.com/v3n3/EJMSTE\\_v3n3\\_Osborne.pdf](http://www.ejmste.com/v3n3/EJMSTE_v3n3_Osborne.pdf)
- Pella, M. O. – O'Hearn, G. T. – Gale, C. G. (1966): Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199–208.
- Popper, Karl (1997): *A tudományos kutatás logikája*. Európa Kiadó, Budapest.
- Paul, R. – Nosich, G. M. (1992): *A Model for the National Assessment of Higher Order Thinking*. <http://www.criticalthinking.org/pages/a-model-for-the-national-assessment-of-higher-order-thinking/591>
- Robitaille, D. F. – Schmidt, W. H. – Raizen, S. – McKnight, C. – Britton, E. – Nicol, C. (1993): *Curriculum frameworks for mathematics and science*. Vancouver: Pacific Educational Press.
- Rubba, P. A. – Anderson, H. O. (1978): Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449–458.
- Shamos, M. H. (1995): *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Shen, B. S. P. (1975): Science literacy: public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, 63: 265–268.
- Shen, B. S. P. (1975a): Scientific literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Eds.): *Communication of scientific information*. Basel: Karger, 44–52.
- Shen, B. S. P. (1975b): Science literacy. *American Scientist*, 63, 265–268.
- Showalter, V. M. (1974): *What is united science education?* Part 5. Program objectives and scientific literacy. *Prism* II, 2(3–4).
- Snow, C. P. (1959): *Rede Lecture*. Cambridge University Press, Cambridge, England. <http://tinyurl.com/8x8jpm>
- Snow, C. P. (1962): *The two cultures and the scientific revolution*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Vekerdi László (1994): *Tudás és tudomány*. Typotex, Budapest



- Webb, N. L. (1997): *Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education*. Washington, DC, Council of Chief State School Officers and National Institute for Science Education Research Monograph. <http://facstaff.wceruw.org/normw/WEBBMonograph6criteria.pdf>
- Wittlin, A. (1963): Scientific literacy begins in the elementary school. *Science Education*, 47(4), 331-342.
- Yager, R. E. – Harms, N. C. (1981): *What Research Says to the Science Teacher*. Vol.3. Washington, D.C.: National Science Teachers Association.
- Zuzovsky, R. (1997): Assessing Scientific and Technological Literacy among Sixth Graders in Israel. *Studies in Science Education*, 23(3): 231-256.

