

Szegedi Tudományegyetem
Neveléstudományi Doktori Iskola
Digitális technológiák az oktatásban Doktori Program

PLUHÁR ZSUZSA

Algoritmikus gondolkodás vizsgálata és fejlesztése

Tézisfüzet

Témavezető:

Prof. Dr. Molnár Gyöngyvér



Szeged, 2025

Az értekezés témája, relevanciája és szerkezete

Jelen disszertáció fókuszában egy algoritmikus gondolkodást reprezentáló modell kidolgozása és erre építve egy elsőéves angol nyelvű BSc oktatásba bekerülő egyetemista hallgatók algoritmikus gondolkodásának mérésére szolgáló teszt kidolgozása, működésének elemzése, illetve egy ehhez kapcsolódó fejlesztő kurzus fejlesztése és hatékonyságvizsgálata áll. A *kutatás relevanciáját* adja, hogy az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Karának (ELTE IK) angol nyelvű BSc Programozó képzésébe bekerülő hallgatók egy része – az első évben oktató kollégák tapasztalatai és visszajelzései, valamint a kurzusok teljesítésének mutatói alapján – a sikeres tanulmányokhoz szükséges szintnél jelentősen alacsonyabb szintű algoritmikus gondolkodási szinttel érkezik. Miután a gondolkodási képességek célzott fejlesztéssel hatékonyan fejleszthetőek (Molnár et al., 2013; Mousa & Molnár, 2020; Pásztor et al., 2015), mind az oktatók, mind a hallgatók számára támogatást jelent, ha a hallgatók algoritmikus gondolkodásának átlagos szintje eléri a sikeres egyetemi tanulmányokhoz szükséges szintet, ezáltal jelentős mértékben csökkentve a hallgatók közötti különbségeket. Ezt egy diagnózis felállítását követő felzárkóztató fejlesztéssel el lehet érni, azaz első lépésben szükség van a frissen felvett hallgatók valid és megbízható mérésére, majd az adott kritériumszint alatt teljesítők fejlesztésére. A kutatás során készített teszt (és fejlesztő kurzus) hiánypótló – nem csak – az ELTE IK folyamataiban. Ennek egyik oka, hogy a külföldi hallgatók felvételi kritériumai nem ellenőrizhetőek olyan szinten, ami megfelelő lenne. A legtöbb magyarországi egyetem online felvételi szelekciója nem teszi lehetővé a teljes ellenőrizhetőséget. Nem egyértelműen meghatározható, hogy a jelentkező mennyire a saját tudásával teljesített, illetve az adott ország érettségi követelményei milyen szintet határoznak meg például az egyes gondolkodási területeken. A másik kiemelt szempont a hallgatóknak lehetőséget tud nyújtani a *tanulmányuk megkezdéséig* egy megfelelő szintre való felzárkózáshoz. Általánosan elmondható, hogy az egyetemek, felsőoktatási intézmények a meglévő oktatásukba, az első évben megjelenő kurzusokkal, a már ezen tudást, ismereteket alkalmazó kurzusokkal párhuzamosan igyekeznek a hallgatókat felzárkóztatni, algoritmikus és informatikai gondolkodásukat fejleszteni. Ezen kurzuskínálatok is többnyire nem programozó szakos hallgatókra koncentrálnak, mivel ott feltételezik a hallgatók indulási tudásszintjét.

Az értekezés első fejezetében az IKT területén megfigyelhető változásokhoz kapcsolódó terminológiákat, azok alakulását tekintem át a számítógépes írástudástól az informatikai gondolkodásig. A második fejezet az algoritmus és az algoritmikus gondolkodás fogalmának alakulását és helyét foglalja össze az általános terminológiai változásokban. Valamint

áttekintem az egyes modellekhez kapcsolódó algoritmikus gondolkodás mérésére és fejlesztésére való törekvéseket. A fejezet végén egy általam kidolgozott, átfogó algoritmikus gondolkodás modell kerül bemutatásra, mely a későbbi empirikus vizsgálatok elméleti alapját is képezte.

Az értekezés harmadik fejezete tartalmazza azt a két kapcsolódó kutatást, mellyel a PhD kutató munkámat elkezdtem – a kisiskolások, illetve erre építve az 5–6. osztályosok algoritmikus gondolkodásának vizsgálatához megtett első lépéseket. A kutatómunka mellett az ELTE IK-n betöltött oktatási feladataimban erőteljes hangsúlyt kapott az angol nyelvű programozó képzésbe való bekapcsolódásom, és a hallgatók teljesítményével kapcsolatos saját és kollégáktól származó tapasztalatok. A fókusz – az algoritmikus gondolkodás vizsgálata – ugyan megmaradt, de a kutatásban megcélzott korosztály eltolódott az egyetemisták felé. Mindemellett úgy gondolom, az ebben a fejezetben ismertetett kutatások során született eredmények alapként szolgáltak a végső kutatásom kivitelezéséhez. Ezen vizsgálatokban azt monitoroztuk, hogy (1) a közoktatás legifjabb nemzedéke felkészült-e a számítógéppel végzett tesztelésekre, illetve, hogy (2) a tesztelésre tervezett feladattípusok sikeres megoldását milyen háttérváltozók befolyásolják.

A negyedik fejezet egységbe szervezi a kutatási kérdéseket, hipotéziseket és a disszertáció fókuszában álló, algoritmikus gondolkodást felsőoktatási környezetben monitorozó és fejlesztő kutatás-sorozatot, valamint eredményeit. Első lépésként egy pilot kutatás keretein belül a tesztet egy önbevalláson alapuló, a szakirodalom alapján feltételezett befolyásoló háttérváltozókra (pl.: előképzettség, nyelvtudás) vonatkozó kérdéseket tartalmazó kérdőívvel kiegészítve vizsgáltam. Második lépésként bemutatásra kerül a kutatás keretein belül, a pilot eredményeit figyelembe vevő, átdolgozott algoritmikus gondolkodás teszt. A teszt feladatainak elemzése mellett a hallgatók későbbi Programozás (Programming) kurzuson való teljesítését és az első szemeszter végi átlagos teljesítményüket is vizsgáltam a teszten kritériumszint alatt teljesítő és előkészítő féléven részt vett, illetve egyből az első félévet megkezdő hallgatók tekintetében. A monitorozás végül három szemesztert (2 megoldó csoportot) ölel át, mivel a Covid megjelenésével az online, illetve később a hibrid megoldások már más környezeti befolyást jelentettek, így nem összevonhatóak a jelenléti tesztek eredményeivel.

A fejezet végén röviden összefoglalom a Covid időszak alatt született eredményeket és bemutatom a teszt javított, egyelőre csak online felhasználással rendelkező eredményeit. Az ötödik, egyben utolsó fejezet a kutatás és a bemutatott eredményeket szintetizálja, összefoglalja

a korlátait, illetve a kialakított algoritmikus gondolkodás modellre építve két további megvalósulást, kutatási lehetőséget vázol fel.

Elméleti háttér

A globalizáció és a technológiai fejlődés mélyreható változásokat hozott a 21. század társadalmában, megkönnyítve a tudás elérését és növelve az információhoz való hozzáférés sebességét. (Buckingham & Willett, 2006; Csapó, 2008; Molnár, 2011) A technológiai változások új problémákat és kihívásokat eredményeznek mindennapi életünkben és munkánk során. Ennek következtében egyre erőteljesebben fogalmazódott meg az igény olyan képességek fejlesztése és megléte iránt, amelyek szükségesek az élet kihívásainak sikeres kezeléséhez (Buckingham & Willett, 2006; Csapó, 2008; Molnár, 2011; Oblinger & Oblinger, 2005; Weintrop, 2021).

Az oktatás területén ez a folyamat folyamatos paradigmaváltást igényel. Nemcsak a tudás tartalma és megszerzése változik, hanem a tanári szerep is átalakul. (Csapó, 2008; Molnár, 2011) A pedagógusok feladata már nem csupán a ténybeli tudás átadása, hanem a gondolkodási képességek és az életvezetési készségek fejlesztése is. (Csapó, 2002, 2008; Molnár, 2011; Nettelbeck, 2005) Az IKT eszközök és a mesterséges intelligencia (MI) oktatásra gyakorolt hatásai, magukban hordozzák például a személyre szabott tanulás előnyeit, ugyanakkor olyan kihívásokat is támasztanak, mint például a kritikus gondolkodás fejlesztésének szükségessége, az adatvédelem, az etikai kérdések és a pedagógusok felkészültsége. Az oktatási változásokkal párhuzamosan szükség van a fogalmi keretek és a pedagógiai modellek folyamatos adaptálására a hatékony integráció érdekében. A technológiai, társadalmi változásokkal a számítástechnika, informatika használatához kapcsolható ismereteket, elvárásokat összekapcsoló fogalomkör is folyamatos változáson esett át (Bawden, 2008; Dagiene, 2011; Weintrop et al., 2021). Az IKT műveltségtől a digitális kompetencia, műveltség, majd a jelenleg elterjedt informatikai gondolkodás komponensei, dimenziói és definíciói is folyamatosan átértékelődnek.

Az algoritmikus gondolkodás már az informatikai gondolkodás fogalmának megjelenése előtt, az első eszközhasználatot túllépő fogalmi keretben fontos, kiemelt területnek számított. Egyes kutatók (Denning & Freeman, 2009) szerint az 1950-60-as években használt fogalom nagy fedést mutat – majdhogynem megegyezik – a most informatikai gondolkodásként elfogadott meghatározásokkal. Az alapdefiníciók elsősorban annak függvényében változtak, milyen egyéb készségekkel, képességekkel került összekapcsolásra, együttes vizsgálatra, illetve az algoritmus definíciója mennyire elfogadottan foglalja magában az „adatábrázolás” témakörét

is. Összefoglalóan megállapítható, hogy az algoritmikus gondolkodás egy dinamikus, sokrétű és alapvetően emberi képesség, amely a gépi és emberi gondolkodás közötti kapcsolatra épít, de nem feltétlenül gépi interpretációba torkollik.

Az algoritmikus gondolkodást vizsgáló irányzatok egyike a programozói, egy program elkészítésének folyamatába illesztett lépésekhez köti a gondolkodási szintek vizsgálatát. (Futschek, 2006; Garner, 2003; Lehmann, 2024; Szántó, 2002; Vasconcelos, 2007; Zsakó & Szlávi, 2010). Több megközelítés a módosított Bloom Taxonómia kognitív elemeire épít. (Churches, 2008; Selby, 2013). A kutatások alapjául kidolgozott modell létrehozásánál egy olyan modell kialakítása volt a cél, mely vizsgálható előismeretek hiányában is működni tud, valamint a gondolkodási komplexitást is megjeleníti, és figyelembe veszi a megoldandó probléma összetettségét is. A kiterjesztett Bloom Taxonómiából kiindulva, de a korábban ismertetett modellekből a megértés (understand) és alkalmazás (apply) szinteket összevonva vizsgáltam. A modellben az algoritmusok megértése, alkalmazása, megalkotása mellett szerepet kap a hibakeresés, elemzés és az adatokkal kapcsolatos manipuláció – ezzel összeolvasztva a Futschek(2006) és Shute és munkatársai (2017) által kialakított modellekben is fellelhető koncepciót.

Kutatási kérdések, hipotézisek

A doktori kutatásom fő célja egy elsőéves angol nyelvű BSc oktatásba bekerülő egyetemista hallgatók algoritmikus gondolkodásának mérésére szolgáló teszt kidolgozása, működésének elemzése, illetve egy ehhez kapcsolódó fejlesztő kurzus fejlesztése és hatékonyságvizsgálata.

Ezek alapján az alábbi kutatási kérdéseket fogalmaztam meg:

K1a: Létrehozható-e az elméleti modellre építve egy megbízható, megfelelő jóságmutatókkal rendelkező algoritmikus gondolkodást mérő teszt, amely alkalmas az elsőéves CS BSc hallgatók differenciálására?

K1b: Kimutatható-e bármilyen kapcsolat az angol nyelv ismerete, az előtanulmányok, illetve a különböző algoritmikus gondolkodási szintek között, ami befolyásolhatja egy, a K1a-ban megfogalmazott teszt sikerességét?

K2: Van-e és ha igen, milyen összefüggés mutatható ki az egyes algoritmikus gondolkodási szintek között az elsőéves hallgatók körében?

K3: Van-e összefüggés a hallgatók algoritmikus gondolkodási képességszintje és a Programozás (Programming) kurzuson nyújtott teljesítmény között?

K4: Az előkészítő évre besorolt, a teszt alapján alacsonyabb algoritmikus gondolkodási szinttel rendelkező hallgatók részvétele az előkészítő kurzuson (illetve kurzusokon) hozzájárult-e a Programozás (Programming) kurzus későbbi sikeres teljesítéséhez?

A kérdések alapján felállított hipotéziseim a következők:

H1: Kidolgozható olyan megbízható, az algoritmikus gondolkodás mérésére fókuszáló, az elméleti modellen alapuló teszt, mely megfelelően szűri az algoritmikus gondolkodás területén fejlesztendő hallgatókat.

H2: Az algoritmikus gondolkodási szintek egymásra épülnek – az alacsonyabb gondolkodási szintre besorolt egyszerűbb komplexitású feladatok sikertelen megoldása predesztinálja a magasabb gondolkodási szintre, illetve komplexebbnek besorolt feladatok sikertelenségét.

H3: Az alacsonyabb algoritmikus gondolkodási szinttel érkező hallgatók teljesítése a Programming (és más kapcsolódó programozást oktató) kurzuson rosszabb, mint a magasabb algoritmikus tudásszinttel rendelkező társaiké.

H4: A teszt eredménye alapján alacsonyabb algoritmikus gondolkodási szinttel rendelkező hallgatók előkészítő kurzusokon való részvétele hozzájárul a Programozás (Programming) kurzus sikeres teljesítéséhez.

Kutatási lépések és eredmények

Kutatási előzmények

Kutatási előzményként az eredeti kutatási irányom, a fiatalabb korosztályt megcélzó fókusz során elvégzett két vizsgálat kérdéseit és eredményeit foglaltam össze. Első lépésként azt vizsgáltam meg, hogy akár a legkisebb *korosztályban egy számítógéppel végzett mérés meg tudja-e állni a helyét, és a számítógép, mint mérési eszköz mennyire befolyásolhatja a tesztek eredményét.*

A következő kutatási kérdéseket fogalmaztuk meg: (1) felkészültek-e a kisiskolás diákok a számítógép-alapú tesztekkel történő empirikus kutatásokra, azaz a technológiai műveltségi szintjük alapján alkalmazhatóak-e számítógép-alapú tesztek, (2) vannak-e olyan műveletek, melyek problémát jelentenek számukra, ezért tesztbeli alkalmazásuk kerülendő, és (3) hogyan változik és miként jellemezhető 1–4. évfolyamos diákok technológiai műveltségének fejlettségi szintje. A teszt 41 (35 item az 1–2. és 28 item a 3–4. osztályosok esetében) feladatot tartalmazott két nehézségi változatban horgonyelemek használatával. Az egérkezelés során vizsgáltuk egy adott képre, illetve űrlapelemre való kattintás sebességét a kattintás pontosságának

függvényében, illetve anélkül. Ugyancsak az egérkezelési feladatokhoz tartozott a vonszolás technikájának és gyakorlottságának feltérképezése: egy megadott helyre vonszolás, egy nagyobb területre vonszolás kombinálva a vonszolandó elemek, illetve a cél számával ugyancsak időmegszorítással és anélkül. A billentyűzetkezelés vizsgálatánál a hosszabb és rövidebb szövegek értelmes, illetve értelmetlen, speciális karaktert tartalmazó, illetve nem tartalmazó változatban történő gépelése adta a feladatokat ismét az idő megszorítással, illetve anélkül kombinálva. Az 1–2. évfolyamon kevesebb speciális karaktert és hosszabb szöveget tartalmazó feladat szerepelt, míg a 3–4. osztályban – hogy elkerüljük a plafoneffektust – kihagytuk az egy, illetve, nagy terület egérrel való manipulációinak vizsgálatát. Az 1–4. osztályosok körében végzett kutatás rámutatott arra, hogy az elsősorban iskolai környezetben használt egér és billentyűzet kezelés megfelelő szintet mutat ahhoz, hogy akár az algoritmikus gondolkodáshoz kapcsolódó tesztek számítógépes környezetben végezhessek el.

Második lépésként a nemzetközi *Bebras* kezdeményezéshez csatlakozva, abban tevékeny részt vállalva az informatikai gondolkodással kapcsolatos feladatokat magyar közoktatási környezetben vizsgálva, valamint a nemzetközi szakirodalmat áttekintve alakítottam ki egy koncepciót az algoritmikus gondolkodás szintjeiről és vizsgálatának egy lehetséges környezetéről. A nemzetközi kezdeményezés magyar megvalósulásának eredményeit folyamatosan, évről évre monitoroztam. 2013-ban egy háttérkérdőív segítségével *a feladatok tesztelésbe való bevonhatóságát, a megoldásuk sikerességének a résztvevő diákok háttérváltozóival való kapcsolatát is megvizsgáltam.* A következő kutatási kérdéseket fogalmaztam meg:

- Kh1: Van-e különbség az algoritmikus gondolkodáshoz kapcsolódó feladatok és a más informatikai gondolkodási struktúrát érintő feladatokon nyújtott teljesítmények között?
- Kh2: Befolyásolja-e és ha igen, milyen szinten a versenyen való sikeres részvételt, a feladatok sikeres megoldását az iskolai és otthoni általános számítógép használat?

A korcsoportonként 18, összesen 41 feladatot tartalmazó tesztbattériaként kezelt versenyen az algoritmikus gondolkodást (alg), információk megértését, feldolgozását (inf) és informatikai struktúrákat (struc) tartalmazó feladatok közel azonos számban szerepeltek. A verseny feladatai mellé elkészített háttérkérdőívben a résztvevők számítógép-használattal kapcsolatos lehetőségeit és szokásait (gyakoriság, tartalom, szülői korlátozás) mértem fel, tekintettel mind az iskolai mind az otthoni környezetre. Az iskolai használat kapcsán elkülönítésre került a tanórán való, nem a tanári demonstrációra alkalmazott használat gyakorisága és tartalma, valamint a tanórán kívüli lehetőségek létezése és kihasználása. Az IKT használat alatt nem csak számítógép és laptop, de az okostelefon által nyújtott lehetőségekre is

rákérdeztem. A háttérkérdőív a feladatsoroktól (megmérettetéstől) függetlenül, teljesen anonim módon került felvételre. A mintát a megmérettetésben adott évben résztvevő 4 korcsoport (5–6., 7–8., 9–10. és 11–12. évfolyam) diákjainak (N=6246; rendre 2390, 2550, 965 és 340 fő) közel fele (N=2934) képezte. Az első kutatási kérdés (Kh1: Van-e különbség az algoritmikus gondolkodáshoz kapcsolódó feladatok és a más informatikai gondolkodási struktúrát érintő feladatokon nyújtott teljesítmények között?) esetében megállapítható, hogy a fiatalabb korcsoport (Benjámin, 5–6. osztály) az algoritmikus gondolkodással (alg) kapcsolatos feladatokban szignifikánsan jobban, míg az adatstruktúrákkal (struc) – ami szintén az algoritmikus gondolkodáshoz tartozó terület – a legrosszabbul teljesítettek. A Kadét (7–8. osztály) és a Senior (11–12. osztály) esetében pont ellenkező elmozdulás tapasztalható. A második kutatási kérdés (Kh2: Befolyásolja-e és ha igen, milyen szinten a versenyen való sikeres részvételt, a feladatok sikeres megoldását az iskolai és otthoni általános számítógép használat?) esetében pedig elmondható, hogy a versenyen a feladatok megoldásában mutatott teljesítményt nem befolyásolta sem az otthoni, sem az iskolai számítógéphasználat mennyisége és minősége. Az adatok elemzése és a limitációk figyelembevétele során arra a következtetésre jutottam, hogy megfelelő hód feladatokkal az algoritmikus gondolkodás szintjei akár informatikai előképzettség, programozói ismeretek nélkül is vizsgálhatók, mérhetők.

Pilot

Harmadik lépésként kialakítottam egy elsődleges, *a létrehozott modellre épülő*, algoritmikus gondolkodást mérő tesztet, és háttérkérdőívvel kiegészítve egy *pilot kutatás* keretein belül megvizsgáltam az első éves, angol nyelvű Programozó képzésben részt vevő egyetemisták bevonásával a teszt használhatóságát és az önbevalláson alapuló háttértényezőit. A pilot kutatás során a tesztet és a háttérkérdőívet 2018-2019-es tanév őszi szemeszterének a Programming kurzusán résztvevő hallgatók 60%-a (N=42) töltötte ki. A nemi arányok a külföldi hallgatói arányokkal megegyezőek (12 nő és 30 férfi) voltak. A teszt reliabilitása (Cronbach- α =0,387) alacsony lett, melynek egyik oka az alacsony itemszám, a másik az item elemzésnél is kimutatott három feladat alacsony diszkriminációs index értéke volt. Az alacsony diszkriminációs értékű feladatokat kizárva a teszt reliabilitása nőtt (Cronbach- α =0,649). A feladatok IRT elemzésénél az itemek nehézségi szintjei és a diákok többségének képességszintje a -2,0 és +2,0 logitegység képességtartományban mozgott. Az algoritmikus gondolkodást vizsgáló feladatokon elért eredmények és a felmért háttérváltozók között nem találtam szignifikáns összefüggést. A nem, ország, nyelvismeret tekintetében pedig nem mutattak az eredmények szignifikáns különbségeket az egyes résztvevők tekintetében. Sem a

feladatokat, feladat csoportokat, sem a teljes pontszámot vizsgálva. A leszűkített teszt eredményeivel végzett vizsgálatok sem mutattak szignifikáns összefüggést, illetve különbséget az egyes háttérváltozókkal. Az első kutatási kérdésre (K1b: Kimutatható-e bármilyen kapcsolat az angol nyelv ismerete, az elő-tanulmányok, illetve a különböző algoritmikus gondolkodási szintek között, ami befolyásolhatja egy K1a-ban megfogalmazott teszt sikerességét?) emiatt az alacsony részvételi létszám és a teszt egyszerűségét és az önbevallás tényét tekintve limitációkkal megállapítható, hogy a teszt sikerességét nem befolyásolják a háttérváltozóként vizsgált alapvető előismeretek, elő-tanulmányok, illetve a nyelvi szint.

Algoritmikus gondolkodás teszt és fejlesztő kurzus

Az eredményeket figyelembe véve javítottam és kiegészítettem a *tesztet*, valamint kidolgoztam az informatikai gondolkodást (illetve annak kiemelt elemeit, mint a probléma megoldás, az algoritmikus gondolkodás, motiváció az informatikával kapcsolatos feladatokban) fejlesztő *kurzust*. A kialakított tesztet a fejlesztő kurzushoz kapcsolva vizsgáltam: a teszt használhatóságát az egyetemi besorolási rendszerben, valamint a kialakított kurzus hatékonyságát az algoritmikus gondolkodás fejlesztésének tükrében. A pandémia helyzet miatt jelen kutatás csupán a 2019/20 I félévtől a 2020/21 I. félévéig tartó időszakot vizsgálja, mely 137 angol nyelvű tesztet megíró BSc-s hallgatói mintát jelent, akiből 38 végül nem iratkozott be, kezdte meg a félévet. A beiratkozók közül pedig 19 nem írta meg a belépő teszteket. Olyan hallgató (N=35), aki végül a bevezető félévet kezdte el, de nem lépett tovább az első félévre, nem volt. A teszt reliabilitása (Cronbach- α =0,6) a pilot kutatás első fejlesztéséhez képest javult. Az item kihagyásos reliabilitáselemzés nem jelzett olyan feladatot, amely eltávolításával a reliabilitás növelhető lenne. A feladatok diszkriminációs indexét vizsgálva megállapítható, hogy 4 item alacsony értékkel rendelkezik, azaz ezek a feladatok kevésbé differenciálják a különböző képességszintű diákokat egymástól. Az IRT elemzésnél is megfigyelhetőek, ahol az itemek nehézségi szintjei és a diákok többségének képességszintje a -3,0 és +3,0 logitegység képességtartományban mozgott. A helyes és helytelen válaszok arányát tekintve megállapítható, hogy átlagosan a legnehezebb feladatok az alkotás szintűek, amikor a hallgatóknak saját algoritmust kellett alkotniuk a feladat kérdésének megválaszolására. Azonban egy bonyolultabb algoritmus alkalmazása nehezebb feladatnak bizonyult, mint egy egyszerűbb koncepcionalizálása vagy elemzése, illetve mindegyik csoportnál a nehéz feladat a következő csoport könnyű – időnként a közepes – szintű feladatánál nehezebbnek mutatkozott. Az egyes algoritmikus szintek közötti kapcsolatok erősségét, mértékét korreláció vizsgálatával elemeztem, ami inkább gyenge korrelációt mutatott. Ezek alapján a 2. kutatási kérdés (K2: Van-

e és ha igen, milyen összefüggés mutatható ki az egyes algoritmikus gondolkodási szintek között az elsőéves hallgatók körében?) megválaszolásában szignifikánsan gyenge összefüggések mutathatók ki az algoritmikus gondolkodás szintjeinek egymásra épülésében. A 2. hipotézis megerősítése, az algoritmikus gondolkodási szintek egymásra épülésének kimutatása nem volt sikeres.

A teszt eredményeit a kutatási kérdések, hipotézisek megválaszolásához összevetettük a Programozás (Programming) kurzuson, illetve az első félév végén nyújtott teljesítménnyel, valamint a központi angol szintfelmérőn elért eredményekkel. Az angol nyelvi teszten elért eredmény és az algoritmikus gondolkodás teszt eredménye között ($r=0,355$, $p<0,001$), valamint a helyesen megválaszolt kérdések száma között ($r=0,375$, $p<0,001$) gyengén közepes korrelációt tapasztaltam, ami 14%-os magyarázó erővel bír ($F=33,180$; $p<0,001$; $r^2=0,121$). Ez alapján az első kutatási kérdés (K2: Van-e és ha igen, milyen összefüggés mutatható ki az egyes algoritmikus gondolkodási szintek között az elsőéves hallgatók körében?) megválaszolása felülbírálandó: Az angol nyelv ismerete magyarázó tényező az algoritmikus gondolkodás teszt megoldásának sikerességében. A Programozás (Programming) kurzuson elért eredmények, illetve az első féléves kreditátlag tekintetében nincs szignifikáns különbség az előkészítő kurzuson résztvevő, illetve az egyből első félévre beiratkozott hallgatók átlaga között. Azt vizsgálva, hogy a kurzust hányadik felvételre sikerült sikeresen teljesíteni, szintén nem találtam szignifikáns különbséget a két csoport között. Amennyiben a tesztet alkalmas szűrőnek tekintjük, a felzárkóztató félév sikeresen támogatja a hallgatók felzárkóztatását. Alapvetően ez nem csak a „Bevezetés az Informatikai Gondolkodásba” (Introduction to CT) kurzus eredményének tekinthető, hiszen a hallgatók angol és matematikai kurzuson is részt vesznek, valamint egy plusz félévük van belerázódni az idegen nyelvi és kulturális környezetbe. Mivel alacsony azok száma, akik 50% alatti pontszámmal írták meg a tesztet és nem vettek részt az előkészítő kurzuson ez az eredmény is erősíti azt, hogy az előkészítő félévben sikerült leküzdeniük a teszten mutatott elmaradásukat. A 4. kutatási kérdés (Az előkészítő évre besorolt, a teszt alapján alacsonyabb algoritmikus gondolkodási szinttel rendelkező hallgatók részvétele az előkészítő kurzuson (illetve kurzu-sokon) hozzájárult-e a Programozás (Programming) kurzus későbbi sikeres teljesítéséhez?) ezen eredményeket tekintve pozitív irányban kerülhet megválaszolásra. Összefoglalva az algoritmikus gondolkodásra kialakított teszt és a résztvevők későbbi teljesítményének vizsgálata az 1. és a 4. hipotézisemet – a limitációkat figyelembe véve – alátámasztotta. A 3. hipotézisem limitációkkal áll meg, mivel nem jött létre olyan kontrollcsoport (illetve alacsony, 4 fős mintával jött létre), amelyben a hallgatók nem kerültek fejlesztésre amennyiben alacsonyabb algoritmikus gondolkodási szinttel érkeztek.

A teszt az eredmények elemzése óta is használatban van és a fejlesztő kurzussal (illetve előkészítő félévvel) együtt folyamatosan támogatja a diákokat és az ELTE IK oktatását, de a Covid időszak alatti eredmények elemzése más megközelítést igényel. Ennek lezárásával és az online, illetve hibrid oktatásról a jelenléti tesztesésre és oktatásra visszatérve a teszt továbbfejlesztése folytatódhat egy magasabb reliabilitás irányába. További lépések indultak a teszt (és a modell) kiterjesztésére más korosztályok szintjére, illetve a mélyebb dimenziók, illetve kontrollcsoportot alkalmazó vizsgálatok elindítására.

Diszkusszió

A kutatásom fókuszában álló algoritmikus gondolkodás teszt létrehozása során eltértem a kutatás kezdetén, illetve azóta megjelenő nemzetközi kutatók által publikált tesztekétől. Ennek elsődleges oka az, hogy az általam célként meghatározott vizsgálati modell nem csupán a problémák lépésekre bontását, azok logikai sorrendbe állítását és a szisztematikus megoldási eljárások kialakítását foglalta magába. Fontosnak tartottam az adatstruktúrák, az ezekkel kapcsolatos megértési és tevékenységi szintek, valamint a hatékonyság elemzésének és a hibakeresésnek, hibajavításnak a megjelenését is. Ennek eredményeképp a teszt homogenitása romlott, az első kutatási kérdésre, miszerint *létrehozható-e az elméleti modellre építve egy megbízható, megfelelő jóságmutatókkal rendelkező algoritmikus gondolkodást mérő teszt, amely alkalmas az elsőéves CS BSc hallgatók differenciálására*, az eredmények részben pozitív választ adtak. A végső teszt reliabilitása alacsonyabb értéket mutatott, mint például az ATTA vagy a CAT teszteké, de az itemanalízis szerint a legtöbb feladat megfelelően differenciált. Néhány item diszkriminációs értéke azonban alacsony volt, ami jelezte, hogy ezek kevésbé voltak érzékenyek a képességbeli különbségekre. A teszt továbbfejlesztése az online, pandémia alatti időszakban folyamatosan megtörtént, és ennek vizsgálati adatai azt mutatták (Cronbach- $\alpha > 0,7$) hogy a reliabilitás növelhető. Reményeim szerint elérhető lesz akár az ATTA által mutatott, az általam létrehozott modellnél szűkebb területet érintő teszt reliabilitási értéke.

A teszt megerősítette annak jelentőségét, hogy a gondolkodás alapú tesztek során (is) szükséges egy nyelvi szint a feladatok megértéséhez (Schroeders et al., 2022; Harangus, 2022). A pilot során, az önbevalláson alapuló kérdőíves háttér változók vizsgálata alapján ugyan nem mutatkozott érdemi összefüggés a nyelvismeret és a teszten elért eredmények között, de a végső teszt esetén már gyenge-közepes korreláció mutatkozott az angol nyelvi teszten elért eredmény és az algoritmikus gondolkodás teszt eredménye között ($r=0,355$, $p<0,001$), valamint a helyesen

megválaszolt kérdések száma között ($r=0,375$, $p<0,001$), amely rávilágít a nyelvi megértés mérésre gyakorolt hatására.

A kutatás során a tesztben használt itemek alapján nem tudtam erős összefüggést, egymásra épülést kimutatni az egyes algoritmikus gondolkodás szintek között sem item, sem csoport szinten, mint a nemzetközi informatikai és algoritmikus gondolkodás modellek vizsgálata során egyes kutatók (pl. Tsai et al., 2020). A korrelációs és regressziós elemzések alapján a vizsgált szintek között gyenge, de szignifikáns összefüggések mutatkoztak. A legerősebb kapcsolat az alkalmazás és a koncepcionálás szintek között állt fenn ($r = 0,371$; $p < 0,001$), míg a többi szintpár esetén az összefüggés mértéke $0,18-0,26$ közötti r értékekkel jellemezhető. A regresszióanalízis azt mutatta, hogy a tesztrel mért végső teljesítményt leginkább az „alkotás” ($\beta = 0,546$) és az „elemzés” ($\beta = 0,462$) szintek befolyásolták, együtt több mint 73%-os magyarázó erőt képviselve. Ugyanakkor a szintek közötti predikciós képesség alacsony volt: például az alkalmazás csak 13,8%-ban magyarázta a koncepcionálást, az elemzés pedig 6,7%-ban az alkotást. A PLS-SM modellek szintén azt jelezték, hogy az alsóbb szintek együttesen csak korlátozott mértékben képesek előre jelezni a magasabb szint (alkotás) teljesítményét. Összességében az eredmények alátámasztják, hogy a gondolkodási szintek között van kapcsolat, de ezek nem determinisztikus módon épülnek egymásra, így a szintek önállóan is értelmezhetők és mérhetők. Ez megerősíti a második kutatási kérdésre (*Van-e és ha igen, milyen összefüggés mutatható ki az egyes algoritmikus gondolkodási szintek között az elsőéves hallgatók körében?*) adott választ: az algoritmikus gondolkodási szintek között gyenge, de értelmezhető összefüggések mutathatók ki.

A legtöbb informatikai képzésben nemzetközi szinten megjelenő algoritmikus gondolkodást (is) fejlesztő kurzussal ellentétben az általam kidolgozott kurzus elsősorban nem a programozás oktatására fókuszál. Ugyan megjelenik benne egy blokk alapú programozási nyelv, de a fókusz nem a bonyolultabb, összetettebb algoritmusok megértésén és lekódolásán van, hanem az élmény alapú, egyszerűen követhető algoritmusokból kiindulva a gondolkodási struktúrák, stratégiák fejlesztésén. Ehhez a fejlesztő kurzusokra jellemző oktatási elemeket: csoportmunka, megbeszélések, nyílt végű feladatok alkalmazása, ... integráltam. A negyedik kutatási kérdés (K4: Az előkészítő évre besorolt, a teszt alapján alacsonyabb algoritmikus gondolkodási szinttel rendelkező hallgatók részvétele az előkészítő kurzuson (illetve kurzusokon) hozzájárult-e a Programozás (Programming) kurzus későbbi sikeres teljesítéséhez?) az eredmények alapján egyértelműen alátámasztja, hogy akár hagyományos programozási, kódolási feladatok nélkül is sikeresen fejleszthető az algoritmikus gondolkodás nem csak kisiskolás, középiskolás korban (Bell, 2018; Brennan & Resnick, 2012).

Irodalom

- Bawden, D. (2001). Information and digital literacies: A review of concepts. *Journal of Documentation*, 57(2), 218–259.
- Buckingham, D., & Willett, R. (2006). *Digital Generations: Children, Young People, and New Media*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Churches, A. (2008). *Bloom's digital taxonomy*. Australian School Library Association NSW Incorporated. <http://burtonslifelearning.pbworks.com/f/BloomDigitalTaxonomy2001.pdf> (utolsó megtekintés: 2024.08.03.)
- Csapó, B. (2008). A tanulás dimenziói és a tudás szerveződése. *Educatio*, 17(2), 107–217. <http://www.edu-online.eu/hu/letoltes.php?fid=tartalomsor/712> (utolsó megtekintés: 2025. 01. 30.)
- Csapó, B. (2002). A tudáskonceptió változása: nemzetközi tendenciák és a hazai helyzet. *Új Pedagógiai Szemle*, 2, 38–45.
- Dagienė, V. (2011). Informatics education for new millennium learners. In I. Kalaš & R. T. Mittermeir (Eds.), *Informatics in schools: Contributing to 21st century education. ISSEP 2011. Lecture notes in computer science* (Vol. 7013). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24722-4_2
- Denning, P., & Freeman, P. (2009). The profession of IT: Computing's paradigm. *Communications of the ACM*, 52(12), 28–30. <https://doi.org/10.1145/1610252.1610265>
- Futschek, G. (2006). Algorithmic thinking: The key for understanding computer science. In R.T. Mittermeir (Ed.), *Informatics education—the bridge between using and understanding computers* (pp. 159–168). Berlin: Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/11915355_15 (utolsó megtekintés: 2024.08.03.)
- Garner, S. (2003). Learning resources and tools to aid novices learn programming. In *Informing Science & Information Technology Education Joint Conference (INSITE), Pori, Finland, June 24–27, 2003* (pp. 213–222). <https://pdfs.semanticscholar.org/21a6/68fb94878b040e4bffa0858d15896cddb8d.pdf> (utolsó megtekintés: 2024.08.03.)
- Lehmann, T. H. (2024). How current perspectives on algorithmic thinking can be applied to students' engagement in algorithmatizing tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 36(3), 609–643.
- Molnár, Gy. (2011). Az információs-kommunikációs technológiák hatása a tanulásra és oktatásra. *Magyar Tudomány*, (9), 1038–1047.
- Molnár, Gy., Greiff, S., & Csapó, B. (2013). Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: Relations and development. *Thinking Skills and Creativity*, 9(8), 35–45.
- Mousa, M., & Molnár, Gy. (2020). Computer-based training in math improves inductive reasoning of 9- to 11-year-old children. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100687. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100687>
- Nettelbeck, D. C. (2005). *Computers, thinking and learning: Inspiring students with technology*. ACER Press.
- Oblinger, D., & Oblinger, J. (2005). Is it age or IT: First steps towards understanding the Net Generation. In D. Oblinger & J. Oblinger (Eds.), *Educating the Net Generation* (pp. 2.1–

- 2.20). EDUCAUSE. <http://www.educause.edu/educatingthenetgen> (utolsó megtekintés: 2024.08.03.)
- Pásztor, A., Molnár, Gy., & Csapó, B. (2015). Technology-based assessment of creativity in educational context: The case of divergent thinking and its relation to mathematical achievement. *Thinking Skills and Creativity, Special Issue: 21st Century Skills*, 18, 32–42.
- Selby, C. C. (2013). Computational thinking: The developing definition. *ITiCSE Conference 2013*. <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-Developing-Definition.pdf> (utolsó megtekintés: 2024.08.03.)
- Szántó, S. (2002). Az algoritmikus gondolkodás fejlesztése. *Új Pedagógiai Szemle*, 52(5), 84–91.
<https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-pedagogiai-szemle/az-algoritmikus-gondolkodas-fejlesztese-altalanos-iskolaban> (utolsó megtekintés: 2025. 01. 30.)
- Vasconcelos, J. (2007). *Basic strategy for algorithmic problem solving*.
<http://www.cs.jhu.edu/~jorgev/cs106/ProblemSolving.htm> (utolsó megtekintés: 2024.08.03.)
- Weintrop, D., Rutstein, D. W., Bienkowski, M., & McGee, S. (2021). Assessing computational thinking: An overview of the field. *Computer Science Education*, 31, 113–116. <http://dx.doi.org/10.1080/08993408.2021.1918380>
- Zsakó, L., & Szlávi, P. (2010). Informatikai kompetenciák: Algoritmikus gondolkodás. In P. Szlávi (Ed.), *INFODIDACT 2010: 3. Informatika Szakmódszertani Konferencia, Szombathely, Magyarország*. ELTE Informatikai Kar.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27599.69289>

A jelölt a tézisben hivatkozott, disszertációhoz kapcsolódó publikációi

- Abonyi-Tóth, A., & Pluhár, Zs. (2019). Wandering microbits in the public education of Hungary. In S. N. Pozdniakov & V. Dagienė (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 11913. Informatics in schools. New ideas in school informatics* (pp. 189–199). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33759-9_15
- Bacsa-Károlyi, B., Pluhár, Zs., Fehérvári, A., & Bereczki, E. O. (2024). Egy oktatási robotika projekt hatása az algoritmikus gondolkodásra és a robotikával kapcsolatos attitűdökre. In V. Bocsi & C. Csók (Eds.), *Országos Neveléstudományi Konferencia 2024: Oktatás és nevelés a társadalmi jóllét szolgálatában. A nevelés és az oktatás kihívásai a válságok korában* (p. 37). Debreceni Egyetem.
- Magyar, A., Pásztor, A., Pásztor-Kovács, A., Pluhár, Zs., & Molnár, Gy. (2015). A 21. században elvárt képességek számítógép alapú mérésének lehetőségei. In Z. Tóth (Ed.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2014: Oktatás és nevelés – Gyakorlat és tudomány* (pp. 230–243). MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság.
- Molnár, Gy., Tongori, Á., & Pluhár, Zs. (2015). Az informatikai műveltség online mérése. In B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp. 295–317). Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Pluhár, Zs. (2014). Az informatikai műveltség egyes dimenzióinak mérése. In A. Buda (Ed.), *A tanulás és műveltség forradalma* (pp. 50–69). Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.

- Pluhár, Zs. (2020). Informatikai gondolkodás fejlesztésének dimenziói. In L. Zsakó & P. Szlávi (Eds.), *INFODIDACT 2020* (Paper 14). Webdidaktika Alapítvány.
- Pluhár, Zs. (2021). Extending computational thinking activities. *Olympiads in Informatics*, 15, 83–89.
- Pluhár, Zs. (2023). BitHÓDítás interaktív megvalósítás tapasztalatai. In P. Szlávi & L. Zsakó (Eds.), *InfoDidact 2022* (pp. 169–174). Webdidaktika Alapítvány.
- Pluhár, Zs., Bacsa-Károlyi, B., Fehérvári, A., & Bereczki, E. O. (2024). Az algoritmikus gondolkodás mérésének lehetőségei Bebras-alapú feladatokkal egy nemzetközi longitudinális robotika intervencióban. In V. Bocsi & C. Csók (Eds.), *Országos Neveléstudományi Konferencia 2024: Oktatás és nevelés a társadalmi jóllét szolgálatában. A nevelés és az oktatás kihívásai a válságok korában* (p. 36). Debreceni Egyetem.
- Pluhár, Zs., & Gaál, B. (2023). Insights and conclusions from analyzing the Hungarian Bebras Initiative in 2021-2022. In J.-P. Pellet & G. Parriaux (Eds.), *Informatics in Schools: ISSEP 2023 Local Proceedings, 16th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2023* (pp. 175–184). Lausanne, Switzerland.
- Pluhár, Zs., & Gellér, B. (2018). International informatic challenge in Hungary. In M. E. Auer, D. Guralnick, & I. Simonics (Eds.), *Teaching and learning in a digital world: Proceedings of the 20th International Conference on Interactive Collaborative Learning* (pp. 425–435). Springer Netherlands.
- Pluhár, Zs., & Molnár, Gy. (2014a). A technológiai műveltség online mérése kisiskolás diákok körében. In A. Buda (Ed.), *XIV. Országos Neveléstudományi Konferencia: Oktatás és nevelés – gyakorlat és tudomány: Tartalmi összefoglalók* (p. 41.). Debrecen: Debreceni Egyetem Neveléstudományok Intézete.
- Pluhár, Zs., Kaarto, H., Parviainen, M., Garcha, S., Shah, V., Dagienė, V., & Laakso, M.-J. (2022). Bebras challenge in a learning analytics enriched environment: Hungarian and Indian cases. In A. Bollin & G. Futschek (Eds.), *Informatics in schools: A step beyond digital education. 15th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2022, Vienna, Austria, September 26–28, 2022, Proceedings* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 13488, pp. 40–53). Springer.
- Pólya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Pluhár, Zs., & Molnár, Gy. (2014b). Assessing the development of technological literacy in early education. In E. Korom & A. Pásztor (Eds.), *PÉK 2014: XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia: program, előadás-összefoglalók = CEA 2014: 12th Conference on Educational Assessment: program, abstracts* (p. 103.). Szeged: Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Pluhár, Zs., & Torma, H. (2019). Introduction to computational thinking for university students. In S. N. Pozdniakov & V. Dagienė (Eds.), *Informatics in schools: New ideas in school informatics* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 11913, pp. 200–209). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33759-9_15
- Pluhár, Zs., Torma, H., & Törley, G. (2018). Hallgatói teljesítményértékelés az algoritmikus gondolkodás tükrében. In P. Szlávi & L. Zsakó (Eds.), *InfoDidact 2018* (pp. 203–212). Budapest, Hungary.
- Tongori, Á., & Pluhár, Zs. (2014). An instrument to assess the basic technological actions of ICT literacy. *TEE Szemle*, 4(1), 7–20.