

# A matematikaoktatás jövője

Dr. Gönye Zsuzsanna\*

\* Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, Magyarország  
gonye.zsuzsanna@yme.hu

**Kulcsszavak:** jövőbiztos matematikaoktatás, szingapúri matematika

**Kivonat**—A World Economic Forum tanulmánya alapján a munkaerőpiac jelentősen megváltozik a közeljövőben. Míg sok munkakör meg fog szűnni, sok új, eddig ismeretlen terület nyílik. Az informatika és matematika szerepe az előrejelzések szerint emelkedni fog, de ezen kívül több fejlődő ágazatnak is a matematika az alapja. De vajon milyen készségeket és képességeket kell fejlesztenünk a jövő munkáihoz? Hogyan tehetjük jövőbiztossá e fontos terület oktatását? Vitathatatlan, hogy a matematikának kulcsszerepe van ebben az átalakulásban, mégis sok ország, köztük Magyarország, küszködik a matematikaoktatással. A tudás közvetítésének mostani formájával nem érjük el a diákoknak kellően széles rétegét, eredményeink a nemzetközi felméréseken nem elég jók. Mitől sikeresebb a matematika oktatása a teszteken legjobban szereplő országokban? Néhány amerikai iskolában kísérletet indítottak a „szingapúri matematikaoktatás” adoptálására. Milyen tanulságokat vonhatunk le ebből a kísérletből?

**Abstract**—Based on the report The Future of Jobs of the World Economic Forum the workforce will dramatically change in the next few years. What skills do we need in our jobs in just a few years? The report shows, that the number of jobs in the area of mathematics and computer science will rise, and there are many other fields in which mathematics will play a key role. This is an area in which we, humans still succeed machines. Nevertheless teaching this subject has its own set of problems in many countries. Our results on the international tests are continuously declining. Why is teaching mathematics more successful in Singapore, who is on the top of the chart in these tests? Four American schools started a pilot program to adopt the “Singapore math”. What can we learn from this experiment?

## 1 BEVEZETÉS

19 évvel ezelőtt a számítógép megverte a világ legjobb sakkozóját. Akkor azt mondták, hogy az ősi kínai go játékban, ami alapvetően stratégiai játék, mindig az ember lesz a győztes. Viszont idén az AlphaGo bebizonyította, hogy a számítógép ebben is túl tudja haladni az embert. Ha már a stratégiai döntéseket igénylő játékokban is jobb a számítógép,

akkor vajon miben jobb még mindig az ember? Milyen emberi szerepeket vehetnek át a gépek? Ha be tudjuk azonosítani azokat a tulajdonságokat, képességeket, amik a gépekre nem jellemzők, akkor biztosítani tudjuk helyünket, szerepünket a jövőben. Tanárként, oktatóként és szülőként ez azért fontos, hogy olyan tudást adjunk a gyerekeknek amire szükségük lesz. Ez azért nehéz feladat, mert egyes becslések

szerint a most általános iskolába lépő korosztály 65%-ának olyan munkája lesz, ami ma még nem létezik ([2]).

## 2 A MUNKAHELYEK VÁLTOZÁSA

A World Economic Forum ez év januárjában elkészített egy átfogó elemzést ([11]) a munkahelyek változásáról. A Pew Research Center pedig 2014-ben készített egy elemzést ([9]) arról, hogy a technológiai fejlődés hogyan változtatja meg a jövő munkáját. Ebben a fejezetben összefoglaljuk, hogy e két riport milyen lényeges dolgokat tárt fel számunkra.

Az mindenki számára észlelhető már, hogy a legtöbb foglalkozás gyökeresen megváltozik a számítógép, robotika, mesterséges intelligencia, okos rendszerek, nanotechnológia, stb., hatására. A már elindult változások miatt új, eddig nem létező munkahelyek jönnek létre, de pont emiatt sok munkakör meg is fog szünni. Várhatóan például a hagyományos irodai munkák csökkenni fognak. A meglevő munkák között is sok olyan lesz, melyek más készségeket és képességeket követelnek meg, mint most. Az egyes munkakörökben a lélekölő robotolást, az ismétlődő feladatokat a robotok, számítógépek fogják átvenni. A munkavégzés körülményei is változnak, az hogy hol és hogyan végzik azt a munkát, ezáltal új kapcsolat alakul ki a munkával.

A World Economic Forum által készített elemzés ([11]) azt vizsgálta meg, hogy a jelenlegi adatok és előrejelzések alapján milyen változások várhatók 2020-ig. Ezen időszak a vállalatok számára már jól kirajzolódik, kizárva ezzel a jövőre vonatkozó spekulációkat és álmódosításokat. Érdeemes összevetni magunkban azt is, hogy az elemzés alapján mennyire

változik meg a munkaerőigény a következő rövid időszakban, és mennyi változás történt az 1995 körül ugyanennyi idő alatt akkor, amikor a most végzősök elkezdték az iskolát ([2]).

A tanulmány ([11]) részterületenként vizsgálta meg a technikai fejlődés hatását az egyes ágazatokban. Míg az automatizálásnak eddig a kétkezi munkára volt hatása, a mostani fejlődéssel az adminisztratív, irodai rutin munkahelyek száma is csökkenni fog, viszont erős növekedés várható a „Számítástechnika és matematika” valamint „Építészet és műszaki” területekhez tartozó munkákban. Mindkét területen jelentős szerepe van a matematikának.

A „Számítástechnika és matematika” területen az elemzés szerint igen jelentős növekedés várható, különös tekintettel az adatelemzőkre, szoftver- és alkalmazás fejlesztőkre. Már most látható, hogy programozóból, informatikusból, képzett munkaerőből nagy hiány van. Ezeket az embereket azonban nem csak a hagyományos programozó cégek fogják keresni, hanem olyanok is mint például pénzügyi és befektetési cégek, média, és szakmai szolgáltatásokat nyújtó cégek. Az adatelemzői és infokommunikációs képességeket nem csak az információ és kommunikációtechnológia területén fogják megkövetelni. A pénzügyi és befektetési ágazat is jelentős változáson megy keresztül, ahol szükség lesz adatelemzőkre, információbiztonsággal, és hálózatokkal foglalkozó szakemberekre. Szintén növekedés várható az „Építészet és műszaki területen”.

Kétféle munkakör jelent meg gyakrabban és ezek több szektorban is szerepeltek: az adatelemző és az üzletkötő. A megkérdezett vállalatok

szerint 2020-ra nehezebb lesz megfelelő szakembereket találniuk mint most, főként a „számítástechnika és matematika” területén. Az Amerikai Egyesült Államok már 1994 körül felismerte a matematika és természettudományok fontosságát ([7]). A statisztika és adatelemzés tanítását kiemelten szorgalmazzák az iskolákban és a felsőoktatásban.

A gyorsuló technikai fejlődés nem fog teljesen megszüntetni ma létező munkákat, hanem a munka bizonyos feladatait veszi át, és ezzel lehetővé teszi, hogy a dolgozó más, újabb feladatokkal foglalkozzon. Ezeknek az új feladatoknak az elvégzéséhez viszont lehet, hogy egészen más képességekre lesz szüksége a munkavállalónak. Ezek a változások sokkal gyorsabban mennek végbe, mint a korábban. Melyek azok a képességek, amikre szüksége lesz a jövő munkásának? A tanulmány szerint az állások 36%-ánál az egyik alapvető képesség, amire szükség lesz, az a komplex problémamegoldó képesség. Jelentős szerepe lesz még azoknak a képességeknek, melyek csak az emberre jellemzők, mint például empátia, szociális készségek, kreativitás, döntéshozatali képességek, kritikus gondolkodás.

Ahhoz, hogy a technológia fejlődésével lépést tudjunk tartani, fejleszteni kell az oktatást, és ebben a tanárok képzésének nagy jelentősége van. Az utóbbi években több ország is jelentős lépést tett annak érdekében, hogy növekedjen a tudomány-, technológia-, mérnöki-, és matematika területeken (STEM) az egyetemet végzett szakemberek száma. Azonban nem elég a felnövekvő generáció oktatására koncentrálnunk, hanem a meglévő munkaerő átképzését is támogatni kell, és

ebben is új, eddig kihasználatlan lehetősége van a tanároknak.

Hosszabb távon gondolkodva látható, hogy az embereknek többféle képességre (technológiai tudás, szociális készség, analitikus és kreatív gondolkodás) lesz szüksége egyszerre a munkájában. Az ember alkalmazkodni fog a változásokhoz, és a jellegzetesen emberi képességek előtérbe kerülnek.

### 3 MATEMATIKAOKTATÁS AZ U.S.A.-BAN

A mai matematikaoktatást meghatározzák az elmúlt időszak oktatási irányzatai, ezért először tekintsük át hogyan változott a matematika oktatása a XX. században a világ egyik vezető országában, az Amerikai Egyesült Államokban ([7],[10]).

A XX. század elején a praktikus dolgok tanítása jellemezte az oktatást. A diákok megtanulták a mindennapi élethez, illetve a szakmájukhoz szükséges ismereteket, ezekkel kapcsolatos feladatokat, számításokat végeztek. A nagy változás a hidegháború alatt a Szputnyik fellövéséhez kapcsolódik, mikor rájöttek, hogy több egyetemi végzettséggel rendelkező szakemberre van szükség, ha lépést akarnak tartani a fejlődéssel a világban. Ezért bevezették az úgy nevezett „New Math” tantervet, melynek kidolgozásában matematikusok vettek részt. Megjelent az iskolákban a matematika mai tagolódása algebra, geometria, trigonometria, kalkulus részterületekre. A matematikusok célja az volt, hogy a diákok az alapkészségek alapos elsajátítása, begyakorlása mellett az összefüggéseket is megértsék. A program nem hozta meg a várt sikert, ennek mérhető eredményeként szokták

említeni, hogy 1963 és 75 között az egyetemi felvételihez szükséges SAT pontszámok csökkentek. A tanárok nem voltak megfelelően felkészülve a tananyag és szemléletváltásra, a szülők nagy része sem értette, hogy a gyerekeiknek, miért nem elég az a matematika, amit ők tanultak korábban.

Mindez elindította azt a folyamatot, hogy megint újragondolják a matematika oktatását. A transzformáció ekkor egy hosszú, de fokozatos folyamaton ment keresztül. A matematikát mindenki számára elérhetővé akarták tenni, ezért meghatározták az alapvető készségek listáját. Az így kialakult úgy nevezett „New-new math” vagy más néven a „standards-based math” a National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) által 1989-ben kiadott Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics elvein alapul. Ezt a folyamatot nem matematikusok, hanem oktatási szakemberek vezették, emiatt mások a célok és az eszközök. Háttérbe kerültek a memorizálást igénylő feladatok, a bizonyítások megtanulása, az algebrai készségek kialakítása, minimálisra csökkent az ismétlődő feladatok végzése, begyakorlása. Előtérbe került viszont a számológép használata és a felfedező tanulás. A tanári utasítással történő oktatás egyre inkább háttérbe szorul. Az NCTM az évek alatt sorra adta ki a standardokat ([10]). Hat alapelvet fogalmaztak meg: egyenlőség, tanterv, tanítás, tanulás, értékelés és technológia. A tartalomra vonatkozó kívánalom öt részre osztja fel a tananyagot: számok és műveletek, algebra, geometria, mérés, adatelemzés és valószínűségszámítás. A tananyag feldolgozására vonatkozó eljárások pedig: problémamegoldás, érvelés és bizonyítás, kommunikáció, kapcsolatok, reprezentáció.

A National Science Foundation nagyon sok pénzt adott a tankönyvek és tananyagok kifejlesztéséhez ([3]), melyeket az NCTM támogatott, ezért az országban széles körben tanítottak ezekből. Ezek a tankönyvek a fogalmakra és a problémamegoldásra koncentrálnak, de kevés az olyan feladat, melyek ahhoz szükségesek, hogy a elméletet megértsék, és kialakuljanak a rutinok melyekkel a feladatokat könnyen meg tudják oldani. Ennek az oktatási módszernek az alapelve az, hogy ha valódi problémákat tesznek a diákok elé, akkor meg fogják tanulni azt, ami a feladat megoldásához szükséges.

A mai napig tart a két különböző oktatási elvet támogatók harca, a „Math-war”, de emellett új irányzatok is megjelentek. Abban egyetértnek ([3], [5]), hogy tananyagoknak és a pedagógiának fontos szerepe van, és hogy valószínűleg a legfontosabb feladat a tanárok matematika képzése.

#### 4 ÚJ IRÁNYVONAL

Az utóbbi néhány TIMSS és PISA tesztek eredményei azt mutatják, hogy az Amerikai Egyesült Államok és Magyarország is az átlag alatt teljesített, míg a legjobban szereplő országok között ott van Sanghaj, Szingapúr, Hong-Kong, Tajvan ([10], [1]). Emiatt fordult az érdeklődés a finn oktatási módszer után a szingapúri matematikaoktatást felé.

A szingapúri matematikaoktatást 2000-ben kísérleti jelleggel adoptálták négy amerikai iskolában ([4]). Második és negyedik osztályban jelentősen nőtt a diákok számolási feladatokban elért pontszáma, mégsem folytatták a programot. Miért? A programot egy rövid, két éves időszak után értékelték, és csak erre az időszakra kaptak az

iskolák hozzá támogatást. Egy iskola ennek ellenére folytatta a programot négy évig és ők sikerről számolnak be. Annak, hogy a programot sikertelennek mondták ki, több oka is van. A kísérleti program nem volt megfelelően előkészítve. A tanárok nem voltak felkészülve rá: nem volt elég idejük a tankönyvek előzetes tanulmányozására, nem ilyen oktatási módszerre készítette őket fel annak idején az egyetem, az új tankönyvek egészen mások voltak, mint amiből a tanárok korábban tanítottak, és a tanári kézikönyvek sem adtak elegendő útmutatást az amerikai tanároknak az egyes anyagrészek tanításához. Továbbá, a két országban a matematika tananyaga és annak mélysége eltérő. Vannak anyagrészek, melyek nem szerepeltek a szingapúri anyagban, de az NTCM illetve amerikai állami javaslatban és az állami tesztekben benne vannak. Ezekkel az anyagrészekkel ki kellett volna egészíteni a szingapúri tankönyveket. A kísérleti program nem kapott állami támogatást, tehát a forrásokat az iskoláknak kellett hozzá előteremteni, így sokkal kevesebb forrásuk volt, mint ha államilag támogatott programot követtek volna. A programot nem felmenő rendszerben, hanem több évfolyamon egyszerre vezették be, és ez a váltás a nagyobbakat hátrányosan érintette.

A 2012 PISA matematika eredmények azt mutatják (1. táblázat, [8]), hogy

1. táblázat: PISA 2012 Matematika eredmények

	Alacsonyan teljesítők aránya (2. szint alatt)	Legjobban teljesítők aránya (5. és 6. szint)
OECD	23.1%	12.6%
Szingapúr	8.3%	40.0%
Magyarország	28.1%	9.3%

Magyarországon sok a gyengén teljesítő diák, Szingapúrban sokkal kevesebb. Az oktatási rendszerük nem engedi, hogy a diákok lemaradjanak. Az oktatásuk ingyenes és egyetemes, a tantervek is a mérés erősen központosított. Minden diáknak a lehető legtöbbet kell kihoznia magából, és ehhez meg is adják a segítséget. A képzés az egyénnek is és az államnak is nagyon fontos.

A szingapúri matematika alapja egy fókuszált, koherens tanterv mely az elméletet és a készségek fejlesztését is tartalmazza, úgy hogy a feladatmegoldást helyezi a középpontba ([6]). Szingapúrban 1990-ben vezették be a Pentagon modellt, mely a problémaalapú feladatmegoldás köré helyezi az öt elemet:

- attitűd (matematikai magabiztosság),
- készségek (számolási, becslési, algebrai),
- elmélet (geometria, numerikus matematika, algebra, statisztika, valószínűségszámítás, analízis),
- eljárások (gondolkodás, érvelés, alkalmazás),
- metakogníció (saját gondolkodásunk megértése).

A szingapúri oktatási rendszer merevnek tűnik, de mégis változik ahogy a világ változik. A matematika tanmenet is több módosításon esett már át. Nagy szerepet kapnak most már az alkalmazások és modellek, bár a feladatok nagy részénél csak a vonalas ábrakészítést használják. A vonalas ábrakészítésnek az egyszerű rajzolás mellett az is az előnye, hogy a gyerekek nincsenek elveszve a sok lehetőség között. Az ábra grafikusan azonnal mutatja azt, amit ismerünk, és egyszerre ad információt arról, hogy hogyan lehet megoldani a feladatot.

## IRODALOM

A tankönyveket megvizsgálva a szingapúri könyvek vékonyak és puritánabbak kinézetre. A matematikai fogalmak mélyebb megértése a cél, míg az amerikai tankönyvek nem mennek mélyebbre, mint a definíciók és képletek. A felfedező tanulást támogató könyvekben sok az olyan feladat, ahol a gyerekek magának kell valahogyan megtalálni a megoldást, rá van bízva hogyan oldja meg a feladatot. Ezzel szemben a szingapúri módszer szerint a gyerek ne vesztesse az időt nem effektív módszerekre. A tananyag lépésről lépésre úgy van felépítve, hogy nem kell a találgatós módszert használni, mert az előző feladatok rávezetik a következő feladat megoldására. Tanáraik jól képzettek, felkészültek, a képzések államilag támogatottak, egységes nemzeti tanterv van.

Természetesen ennek a tantervnek is van gyenge oldala. Az amerikai képzésben erősebb szerepet kap az érvelés, a kapcsolatok feltárása, a kommunikáció; a tananyagrészeket tekintve pedig az alkalmazott matematika, különösképpen a statisztika és valószínűségszámítás.

## 5 MITŐL SIKERES EGY OKTATÁSI PROGRAM?

Több oktatási programot megvizsgálva megkereshetjük azokat a pontokat, melyek szükségesek a program sikeréhez. Egy program sikere vagy bukása a programot adaptáló tanárokon múlik elsősorban. A tanárok felkészítése szakmailag és pedagógiailag nagyon fontos. Ha a népesség egészét érintő eredményeket szeretnénk elérni, akkor széleskörű oktatásra van szükség, ehhez pedig társadalmi és egyéni elkötelezettség kell.

- [1] I. Balázs, et al. „Programme for International Student Assessment, PISA2016 Összefoglaló jelentés,” Oktatási Hivatal, Budapest, 2013.
- [2] K. Fisch and S. McLeod, *Shift Happens* [Online]. Available: <https://shifthappens.wikispaces.com>.
- [3] B Garelick, „The New A-Maze-ing Approach to Math”, *Education Next*, Spring 2005, pp. 28–36.
- [4] B Garelick, „Miracle Math”, *Education Next*, Fall 2006, pp. 38–45.
- [5] B. Garelick, (2015, August 4). The Never-Ending Story: Procedures vs. Understanding in Math, *Education News*, [Online]. Available: <http://www.educationnews.org/k-12-schools/the-never-ending-story-procedures-vs-understanding-in-math/>
- [6] J. Hsu, „Strengths and Challenges of Applying Singapore Mathematics in United States High School,” M.S. thesis, Westminster College, Salt Lake City, 2013.
- [7] J G.R. Martinez, N C. Martinez, „Teaching Mathematics in the 21st Century” in *Teaching Mathematics in Elementary and Middle School: Developing Mathematical Thinking*, Prentice Hall, 2006, Chapter 1, pp. 1–26.
- [8] OECD (2014) *PISA 2012 Results in Focus* [Online]. Available: <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>
- [9] Pew Research Center, (Aug 6, 2014). *AI, Robotics, and the Future of Jobs* [Online]. Available: <http://www.pewinternet.org/2014/08/06/future-of-jobs/>
- [10] J. A. Van de Walle, et al, „Teaching Mathematics in the 21st Century” in *Elementary and Middle School Mathematics Teaching Developmentally*, 4th edition, Pearson, Toronto, 2015, Chapter 1, pp 1–12.
- [11] World Economic Forum, (January 2016). *The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution* [Online]. Available: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)