# Biztonságos döntések: a matematikatudás legitimáló ereje

Farkas-Kis Máté

Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, Magyarország
E-mail: lupusminor@gmail.com

Beérkezett: 2023. december 1.; elfogadva: 2024. február 27.; online megjelent: 2024. november 8.

## Összefoglalás

A döntéshozatal és annak módja a gazdaság egyik legfontosabb eleme. A mindennapi döntések soha nem a tényleges helyzetek, hanem az észlelt helyzetek alapján születnek. A vezetői döntések előkészítésében, a gazdasági elemzések és az adatelemzések mögött a matematikai ismeretek állnak. Az emberek matematikai problémamegoldási képességét számos külső és belső tényező befolyásolja. Jelen kutatás online kérdőív használatával történő adatfelvételt követő elemzés eredményeit mutatja be a matematikával kapcsolatos attitűdök, a tanulási élmények és a matematikai teljesítmény tapasztalatain keresztül. A kutatás az első lépés a matematika és a döntéshozatal kapcsolatának átfogó vizsgálatában. A kutatás célja a matematikaoktatás jelentőségének megértése a döntési képességek fejlesztésében, amelynek kulcsszerepe van a kritikus gondolkodás és problémamegoldó képesség fejlesztésében.

**Kulcsszavak:** döntéshozatal, adatvizualizáció, problémamegoldás, matematikai szorongás, matematikaoktatás

## Safe decisions: the legitimating power of mathematical knowledge

Máté Farkas-Kis

Corvinus University of Budapest, Budapest, Hungary

## Summary

Decision-making and the way it is done is one of the most important elements of economy. Practice shows that although formal frameworks for decision-making are established in most companies, everyday decisions are never taken on the basis of actual situations, but on the basis of perceived situations. Perhaps not surprisingly, the biggest challenge of the 21st century is how the economic systems that define the national and global supply chain can become sustainable. It is requiring the creation of well-informed choices which based on people's decision-making skills.

Mathematical knowledge is the essence in the preparation of management decisions, behind the economic analyses, and behind the data analyses. However, few people understand the secret of this knowledge. We have spent in this area of education the most time and effort on, yet it is accompanied by many failures. The skill of people to solve mathematical problems is influenced by several external and internal factors. In the 20th century, much research focused only on external factors, learning and teaching methods or strategies. In fact, internal factors also play a fairly large role in the skill to solve problems, especially mathematical problem solving which is inherently more than a routine application of what is learnt. Therefore, requires a higher level of understanding which in turn can lead to internal conflicts in humans which influence decision making processes in a bad way.

Throughout the history of science, mathematics and mathematical thinking have played a crucial role as symbols of rationality and logical reasoning. In the context of decision-making, mathematics is regarded positively and holds significant importance. It underpins management decisions, economic analyses, and data analysis. However, truly grasping this knowledge remains a challenge for only a select few. Education devotes extensive time (in Hungary, 12 years in general) to this field, yet it is still accompanied by numerous difficulties and shortcomings. This raises a valid question about the impact of mathematics on the decision-making skills of managers. While these systems support decision-making, they may not be the sole catalyst for it. When it comes to mathematics on its own, people have mixed feelings – some love it, while others try to avoid it at all costs. Nevertheless, everyone acknowledges that math skills are indispensable.



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC

This research represents the first step in a comprehensive study of the relationship between mathematics and decision-making, as well as an examination of mathematical skills. The aim is to understand the connection between mathematics and decision theory and to highlight the importance of the quality of mathematical education in the development of decision-making skills. The challenge lies in maintaining a positive relationship with math.

**Keywords:** decision-making, data visualization, problem solving, math anxiety, math education

## Bevezetés

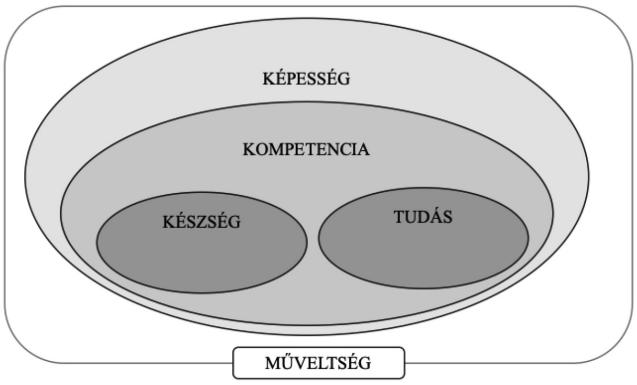
A XXI. századi mindennapokban egyre több döntést kell egyre rövidebb idő alatt meghozni. A vállalatok működésének egyik legfontosabb eleme a döntéshozatal és az ahhoz vezető út. A gyakorlat azt mutatja, hogy habár a döntéshozatalhoz kapcsolódó formai keretek a legtöbb helyen kialakításra kerülnek, a mindennapi döntések soha nem a tényleges, hanem az észlelt helyzetek alapján születnek.

Számos kutatás vizsgálta, hogy a pszichés hatások miatt miért és hogyan tér el a gyakorlatban a döntéshozatal a racionális, normatív szabályoktól, és vezet hibásnak vélt döntésekhez. Amos Nathan Tversky és Daniel Kahneman e hibázások eredetét az ember kognitív képességeinek korlátaival magyarázta *(Tversky–Kahneman 1991)*. Ugyanakkor dr. Engländer Tibor és dr. Faragó Klára szerint ezek az ítéletalkotásban fellelhető „hibák" fontos szerepet játszanak a biológiai alkalmazkodásban *(Engländer 1999)*. Kutatásaik alapján a valószínűségi ítéletekhez kétféle úton juthatunk el: (1) gondolkodással és (2) becsléssel. Engländer szerint a becslés torzításait a gondolkodási folyamat korrigálja.

A racionalitás letéteményese a matematikai műveltség. A matematikai műveltséget pedig meghatározza a matematikai képesség, kompetencia, tudás és készség szintjei. Ahhoz, hogy ezek komplex kapcsolata értelmezhető legyen, tisztázni kell, hogy a jelen kutatással összefüggésben hogyan kapcsolódnak egymáshoz a továbbiakban felmerülő és tárgyalt területek, és hogy mikét függenek össze ezek a szakirodalomban is használt *(Roberts et al. 2007; Csapó 2003; Gardner 1983; Spencer–Spencer 1993)*, hasonló, sokszor a köznyelvben is szinonimaként használt fogalmak:

1. A „műveltség" egy széles körű, jól szervezett tudásrendszer *(Roberts et al. 2007)*, amely az adott tudományterület (itt a matematika) holisztikus megközelítését jelenti. Jellemzője a kritikai gondolkodás, az értékelés képessége és a kulturális összefüggések megértése. A műveltség lehetővé teszi az egyének számára, hogy tudatosan részt vegyenek a társadalmi és kulturális életben.
2. A „képesség" az egyén általános mentális, fizikai és szociális potenciálját jelenti, amely lehetővé teszi számára, hogy tanuljon, problémákat oldjon meg, és alkalmazkodjon a környezetéhez. Ezek veleszületett vagy fejlesztett tulajdonságok, amelyek meghatározzák az egyén teljesítményét különböző területeken.
3. A „kompetencia" az a képesség, amely magában foglalja a készségeket, tudást és attitűdöket, lehetővé téve az egyének számára, hogy hatékonyan teljesítsenek bizonyos feladatokat vagy szerepeket.
4. A „készség" egy specifikus, gyakorlott tevékenységek során kialakult, automatizált viselkedésforma, amely lehetővé teszi az egyének számára, hogy hatékonyan és gördülékenyen végezzék feladataikat. A készségek elsajátítása gyakorlás révén történik, és gyakran specifikus kontextusokhoz kötődik.
5. A „tudás" az információk, tények, koncepciók, elméletek és elvek összessége, amelyeket az egyén megszerez és megért az oktatás, a tanulás vagy a tapasztalat révén.

Ezeknek a fogalmaknak a kapcsolatát az *1. ábra* szemlélteti.




**1. ábra** A fogalmi kontextus értelmezése

*Forrás:* saját szerkesztés

A matematikai tanulmányok már az általános iskolától kezdve azt a célt kellene hogy szolgálják, hogy a diákok gondolkodási képességét tudatosan fejlesszék. A Program for International Student Assessment (továbbiakban: PISA) vizsgálat, amelynek egyik meghatározó része a matematikai műveltség mérése, az alábbi módon definiálja az alkalmazott matematikai műveltséget (PISA 2006): *„Az alkalmazott matematikai műveltség azt jelenti, hogy az egyén felismeri és érti a matematika szerepét a valós világban, jól megalapozott döntéseket hoz, és a matematikatudása hozzásegíti ahhoz, hogy saját életének valós problémáit helyesen oldja meg, és a társadalom konstruktív, érdeklődő, megfontolt tagjává váljék."* Azaz a megalapozott döntéshozatalhoz, a helyes problémamegoldás-



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC

hoz és a teljeskörűen megélt társadalmi szerephez elengedhetetlen az alkalmazott matematikai műveltség. Ez a definíció jól mutatja, hogy amennyiben döntésekről, döntéshozatalról beszélünk, akkor a matematikai műveltség megkerülhetetlen. A fenti meghatározás is arra utal, hogy a döntések hátterében mindig az ember áll, akinek a kapcsolata a matematikával (legyen az tudatos, vagy sem) meghatározó.

A diákok érdeklődése egy adott tantárgy iránt fontos tényező a kognitív fejlődésben és a tanulásban *(Hidi 1990)*. Meghatározó, hogy egy adott témakör érdekli-e a tanulót, vagy sem. Különösen igaz ez a matematika területén, ahol az érdeklődés bizonyíthatóan korrelál a matematikai teljesítménnyel *(Schiefele–Krapp–Winteler 1992; Kim–Jiang–Song 2015)*. Egyes tanulmányok szerint a matematika esetében az érdeklődés a tanulók későbbi tanulmányi teljesítményének előre jelzője is lehet *(Schiefele–Csikszentmihalyi 1995; Singh–Granville–Dika 2002; Viljaranta et al. 2009)*.

A tanulók matematikai problémamegoldó képességét számos külső és belső tényező befolyásolja. A 20. században sok kutatás csak a külső tényezőkre, a tanulási, tanítási módszerekre vagy stratégiákra összpontosított, holott valójában a belső tényezőknek is meglehetősen nagy szerepük van a matematikai problémák megoldásának képességében. A matematikai problémamegoldás természetéből adódóan több mint rutinszerű alkalmazása a tanultaknak, ezért magasabb megértési szintet igényel. Ez pedig belső konfliktusokhoz vezethet a tanulókban.

Amikor tanulásról beszélünk, akkor az egy konstruált helyzetben, célzottan, pedagógiai hatásgyakorláson keresztül, az oktatási rendszerbe ágyazottan és előre meghatározott eszközökkel történik. A tanulók teljesítménye ebben a kontextusban kiemelten a motiváción, a személyes képességek megélésén keresztül valósul meg, de számos egyéb pszichológiai tényező is hatást gyakorol rá. Ezek közül ki kell emelni egyet, amely a tanulók alacsony tanulmányi teljesítményét befolyásolja *(Kumar–Karimi 2010)*, és kifejezetten a számolási feladatokkal összefüggésben alakul ki: ez a matematikai szorongás. A matematikai szorongás azzal függ össze, amire már ötven éve felfigyeltek a kutatók, hogy a tanulók feszültnek érzik magukat, amikor számokkal dolgoznak, vagy matematikai problémákat oldanak meg *(Richardson–Suinn 1972)*.

Azok a diákok, akik szoronganak a matematikatanulás miatt, általában a matematikai számonkéréseken (dolgozat, felelés, vizsga) nyújtott teljesítményük miatt aggódnak *(Ashcraft–Ridley 2005)*. Az így kialakuló stresszhelyzet lefoglalja a problémamegoldáshoz elengedhetetlen munkamemóriában lévő erőforrásaikat, ami kulcsfontosságú a matematikai készségek használatához a matematikai problémák megoldása során *(Richardson–Suinn 1972; Ashcraft–Kirk 2001; Beilock et al. 2004; Mammarella et al. 2015)*.

A matematika számtalan olyan terület fejlődéséhez, fejlesztéséhez járul hozzá, amely nem a klasszikus értelemben vett számolás, racionalitás irányába mutat. Ugyanakkor a tudás egy átfogó ernyőfogalom, és Csapó szerint *(Csapó 2003)* szerveződési formái alapján különböztetjük meg a szakértelmet, a műveltséget és a kompetenciát. A matematikai tudás a személyiségfejlődés elengedhetetlen része és magának a gondolkodási képességnek a műveltségi megalapozása is egyben. Ha a matematikatudás területén megvalósult magyarországi vizsgálatokat nézzük, akkor négy jelentős csoport azonosítható *(Csapó 2012)*: (1) matematikai tudásszintmérések, (2) matematikai kompetenciavizsgálatok, (3) matematikai feladat- és problémamegoldás vizsgálatok, (4) matematikai alapkészségek vizsgálata. Ezek közül két jelentősebb vizsgálatot érdemes kiemelni.

Az első a matematikai alapkészségek vizsgálatához kapcsolódik *(Nagy 1973)*. Ezek a vizsgálatok az alábbi területeken mérik a diákok képességeit, teljesítményét:
- az alapműveleti számolási;
- számlálás és mennyiségi értelmezés;
- következtetés és relációs szókincs.

A második a kompetenciavizsgálatok köréből származik *(Balázsi et al. 2005)*, amelyek eredménye alapján négy matematikai képességszint különböztethető meg:
- Első szint: a tanuló képes egyszerű, ismerős feladatok megoldására, jól begyakorolt számítások elvégzésére.
- Második szint: a tanuló képes egyszerű problémákat átlátni, egyszerű adatokat megjeleníteni, ismerős eljárásokat alkalmazni, a különbözőképpen megjelenített adatokat értelmezni és azokkal egyszerű műveleteket végezni.
- Harmadik szint: a tanuló képes megfogalmazni gondolatait bizonyos szituációk matematikai értelmezésére, a megoldáshoz való megfelelő stratégia kiválasztására, modellek alkalmazására és az utóbbiak alkalmazásához szükséges feltételek azonosítására.
- Negyedik szint: a tanuló képes önálló matematikai modell alkotására, újszerű gondolkodásra, és képes kommunikálni a megoldásával kapcsolatos összefüggéseket.

A matematikatudás területén megvalósuló nemzetközi vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy maga a tantárgy megítélése, a matematikai énkép erősen negatív kategóriába esik *(Csapó 2012)*. Ez, valamint a mérések alatt tapasztalt eredmények új irányt hoztak a kutatásokban. Ameddig korábban szinte egyeduralkodó volt a kognitív területek vizsgálata, addig az utóbbi évtizedekben fejlődésnek indult az affektív, motivációs területek befolyásoló hatásának kutatása is *(Józsa–Fejes 2012)*. Ashcraft és Krause mutatott rá, hogy amennyiben a matematika tanórán a diákokat sikertelenség éri, azonnal megjelenhet a teljesítményszorongás, amely blokkolja agyunk munkamemóriáját *(Ashcraft–Krause 2007)*. A munkamemóriának pedig kiemelt szerepe van az aritmetikai képességek vonatkozásában *(Márkus 2007)*.



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC

## Adatvizualizációk matematikai értelmezése

A matematika társadalomban betöltött szerepét leginkább az adatvizualizációk használatakor lehet tetten érni. *Skovsmose (1994)* a tudás különböző típusait írja le: (1) matematikai, (2) technológiai és (3) reflektív tudást. Az adatvizualizációk olvasása és felfogása a matematikai és a technológiai tudás szintjén valósul meg, a reflektív tudás az előttünk álló információk kritikus értelmezéséhez szükséges. Utóbbi ugyanis kulcsfontosságú ahhoz, hogy a matematika szerepét azonosítani lehessen a döntéshozatali folyamatba kapcsolt adatvizualizációk létrehozásánál. Ez magába foglalja az adott helyzetre vonatkozó feltételezéseket és döntési alternatívákat, a beágyazott bizonytalanságokat és a matematikai következtetések szándékos vagy nem szándékos következményeit. A kritikus szemmel történő olvasás stratégiát kínál az adatvizualizációkra való reflektáláshoz az újragondolás révén.

Az adatvizualizációk szerepe és jelentősége jól demonstrálható a Covid19 világjárvány példáján, melynek során kiemelt szerepe volt annak, hogy hogyan kommunikálják a válsággal kapcsolatos információkat, s ezzel gyakoroljanak globális hatást mind szakpolitikai szinten, mind az egyéni döntések szintjén. Miközben egyre több leíró/magyarázó grafikon jelent meg, narratívák is kapcsolódtak hozzájuk, amelyek nem voltak értelmezhetőek matematikatudás nélkül. Jó példa erre az exponenciális növekedés megértése, a modellezés jelentősége vagy a statisztikai elemzésekből következő előrejelzések. Ezek áttételesen mind lehetőséget adtak a matematika tanítására és tanulására. Eközben nem lehet figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy ezek az adatvizualizációk társadalmi narratívák is, amelyeket a készítőik sajátos nézőpontból hoztak létre olyan céllal, hogy történeteket meséljenek el *(Laurie–Nicol–Chronaki 2021)*, és hatást gyakoroljanak.

A számszerűsítés és a matematikára való alapvető támaszkodásunk megerősíti az adatvizualizációk társadalmi funkcióját. Az emberek objektívnek, megbízhatónak és semlegesnek tételezik fel ezeket az információkat. Az adatok olvasása, a grafikonok értelmezése ugyanakkor megköveteli a matematika szerepének kibontását, beleértve azt is, hogy az adatokat és változókat hogyan jelenítjük meg, és hogyan keretezzük az összefüggéseket, hogy azok történeteket mondjanak el bizonyos nézőpontból.

Több kutatás is vizsgálta (több perspektívából), hogy hogyan jutnak el az emberek az adatvizualizációk értelmezéséhez *(Börner–Bueckle–Ginda 2019; Galesic–Garcia-Retamero 2011; Glazer 2011; Lee et al. 2016; Shah–Hoeffner 2002)*. A matematikaoktatással kapcsolatos kutatások rávilágítottak arra, hogyan tanulják meg az emberek, hogy grafikonokból és más reprezentációkból információkat azonosítsanak, összefüggéseket és trendeket fedezzenek fel, előrejelzéseket tegyenek, tágabb kapcsolatokat fedezzenek fel, következtetéseket és állításokat kérdőjelezzenek meg vagy mondjanak ki *(Ainley 1995; Ben Zvi–Arcavi 2001; Curcio 1987; Friel–Curcio–Bright 2001; Shaughnessy 2007; Watson 1997; Watson–Moritz 1999)*. Az adatvizualizációk ilyen orientációval történő olvasása megmutatja, hogy az, ahogyan az emberek a matematikára támaszkodnak, jelentős szerepet játszik a lokális és globális döntéshozatal alakításában, és ezáltal nem semleges reprezentációk.

Az adatok nem beszélhetnek önmagukért, hanem sokkal inkább olyan narratívákba süllyednek, amelyek formát és értelmet adnak nekik *(Loukissas 2019)*, és beleszövődnek egy folyamatba, amelynek során különböző pillanatokban, különböző célokra, különböző történeteket mesélnek el *(Dourish–Gómez Cruz 2018)*.

## Kutatási kérdések és adatfelvétel

A matematika sokoldalú módon és a diszciplínákat átszőve, összekötve jelenik meg szinte minden tudományterületen és a mindennapi életünkben, olykor észrevétlenül. A számok azonban minden esetben tetten érhetőek, így a számszerűsítés módja és megjelenése a személyes, vállalati és fogyasztói döntéshozatalban kiemelten érdekes. Ezeknek a számoknak az értelmezéséhez szükségünk van a kognitív matematikai képességekre. Ebben a komplex, összefüggő rendszerben az alábbi kutatási kérdések merülnek fel:

- Hogyan befolyásolja a matematikai tudásunk a döntéshozatali megközelítéseinket?
- A különböző döntési helyzetek milyen matematikai területekre és kompetenciákra vezethetőek vissza egyéni, fogyasztói és vállalati szinten?
- Miként hat a problémamegoldási és döntési helyzetekre, valamint a viselkedésre a kognitív matematikai képességek fejlesztése?

Az előzőekben ismertetett gondolatmenet oda vezet, hogy a matematikára ne pusztán csak a számítástudomány eszközeként tekintsünk, hanem a problémamegoldás és a döntéselméleti kompetenciák fejlesztésének alapvető elemeként, és a fenntarthatóság, a fenntartható gondolkodás megalapozójaként. Ahhoz, hogy ezen a területen mélyebb kutatásokat végezhessünk, először azokat az alapokat kellett megismerni, amelyeket az ember a matematikához kapcsolódóan az oktatási rendszerben megszerez. Ehhez összeállításra került egy online kérdőív, amely azt vizsgálta, hogy milyen tipikus attitűdök azonosíthatóak a matematikával kapcsolatban, s ezekre milyen hatással vannak a matematikatanulás során szerzett élmények, illetve a matematika szerepének megítélése.

Az adatfelvétel korlátait tekintve fontos kiemelni, hogy a mintavételnél eleve azok a személyek lettek megszólítva, akik valamilyen módon foglalkoztak a matematikával, és vezetői pozícióban lehetnek. A válaszadók eleve válogatottak abból a szempontból, hogy vagy nagyon szeretik a matematikát, és azért válaszoltak, vagy nagyon nem,



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC

és ezért osztották meg véleményüket. Közömbös válaszadók nem érkeztek. A minta, bár azt gondolhatnánk, torzító, valójában épp a mintavétel típusából adódóan egy szűkebb csoportot céloz meg, és így feltáró jellegű.

A kérdőív öt blokkból állt. Az elsőben a válaszadók demográfiai háttere került felmérésre. A másodikban a matematikával kapcsolatos szabad asszociációik voltak a fókuszban. A harmadikban a matematikatanulási élményeket kellett feleleveníteni. A negyedikben a szakmai döntések, a munka és a matematika kapcsolatának megismerése volt a cél. Végül pedig a kérdőív a személyes véleményekre kérdezett rá, azt kutatva, hogy az egyes foglalkoztatási területekkel összefüggésben mit gondolnak a válaszadók, mennyire van szükség a matematikára. Az adatfelvételi eszköz a Qualtrics volt. Az adatfelvétel önkitöltős formában történt, a kérdőív az online közösségi terekben került megosztásra (Facebook, LinkedIn) az egyszerűen elérhető alanyokat megcélozva, hólabda módszerrel. Tekintettel arra, hogy a kutatás feltáró jellegű volt, ezért a minta reprezentativitása nem volt elvárás.

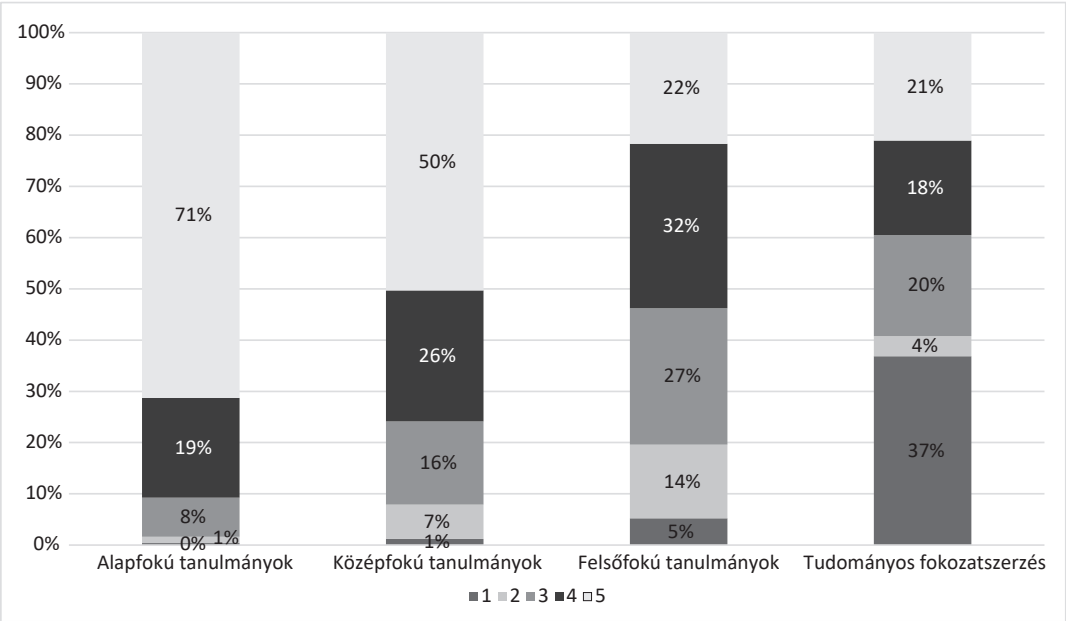
A kérdésekre adott válaszok alapján kvalitatív és kvantitatív elemzések egyaránt történtek az adatokon. A kvalitatív területeken a kódolást követően a személyes narratívák elemzése történt meg. A kvantitatív elemzés érdekében feltett kérdések esetében jellemzően a feleletválasztós, vagy ötfokú Likert-skálán feltett kérdések domináltak.

A kutatás során a válaszadók nagy számossága miatt nagyon sok adat áll rendelkezésre, melyek elemzése és a modellek megalkotása még részben folyamatban van. Jelenleg azok a legfontosabb eredmények kerülnek bemutatásra, melyek kijelölik azt az utat, amelyet követni érdemes majd a további elemzésekkel.

## Eredmények

Összesen 676 kitöltés érkezett, melyek azonban az egyes kérdésekre adott válaszok száma alapján változott. Az adatok tisztítását követően a minta mérete 625 válaszadóra redukálódott. A fentieket figyelembe véve a mintára jellemző, hogy közel kétszer annyi nő töltötte ki a kérdőívet, mint férfi. A minta elemei a korosztályokat tekintve négy klaszterbe kerültek besorolásra: (1) 73 fő, akik 1946 és 1964 között születtek, ők az úgynevezett Baby Boom generáció; (2) 240 fő, akik az X generációhoz tartoznak, azaz 1965 és 1980 között születtek; (3) 187 fő, akik az Y generációhoz tartoznak, 1981 és 1995 között születtek; és végül (4) 122 fő, akik a Z generációhoz tartoznak, és 1996 és 2010 között születtek. A mintában a válaszadók közül (1) 19-en alapfokú; (2) 130-an középfokú; (3) 419-en felsőfokú; és (4) 54-en tudományos végzettséggel rendelkeznek. Az összes válaszadó közül 155-en vezető beosztásban dolgoznak. 30 fő csoportvezető, 72 fő középvezető és 53 fő felsővezető.

Az első és talán legfontosabb kérdés, hogy hogyan alakul a tanulók matematikai teljesítménye. A magyarországi oktatási rendszerben alapfokú (általában 8 éves), középfokú (általában 4 éves) és azt követő felsőfokú oktatás van. A felsőfokú oktatás korábban egy általában 5 éves időszak volt, de a 2000-es évek elején bevezetésre került az osztott képzés, és megjelentek a bachelor (jellemzően 3 év) és a mesterképzések (jellemzően 2 év). Ezt pedig a tudományos fokozatszerzés követi. Minden oktatási szintre jellemző, hogy a magyarországi értékelési skála 1-től 5-ig terjed, ahol az 1 az elégtelen teljesítmény és 5 a kiváló. A válaszadóknak a kérdőív kitöltésekor meg




**2. ábra** A tanulók teljesítményének alakulása oktatási szintek szerint

*Forrás:* saját szerkesztés



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC

kellett adniuk, hogy emlékeik szerint az egyes oktatási szinteken milyen volt a matematikai teljesítményük. Az eredmények százalékos megoszlását az alapfokú tanulmányoktól a tudományos fokozatszerzésig a *2. ábra* mutatja.

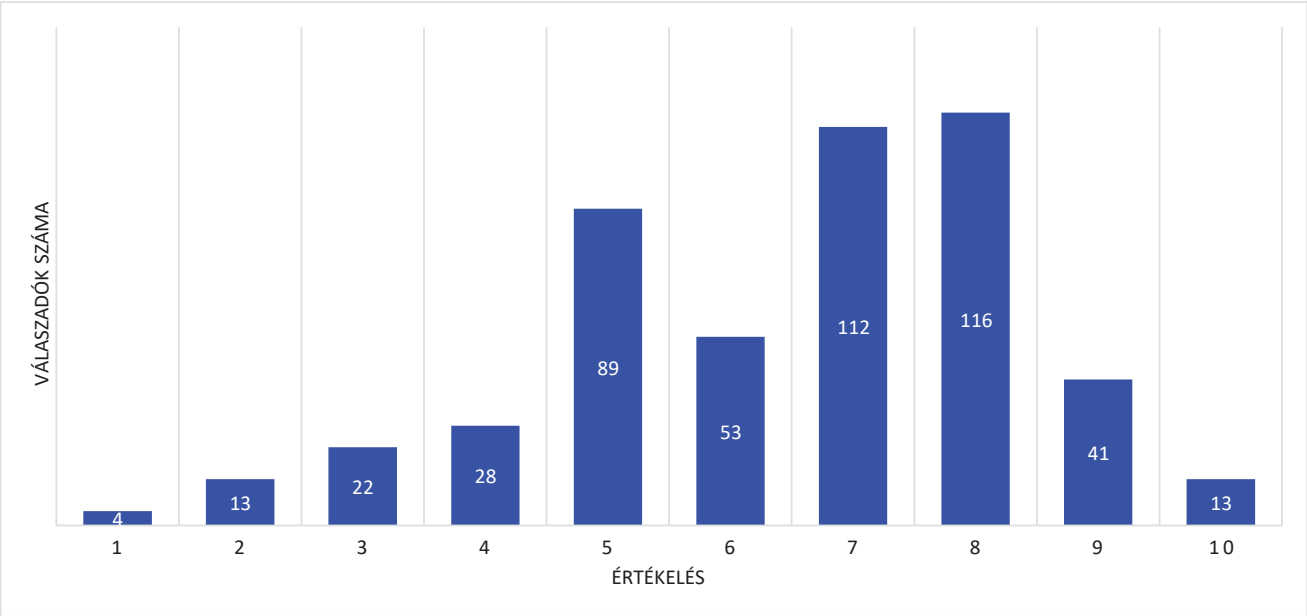
Szembetűnő, hogy az alapfokú oktatásban a válaszadók teljesítménye kiugróan jó. Közel 91 százalékuk 4-es vagy annál jobb jegyet kapott emlékei szerint, sőt 71 százalékuk jeles eredménnyel teljesített. Ez a pozitív teljesítmény azonban az évek előrehaladásával megváltozik. Már a középiskolás tanulmányok alatt a 91 százalékról közel 76 százalékra esik vissza a magasabb teljesítményt produkálók aránya (4-es vagy 5-ös), amely a felsőoktatásban mindösszesen már csak 54 százalék, és a tudományos fokozatszerzés esetében a 40 százalékot sem éri el. Ezzel szemben a rossz teljesítmény jelentős kiugrást mutat, és megfigyelhetőek a jelei egy kétpólusú matematikai teljesítmény minta kialakulásának. Van, aki tudja a matematikát, és van, aki nem, s a kettő között egy űr jelenik meg: a 2-es teljesítmény közel 4 százalékos, és két oldalán helyezkedik el a válaszadók 37, illetve 59 százaléka.

A válaszadóknak arról is kellett nyilatkozniuk, hogy milyen döntéshozónak tartják magukat. A válaszokat 1-től 10-ig tartó Likert-skálán kellett a szerint megadniuk, hogy az 1-es érték azt jelentette, hogy teljes mértékben intuitív módon hoznak döntéseket, a 10-es pedig azt, hogy maximálisan törekednek a racionális döntésekre. Az eredményeket a *3. ábra* mutatja.

A diagram ábrázolásának választása is mutatja, hogy a válaszadók inkább a racionalitás irányába tolódnak el, ha a kérdés az, hogy milyen módon döntenek. Az adatokra számolt ferdeség 7,4-es értékű, azaz a minta aszimmetrikus a racionalitás irányába. Ez több érdekes kérdésre irányítja rá a figyelmet. Az egyik, hogy az emberek többsége szereti azt gondolni, hogy racionálisan hozza meg a döntéseit, és ezt a minta is visszaigazolja. Valamilyen oknál fogva a racionális döntéseknek van egy privilegizált percepciója, mivel általában azt gondoljuk, hogy racionálisan kell meghozni a döntéseket. A másik érdekesség, hogy bár a matematikai teljesítmény – ami a racionális gondolkodással összefüggő kompetenciák alapvető fejlesztő tantárgyához, a matematikához kapcsolódik – az oktatási rendszerben előre haladva egyre alacsonyabb lesz, ennek ellenére a racionalitás iránti elköteleződés mégis ilyen erősen megmarad.

Érdemes megnéznünk egy másik kérdésre adott válaszok megoszlását is, hogy a racionális énképet árnyalni tudjuk. Szintén központi kérdés volt, hogy a válaszadók vajon mit gondolnak, miben segítette őket a matematikatanulás. Három lehetőségből tudtak egyszerű feleletválasztással választani: (1) minimális előnyét látják a matematikai tanulmányoknak, (2) megtanultak logikusan gondolkodni, illetve (3) megtanultak jól számolni. Az eredményeket a *4. ábra* mutatja.

Annak ellenére, hogy a matematikai teljesítmény mérése jellemzően számolási feladatok megoldásán keresztül történik, a válaszadók nagy többsége megértette, hogy a matematika nem pusztán számolás, s közel 80%-uk a logikus gondolkodással kötötte össze a matematikatanulást. A racionalitás a logikus gondolkodáson keresztül valósul meg, s abban az értelemben független a matematikai teljesítménytől, hogy bár a számolást nem tanulják meg jól a tanulók, ami a teljesítményeken lát-

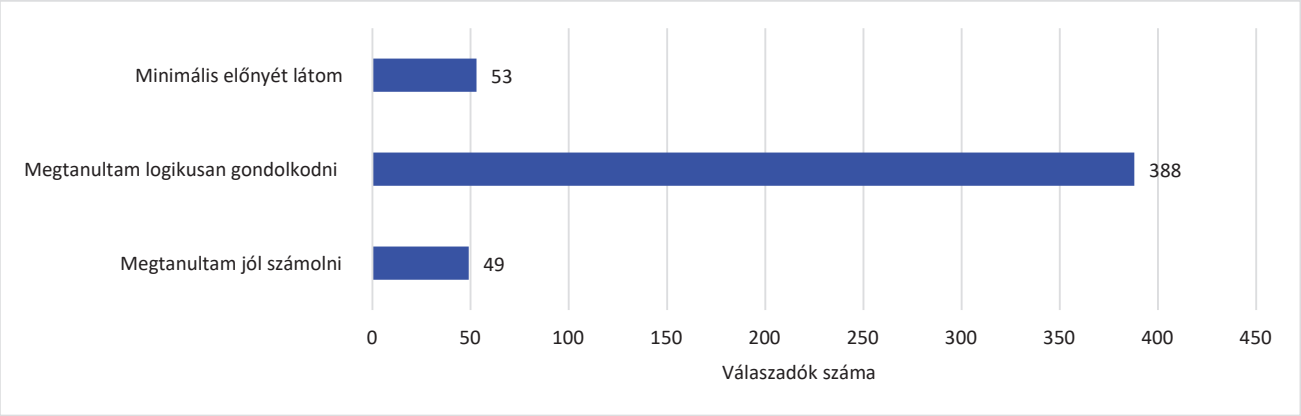



**3. ábra** A válaszadók megoszlása aszerint, hogy milyen döntéshozónak tartják magukat. Az 1-es érték azt jelenti, hogy teljes mértékben intuitív módon hoznak döntéseket, a 10-es pedig azt, hogy maximálisan törekednek a racionális módon történő döntéshozatalra

*Forrás:* saját szerkesztés



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC




**4. ábra** A válaszadók megoszlása aszerint, hogy miben segítette őket a matematikatanulás

*Forrás:* saját szerkesztés

szik, de a gondolkodási képességet igen, csak azt az értékelési rendszer nem képes mérni, megmutatni.

A matematika és a racionalitás összefüggéseire és az ezzel kapcsolatos percepciókra próbált rávilágítani a kérdéssor egy másik része, amely azt próbálta felmérni, hogy vajon mit gondolnak a válaszadók arról, hogy az egyes szakmák, foglalkozások műveléséhez milyen mértékben hasznosak a matematikai tanulmányok. Ehhez a magyarországi Központi Statisztikai Hivatal által nyilvántartott tevékenységi köröket használtuk, és a válaszadóknak egy ötfokozatú Likert-skálán kellett nyilatkozniuk. Az egyes érték azt jelentette, hogy teljesen felesleges hozzá a matematika, az ötös, hogy nagyon hasznos hozzá a matematika. Az eredményeket az *5. ábra* mutatja.

Elmondható, hogy a válaszadók azokat a szakmákat, amelyek számokkal foglalkoznak, egyértelműen abba a kategóriába sorolták, ahol a matematikai tanulmányok nagyon hasznosak tudnak lenni. Ezzel párhuzamosan az is látható, hogy a jellemzően bölcsészettudományi, vagy egyszerű szakmunkás és ügyintézői feladatokat pedig leértékelték a matematika hasznosságának irányából. Ez az értékelés is jól mutatja, hogy ahhoz képest, hogy milyen teljesítménnyel sikerül az oktatási rendszerben részt venni, a diplomához kötött foglalkozási körök esetében (kivétel a kultúra, művészet és a sport) a matematikai képzettség elvárás a válaszadók részéről. Ez különösen igaz a gazdálkodási területeken, így amikor arról beszélünk, hogy hogyan alakíthatóak ki a fenntarthatóságot biztosító gazdálkodási modellek, akkor érdemes figyelembe venni, hogy az alapvető elvárás, hogy akik a fenntarthatósággal kapcsolatos döntéseket meghozzák, matematikailag képzettek legyenek. Ez viszont csak úgy valósulhat meg, ha a jelenlegi teljesítményértékeken tudunk változtatni, és képesek leszünk a matematikaoktatást módszertanilag is megújítani.

**5. ábra** A matematikai tanulmányok hasznosságának megítélése foglalkozásonként

*Forrás:* saját szerkesztés



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC

## Következtetések

Talán nem meglepő, hogy a XXI. század legnagyobb kihívása, hogy a gazdasági rendszerek, amelyek meghatározzák a nemzeti és a világgazdaságot, hogy válhatnak fenntarthatóvá. Ez egy olyan probléma, amelyhez szükség van jól megalapozott döntések létrehozására. Ha a fenntarthatóság definícióját tekintjük, akkor az ENSZ által leírt fenntartható fejlődés olyan, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy csökkentené a jövendő generációk képességét, hogy kielégítsék a saját szükségleteiket. Ehhez három olyan alapelvet is meghatároznak, amelyeket érdemes betartani a siker érdekében. Az első, hogy amit a környezetünkbe kibocsátunk, az nem haladhatja meg a környezet befogadó, feldolgozó képességét. A második, hogy amit a környezetből kitermelünk, az nem haladhatja meg a környezet újratermelő képességét. A harmadik pedig, hogy a nem megújuló erőforrások felhasználásának a mértéke nem haladhatja meg azt az ütemet, amilyen arányban helyettesíteni tudjuk őket megújuló erőforrásokkal. Ezen alapelvek betartásához olyan modellekre és támogató rendszerekre van szükség, amelyek képesek nyomon követni és előre jelezni, hogyha valamely alapelv megsérül.

A menedzsment döntések előkészítésében, a gazdasági elemzések mögött, az adatelemzések hátterében alkalmazott matematikai tudás áll. Ugyanakkor ennek a tudásnak a megértése, a titka keveseknek adatik meg. Az oktatásban ez az a terület, amellyel a legtöbbet, leghosszabban foglalkozunk (közel 12 évet legalább), mégis számos kudarc kíséri. Sokan megmaradnak a „nincs matekos agyam" magyarázatoknál, s nem gondolnak mélyebben bele, hogy mi az oka a kudarcnak. Jelen kutatási eredmények ajtót nyitnak abba az irányba, hogy gondoljuk újra a viszonyunkat a matematikával. Mi történik, miért alakul át a matematikával kapcsolatos korai pozitív kapcsolódás ellenszenvvé? S ez hogyan befolyásolja a döntéseink minőségét? A bemutatott eredmények alapján látható, hogy a kezdeti kapcsolat erős és sikeres. Később romlik meg ez a viszony, és a folyamat szoros korrelációban állhat az oktatással, az oktató személyével, az elért sikerekkel. Ez a viszony, a minta elemzése alapján generációk óta ugyanúgy jelen van, úgy is mondhatjuk: öröklődik *(Farkas-Kis 2022)*. Hogyan lehet ezen változtatni?

Az eredmények azt sugallják, hogy ebben a folyamatban az oktató kulcsszereplő. Meg kell találni az új, innovatív módszertani megközelítéseket. A jövőben további kutatások szükségesek ahhoz, hogy mélyebben megismerjük, megértsük és fejleszteni tudjuk a kapcsolatunkat a matematikával, és ezáltal még inkább fejlődjenek a döntéshozatali képességeink.

## Köszönetnyilvánítás

*Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.*

Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal

AZ NKFI ALAPBÓL MEGVALÓSULÓ PROJEKT

## Irodalomjegyzék

Ainley, J. (1995) Re-viewing graphing: Traditional and intuitive approaches. For the Learning of Mathematics, Vol. 15. No. 2. pp. 10–16.

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001) The relationships among working memory, math anxiety, and performance. Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 130. No. 2. pp. 224–237.

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007) Working memory, math performance, and math anxiety. Psychonomic Bulletin & Review, Vol. 14. No. 2. pp. 243–248.

Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005) Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In: J. D. Campbell (ed.). Handbook of mathematical cognition. New York, NY: Psychology Press. pp. 315–327.

Balázsi I., Rábainé Szabó A., Szabó V., & Szepesi I. (2005) A 2004-es Országos kompetenciamérés eredményei. Új Pedagógiai Szemle, Vol. 55. No. 12. pp. 3–21.

Beilock, S. L., Kulp, C. A., Holt, L. E., & Carr, T. H. (2004) More on the fragility of performance: choking under pressure in mathematical problem solving. Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 133. No. 4. pp. 584–600.

Ben Zvi, D., & Arcavi, A. (2001) Junior high school students' construction of global views of data and data representations. Educational Studies in Mathematics, Vol. 45, pp. 35–65.

Börner, K., Bueckle, A., & Ginda, M. (2019) Data visualization literacy: Definitions, conceptual frameworks, exercises, and assessments. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 116. No. 6. pp. 1857–1864.

Curcio, F. (1987) Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 18. pp. 382–393.

Csapó B. (2003) A tudás és a kompetenciák. In: A tanulás fejlesztése. Országos Közoktatási Intézet (OKI), Budapest, pp. 65–74. https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/11274/

Csapó B. (2012) Mérlegen a magyar iskola. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC

Dourish, P., & Gómez Cruz, E. (2018) Datafication and data fiction: Narrating data and narrating with data. Big Data & Society, Vol. 5. No. 2. pp. 1–10. https://doi.org/10.1177/2053951718784083

Engländer T. (1999) Viaskodás a bizonytalannal. Budapest, Akadémiai Kiadó

Farkas-Kis, M. (2022) Decision making in the shadow of mathematical education. Journal of Decision Systems, Supplement 1. pp. 168–180. https://doi.org/10.1080/12460125.2022.2087417

Friel, S. N., Curcio, F. R., & Bright, G. W. (2001) Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 32. No. 2. pp. 124–158.

Galesic, M., & Garcia-Retamero, R. (2011) Graph literacy: A cross-cultural comparison. Journal of Medical Decision Making, Vol. 31. No. 3. pp. 444–457.

Gardner, H. (1983) Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York, Basic Books

Glazer, N. (2011) Challenges with graph interpretation: A review of the literature. Studies in Science Education, Vol. 47. No. 2. pp. 183–210.

Hidi, S. (1990) Interest and its contribution as a mental resource for learning. Review of Educational Research, Vol. 60. No. 4. pp. 549–571.

Józsa K., & Fejes J. B. (2012) A tanulás affektív tényezői. In: Csapó B. (szerk.). Mérlegen a magyar iskola. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, pp. 367–406.

Kim, S., Jiang, Y., & Song, J. (2015) The effects of interest and utility value on mathematics engagement and achievement. In: K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (eds). Interest in mathematics and science learning. Washington, DC: American Educational Research Association, pp. 63–78.

Kumar, G., & Karimi, A. (2010) Mathematics Anxiety, Mathematics Performance and Overall Academic Performance in High School Students. Journal of the Indian Academy of Applied Psychology, Vol. 36. pp. 147–150.

Laurie H. R., Nicol, C., & Chronaki, A. (2021) A critical mathematics perspective on reading data visualizations: reimagining through reformatting, reframing, and renarrating. Educational Studies in Mathematics.Vol. 108. pp. 249–268. https://doi.org/10.1007/s10649-021-10087-4

Lee, S., Kim, S. H., Hung, Y. H., Lam, H., Kang, Y. A., & Yi, J. S. (2016) How do people make sense of unfamiliar visualizations? A grounded model of novice's information visualization sensemaking. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 22. No. 1. pp. 499–508.

Loukissas, Y. A. (2019) All data are local: Thinking critically in a data-driven society. MIT Press

Mammarella, I. C., Hill, F., Devine, A., Caviola, S., & Szűcs, D. (2015) Math anxiety and developmental dyscalculia: A study on working memory processes. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, Vol. 37. No. 8. pp. 878–887.

Márkus A. (2007) Számok, számolás, számolászavarok. Budapest: Pro Die Kiadó

Nagy J. (1973) Alapmûveleti számolási készségek. Standardizált készségmérõ tesztek 1. Acta Universitatis Szegediensis de Attila József Nominatae, Sectio Paedagogica, Series Specifica, Szeged.

Nagy J. (2000) XXI. század és nevelés. Budapest, Osiris Kiadó

PISA (2006) 2006 Összefoglaló jelentés. 2007 Budapest, Oktatási Hivatal. https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresek/pisa/pisa2006_jelentes.pdf

Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972) The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data. Journal of Counseling Psychology, Vol. 19. No. 6. pp. 551–554.

Roberts, B. W., Kuncel, N. R., Shiner, R., Caspi, A., & Goldberg, L. R. (2007) The Power of Personality: The Comparative Validity of Personality Traits, Socioeconomic Status, and Cognitive Ability for Predicting Important Life Outcomes. Perspectives on Psychological Science, Vol. 2. No. 4. pp. 313–345. https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2007.00047.x

Schiefele, U., & Csikszentmihalyi, M. (1995) Motivation and ability as factors in mathematics experience and achievement. Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 26. No. 2. pp. 163–181.

Schiefele, U., Krapp, A., & Winteler, A. (1992) Interest as a predictor of academic achievement: A meta-analysis of research. In: K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (eds). The role of interest in learning and development. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 183–211.

Shah, P., & Hoeffner, J. (2002) Review of graph comprehension research: Implications for instruction. Educational Psychology Review, Vol. 14. pp. 47–69.

Shaughnessy, J. M. (2007) Research on statistics learning and reasoning. Second handbook of research on mathematics teaching and learning, 957–1009.

Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002) Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. The Journal of Educational Research, Vol. 95. No. 6. pp. 323–332.

Skovsmose, O. (1994) Towards philosophy of critical mathematics education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Spencer L. M., & Spencer S. M. (1993) Competence at work: models for superior performance. Wiley

Tversky, A., & Kahneman, D. (1991) A döntések megfogalmazása és a választás pszichológiája. In: Pápai Z., Nagy P. (szerk.). Döntéselméleti szöveggyűjtemény. Budapest, Aula Kiadó

Viljaranta, J., Lerkkanen, M. K., Poikkeus, A. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2009) Cross-lagged relations between task motivation and performance in arithmetic and literacy in kindergarten. Learning and Instruction, Vol. 19. No. 4. pp. 335–344.

Watson, J. M. (1997) Assessing statistical thinking using the media. In: I. Gal, & J. Garfield (eds). The assessment challenge in statistics education. IOS Press, pp. 107–121.

Watson, J. M., & Moritz, J. (1999) The beginning of statistical inference: Comparing two data sets. Educational Studies in Mathematics, Vol. 37. pp. 145–168.

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID_1)



Brought to you by Corvinus University of Budapest | Unauthenticated | Downloaded 09/08/25 02:45 PM UTC