



A MAGYAR ÉS AZ AMERIKAI TERMÉSZETTUDOMÁNY-TANÍTÁS TARTALMI KERETEINEK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE AZ ÚJ SZTENDERDEK TÜKRÉBEN

Bónus Lilla és Csapó Benő

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

A természettudomány-tanítás feladata, hogy felkészítse a tanulókat arra, hogy képesek legyenek szembenézni a következő évtizedek kihívásaival. Ehhez megfelelő tudásra és készségekre, képességekre van szükség, melyek által a tanulók a társadalom hasznos tagjaivá válhatnak. Az, hogy a tanulók a tudományos ismereteket és kompetenciákat milyen mértékben képesek bevonni és felhasználni az életükben, nemcsak személyes, hanem globális kérdés is a társadalmak működése, méltányossága és jóléte szempontjából egyaránt (OECD, 2020).

Az IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) szervezésében az 1970-es évek óta valósulnak meg nemzetközi vizsgálatok matematika és természettudomány területen. Az első természettudomány felmérésre (*First International Science Study, FISS*) 1970–1971 között került sor. Az adatokat röviddel azután gyűjtötték össze, hogy számos országban megújították a természettudományos oktatást. A vizsgálat nemcsak a természettudomány területen elért tanulói teljesítményekre vonatkozott, hanem a tanítási módszerekre, a diákok attitűdjére, a tanulók gyakorlati készségeinek fejlesztésére és a tudomány természetének megértésére is (Keeves & Comber, 1973). A második felmérés (*Second International Science Study, SISS*) 1983–1984-ben zajlott, amely során a tanulók teljesítménye mellett az eredmények alapján felvázolható trendeket is vizsgálták. A felmérésbe a FISS és SISS esetében is a 10 és a 14 éves, valamint az utolsó évfolyamos középiskolai tanulókat vonták be (IEA, 1988). Az eredmények azt mutatták, hogy a tanulói teljesítmény alapján a magyar tanulók mindhárom korcsoportban előkelő helyen, a világ élvonalában helyezkednek el (B. Németh et al., 2012; Csapó et al., 2014; Keeves, 1992).

Több mint egy évtizeddel később, 1995-ben került sor a harmadik matematika és természettudomány felmérésre (*Third International Mathematics and Science Study, TIMSS*), ami ezt követően négyévente ismétlődő nemzetközi mérésre vált (a TIMSS rövidítést megőrizve immár *Trends in International Mathematics and Science Study* néven). A TIMSS a 4. és a 8. évfolyamos tanulók matematikai és természettudományi tudását vizsgálja. Az 1995 óta gyűjtött TIMSS-adatok lehetővé teszik a mérésben részt vevő országok számára, hogy bizonyítékokon alapuló döntéseket hozzanak a matematika és a természettudomány tanításával és tanulásával kapcsolatos oktatáspolitikai javítása érdekében. Mivel Magyarország a kezdetektől részt vesz az IEA-mérésekben, az 1995–2019 közötti időszakra már trendadatokkal is rendelkezik. A magyar 4. évfolyamos tanulók természettudományi teszt eredménye 1995-ben 508 pont, 20 évvel később, 2015-ben 542 pont, míg 2019-ben 529 pont volt. Habár a két végpont, 1995 és 2019 közötti eltérés jelentős javulásra utal, a 2015-ös eredményhez képest 2019-ben szignifikáns visszaesés látható. A magyar 8. évfolyamos tanulók 1995-ben 537 pontot, 1999-ben 552 pontot értek el, azonban az eredmények azóta folyamatosan romlanak. Ezt támasztja

alá, hogy 2015-ben 527 pontot értek el a 8. évfolyamos magyar tanulók. Bár a 2019-ben elért 530 pont megelőzi a 2015-ös eredményeket, az 1995-ös és az 1999-es eredményekhez képest a romlás megállapítható (Mullis et al., 2020; Palincsár et al., 2020).

Egy másik jelentős nemzetközi vizsgálat a PISA (*Program for International Student Assessment*), amit az OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) 2000 óta szervez és háromévente ismétlődik. A PISA azt méri, hogy a 15 éves fiatalok mennyire képesek olvasás, matematika és természettudomány tudásukat és készségeiket a valós élet kihívásainak megfelelően használni. Tehát a tanulásban és a munkapiacra szükséges tudást, az alkalmazásképes tudást méri. Ha megvizsgáljuk a magyar tanulók természettudomány eredményeit 2000–2018 között, akkor megállapíthatjuk, hogy a kérdéses időszak alatt a teljesítmény folyamatosan romlik. Habár 2000–2009 között stagnálás volt jellemző a természettudományi eredményekben, ezután egy erős visszaesés következett (Csapó et al., 2014; OECD, 2019a). A 2018-as PISA-felmérés során a magyar tanulók szövegértésből, matematikából és a természettudomány területén is az OECD-átlagnál alacsonyabb pontszámot értek el. A képességszint szerinti eredmények is azt mutatják, hogy mindhárom területen elmaradunk az OECD-átlagtól. Különösen a gyengén teljesítő tanulók aránya nőtt, a természettudomány területén 2006–2018 között körülbelül 9%-tal (OECD, 2019a).

A bemutatott nemzetközi mérések tanulsága, hogy fél évszázaddal ezelőtt a magyar diákok természettudomány-tudás tekintetében még a világ legjobbjai között voltak, azonban a legújabb nemzetközi felmérések szerint teljesítményük folyamatosan romlik, és ma már a fejlett országok átlagos szintjét sem éri el (B. Németh et al., 2012; Mullis et al., 2020; OECD, 2019a). A problémákat jelzi az is, hogy a kémia és a fizika a legnépszerűtlenebb iskolai tantárgyak a tanulók attitűdjeit (Chrappán, 2017; Czető, 2022; Csapó, 2000, 2002), az érettségiként választott tárgyakat és a tanárszakokra jelentkezők arányát tekintve egyaránt.

A természettudomány tanításának egyik problémája a tantervekben rejlik. Nincs egységes természettudomány tantárgy, a különböző neven, illetve diszciplínákra osztva tanított tantárgyak tartalma nem összehangolt. Az alsó évfolyamokon alacsony a természettudományra fordított idő aránya, az alsó tagozaton az OECD-országok között a legalacsonyabb, mindössze 3% (OECD, 2021). Nem segíti a teljesítmények javítását a bemeneti, előíró jellegű tantervi szabályozás sem.

Az oktatási célok meghatározását tekintve több szempontból épp a magyarral ellentétes tendenciát képvisel az Egyesült Államokban kialakított rendszer. Bár az USA természettudomány eredményei nem tartoznak a világ élvonalába, a 2018-as PISA-felmérés eredményei szerint éppen csak az OECD átlaga felett volt (502 pont), azonban a magyar eredményeket (481 pont) így is meghaladta (OECD, 2019a). Közel két évtizedes távlatban is azt látjuk, hogy az amerikai eredmények stagnálnak, a 2000-es eredményhez (499 pont) képest a három pont javulás nem jelentős, ám ugyanebben az időszakban a magyar diákok eredménye (a 2000-ben mért 496 pontról) 15 pontot romlott (OECD, 2001, 2019a). Ezeknek az adatoknak a tükrében az amerikai természettudomány-tanítást nem tekinthetjük iránymutatónak. Ha azonban tágabb történelmi perspektívába helyezzük az amerikai teljesítményeket, azt látjuk, hogy a jelenlegi átlagos szintet az amerikai közoktatás egy igen erőteljes fejlődés révén érte el, hiszen 50 évvel ezelőtt az amerikai diákok teljesítménye a nemzetközi mezőny végén volt (Csapó, 2022; Keeves, 1992). Az USA közoktatása – minden problémája ellenére – számos figyelemre méltó vonással rendelkezik, és ezek közé tartozik a természettudomány tanításának tartalmi szabályozása is. A tanítás céljait keretbe foglaló *Next Generation Science Standards* (NGSS) tudományos megalapozottságát, szemléletmódját és igényességét tekintve a maga műfajában a nemzetközi élvonalat képviseli. Az NGSS kidolgozását 26 szövetségi állam kezdeményezte, és egy hároméves intenzív fejlesztőmunka eredményeként jött létre. Az NGSS létrehozásában

különböző közösségek, tudományos (*National Research Council, American Association for the Advancement of Science*), tanári (*National Science Teachers Association*) és nonprofit (*Carnegie Corporation of New York*) szervezetek vettek részt. A munkafolyamat eredménye egy több mint 500 oldalas könyv formájában jelent meg (NGSS Lead States, 2013), és egy folyamatosan megújuló interaktív online felületen érhető el (<https://www.nextgenscience.org/>). Ebben a tanulmányban áttekintjük az NGSS legfontosabb tartalmi vonásait és összehasonlítjuk azokat a magyar Nemzeti alaptanterv (NAT, 2020) természettudományra vonatkozó tartalmával.

A magyar és az amerikai tartalmi szabályozás különbségei

Habár az Egyesült Államokban az 1990-es évek végén megjelenő, majd elterjedő természettudomány-tanítást szabályozó dokumentumok (National Research Council, NRC, 1996, 2000) jelentősnek számítottak a természettudományos oktatás megerősítésében, az új és egyre növekvő tudományos eredmények ezen dokumentumok felülvizsgálatát és frissítését tették szükségessé. A modern élet szerves része a tudomány, a mérnöki munka és a technológia, mindemellett ezek a területek kulcsfontosságúak a jövőbeli kihívások megoldásában is. Az aktuális események megértése, a technológia kiválasztása és használata, vagy az egészségügyi ellátással kapcsolatos megalapozott döntések meghozatala során kulcsfontosságú a tudomány megértése (NGSS Lead States, 2013). Ugyanakkor nemcsak a tudomány haladt előre, hanem sok tapasztalat és tanulság gyűlt össze a standardokon alapuló oktatás megvalósításából, ami segítette a standardok felülvizsgálatát.

Első lépésként kidolgozták és közzétették a *Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (NRC, 2012) dokumentumot. A címben szereplő *framework* (keretrendszer, tartalmi keret) kifejezés az oktatás tartalmainak meghatározására, leírására szolgáló dokumentumoknak egy másik műfaját jelöli. Általában a nem előíró, nem határozott célokat kitűző, inkább a szakértői elemzések eredményeit összegző tudásreprezentációk megnevezésére szolgál. Ilyen tartalmi keretekben jelenik meg a TIMSS és a PISA méréseinek leírása még az aktuális mérések előtt (Mullis & Martin, 2017; OECD, 2019b). A „K-12” rövidítésben a „K” *Kindergarten* (óvoda) megjelölése, a „12” pedig a 12. évfolyamra utal. A „K-12” ebben a formában az óvodától a 12. évfolyamig tartó teljes közoktatás elterjedt megjelölése. Az amerikai iskolarendszer, bár államoktól, néha iskolakörzetektől függően másként tagozódik szakaszokra (a leggyakoribb a 8+4, az 5+3+4), abban egységes, hogy a 12 évfolyam elvégzése számít a közoktatásban való teljes értékű részvételnek. Ebben a szakaszban nincs elágazás, nincsenek különböző iskolatípusok, és a szakképzés is csak a közoktatás befejezése után kezdődik. A különböző keretrendszerek és standardok ilyen értelemben a teljes iskoláskorú népesség számára készülnek.

A keretrendszer, amit egy 18 fős, saját szakterületükön országosan és nemzetközileg elismert személyből álló bizottság (*Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards*) állított össze, a természettudományos oktatás új vízióját írta le, ami tudományos bizonyítékokban gyökerezik, és felvázolja azt a természettudomány-tudást, amely az óvodától a középiskola végéig terjedő oktatás alapjául szolgál (NGSS Lead States, 2013; Pruiitt, 2014). A K-12 keretrendszer ismerteti azt a három dimenziót, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a tanulók magas színvonalú természettudományos oktatásban részesüljenek: (1) gyakorlatok (*practices*), (2) a több területet átfogó fogalmak (*crosscutting concepts, CCs*) és (3) a tudományterület alapvető elgondolásai (*disciplinary core ideas, DCIs*). E három dimenzió integrálása kontextust biztosít a tanulóknak a tudomány tartalmához, a természettudomá-

nyos ismeretek elsajátításának és megértésének módjához, valamint a tudományterületek összekapcsolásához olyan fogalmakon keresztül, amelyek egyetemes jelentéssel bírnak a tudományágakban (NRC, 2012). A tudományterület alapvető elgondolásait négy területre osztják: élettelen természettudományok (*physical sciences*), élő természettudományok (*life sciences*), Föld- és űrtudományok (*Earth and space sciences*), valamint mérnöki, technológiai és természettudományos alkalmazások (*engineering, technology, and applications of science*) (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012; Papp et al., 2020) (1. táblázat).

1. táblázat. A K-12 keretrendszer három dimenziója és azok leírása (NRC, 2012 alapján)

<i>Dimenzió neve és leírása</i>	<i>Aldimenziók</i>
<p><i>Gyakorlatok (practices)</i></p> <p>a) Azok a főbb gyakorlatok, amelyeket a tudósok alkalmaznak a világgal kapcsolatos modellek és elméletek vizsgálata és felépítése során.</p> <p>b) Azok a mérnöki gyakorlatok, amelyeket a mérnökök a rendszerek tervezése és építése során alkalmaznak.</p> <p>A „gyakorlatok” kifejezést alkalmazzák a „készségek” helyett annak hangsúlyozására, hogy a tudományos kutatásban való részvétel nemcsak készségeket, hanem az egyes gyakorlatokra jellemző ismereteket is igényel.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kérdések feltevése és problémák meghatározása 2. Modellek kidolgozása és használata 3. Vizsgálatok tervezése és kivitelezése 4. Adatok elemzése, értelmezése 5. A matematika és az informatikai gondolkodás (<i>computational thinking</i>, CT) használata 6. Magyarázatok megalkotása és megoldások tervezése 7. Bizonyítékokon alapuló érvelés 8. Információ szerzése, értékelése és közlése
<p><i>Több területet átfogó fogalmak (crosscutting concepts, CCs)</i></p> <p>Átfogó fogalmak, amelyek keretet biztosítanak a különböző tudományágakból származó tudás összekapcsolásához egy koherens és tudományosan megalapozott világnézet kialakításához.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mintázatok 2. Ok és okozat: mechanizmus és magyarázat 3. Skála, arány és mennyiség 4. Rendszerek és rendszermodellek 5. Energia és anyag: áramlások, körfolyamatok és megmaradás 6. Struktúra és funkció 7. Állandóság és változás
<p><i>A tudományterület alapvető elgondolásai (disciplinary core ideas, DCIs)</i></p> <p>A tudományterület alapvető elgondolásai négy területen: élettelen természettudományok; élő természettudományok; Föld- és űrtudományok; valamint a mérnöki, technológiai és tudományos alkalmazások</p>	<p><i>Élettelen természettudományok (Physical Sciences, PS)</i></p> <p>PS1: Anyag és kölcsönhatásai</p> <p>PS2: Mozgás és stabilitás: Erők és kölcsönhatások</p> <p>PS3: Energia</p> <p>PS4: Hullámok és alkalmazásaik az információátviteli technológiákban</p> <p><i>Élő természettudományok (Life Sciences, LS)</i></p> <p>LS1: A molekuláktól az organizmusokig: struktúrák és folyamatok</p> <p>LS2: Ökoszisztémák: kölcsönhatások, energia és dinamika</p> <p>LS3: Öröklődés: a tulajdonságok öröklődése és változatosága</p> <p>LS4: Biológiai evolúció: egység és sokféleség</p> <p><i>Föld- és űrtudományok (Earth and Space Sciences, ESS)</i></p> <p>ESS1: A Föld helye a világegyetemben</p> <p>ESS2: A Föld rendszerei</p> <p>ESS3: Föld és emberi tevékenység</p> <p><i>Műszaki, technológiai és tudományos alkalmazások (Engineering, Technology, and Applications of Science, ETS)</i></p> <p>ETS1: Mérnöki tervezés</p> <p>ETS2: Kapcsolódás a mérnöki tudományok, a technológia, a tudomány és a társadalom között</p>

A több területet átfogó fogalmak kapcsolatot teremtenek a tudományterületek között azért, hogy a tudományos ismeretek elemzésének és megértésének módjait írják le (Fick, 2018). Az NRC (2012) által megfogalmazott, majd az NGSS (2013) által átvett több területet átfogó fogalmak jelentése a 2. táblázatban olvasható.

2. táblázat. A több területen átívelő fogalmak és azok jelentése (NRC, 2012)

<i>A több területet átfogó fogalmak</i>	<i>Leírás</i>
Mintázatok (<i>patterns</i>)	A formák és események megfigyelt mintázatai segítik a szervezést és az osztályozást, valamint kérdéseket vetnek fel a kapcsolatokról és az azokat befolyásoló tényezőkről.
Ok és okozat: mechanizmus és magyarázat (<i>cause and effect</i>)	A tudomány egyik fő célja az ok-okozati összefüggések és a közvetítő mechanizmusok vizsgálata és magyarázata. Az ilyen mechanizmusok tesztelhetők adott összefüggésekben, és felhasználhatók az események előrejelzésére és magyarázatára új kontextusokban.
Skála, arány és mennyiség (<i>scale, proportion and quantity</i>)	A jelenségek mérlegelésekor kritikus fontosságú annak felismerése, hogy a skálában, arányban vagy mennyiségben bekövetkező változások hogyan befolyásolják a rendszer szerkezetét vagy teljesítményét.
Rendszerek és rendszermodellek (<i>systems and system models</i>)	A vizsgált rendszer meghatározása eszközöket biztosít a természettudományokban és a mérnöktudományokban alkalmazható ötletek megértéséhez és teszteléséhez.
Energia és anyag: áramlások, körfolyamatok és megmaradás (<i>energy and matter</i>)	Az energia- és anyagáramlások nyomon követése a rendszerekben segít megérteni a rendszerek lehetőségeit és korlátait.
Struktúra és funkció (<i>structure and function</i>)	Egy tárgy vagy élőlény alakja és alstruktúrája meghatározza annak számos tulajdonságát és funkcióját.
Állandóság és változás (<i>stability and change</i>)	A természetes és a mesterséges rendszerek esetében a vizsgálat kritikus elemei a stabilitás feltételei és a rendszer változási vagy fejlődési sebességét meghatározó tényezők.

A K-12 keretrendszer kiadását követően megkezdődött a keretrendszeren alapuló tudományos standardok kidolgozása. A fejlesztési folyamat részeként a standardok többszöri felülvizsgálaton estek át, köztük két nyilvános tervezeten is, így a természettudományos oktatás iránt érdeklődőknek lehetőségük nyílt tájékozódni a standardok tartalmáról és felépítéséről. Következésképpen az NGSS-t az államok és a tudomány, a természettudományos oktatás, a felsőoktatás, az üzleti élet és az ipar más érdekelt felei közötti együttműködés révén fejlesztették ki (NGSS Lead States, 2013).

Az NGSS standardokat (szabványokat) vagy célokat határoz meg a természettudomány tanításához, melynek igazi innovációja az a követelmény, hogy a tanulóknak a gyakorlat, a tartalom és a kapcsolat metszéspontjában kell gondolkodniuk, valamint a K-12 keretrendszerben bevezetett három dimenzió integrálását teljesítményelvárásokon (*performance expectations*) keresztül értelmezi. Tehát az NGSS standardok különböző teljesítménnyel kapcsolatos elvárásokat fogalmaznak meg, de a tantervi és oktatási döntéseket továbbra is az államokra, körzetekre, iskolákra és tanárookra bízják. Az NGSS koherenciája miatt a tanárok

tetszőleges sorrendben rendezhetik el a teljesítményelvárásokat egy évfolyamon belül, hogy megfeleljenek az államok vagy a helyi körzetek igényeinek. Az NGSS előnye, hogy a tudomány különféle alkalmazásai felkeltik a tanulók érdeklődését, és egyúttal bemutatják, hogy miként alkalmazzák a tudományos elveket a valós életben (NGSS Lead States, 2013).

Az NGSS felkeltette a tudományos közösség érdeklődését. Chen és Terada (2021) az NGSS (2013) gyakorlatait tovább részletezte, és 32 algyakorlatot rendelt a nyolc gyakorlathoz (3. táblázat).

3. táblázat. Gyakorlatok és algyakorlatok (Chen & Terada, 2021)

<i>Gyakorlatok (practices)</i>	<i>Algyakorlatok (subpractices)</i>
Kérdések feltevése	Tegyen fel kérdéseket releváns jelenségekkel kapcsolatban Tegyen fel kérdéseket egy vizsgálat megtervezéséhez Tegyen fel kérdéseket a tudományos kutatás részeként, hogy modelleket és magyarázatokat dolgozzon ki Válaszoljon a kérdésekre a tudományos vizsgálat részeként, hogy modelleket és magyarázatokat dolgozzon ki
Modellek kidolgozása és használata	Fejlesszen ki modell(eke)t a jelenségek magyarázatára Modell(ek) értékelése Modell(ek) felülvizsgálata és kidolgozása Modell(ek) alkalmazása az előrejelzés(ek) elkészítéséhez
Vizsgálatok tervezése és kivitelezése	Döntse el, milyen változókat kíván megvizsgálni Hipotézis megfogalmazása Vizsgálati eljárások tervezése A vizsgálat eredményeinek szisztematikusan dokumentálása
Adatok elemzése és értelmezése	Bontsa fel a megfigyelt adatokat komponensekre Azonosítsa a mintázatokat az adatkészletben Az adatok összegzése különféle formában (pl. táblázat, diagram, grafikon, ábra) Trianguláció több adatforráson keresztül
A matematika és az informatikai gondolkodás (<i>computational thinking</i>) használata	Határozza meg a változókra vonatkozó adatok tendenciáit Szimbólumok használata ötletek és/vagy adatok megjelenítésére Számítógépek és/vagy egyéb technológiai eszközök használata az alapvető elgondolások (<i>core ideas</i>) feltárására Számítógépek és/vagy egyéb technológiai eszközök használata adatok elemzésére
Magyarázatok megalkotása és megoldások megtervezése	Magyarázatok megalkotása a megfigyelt adatokból Magyarázatok megalkotása az előzetes ismeretek alapján Magyarázatok megalkotása alternatív magyarázatok összehasonlításával Magyarázatok megalkotása többféle módszer használatával (pl. táblázat, diagram, grafikon, ábra)
Bizonyítékokon alapuló érvelés	Építsen fel bizonyítékokon alapuló érveket az állítás alátámasztására Bírálja az állításokat/médiakijelentéseket bizonyítékok segítségével, hogy azonosítsa a tudományos érvek lehetséges hibáit, gyengeségeit és erősségeit Kapcsolja össze az érveket a tudományterület alapvető elgondolásaival és a több területet átfelölő fogalmakkal Alternatív érvek és/vagy ellenérvek megfontolása
Információ szerzése, értékelése és közlése	Ötletek és/vagy eredmények kommunikálása multimodális ábrázolással (pl. diagram, szimbólum, internet) Jelentésalkotással járó kommunikáció Meggyőző cselekményeket magukban foglaló kommunikáció Kommunikáció, ami a tanított egység alapötleteire összpontosít

A NAT és az új generációs természettudomány standardok összehasonlító elemzése

Az óvodai szakasz

Magyarországon az óvodai nevelésről 2013-óta az Óvodai nevelés országos alapprogramja rendelkezik. Az alapprogramban helyet kapott „A külső világ tevékeny megismerése”. A vonatkozó részletben kitérnek arra, hogy ebben az életkorban a gyerekek érdeklődésére és aktivitására érdemes alapozni, melynek során a gyerekek megismerik, felfedezik szűkebb és tágabb környezetüket. Utalnak a természet iránti pozitív attitűd kialakítására, valamint arra is, hogy a környezet megismerése során a gyerekek matematikai tartalmú ismereteket szereznek, és fejlődik ítélőképességük, tér-, sík- és mennyiség szemléletük (Óvodai nevelés országos alapprogramja, 2012).

Ezzel szemben az NGSS (2013) ugyanebben a korosztályban a tudományterület alapvető elgondolásai között felvezi a következő témaköröket: mozgás és stabilitás; erők és kölcsönhatások; energia; a molekulától a szervezetekig: struktúrák és folyamatok; a Föld rendszerei; a Föld és az emberi tevékenység. Az óvodáskorú gyerekekre megfogalmazott teljesítményelvárások segítenek abban, hogy a gyerekek meg tudjanak válaszolni olyan kérdéseket, mint például Mi történik, ha erősebben tolunk vagy húzunk egy tárgyat? A gyerekektől azt várják, hogy megértsék a helyi időjárás mintázatait és változásait, az időjárás-előrejelzés célját, valamint azt, hogy reagáljanak azokra. Továbbá a gyerekeknek képesnek kell lenniük a különböző erősségű vagy különböző irányú lökések és húzások hatásainak megértésére egy tárgy mozgására. Azt is elvárják tőlük, hogy megértsék, mire van szüksége a növényeknek és az állatoknak a túléléshez, valamint az élőlények szükségletei és a lakóhelye közötti kapcsolatot. Az NGSS (2013) alapján az óvodásoktól elvárható, hogy a koruknak megfelelő jártasságot mutassanak kérdésfeltevésben, modellek kidolgozásában és használatában, a vizsgálatok tervezésében és lefolytatásában, az adatok elemzésében és értelmezésében, a megoldások tervezésében, a bizonyítékok alapján történő érvelésben, valamint az információszerzésben, -értékelésben és -közlésben.

Mindez bonyolultnak és összetettnek hathat, ugyanakkor fontos kiemelni, hogy ezeket a teljesítményelvárásokat a korosztályhoz igazítják. Ebben az életszakaszban a gyerekek élvezik a természet megfigyelését és a természetről való gondolkodást, hiszen érdeklődéssel fordulnak az őket körülvevő világ felé. Ez a korai ismerkedés a tudományokkal pozitív attitűdöt alakít ki a tudomány iránt, valamint megalapozza a tudományos fogalmak későbbi jobb megértését. A korai életkorban alkalmazott tudományos nyelvhasználat befolyásolja a tudományos fogalmak fejlődését. Mindemellett nem szabad elfelejteni, hogy a természeti jelenségek megfigyelése és a tapasztalatok szakszerű elemzése lehet a természettudományos gondolkodás fejlesztésének legjobb eszköze (Eshach, 2006; Eshach & Fried, 2005).

Az NGSS (2013) az óvodás gyerekek természettudomány tanításába bevezeti a mérnöki tervezést is. Ugyanis a gyerekek rendkívül kreatívan terveznek és építenek különböző dolgokat, például szívesen építenek erődöt, babaházat, homokvárat. A pedagógus feladata ennek a természetes tendenciának a felhasználása azáltal, hogy segít a tanulóknak felismerni, hogy a kreatív energia eszköz lehet a problémák megoldására és a célok elérésére egy szisztematikus folyamaton keresztül, amit mérnöki tervezésnek nevezünk. Habár a mérnöki tervezés nem zárt lépéses folyamat, érdemes három szakaszra bontani: (1) a probléma meghatározása, (2) a lehetséges megoldások kidolgozása és (3) annak meghatározása, hogy melyik oldja meg a legjobban a problémát. A probléma meghatározása az óvodában kezdődik, amikor a gyerekek megtanulják, hogy egy olyan helyzet, amin változtatni szeretnének, megoldható problémaként

fogható fel. A lehetséges megoldások kidolgozása a problémameghatározási szakaszból következik. Az óvodában egyszerű eszközök tervezését és kivitelezését várják a gyerekektől. Ezek a gyakorlatok, amint az említett szakaszok is mutatják, megalapozzák a problémamegoldó gondolkodás korai fejlődését is.

Ha összehasonlítjuk az amerikai standardot a magyar óvodai nevelést meghatározó dokumentummal, megállapítható, hogy a kora gyermekkori tanulás gondolkodásfejlesztő, motiváló és szemléletfejlesztő lehetőségei hazánkban kihasználatlanok, hiszen az óvodai években természettudományos tartalommal, illetve a tudományhoz köthető tevékenységekkel a magyar gyerekek alig találkoznak.

Az alsó tagozat

A 2020-as NAT alapján Magyarországon a természettudományos nevelés 1–2. évfolyamon kezdődik tudásbővítést és olvasásfejlődést segítő olvasmányokba ágyazottan magyar nyelv és irodalom területen. Ezekre a tevékenységekre épül 3–4. évfolyamon a környezetismeret tantárgy. Tehát az alapfokú képzés első két évében a magyar tanulók természettudományt külön nem tanulnak, majd 3–4. évfolyamon heti egy órában a környezetismeret tantárgy keretein belül.

Ugyanakkor az amerikai standard (NGSS Lead States, 2013) alapján az 1. évfolyamos teljesítményelvárások olyan kérdések megválaszolásában segítik a tanulókat, mint például Mi történik, amikor az anyagok rezegnek? Miben hasonlítanak és különböznek a szülők és a gyermekek? Milyen égitestek vannak az égen, és azok hogyan mozognak? A tanulóktól elvárják, hogy megértsék a hang és a rezgő anyagok közötti, valamint a fény rendelkezésre állása és a tárgyak látásának képessége közötti kapcsolatot. Elvárják, hogy a tanulók megértsék, hogy a szülők és az utódok viselkedése hogyan segíti elő az utódok túlélését. Ebben az időszakban kialakul annak megértése is, hogy a fiatal állatok és növények hasonlóak, de nem azonosak a szülőkkel. A tanulók képesek megfigyelni, leírni és megjósolni az égbolton lévő objektumok mozgásának mintázatait. Az első évfolyamos teljesítményelvárások alapján a tanulóknak az évfolyamnak megfelelő jártasságot kell mutatniuk a vizsgálatok tervezésében és kivitelezésében, az adatok elemzésében és értelmezésében, magyarázatok megalkotásában és megoldások tervezésében, valamint információk szerzésében, értékelésében és közlésében.

A 2. évfolyamon a NGSS (2013) alapján a tanulók olyan kérdésekre keresik a választ, mint például Hogyan változik a Föld felszíne és mi okozza a változásokat? Melyek a különböző felszíni formák és vizek megjelenési formái a Földön? Miben hasonlítanak és különböznek egymástól az anyagok, és hogyan függenek össze az anyagok tulajdonságai a felhasználásukkal? Mire van szükségük a növényeknek a növekedéshez? A tanulóktól elvárják, hogy megértsék, hogyan függ a növények elterjedése és beporzása az állatoktól; hogy összehasonlítsák a különböző élőhelyek élőlények sokféleségét. Az anyagok megfigyelhető tulajdonságainak megértését ezen a szinten a tanulók különböző anyagok elemzésével és osztályozásával fejlesztik. A tanulók képesek alkalmazni azt az elképzelést, hogy a szélnek és a víznek felszínformáló ereje van, és képesek összehasonlítani a különböző tervezéssel kapcsolatos megoldásokat az ilyen változás lassítására vagy megelőzésére. A tanulók képesek információk és modellek segítségével azonosítani és ábrázolni a különböző felszíni formákat és vizeket. A 2. évfolyamos teljesítményelvárások az 1. évfolyamos elvárásokhoz képest kiegészülnek a bizonyítékok alapján történő érveléssel.

Összegezve az alapfokú képzés első szakaszát (1–2. évfolyam), az amerikai tanulók folytatják az óvodában megkezdett természettudomány-tanulást, így további ismeretekkel, kész-

ségekkel bővül a tudásuk. A 2020-as NAT-ot megelőzően Magyarországon folyt környezetismeret tanítása az 1–2. évfolyamon (1. NAT, 2012), azonban a jelenlegi időkeret (3. évfolyamtól heti egy óra környezetismeret) hazánkban a perifériára szorítja a természettudomány-tanítást. Az NGSS (2013) további előnye ebben az időszakban – amit már óvodáskorban megalapoz –, hogy a mérnöki tervezés vonatkozásában továbbfejleszti az 1–2. évfolyamos tanulókat. Az 1–2. évfolyamra jellemző tudományterület alapvető elgondolásai és a több területet átfogó fogalmak az NGSS (2013) alapján a 4. táblázatban olvashatók.

4. táblázat. A tudományterület alapvető elgondolásai és a több területet átfogó fogalmak 1–2. évfolyamon az NGSS (2013) alapján

<i>Évfolyam</i>	<i>A tudományterület alapvető elgondolásai</i>	<i>Több területet átfogó fogalmak</i>
1.	Hullámok és alkalmazásai az információátviteli technológiákban A molekuláktól a szervezetekig: struktúrák és folyamatok Öröklődés: a tulajdonságok öröklődése és változása A Föld helye az univerzumban	Mintázatok Ok és okozat Struktúra és funkció A természettudomány, a mérnöki munka és a technológia kölcsönös függése, valamint hatásuk a társadalomra és a természeti világra
2.	Az anyag és kölcsönhatásai Ökoszisztémák: kölcsönhatások, energia és dinamika Biológiai evolúció: egység és sokféleség A Föld helye az univerzumban A Föld rendszerei	

A NAT (2020) alapján a 3–4. évfolyamon a heti egyórás környezetismeret tanításának legfontosabb célja, hogy előkészítse a természettudományok későbbi diszciplináris tanítását. Tehát azoknak a készségeknek és képességeknek a megalapozása történik, amelyek a felsőbb évfolyamokban a természettudományos tantárgyak megértéséhez és tanulásához szükségesek. A környezetismeret tantárgy tanításának céljai között szerepel továbbá, hogy a tanuló (1) sajátítsa el és gyakorolja a természettudományos ismeretszerzés módszereit; (2) fejlessze a megfigyelő, leíró, azonosító, megkülönböztető képességét; (3) fejlessze a mérési technikáját és a kísérletezésekhez szükséges képességeit; (4) fejlessze a problémamegoldó gondolkodását, kommunikációs és vitakészségét; (5) rendezze a tapasztalatain keresztül szerzett ismereteit; (6) tegyen szert a mindennapi életben és a szaktárgyak eredményes tanulásában alkalmazásra képes tudásra; (7) tanulja meg szeretni, tisztelni és védeni a környezetét, ismerje a környezet-tudatos életmód szokásait és (8) ismerje az egészségtudatos életmód szokásait.

Az elsajátítandó fő témakörök a 3–4. évfolyamon a megismerési módszerek, tájékozódás az időben, tájékozódás a térben, élő környezet, valamint az anyagok és folyamatok. A fő témakörökhöz tanulási eredményeket rendelnek, melyek koherensek a tantárgy tanításának célkitűzéseivel. Például a nevelési-oktatási szakasz végére a tanuló képes megfigyeléseket végezni élőlényeken és élettelen anyagokon megadott szempontok alapján; felismeri az élettelen anyagokon és az élőlényeken a mérhető tulajdonságokat; tanítói segítséggel képes egyszerű kísérleteket végezni; napirendet tervez és használ. Emellett a NAT kijelöl átfogó célokat, a fejlesztési területekhez kapcsolódó tanulási eredményeket 3–4. évfolyamon, miszerint a tanuló a nevelési-oktatási szakasz végére nyomtatott és digitális forrásokat használ; szóban, rajzban és írásban beszámol a megfigyelés, mérés és kísérletezés közben szerzett tapasztalatairól; cso-

portos tevékenységekben és projektmunkában vesz részt; a helyi természet- és környezetvédelmi problémákat képes felismerni; valamint szöveggel, táblázattal és jelekkel adott információkat értelmez.

A NGSS (2013) alapján a 3. évfolyamos tanulókkal szembeni követelmény, hogy meg tudják válaszolni például a következő kérdéseket: Milyen a tipikus időjárás a világ különböző részein és az év különböző időszakában? Hogyan csökkenthető az időjárással összefüggő veszélyek hatása? Miben különböznek az élőlények megjelenési formái és tulajdonságai egymástól? Ebben a korosztályban a tanulók már képesek adatokat megszerezni és felhasználni az adott évszakban várható tipikus időjárási jelenségek leírására. A tanulóktól elvárják, hogy megértsék az élőlények életciklusának hasonlóságait és különbségeit, a tulajdonságok öröklődését és annak változásait. A tanulók képesek meghatározni a kiegyensúlyozott és kiegyensúlyozatlan erők hatását a tárgy mozgására, valamint két egymással nem érintkező tárgy közötti elektromos vagy mágneses kölcsönhatások ok-okozati összefüggéseit. A 4. évfolyamos teljesítményelvárások segítenek a tanulóknak válaszokat megfogalmazni az alábbi kérdésekre: Hogyan változtathatja meg a földet a víz, a jég, a szél és a növényzet? A Föld sajátosságainak milyen jellemzői határozhatók meg térképek segítségével? Hogyan biztosítja a növények és az állatok külső és belső testfelépítése azok túlélését, növekedését, viselkedését és szaporodását? Mi az energia és hogyan kapcsolódik a mozgáshoz? Hogyan történik az energia átadása? A 4. évfolyamos tanulók képesek a hullámok leírására a rájuk jellemző tulajdonságok segítségével. A tanulóktól elvárják, hogy megértsék az időjárás hatásait, valamint a víz, a jég, a szél és a növényzet által okozott erózió mértékét. A tanulók alkalmazzák a Föld természetes folyamataira vonatkozó ismereteiket, hogy csökkentsék ezeknek a folyamatoknak az emberre gyakorolt hatását; valamint képesek térképek elemzésére és értelmezésére. Elvárják tőlük, hogy megértsék, a növényeknek és az állatoknak belső és külső testfelépítése van, ami biztosítja a túlélést, a növekedést, a viselkedést és a szaporodást. Modellek segítségével képesek megállapításokat megfogalmazni a látás jelenségével kapcsolatban, továbbá megértik a kapcsolatot egy tárgy sebessége és energiája között. Az energiával kapcsolatos ismereteiket képesek úgy alkalmazni, hogy egy olyan eszközt tervezzenek, próbáljanak ki, majd finomítsanak, amely az energiát átalakítja. A 3–4. évfolyamra jellemző tudományterület alapvető elgondolásai és a több területet átfogó fogalmak az NGSS (2013) alapján a 5. táblázatban szerepelnek.

Látható, hogy a 3–4. évfolyamon mind az NGSS (2013), mind a NAT (2020) igyekszik gyakorlatorientáltan bemutatni a természettudományt, amihez az is hozzájárul, hogy bizonyos mértékben le kell mondani arról, hogy mindent megtanítsunk (5. táblázat). Ez utóbbi megközelítésben az NGSS közelebb áll az optimális tananyagmennyiséghez. Az NGSS további előnye, hogy a mérnöki tervezést viszi tovább 3–5. évfolyamra is. Ezen a szinten – a korábbi évfolyamokra építve – a tanulók már szisztematikusabb és kreatívabb módon vesznek részt mérnöki tervezést igénylő feladatokban és mindhárom szakaszban (probléma meghatározása, lehetséges megoldások kidolgozása, legjobb megoldás kiválasztása/tervek javítása) fejleszteniük kell képességeiket. Ez a megközelítés jobban felkészíti a tanulókat azokra a hivatásokra, amelyeknél a természettudományos tudás alkalmazására nagymértékben szükség van.

Összefoglalva az alsó tagozatra jellemző természettudomány-tanítást, az amerikai gyerekek ebben az időszakban az óvodában megkezdett természettudományos nevelésre alapozva számos gyakorlattal, interdiszciplináris tudáselemmel, szaktudományi alapismeretekkel és a mérnöki tervezés alapjaival ismerkednek meg. Ezzel szemben a magyar tanulók csak az alsó tagozat második felében, a 3. évfolyamon kezdik meg célzottan a természettudomány-tanulást, ami a későbbi diszciplináris természettudomány-tanítás megalapozását szolgálja. Az amerikai standard előremutató vonása, hogy megjelenik benne a mérnöki tervezés tudatos fejlesztése,

valamint a személyes episztemológiák alakítása a tudomány természetével (*nature of science*, *NOS/nature of scientific knowledge*, *NOSK*) kapcsolatos fogalmak és gyakorlatok révén.

5. táblázat. A tudományterület alapvető elgondolásai és a több területet átfogó fogalmak 3–4. évfolyamon az NGSS (2013) alapján

Évfolyam	A tudományterület alapvető elgondolásai	Több területet átfogó fogalmak
3.	Mozgás és stabilitás: erők és kölcsönhatások A molekuláktól a szervezetekig: struktúrák és folyamatok Ökoszisztémák: kölcsönhatások, energia és dinamika Öröklődés: e tulajdonságok öröklődése és változása Biológiai evolúció: egység és sokféleség A Föld rendszerei Föld és emberi tevékenység	Mintázatok Ok és okozat Skála, arány és mennyiség Rendszerek és rendszermodellek A természettudomány, a mérnöki munka és a technológia kölcsönös függése, valamint hatásuk a társadalomra és a természeti világra
4.	Energia Hullámok és alkalmazásai az információátviteli technológiákban A molekuláktól a szervezetekig: struktúrák és folyamatok A Föld helye az univerzumban A Föld rendszerei Föld és emberi tevékenység	Mintázatok Ok és okozat Energia és anyag Rendszerek és rendszermodellek A tudomány, a mérnöki munka és a technológia kölcsönös függése, valamint hatásuk a társadalomra és a természeti világra

A felső tagozat

Magyarországon az 5–6. évfolyamon a természettudomány-tanítás természettudomány, 7–8. évfolyamon biológia, kémia, fizika és földrajz tantárgyak keretében valósul meg. Ugyanakkor 7–8. évfolyamon lehetőség van arra is, hogy egy integrált természettudomány tantárgy formájában tanítsák ezeket a tantárgyakat. Az 5–6. évfolyamon a természettudomány heti két órában, míg 7. évfolyamon a biológia és a földrajz heti kettő, a fizika és a kémia heti egy órában zajlanak. A 8. évfolyamon az arányok megfordulnak: a fizikát és a kémiát heti kettő, a biológiát és a földrajzot heti egy órában tanítják. Ha egy iskola úgy dönt, hogy a diszciplináris oktatás helyett integrált természettudomány tantárgyat akar tanítani, akkor erre 7. évfolyamon heti négy, 8. évfolyamon heti öt órában van lehetősége (NAT, 2020), és ehhez rendelkezésre állnak az új NAT (2020) alapján készült tankönyvek is.

Az 5–6. évfolyamon tanított természettudomány tantárgy biológiát, kémiát, fizikát és földrajzot tartalmaz, melynek köszönhetően meglehetősen összetett tudásanyagot közvetít. A természettudomány tantárgy célja, hogy a tanuló (1) komplexen lássa a természeti rendszereket és a természetben zajló folyamatokat (ok és magyarázat); (2) legyen képes önálló ismeretszerzésre, összefüggések felismerésére és egyszerű elemzések elvégzésére tanulói kísérletek, terapi megfigyelések és vizsgálatok által; (3) sajátítsa el a szintetizáló gondolkodásmódot és a (4) kritikai gondolkodást; (5) legyen képes a természettudományos tudását felhasználni arra, hogy a mindennapi életben előforduló egyszerű problémákat megoldja; (6) cselekvőképesség, a környezetért felelősséggel tenni akaró állampolgárrá váljon; (7) alakítson ki környezettudatos, fenntarthatóságot szem előtt tartó gondolkodásmódot; (8) legyen tudatos eszközhasználó

(IKT, digitális kompetenciák vonatkozásában) és (9) kapjon segítséget a műszaki vagy természettudományos pálya választásához.

A NAT (2020) kiemeli, hogy a természettudomány tanításának gyakorlatorientáltnak kell lennie, és kapcsolódnia kell a hétköznapiakhoz. Ezáltal lehetőség nyílik természettudományos problémák bevezetésére és megoldására, melyhez csoportmunkát és kutatásalapú tanulást, projekt módszert egyaránt javasol. Kiemeli a természettudományok társadalmunkban és az egyén életében betöltött szerepét, ami az NGSS-ben (2013) is fontos szempontként jelenik meg. Lényeges, hogy kitér arra, hogy a manuális készségek mellett a fogalmi megértést is segíteni és fejleszteni kell. Megjelennek a kísérleti problémamegoldás lépései, illetve hangsúlyos a hipotézisalkotás. Kiemeli, hogy a tanulók érdeklődésére kell alapozni, valamint ezek a tanulmányok hídként kötik össze a 3–4. évfolyamon tanult környezetismeretet a 7–8. évfolyamon tanított természettudományos tartalmakkal. Egy fontos különbség az alsó tagozat természettudomány-tanításához képest, hogy 5–6. évfolyamon a tanulóknak már önállóan kell elvégezni különböző megismerési tevékenységeket (pl. megfigyelés, leírás, összehasonlítás). A megtanítandó főbb témakörök alapvetően ugyanazok, mint 3–4. évfolyamon, viszont az altémakörök szintjén kiegészül (pl. gyakorlati jellegű térképészeti ismeretek). Az átfogó célok jobban tükrözik a természettudományok sajátosságait: a tanulók megfigyeléseket, összehasonlításokat, csoportosításokat, méréseket és kísérleteket végeznek, melyekről szóban, írásban és rajzban képesek beszámolni; a szöveggel, táblázattal és jelekkel kapott információt önállóan képesek értelmezni és azokból következtetéseket vonnak le; ismereteik bővítéséhez tanári útmutatás mellett kutatásokat végeznek nyomtatott és digitális források felhasználásával; továbbá kialakul bennük a szűkebb és a tágabb környezet iránti felelősségtudat és a természettudomány iránti érdeklődés (NAT, 2020).

Az NGSS (2013) az 5. évfolyamos tanulókra megfogalmazott teljesítményelvárások olyan kérdések megválaszolásában segítik a tanulót, mint például Mennyi víz található a Föld különböző helyein? Létrehozhatók-e új anyagok más anyagok kombinálásával? Honnan származik az élelmiszerben lévő energia, és mire használják? Hogyan változik a nappal és az éjszaka relatív hossza napról napra, és hogyan változik egyes csillagok megjelenése a különböző évszakokban? Az 5. évfolyamos tanulók képesek leírni, hogy az anyag annyira kicsi részecskékből áll, hogy fénymikroszkópon keresztül nem láthatók, de bizonyos műszerek ma már tudnak róluk képeket alkotni. A tanulók megértik a tömegmegmaradás törvényét. Meghatározzák, hogy két vagy több anyag összekeverése eredményez-e új anyagokat, képesek leírni modellek segítségével a Föld belső rétegei, élővilága, vízburka és légköre közötti kölcsönhatásokat, valamint az energiaáramlást és a különböző anyagok körforgását a természetben. A tanulóktól elvárják, hogy megértsék az árnyékok hosszának és irányának napi változásait, valamint egyes csillagok szezonális éjszakai megjelenését.

A 6–8. évfolyamot az NGSS (2013) együtt kezeli, ugyanakkor négy tudományterület (élettelen és élő természettudományok, Föld- és űrtudományok, mérnöki tervezés) szerint mutatják be a teljesítményelvárásokat. Mind a négyre jellemző, hogy a tanulók továbbfejlesztik a korábban tanult alapvető elképzeléseket. A teljesítményelvárások ötvözik a tudományterületek elgondolásait a gyakorlatokkal és a több tudományterületen átívelő fogalmakkal, hogy támogassák a tanulókat abban, alkalmazásképes tudást fejlesszenek ki a valós világ jelenségeinek magyarázatára. Az élettelen természettudományokban a 6–8. évfolyamon a teljesítményelvárások arra irányulnak, hogy a tanulók több tudományos gyakorlatot megértsenek, például modellek kidolgozása és használata, vizsgálatok tervezése és lefolytatása, adatok elemzése és értelmezése, a matematika eszközeinek használata, informatikai gondolkodás, magyarázatok megalkotása és ezeknek a gyakorlatoknak a felhasználása a tudományterület alapvető elgondolásainak megértéséhez, illetve a megértés demonstrálására. A tanulóktól azt is elvárják, hogy

bizonyítsák számos mérnöki gyakorlat megértését, beleértve a tervezést és az értékelést. Az élő természettudományok, valamint a Föld- és űrtudományok teljesítményelvárásai bizonyos gyakorlatokat konkrét diszciplináris alapgondolatokkal párosítanak. A mérnöki tervezés során 6–8. évfolyamon a tanulók legfontosabb feladata a problémák pontosabb meghatározása, a legjobb megoldás kiválasztása és a végső tervezés optimalizálása. Az 5–8. évfolyamra jellemző tudományterület alapvető elgondolásai és a több területet átfogó fogalmak az NGSS (2013) alapján a 6. táblázatban olvashatók.

6. táblázat. A tudományterület alapvető elgondolásai és a több területet átfogó fogalmak 5–8. évfolyamon az NGSS (2013) alapján

Évfolyam	A tudományterület alapvető elgondolásai	Több területet átfogó fogalmak
5.	<p>Az anyag és kölcsönhatásai</p> <p>Mozgás és stabilitás: erők és kölcsönhatások</p> <p>Energia</p> <p>A molekuláktól a szervezetekig: struktúrák és folyamatok</p> <p>Ökoszisztémák: kölcsönhatások, energia és dinamika</p> <p>A Föld helye az univerzumban</p> <p>A Föld rendszerei</p> <p>Föld és emberi tevékenység</p> <p>Élettelen természettudományok</p> <ul style="list-style-type: none"> Az anyag és kölcsönhatásai Mozgás és stabilitás: erők és kölcsönhatások Energia Hullámok és alkalmazásaik az információátviteli technológiákban 	<p>Mintázatok</p> <p>Ok és okozat</p> <p>Skála, arány és mennyiség</p> <p>Energia és anyag</p> <p>Rendszerek és rendszermodellek</p> <p>Mintázatok</p> <p>Ok és okozat</p> <p>Rendszerek és rendszermodellek</p> <p>Stabilitás és változás</p> <p>Skála, arány és mennyiség</p> <p>Energia és anyag</p> <p>Struktúra és funkció</p> <p>A tudomány, a mérnöki munka és a technológia kölcsönös függése; valamint hatásuk a társadalomra és a természeti világra</p>
6-8.	<p>Élő természettudományok</p> <ul style="list-style-type: none"> A molekuláktól a szervezetekig: struktúrák és folyamatok Ökoszisztémák: kölcsönhatások, energia és dinamika Öröklődés: a tulajdonságok öröklődése és változása Biológiai evolúció: egység és sokféleség 	<p>Mintázatok</p> <p>Ok és okozat</p> <p>Struktúra és funkció</p> <p>Energia és anyag</p>
	<p>Föld-és űrtudományok</p> <ul style="list-style-type: none"> A Föld helye az univerzumban A Föld rendszerei Föld és emberi tevékenység 	<p>Mintázatok</p> <p>Ok és okozat</p> <p>Skála, arány és mennyiség</p> <p>Rendszerek és rendszermodellek</p> <p>Energia és anyag</p> <p>Stabilitás és változás</p>
	<p>Mérnöki tervezés</p> <ul style="list-style-type: none"> Mérnöki tervezés 	<p>A természettudomány, a mérnöktudomány és a technológia hatása a társadalomra és a természeti világra</p>

Magyarországon a 7–8. évfolyamokon a természettudományos tantárgyak tanításának továbbra is fontos célkitűzése az összefüggések megismertetése, a tudásalkalmazáshoz szükséges kompetenciák kialakítása. A biológia tanításának célja a NAT (2020) alapján, hogy a nevelés-oktatás alapvető értékeit közvetítse, és az emberképet formálja. A NAT számos tantárgyi célt felsorol, melyek között megjelenik például a biológiai kutatások céljainak és módszereinek ismerete, azok elemzése és egyszerűbb biológiai kísérletek önálló elvégzése, különböző gondolkodási műveletek alkalmazása a biológiai problémák vizsgálata során (pl. következtetés, analógiás gondolkodás), egészségértés és egészségmegőrzés segítése. Továbbá kitérnek a matematikai, természettudományos, mérnöki-műszaki és informatikai (MTMI) készségek biológiatanulás folyamatába való beépítésére. Egyrésztől nagyon fontos készségek, melyek rimelnek a „STEM” (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) különböző területeire, valamint összhangban állnak az NGSS (2013) megállapításaival is. Tehát ezeknek a készségeknek a beemelése mindenképpen előremutató, ugyanakkor érdemes lenne a többi természettudományos tantárgy célkitűzéseibe is direkt módon beágyazni. A 7–8. évfolyamon a biológiatanítás három specifikus jellemzőjét emelik ki: (1) a természettudományos megismeréshez szükséges kompetenciák fejlesztése, (2) a biológia tantárgy műveltségközvetítő szerepe és (3) a tanuló személyiségének fejlesztése.

A fizikatanítás esetében a hangsúly a fizikai gondolkodásmódon, a fizika megismerési módszerein és a mindennapi életben való alkalmazhatóságon van. Ezeket olyan követelményként mutatja be a NAT (2020), amelyre minden tanulónak szüksége van attól függetlenül, hogy milyen területen tanul tovább. A fizikatanítás 7–8. évfolyamon gyakorlatorientált és jelenségközpontú, mely során a tanulók elmélyítik a szükséges szakmai ismereteket. A tananyag feldolgozása leíró, megfigyelő, kerüli a túlzott absztrakciót; ugyanakkor cél az értelmező és a természettudományos gondolkodás fejlesztése. Az aktív tanulás megvalósításával, a kísérletezésre, megfigyelésre épülő tapasztalatok összegyűjtésével, értelmezésével megteremti a szaktudományos ismeretek befogadásának valódi alapjait.

A kémia tantárgy tanításának céljai közé tartozik a természettudományok iránti érdeklődés felkeltése, a természettudományos szemléletmód kialakítása, valamint annak bemutatása, hogy a kémia milyen szerepet tölt be a társadalomban és az egyén életében. Ezzel összhangban a tantárgy tanítását releváns problémák, életszerű helyzetek, a tanulók aktív közreműködése, egyszerű és érdekes kísérletek elvégzése jellemzi. A 7–8. évfolyamos földrajz tananyag a közvetlen lakóhelytől távolodva, Magyarország földrajzán túl, a globális folyamatokat is ismerteti. A tantárgyban megjelennek a tipikus természet- és társadalomföldrajzi folyamatok és összefüggések, melyek középpontjában jellemzően egy-egy földrajzi eredetű probléma komplex bemutatása áll.

Összefoglalva a felső tagozatra jellemző természettudomány-tanítást, az NGSS azt a természettudományos, mérnöki és technológiai tudást kívánja átadni, amely mindenképpen szükséges ahhoz, hogy a tanulók megértsék ezeket a tudományterületeket. Továbbá az NGSS a hangsúlyt arra helyezi, hogy a tanulók életszerű helyzetekben, a valós problémákat azok teljes komplexitásában lássák és a tanulók az NRC (2012) által javasolt három dimenzió metszéspontjában gondolkodjanak. Ezeket a célokat szem előtt tartva, az NGSS lemond arról, hogy túlzottan elmélyedjen a tudományterületek szakismereteiben (Papp et al., 2020). A NAT (2020) is törekszik a gyakorlatközpontúságra, az életszerű problémák komplexitásának érzékeltetésére, ami a természettudományos tantárgyak célkitűzéseiben, valamint az MTMI-készségek bevezetésén érezhető leginkább.

A középiskola

Magyarországon a 9–12. évfolyamon a gimnáziumokban fizika, kémia, biológia és földrajz tantárgyak keretein belül történik természettudomány-tanítás. A gimnáziumokban a 9–10. évfolyamon diszciplináris bontásban folyik a természettudományos tantárgyak tanítása, ami minden tanuló számára kötelező. Ezt követően, 11–12. évfolyamon a természettudományos tantárgyak tanulása emelt óraszámban folytatható. A gimnáziumokban azoknak a tanulóknak, akik a 10. évfolyamot követően nem tanulnak emelt szinten vagy fakultáción természettudományos tantárgyat, kötelező tanulniuk „egy jelenségek vizsgálatán alapuló, komplex szemléletmóddal oktatott, a természettudományos műveltséget bővítő integrált természettudomány tantárgyat vagy a fizika, kémia, biológia, földrajz tantárgyak egyikét” heti két óra időkeretben (NAT, 2020, p. 365).

Gimnázium típusú középiskola speciális esetben dönthet úgy, hogy a 9–12. évfolyamon a helyi tantervükben meghatározott módon, integrált természettudományt tanít. A szakgimnáziumok, technikumok 9–10. évfolyamán és a szakképző iskolák 9. évfolyamán egységes természettudomány tantárgyat tanulnak a tanulók. A szakgimnáziumokban és a technikumokban ezt követően az adott szakterülethez kapcsolódó diszciplináris tantárgyak (biológia, kémia, fizika vagy földrajz) oktatásával folytatódik a természettudomány-tanítás.

A NAT (2020) alapján a középiskolai tanulmányok során a tanulók biológiából megismerik a biológia tudományának működését, valamint a tudományos kutatás több lépését is képesek alkalmazni (pl. kísérleteket végez, megismeri a változókat és azok beállításait, képes hipotéziseket megfogalmazni és azokat kísérletekkel alátámasztani vagy cáfolni, tudományosan megalapozott érvekkel támasztja alá véleményét). Kitérnek a korszerű molekuláris biológiai ismeretekre, a biotechnológia alkalmazására, a biológiai adatbázisok ismeretére. Utalnak arra is, hogy a Föld jövőjéért felelős attitűdöt kell kialakítani, illetve ebben a szakaszban válik szét a természettudományos műveltség építése és a természettudományos pályára való felkészítés. A biológiából tanult témakörök a mindennapi élethez kapcsolódnak és több tudományterület-ről származó tudás elsajátítását teszik lehetővé.

A középiskolai fizikatanítást problémaközpontúnak és gyakorlatiasnak írja le a NAT (2020), ahol a szaktárgyi ismeretek elmélyítése mellett a mindenki számára hasznos tudás feldolgozása a hangsúlyos. A tantárgy tanításának célja, hogy a tanuló tudományos világképe fejlődjön, valamint kiemelik a tudomány társadalomra és gazdaságra gyakorolt hatását. A tantárgy tanítása során felhívják a figyelmet a globális problémákra, valamint az újszerű természettudományos eredményekre és az azokban rejlő lehetőségekre.

A kémiatanítás által tovább fejlődik a tanulók természettudományos szemléletmódja. A természettudományos műveltséget a különböző tantárgyakban (biológia, fizika, földrajz) és a kémiából tanult tartalmak integrálásával igyekeznek kialakítani. Ugyanakkor ebben a szakaszban történik az elvontabb ismeretek és fogalmak feldolgozása, valamint a kémiából továbbtanuló diákok ismereteinek megalapozása.

A földrajz tananyag a természeti és a társadalmi környezet összefüggéseivel és kölcsönhatásaival foglalkozik. Ebbe tartozik például a geoszféra természeti folyamatainak, törvényszerűségeinek megismerése és megértése; a természetföldrajzi folyamatok okozta veszélyek és kockázatok felismerése; a társadalmi-gazdasági folyamatok közötti kapcsolatok feltárása; a 21. század társadalmi és gazdasági folyamatainak, illetve az azokat befolyásoló tényezők szerepének bemutatása. A földrajz segíti a szakirányú továbbtanulást, valamint azt is, hogy a tanulók képesek legyenek földrajzból szerzett ismereteiket alkalmazni a mindennapi életben, továbbá megalapozza a későbbi önálló tanulás igényét. A 9–10. évfolyamon tanított természettudományos tantárgyak fő témaköreit a 7. táblázat tartalmazza (NAT, 2020).

7. táblázat. A biológia, a kémia, a fizika és a földrajz fő témakörei a 9–10. évfolyamon

Fő témakörök	Természettudományos tantárgyak			
	Biológia	Kémia	Fizika	Földrajz
9–10. évfolyam	<ul style="list-style-type: none"> • A biológia kutatási céljai és módszerei • Az élet eredete és szerveződése • Az életközösségek jellemzői és típusai • Öröklődés és evolúció • A biotechnológia módszerei és alkalmazása • Az ember szervezete és egészsége • A bioszféra egyensúlya, fenntarthatóság 	<ul style="list-style-type: none"> • Az anyagok szerkezete és tulajdonságai • A kémiai átalakulások • A szén egyszerű szerves vegyületei • Az életműködések kémiai alapjai • Elemek és szervetlen vegyületeik • Kémia az ipari termelésben és a mindennapokban • Környezeti kémia és környezetvédelem 	<ul style="list-style-type: none"> • A fizikai jelenségek megfigyelése, modellalkotás, értelmezés, tudományos érvelés • Mozgások a környezetünkben, a közlekedés kinematikai és dinamikai vonatkozásai • A halmazállapotok és változásuk, a légemű, folyékony és szilárd anyagok tulajdonságai • Az emberi test fizikájának elemei • Fontosabb mechanikai, hőtani és elektromos eszközeink működésének alapjai, fűtés és világítás a háztartásban • A hullámok szerepe a képek és a hangok rögzítésében, továbbításában • Az energia megjelenési formái, megmaradása, energiatermelés és energiafelhasználás • Az atom szerkezete, fénykibocsátás, radioaktivitás • A Föld, a Naprendszer és a Világegyetem, a Föld jövője, megővése, az űrkutatás eredményei 	<ul style="list-style-type: none"> • Tájékozódás a kozmikus térben és az időben • A kőzetburok • A légkör • A vízburok • A geoszférák kölcsönhatásai és összefüggései • Átalakuló települések, eltérő demográfiai problémák a 21. században • A nemzetgazdaságtól a globális világgazdaságig • Magyarország és Kárpát-medence a 21. században • A pénz és a tőke mozgásai a világgazdaságban • Helyi problémák, globális kihívások, a fenntartható jövő dilemmái

A 9–12. évfolyamokat a 6–8. évfolyamhoz hasonlóan az NGSS (2013) együtt kezeli, de a négy tudományterület (élettelen és élő természettudományok, Föld- és űrtudományok, mérnöki tervezés) szerinti bontás itt is megjelenik. Mind a négy tudományterületre jellemző, hogy a tanulók ebben az időszakban továbbfejlesztik a természettudományok alapvető elgondolásaik megértését. A középiskolai szintű élettelen természettudományok teljesítményelvárásaiban több tudományos gyakorlat is előtérbe kerül, például a modellek kidolgozása és haszná-

lata, a vizsgálatok tervezése és lebonyolítása, az adatok elemzése és értelmezése, a matematikai és az informatikai gondolkodás használata, valamint a magyarázatok megalkotása és ezeknek a gyakorlatoknak a használata az alapvető gondolatok megértésének demonstrálására. A tanulóktól azt is elvárják, hogy bizonyítsák számos mérnöki gyakorlat megértését, beleértve a tervezést és az értékelést. A középiskolás diákok tudatosítják azokat a kulcsfogalmakat, amelyek segítenek megérteni az élő természettudományokat, a Föld- és űrtudományt és a mérnöki tervezést. A mérnöki tervezés vonatkozásában elvárják a tanulóktól, hogy a globális problémák során figyelembe vegyék a tudomány, a technológia, a társadalom és a környezet aspektusait is. A tudományterület alapvető elgondolásait és a több területet átfogó fogalmakat 9–12. évfolyamon a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat. A tudományterület alapvető elgondolásai és a területeket átfogó fogalmak 9–12. évfolyamon az NGSS (2013) alapján

Évfolyam	A tudományterület alapvető elgondolásai	Több területet átfogó fogalmak
9–12.	Élettelen természettudományok <ul style="list-style-type: none"> • Az anyag és kölcsönhatásai • Mozgás és stabilitás: erők és kölcsönhatások • Energia • Hullámok és alkalmazásai az információ-átviteli technológiákban 	Mintázatok Ok és okozat Rendszerek és rendszermodellek Energia és anyag Struktúra és funkció Stabilitás és változás
	Élő természettudományok <ul style="list-style-type: none"> • A molekuláktól a szervezetekig: struktúrák és folyamatok • Ökoszisztémák: kölcsönhatások, energia és dinamika • Öröklődés: a tulajdonságok öröklődése és változása • Biológiai evolúció: egység és sokféleség 	Mintázatok Ok és okozat Rendszerek és rendszermodellek Energia és anyag Struktúra és funkció
	Föld- és űrtudományok <ul style="list-style-type: none"> • A Föld helye az univerzumban • A Föld rendszerei • Föld és emberi tevékenység 	Mintázatok Ok és okozat Skála, mérték, mennyiség Rendszerek és rendszermodellek Energia és anyag Stabilitás és változás
	Mérnöki tervezés <ul style="list-style-type: none"> • Mérnöki tervezés 	Rendszerek és rendszermodellek

A középiskolai szakaszban a magyar tantervben (NAT, 2020) kulcsfontosságú a gyakorlatközpontúság, a tananyag mindennapi élethez való kapcsolódása, a természettudományos világkép fejlesztése, a tudomány működésének bemutatása, valamint annak kiemelése, hogy a tudomány hatással van a társadalomra és szorosan kapcsolódik a gazdasághoz. Ezek a szempontok az NGSS-ben (2013) is lényegesek, ugyanakkor ez részletesen bemutatja azt is, hogy a témakörök, fogalmak esetében a tanulói gondolkodás és a gyakorlatok hogyan fejlődnek óvodától a középiskola végéig (NGSS Lead States: Appendix E–F, 2013). Az NGSS (2013) esetében azt is láthatjuk, hogy a tudományterület alapvető elgondolásai és a több területet átfogó fogalmak 5–8. és 9–12. évfolyamon (6. és 8. táblázat) nem térnek el sokban egymástól. Ennek az az oka, hogy a különböző évfolyamokon ugyanaz vagy hasonló tartalmak jelennek

meg, melyeken belül egy fokozatosan bővülő, egymásra épülő fogalomrendszer kialakítása valósul meg.

A standardok alkalmazása a gyakorlatban

A standardok elkészítése és elterjesztése jelentős lépés az Egyesült Államok oktatási rendszerének fejlesztésében. Mivel az oktatás tartalmát tekintve nincsenek kötelező, szövetségi szinten érvényes előírások, és a legtöbb államban még állami szinten sincsenek központi előírások, az NGSS legfeljebb csak egy erős ajánlásnak tekinthető. Annak érvényesülését így nem a jogi szabályozás (kétes hatékonyságú) kényszerítő erejével kívánják elérni, hanem az alkalmazás sokoldalú támogatásával. Ennek a támogatásnak számos iránya és eleme van. Az egyik legfontosabb hatóerő a standardok kidolgozása mögött álló tekintélyes tudományos testületek folyamatos közreműködése az alkalmazás feltételeinek megteremtésében. Jelentős tényező az is, hogy kialakult egy olyan hatékony kutatói közösség, amelyik már magával a természettudomány tanításával kutatóként, tudományos igénnyel foglalkozik. A tekintélyt és a bizalmat a több évtizedes kitartó és egyazon irányba mutató fejlesztőmunka alapozta meg. Egy további fontos tényező a tudományos közösség és az iskolai gyakorlat folyamatos kapcsolata, a tanárok bevonása a fejlesztési folyamatokba.

Ahhoz, hogy az NGSS (2013) a gyakorlatban alkalmazható legyen, hét „konceptcionális váltásra” van szükség a természettudományos tantárgyakat oktatók és az oktatásban érdekelt felek részéről: (1) A 12 évfolyamos természettudományos oktatásnak tükröznie kell a tudomány valós összefüggéseit; (2) az NGSS tanulói eredményeket ír le, kifejezetten nem tanterv; (3) a tudományos fogalmak/konceptciók koherens módon épülnek fel a 12 évfolyamon; (4) az NGSS a tartalom mélyebb megértésére és alkalmazására összpontosít; (5) a természettudományok és a mérnöktudomány integráltak a K-12 természettudományos oktatásban; (6) az NGSS célja, hogy felkészítse a tanulókat az egyetemre, a karrierre és az állampolgárságra; (7) a természettudományos standardok összhangban vannak az angol nyelv, a művészetek/műveltség és matematika közös alapvető standardjaival (NGSS Lead States, 2013). Ezek a szemléletbeli váltások egyben jól jelzik azt is, hogy mi a különbség a hagyományos tantervi tervezés és az új megközelítést alkalmazó standardok között. Amíg a tantervek azt írják elő, mit kell az iskolában tanítani, a standardok inkább azt, milyen tudást várunk el a diákoktól.

A tudományos fogalmak koherens felépülését érdemes néhány példán keresztül illusztrálni a K-12 keretrendszer három dimenziója mentén. A gyakorlatok dimenzióhoz tartozó vizsgálatok tervezése és kivitelezése aldimenzió az óvodáskorban az előzetes tapasztalatokra épül és egyszerű, tudományosan érvényes vizsgálatok felé halad, melyek magyarázatok alátámasztására és megoldások tervezésére szolgálnak. 3–5. évfolyamon a vizsgálatok tervezése és lebonyolítása az óvodai tapasztalatokon alapszik, és olyan vizsgálatokat is magában foglal, amelyekben már kontrollálni kell a változókat. 6–8. évfolyamon is a korábbi szakasz tapasztalataira építkeznek, a tanulóknak további változók bevonásával kell vizsgálatokat tervezniük és végrehajtaniuk. Erre épül a 9–12. évfolyam, ahol olyan vizsgálatokat kell tervezni és kivitelezni, amelyek fogalmi, matematikai, fizikai és empirikus modelleket tesztelnek és bizonyítékot szolgáltatnak azok alátámasztására (NGSS Lead States, 2013, Appendix F).

A K-12 keretrendszer másik dimenziója a több területet átfogó fogalmak, melyek közül a mintázatok aldimenzióra mutatunk példát. Óvodáskorban a gyerekek felismerik, hogy a természeti és az ember által tervezett világnak mintázatai vannak, melyek megfigyelhetők és jelenségek leírására, valamint bizonyítékként is felhasználhatók. 3–5. évfolyamon a tanulók a természeti és a tervezett tárgyakat, termékeket rendszerezik és osztályozzák különbségeik és

hasonlóságok alapján. Meghatározzák az időhöz kapcsolódó mintázatokat (pl. ciklusok), ezeket előrejelzésekhez használják. 6–8. évfolyamon a tanulók felismerik, hogy a makroszkopikus mintázatok összefüggnek a mikroszkopikus és az atomi szintű szerkezetek természetével. Ebben a korcsoportban a tanulók meghatározzák a változás mértékének mintázatait és más numerikus összefüggéseket, melyek a természeti és az emberi tervezésű rendszerekről szolgáltatnak információt. Grafikonokat és diagramokat alkalmaznak a mintázatok azonosítására és azok alapján ok-okozati összefüggéseket állapítanak meg. 9–12. évfolyamon a tanulók különböző léptékű rendszerek mintázatait figyelik meg, azokat az ok-okozati összefüggések és magyarázatok alátámasztására használják. Felismerik, hogy egy skálán alkalmazott osztályozás vagy magyarázat nem biztos, hogy célravezető, vagy másik skála használata szükséges. Matematikai reprezentációkat használnak bizonyos mintázatok azonosítására és teljesítménymintázatok elemzésére, hogy újratervezzék és javítsák a megtervezett rendszert (NGSS Lead States, 2013, Appendix G).

Az utolsó dimenzió a tudományterület alapvető elgondolásai, melyek közül az élettelen természettudományok aldimenziót (anyag és kölcsönhatásai, kémiai reakciók) választottuk egy példa bemutatására. Az óvodás gyerekeknek azt kell megérteniük, hogy az anyagok felmelegedése és lehűtése olykor visszafordítható változásokat okoz, míg máskor nem. 3–5. évfolyamon azt várják a tanulóktól, hogy megértsék, a kémiai reakció során új anyag keletkezik, valamint a kémiai reakcióban a kiindulási anyagok együttes tömege megegyezik a keletkezett anyagok tömegével. 6–8. évfolyamon a tanulók belátják, hogy kémiai reakció során szerkezetváltozás történik, de az atomok száma megmarad; továbbá tudatosítják, hogy egyes kémiai reakciók energiát szabadítanak fel, mások pedig energiát nyelnek el. 9–12. évfolyamon a tanulók megértik, hogy a kémiai folyamatok alatt a molekulák ütközését, az atomok átrendeződését és az energia változásait értjük, és ezeket a kémiai reakcióban részt vevő kémiai részecskék tulajdonságai határozzák meg (NGSS Lead States, 2013, Appendix E). Reiser (2013) további ajánlásokat, egyben esetleges nehézségeket fogalmaz meg azzal kapcsolatban, hogy miként építhető be a természettudományok tanításába az új amerikai standard: (1) az órákat úgy kell felépíteni, hogy a munkát a jelenségekből fakadó kérdések vezéreljék, ne a hagyományos órafelosztás szerinti egymás utáni témák; (2) a vizsgálatok célja a magyarázó modellek felépítésének segítése, nem egyszerűen a hipotézisek tesztelése; (3) a tudományos vizsgálatokra adott válaszok többet jelentenek annál, mint két változó összefügg-e egymással, ezért segíteni kell a tudományosan megalapozott magyarázatok megalkotását; (4) a tanulóknak magyarázó kérdésekre válaszolva kellene feldolgozniuk az adott tananyagot ahelyett, hogy megtanulnák a következő kijelölt témát; (5) a tanárok segítsék a tudásépítést a gyakorlatok során, ne kizárólag a kísérletezéssel kapcsolatos procedurális készségek fejlesztése történjen; (6) a tanórai hangsúlyt az érvelésre és az ötletekkel kapcsolatos konszenzus elérésére kell helyezni ahelyett, hogy tankönyvek és tanárok mutatják be ötleteiket, illetve (7) a tanároknak olyan osztálytermi kultúrát kell kialakítaniuk, amely támogatja ezeket az elképzeléseket.

A *National Research Council* az NGSS megjelentetése után is folytatja a természettudomány-tanítás támogatását. A standardok elterjesztését, alkalmazását támogatják azok az eszközök, amelyek folyamatosan megjelennek az NGSS online felületén, például az osztálytermi munkát segítő eszközök és módszerek, videók, infografikák és ellenőrzött külső forrásokra mutató linkek. Az NGSS értékelési rendszerének kidolgozását az USA pedagógiai értékeléssel foglalkozó vezető kutatói (pl. James W. Pellegrino, Mark R. Wilson) irányították a szakterület legjelentősebb szervezeteinek (*Committee on Developing Assessments of Science Proficiency in K-12; Board on Testing and Assessment; Board on Science Education*) közreműködésével (NRC, 2014). Ahogyan a standardok elterjesztésével foglalkozó kutatók és testületek folyamatosan figyelmeztetnek, a tanítás kultúrájának megváltoztatásához időre van szükség, és az

oktatás minden érintett szereplőjének keményen kell dolgoznia a kitűzött célok megvalósításán. Ezt szolgálják a regionális vezetőknek, iskolaigazgatóknak, tanároknak, értékelési és tantervi szakembereknek szóló útmutatások (NRC, 2015).

Az NGSS kiterjedt kutatómunkát inspirált. Az egyes területeket részletesebben feldolgozó tudományos eredményeket bemutató vagy tanároknak szóló publikációk sokasága jelent meg (pl. Bybee, 2013; Gray et al., 2019; Krajcik et al., 2014). A természettudomány tanításának reformja húzóeleme lett az USA egész közoktatásának fejlesztésére irányuló törekvéseknek, és különösen jól illeszkedik a matematika területén párhuzamosan futó munkákhoz (Allensworth et al., 2022).

Összegzés

A NAT (2020) és az új generációs természettudomány standardok (NGSS Lead States, 2013) között számos különbség van, melyek főleg abból fakadnak, hogy hogyan értelmezik azt, mit kell tudnia a tanulóknak természettudományból, és ezt a tudást mikor szükséges megalapozni és feldolgozni. Az amerikai standard arra helyezi a hangsúlyt, hogy egy olyan természettudományos és mérnöki alaptudást nyújtson, amely mindenki számára hasznos a mindennapi életben. Ezért lemond arról, hogy megpróbálja túl sok természettudományos szaktárgyi ismeretet tanítani. Az is az NGSS (2013) sajátossága, hogy teljesítményelvárásokat fogalmaz meg, melyek a tudományterület alapvető elgondolásai, a több területet átfogó fogalmak és gyakorlatok metszéspontjában értelmezhetők. A több területet átfogó fogalmakat és gyakorlatokat folyamatosan fejlesztik a 12 évfolyamos természettudomány tantárgyban. Az NGSS már óvodában megkezdte a természettudományos tudás és a mérnöki tervezés megalapozását, míg ez hazánkban célzottan csak a 3. évfolyamon kezdődik el. Egy további fontos különbség, hogy az NGSS-ben a tudomány működése, valamint a tudomány, a mérnöki munka és a technológia kölcsönös függése és hatásuk a társadalomra és a természeti világra sokkal jobban kiemelt, mint a NAT-ban. Tanulásként megfogalmazható, hogy kezdettől fogva több figyelmet kell fordítani az epistemológiai tudatosság (*epistemological awareness*) fejlesztésére, a lehető legkorábban meg kell alapozni a tudományos gondolkodást, meg kell mutatni, miért a tudomány jelenti a legmegbízhatóbb tudást, és miképpen lehet a tudományosan igazolt ismereteket megkülönböztetni a nem tudományostól.

Az NGSS (2013) mintájára nálunk is érdemes lenne egységes rendszerbe foglalni a tudományok azokat a fogalmait, amelyek előfordulnak a tananyagban, valamint meghatározni azokat a nagy alapelveket, tudományos modelleket (*big ideas*), amelyek a közoktatás teljes szakaszában jelen lesznek. Rendkívül fontos, hogy a tudományos fogalmak bevezetése legyen összhangban a tanulók életkori sajátosságaival és fejlődésével. Ezt figyelembe véve meg kell tervezni a fogalmak egymásra épülését, tartalmuk folyamatos gazdagítását, továbbá azokat a kontextusokat, amelyekben a tanulmányok során ezek a fogalmak megjelennek. Annak érdekében, hogy a természettudomány tanulása a gondolkodás fejlesztésének hatékony eszköze legyen, szisztematikusan fel kell építeni a gondolkodás fejlesztésének rendszerét a műveleti gondolkodástól a magasabb rendű gondolkodási folyamatokig. A műveleti gazdagítás és a beágyazás módszereinek (*enrichment, embedding*) alkalmazásával jelentősen javítani lehet a természettudomány-tanulás fejlesztő hatását.

Ezek a célok akkor tudnak megvalósulni, ha a természettudományok tanítására szánt idő növekszik. Ez különösen fontos kora gyermekkorban, az óvodában és az alapfokú képzés első szakaszában. Hasonlóképpen fontos feladat a természettudomány-tanítás feltételeinek javítása, eszközrendszerének fejlesztése és a pedagógusok folyamatos képzése.

Irodalom

- Allensworth, E., Cashdollar, S., & Cassata, A. (2022). Supporting change in instructional practices to meet the common core mathematics and Next Generation Science Standards: How are different supports related to instructional change? *AERA Open*, 8. doi: [10.1177/23328584221088010](https://doi.org/10.1177/23328584221088010).
- B. Németh, M., Korom, E., & Nagy, L.-né (2012). A természettudományos tudás nemzetközi és hazai vizsgálata. In B. Csapó (Ed.), *Mérlegen a magyar iskola* (pp. 131–190). Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Bybee, R. W. (2013). The Next Generation Science Standards and the life sciences. *The Science Teacher*, 80(2), 25–32.
- Chen, Y.-C., & Terada, T. (2021). Development and validation of an observation-based protocol to measure the eight scientific practices of the next generation science standards in K-12 science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(10), 1–38. doi: [10.1002/tea.21716](https://doi.org/10.1002/tea.21716)
- Chrappán, M. (2017). A természettudományi tárgyak helyzete és elfogadottsága a közoktatásban. *Magyar Tudomány*, 178(11), 1352–1368. doi: [10.1556/2065.178.2017.11.3](https://doi.org/10.1556/2065.178.2017.11.3).
- Csapó, B. (2000). A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. *Magyar Pedagógia*, 100(3), 343–366.
- Csapó, B. (2002). Iskolai osztályzatok, attitűdök, műveltség. In B. Csapó (Ed.), *Az iskolai műveltség* (pp. 37–64). Osiris Kiadó.
- Csapó, B. (2022). Social determinants of mathematics and science achievement in historical context. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 46, Article 101182. doi:[10.1016/j.cobeha.2022.101182](https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2022.101182)
- Csapó, B., Fejes, J. B., Kinyó, L., & Tóth, E. (2014). Az iskolai teljesítmények alakulása Magyarországon nemzetközi összehasonlításban. In T. Kolosi & I. Gy. Tóth (Eds.), *Társadalmi R riport 2014 - Tanulmánykötet* (pp. 110–136). TÁRKI.
- Czető, K. (2022). Mit gondolnak a tanulók és tanárok az iskoláról? Egy iskolaiattitűd-kutatás eredményei. *Iskolakultúra*, 32(8–9), 30–52. doi: [10.14232/iskkult.2022.8-9.30](https://doi.org/10.14232/iskkult.2022.8-9.30)
- Eshach, H. (Ed.). (2006). *Science literacy in primary schools and pre-schools*. Springer. doi: [10.1007/1-4020-4674-x](https://doi.org/10.1007/1-4020-4674-x)
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315–336. doi: [10.1007/s10956-005-7198-9](https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9)
- Fick, S. J. (2018). What does three-dimensional teaching and learning look like? Examining the potential for crosscutting concepts to support the development of science knowledge. *Science Education*, 102, 5–35. doi: [10.1002/sce.21313](https://doi.org/10.1002/sce.21313)
- Gray, K. E., Wittmann, M. C., Vokos, S., & Scherr, R. E. (2019). Drawings of energy: Evidence of the Next Generation Science Standards model of energy in diagrams. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), Article 010129. doi: [10.1103/physrevphyseducres.15.010129](https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.15.010129)
- IEA (1988). *Science achievement in seventeen countries. A preliminary report*. Pergamon Press.
- Keeves, J. P. (1992). *Learning science in a changing world. Cross-national studies of science achievement: 1970 to 1984*. IEA.
- Keeves, J. P., & Comber, L. C. (1973). *Science education in nineteen countries. An empirical study*. Almqvist and Wiksell.
- Krajcik, J., Codere, S., Dahsah, C., Bayer, R., & Mun, K. (2014). Planning instruction to meet the intent of the Next Generation Science Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 157–175. doi: [10.1007/s10972-014-9383-2](https://doi.org/10.1007/s10972-014-9383-2)
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Mullis, I. V., & Martin, M. O. (Eds.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- NAT (2012). Nemzeti alaptanterv. *Magyar Közlöny*, 66, 10635–10847.
- NAT (2020). Nemzeti alaptanterv. *Magyar Közlöny*, 17, 290–446.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states (vol. 2, Appendices)*. The National Academies Press. doi: [10.17226/18290](https://doi.org/10.17226/18290)

- NRC (1996). National Science Education Standards. The National Academies Press. doi: [10.17226/4962](https://doi.org/10.17226/4962).
- NRC (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards A Guide for Teaching and Learning*. The National Academies Press. doi: [10.17226/9596](https://doi.org/10.17226/9596).
- NRC (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. doi: [10.17226/13165](https://doi.org/10.17226/13165)
- NRC (2014). *Developing assessments for the Next Generation Science Standards*. The National Academies Press. doi: [10.17226/18409](https://doi.org/10.17226/18409).
- NRC (2015). *Guide to implementing the Next Generation Science Standards*. The National Academies Press. doi: [10.17226/18802](https://doi.org/10.17226/18802).
- OECD (2001). *Knowledge and skills for life. First results from PISA 2000*. OECD Publishing. doi: [10.1787/9789264195905-en](https://doi.org/10.1787/9789264195905-en)
- OECD (2019a). *PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. doi: [10.1787/6c98650-e1](https://doi.org/10.1787/6c98650-e1)
- OECD (2019b). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. doi: [10.1787/b25efab8-en](https://doi.org/10.1787/b25efab8-en)
- OECD (2020). *PISA 2024 Strategic vision and direction for science: A vision for what young people should know about science and be able to do with science in the future*. OECD Publishing.
- OECD (2021). *Education at a glance 2021: OECD indicators*. OECD Publishing.
- Óvodai nevelés országos alapprogramja (2012). <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200363.kor>
- Palincsár, I., Szalay, B., Szepesi, I., Ostorics, L., & Vadász, Cs. (2020). *TIMSS 2019 Összefoglaló jelentés*. Oktatási Hivatal.
- Papp, K., Nagy, A., & Z. Orosz, G. (2020). A kisiskoláskori természettudományos nevelés célja, feladata és keretei. In E. Korom & K. Radnóti (Eds.), *Gondolkodtató természettudomány-tanítás: Fizika* (pp. 7–26). Mozaik Kiadó.
- Pruitt, L. S. (2014). The Next Generation Science Standards: The features and challenges. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 145–156. doi: [10.1007/s10972-014-9385-0](https://doi.org/10.1007/s10972-014-9385-0)
- Reiser, B. J. (2013, September 24–25). *What professional development strategies are needed for successful implementation of the Next Generation Science Standards?* [Conference presentation]. Invitational Research Symposium on Science Assessment, Washington DC, United States.

ABSTRACT


COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT FRAMEWORKS OF HUNGARIAN AND AMERICAN SCIENCE TEACHING IN LIGHT OF THE NEW STANDARDS


Lilla Bónus & Benő Csapó

Keywords: science teaching, new generation science standards, Hungarian National Curriculum

Half a century ago, Hungarian students were still among the best in the world in terms of scientific knowledge; however, according to the latest international surveys, their performance has been steadily deteriorating, and today it does not even reach the average level of developed countries. The problems are also indicated by the fact that chemistry and physics are the most unpopular school subjects in terms of students' attitudes, the subjects chosen for matriculation and the proportion of applicants to teacher training. One of the problems in science education lies in the curricula. There is no unified science subject, the content of the subjects taught under different names or divided into disciplines is not harmonized. The US public education, despite all its problems, has many remarkable features, and among them is the regulation of the content of science education. The Next Generation Science Standards (NGSS), which frame the goals of science education, represent the international vanguard in their genre in terms of their scientific foundation, approach, and rigor. The study reviews the most important content features of the NGSS and compares them with the science content of the Hungarian National Curriculum (2020). One of the core values of the NGSS is that it describes K-12 science education in a single, consistent, overarching framework. Rather than outlining what should be taught, it defines what students are expected to know. The practical implementation of the NGSS is supported by continuous research and development. The study of the NGSS and the related science activities can also be beneficial from the point of view of the development of Hungarian science education.

Magyar Pedagógia, 122(4). 189–211. (2022)
doi: 10.14232/mped.2022.4.189

Bónus Lilla:  <https://orcid.org/0000-0003-3812-1644>
Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet
H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30–32.
bonus.lilla@edu.u-szeged.hu

Csapó Benő:  <https://orcid.org/0000-0001-7550-6354>
Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet
H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30–32.
csapo@edpsy.u-szeged.hu