

Pogátsnik Monika¹ – Tóth Péter² – Horváth Kinga³¹ Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Műszaki Pedagógia Tanszék,
Selye János Egyetem Tanárképző Kar³ Selye János Egyetem Tanárképző Kar

Műszaki egyetemisták analógiás gondolkodásának fejlettsége

A munkaerőpiacra belépő pályakezdő fiataloktól elvárják, hogy a betöltendő munkakörüktől függően fejlett transzverzális kompetenciákkal, soft skilllelkel rendelkezzenek. A műszaki felsőoktatásban tanuló mérnökhallgatók esetén kiemelt jelentőséggel bír az induktív, és azon belül is az analógiás gondolkodás fejlettsége. A kompetenciamérés során erre jelentős fókuszot kell helyezni, ami alapjául szolgálhat a szakmódszertanok fejlesztésének is.

Problémafelvétel

A technológiai változások, valamint a munkakörök és a foglalkozási struktúrák változásai minden eddiginél gyorsabb ütemben alakítják át a készségek iránti keresletet. A technológiával kapcsolatos tudás mellett a nem kognitív, azaz puha készségek egyre fontosabbá válnak az egyének számára a 21. századi munkaerő-piaci környezetben. A 21. század ipari forradalma, az Ipar 4.0 olyan munkaerő elérését tette szükségessé, akik a kor elvárásainak meg tudnak felelni. Az ipari környezet átalakulásával párhuzamosan szükség van az oktatás gyökeres megújítására is mind a közoktatás, a szakképzés és a felsőoktatás szintjén (Miranda és mtsai, 2021; Udvaros és mtsai, 2023). Ezt a megújult, a 21. századi munkaerő-piaci igényekre felkészítő oktatást hívják az Oktatás 4.0-nak.

A Világgaazdasági Fórum 2018-as jelentésében található az az összefoglaló, amely bemutatja, hogy 2018 és 2022 között milyen képességek iránt prognosztizáltak növekvő, illetve csökkenő kereslet (Alexander-Leopold és mtsai, 2018). A bemutatott nemzetközi kutatás szerint a növekvő kereslet főként a szellemi tevékenységeket érinti. Előkelő helyen szerepelnek az analitikus gondolkodás, a stratégiai gondolkodás, kreativitás és tervező képességek. A felsorolt, csökkenő keresletet mutató képességeket is érdemes megfigyelni. Az Ipar 4.0-ban teret nyerő automatizált és robotizált gyártósoroknak köszönhetően a dolgozók kezűgyességére már jellemzően kisebb mértékben van szükség. A kutatás szerint az írás, az olvasás és a matematikai képességek iránti szükséglet is csökken. Ezen készségek nélkül azonban véleményünk szerint a fontosabbnak ítélt összetettebb kognitív folyamatok, mint az analitikus gondolkodás vagy komplex problémamegoldás sem valósulhatnak meg. Számos készség azért kerülhetett a csökkenő szerepű készségek közé, mert ezek a mesterséges intelligencia révén automatizálhatók részben már napjainkban is, de a jövőben annál inkább ez a trend a várható.

2018	2022 növekvő kereslet	2022 csökkenő kereslet
<ul style="list-style-type: none"> • Analitikus gondolkodás és innováció • Komplex problémamegoldás • Kritikai gondolkodás és elemzés • Aktív tanulás és tanulási stratégiák • Kreativitás, eredetiség és kezdeményezőkézség • A részletekre való odafigyelés, megbízhatóság • Az érzelmi intelligencia • Érvelés, problémamegoldás és ötletelés • Vezetés és társadalmi befolyás • Koordináció és időgazdálkodás 	<ul style="list-style-type: none"> • Analitikus gondolkodás és innováció • Aktív tanulás és tanulási stratégiák • Kreativitás, eredetiség és kezdeményezőkézség • Technológiai tervezés és programozás • Kritikai gondolkodás és elemzés • Komplex problémamegoldás • Vezetés és társadalmi befolyás • Az érzelmi intelligencia • Érvelés, problémamegoldás és ötletelés • Rendszerelemzés és -értékelés 	<ul style="list-style-type: none"> • Kézügyesség, kitartás és precizitás • Memória, verbális, hallási és térbeli képességek • Pénzügyi, tárgyi erőforrások kezelése • Technológiai telepítés és karbantartás • Olvasás, írás, matematika és aktív hallgatás • A személyzet irányítása • Minőségellenőrzés és biztonsági tudatosság • Koordináció és időgazdálkodás • Vizuális, hallási és beszédkészség • Technológia használata, felügyelet és ellenőrzés

1. ábra. Készségek iránti kereslet prognózisa, 2018–2022
(Forrás: Alexander-Leopold és mtsai, 2018 alapján saját szerkesztés)

Szilágyi és munkatársai (2020) 2020-ban Magyarországon munkaadók körében folytattak kutatást, melynek eredménye szerint jó és közepes között értékelték az egyetemről kilépő hallgatók együttműködési készségét, fejlődési képességét, digitális kompetenciáit, elméleti szakmai felkészültségét, szakmai ambícióit, kreativitását, érzelmi intelligenciáját, kognitív rugalmasságát, kommunikációs készségét, önállóságát, összetett problémamegoldó képességét, kritikus gondolkodását. Ennél gyengébbnek ítélték a hallgatók gyakorlati szakmai felkészültségét, a döntés- és határozathozatali képességét, idegennyelv-használatát és a tárgyalási készségét. A leggyengébbre a hallgatók munkatapasztalatát minősítették az általános kompetenciák közül. Kis és munkatársai (2019) szintén a magyarországi munkaadók körében folytatták vizsgálataikat. Eredményeik szerint a top 5 elvárt puha készség a munkaadók körében a felelősségvállalás, a megbízhatóság, a motiválhatóság, a csapatmunkára való képesség és az eredményorientáltság.

Miranda és munkatársai (2021) az Oktatás 4.0 időszakában kulcsfontosságú transzverzális kompetenciákat azonosítottak a felsőoktatásban fejlesztendő alapkompenciákként. Ezek egyike a kritikus gondolkodás, amely különböző problémamegoldó technikák alkalmazásával ösztönzi a hallgatókat a valós problémákba való elmélyülésben. Kiemelt fontosságú terület ebben a tanulmányban is az együttműködés olyan tevékenységeken keresztül, amelyek elősegítik a csoporttagok egyéni részvételét a résztvevők közötti felelősségmegosztással; ezért minden résztvevő felelős egy összetett probléma vagy projekt egy részének megoldásáért. Ezzel egyidejűleg a hallgatóknak be kell mutatniuk, hogy képesek interakcióra és közös projekteken dolgozni. A kommunikáció olyan tevékenységeken keresztül jelenik meg a felsőoktatásban, amelyek arra ösztönzik a hallgatókat, hogy hatékonyan fejezzék ki gondolataikat szóban, grafikusán vagy írásban, vagy bármilyen digitális formában. A kreativitás és innováció olyan tevékenységeken keresztül van jelen, amelyek arra ösztönzik a hallgatókat, hogy kreatív és innovatív problémamegoldásokat valósítsanak meg tervezésre, fejlesztésre és kutatásra.

Az Oktatás 4.0 az oktatást olyan élethosszig tartó tapasztalatként határozza meg, amely a készségek fejlesztésének felelősségét a tanulóra helyezi, a tanárok és a mentorok pedig segítőként állnak mellettük. Az Oktatás 4.0 megvalósításához a meglévő oktatási rendszereket korszerűsíteni kell, ami befektetést igényel. A Világgazdasági Fórum Oktatás 4.0-ról szóló anyaga szerint a problémamegoldás, azon belül az analógiás gondolkodás alapvető jelentőségű kompetencia, amelynek fejlesztésében a megújuló oktatásnak is részt kell vennie.

Az analógiás gondolkodás

A kognitív struktúrában alapvetően két rendszer létezik: a szimbolikus rendszer és az asszociatív gondolkodási rendszer (Daugherty és Mentzer, 2008). A szimbolikus vagy szabályalapú gondolkodási rendszerben az absztrakt valós világbeli problémákról szimbolikus reprezentációk és szabályok segítségével gondolkodunk és oldjuk meg azokat (Zibrinová és Birknerová, 2015). Az asszociatív, hasonlóság alapú gondolkodási rendszer az, ahol a problémákról más ismert információkkal való asszociációkon vagy hasonlóságokon keresztül gondolkodunk. A gondolkodási folyamatokat fogalmak és kapcsolatok hálózatai, az úgynevezett sémák irányítják. Az asszociatív, hasonlóságon alapuló gondolkodási rendszer egyik funkciója az analógiás gondolkodás (Daugherty és Mentzer, 2008).

Az analógia a strukturális információk átvitelét jelenti egy forrásrendszerből egy célrendszerbe (Vosniadou, 1988) úgy, hogy egy tartományban lévő objektumok közötti szintaktikai kapcsolatokra összpontosít. A struktúratérképezés (Daugherty és Mentzer, 2008; Richland és mtsai, 2004; Ahmad és mtsai, 2011) a struktúra és az entitások közötti kapcsolatokat tárja fel. Az ismeretátvitel leképezési vagy megfeleltetési folyamatok révén valósul meg, amelyek a két rendszer közötti megfelelések megtalálásából állnak (Vosniadou, 1988; Gentner és Beranek, 1983). Más szóval, az analógia az egyik elem (az ismert vagy alaptartomány) bizonyos aspektusainak azonosítása, amelyek hasonlóak egy másik elem (az ismeretlen vagy céltartomány) bizonyos aspektusaihoz. Az alaptartomány és a céltartomány nem minden szempontból hasonló, de a struktúra-térképezés révén az alap- és a céltartomány kapcsolati struktúrája hasonlóan bizonyul (Ahmad és mtsai, 2011; Gentner és Beranek, 1983). A struktúra-térképezés lehetővé teszi az új sémák felépítését induktív, deduktív vagy analóg módon végrehajtott következtetések és előrejelzések alapján (Molnár és

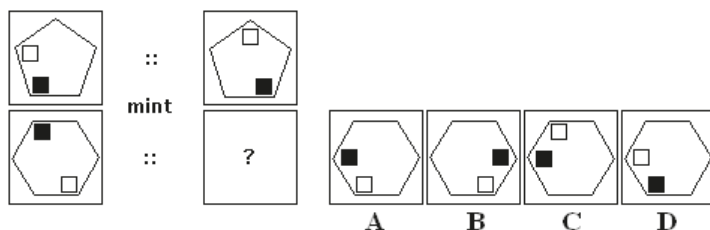
Az analógia a strukturális információk átvitelét jelenti egy forrásrendszerből egy célrendszerbe úgy, hogy egy tartományban lévő objektumok közötti szintaktikai kapcsolatokra összpontosít. A struktúratérképezés a struktúra és az entitások közötti kapcsolatokot tárja fel. Az ismeretátvitel leképezési vagy megfeleltetési folyamatok révén valósul meg, amelyek a két rendszer közötti megfelelések megtalálásából állnak. Más szóval, az analógia az egyik elem (az ismert vagy alaptartomány) bizonyos aspektusainak azonosítása, amelyek hasonlóak egy másik elem (az ismeretlen vagy céltartomány) bizonyos aspektusaihoz. Az alaptartomány és a céltartomány nem minden szempontból hasonló, de a struktúra-térképezés révén az alap- és a céltartomány kapcsolati struktúrája hasonlóan bizonyul.

mtsai, 2013; Bergadano és mtsai, 1992; Tóth és Pogátsnik, 2023). A következtetések átalakuláson mennek keresztül, ami a két elemet elég közel hozza egymáshoz ahhoz, hogy lehetővé tegye a leképezést és az átvitelt az alpból a célsémába, továbbá rávilágítanak az ok-okozati összefüggésekre, és lehetővé teszik a kauzális mentális modellek vagy sémák kialakítását.

A kutatás célja és módszerei

Jelen kutatás célkitűzése az volt, hogy feltérképezze a középiskolai tanulmányaikat befejező, a mérnökképzésben tanulmányaikat megkezdő első évfolyamos hallgatók analógiás gondolkodásának fejlettségét. A kutatás arra a kérdésre kereste a választ, hogy miként jellemezhető a műszaki felsőoktatásban tanuló első évfolyamos hallgatók analógiás gondolkodása és gondolkodási sebessége.

A kutatás során a Psychometric Success WikiJob Ltd. által kidolgozott, az induktív gondolkodást mérő tesztet alkalmaztuk. A teszt szerkesztői az egy- és többfaktoros intelligenciaelméletekre alapozva állították össze mérőeszközüket, és a fejlesztés során munkaerő-piaci szempontokat vettek figyelembe (Newton és Bristoll, 2019). A teszt összeállítói az induktív következtetésen alapuló gondolkodás vizsgálatához egy három faktorból álló komplex mérőeszközt fejlesztettek. Ez alkalmas az absztrakt, a diagrammatikus és az analógiás gondolkodás vizsgálatára. Jelen tanulmány az utóbbi képesség felmérése során kapott eredményeket ismerteti. A kutatás során alkalmazott mérőeszköz ötféle feladattípust (sorozat folytatása, sorozatba nem illő elem felismerése, kétféle diagrammatikus feladat, analógia felismerése), típusonként hat itemet tartalmazott. Ebben a tanulmányban az analógiás gondolkodást mérő hat itemre (2. ábra) kapott eredményeket mutatjuk be.



2. ábra. Az analógiás gondolkodást mérő teszt egyik itemje

A generatív analógia lényege, hogy a kapcsolat felismerése és ezáltal a probléma megoldása nem csak a formai sajátosságokra (alak, méret, szín, mintázat), hanem a struktúra megváltozására is irányul.

A kutatás során háttérkérdőív segítségével felmértük a hallgatók szocio-demográfiai adatait, korábbi tanulmányi eredményeit, illetve a Raven-teszt APM-I. változatával a következtetéses logikai képességet (Raven és Raven, 2008). A kutatás során a mérőeszközök online változatát alkalmaztuk. Jelen vizsgálat az induktív gondolkodás fejlettségét felmérő kutatáshoz kapcsolódik (Tóth és mtsai, 2021). Mindkét teszt megbízhatónak bizonyult, a Raven-teszt esetében Cronbach alfa = 0,829, az analógiás teszt esetén pedig 0,873.

A kutatás eredményei

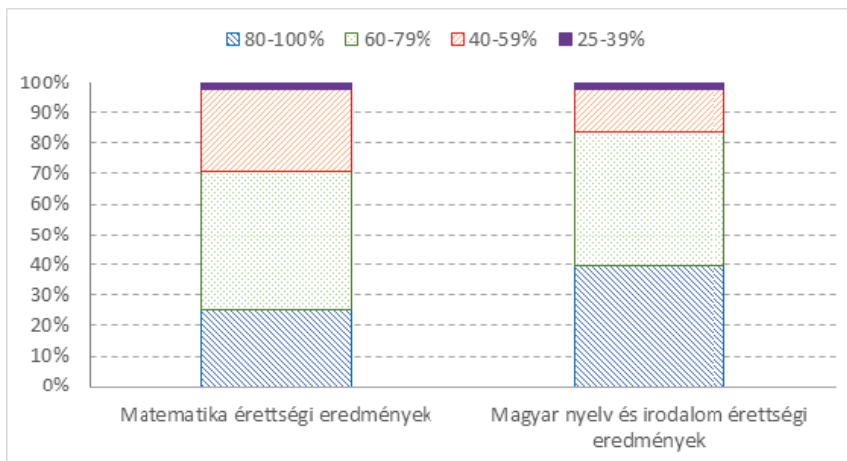
A kutatásban részt vevők

A kutatásban az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Karra és a Rejtő Sándor Könyvüipari és Környezetmérnöki Karára felvételt nyert 241 első évfolyamos mérnökhallgató vett részt. A kutatásban részt vevők 32,0%-a (77 fő) nő, 68,0%-a (164 fő) férfi; 34,9%-ának (84 fő) édesapja, míg 39,8%-ának (96 fő) édesanyja diplomás; 26,9%-ának (65 fő) mindkét szülője diplomás; 8,3%-a (20 fő) 18 éves, 40,7%-a (98 fő) 19 éves, 29,9%-a (72 fő) 20 éves, 12,0%-a (29 fő) 21 éves, 5,4%-a (13 fő) 22 éves, míg 3,7%-a (9 fő) 23 éves vagy annál idősebb.

A korábbi tanulmányi eredményeiket megvizsgálva azt kaptuk, hogy 50,6%-uk (122 fő) gimnáziumban, 48,5%-uk (117 fő) pedig szakképző intézményben érettségizett; a kötelező érettségi tárgyak közül magyar nyelv és irodalom tárgyból mindössze 0,8% (2 fő), matematikából 5,4% (13 fő), történelemből 2,5% (6 fő) tett emelt szintű érettségi vizsgát; a hallgatók 63,5%-a (153 fő) rendelkezik valamilyen szintű nyelvvizsgával: angolból 0,8% (2 fő) alapfokú, 47,3% (114 fő) középfokú és 11,6% (28 fő) felsőfokú; német nyelvből 0,4% (1 fő) alapfokú, 7,5% (18 fő) középfokú és 1,2% (3 fő) felsőfokú; egyéb nyelvből 0,4% (1 fő) alapfokú, 1,2% (3 fő) középfokú és 0,4% (1 fő) felsőfokú.

A magyar nyelv és irodalom, illetve a matematika érettségi eredményeit a 3. ábra mutatja: jól látható, hogy a hallgatók több mint negyedrésze közepes vagy annál is gyengébb eredményt ért el, ami a későbbiek folyamán a műszaki tárgyak tanulását nagyban megnehezíti.

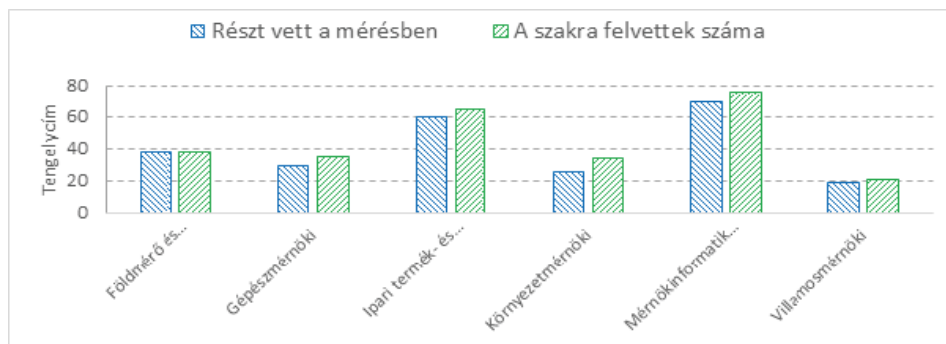
Ami a hallgatók egyetemi tanulmányait illeti, megállapítható, hogy valamennyien BSc képzésben vesznek részt, szak szerinti megoszlásukat a 4. ábra mutatja. A különféle szakokra felvettek túlnyomó többsége részt vett a képzésben, vagyis a reprezentativitás 74 és 100% közötti.



3. ábra. Érettségi tanulmányi eredmények

Az egyes szakokon tanulók érettségi eredményeit is összehasonlítottuk. A földmérő és földrendező mérnöki szakra felvett hallgatók 46,2%-a (18 fő) közepes (40–59%), 5,1%-a (2 fő) elégséges (25–39%), a mérnökinformatika szakra felvettek 33,3%-a (23 fő) közepes és 1,4%-a (1 fő) elégséges érettségi eredményt ért el matematikából, a többi szakon

tanulók ennél sokkal jobb eredménnyel érkeztek az egyetemre. A gépészmérnök hallgatók 41,4%-a (12 fő) jó (60–79%) és ugyanennyi jeles (80–100%), míg a környezetmérnök hallgatóknak a 60,0%-a (15 fő) jó és 20,0%-a (5 fő) jeles szintű érettségi eredményt ért el matematikából. A szakválasztás és a matematika érettségi eredmény szignifikáns összefüggést mutat ($\chi^2 = 29,409$; $p = 0,014$), a kapcsolat erőssége közepesnek mondható (Cramer's $V = 0,202$; $p = 0,014$), a matematika előrelépő képessége 12,8%, hogy melyik szakon tanul az egyetemen. A reziduumok elemzése rávilágított, hogy a jeles matematika eredmény szignifikánsan összefügg a gépészmérnöki (Adjusted Residual = 2,1), illetve az ipari termék- és formatervező szak (AD = 2,3), míg a közepes eredmény a földmérő és földrendező szak (AD = 2,9) választásával.



4. ábra. A hallgatók szak szerinti megoszlása

A két érettségi tárgy együttes előfordulását megvizsgálva megállapítható, hogy a matematikából elért eredmény megegyezik vagy pedig egyel gyengébb, mint a magyar nyelv és irodalomból elért eredmény. Legnagyobb arányban a jó matematika érettségi eredményt elérő hallgatók vannak, és többségük a magyar nyelv és irodalom érettségén is jól teljesített.

A matematika érettségi eredmények és az angol nyelvből tett érettségi vizsga, illetve a közép- és felsőfokú angol nyelvvizsga megléte között nincsen szignifikáns összefüggés, azonban az elmondható, hogy valamennyi érdemjegy kategóriában a közép- vagy emeltszintű érettségivel rendelkezők aránya 85%, míg a közép- vagy felsőfokú angol nyelvvizsgával rendelkezők aránya 55% feletti. Az elégséges matematika érettségivel rendelkező 6 hallgatóból 4 főnek van középfokú nyelvvizsgája, illetve 4 fő tett középfokú és 1 fő emelt szintű nyelvvizsgát.

A matematika érettségi eredménye összefügg az édesapák legmagasabb iskolai végzettségével ($\chi^2 = 25,036$; $p = 0,037$), a jobb teljesítményt nyújtó hallgatók körében szignifikánsan magasabb a diplomás édesapák aránya. Az édesanyákról is elmondható ez, de ott a kapcsolat nem szignifikáns.

Mivel igen magas volt azon hallgatók aránya, akik szakképző intézményben végeztek, ezért megvizsgáltuk, hogy körükben milyen érettségi eredmények adódtak. A hallgatók közel 40%-a tett közép- vagy emelt szintű érettségi vizsgát szakmai előkészítő tárgyból, ennek a csoportnak a matematika érettségi eredménye nagyobb arányban volt jó vagy közepes szintű, mint azoknak, akik nem tettek ilyen vizsgát.

A kutatásban részt vevő hallgatók körében elvégeztük a Raven-féle intelligenciamérést is. A progresszív mátrixok teszt kiválóan méri a következtetési logikai képességet, ami magában foglalja a jelentésbeli rendezőelvek felismerésének képességét, az új belátásokat, továbbá olyan összefüggések felismerésének képességét, amelyek első ránézésre nem biztos, hogy nyilvánvalóak. John Carroll kognitív képességek modelljében a Raven-teszt

az induktív gondolkodás mérésére alkalmas (Raven és Raven, 2008). Carpenter és munkatársai arra a következtetésre jutottak, hogy az ilyen itemek a problémák részproblémákra bontásának képességét, valamint azt mérik, hogy a problémamegoldás során keletkező célok és részcélok hierarchiáját képes-e kezelni az egyén (Tóth és mtsai, 2021).

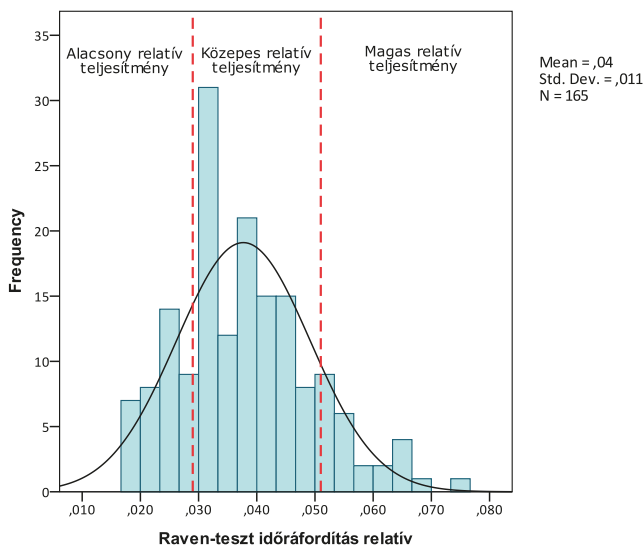
Mivel a következtetéses logikai képesség meghatározó szerepet játszik a mérnökképzésben (Carroll, 1993; Carpenter és mtsai, 1990), illetve kapcsolatban van az analitikus gondolkodással (Serna, 2015), ezért a Raven-teszt 12 itemes (APM-I.) változatát is alkalmaztuk a kutatás során.

A teszt gyors vizsgálatot tesz lehetővé, de kevésbé differenciál, ugyanakkor hozzájárul a hallgatók logikus gondolkodásának általános jellemzéséhez. A 12 itemes teszten a hallgatók 68,4%-a (165 fő) 11-12 pontot ért el, ami 126-132 IQ-nak felel meg, 45-en értek el 10 (IQ 120-124), 16-an 9 (IQ 116-118), 6-an 8 (IQ 108-114) és 9-en 5-7 pontot (IQ 91-106). Utóbbiak esetében felmerül a mérés iránti érdeklődés hiánya, ezért az időráfordítást is elemeztük. A 241 hallgató Raven-tesztre fordított átlagos ideje 324,37 sec volt (SD = 115,399 sec; 95% Confidence Interval for Mean: 309,72–339,01 sec). A legkevesebb pontot elért 9 hallgató átlagos időráfordítása 263 sec volt úgy, hogy egyikük 99 másodpercet (5 pont, IQ 91–95), míg másikuk 699 másodpercet (7 pont, IQ 102–106) fordított a 12 item megoldására. Esetükben felmerül, hogy motiválatlanok voltak a teszt megoldása során.

Rózsa (2006) kategorizálását felhasználva, figyelmünket az alacsony (alsó 10%) és a magas (felső 10%) intellektuális képességű hallgatók jellemzésére fordítottuk.

A magas intellektuális képességű hallgatók átlagos időráfordítása 334,88 sec (N = 165; SD = 107,348; 95% Confidence Interval for Mean: 318,38–351,39 sec; Min = 160 sec; Max = 645 sec).

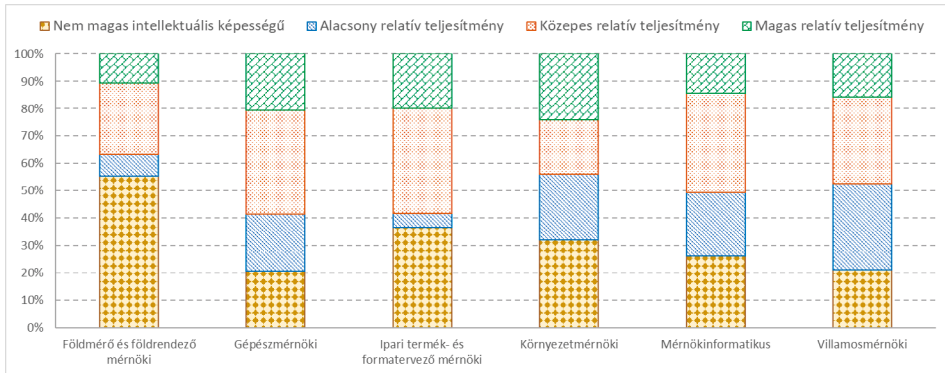
Az eredményesség érzékeltetésére szolgál a relatív teljesítmény fogalma, ami a Raven-teszten elért pontszám és az időráfordítás hányadosaként határozható meg (5. ábra).



5. ábra. A magas intellektuális képességű hallgatók relatív teljesítményének eloszlása

A magas relatív teljesítmény jelen esetben azt jelenti, hogy a hallgató magas pontszámot ért el kisebb időráfordítás mellett. Ezek a hallgatók gyorsan felismerték a mátrix elemei

közötti logikai összefüggéseket, és alkalmazták a hiányzó elem kiválasztására, míg az alacsony relatív teljesítményt produkáló hallgatóknál ez lassabban ment. A Raven-teszten elért relatív teljesítmény alkalmasnak tűnik a Carroll-féle modellben szereplő gondolkodási sebesség megállapítására is.



6. ábra. A Raven-teszten elért relatív teljesítménykategóriák szakonkénti aránya

A 6. ábra szakonként egyrészt megadja azon hallgatók arányát, akik nem értek el magas intellektuális teljesítményt a Raven-teszten. E tekintetben a földmérő és földrendező mérnöki és az ipari termék- és formatervező mérnöki szakon tanulók aránya a legmagasabb. Másrészt megadtuk a három relatív teljesítménykategória arányát. A magas intelligenciájú hallgatók körében a környezetmérnökök több mint 20%-ának magas a relatív teljesítménye, vagyis a gondolkodási sebessége. A villamosmérnök hallgatók körében a legmagasabb az alacsony relatív teljesítmény, és legalacsonyabb a nem magas intellektuális képességű hallgatók aránya.

A hallgatók analógiás gondolkodásának fejlettsége

Az 1. táblázat mutatja mind az öt feladattípus leíró statisztikai mutatóit. Az analógiás gondolkodást mérő (Feladat3) feladatnál adódtak a legjobb átlageredmények, míg az ismert műveletekkel operáló diagrammatikus feladatoknál (Feladat4) a leggyengébbek. A feladatok megoldására fordított időt és az átlageredményt figyelembe véve megállapítható, hogy az analógiás feladat megoldása nem tűnt nehéznek a hallgatók számára. Amennyiben szakonként összevetjük az egyes feladatok átlageredményeit, akkor azt tapasztaljuk, hogy szinte valamennyi esetben a mérnök informatikus és a villamosmérnök hallgatók érték el a legjobb eredményeket, annak ellenére, hogy a Raven-teszten elért relatív teljesítményük nem kiemelkedő. Az átlageredményeket figyelembe véve a „kakukktojás” feladatot leszámítva a többi feladat esetében szakonként szignifikáns eltérések adódtak. A Raven-tesztre is nagyon hasonló eredmények adódtak, de a szakok közötti szignifikáns eltérés a kevés itemszám miatt nem realizálódott. A villamosmérnök hallgatók ott is a legjobb átlageredményt ($M = 11,26$; $SD = 0,806$) produkálták. Ugyanakkor viszont a magyar nyelv és irodalom, illetve a matematika érettségi eredmények nem igazán tükrözi ezt vissza. Matematikából a villamosmérnök hallgatók 78,9%-a, míg a mérnök informatikusnak csak a 65,2%-a ért el jó és jeles érdemjegyet, a másik négy szaktól három ennél nagyobb hányaddal rendelkezik. Az anyanyelvből sem sokkal jobb a helyzet.

A kapcsolatot tovább vizsgálva, elvégeztük az érettségi eredmények, a Raven-teszt és az induktív gondolkodás teszt komponenseinek Spearman szerinti korrelációs elemzését

(2. táblázat, főátlótól felfelé). A matematika érettségi eredmény valamennyi képességkomponenssel fordított arányosságot mutat, alacsony mértékű korrelációs tényező mellett. Ugyanakkor a Raven-teszt az induktív gondolkodás valamennyi képességkomponensével közepes szintű korrelatív kapcsolatot jelez, az analógiás gondolkodással a második legerősebbet.

1. táblázat. A minta leíró statisztikai mutatói feladatonként

Leíró statisztikai mutatók		Feladat1	Feladat2	Feladat3	Feladat4	Feladat5	
Teljes minta	N	241	241	241	232	217	
	M	3,65	4,15	4,77	4,13	2,58	
	SD	1,267	1,374	1,325	1,891	1,662	
	95%-os konf. int.	Alsó	3,49	3,98	4,61	3,88	2,35
		Felső	3,81	4,33	4,94	4,37	2,80
	Kvartilisek	25%	3	3	4	2	1
		50%	4	4	5	5	2
		75%	5	5	6	6	4
	Idő- ráfordítás	M	381,95	260,28	206,01	203,91	357,20
		SD	237,723	126,353	77,545	76,800	135,120
Szakok	Földmérő – földr.	M	3,18	3,77	4,31	3,45	2,06
		SD	1,355	1,459	1,704	2,089	1,608
	Gépész- mérnök	M	3,83	4,48	5,03	4,67	2,85
		SD	1,256	1,430	1,149	1,981	1,562
	Forma- tervező	M	3,62	4,40	4,73	4,53	2,32
		SD	1,236	1,238	1,201	1,736	1,696
	Környezet- mérnök	M	3,12	4,16	4,08	3,46	2,39
		SD	1,269	1,405	1,470	1,841	1,500
	Mérnök- inform.	M	3,94	3,99	5,09	4,13	2,92
		SD	1,187	1,300	1,067	1,774	1,735
	Villamos- mérnök	M	4,05	4,26	5,28	4,35	3,29
		SD	1,079	1,628	1,179	1,869	1,383
	Kruskal- Wallis	χ^2	16,922	9,412	16,543	12,682	11,450
		p	0,005	0,094	0,005	0,027	0,043

Megjegyzés: Feladat1 – Sorozat folytatása; Feladat2 – Sorozatba nem illő elem felismerése („kakukktójas” feladat); Feladat3 – analógia felismerése; Feladat4 – diagrammatikus feladat (ismeretlen műveletek); Feladat5 – diagrammatikus feladat (ismert műveletek)

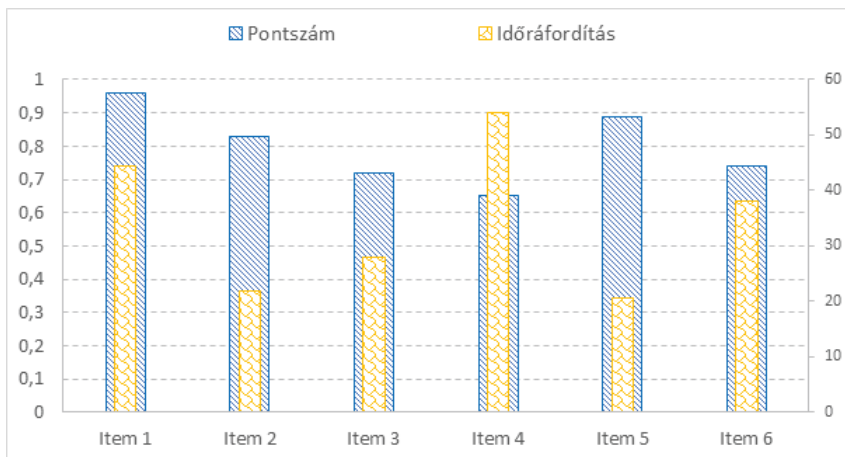
A Raven-tesztre kapott eredmények és az induktív gondolkodás teszt komponensei közötti kapcsolatból kiszűrtük a matematika torzító hatását, és mivel a korrelációs tényezők kismértékben csökkentek (10-20%), ezért elmondható, hogy a matematika tantárgyi tudás azért valamennyire mégiscsak tükrözi e képességek fejlettségét (2. táblázat főátló alatt). Az anyanyelv vonatkozásában ilyen torzító hatás nem figyelhető meg.

2. táblázat. Az érettségi, a Raven-teszt- és az induktívteszt-eredmények korrelációs kapcsolatrendszere

	1	2	3	4	5	6	7
1. Matematika érettségi		-,247**	-,251**	-,178**	-,207**	-,281**	-,216**
2. Raven-teszt			,357**	,291**	,382**	,436**	,308**
3. Sorozat folytatás		,309**		,286**	,379**	,288**	,249**
4. „Kakukktojás” felismerés		,249**	,233**		,279**	,352**	,182**
5. Analógia felismerés		,384**	,379**	,268**		,388**	,350**
6. Diagrammatikus – ismeretlen műveletek		,426**	,272**	,351**	,375**		,433**
7. Diagrammatikus – ismert műveletek		,266**	,192**	,134**	,300**	,393**	

** A korreláció elfogadható legalább 1%-os szignifikanciaszint mellett.

Az analógiafelismerést mérő feladat itemenkénti elemzése alapján (7. ábra) megállapítható, hogy eltérő nehézségű feladatokat sikerült összeállítani, legjobb átlageredmény az első, míg legyengébb a negyedik itemre adódott. Az átlagos időráfordítás a 4. itemnél a legnagyobb és az 5. itemnél a legalacsonyabb, vagyis a nehéz feladat gondolkodásra készítette a hallgatókat. A relatív analógiateljesítményt (pontszám/időráfordítás) is meghatároztuk, miszerint legnehezebbnek a 4. (0,012 pont/sec) és legkönnyebbnek az 5. item (0,049 pont/sec) adódott, vagyis az 1. item jó eredménye mögötti jelentősebb időráfordítás oka e feladattípus újszerű volta lehetett.



7. ábra. Analógiás itemek átlageredménye és időráfordítása

A hat item átlageredményeit szakonként összevetve a 4. és a 6. itemnél adódott szignifikáns eltérés (3. táblázat). A 4. itemnél a mérnökinformatikus, illetve a villasmérnök hallgatók, míg a 6. itemnél a gépészmérnök és villasmérnök hallgatók átlageredményei voltak a legjobbak. A villasmérnök hallgatók eredményeit alátámasztja, hogy a Raven-teszten is jó eredményeket értek el, illetve a matematika érettségi eredményeik is egész jók voltak (78,9% jó és jeles osztályzat), igaz, a Raven-teszten elért relatív

teljesítményük nem volt magas. A földmérő és földrendező szakos hallgatók a leggyengébb matematika érettségi eredményt hozták (51,3% elégséges és közepes osztályzat), a Raven-teszten is alacsony teljesítményt nyújtottak, mindez magyarázhatja, hogy az induktív gondolkodás teszt valamennyi feladatánál, így az analógiásnál is a leggyengébb eredményt érték el.

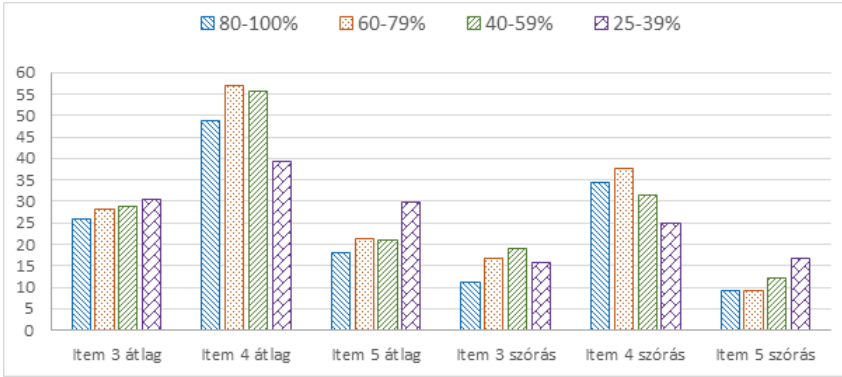
Az időráfordításokat elemezve egyedül a legnehezebbnél, vagyis a 4. itemnél adódott szignifikáns eltérés a szakok szerint. Ennél az itemnél a jobb eredményhez szükség volt a minél nagyobb időráfordításra. A többi itemnél a magasabb átlagpontoszámhoz kisebb időráfordítások tartoztak.

3. táblázat. Analógiás itemek átlageredménye és időráfordítása szakonként

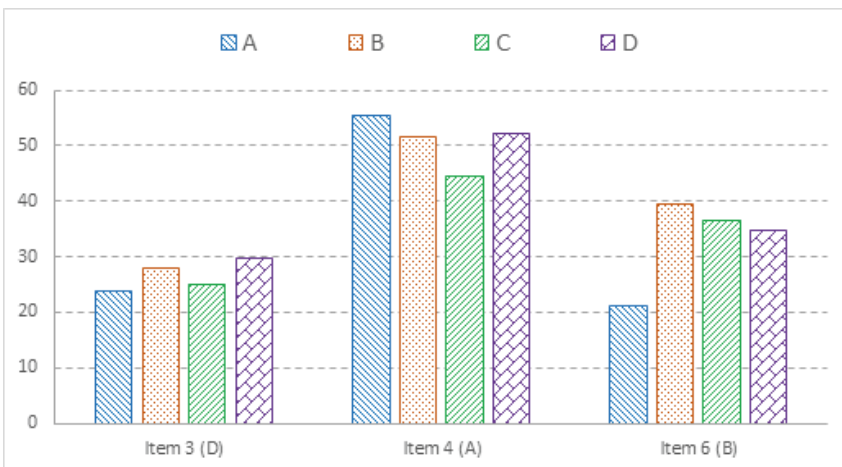
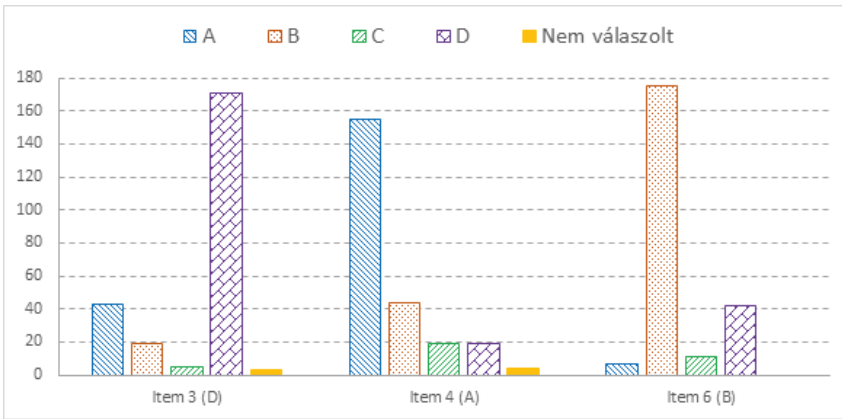
Leíró statisztikai mutatók			Item3	Item4	Item6	Item3	Item4	Item6
			pontoszám			időráfordítás		
Szakok	Földmérő és földrendező mérnök	M	0,61	0,55	0,68	27,24	49,11	22,29
		SD	0,495	0,504	0,471	15,645	31,003	13,837
	Gépészmérnök	M	0,83	0,59	0,86	30,39	59,11	20,46
		SD	0,384	0,501	0,351	10,454	22,202	9,359
	Ipari termék- és formatervező mérnök	M	0,64	0,66	0,75	25,81	49,43	18,29
		SD	0,483	0,477	0,439	13,978	30,688	7,901
	Környezetmérnök	M	0,68	0,44	0,52	24,50	45,92	22,13
		SD	0,476	0,507	0,510	12,687	35,787	11,498
	Mérnökinformatikus	M	0,77	0,81	0,74	30,86	62,86	21,88
		SD	0,425	0,396	0,444	21,657	44,093	10,671
	Villamosmérnök	M	0,89	0,67	0,94	26,78	59,22	18,50
		SD	0,323	0,485	0,236	9,046	29,824	6,233
	Kruskal-Wallis-próba	χ^2	9,299	14,542	12,968	7,079	11,987	3,854
		p	0,098	0,013	0,024	0,215	0,042	0,571

A hallgatók neme szerint az analógiás itemek pontoszámai között nem adódott szignifikáns eltérés, ugyanakkor az időráfordítások tekintetében az 1. ($M_{\text{férfi}} = 46,94$; $SD_{\text{férfi}} = 21,191$; $M_{\text{nő}} = 37,29$; $SD_{\text{nő}} = 13,393$; $\chi^2 = 14,053$; $p = 0,000$) és a 4. item ($M_{\text{férfi}} = 57,59$; $SD_{\text{férfi}} = 37,266$; $M_{\text{nő}} = 47,77$; $SD_{\text{nő}} = 29,003$; $\chi^2 = 4,764$; $p = 0,042$) esetében igen. A többi item esetében is a nők kevesebb időt fordítottak a megoldásra, mint a férfiak, vagyis magasabb a relatív teljesítményük.

A 4. itemnél a matematika érettségi eredmények szerint szignifikáns eltérés adódott ($\chi^2 = 8,350$; $p = 0,039$): 80–100% esetén $M = 0,76$; $SD = 0,429$; 60–79% esetén $M = 0,65$; $SD = 0,480$; 40–59% esetén $M = 0,60$; $p = 0,493$; 25–39% esetén $M = 0,20$; $SD = 0,447$. A többi itemnél is az állapítható meg, hogy minél jobb matematika érettségi eredménnyel jött a hallgató az egyetemre, annál nagyobb valószínűséggel oldotta meg jól a feladatot. Az időráfordítás kapcsán a 4. ($\chi^2 = 6,063$; $p = 0,043$) és az 5. itemnél ($\chi^2 = 7,536$; $p = 0,024$) adódott szignifikáns eltérés (8. ábra); az mindenesetre valamennyi itemnél jól látható, hogy minél rosszabb matematika érettségi eredménye van a hallgatónak, annál több időt gondolkodott az analógiás feladaton.



8. ábra. Analógiás itemek átlageredménye és időráfordítása matematika érettségi eredményenként



9. ábra. A két legnehezebb analógiás item megoldásai és időráfordításai

A három legnehezebbnek bizonyult itemet alaposabban elemeztük (9. ábra). A jó választ adók fordították átlagban a legtöbb időt az adott item megoldására. Mindhárom esetben volt egy nagyobb számban megjelölt hibás válasz, a 3. itemnél az „A”, a 4. itemnél a „B” és a 6. itemnél a „D”. Ezek átlagos időráfordítása kismértékben elmaradt a jó választétől.

A 4. itemnél (2. ábra) két forgatási műveletet kellett végrehajtani. A fehér négyzetet az óramutató járásával megegyező, míg a fekete négyzetet azzal ellentétes irányban kellett elfordítani. Többen a „B” választ jelölték meg. Itt problémát okozhatott, hogy az ismeretlen analógiás kapcsolatban a háttérben lévő síkidom nem ötszög, hanem hatszög. A 3. itemnél a hibás „A” megoldásnál nem vehették észre, hogy az egyik elem el is fordul, míg a többi tükröződik és szint vált. A 6. itemnél a „D” hibás megoldás nagyon hasonlít a helyes „B” megoldásra, csak éppen a mintázat ellentétes irányú.

A férfiak 17,5%-a (28 fő), míg a nők 20,8%-a (16 fő) a 4. itemnél a hibás „B” választ jelölte meg. Szakok vonatkozásában a hibás „B” választ megjelölők közül kiemelhetők a földmérő és földrendező (31,6%), a gépészmérnökök (24,1%) és a környezetmérnökök (24,0%), ugyanakkor a mérnökinformatikusoknak csak 11,8%-a, illetve a villamosmérnököknek csak a 17,7%-a jelölte meg ezt a választ.

Az e hibás választ megjelölők átlagos életkora 19,86 év (SD = 0,930 év), többségük szülei nem diplomások, a matematika eredményeik közepesek, illetve jók, a Raven-teszten átlagban 10,16 pontot (SD = 1,430 pont) értek el, az analógia felismerés tesztjük 3,66 pont (SD = 1,119 pont) lett, a hat feladat megoldására átlagban 213,7 másodpercet (SD = 72,720 sec) fordítottak, a teljes induktív teszten átlagban 15,9 pontot (SD = 3,753 pont) értek el. Vagyis megállapítható, hogy teljesítményük összességében átlag alatti volt.

Klaszteranalízis révén az analógia teszten elért pontszámokat kategorizáltuk. A Ward-eljárást alkalmazva 3 klasztert sikerült azonosítani (4. táblázat) az analógiafelismerés fejlettsége vonatkozásában: fejlett (C1), közepesen fejlett (C2), fejletlen (C3).

Az egyes klaszterekben a feladatmegoldásra fordított átlagos időket is megadtuk. Megállapítható, hogy a gyengébb eredmények mögött kevesebb időráfordítás húzódik meg, nagyobb szórások mellett. A három klaszterbeli átlagos időráfordítás szignifikánsan eltér egymástól ($\chi^2 = 8,347$; $p = 0,015$). A klaszterelemzés megbízhatóságát a K-means eljárással ellenőriztük, de nem adódott érdemi eltérés a korábban kapott klasztercentroidokhoz képest.

4. táblázat. Klasztercentroidok és szórások

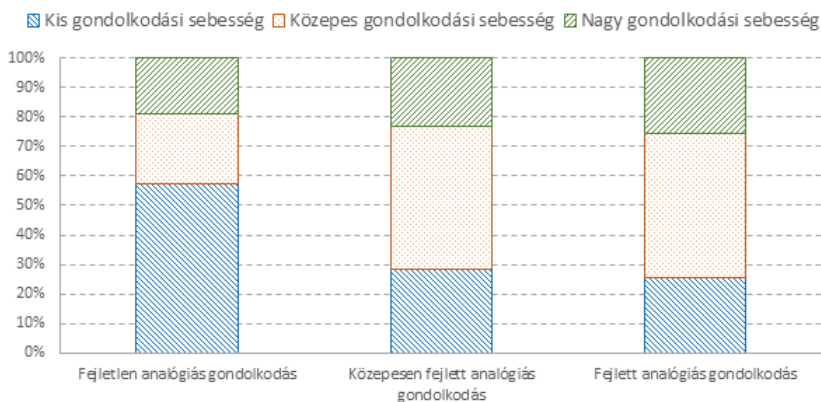
C		A teszten elért pontszám	A feladatmegoldásra fordított idő (sec)
1.	N	158	158
	M	5,59	213,69
	SD	0,494	66,798
2.	N	60	60
	M	3,67	202,43
	SD	0,475	91,802
3.	N	21	21
	M	1,81	154,19
	SD	0,402	91,967
Total	N	239	239
	M	4,77	205,64
	SD	1,325	77,605

Az egyes klaszterek összetételét háttérváltozók alapján jellemeztük (5. táblázat). A gyengébb analógiás eredmény együtt jár más területen tanúsított gyengébb eredményekkel is (matematika és magyar érettségi, Raven-teszt, induktív teszt), szignifikánsan a földmérő és földrendező mérnök, illetve a környezetmérnök hallgatók vannak létszámukat tekintve nagyobb arányban e klaszterben. E csoportba tartozó hallgatók többségének szülei nem diplomások, ők szakközépiskolában tettek érettségi vizsgát, és nagyobb arányban vannak közöttük kollégisták. A jobb analógiás eredmények mögött jobb érettségi, Raven-teszt és induktívteszt-eredmények vannak, a szülők többnyire diplomások, a mérnökinformatika, villamosmérnök és gépészmérnök hallgatók jelentős része e klaszterbe tartozik.

Végezetül összevetettük a Raven-teszten mért gondolkodási sebességet összevetettük az analógiás teszten elért eredménnyel (10. ábra). Megállapítható, hogy a fejletlen analógiás gondolkodáshoz kis gondolkodási sebesség, míg a fejletthez többnyire közepes vagy nagy gondolkodási sebesség tartozik.

5. táblázat. A klaszterek értelmezése

Klaszter	C1	C2	C3	Összefüggés
Elért pontszám	5–6 pont	3–4 pont	1–3 pont	$\chi^2 = 478,000$; p = 0,000
Időráfordítás	150–260 sec	110–290 sec	60–240 sec	$\chi^2 = 8,347$; p = 0,015
Lakhely az oktatási idő alatt	szülőkkel, kollégiumban	szülőkkel	kollégium	$\chi^2 = 21,028$; p = 0,021
Szak	mérnökinformatika, villamosmérnök, gépészmérnök	ipari termék- és formatervező mérnök	földmérő és földrendező mérnök, környezetmérnök	$\chi^2 = 33,556$; p = 0,000
Matematika érettségi eredmény	80–100%; 60–79%	60–79%; 40–59%	40–59%; 25–39%	$\chi^2 = 27,342$; p = 0,000
Raven-teszt eredménye	11–12 pont	10–11 pont	10 pontnál kevesebb	$\chi^2 = 56,806$; p = 0,000
Induktív teszt összpontszám	19–24 pont	12–18 pont	9–14	$\chi^2 = 87,508$; p = 0,000



10. ábra. A gondolkodási sebesség és az analógiafelismerés teszten elért teljesítmény kapcsolata

Diszkusszió

A magyar műszaki felsőoktatásban eddig nem volt jellemző azon kompetenciák vizsgálata, amelyek nem közvetlenül sajátíthatók el a különféle tantárgyakban, vagyis nem köthetők egy adott tudományághoz, azonban mégis meghatározó szerepet játszanak a munka világában. Ez a két fogalom a soft skills és a transzverzális kompetenciák. Igaz, hogy értelmezésük és alkotókomponenseik nem egyértelműen tisztázottak, ahogy a két fogalom egymáshoz való viszonya sem (Eger és Grossmann, 2004; Veroszta és Nyüsti, 2015; Cornalli, 2018), de több megközelítésben és kontextusban is visszaköszön a problémamegoldó képesség (Tsankov, 2018; Whittemore, 2018). E képesség komponensei, mint például az induktív gondolkodás, széles körben kutatott (Vo és Csapó, 2020; De Koning és mtsai, 2002), de nem a felsőoktatásban.

Az induktív gondolkodás fejlettségének legdinamikusabb változása az általános iskola felső tagozatának időszakára esik, a középfokú tanulmányok időszakában a fejlődés lelassul, míg a 12. évfolyamra stabilizálódik. Az induktív gondolkodással szorosan összefüggő komplex problémamegoldó, illetve szakterület-specifikus problémamegoldó képesség viszont az általános iskola végére stabilizálódik, fejlődést nem mutat. Ezek kapcsolata még tisztázandó kérdés, vélhetőleg a kognitív folyamatok strukturális átrendeződése zajlik a középfokú oktatás időszakában (Molnár és mtsai, 2013). E komponensek közül mi az analógiás gondolkodást állítottuk kutatásunk középpontjába.

Az analógiás gondolkodás jól kimutatható szakterülets-pecifikus tulajdonságokkal rendelkezik, melyek fogalomrendszerének ismerete és fejlettsége korláta lehet azok előmenetelének. Az analógiás teszteken elért eredményeket nagyban befolyásolja a tartalom, a kontextus és az alkalmazott gondolkodási művelet (Nagy, 2006). Kutatásunkban ezeket a szakterület-specifikus tulajdonságokat igyekeztünk kiküszöbölni azáltal, hogy a teszt figurális problémákat tartalmazott. A tanulmányok előrehaladtával a 11. évfolyamig az analógiás gondolkodás fejlettsége emelkedő tendenciát mutat, és a nem szerint nem volt megfigyelhető szignifikáns eltérés az átlagban (Vo és Csapó, 2020). Kutatásunkban arról kívántunk meggyőződni, hogy a műszaki felsőoktatásban tanulóknál ez a képesség miként alakul a tanulmányuk kezdetén.

Összegzés

Az analógia, különösen a generatív analógia fontos szerepet játszik a műszaki szerkezetek és a technológiai folyamatok modellezésében, illetve tervezésében. Éppen ezért fontos, hogy ismerjük a műszaki felsőoktatásban tanulóiraikat megkezdő fiatalok e képességének fejlettségét, illetve fejlesztésének módszereit. Az induktív, és benne az analógiás gondolkodás lényeges eleme a munkaerőpiacon fontos szerepet játszó soft skillnek is, vagyis fejlesztésük a valós mérnöki munkára készít fel.

A kutatás során a Psychometric Success WikiJob Ltd. által kidolgozott mérőeszközt alkalmaztuk, melynek hat itemje megbízhatónak bizonyult az analógiás gondolkodás fejlettségének mérésére. A hallgatók következtetéses logikai képességének vizsgálatára a Raven-féle APM-I. tesztet alkalmaztuk. Az online mérés lehetővé tette az itemek megoldási idejének mérését és ezáltal a gondolkodás sebességének vizsgálatát (relatív teljesítmény).

Az Óbudai Egyetem két karán folyó kutatásban 241 mérnökhallgató vett részt, akiknek szocio-demográfiai adatait, korábbi tanulmányi eredményeit, továbbá a Raven-teszten elért teljesítményét ismertettük. Ez utóbbi, 12 ítemes teszt eredményei alapján három relatív teljesítménykategóriát alakítottunk ki: alacsony, közepes, magas. Az eredmények szakonként igen változatos képet mutat.

Az induktív gondolkodás teszt összehasonlító elemzését szakonként elvégezve megállapítható, hogy szinte valamennyi képességkomponens esetén a legjobb eredményt a mérnökinformatikus és a villamosmérnök hallgatók érték el, ámbar a gondolkodási sebességet tekintve a gépészmérnök és a környezetmérnök hallgatók körében nagyobb a magas relatív teljesítményűek aránya. Az analógiafelismerés közepesen erős korrelatív kapcsolatban van a Raven- és a diagrammatikus teszten elért eredményekkel. A teszt 4. itemét bizonyult a legnehezebbnek megoldani, ami szakonként szignifikáns eltéréseket mutatott. A mérnökinformatikus és a villamosmérnök hallgatók az analógiás gondolkodás és a gondolkodási sebesség tekintetében a legjobb eredményt érték el, míg a földmérő és földrendező mérnök és a környezetmérnök hallgatók a leggyengébbet. Ennek oka az lehet, hogy e két szak hallgatói között elég magas az alacsony következtetések logikai képességűek és a közepes matematikai érettségi eredménnyel felvettek aránya. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy a gyengébb matematikai eredmény nagyobb időráfordítási igényt jelez az analógia teszten.

A nehezebb itemek mélyrehatóbb elemzését elvégezve megállapítható, hogy mind-egyiknél előfordul nagyobb számban megjelölt hibás válasz, amelyeknél a logikai kapcsolatot csak részben jól ismerték fel. E hibás választ megjelölők valamennyi teljesítménye átlag alatti volt, magas volt körükben a földmérő és földrendező mérnök és a környezetmérnök hallgatók aránya.

Klaszterelemzés révén három analógiás teljesítménycatagóriát sikerült elkülöníteni: fejlett, közepesen fejlett és fejletlen. Az egyes csoportokat a szocio-demográfiai háttér-változókkal, szak-hovatartozással jól sikerült jellemezni, egyúttal sikerült együtt járást találni a más területeken elért eredményekkel (matematika és magyar érettségi, Raven-teszt, induktív teszt).

A gondolkodási sebesség és az analógiás teszten elért eredmény között szoros összefüggést találtunk.

Irodalom

- Ahmad, G., Ohsawa, Y. & Nishihara, Y. (2011). Cognitive impact of eye movements in picture viewing. *Eye*, 4(16), 17.
- Alexander-Leopold, T., Stefanova-Ratcheva, V. & Zahidi, S. (2018). *The future of jobs report 2018*. World Economic Forum.
- Bergadano, F., Matwin, S., Michalski, R. S. & Zhang, J. (1992). Learning two-tiered descriptions of flexible concepts: The POSEIDON system. *Machine Learning*, 8, 5-43. DOI: [10.1007/bf00994004](https://doi.org/10.1007/bf00994004)
- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: a theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological review*, 97(3), 404. DOI: [10.1037/0033-295x.97.3.404](https://doi.org/10.1037/0033-295x.97.3.404)
- Carroll, J. B. (1993). Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies (No. 1). Cambridge University Press. DOI: [10.1017/cbo9780511571312](https://doi.org/10.1017/cbo9780511571312)
- Cornalli, F. (2018). *Training and developing soft skills in higher education*. Paper presented at 4th International Conference on Higher Education Advances, HEAd'18, Universitat Politècnica de Valencia, Valencia, Spain, June 20–22, 2018. DOI: [10.4995/head18.2018.8127](https://doi.org/10.4995/head18.2018.8127)
- Daugherty, J. & Mentzer, N. (2008). Analogical reasoning in the engineering design process and technology education applications. *Journal of Technology Education*, 19(2), 7.
- De Koning, E., Hamers, J. H. M., Sijtsma, K. & Vermeer, A. (2002). Teaching Inductive Reasoning in Primary Education. *Developmental Review*, 22(2), 211–241. DOI: [10.1006/drev.2002.0548](https://doi.org/10.1006/drev.2002.0548)
- Eger, H. & Grossmann, V. (2004). *Noncognitive abilities and within-group wage inequality*. Institute for the Study of Labour.
- Gentner, D. (1983). Structure Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155–170. DOI: [10.1207/s15516709cog0702_3](https://doi.org/10.1207/s15516709cog0702_3)
- Kis, K., Hampel, G. & Benkő-Kiss, Á. (2019). Végzett hallgatók elvárt munkaerőpiaci kompetenciáinak vizsgálata. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 14(1), 223–232. DOI: [10.14232/jtfg.2019.1.223-232](https://doi.org/10.14232/jtfg.2019.1.223-232)

- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A. & Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278. DOI: [10.1016/j.compeleceng.2021.107278](https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278)
- Molnár, G., Greiff, S. & Csapó, B. (2013). Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: Relations and development. *Thinking skills and Creativity*, 9, 35–45. DOI: [10.1016/j.tsc.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.03.002)
- Nagy, Lné. (2006). *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Kiadó.
- Newton, P. & Bristoll, H. (2019). *Numerical reasoning, verbal reasoning, abstract reasoning, personality tests*. Psychometric Success.
- Raven, J. & Raven, J. (2008, szerk.). *Uses and abuses of intelligence: Studies advancing Spearman and Raven's quest for non-arbitrary metrics*. Royal Fireworks Press.
- Richland, L. E., Holyoak, K. J. & Stigler, J. W. (2004). Analogy use in eighth-grade mathematics classrooms. *Cognition and instruction*, 22(1), 37–60. DOI: [10.1207/s1532690xci2201_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2201_2)
- Rózsa, S. (2006). *Raven-féle progresszív mátrixok*. Handbook. OS Hungary.
- Serna, E. & Serna, A. (2015). Knowledge in engineering: A View from the logical reasoning. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 7(4), 325. DOI: [10.7763/ijcte.2015.v7.980](https://doi.org/10.7763/ijcte.2015.v7.980)
- Szilágyi, R., Fodor, K., Lengyel, L., Molnár, L. & Tóthné Kiss, A. (2020). Munkaerő-piaci kompetencia prognózis. In Kosztópulosz, A. & Kuruczleki, É. (szerk.), *Társadalmi és gazdasági folyamatok elemzésének kérdései a XXI. században*. Szegedi Tudományegyetem Gazdaságtudományi Kar. 61–79. DOI: [10.14232/tgfek21sz.5](https://doi.org/10.14232/tgfek21sz.5)
- Tóth, P. & Pogatsnik, M. (2023). Advancement of inductive reasoning of engineering students. *Hungarian Educational Research Journal*, 13(1), 86–106. DOI: [10.1556/063.2022.00120](https://doi.org/10.1556/063.2022.00120)
- Tóth, P., Horváth, K. & Kéri, K. (2021). Development level of engineering students' inductive thinking. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(5), 107–129. DOI: [10.12700/aph.18.5.2021.5.8](https://doi.org/10.12700/aph.18.5.2021.5.8)
- Tsankov, N. (2018). The transversal competence for problem-solving in cognitive learning. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 6(3), 67–82. DOI: [10.5937/ijersee1803067](https://doi.org/10.5937/ijersee1803067)
- Udvaros, J., Gubán, M., Gubán, Á. & Sándor, Á. (2023). Industry 4.0 from the perspective of Education 4.0. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 230–234. DOI: [10.59287/ijanser.705](https://doi.org/10.59287/ijanser.705)
- Veroszta, Zs. & Nyüsti, Sz. (2015). Institutional effects on Bachelor-Master-level transition. *International Journal of Social Sciences*, 4(1), 39–61. DOI: [10.20472/ss2015.4.1.003](https://doi.org/10.20472/ss2015.4.1.003)
- Vo, D. V. & Csapó, B. (2020). Development of inductive reasoning in students across school grade levels. *Thinking Skills and Creativity*, 37, No. 100699. DOI: [10.1016/j.tsc.2020.100699](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100699)
- Vosniadou, S. (1988). *Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: A developmental perspective*. Center for the Study of Reading Technical Report. No. 438.
- Whittemore, S. T. (2018). *Transversal competencies essential for future proofing the workforce*. Skilllibrary.
- Zibrínová, L. & Birknerová, Z. (2015). *Myslenie v kontexte kognitívnych omylov*. Bookman.

Absztrakt

A transzverzális kompetenciák fejlesztése kiemelt feladata kellene legyen a magyar műszaki felsőoktatásnak. Ahhoz, hogy ezt elvégezhesse, egyrészt szükséges annak megbízható mérése a tanulmányok megkezdésekor, illetve befejezésekor, másrészt pedig a tantárgyak feldolgozása során a módszertanok szerves részévé kellene válniuk a *soft skill*ek fejlesztésének. Kutatásunkban az Óbudai Egyetem 241 elsőéves mérnökhallgatója vett részt, és célkitűzése volt, hogy a transzverzális kompetenciák egyikének, az analógiás gondolkodásnak a fejlettségét vizsgálata. A teszt eredményeként megállapítást nyert, hogy a hallgatók szak, matematikaérettségi-eredmény és eduktív képességek szerint szignifikánsan eltérő fejlettséget mutatnak. A gyengébb matematika érettségi és Raven-teszt-eredményekből gyengébben fejlett analógiás gondolkodásra következtethetünk.

Kulcsszavak: transzverzális kompetenciák, analógiás gondolkodás, műszaki felsőoktatás