

Tóth Péter¹ – Pogátsnik Monika²¹ BME Műszaki Pedagógia Tanszék² Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar

A mérnökhallgatók induktív gondolkodása

Jelen tanulmányunkban a problémamegoldásban fontos szerepet játszó induktív gondolkodásra, illetve annak komponenseire, az absztrakt következtetésre, illetve a diagrammatikus gondolkodásra fókuszáltunk. A kutatásban 212 BSc képzésben tanuló, első évfolyamos műszaki egyetemista vett részt. A kutatás során egy, a munkaerő kiválasztásában széles körben alkalmazott mérőeszközt alkalmaztunk, amit online formában kellett a hallgatóknak kitölteniük. Így az eredmények mellett lehetőség nyílt a megoldási idő rögzítésére itemenként. A kapott eredményeket az IBM SPSS Statistics programmal értékeltük ki. Az elemzés kiterjedt az induktív gondolkodás, illetve annak két alkotórészére, az absztrakt következtetésre és a diagrammatikus gondolkodásra háttérváltozó, továbbá időráfordítás szerinti összevetésre, majd a fajlagos teljesítmény definiálására is.

Bevezetés

A problémamegoldó kompetencia, s azon belül az induktív gondolkodás kétféle nézőpontból is meghatározó jelentőséggel bír a műszaki felsőoktatásban. Egyrészt a munkaerő-piaci elvárások teljesítése, másrészt pedig a tanulmányokban való eredményes helytállás, a lemorzsolódás elkerülése szempontjából.

Ami a munkaerő-piaci elvárásokat illeti, a tudásalapú gazdaság elvárásai nyomán az utóbbi évtizedekben felértékelődött a felsőoktatás szerepe, ezért a harmadik és a negyedik generációs egyetemek elkötelezték magukat a hallgatók azon kompetenciáinak fejlesztése mellett, amelyek lehetővé teszik számukra a modern társadalom, és azon belül is a munkahelyek dinamikusan változó igényeinek való megfelelést (Kozma és Pusztai, 2018; Lukovics és Zuti, 2014). Ez pedig azt jelenti, hogy a szaktudás elsajátíttatása mellett a kompetenciafejlesztés került a felsőfokú képzések középpontjába.

Számos kutatás szerint erős igény jelenik meg a munkaerőpiac részéről, hogy a pályakezdők a szakmai ismereteik mellett rendelkezzenek fejlett kommunikációs, szervező- és problémamegoldó képességgel, analógiás és logikus gondolkodással, kreativitással, interperszonális képességekkel, érzelmi intelligenciával, továbbá legyenek asszertívák és motiválhatók. A szakirodalom ezeket nevezi munkaerő-piaci vagy transzverzális kulcskompetenciáknak. Ugyanakkor arra is rámutatnak, hogy a

pályakezdő munkavállalók éppen e kompetenciák tekintetében érkeznek felkészületlenül a felsőoktatásból a munkaerőpiacra (Engler, 2019), és a vállalatok nem ritkán fontosabbnak tartják ezeket a kompetenciákat, mint a szakmai felkészültséget (Veroszta és Nyüsti, 2015), illetve felhívják a képzők figyelmét ezek fejlesztésére (Kautz és mtsai, 2014). A Manpower Group (2015) tanulmánya szerint Európában az állások 16%-át az ún. *soft skillek* hiánya miatt nem tudták betölteni. Erősen megoszlik a vélemény, hogy mely kompetenciák tartoznak a *soft skillek*, illetve a transzverzális kompetenciák közé. A pályakezdők leginkább az intra- és interperszonális és bizonyos kognitív kompetenciák, illetve attitűdök terén mutatnak hiányosságokat. Több tanulmány is kiemeli az úgynevezett magasabb rendű gondolkodás, azon belül is a problémamegoldó képesség, a kritikai gondolkodás, az ítéletalkotó és döntéshozatali képesség terén mutatkozó komolyabb hiányosságokat. Ugyanakkor viszont a munka világában ezek szerves kapcsolatrendszerükben jelentkeznek igényként (Balcar, 2014; Carnevale, 2013; Eger és Grossmann, 2004; Cornalli, 2018; Khine és Areepattamannil, 2016). Vagyis nem elegendő csupán a szakmai ismeretek birtokában lenni, kulcsszerepük van a transzverzális képességeknek a karrierépítésben és a megfelelő foglalkoztathatóságban.

A problémamegoldó képesség egyike a munkahelyeken nélkülözhetetlen transzverzális képességeknek. A munkáltatók kreatív problémamegoldó személyiségű munkatársakat keresnek (Neubert és mtsai, 2015), akik sikeresen megoldják azokat a feladatokat, amit rájuk bízunk, nem torpannak meg az akadályok láttán. A problémamegoldás nemcsak analitikus, kreatív és kritikus készségeket igényel, hanem egy meghatározott gondolkodásmódot (Greiff és mtsai, 2013), egy olyan puha készséget, amely gyakran támaszkodik az erős csapatmunkára, ugyanis fontos tudni, hogy kitől várható támogatás az adott probléma megoldásában.

Az EU tagországok átlagban 25-30%-os lemorzsolódási arányszámát közel 10%-kal haladják meg a magyar adatok. Például a műszaki felsőoktatás területén a 2016. évi eredményeket alapul véve, a diplomát szerzők aránya 41,6% (teljesítési arány),

A lemorzsolódás valódi okait keresve számos empirikus kutatást végeztek az elmúlt 40 évben (Spady, 1970; Bean, 1985; Larsen és mtsai, 2013; Heublein és mtsai, 2010).

Ezeket elemezve az alábbi kategóriák különíthetők el:

- (1) kognitív deficitek (meglévő tudás, készségek, jártasságok, képességek), (2) affektív deficitek (a választott szakma iránti elkötelezettség, érdeklődés, motiváció, kitartás, értékrend, karrierbeli kilátások, presztízs, stressztűrő képesség), (3) szociális okok (anyagi nehézségek, megélhetés, diákmunka, lakhatás, erkölcsi támogató környezet hiánya, kedvezőtlen szocio-ökonomiai státusz), (4) az oktatási rendszer elégtelen szellemi funkcióira visszavezethető okok (felvételi eljárás), (5) az intézmény nem megfelelő működésére visszavezethető okok (tanulástámogatás hiányosságai, tanítás minőségi hiányosságai, felszereltségbeli hiányosságok).*
- A kognitív deficitek közé tartozik a problémamegoldó kompetencia, és azon belül is az induktív gondolkodás fejlettségbeli hiányosságai.*

a lemorzsolódás mértéke 39,6%, míg a még nem végzettké (pl. nyelvvizsga hiánya), illetve a képzést váltottaké 18,8%.

A lemorzsolódás valódi okait keresve számos empirikus kutatást végeztek az elmúlt 40 évben (Spady, 1970; Bean, 1985; Larsen és mtsai, 2013; Heublein és mtsai, 2010). Ezeket elemezve az alábbi kategóriák különíthetők el: (1) kognitív deficitek (meglévő tudás, készségek, jártasságok, képességek), (2) affektív deficitek (a választott szakma iránti elkötelezettség, érdeklődés, motiváció, kitartás, értékrend, karrierbeli kilátások, presztízs, stressztűrő képesség), (3) szociális okok (anyagi nehézségek, megélhetés, diák munka, lakhatás, erkölcsi támogató környezet hiánya, kedvezőtlen szocio-ökonomiai státusz), (4) az oktatási rendszer elégtelen szelekciós funkcióira visszavezethető okok (felvételi eljárás), (5) az intézmény nem megfelelő működésére visszavezethető okok (tanulástámogatás hiányosságai, tanítás minőségi hiányosságai, felszereltségbeli hiányosságok). A kognitív deficitek közé tartozik a problémamegoldó kompetencia, és azon belül is az induktív gondolkodás fejlettségbeli hiányosságai.

A problémamegoldás egyik komponensére, a konvergens gondolkodásra olyan rész-képességek jellemzőek, mint például a logikus következtetés, az absztrakció és a szabályosságok felismerésének képessége. Ezek fejlettségének vizsgálatára szolgálnak például az intelligenciatesztek, illetve a kutatásunk során alkalmazott teszt is.

Carroll (1993) a logikus következtetési képesség „alképességeként” az induktív, illetve a deduktív gondolkodást említette. Az induktív gondolkodásra elsősorban akkor van szükségünk, amikor megfigyeléseinket, tapasztalatainkat teljesen új (produktív jellegű problémamegoldás), illetve részben új, hasonló (reproduktív jellegű problémamegoldás) szituációkban kívánjuk hasznosítani. Az ilyen eljárás során nyert új tudás mindig magában hordozza a bizonytalanság, illetve a tévedés lehetőségét. Az induktív érvelés fő célja a szabályszerűségek vagy általánosítások felismerése (Mousa, 2017). Klauer (1999) az összehasonlítási folyamatokat tekinti az induktív gondolkodás egyik lényeges jellemzőjének. A folyamat során első lépésben azonosítjuk a valóság elemeinek tulajdonságait, valamint az egyes elemek közötti összefüggéseket, ezt követően hasonlóságokat és különbözőségeket állapítunk meg, melyek révén szabályokat ismerünk fel. A megfigyelt esetek elemzése során azonosított szabályok alapján képesek vagyunk általánosításokat, predikciókat megfogalmazni, e lépésben induktív következtetéseket végzünk.

Az induktív következtetési gondolkodás kiemelt szerepet játszik a megismerési folyamatokban, olyan általános gondolkodási képességként értelmezzük (Pellegrino és Glaser, 1982; Molnár és mtsai, 2013), ami kapcsolódik szinte minden magasabb rendű gondolkodási képességhez (Csapó, 1997; Molnár és mtsai, 2013; Schubert és mtsai, 2012), mint például az általános intelligenciához (Klauer és Phye, 2008), a tudásszerzés és -alkalmazás képességeihez (Hamers és mtsai, 2000), az absztrakt gondolkodáshoz (Goswami, 1991), továbbá problémamegoldáshoz is.

Az új tudás megszerzésének eszközeként, a tanulási potenciál indikátoraként is említik az induktív gondolkodást, és fontos szerepet tulajdonítanak neki a tudás transzferálhatóságában is (Resing, 1993). Az általános intelligencia feltárására irányuló kutatások a gondolkodás különböző műveletvégzési folyamatai hatékonyságának egyik meghatározó faktoraként tartják számon (Carroll, 1993; Demetriou és mtsai, 2011). Az egyetemi tanulmányaikat megkezdő hallgatók körében végzett, az induktív gondolkodásra fókuszált empirikus vizsgálat során kiderült (Pásztor, 2019), hogy a hallgatók negyede tanulási nehézségekkel nézhet szembe az egyetemi éveik alatt.

Célok és kutatási kérdések

A vizsgálat alapvető célkitűzése volt, hogy megismerjük a felsőoktatásba belépő hallgatók kompetenciáinak fejlettségét. A kutatás eredményei alapul szolgálhatnak az oktatás módszertani fejlesztése során, aminek eredményeként egyrészt a mérnökhallgatók jobban meg tudnak felelni a munkaerő-piaci elvárásoknak, másrészt pedig a lemorzsolódás veszélyének is kevésbé lesznek kitéve. A vizsgálat során a hallgatók visszajelzést is kaptak saját kompetenciáikról, a fejlesztendő területekről, ami önismeretükhöz, s azon belül az önszabályozott tanuláshoz járulhat hozzá. Kutatásunk az első évfolyamos hallgatók kompetenciamérésének keretében zajlott, amikor is a transzverzális, tehát a szakmához nem kötődő kompetenciák feltérképezését tűztük ki célul.

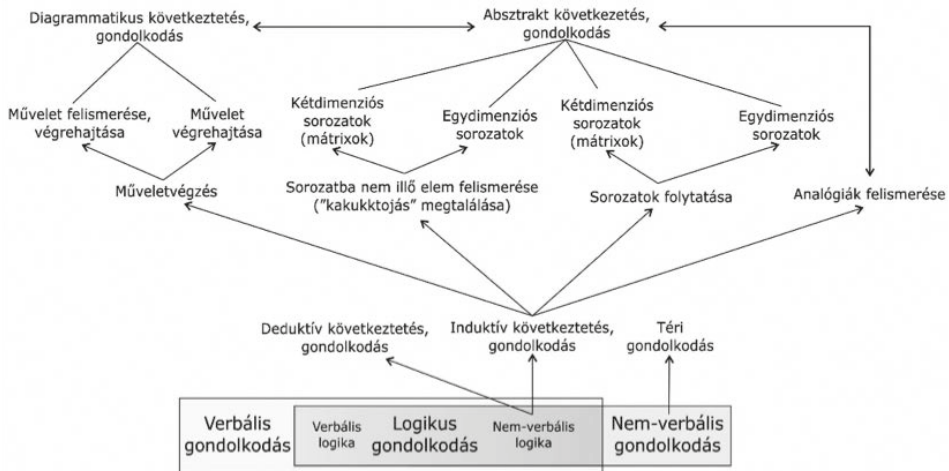
Jelen tanulmányban arra a kérdésekre keressük a választ, hogy (1) miként jellemezhető az első évfolyamos mérnökhallgatók induktív gondolkodása, illetve (2) alminták szerint milyen eltéréseket mutat, továbbá (3) alkalmas-e a fajlagos teljesítmény a hallgatók gondolkodási sebességének jellemzésére.

A vizsgálat módszere és a vizsgált minta bemutatása

A vizsgálat online felületen informatika teremben tanári felügyelettel zajlott, szakonként 15-20 fős csoportokban. A részt vevő hallgatók felsőfokú tanulmányaik megkezdésekor, 2020 szeptemberében töltötték ki a kérdőívet és a tesztet.

Az eduktív képességek következtetésen alapuló logikai műveletekre utalnak, amelyek révén az észlelt információkból az összefüggések felismerése és megértése által, a kontextuális tartalmakat figyelembe véve új tudás jön létre. A probléma egészének megértéséhez holisztikus szemléletmód, míg megoldásához a részek közötti kapcsolatok, összefüggések felismerésének képessége szükségeltetik. A probléma értelmezése több mint egy átfogó mintázat-felismerés (*Gestalt*), lényegkiemelésre és a lényegtelen dolgok figyelmen kívül hagyására is szükség van. Ezek többnyire nem verbalizálhatók, ezért leginkább geometriai alakzatok (négyzetek, sokszögek, körök stb.) alkotják a mérőeszközöket. E geometriai alakzatok észlelése, jellemző tulajdonságaik felismerése, a közöttük lévő viszonyok belátása egyrészt a meglévő ismereteken, illetve bizonyos kulturális hatásokon múlik (Kane és Brand, 2003). Az előbbi összhangban van az induktív műveletekkel (Klauer és Phye, 2008). Az utóbbi kapcsán pedig hangsúlyozandó a teszt egyik fő előnye, hogy bizonyos mértékig kultúrafüggetlennek tekinthető.

A Raven-féle eduktív képességmérő tesztet alapul véve, de a műszaki pályák szempontjait jobban figyelembe vevő induktív gondolkodási tesztet dolgozott ki Paul Newton és Helen Bristoll (é. n.). Az induktív következtetéseken alapuló gondolkodás vizsgálatához az 1. ábrán látható képességstruktúrát dolgozták ki.



1. ábra. Az induktív gondolkodás teszt feladatrendszere

A feladatokban lévő mintázatok mögött húzódozó logikai összefüggések felismerésének nehézsége jelenti a megoldó számára a problémát, ami a következő tulajdonságok megváltozásának vagy éppen megismétlésének felismerési nehézségeiből adódik: (1) alak, (2) méret, (3) szín, (4) mintázat. A feladatok vizuális mintázatokból, mértani alakzatokból állnak, és felismerve a mögöttük lévő logikai összefüggéseket, kell azokat folytatni (egy-, illetve kétdimenziós mátrixok), illetve a sorozatba nem illő elemet felismerni.

Az egy- (sorozatok) és kétdimenziós mátrixok a különféle összefüggések felismerésének képességét igénylik, olyan kapcsolatokat, amik sok esetben nem egyértelműek első pillantásra. A geometriai alakzatok közötti kapcsolatok felismerése elválasztható az egyes alakzatok identifikálásától. Ez utóbbi minden kísérleti személy számára egyértelmű kell, hogy legyen. Spearman (1927) szerint a geometriai alakzatok észlelése azonnal kiváltja a kapcsolatokról alkotott tudást, s ez fordítva is igaz. Mindez azt jelenti, hogy a percepció, a megfigyelés és az absztrakt gondolkodás egységet alkot a kognícióban. A problémamegoldás során a geometriai alakzatok valamennyi tulajdonságát egyidejűleg meg kell figyelni, összefüggéseiket megérteni, az észlelésnek részletekbe menően kell pontosnak lennie. Az „egész” felismerése nélkül nem születhet jó megoldás, de a „részek” pontos identifikálása is meghatározó jelentőséggel bír (Georgiev, 2008).

Jelen kutatásunkban a feladattípusok megoszlása a következőképpen alakult:

- Egydimenziós sorozat folytatása (Feladat 1)
- Egydimenziós sorozatba nem illő elem felismerése („kakukktójás” megtalálása) (Feladat 2)
- Analogiák felismerése (Feladat 3)
- Diagrammatikus következtetés – ismeretlen művelet (Feladat 4)
- Diagrammatikus következtetés – ismert művelet (Feladat 5)

Valamennyi feladattípus 6 itemből állt. Az alkalmazott induktív teszthez hasonló feladatok, illetve itemek a www.psychometric-success.com oldalon megtekinthetők.

Ami a mintát illeti, a vizsgálatban 212 első éves hallgató vett részt 2020 szeptemberében. A teljes minta 167 (79%) férfi és 45 (21%) női válaszadót tartalmazott, de a nemek szerinti megoszlás szakonként eltérő volt. A válaszadók átlagos életkora 20,17 év ($Me = 20$ év, $SD = 2,023$). A szülők végzettségét vizsgálva megállapítottuk, hogy az

apák 30 százaléka ($N = 63$) felsőfokú végzettségű, az anyák 38%-a ($N = 81$) rendelkezik felsőfokú végzettséggel. A megkérdezett hallgatók az Óbudai Egyetem két karának 9 különböző képzésén, 2 különböző szinten kezdték meg tanulmányaikat: alapszakokon (továbbiakban BSc), illetve felsőoktatási szakképzésben (továbbiakban FOSZK). A hallgatók megoszlása szakok és képzési szintek szerint: Földmérő és földrendező mérnöki (BSc) 10% ($N = 22$), Gépészmérnöki (BSc) 6% ($N = 12$), Ipari termék- és formatervező mérnöki (BSc) 14% ($N = 29$), Könnyűipari mérnöki (BSc) 0,5% ($N = 1$), Környezetmérnöki (BSc) 4% ($N = 8$), Mérnökinformatikus (BSc) 29% ($N = 61$), Mérnökinformatikus (FOSZK), 14% ($N = 30$), Műszaki (FOSZK), 20% ($N = 42$), Műszaki menedzser (BSc), 3% ($N = 7$). A megkérdezett hallgatók 18 százaléka ($N = 37$) kezdte meg tanulmányait duális képzési formában.

A megkérdezett első éves egyetemisták 48 százaléka ($N = 101$) gimnáziumban érettségizett, 50 százaléka ($N = 105$) szaggimnáziumban. 3 százalék ($N = 6$) pedig már korábban szerzett felsőfokú végzettséggel rendelkezik.

A vizsgálat eredményei

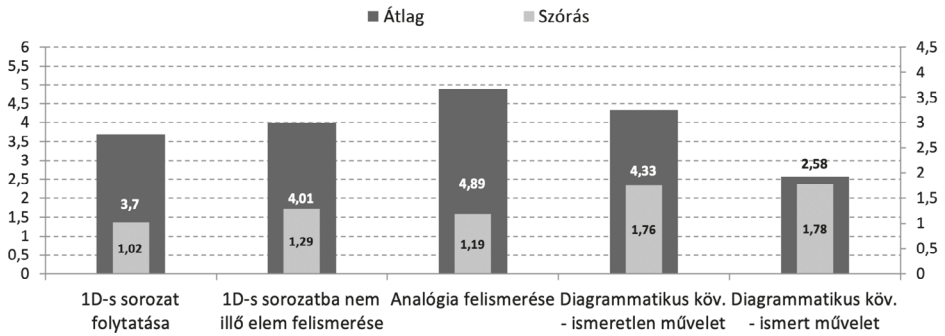
Az online rendszer képes volt itemenként rögzíteni az időráfordítást, így kiszűrhetőkké váltak azok a hallgatók, akik nem tanúsítottak kellő figyelmet a feladatok megoldására. Azokat a hallgatók eredményeit, akik 10 percnél kevesebb időt fordítottak az induktív teszt megoldására (15 fő), nem vettük figyelembe az elemzés során ($M_{\text{idő}} = 371,20$; $SD_{\text{idő}} = 160,09872$; $M_{\text{pont}} = 9,67$; $SD_{\text{pont}} = 3,95811$).

Az 1. táblázat a 197 hallgató eredményeit mutatja. Az induktív gondolkodás változó Kolmogorov és Szmirnov szerint ugyan nem normáloszlású ($K-S = 0,066$; $df = 197$; $p = 0,039$), de a megengedő feltételek (Kurtosis/Std. Error of Kurtosis = 1,39 és Skewness/St. Error of Skewness = 0,86, vagyis kisebbek mint 1,96) miatt (Rumelhart, 1989) mégis elfogadjuk annak. Az időráfordítás változó nem normáloszlást követ ($K-S = 0,084$; $df = 197$; $p = 0,002$), még a megengedő feltételek szerint sem. Kismértékben a magasabb időráfordítás értékek felé tolódik el.

1. táblázat. Az induktív teszten elért pontszám és az időráfordítás leíró statisztikai mutatói

		Induktív gondolkodás	Időráfordítás
Átlag		19,53	1506,57
95% Konfidencia-intervallum	alsó határ	18,92	1453,58
	felső határ	20,13	1559,56
Standard deviáció		4,2947	377,1396
Minimum		8	622
Maximum		29	2072
	5%	11	805,8
	10%	14	898,8
	25%	17	1232
Percentilisek	50%	20	1574
	75%	23	1827,5
	90%	25	1959,4
	95%	26	2038,1

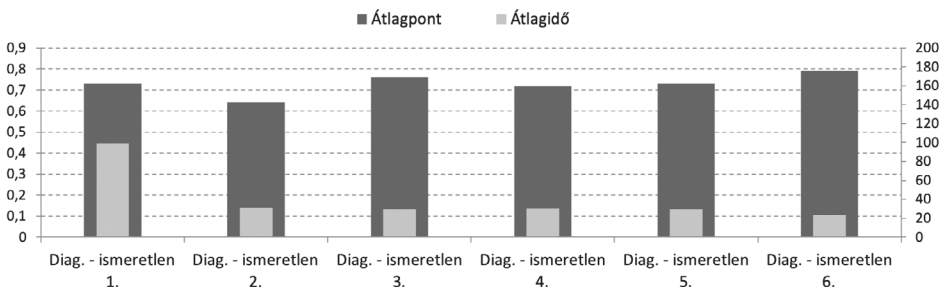
Ahogy azt korábban láttuk, az induktív teszt ötféle feladatból állt, mindegyik feladatra maximum 6 pont volt szerezhető. A feladatokat a hallgatók igen eltérő eredményességgel oldották meg (2. ábra). A legjobb átlageredmény az analógiák felismerése feladatra, míg a legrosszabb az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladatra adódott. Ezzel ellentétben az ismeretlen művelet felismerését célzó diagrammatikus feladat átlageredménye pedig alig maradt el az analógiák felismerésétől.



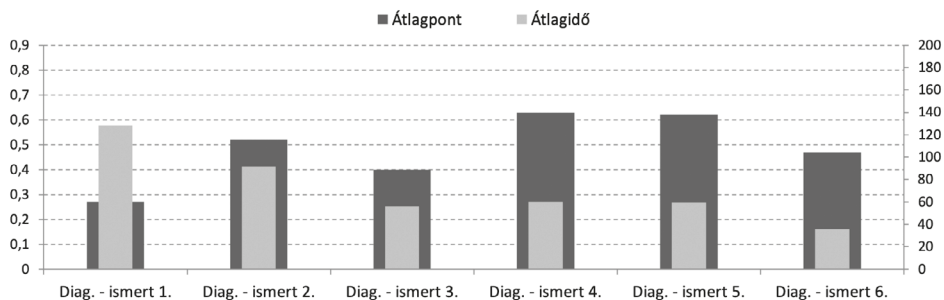
2. ábra. Az induktív teszt feladatainak átlageredményei és szórásai

A szabályszerűségek felismerését célzó diagrammatikus feladatok azt a képességet mérik, hogy valaki mennyire képes követni logikusan az elrendezett jelsorozatokat. Az egyes itemek egyszerű folyamatábrákból állnak, megoldásukhoz szükség van arra, hogy az egyén képes legyen végigkövetni az objektumok alakjában, színében és méretében bekövetkezett változásokat. Ez a képesség különösen fontos például műszaki rendszerfolyamatok elemzése, hibajavítása és rendszertervezése során (Stieff és mtsai, 2010).

Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladatban a folyamatábra bemenetén és kimenetén lévő jelsorozat ismert, a közbelső műveletek ismeretlenek. Ezeket kell megfejteni, majd alkalmazni egy megadott jelsorozatra, és megállapítani, hogy annak mi a kimenete. Az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladatban pedig a bemeneten megadott jelsorozaton négy, ismert művelet kerül végrehajtásra, azonban a részeredményeket memorizálni kell, s majd azokon ismert műveleteket végrehajtani, végül a helyes végeredményt kiválasztani egy listából. Felmerül a kérdés, hogy mi okozhatja a két diagrammatikus feladat átlageredménye közötti szignifikáns különbséget. Ennek megválaszolásához elsőként a két feladattípusnál elvégeztük az itemenkénti elemzést (3-4. ábra).



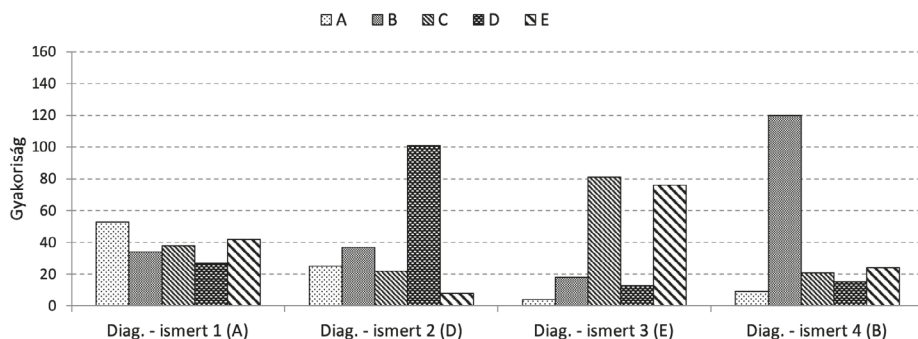
3. ábra. Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladat itemenkénti átlaga és átlagos megoldási ideje



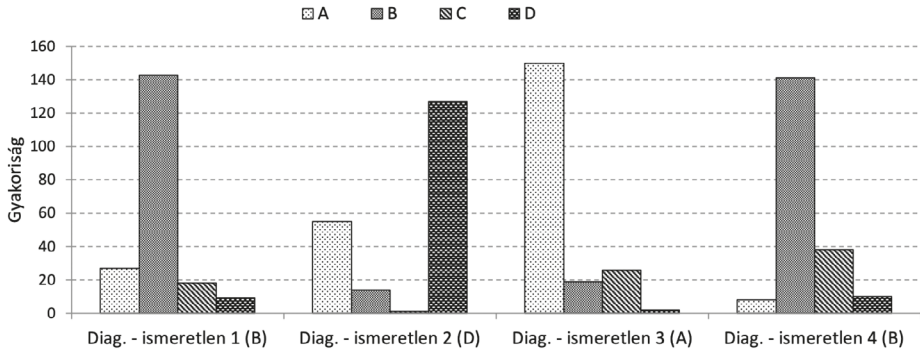
4. ábra. Az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladat itemenkénti átlaga és átlagos megoldási ideje

Az ismeretlen műveleteket tartalmazó feladattípusnál valamennyi item esetében – talán csak a másodikat leszámítva – egyenletesen jó átlageredmények adódtak. Ezzel ellentétben az ismert műveleteket tartalmazó feladattípusnál az 1. item nagyon gyenge eredménye megértésbeli problémákra vezethető vissza. Erre utal a magas átlagos időráfordítás is. Ez utóbbi feladattípusnál az egyes itemek átlageredményei javuló tendenciát mutatnak, de messze nem érik el az előző feladat itemjeinek átlagát. Az itemenkénti időráfordítás is jóval magasabb. A kezdeti megértésbeli nehézségek mellett az is nehézséget okozhatott a hallgatóknak, hogy az egyes itemek megoldása során több közbelső állapotot kellett memorizálni, majd azokon újabb és újabb műveleteket végrehajtani. E közbelső állapotok memorizálása tévedésekhez vezethetett, illetve megnövelte az itemek megoldási időszükségletét. Nehezítette e feladattípus megoldását az is, hogy a helyes megoldást itt nem négy, hanem öt opció közül kellett kiválasztani.

Az ismeretlen műveleteket tartalmazó feladattípusnál valamennyi item esetében – talán csak a másodikat leszámítva – egyenletesen jó átlageredmények adódtak. Ezzel ellentétben az ismert műveleteket tartalmazó feladattípusnál az 1. item nagyon gyenge eredménye megértésbeli problémákra vezethető vissza. Erre utal a magas átlagos időráfordítás is.

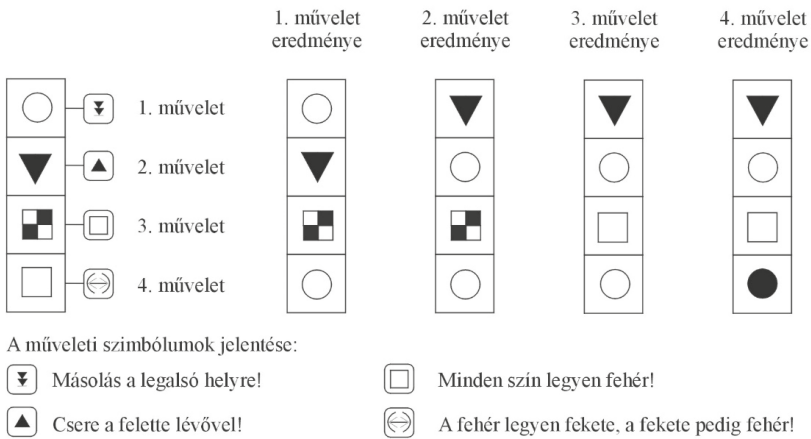


5. ábra. Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladat itemenkénti megoldásainak eloszlása



6. ábra. Az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladat itemenkénti megoldásainak eloszlása

A megoldások itemenkénti elemzése további problémára világított rá (5-6. ábra; a jó megoldást zárójelben adtuk meg). Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladat itemjeinél kevés hibázás mellett egyenletesen a jó megoldásokat választották a hallgatók, ugyanakkor a másik feladatnál jól megfigyelhető, hogy csak a 4. itemre értették meg a hallgatók, hogy mi is a feladat valójában. Főként az 1. itemnél figyelhető meg a találgatás szándéka, a 3. itemnél meg már a két jónak tűnő megoldást keverték össze. A 5. ábrán látható 4. művelet eredménye a jó megoldás, miközben többen a 3. művelet eredményét jelölték meg helyes válaszként.



7. ábra. A 3. item megoldási algoritmusának fázisai

A megoldásokra fordított időket elemezve megállapítható, hogy az 1. itemnél bármelyik opciót is jelölte meg a hallgató, egyformán hosszan elgondolkodott rajta, de a jó megoldás (A) időszükséglete az egyik legkevesebb volt. Ez igaz a 2. itemre is (D). A 3. itemnél már jóval kevesebb időt fordítottak a helyesnek tűnő opció megválasztására, de a jó megoldás (E) időszükséglete volt az egyik legnagyobb és messze a legnagyobb szórás mellett. A 4. item kapcsán is nagyjából ugyanez mondható el (B a jó megoldás).

A normalitásvizsgálatot az induktív tesztnak mind az öt feladatára elvégezve megállapítható, hogy az analógiák felismerése és az ismeretlen műveletet tartalmazó diagrammatikus feladat még a megengedő feltételek (Rumelhart, 1989) szerint sem elégti

ki a feltételeket. Mindkét változó a jobb eredmények felé tolódik el. Viszont a másik három változó a megengedő feltételek szerint normáleloszlásúnak tekinthető (Egydimenziós sorozat folytatása: Kurtosis/St. Error of Kurtosis = 0,69 és Skewness/Std. Error of Skewness = 1,7; Egydimenziós sorozatba nem illő elemek felismerése: Kurtosis/Std. Error of Kurtosis = 1,82 és Skewness/Std. Error of Skewness = 1,56; Szabályszerűségek felismerése – ismert műveletek: Kurtosis/St. Error of Kurtosis = 2,45 és Skewness/Std. Error of Skewness = 1,36, vagyis kisebbek mint 1,96).

2. táblázat. Az induktív gondolkodás komponensei közötti korrelatív kapcsolat

	1D-s sorozat folytatása	1D-s sorozatba nem illő elem felismerése	Analógiák felismerése	Diagrammatikus következtetés – ismeretlen művelet	Diagrammatikus következtetés – ismert művelet
1D-s sorozat folytatása		0,292**	0,135	0,250**	0,100
1D-s sorozatba nem illő elem felismerése			0,251**	0,219**	0,094
Analógiák felismerése				0,157*	0,245**
Diagrammatikus következtetés – ismeretlen művelet					0,211**
Diagrammatikus következtetés – ismert művelet					

** p = 0,01; * p = 0,05

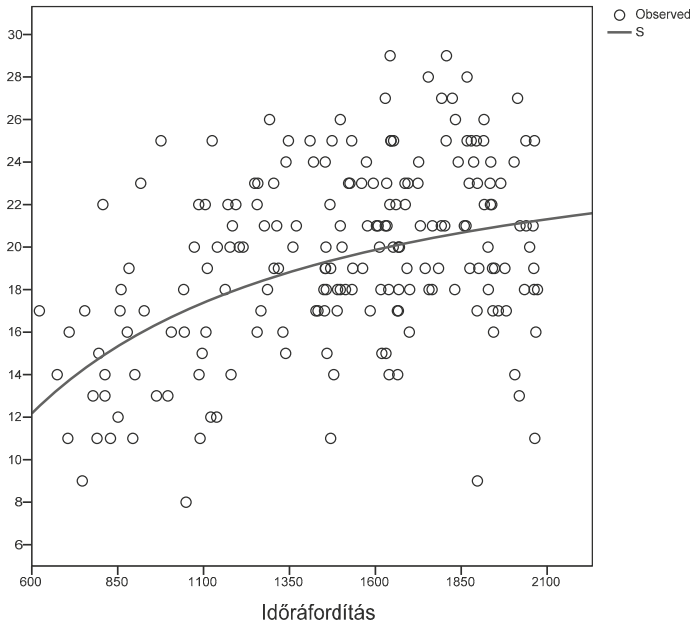
Az induktív gondolkodás komponensei közötti korrelatív kapcsolatok gyenge közepesre adódtak, Spearman szerint, ami egymástól jól különböző feladatokat, illetve képességkomponenseket jelez (2. táblázat). Az 1D-s sorozat folytatása és az időráfordítás ($r = 0,246$), az 1D-s sorozatba nem illő elemek folytatása és az időráfordítás ($r = 0,187$), illetve a diagrammatikus – ismert és az időráfordítás ($r = 0,597$) között gyenge, illetve erős közepes kapcsolatot állapítottunk meg ($p = 0,01$). A másik két képességkomponens és az időráfordításuk között nem találtunk korrelációt.

Az egyes időráfordítások között – a diagrammatikus – ismert változót leszámítva – erős közepes korrelációk adódtak.

Megvizsgáltuk, hogy az induktív gondolkodás teszten elért eredmények és a megoldásra fordított idő között milyen kapcsolat írható fel. A legjobb illeszkedés egy úgynevezett Arrhenius függvénykapcsolattal írható le (9. ábra).

$$\text{Induktív teszten elért eredmény} = e^{3,283 - \frac{470,173}{\text{Időráfordítás}}}$$

A fenti összefüggés a teljes variancia 20,7%-át magyarázza, míg az előrejelzés pontossága elfogadható ($SEE = 0,215$). A kapcsolat létezését F-próbával igazoltuk ($F = 50,831$; $p < 0,05$). A fenti összefüggésben a kitevőben szereplő konstans és az időráfordítás reciprokának szignifikanciája is kisebb mint 5% ($t = 65,876$, illetve $t = -7,310$), ezért az időráfordítás valóban befolyásolja a teszten elért eredményt.



9. ábra. Az induktív teszten elért eredmény és az időráfordítás kapcsolata

A matematika érettségi eredménye mindössze 6,3%-át magyarázza a teljes varianciának. A jeles érettségi eredmény várhatóan kb. 22 pontot fog eredményezni az induktív teszten, és ez várhatóan 1 ponttal csökken gyengébb érdemjegyenként.

Az induktív teszten elért eredményeket képességkomponensenként, illetve az időráfordításokat elemeztük a háttérváltozók szerint is.

A hallgatók neme szerint nem találtunk szignifikáns különbséget az egyes képességkomponensek vonatkozásában. Viszont az időráfordítások tekintetében mind az összes időráfordítás (Mann–Whitney = 2512,500; $p < 0,05$; $M_{\text{férfi}} = 392,99$; $M_{\text{nő}} = 326,11$), mind az egydimenziós sorozat folytatására szánt idő (Mann–Whitney = 2716,000; $p < 0,05$; $M_{\text{férfi}} = 246,32$; $M_{\text{nő}} = 221,45$), mind pedig az ismeretlen műveletek alkalmazását igénylő diagrammatikus feladatok időráfordítása (Mann–Whitney = 2766,500; $p < 0,05$; $M_{\text{férfi}} = 1534,43$; $M_{\text{nő}} = 1409,68$) vonatkozásában a férfiak szignifikánsan többet foglalkoztak a feladatok megoldásával, mint a nők. Egyedül a legnehezebbnek bizonyult, ismert műveletek végrehajtását igénylő diagrammatikus feladatra fordítottak több idő a nők, mint a férfiak ($M_{\text{férfi}} = 374,68$; $M_{\text{nő}} = 396,73$), de az eltérés nem szignifikáns (Mann–Whitney = 3252,500; $p > 0,05$).

A hallgatók lakhelye szerint sem találtunk szignifikáns különbséget az induktív gondolkodás képességkomponensei, illetve az időráfordítások vonatkozásában sem, de az érzékelhető, hogy valamennyi esetben a falusi hallgatók érték el a legjobb eredményeket és ők fordították a legtöbb időt a feladatok megoldására. Ugyanez mondható el a szülők iskolai végzettségéről is. A felsőfokú végzettségű szülők gyermekei jobb eredményeket értek el és több időt fordítottak a feladatok megoldására, mint azok, akiknek a szülei nem diplomások, de az eltérések nem szignifikánsak.

A hallgatók által választott szak szerint viszont valamennyi képességkomponens és időráfordítás vonatkozásában szignifikáns különbséget találtunk (3. táblázat). A BSc szakokon tanulók szignifikánsan jobb eredményeket értek el (10. ábra), mint a felsőoktatási szakképzésekben tanulók, és ez az időráfordításokban is megmutatkozik (11. ábra).

3. táblázat. A képesség komponensek és az időráfordítások szignifikancia-vizsgálata a hallgatók szakja szerint

	Átlagpont			Átlagos időráfordítás		
	Feladat 1	Feladat 2	Feladat 3	Feladat 1	Feladat 2	Feladat 3
Khi-négyzet	10,481	9,583	24,583	23,044	21,365	15,53
p	0,033	0,048	0,000	0,001	0,000	0,004
	Átlagpont			Átlagos időráfordítás		
	Feladat 4	Feladat 5	Induktív összes	Feladat 4	Feladat 5	Induktív összes
Khi-négyzet	18,278	12,588	26,191	14,559	13,185	21,070
p	0,001	0,013	0,000	0,006	0,010	0,000

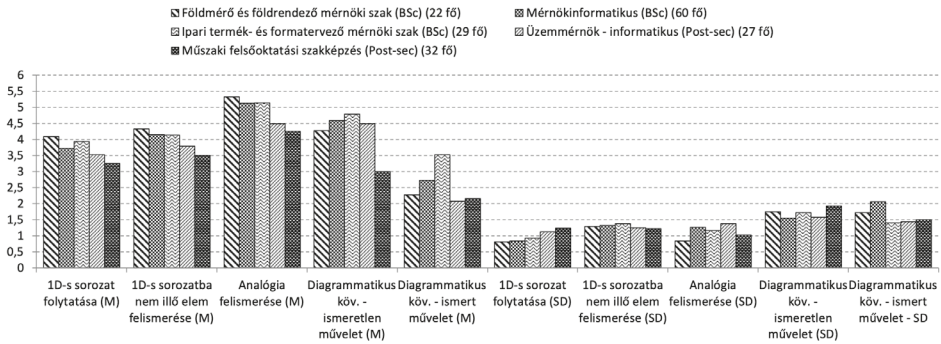
A felsőoktatási szakképzésekben (FOSZK) részt vevők gyengébb eredményt értek el valamennyi képességkomponens esetén, mint a BSc képzéseken tanuló társaik (10. ábra), és ez az időráfordításokban is visszatükröződik (11. ábra). Ez utóbbi esetben a FOSZK hallgatók szórása bizonyult a legnagyobbnak, vagyis az ő szorgalmukban, kitartásukban van a legnagyobb különbség. Ehhez járul még hozzá, hogy a felvételi eljárás során is kevesebb pontszámot hoztak a középiskolából. Összevetettük a matematika hozott pontszámaikat, amivel bekerültek a hallgatók a felsőoktatásba. A legnagyobb különbség a matematika érdemjegyben nyilvánul meg. A FOSZK képzésben tanulók 6,8%-a hozott jeles (5), míg 22,0%-uk elégséges (2) érdemjegyet, ugyanez a BSc szakokon tanulóknál 27,9%, illetve 9,9%. A magyar nyelv és irodalom tantárgyban hasonlóak az arányok.

Ami a BSc képzéseken tanulókat illeti, a legjobb eredményt – a két diagrammatikus feladatot leszámítva – a földmérő és földrendező mérnöki szakon tanulók érték el (10. ábra), a legkisebb szórásértékek mellett. Az időráfordítás is náluk a legmagasabb (11. ábra). Viszont a két diagrammatikus feladatban az ipari termék- és formatervező mérnök szak hallgatói teljesítettek. Ami az ő matematika és a magyar nyelv és irodalom érettségi eredményeiket illeti, a földmérő és földrendező mérnök szakon tanulók 40,9%-a szerzett jeles (5), míg 18,2%-a elégséges eredményt. Az ipari termék- és formatervező mérnök szak esetében ez a két arány 27,6% és 3,4%. A legszembetűnőbb a legnehezebbnek bizonyuló feladatnál figyelhető meg. Az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladatnál az ipari termék- és formatervező mérnökhallgatók messze a legjobb átlageredményt érték el (10. ábra), a legkisebb szórás mellett és a legnagyobb

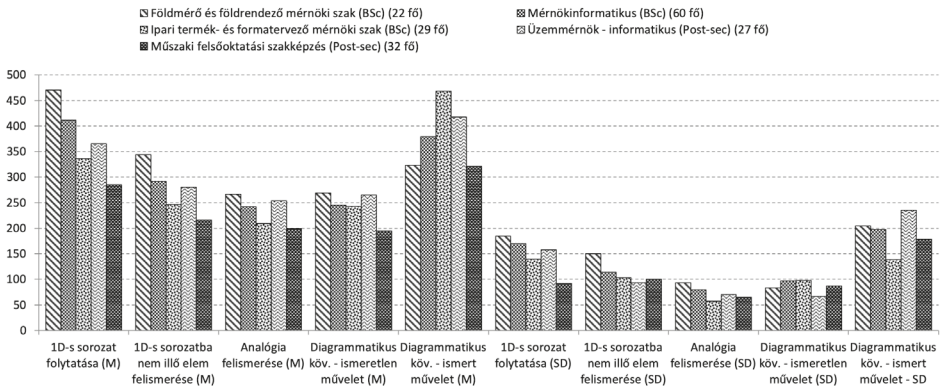
Ami a BSc képzéseken tanulókat illeti, a legjobb eredményt – a két diagrammatikus feladatot leszámítva – a földmérő és földrendező mérnöki szakon tanulók érték el (10. ábra), a legkisebb szórásértékek mellett.

Az időráfordítás is náluk a legmagasabb (11. ábra). Viszont a két diagrammatikus feladatban az ipari termék- és formatervező mérnök szak hallgatói teljesítettek. Ami az ő matematika és a magyar nyelv és irodalom érettségi eredményeiket illeti, a földmérő és földrendező mérnök szakon tanulók 40,9%-a szerzett jeles (5), míg 18,2%-a elégséges eredményt. Az ipari termék- és formatervező mérnök szak esetében ez a két arány 27,6% és 3,4%.

időráfordítással (11. ábra). Itt jelentkezik legmarkánsabban, hogy e szak hallgatóinál a legalacsonyabb a hozott elégséges (2) érettségi eredmény.



10. ábra. A feladatonkénti átlagpontszám és szórás összevetése a hallgatók által választott szak szerint



11. ábra. A feladatmegoldásokra fordított átlagidők és szórások összevetése a hallgatók által választott szak szerint

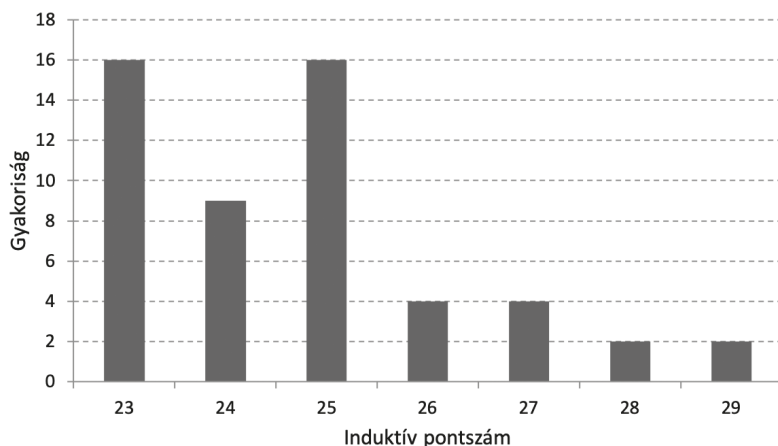
Megvizsgáltuk a hallgatók felső 25%-át (N = 53; M = 24,72; SD = 1,63), illetve 10%-át (N = 28; M = 25,93; SD = 1,30), akik a legjobb induktív eredményt érték el.

A teljes mintával összevetve, a felső 25%-ban, illetve a felső 10%-ban egyre magasabb azon hallgatók aránya, akiknek a szülei diplomások, és a matematika, illetve a magyar nyelv és irodalom érettségi eredményük jó (4) vagy jeles (5).

Ami a szak szerint megoszlást illeti, a 13. ábrán jól látható, hogy a legjobb eredményt elért hallgatók körében magasabb a BSc szakokon tanulók aránya, különösen a mérnök informatika szakosoké nő jelentős mértékben.

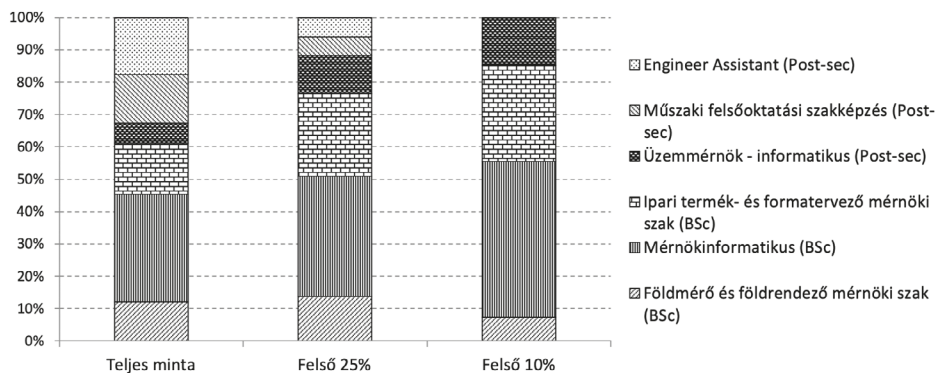
Az eredményesség érzékeltetésére definiáltuk a fajlagos teljesítmény fogalmát, amit az egységnyi pontszám eléréséhez szükséges időként értelmeztünk, és az időráfordítás és az elért pontszám hányadosaként határoztunk meg, feladatonként. A n. feladatra nézve:

$$\text{Fajlagos teljesítmény}_n = \frac{\text{Időráfordítás}_n \text{ (sec)}}{\text{Induktív teszten elért pontszám}_n}$$



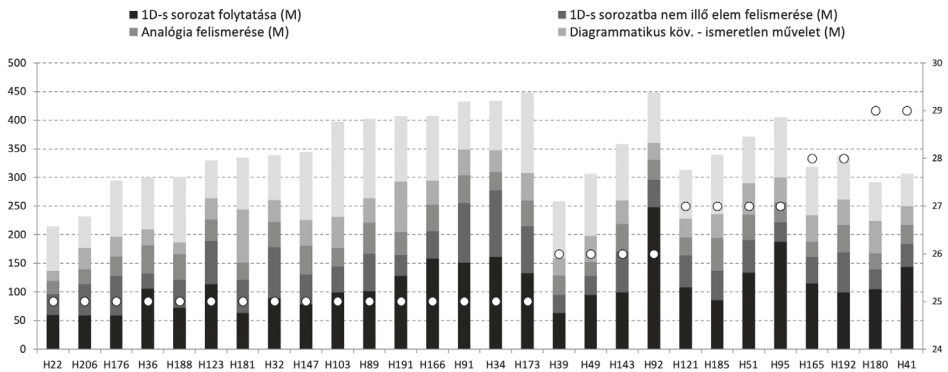
12. ábra. Az induktív teszten a legjobban teljesítő 25%-nyi hallgató gyakoriság-eloszlása

A fajlagos teljesítmény alkalmas a tanulói eredmények további differenciálására és kifejezi a gondolkodás sebességét is. Itt a 300 sec/pont értéket tekintettük jó fajlagos teljesítménynek, vagyis amikor kis időráfordítással értek el a hallgatók magasabb pontszámot. A 350 és 400 sec/pont értéket közepes fajlagos teljesítménynek, míg az efeletteket gyengébb fajlagos teljesítménynek tekintjük, vagyis amikor egységnyi pontszám eléréséhez sok időráfordításra volt szükség.



13. ábra. Az induktív teszten a legjobban teljesítő 10%-nyi, 25%-nyi hallgató szak szerinti megoszlása

Az induktív teszten a legjobban teljesítő 10%-nyi hallgató fajlagos teljesítményét az elért összpontszám alapján növekvő sorba rendeztük (14. ábra). A fajlagos teljesítmény-hányadokban az első és az utolsó feladat szerepel a legnagyobb súllyal és az analógiák felismerése a legkisebbel, vagyis az előbbieknél kellett a legjobban megoldozni a pontokért, míg az utóbbiaknál a legkevésbé. Az azonos összpontszámot elért hallgatók fajlagos teljesítménye igen széles tartományban mozog, vagyis vannak olyan hallgatók, akiknek jobban (pl. H173, H92), és vannak olyanok, akiknek kevésbé (pl. H22, H206, H39) kellett megoldozniuk egyetlen pont eléréséért. A két legmagasabb pontértéket elért 4 hallgató fajlagos teljesítménye alig tér el egymástól.

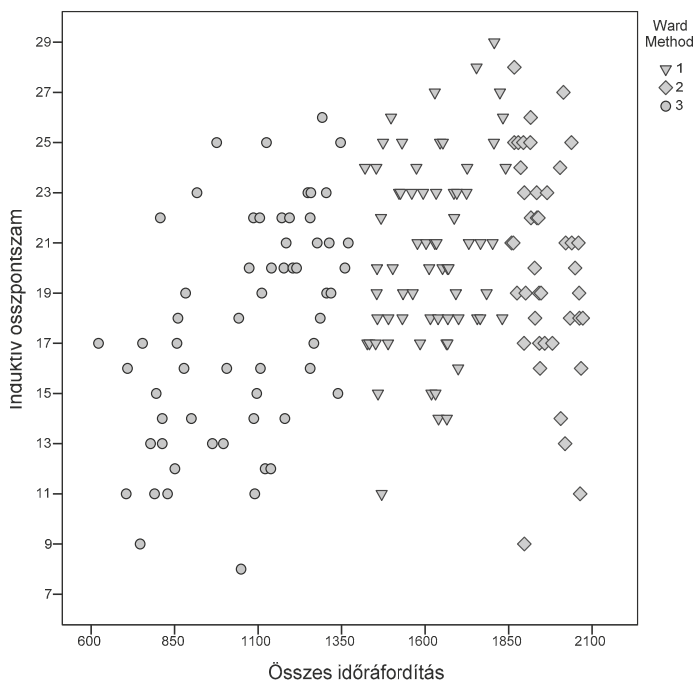


14. ábra. Az induktív teszten a legjobban teljesítő 10%-nyi hallgató fajlagos teljesítménye és az elért pontszáma (●)

Klaszteranalízis által a teszten elért pontszám és az időráfordítás alapján hallgatói csoportokat képeztünk (15. ábra), s mint látjuk, a klasszifikálás alapjaként a feladatok megoldásához szükséges idő adódott (a 13. ábrán megadott szakok vonatkozásában). Az első csoportba a teljes rendelkezésre álló időt kihasználó alaposak (◆), a másodikba a megfontoltak (▼), míg a harmadikba a gyors észjárásúak, illetve a felületesek (●) tartoznak. A magas időráfordítás még nem feltétlenül eredményezett jó teljesítményt, illetve viszonylag alacsony időráfordítással is lehetett jó eredményt elérni. A klasztereket a klasztercentroidok alapján jellemeztük (6. táblázat). Az átlagokat varianciaanalízisnek vetettük alá. Mind az elért pontszámok ($F = 9,042$; $p < 0,001$), mind pedig az időráfordítás ($F = 499,069$; $p < 0,001$) vonatkozásában szignifikáns különbséget találtunk az egyes klasztercentroidok között. Az időráfordítás a szórás 85,7%-át magyarázza. A hierarchikus klaszterelemzés megbízhatóságát a K-means eljárással ellenőriztük, de nem találtunk érdemi eltérést a korábban kapott eredményekhez képest.

4. táblázat. A képesség komponensek és az időráfordítások szignifikancia-vizsgálata a hallgatók szakja szerint

Cluster		A teszten elért pontszám	A feladatmegoldásra fordított idő
1.	N	60	60
	M	17,62	1062,35
	SD	4,44	203,62
2.	N	68	68
	M	20,54	1621,29
	SD	3,74	117,90
3.	N	42	42
	M	20,19	1959,09
	SD	4,20	68,44
Total	N	170	170
	M	19,42	1507,48
	SD	4,30	383,88



15. ábra. Az időráfordítás és az összpontszám alapján kialakított klaszterek

Összegzés

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 (Rey, 1996; Eger és Grossmann, 2004; Manpower Group, 2015; 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 szabályszerűségei és rendellenességei felismerésére irányul úgy, hogy tulajdonságokat és relációkat összehasonlítva hasonlóságokat, különbségeket, valamint ezeket együttesen érzékeljük. E műveleteket elvégezhetjük verbális, numerikus, képi, mértani alakzatokat tartalmazó feladatokon (Klauer, 1999; Klauer és Phye, 2008). Kutatásunkban mértani alakzatokat tartalmazó feladatok szerepeltek, mert a műszaki képzésekben gyakoriak az ilyen tartalmak, gondoljunk csak a kapcsolási rajzokra, elvi ábrákra, melyeken különböző berendezések modelljét, felépítését, működési módját kell megérteni.

Az induktív gondolkodási képesség felmérésében 212 első évfolyamos műszaki egyetemista vett részt, és három kérdésre kerestük a választ: (1) miként jellemezhető az első évfolyamos mérnökhallgatók induktív gondolkodása, és (2) alminták szerint milyen

eltéréseket mutat, továbbá (3) alkalmas-e a fajlagos teljesítmény a hallgatók gondolkodási sebességének jellemzésére? A mérőeszköz öt feladata háromféle komponensét mérte az induktív gondolkodásnak: (1) analógiás gondolkodás (1 feladat, 6 item), (2) absztrakt gondolkodás (2 feladat, 12 item), (3) diagrammatikus gondolkodás (2 feladat, 12 item). Az induktív gondolkodási képesség mélyreható elemzését tette lehetővé, hogy mértük az itemenkénti időráfordítást is.

A hallgatók a legjobb eredményt az analógiás, míg a leggyengébbet az egyik, az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladatban érték el. Az absztrakt gondolkodást igénylő feladatok közül azok az itemek okoztak nehézséget, amelyeknél a művelet az alak, illetve a teljes mintázat megváltoztatására irányult. A pozíció, a szín és a méret megváltozása kevesebb problémával járt.

Az analógiás gondolkodás fejlettsége azt jelenti, hogy a hallgatók a vizuális struktúrák összefüggéseinek felismerésében, megértésében és azok analógián alapuló leképezésében nagy fejlettséget mutatnak, ami hasznosnak ígérkezik az absztrakt modellekre épülő alkalmazott természettudományos tananyag-tartalmak feldolgozásában.

Ami a diagrammatikus gondolkodást illeti, a két eltérő megközelítést igénylő két feladat itemjeit alaposabb elemzésnek vetettük alá, amit az átlageredmények jelentős mértékű eltérése indokolt az ismeretlen műveletek javára. Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus itemeknél a folyamatábra bemenetén és kimenetein lévő jelsorozat ismert, a közbenső műveleteket, operátorokat kell értelmezni, majd a négyféle lehetséges megoldás közül kiválasztani. Az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus itemeknél a folyamatábra bemenetén lévő jelsorozat és a közbenső műveletek ismertek, míg a kimeneten található jelsorozatot kell kiválasztani öt lehetséges megoldás közül. Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladatnál eggyel kevesebb operátor volt, és eggyel kevesebb lehetséges megoldás közül kellett a jót kiválasztani. Mindez jelentősen lecsökkentette a memória igénybevételét és az időszükségletet, amik a jobb teljesítményt indokolhatják. Ez állhat annak a hátterében is, hogy az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladat itemjeinél nagyobb a hallgatók közötti szórás, mint az ismeretlen operátorokat tartalmazó itemeknél.

Ami a diagrammatikus gondolkodást illeti, a két eltérő megközelítést igénylő két feladat itemjeit alaposabb elemzésnek vetettük alá, amit az átlageredmények jelentős mértékű eltérése indokolt az ismeretlen műveletek javára. Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus itemeknél a folyamatábra bemenetén és kimenetein lévő jelsorozat ismert, a közbenső műveleteket, operátorokat kell értelmezni, majd a négyféle lehetséges megoldás közül kiválasztani. Az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus itemeknél a folyamatábra bemenetén lévő jelsorozat és a közbenső műveletek ismertek, míg a kimeneten található jelsorozatot kell kiválasztani öt lehetséges megoldás közül. Az ismeretlen műveleteket tartalmazó diagrammatikus feladatnál eggyel kevesebb operátor volt, és eggyel kevesebb lehetséges megoldás közül kellett a jót kiválasztani. Mindez jelentősen lecsökkentette a memória igénybevételét és az időszükségletet, amik a jobb teljesítményt indokolhatják.

Az itemenkénti elemzés arra is rávilágított, hogy a nagyobb időráfordítás itt sem feltétlenül eredményez jó megoldást, ugyanakkor a jó eredményekhez feltétlenül szükség van a rendelkezésre álló idő maximális kihasználására. Az induktív gondolkodás teszten elért eredmény és az időráfordítás közötti kapcsolatot exponenciális függvényvel sikerült leírni, ami a teljes variancia közel 21%-át magyarázza, szemben a matematika érettségi eredmény kb. 6%-ával.

A háttérváltozók közül egyedül a hallgatók szakja vonatkozásában figyeltünk meg szignifikáns eltéréseket az induktív gondolkodási képesség komponenseit illetően. És ugyanez volt a jellemző az átlagos időráfordítás vonatkozásában is.

Megvizsgáltuk a legjobb eredményt elért felső 25%-nyi, illetve felső 10%-nyi hallgató háttérváltozóik szerinti összetételét, s megállapítottuk, hogy közöttük jelentősen nagyobb arányban fordulnak elő azok, akik szülei diplomások, akiknek a matematika, valamint a magyar nyelv és irodalom érettségi eredménye jó vagy jeles.

Definiáltuk a fajlagos teljesítmény fogalmát, s megállapítottuk, hogy alkalmas a tanulói eredmények további differenciálására, és következtetni lehet általa a gondolkodás sebességére is. Az azonos összpontszámot elért hallgatók fajlagos teljesítménye széles skálán mozog, az eléréseket leginkább az ismert műveleteket tartalmazó diagrammatikus, illetve az egydimenziós sorozat folytatása feladat eltérő időráfordítása okozza.

A felsőoktatásban a pedagógiai munka hatékonysága növelhető, ha minél több ismerettel rendelkezünk azokról a kompetenciákról, amelyek tantárgyakhoz nem köthetők ugyan, de mégis alapjaiban határozzák meg a hallgatók eredményességét. A hallgatók jobb megismerése hozzásegíti az oktatókat a megfelelő módszerek kiválasztásához. A kompetenciamérés egyrészt ennek lehet alkalmas eszköze. Másrészt hozzájárulhat a munkaerőpiacon való helytállás szempontjából fontos *soft skillek*, transzverzális kompetenciák fejlettségének folyamatos monitorozásához is. Végül harmadrészt segíti a hallgatókat is önmaguk jobb megismerésében. A bemeneti kompetenciamérés keretében végzett, az induktív gondolkodás komponenseinek (absztrakt, analógiás, diagrammatikus gondolkodás) fejlettségét feltérképező kutatásunk ehhez kívánt hasznos adalékokkal szolgálni.

A kutatást longitudinális formában évenként meg kívánjuk ismételni, hogy nyomon követhessük a képzés e kompetenciákra gyakorolt fejlesztő hatását. Ehhez egy standardizált mérőeszköz kidolgozását is fontosnak tartjuk. Hasznosnak ígérkezik az induktív gondolkodás fejlettségének összehasonlító elemzése mértani alakzatokat, verbális és numerikus itemeket tartalmazó feladatok esetén. Ezek összefüggésben vannak-e a hallgatók által tanult szakok jellegével? Például a pedagógusképzésben tanulók jobban teljesítenek a verbális, míg a műszaki képzésben részt vevők a mértani alakzatokat tartalmazó feladatokon. Tisztázandó még az is, hogy az induktív gondolkodás milyen összefüggést mutat az intelligenciával és más, speciális képességekkel (pl. térbeli, mechanikai, numerikus következtetési).

Irodalom

- Balcar, J. (2014). Soft skills and their wage returns: Overview of empirical literature. *Review of Economic Perspectives*, 14(1), 3–15. DOI: [10.2478/revcep-2014-0001](https://doi.org/10.2478/revcep-2014-0001)
- Bean, J. P. (1985). Interaction effects based on class level in an explanatory model of college student dropout syndrome. *American Educational Research Journal*, 22(2), 35–64. DOI: [10.3102/00028312022001035](https://doi.org/10.3102/00028312022001035)
- Carnevale, A. P. (2013). *21st century competencies for college and career readiness*. Center on Education and the Workforce.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. 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 València,

- Valencia, Spain, June 20–22, 2018. DOI: [10.4995/head18.2018.8127](https://doi.org/10.4995/head18.2018.8127)
- Csapó, B. (1997). The development of inductive reasoning: cross-sectional assessments in an educational context. *International Journal of Behavioral Development*, 20(4), 609–626. DOI: [10.1080/016502597385081](https://doi.org/10.1080/016502597385081)
- 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.2002.054](https://doi.org/10.1006/drev.2002.054)
- Demetriou, A., Spanoudis, G. & Mouyi, A. (2011). Educating the developing mind: Towards an overarching paradigm. *Educational Psychology Review*, 23(4), 601–663. DOI: [10.1007/s10648-011-9178-3](https://doi.org/10.1007/s10648-011-9178-3)
- Eger, H. & Grossmann, V. (2004). *Noncognitive abilities and within-group wage inequality*. Institute for the Study of Labour.
- Engler, Á. (2019). Non-traditional students in higher education. *Hungarian Educational Research Journal*, 9(3), 560–564. DOI: [10.1556/063.9.2019.3.45](https://doi.org/10.1556/063.9.2019.3.45)
- Georgiev, N. (2008). Item Analysis of C, D and E Series from Raven's Standard Progressive Matrices with Item Response Theory Two-Parameter Logistic Model. *Europe's Journal of Psychology*, 4(3). DOI: [10.5964/ejop.v4i3.43](https://doi.org/10.5964/ejop.v4i3.43)
- Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: what develops? A review of research and theory. *Child Development*, 62(1), 1–22. DOI: [10.1111/j.1467-8624.1991.tb01511.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1991.tb01511.x)
- Greiff, S., Holt, D. V. & Funke, J. (2013). Perspectives on Problem Solving in Educational Assessment: Analytical, Interactive, and Collaborative Problem Solving. *The Journal of Problem Solving*, 5(2), Article 5. <https://docs.lib.purdue.edu/jps/vol5/iss2/5> DOI: [10.7771/1932-6246.1153](https://doi.org/10.7771/1932-6246.1153)
- Hamers, J., De Koning, E. & Sijtsma, K. (2000). Inductive reasoning in the third grade: intervention promises and constraints. *Contemporary Educational Psychology*, 23(1), 132–148. DOI: [10.1006/ceps.1998.0966](https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0966)
- Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. & Besuch, G. (2010). *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer Bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/2008*. HIS: Forum Hochschule, 2. HIS GmbH.
- Kane, H. & Brand, Ch. (2003). The importance of Spearman's g. As a psychometric, social, and educational construct. *The Occidental Quarterly*, 3(1), 7–30.
- Kautz, T. D., Heckman, J., Diris, R., ter Weel, B. & Borghans, L. (2014). *Fostering and measuring skills: Improving cognitive and non-cognitive skills to promote lifetime success*. National Bureau of Economic Research. DOI: [10.3386/w20749](https://doi.org/10.3386/w20749)
- Khine, M. S. & Areepattamanni, S. (2016). *Non-cognitive Skills and Factors in Educational Attainment*. Sense Publishers. DOI: [10.1007/978-94-6300-591-3](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-591-3)
- Klauer, K. J. & Phye, G. D. (2008). Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, 78(1), 85–123. DOI: [10.3102/0034654307313402](https://doi.org/10.3102/0034654307313402)
- Klauer, K. J. (1999). Fostering higher order reasoning skills: The case of inductive reasoning. In Hamers, J. H. M., van Luit, J. E. H. & Csapó, B. (szerk.), *Teaching and learning thinking skills*. Swets és Zeitlinger. 131–156.
- Kozma Tamás & Pusztai Gabriella (2018). A Coleman-jelentés hatása Magyarországon a rendszerváltás előtt és után. In Tóth Dorina Anna (szerk.), *Az oktatás gazdagsága: Tanulmányok Polónyi István tiszteletére*. Center for Higher Education Research and Development. 25–47.
- Larsen, M. S., Kornbeck, K. P., Kristensen, R. M., Larsen, M. R. & Sommersel, H. B. (2013). *Dropout Phenomena at Universities: What is Dropout? Why does Dropout Occur? What Can be Done by the Universities to Prevent or Reduce it? A systematic review*. Danish Clearinghouse for Educational Research.
- Lukovics Miklós & Zuti Bence (2014). Egyetemek a régiók versenyképességének javításáért: „negyedik generációs” egyetemek? *Tér és Társadalom*, 28(4), 77–97. DOI: [10.17649/tet.28.4.2587](https://doi.org/10.17649/tet.28.4.2587)
- Manpower Group (2015). *Talent shortage survey research results*. Manpower Group.
- Molnár, Gy., Greiff, S. & Csapó, B. (2013). Inductive reasoning, domain specific and complex problem-solving: Relations and development. *Thinking Skills and Creativity*, 9(2013), 35–45. DOI: [10.1016/j.tsc.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.03.002)
- Mousa, M. (2017). The influence of inductive reasoning thinking skill on enhancing performance. *International Humanities Studies*, 4(3), 37–48.
- Neubert, J., Mainert, J., Kretzschmar, A. & Greiff, S. (2015). The assessment of 21st century skills in industrial and organizational psychology: Complex and collaborative problem solving. *Industrial and Organizational Psychology: Perspectives on Science and Practice*, 8(2), 238–268. DOI: [10.1017/iop.2015.14](https://doi.org/10.1017/iop.2015.14)
- Newton, P. & Bristoll, H. (year without indication). *Numerical reasoning, verbal reasoning, abstract reasoning, personality tests*. Psychometric Success. WikiJob Ltd. <https://www.psychometric-success.com/>
- Pásztor Attila (2019). Induktív és kombinatív gondolkodás fejlettségének online vizsgálata. *Iskolakultúra*, 29(1), 42–54. DOI: [10.14232/ISK-KULT.2019.1.42](https://doi.org/10.14232/ISK-KULT.2019.1.42)
- Pellegrino, J. & Glaser, R. (1982). Analyzing aptitudes for learning: inductive reasoning. In Glaser, R. (szerk.), *Advances in instructional psychology*. Erlbaum. 269–345.

- Resing, W. C. M. (1993). Measuring inductive reasoning skills: The construction of a learning potential test. In Hammers, J. H. M., Sijstma, K. & Ruijsse-naars, A. J. J. M. (szerk.), *Learning potential assessment. Theoretical, methodological and practical issues*. Amsterdam: Swets and Zeitlinger. 219–242. DOI: [10.1201/9781003077398-15](https://doi.org/10.1201/9781003077398-15)
- Rey, B. (1996). *Les compétences transversales en question*. ESF Editeur.
- Rumelhart, D. E. (1989). Toward a microstructural account of human reasoning. In Vosniadou, S. & Ortony, A. (szerk.), *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge University Press. 298–312. DOI: [10.1017/CBO9780511529863.014](https://doi.org/10.1017/CBO9780511529863.014)
- Söderqvist, S., Nutley, S. B., Ottersen, J., Grill, K. M. & Klingberg, T. (2012). Computerized training of non-verbal reasoning and working memory in children with intellectual disability. *Frontiers in Human Neuroscience*. DOI: [10.3389/fnhum.2012.00271](https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00271)
- Spady, W. G. (1970). Dropouts from higher education: An interdisciplinary review and synthesis. *Interchange*, 1(1), 109–121. DOI: [10.1007/bf02214313](https://doi.org/10.1007/bf02214313)
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man: Their nature and measurement*. MacMillan.
- Stieff, M., Hegarty, M. & Dixon, B. (2010). Alternative strategies for spatial reasoning with diagrams. In Goel, A., Jamnik, M. & Narayanan, N. H. (szerk.). *Diagrammatic Representation and Inference*. Springer. 115–127. DOI: [10.1007/978-3-642-14600-8_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-14600-8_13)
- 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/ijcsee1803067t](https://doi.org/10.5937/ijcsee1803067t)
- 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(100699). DOI: [10.1016/j.tsc.2020.100699](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100699)
- Whittemore, S. T. (2018). *Transversal competencies essential for future proofing the workforce*. Skilllibrary.

Absztrakt

A felsőoktatás feladata kettős: (1) felkészíteni a hallgatókat a munkaerő-piaci elvárások kielégítésére, (2) olyan tanulási környezet, feltételek megteremtése, hogy a hallgatók minél nagyobb számban tudják teljesíteni a tantárgyi követelményeket, vagyis minél alacsonyabb mértékű legyen a lemorzsolódás. E kettős követelmény kielégítéséhez alkalmas eljárás lehet a hallgatók transzverzális kompetenciáinak bemeneti, illetve folyamatos monitorozása. E kompetenciák köre igen szerteágazó. Jelen tanulmányunkban a problémamegoldásban fontos szerepet játszó induktív gondolkodásra, illetve annak komponenseire, az absztrakt következtetéses, illetve a diagrammatikus gondolkodásra fókuszáltunk. A kutatásban 212 BSc képzésben tanuló, első évfolyamos műszaki egyetemista vett részt. A kutatás során egy, a munkaerő kiválasztásában széles körben alkalmazott mérőeszközt alkalmaztunk, amit online formában kellett a hallgatóknak kitölteniük. Így az eredmények mellett lehetőség nyílt a megoldási idő rögzítésére itemenként. A kapott eredményeket az IBM SPSS Statistics programmal értékeltük ki. Az elemzés kiterjedt az induktív gondolkodás, illetve annak két alkotóelemének, az absztrakt következtetésnek és a diagrammatikus gondolkodásnak háttérváltozóik, továbbá időráfordítás szerinti összevetésére, majd a fajlagos teljesítmény definiálására is. Az időráfordítás és a teszten elért teljesítmény között függvénykapcsolatot találtunk. A diagrammatikus feladat itemjeit mélyebb elemzésnek vetettük alá. A hallgatók fejlett analógiás gondolkodással rendelkeznek, viszont a diagrammatikus gondolkodásuk igen eltérő fejlettséget mutat, ami a műszaki problémák megoldása során nehézséget okozhat.