

# A robotika témakör integrálásának lehetőségei a természettudományos tantárgyak oktatásában

Gaál Bence

gaalbence@inf.elte.hu

ELTE Informatikai Kar

**Absztrakt.** A 21. század kihívásai miatt a természettudományok és az informatika ismerete még hangsúlyosabbá válik. Ennek ellenére sajnos a hazai trendek azt mutatják, hogy a diákok egyre kevésbé tartják fontosnak ezen ismereteket és egyre kisebb a motivációjuk, illetve kevesen választanak olyan szakmákat, amelyek ezen tudományterületekre épülnek. Erre a problémára megoldást nyújthat az, ha a különböző tantárgyakat ötvözzük az informatikával, azon belül is a robotikával, kiaknázva a STEM tárgyak azon belül is a természettudományos tantárgyak és a robotika kapcsolatának előnyeit. Cikkemben kitérek ennek a kapcsolatnak a mivoltára, valamint áttekintem, hogy a magyarországi kerettantervek alapján, melyek azok az anyagrészek, ahol érdemes és lehetséges a robotika alkalmazása, hogy a diákok játékosan, kézzel fogható eszközök és valós problémák segítségével sajátíthassák el a kapcsolódó ismereteket.

**Kulcsszavak:** természettudományok, robotika, tantervek, oktatás, természettudományos oktatás, informatikaoktatás

## 1. Hazai természettudományos tárgyak helyzetének, népszerűségének bemutatása

A téma szempontjából elkerülhetetlen kitérnünk a természettudományos tantárgyak hazai helyzetére, ezért megvizsgáljuk ezek helyét a tantervekben, valamint statisztikai adatok alapján következtetéseket vonunk le a diákok motiváltságával kapcsolatban. A statisztikai elemzés alapjául a tanulmányi versenyekkel és a felsőoktatási felvételi eljárásokkal kapcsolatos adatok szolgálnak.

### 1.1. Jogszabályi környezet

Hazánkban jogilag többféle meghatározás is életben van, abban a tekintetben, hogy mely tárgyak tartoznak a természettudományi tantárgyakhoz, attól függően, hogy közép-, vagy felsőoktatásról van szó. Jelen esetben a meghatározás alapjául a felsőoktatási felvételi eljárásról 423/2012. (XII. 29.) Korm. rendeletet vettük, amely a következő tárgyakat sorolja a természettudományos tantárgyak csoportjába: *biológia, fizika, kémia, földrajz (a földünk és környezetünk), természetismeret és a természettudomány*. Ez a beosztás szinkronban van az úgynevezett STEM<sup>1</sup> területek természettudományokat érintő részével, amiről a későbbiekben még szót ejtünk.

A Nemzeti Alaptantervben a természettudományos kompetencia a technikai kompetenciával együtt alkotja az egyiket, a kilenc kulcskompetencia közül. Birtokában az egyén képes felismerni az őt körülvevő természeti jelenségek, és mechanizmusok működését és kimenetelét, ismeri a fenntartható társadalom folyamatait és feltételeit, valamint képes a tudását és ismereteit a hétköznapi életbe integrálni, azok által új dolgokat alkotni, létrehozni. Kritikus attitűddel áll a természettudományokkal kapcsolatba hozható állhírekkel szemben, miközben nagy nyitottságról tesz tanúbizonyságot az őt körülvevő műszaki- és tudományos világ megismerése során.

A műveltségi területeket vizsgálva a természettudományos tantárgyak „Az ember és természet”, valamint a „Földünk – környezetünk” területhez tartoznak. Előbbiben a közműveltségi tartalmak

---

<sup>1</sup> Magyarul MTMI (matematikai, természettudományos, műszaki és informatikai) tudományok.

lefedik a technika, kémia, biológia, fizika tantárgy ismereteit, míg az utóbbi műveltségi terület egésze a földrajz tantárgyat foglalja magába, átfedésben a természet-és környezetismeret tárgyakkal.[1]

A kerettanterveket megvizsgálva már sokkal átfogóbb képet kaphatunk arról, hogy melyik tantárgynak mennyi a kötelező minimális óraszám. Ezekhez az óraszámokhoz viszonyítva minden tantárgy ismeretanyaga túlmutat az adott óraszámban teljesíthető követelményeken. Ez a megállapítás az informatika tantárgyra is átültethető. Az alábbi táblázatokban a kötelező minimális óraszámokat láthatjuk.

<b>Tantárgyak</b>	<b>1. évf.</b>	<b>2. évf.</b>	<b>3. évf.</b>	<b>4. évf.</b>
Magyar nyelv és irodalom	7	7	6	6
Idegen nyelvek				2
Matematika	4	4	4	4
Erkölcstan	1	1	1	1
<b>Környezetismeret</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Ének-zene	2	2	2	2
Vizuális kultúra	2	2	2	2
Technika, életvitel és gyakorlat	1	1	1	1
Testnevelés és sport	5	5	5	5
Szabadon tervezhető órakeret	2	2	3	3

**1. táblázat:** Kötelező tantárgyak és minimális óraszámok az 1-4. évfolyamon.[2]

<b>Tantárgyak</b>	<b>5. évf.</b>	<b>6. évf.</b>	<b>7. évf.</b>	<b>8. évf.</b>
Magyar nyelv és irodalom	4	4	3	4
Idegen nyelvek	3	3	3	3
Matematika	4	3	3	3
Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek	2	2	2	2
Erkölcstan	1	1	1	1
<b>Természetismeret</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		
<b>Biológia-egészségtan</b>			<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Fizika</b>			<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Kémia</b>			<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Földrajz</b>			<b>1</b>	<b>2</b>
Ének-zene	1	1	1	1
Vizuális kultúra	1	1	1	1
Dráma és tánc/Hon- és népismeret*	1			
Informatika		1	1	1
Technika, életvitel és gyakorlat	1	1	1	
Testnevelés és sport	5	5	5	5
Osztályfőnöki	1	1	1	1
Szabadon tervezhető órakeret	2	3	3	3

**2. táblázat:** Kötelező tantárgyak és minimális óraszámok az 5-8. évfolyamon.[2]

Tantárgyak	9. évf.	10. évf.	11. évf.	12. évf.
Magyar nyelv és irodalom	4	4	4	4
I. idegen nyelv	3	3	3	3
II. idegen nyelv	3	3	3	3
Matematika	3	3	3	3
Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek	2	2	3	3
Etika			1	
<b>Biológia - egészségtan</b>		2	2	2
<b>Fizika</b>	2	2	2	
<b>Kémia</b>	2	2		
<b>Földrajz</b>	2	2		
Ének-zene	1	1		
Vizuális kultúra	1	1		
Dráma és tánc/Mozgóképkultúra és médiaismeret *	1			
Művészetek *			2	2
Informatika	1	1		
Technika, életvitel és gyakorlat				1
Testnevelés és sport	5	5	5	5
Osztályfőnöki	1	1	1	1
Szabadon tervezhető órakeret	4	4	6	8

3. táblázat: Kötelező tantárgyak és minimális óraszámok a 9-12. évfolyamon.[2]

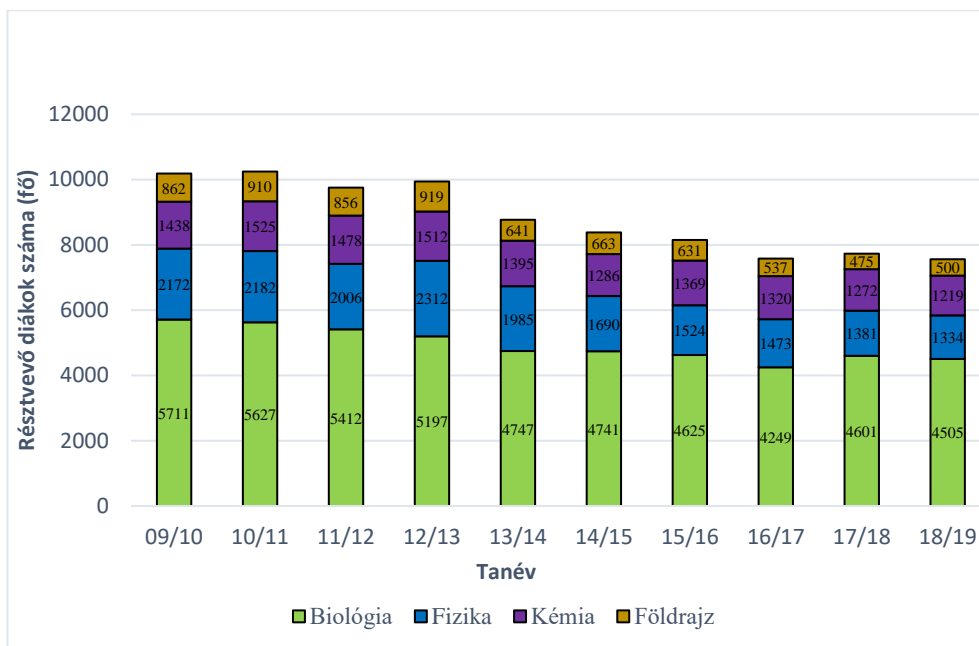
Magyarországon a természettudományos tantárgyak, a teljes éves összóraszámhoz viszonyítva a 24%-át teszik ki a tanóráknak. Ha kevesebb óraszám tartozik egy adott tárgyhöz, mint amivel le lehetne fedni annak ismeretanyagát, akkor felléphetnek bizonyos problémák. Egyik legfőbb ilyen nehézség a kísérlet vagy megfelelő mértékű szemléltetés, illetve vizsgáldások hiánya a tanóra menetében, ami jelentősen hathat a diákok motivációjára.

A TIMSS-2015-ös méréséből kiderül, hazánkban jóval a nemzetközi átlag alatt van az egy tanévben a természettudományok tanításra fordított órák száma (200-328 óra)<sup>2</sup>, valamint a tanórai kísérletek mennyisége a 8. osztályban. Továbbá, a magyar pedagógusok általában kevesebb szerepet szánnak az oktatás során olyan módszertani megoldásoknak, mint például a felfedeztető tanulási technika, a kísérletek, valamint a modellek, vagy akár a szimulációk. Ennek megoldásaként, nem csak az óraszámokat kellene növelni, hanem a megfelelő infrastruktúris-, és humán erőforrást biztosítani. A jelentés alapján hazánk a fentebb említett két erőforrás kapcsán is átlagon aluli értékeket produkál, valamint a diákok sem tartják különösebben fontosnak a természettudományokat.[3]

## 1.2. Természettudományos versenyeken történő részvételi adatok alakulása

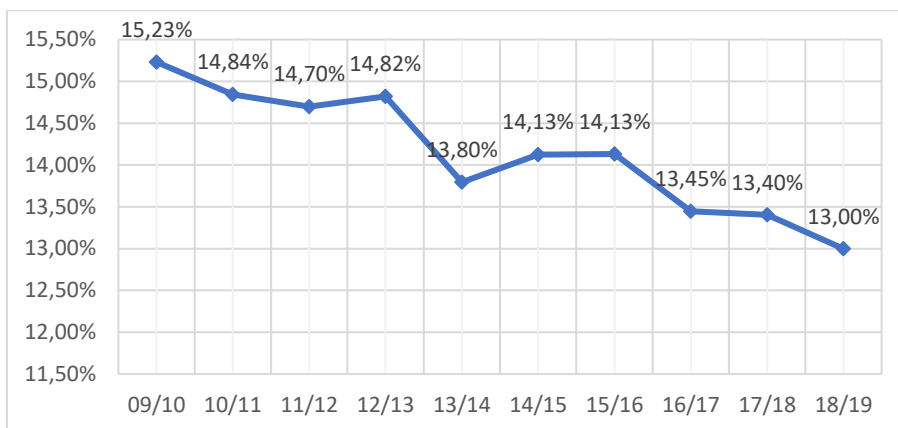
Elsőként a természettudományos tanulmányi versenyeken való részvételt vizsgáltam (1. ábra). A statisztika szempontjából fontos, hogy olyan versenyre volt szükség a méréshez, amely tárgyanként viszonylag egyforma típusú feladatokra épül fel. Ezért és az adatok hozzáférhetősége miatt választottam az OKTV versenyek eredményeit. A vizsgált időintervallum 10 évet ölel fel, kezdve a 2009/10-es tanévvel, a 2018/19-es tanévvel bezárólag.[4]

<sup>2</sup> Az olyan országokat vizsgálva, ahol tantárgyanként tanítják a különböző területeket.



1. ábra: OKTV-n résztvevő diákok számának alakulása, a természettudományos tantárgyak tükrében

Mivel ezeken a versenyeken nem kötelező a tanulók részvétele, ezért a jelentkezők száma szoros összefüggésben áll a tantárgyhoz kapcsolódó motivációval. A jelentkezők száma a 2009-es évhez képest 74%-ra csökkent a legutóbbi mérés időpontjában. Ez a csökkenés folyamatosnak mondható a 2010-es évtől kezdődően, kivételt ez alól csak a 2012/13-as tanév képez csak (2. ábra). Ez a tendencia azonban nem csak a természettudományos tantárgyakat érintette, hanem az össze tantárgynál megfigyelhető, ugyanis a természettudományos tantárgyak OKTV versenyén résztvevő diákok részesedése az egész mezőnyből, csupán 1%-ot csökkent. Meg kell azonban azt is vizsgálnunk, hogy valóban arányaiban kevesebb diák jelentkezik-e ilyesfajta versenyekre, vagy csak a populáció csökkenése jelenik meg az adatokon. Megállapítható, hogy a csökkenés arányaiban véve is jelen van, igaz a mértéke így csak körülbelül 2,3%-os a megfigyelt időszakban, azonban a tendencia itt is csökkenő irányú.



2. ábra: Az OKTV-re jelentkezett hallgatók száma a középiskolai tanulók számához viszonyítva

A tantárgyak megoszlásainak arányai nem mutatnak 3-4%-os értéknél nagyobb kilengést. Megállapítható, hogy arányaiban a fizika tantárgy iránti érdeklődés zuhan a legtöbbet, mégpedig 3,68%-ot. Földrajz esetében ez az érték ugyan csak 1,85%, de a legutóbbi mérés során már csak 500 tanuló vett részt a versenyen a 7558 indulóból, ami így mindössze 6,62%-ot jelent. Talán ennél a két tárgynál nagyobb befolyásoló tényező lehetett az előrehozott érettségik eltörlése is, az adott tárgyakból.

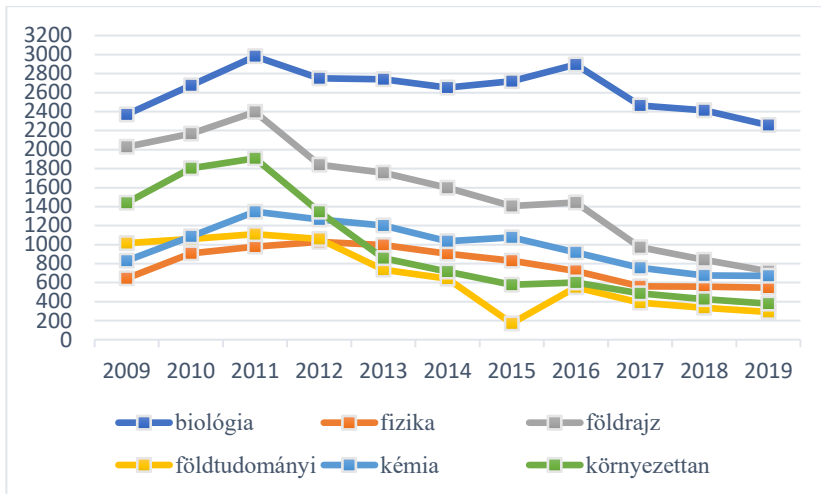
A kémia tantárgy indulószáma kisebb nagyobb kilengésekkel, de csökkent, azonban arányaiban 2%-ot növekedett az összes résztvevőt nézve. A vizsgált időtartam alapján a biológia az a tárgy, amelyen a jelentkezők több mint fele elindult és 3,53%-os erősödést mutatott a teljes indulólétszámhoz mérve.

Összességében tehát megállapítható, hogy egyre kevesebb diák vesz részt ezeken a versenyeken és a részvételi létszámok alakulása a kémia és a biológia esetében ezzel lehetnek összefüggésben. Emellett az is látszik, hogy a fizika és földrajz népszerűségének erős visszaesése az érettségi rendszer változásához köthető. Gondolunk itt arra, hogy a diákok nem tudták magukat tehermentesíteni 1-1 tantárgy alól az előrehozott érettségi kapcsán, ami miatt kevesebb idejük volt foglalkozni külön-külön a tantárgyakkal.

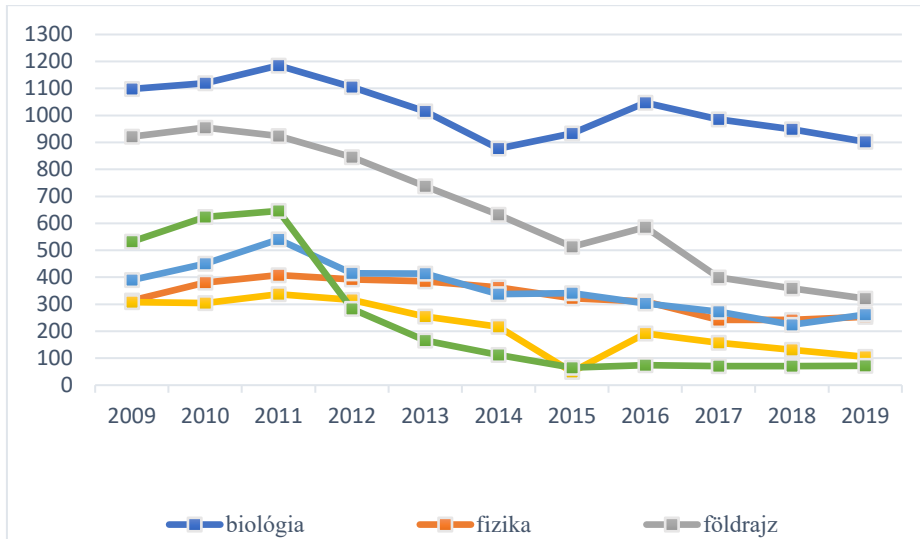
### 1.3. Felvételi statisztikák

A felvételi statisztikák készítésénél figyelembe kell vennünk, hogy több részre tagolódik a földrajz ismeretköre, ezért nem csak a fentebb említett négy tárgy alapszakját érdemes vizsgálni. 2013-tól pedig bevezetésre kerültek az osztatlan tanárszakok, amelyeket a szakpárok miatt szintén külön kell megvizsgálni. Az adatok a *felvi.hu* oldalon csak a matematikával közösen szerepelnek, de a jogszabályi értelmezés szerint az említett tárgy nélkül a következő szakokat vizsgáltam meg: biológia, fizika, földrajz, földtudományi, kémia, környezettan.[5] Ezek a természettudományos alapszakokat biztosító tantárgyak. Az osztatlan képzés adatainál pedig a szakpár első tagjához soroltuk a diákokat, tehát aki biológia-földrajz szakpárral rendelkezik, az a biológia tárgyhöz lett sorolva. A vizsgálatot szintén a 2009-es felvételi eljárástól kezdve végeztük és csak az általános eljárások szerepelnek az adatok között.

Előzetesen megállapítható, hogy mind a jelentkezők (3. ábra) és mind a felvett hallgatók (4. ábra) szempontjából a csökkenő tendencia érvényesül. A legnépszerűbb tantárgy ebben az esetben is a biológia, azonban az azt követő sorrendben már jelentős eltérések vannak, és a földrajz lesz a második helyen.

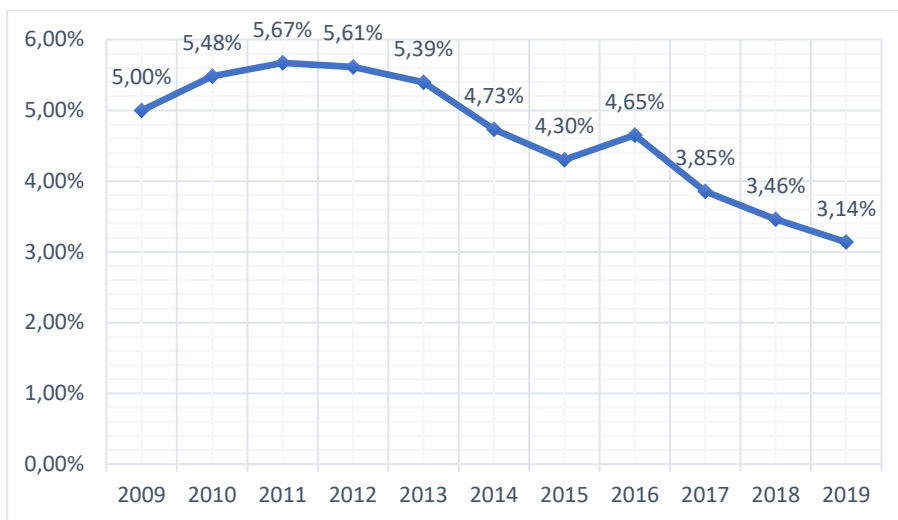


3. ábra: Természettudományos szakokra jelentkező hallgatók számainak alakulása, tantárgyanként



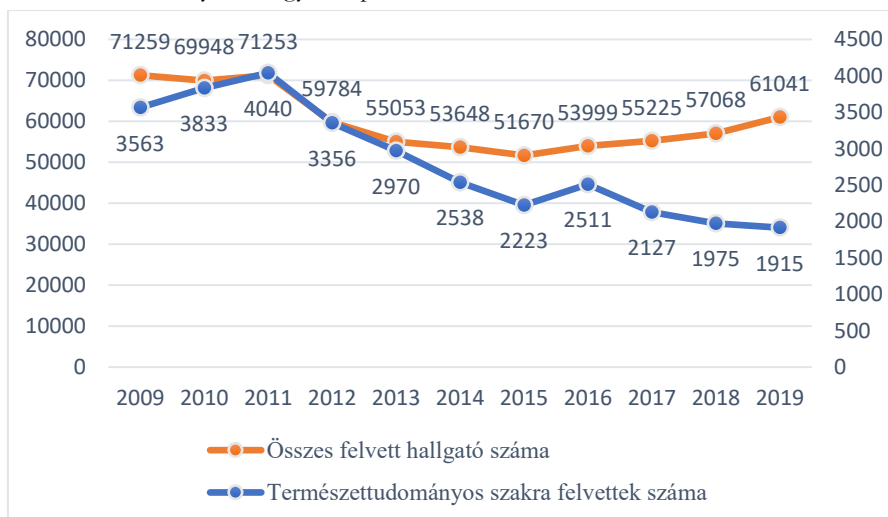
4. ábra: Természettudományos szakokra felvett hallgatók számának alakulása, tantárgyanként

A csökkenés mértéke önmagában nem elég bizonyíték arra, hogy kevesebben jelentkeztek a természettudományos szakokra. Ahhoz, hogy a teljes képet megkapjuk az arányokat kell megvizsgálni.



5. ábra: Természettudományos szakokra felvett hallgatók aránya, a felvett diákokhoz viszonyítva

Itt már jól látható, hogy tényleges csökkenésről beszélhetünk. A vizsgált időszakban a természettudományos szakokra felvett hallgatók száma az összes alapszakra/osztatlan mesterszakra felvett hallgatóknak az immáron kevés 5%-ról csupán 3,14% százalékra csökkent (5. ábra). Ez a tendencia azonban nem feltétlenül jellemző a felvett hallgatók számának alakulására (6. ábra). Az utóbbi években növekedés figyelhető meg, ezáltal az olló úgymond egyre jobban ketté nyílik, valamint kimondható, hogy a tendencia nem a népesség csökkenésének tudható be. Fontos azt is leszögezni, hogy az alacsony számokban benne vannak a tanárszakokra jelentkezett hallgatók is, így a rendkívüli munkaerőhiány, amely jelenleg már érezteti hatását, a pedagógus szakmában is rövidesen égető problémává válik a természettudományi tantárgyak kapcsán.



6. ábra: A felvételt nyert hallgatók tendenciája

## 2. A STEM és a robotika kapcsolata

A cikk ezen fejezetében röviden áttekintjük a STEM mivoltát, történetét és jelenlegi helyzetét az oktatásban, valamint megvizsgáljuk a robotikával való kapcsolatát és a robotika alkalmazásainak előnyeit hátrányait.

A STEM egységesíti a minket körülvevő folyamatok leírására szolgáló tudományokat. Ezek megismerése kulcsfontosságú a jelen kor szempontjából, mivel a gazdasági és munkapiaci átrétegződés jelenleg is folyamatban van, amely által munkakörök szűnnek meg és teljesen más területek születnek meg. Az adatok alapján arra lehet következtetni, hogy ezen tárgyak oktatása nem megfelelő, amiből diákok motivációjának csökkenése következhet. Olyan oktatási módszerekre van szükség, amely nem a konkrétan a probléma megoldását adja meg, hanem az oda vezető algoritmust tanítja meg úgy, hogy azt máshol is alkalmazni tudják majd a diákok, mindezt játékosan, érdekesen, új dolgot létrehozva, alkotva. Ehhez tökéletes lehet a robotika integrálása, amellyel az absztrakt problémákból kézzel fogható szimulációkat hozhatunk létre.

### 2.1. Mi az a STEM? Melyik részéről lesz szó?

Mint ahogy korábban említettük a STEM egy rövidítés, amely magában foglalja a természet-, a műszaki-, a matematikai-, és informatikai tudományok oktatását és az oktatásba való integrálásukat. Az USA kiemelt és vezető szerepet játszik a STEM tárgyak oktatásában és ezen tudományterületeket magas prioritással kezeli, valamint a mozaikszó megszületése és múltja is oda köthető. Mindennek az elindítója a hidegháborús úrverseny volt, konkrétan a Szovjetunió első műholdjának felbocsátása. Ez a mozzanat kellett, ahhoz, hogy az amerikai oktatási politikában gyökeres változás álljon be és előtérbe kerüljenek ezen tudományterületek. 2001-től a Nemzeti Tudományos Alap az ezekkel a területekkel foglalkozó tudományoknak a STEM nevet adta.[6]. A 2010-et megelőző évektől kezdve az USA-ban több átfogó intézkedés is indult a tudományterületek fellendítésére és kiemelt helyen való kezelésük érdekében. A különböző törekvések és a hozzáállás azonban sok másik országban ugyanúgy fellelhető (jellemzően 2010-es évek után), valamint az Európai Unión belül is a European Round Table of Industrialists<sup>3</sup> is kulcsfontosságúnak tartja a STEM tárgyak oktatását a gazdasági fejlődés érdekében.[7]

A STEM-en keresztül a tudásszerzés mellett a diákoknak több olyan fontos kompetenciája is fejlődik, amelyek a mindennapi életben elengedhetetlen készségekké váltak mára már. Ilyenek például a hatékony problémamegoldás és helyzetfelismerés, a kritikus gondolkodás, a kommunikáció és a csapatban való együttműködés képessége. Ezek gyakorlatilag nevezhetők kulcskompetenciáknak is, ha azt vizsgáljuk meg, hogy a jelenlegi versenyszférában az adott terület lexikális tudásán kívül mivel is kell rendelkeznie egy embernek.

A cikkben főként a természettudományos területeket, tantárgyakat vizsgáljuk meg, ami már kiderülhetett a különböző adatsorokból is. A későbbiek folyamán kitérünk a STEM területeire is, de a gyakorlatban az összes terület egyidejűleg jelenik meg, hiszen például a programkód létrehozásához matematikai ismeretek is szükségesek, tehát a kódolás folyamán ez a készség is fog fejlődni. A legfőbb ok, hogy a természettudományos tantárgyak kerültek a fókuszba, az az, hogy Magyarországon ezeknek a tárgyaknak a kifutási számai egyre alacsonyabbak és arányaiban is rendkívüli mélységekben vannak, miközben egyre több területen lenne szükség a munkaerőre a versenyszférában, a tanári pályáról nem is beszélve.

### 2.2. Robotika általi oktatás előnyei, hátrányai

A robotika oktatásban való használatának az egyik leginkább kézzelfogható előnye a diákok figyelmének lekötése, valamint a motiváció felkeltése és fenntartása. Robotika segítségével a gyerekek az

<sup>3</sup> Gyáripárosok Európai Kerekasztala



adott tantárgy témakörét játékos formában, szórakoztatóan tudják elsajátítani. Több tanulmány is készült, amelyben a diákok figyelmét vizsgálták a foglalkozások során, amelynek központjában a robotika volt. Az egyik ilyen tanulmányt szeretném bemutatni a teljesség igénye nélkül.[8]

Az előbbieken említett kutatás Amerikában készült és több fázisra osztva vizsgálta a diákokat. Ezek a fázisok a következőképpen alakultak: robotépítés, programozás, önálló feladatmegoldás (az első kettő fázisban pármunka volt). A robotépítés fázisban a diákok közül mindösszesen egy olyan tanuló volt, aki ránézett egyszer a mobiltelefonjára, ami véleményem szerint nem feltétlen kezelendő problémának. A programozás fázisban már több olyan diák volt, akinek a figyelme más irányába kalandozott, azonban még itt is elenyésző számok voltak egy normál tanórához képest. Ezek az eredmények megegyeznek a saját tapasztalataimmal. Amikor foglalkozást tartottam a legérdekesebb rész a robotok összeszerelése és a feladat megoldásának megtervezése volt, majd a kódolásnál kicsit visszaesett a figyelem szintje, amely a kipróbálás szakaszában megint csak teljesnek mondható volt.

Visszatérve a kutatáshoz, az egész folyamat során 1 olyan diák volt, aki feladta az egészet és nem tudta végrehajtani az önálló feladatot. A kutatás a figyelem mellett érzelmi állapotot is vizsgált. A visszajelzések alapján az első érzelmi reakciók az idegesség, frusztráció, valamint nyugtalanság volt. Ennek oka az volt, hogy sok diák nem is találkozott korábban robotokkal, valamint az önbizalom hiányának is felróható, mivel a diákok többsége nem hitte el magáról, hogy igenis képes robot programozásra. Ezekben az esetekben az első benyomások fokozatosan átalakultak egy vidám élménnyé. Utólagosan többek már nem is találták nehéznek a feladatokat.

Velük ellentétben, az 5. évfolyamon, a diákjaim reakciója a robotika említése terén pont az ellenkező volt. Talán ennek az ellentmondásnak a magyarázata az életkori sajátosságokban rejlik és ők még inkább játéknak fogják fel a robotprogramozást. Náluk izgatottság, kíváncsiság és öröm társult a bejelentés mellé, amikor megtudták, hogy a tanév folyamán robotprogramozást fognak tanulni. Az 5. osztályos diákok, akikkel együtt dolgozunk, ugyan még csak Scratch nyelven készítenek egyszerű animációkat, de már itt is megjelent az a visszajelzés, hogy mennyire élvezetes olyan dolgot csinálni a számítógépen, amelynek azonnali visszajelzése van és örömmel tölti el őket az alkotás folyamata, mint ahogy a kutatásban résztvevő diákok is ezt nyilatkozták.

További pozitív élmény volt még a párban való közös alkotás, valamint többen beszámoltak arról is, hogy az adott témakörben mélyebb ismereteket sajátítottak el úgy, hogy könnyebbnek ítélték meg az anyag feldolgozását azért, hogy problémaalapú oktatás valósult meg.

Mindenféleképpen ejtenünk kell pár szót a problémaalapú/projektalapú oktatásról is. Véleményem szerint a robotika hagyományos frontális oktatás keretei közt nem tud kiteljesedni. Szükség van egy olyan környezetre, ahol párban vagy csoportokban dolgozva saját maguk felfedezik a jó megoldáshoz vezető utat, ami által hatékonyabb lesz a tanulási folyamat és az anyagrészt elmélyítése. Eközben azonban tanárként ott kell lennünk és mindenben a legnagyobb támogatást nyújtani a diákok számára, de nem úgy, hogy konkrét megoldásokat adunk a kezükbe, hanem csak terelgetjük őket. Ez azért is fontos, mert a legnagyobb motiváció az, amikor a diák saját maga rájön valamire és sikerélménye lesz, ami által boldogság tölti el, ami később pozitív visszacsatolást alakít ki nála az adott tananyagrészhöz kapcsolódóan.

A sok pozitív dolog mellett nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy lehet negatív oldala is robotika túlzott mértékű használatának. Megeshet, hogy a diákok motivációja csökken a robotika nélküli tananyagrészek feldolgozása kapcsán, azonban fontos, hogy nem fogunk tudni minden témakört feldolgozni robotok segítségével, ezért a tananyag elosztásánál kiemelten kell figyelmet fordítani arra, hogy váltakoztassuk a témaköröket. Amellett, hogy biztosan nem minden tananyagegység felel meg annak a kritériumnak, hogy robotikával oktatható legyen, nem minden típusú eszköz alkalmas minden egyes olyan témakör oktatására, ahol egyáltalán alkalmazhatók ezek a szerkezetek. Mindegyik fajta robotnak megvannak azok a tulajdonságai, amelyek által behatárolható, hogy mely

feladatokra alkalmas. Például egy micro:bit-tel sokkal jobban be lehet mutatni az áramköröket, mint egy LEGO robottal. Utóbbit azonban könnyebb kiterjeszteni és bővíteni.

Hátrányokhoz sorolható a robotok költségei is. Itt is nagy eltéréseket tapasztalhatunk az árak alakulásában. Vannak olcsóbb (4-6000 Ft) egyszerűbb eszközök és drága (~100.000 Ft) kiterjeszthető eszközök, ha már az előző példánál maradunk. Sajnos a tapasztalatom az, hogy a legtöbb iskola még az olcsóbb eszközöket sem tudja mindig megengedni magának. Erre talán megoldást jelenthetnek olyan kezdeményezések is mint például a „*micro:bit botorkálás*”<sup>4</sup>. Az ilyen programok keretei között az iskolák kölcsönözhetnek eszközöket, ahol az egyik feltétel, hogy egy bizonyos használati idő után továbbküldik másik iskola részére az eszközöket.

Nem szabad megfeledkezni még arról sem, hogy az ilyesfajta tananyagátadásnak a jelenlegi oktatási rendszerünkben magas követelménye az, hogy a különböző tantárgyakat oktató pedagógusok egymással szinkronban dolgozva adjanak ki olyan feladatokat, amelyek akár több órán átívelő projekteké futnak ki. Emellett a pedagógusoknak rendelkeznie kell megfelelő szintű programozási tudással. Itt az informatika tanárok tekintetében is beszélhetünk hiányosságokról. Kevés az olyan jól programozó tanár, aki a jobb megélhetés reményében nem az informatika szektor irányába mozdul el és emiatt akár el is hagyja a pályát. 2011-ben a tanárként végzetek elhelyezkedése 1–3 évvel a végzés után a mérnöktanárok (79 végzett hallgató) és a számítástechnikatanárok (197 végzett hallgató) voltak azok, akik a legnagyobb százalékban hagyták el a pályájukat.[9] Ez a helyzet azóta sem javult. Az új tanárok hiánya és az egyre inkább előregedő tanári társadalom pedig nehezíti az új módszerek és új programozási nyelvek elterjedését. Több megkérdezett pedagógus azt nyilatkozta, hogy tisztában van vele, hogy elavult az a programozási nyelv, amit ismer, de már nem akar/képes megtanulni újat. Ezért is van az, hogy sokan kételkedve fogadják a robotprogramozást, mivel nincs kellő magabiztosságuk vagy attitűdjük az új módszerek és eszközök ismeretének elsajátításához.

### 3. Az alkalmazhatóság áttekintése, konkrét tantervi elemekkel

Az alábbiakban röviden áttekintjük a robotika alkalmazásának lehetőségeit, amelyeket a gimnáziumi kerettantervek alapján rendszerezünk a korábban már említett természettudományos tárgyak körében.[10] Az áttekintést tantárgyak szerint került felosztásra, és mindegyik kapcsolódási pontnál egy rövid kifejtésre került sor a lehetséges alkalmazhatósági lehetőségekkel kapcsolatosan. Fontos kiemelni, hogy az adott tantárgyak elemei általános iskolában is megjelennek természet- és környezetismeret órák keretei közt. Az átfedések értelmében a robotok alkalmazhatósága itt is véghez vihető, csak a feladatokon kell alakítani az életkori sajátosságoknak megfelelően.

Fontos megjegyezni, hogy most kifejezetten a lehetőségek kerültek fókuszba, későbbi munkáink során ezen területek részletesen kifejtésre kerülnek. A cél az, hogy az oktatásban szerzett tapasztalatok alapján meghatározzuk, hogy az adott célcsoport, illetve korosztály számára melyek a leginkább megfelelő robotok és kiegészítők, valamint egy olyan pedagógia programot alkossunk meg, amelyet követve a diákok élményszerűen sajátíthatják el a programozás alapjait, felhasználva a természettudományos területekkel való kapcsolódási lehetőségeket.

<sup>4</sup> <http://microbit.inf.elte.hu>

### 3.1. Földrajz

Tematikai egység	Alkalmazhatóság	Rövid ismertető
A Föld kozmikus környezete	<i>Tellúrium készítése</i>	Föld, Hold, Nap hármas modellezése LEGO robotokkal.
	<i>Kepler 3. törvényeinek modellezése</i>	Akár az előző is továbbfejleszhető, vagy kiterjeszhető egész Naprendszerre.
	<i>Holdjáró készítése</i>	Komplex projekt, egy összetett holdjáró elkészítése, amelyen robotkar és különböző szenzorok találhatóak. Alkalmazható fizika órán is. Megvalósításhoz könnyen bővíthető robot ajánlott.
A földi tér ábrázolása	<i>Iránytű/ GPS készítés</i>	Egyszerűbb robotokkal iránytű készítése. Kapcsolódhat mellé terepi munka vagy tájékoztatói verseny, esetleg kincskeresés.
A Föld, mint kőzetbolygó szerkezete és folyamatai	<i>Talajnedvesség és tápanyag mérés</i>	Különböző talajtípusok tápanyagtartalmának megmérése, illetve nedvességtartalom mérése különböző talajmodellek esetében.
A légkör földrajza-Időjárás	<i>Komplex mérőállomás készítése</i>	Egy komplex mérőállomás megépítése és az általa gyűjtött adatok alapján elemzéssel egybekötött projektmunka. Itt a választandó robot függ attól, hogy milyen méréseket akarunk végezni. Szennyezetségmérő esetén az Arduino eszközök ajánlottak.
Megújuló energiaforrások	<i>Megújuló energiával működő modellek készítése.</i>	Nap és szél által hajtott miniatűr erőművek építése. Izzók segítségével szimulálható már egy kisebb település áramellátottsága. Gazdaság- és energiaföldrajznál is megvalósítható.
A világgazdaság jellemző folyamatai	<i>Gyártósorok modellezése</i>	Projektként kiadható különböző gyártósorok modellezése vagy egy energiahordozó életútjának automatizálása. Kapcsolódhat a környezetvédelemhez is.

4. táblázat: Alkalmazhatóság a földrajz tantárgyban

### 3.2. Fizika

A fizika tantárgy kivételes helyzetben van a robotok alkalmazhatóságának tekintetében. Bármely komplexebb robot megfelelő lehet az áramkörök működtetésének szemléltetésére. A robotika segítségével a diákok egy érdekes, és játékos környezetben végezhetnek méréseket, hozhatnak létre áramköröket, valamint köthetnek be áramköri elemeket. A digitális visszajelzésnek hála pedig tökéletesen szemléltethetők, különböző mért adatok is.

Tematikai egység	Alkalmazhatóság	Rövid ismertető
Tájékozódás égen-földön	<i>Radar/GPS készítés</i>	Egyszerűbb robotokkal radar/GPS készítése. Kapcsolódhat mellé terepi munka vagy tájékozdási verseny, esetleg kincskeresés, akár csak a földrajznál.
A közlekedés kinematikai problémái	<i>Gyorsulásmérés és sebességmérés</i>	Robotok beépített szenzoraival sebesség és gyorsulásmérés, mérések kiértékelése.
	<i>Fotocellás mérőrendszer készítése</i>	Komplex projekt, egy összetett mérőállomás készítése, amely analóg tárgyak mozgásához köthetően mér értékeket.
A közlekedés dinamikai problémái	<i>Mérőrendszerek készítése, erőhatások mérése</i>	Az erőhatások irányának, mértékének elemzése, értelmezése konkrét gyakorlati példák: erőhatások mérése/űtköztetések/szabadesés.
A tömegvonzás	<i>Kepler 3. törvényeinek modellezése</i>	Bolygómodell megalkotása több bolygóval. Földrajzban is használható.
	<i>Nehézségi gyorsulás és erő mérése</i>	Szenzorokkal felszerelt robottal szabadeséshez kapcsolódó adatok mérése.
Hidro- és aerodinamikai jelenségek, a repülés fizikája	<i>Szélérőmű készítése</i>	Egy szélérőmű modellezése, pozitív negatív jelenségek demonstrálása ennek segítségével. A szél, mint potenciális energiaforrás megvizsgálása.
Áramkörök, áramtermelés	<i>Áramkörök létrehozása</i>	Bármely olyan megvalósítás jó ide, amelynek elkészítéséhez áramkört kell létrehoznunk. Egyik tökéletes példa a talaj nedvességtartalmának vizsgálata, mint elektromos vezető.
A fény természete	<i>Színfelismerés, színkeverés, infravörös sugárzás</i>	Infravörös szenzor alkalmazása, színfelismerő robotok építése, látható szín befolyásolásának demonstrálása, különböző megvilágítás hatására.
Az űrkutatás hatása a mindennapjainkra	<i>Holdjáró készítése</i>	Komplex projekt, egy összetett holdjáró elkészítése, amelyen robotkar és különböző szenzorok találhatóak. Alkalmazható földrajz órán is. Megvalósításhoz könnyen bővíthető robot ajánlott.
	<i>GPS készítés</i>	Lásd. a táblázat első sorában!

5. táblázat: Alkalmazhatóság a fizika tantárgyban

### 3.3. Biológia

Tematikai egység	Alkalmazhatóság	Rövid ismertető
Kapcsolatok az élő és élettelen között	<i>Méh- és hangyarajok viselkedésének szimulálása</i>	Az apró „swarm” robotok segítségével, különböző parancsokat beprogramozva szimulálható egy raj viselkedése munka vagy külső támadás esetén.
Jó a levegő? – A légzés	<i>Levegőtisztaságot mérő robot készítése</i>	Levegőtisztaságot mérő eszközön dohányzás károsságának bemutatása, mérések végzése a városban terepi munka formájában.
Szívből szívbe – nedvke- ringés, belső környezet	<i>Mesterséges érrendszer megépítése</i>	Egy érrendszer kialakítása és a „vér” áramlásának modellezése, érsérülések hatásának szemléltetése.
	<i>Pulzusmérő készítése, adatok gyűjtésével</i>	Robotra csatlakoztatható pulzusmérő szenzor alkalmazása, saját pulzus megmérése, grafikonkészítése belőle → nagyon egyszerű EKG készülék modellezése
Védelmi vonalaink	<i>Vérsejtek munkájának szimulálása</i>	Ugyancsak „swarm” robotokkal egy támadási szimuláció a különböző idegen behatolásokkal szemben. A védelmi rendszernek az idegen testhez való irányítása.
	<i>Immunrendszer modellezés</i>	
Gazdálkodás és fenntarthatóság	<i>Mérőrobot készítése</i>	Különböző talajtípusok tápanyagtartalmának megmérése, illetve nedvességtartalom mérése különböző talajmodellek esetében.
Laboratóriumi környezet	<i>Automatizált rendszerek és segédrobotok létrehozása</i>	A biológiában a mindennapi életben rengeteg robotot használnak (áramoltató berendezések, pumpák, mintavételi eszközök, centrifugák), ezek megvalósítása betekintést nyújthat egy biológus munkájába. Ez megvalósítható a kémia tantárgy keretei között is.

6. táblázat: Alkalmazhatóság a biológia tantárgyban

### 3.4. Kémia

A kémia tantárgy szempontjából a robotika alkalmazásának nincs túl sok lehetősége, de ez nem is baj, hiszen a tárgy sajátossága, hogy rendkívül látványos és izgalmas kísérleteket lehet elvégezni és demonstrálni a diákok irányába.

Tematikai egység	Alkalmazhatóság	Rövid ismertető
Milyen részecskékből állnak az anyagok, és ezek hogyan kapcsolódnak?	<i>Molekulárisok, részecskék, anyagok, vegyületek modellezése</i>	Molekulák kapcsolódásának szimulálása. Ehhez egy speciális robotra van szükség ('M-blocks'[11]), amely kockákból áll és szabadon mozoghat, vagy kapcsolódhat egymáshoz mágnes segítségével.
Kémiai folyamatok a környezetünkben	<i>Mérőrobot készítése</i>	Különböző talajtípusok tápanyagtartalmának, illetve nedvességtartalmának mérése.
Laboratóriumi környezet	<i>Automatizált rendszerek és segédrobotok létrehozása. Veszélyes kísérletek elvégzése robotkarok irányításával.</i>	A biológiában a mindennapi életben rengeteg robotot használnak (áramoltató berendezések, pumpák, mintavételi eszközök, centrifugák), ezek megvalósítása betekintést nyújthat egy biológus munkájába. Ez megvalósítható a biológia tantárgy keretei között is.

7. táblázat: Alkalmazhatóság a kémia tantárgyban

## 4. A STEM többi területére gyakorolt hatásokról röviden

A STEM tárgyak közül részletesen megvizsgáltuk a természettudományos tárgyakat, azonban nem hagyhatjuk szó nélkül a robotika pozitív hatását a többi területére sem a STEM-nek. A robotok programozása nagyban elősegíti a problémaalapú, kritikus és algoritmikus gondolkodás fejlődését, valamint gyakorlatot biztosít a diákok számára a programozási alapok elsajátítására, vagy elmélyítésére, attól függően, hogy mennyire komplex robotról beszélhetünk. Kisgyermekes esetében a blokkos környezetben programozható robotok nagyban hozzájárulnak a programozás megszerettetéséhez, valamint a későbbiekben szükséges alapok bevéődéséhez. A mai világunkban pedig egyre több helyen elvárás az ilyesfajta gondolkodásmód és a különböző informatikai rendszerek ismerete. Ezen felül a robotok számítógépre történő csatlakoztatásakor a diákok a fájlműveletek és a fájlrendszerek tekintetében is gyakorlatra tesznek szert, ezáltal ismereteik elmélyülését biztosíthatjuk ezen a területen. A tapasztalatok azt igazolják, hogy nagyon sok diák esetében itt hiányosságok mutatkoznak.

A matematika szempontjából a programozás az érdekesebb, függetlenül, hogy az robotprogramozás, vagy csak virtuális programok létrehozása. A matematika szinte minden kódban jelen van és ezáltal a diákok egy életszerű példát tapasztalhatnak meg abból, hogy mire is jó a matematika mélyebb ismerete. Már egy egyszerű feltétel megállapításánál logikai kijelentéseket, szabályokat alkotnak a diákok és gyakorlatilag észre sem veszik azt, hogy programozás közben matematikával is foglalkoznak. Integrálásra itt is számos lehetőség van, de úgy gondolom hatásosabb lenne olyan együttműködések létrehozása, ahol a matematika órán kiadott projektekre a megoldásokat az informatika órán keresik a diákok a programozás segítségével. Ha mindez robotikával történik, az külön kiemelendő példa, de az eszközök nélkül is, az interneten kutatva rengeteg érdekes példa és feladat található.

A műszaki részről sem megfélekedve megállapítható, hogy a robotok összeszerelése, több robotrendszer összekapcsolása nagyban elősegíti a kreativitás és a finommotoros mozgások fejlesztését, valamint az alkotóvágy erősebbé válását. Rengeteg olyan eszköz van, amelyet a diákok kedvük szerint építhetnek vagy szerelhetnek. Minél komplexebb a robot, annál több műszaki ismeretre lesz szükség a kiterjesztéséhez. Ezáltal a diák belső motivációja is növekedni fog, hogy utánanézzon egyes műszaki dolgoknak, ami pedig felkelti az érdeklődését a mérnöki területek irányába és megszereteti vele azokat. A műszaki rész szoros kapcsolatban van a fizika és matematika tantárgy integrálási lehetőségeivel és gyakorlatilag, ami hasznosítható fizikában az biztosan fejleszti a műszaki, mérnöki kompetenciáit is a gyermekeknek.

## 5. Összegzés

Hazánkban a trendek és számok alakulása negatív a természettudományos tárgyak megbecsültsége, valamint az ezeket a tárgyakat választó, felsőoktatásban továbbtanuló diákok számának tekintetében. Ennek egyik oka lehet a motiváció és érdeklődés hiánya az ilyen területek felé annak ellenére, hogy a modern világban egyre nagyobb igény mutatkozik ezen szakemberek foglalkoztatásában. Megállapítható, hogy a természettudományos tantárgyak körében a tantervnek megfelelően lenne lehetőség a robotika integrálására és egyes tananyagrészek oktatására, modellezésére és demonstrálására robotok segítségével. Ezek természetesen tantárgyanként eltérő súllyal és gyakorisággal alkalmazhatók.

A robotok használatának előnyei megkérdőjelezhetetlenek, azonban rengeteg akadály van még, amely meggátolja az integrálását. Ezek elhárítására a jelenlegi oktatási rendszer hibáinak kiküszöbölése jelenthetne megoldást. Fontos azonban azt is megjegyezni, hogy egy tantárgy teljes anyagának oktatására nem lehet csak és kizárólag a robotikára támaszkodni, hiszen rengeteg más látványos, motiváló, izgalmas és érdekes szemléltetési módszer létezik, akár digitálisan, akár analóg módon.

A robotika STEM tárgyakban való integrálásával kapcsolatban megfigyelhetők különböző átfedések. Ezek és a XXI. század tudományos szakemberek iránti kereslete felvetik a kérdést, hogy talán létjogosultsága lehetne egy olyan tantárgy bevezetésének, amely több diszciplínán átívelő témaköröket foglalna magában, mindezt úgy, hogy maximálisan kiaknázza a projektalapú modern oktatási elveket és formákat, miközben az informatika, azon belül pedig a robotika lehetőségeinek, magasfokú használatával köti egybe azokat. A modern eszközök használata nem a régiek teljes eltűnését jelenti, hiszen több olyan fontos tudáselem van, amelynek átadására a klasszikus módszerek a legjobbak. A cél az lenne, hogy megtaláljunk egy arany középutat és kialakítsunk egy olyan környezetet, ami a diákokat a jelenlegi világhoz szükséges tudással ruházza fel és felkészíti őket annak a kihívásaira.

## Irodalom

1. Nemzeti Alaptanterv [2012]. <http://www.okm.gov.hu/>
2. EMMI rendelet a kerettantervek kiadásának és jóváhagyásának rendjéről 51/2012. (XII. 21.)
3. TIMSS 2015 [2016]: *Összefoglaló jelentés*. Oktatási Hivatal.
4. OKTV eredmények [2009/10-2018/19] [https://www.oktatas.hu/koznevelas/tanulmanyi\\_versenyekek/oktv\\_kereteben/eredmenyek](https://www.oktatas.hu/koznevelas/tanulmanyi_versenyekek/oktv_kereteben/eredmenyek) (utoljára megtekintve 2019. 10. 01.)
5. Felvételi statisztikák [2009-2019] [https://www.felvi.hu/felveteli/ponthatarok\\_statisztikak/elmult\\_evek/!ElmultEvek/index.php/elmult\\_evek\\_statisztikai/](https://www.felvi.hu/felveteli/ponthatarok_statisztikak/elmult_evek/!ElmultEvek/index.php/elmult_evek_statisztikai/) (utoljára megtekintve 2019. 10. 02.)
6. Heather B. Gonzalez, Jeffrey J. Kuenzi [2012]: *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Congressional Research Service Reports 1-5.
7. European Round Table of Industrialists <https://www.ert.eu/> (utoljára megtekintve 2019. 10. 08.)
8. ChanMin Kima, Dongho Kima, Jiangmei Yuana, Roger B. Hilla, Prashant Doshi, Chi N. Thai [2015]: *Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching*. Computers & Education 91. kötet. 14-31.
9. Veroszta Zsuzsanna [2012] *A tanári pályaelhagyás szaktárgyi mintázata*. Educatio, 2012/4. 607-611.
10. 51/2012. (XII. 21.) számú EMMI rendelet 3. melléklete, Kerettanterv a gimnáziumok 9-12. évfolyama számára.
11. John W. Romanishin, Kyle Gilpin, Sebastian Claici, and Daniela Rus [2015] *3D M-Blocks: Self-reconfiguring Robots Capable of Locomotion via Pivoting in Three Dimensions*. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)