

A középiskolai tanulmányok hozadéka a számítógépes gondolkodás perspektívájából

Osztían Pálma Rozália¹, Kátai Zoltán², Osztían Erika³

{¹osztian.palma, ²katai_zoltan, ³osztian}@ms.sapientia.ro
SAPIENTIA EMTE

Absztrakt. A diákok problémamegoldó képességének és kreativitásának fejlődése szoros kapcsolatba hozható a számítógépes gondolkodás fogalmával. Ennek a képességnek a fontosságára 2006-ban Jeanette Wing hívta fel a figyelmet, aki szerint ez a negyedik alapképesség, amellyel minden embernek rendelkeznie kell napjainkban. Az sem titok, hogy ezt a képességet már egészen kiskorban fejleszteni kellene, annak érdekében, hogy elősegítsük az egyének számítógépes problémamegoldó képességének fejlődését is.

Jelen kutatásunkban azt kívántuk felmérni, hogy a jelenlegi oktatás, pontosabban szólva a középiskolai tanulmányok, a Romániában működő tanulmányi rendszer és ehhez kapcsolódó felmérések milyen mértékben járulnak hozzá a számítógépes gondolkodás mint alapképesség, és a diákok problémamegoldó képességének fejlesztéséhez. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a tanulók érettségi átlaga, matematika, informatika és fizika tantárgyakból szerzett érettségi eredménye szoros kapcsolatban áll-e a számítógépes gondolkodás mint alapképesség felméréséhez kapcsolódó teszten elért pontszámaikkal.

Kulcsszavak: számítógépes gondolkodás, megértés, fejlődés, algoritmika, oktatás, problémamegoldás

1. Bevezető

Pedagógusként egyik célunk, hogy mindennapi oktatói munkánkkal hozzájáruljunk a diákok ismereteinek bővítéséhez. Sokszor azonban azt tapasztalhatjuk, és a diákok visszajelzéseiből azt észlelhetjük, hogy az iskolai tanterv nem feltétlen járul hozzá az életben előforduló problémák könnyedébb megoldásához, hiszen hiányoznak belőle azon kulcsfontosságú elemek, melyek a *problémamegoldó* készség fejlesztéséhez szükségesek. Fontos szem előtt tartanunk, hogy nem elég csupán tanítani, adatot közvetíteni, hanem azt is szem előtt kell tartani, hogy milyen információtartalmat hordoz magában az a bizonyos adat, illetve milyen megközelítésekkel, módszerekkel van bevezetve az iskolai tantervbe.

Kutatócsoportunk hosszú ideje foglalkozik az oktatás és ezen belül az algoritmusvizualizációk hatékonyságának vizsgálatával [1], [2], [3], [4] és a tanulók számítógépes gondolkodás képességének fejlesztésével. Eddigi munkáink során olyan oktatói anyagokat igyekeztünk kidolgozni, melyek a szokástól eltérő módon próbálják a diákokkal megismertetni az informatika különböző területeit. Munkánk során kiemelt hangsúlyt fektettünk a *számítógépes gondolkodás* fontosságára és ennek fejlesztésére. Ennek fontosságára Pólya is felhívta a figyelmet [5], aki azt fogalmazta meg, hogy amennyiben a tanulók képesek a komplexebb, összetettebb feladatokat elemi szintre bontani (felépíteni a megoldást az egyszerűtől a bonyolult felé) a problémamegoldási képesség is jobban fejlődik. Erre egy Angliában kiadott tantervben is találhatunk utalásokat [1], amely kihangsúlyozza, hogy mielőtt komoly programozásra kerülne sor, fontos előbb a tanulók problémamegoldó képességét fejleszteni.

Kutatócsoportunk egy része már 2012-től alkalmaz olyan stratégiákat programozással kapcsolatos tanórákon a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhelyi karán, amelyek nem csak a különféle programozási nyelvek, hanem a számítógépes gondolkodás, és ezen belül az algoritmikus képesség fejlesztésére is nagy hangsúlyt fektetnek. A tanulók számítógépes gondolkodásának felmérésére gyakran alkalmazunk ehhez kapcsolódó feladatsorokat, melyeket főként az elsőéves hallgatók

körében szoktunk alkalmazni. A frissen felvételizett egyetemisták számítógépes gondolkodás teszten elért eredményei azonban azt sugallják, hogy sok esetben a középiskolákból érkező diákok nincsenek tisztában a számítógépes gondolkodás fogalmával és néha hiányzik vagy nagyon alacsony szintű ezen képességük. Minden tanévben kiemelt hangsúlyt fektetünk arra, hogy felmérjük az újonnan érkezett egyetemisták problémamegoldó képességét, a 2021/2022-es tanévben úgy döntöttünk, hogy megvizsgáljuk a hallgatók számítógépes gondolkodás képessége és az érettségien szerzett minősítése közti kapcsolatot.

A Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhelyi karán 2021/2022 tanévet megelőzően minden reál szak (Automatika és alkalmazott informatika, Gépészmérnöki, Mechatronika, Informatika, Számítástechnika és Infokommunikációs rendszerek), felvételi jegyének két komponense közé az érettségi átlag (50%) és az érettségien matematikából/fizikából/informatikából írt legnagyobb jegy tartozott (50%). A 2021/2022-es tanévtől kezdődően a korábbiakhoz hasonlóan ez a két komponens alkotja felvételi jegyet, ezúttal azonban a következő eloszlásban: 25% érettségi átlag, 75% matematikából/fizikából/informatikából írt legnagyobb jegy.

Jelen kutatásunkban a számítógépes gondolkodás képesség szintjének mérését tűztük ki célul, mindezt a középiskolai tanulmányok eredményeit vizsgálva. Arra kerestük a választ, hogy milyen összefüggés fedezhető fel a diákok érettségi átlaga, matematika, valamint választható tantárgy (informatika vagy fizika) jegyei és számítógépes gondolkodása között. Továbbá, arra, hogy van-e különbség különböző előzetes programozási tapasztalattal rendelkező diákok számítógépes gondolkodás képesség szintje között.

2. Szakirodalmi áttekintő

A számítógépes gondolkodás eredete egészen Papert nevéhez húzódik vissza [6], ennek ellenére az áttörés és a „számítógépes gondolkodás mindenkinék” mozgalom Jeanette Wing [7] nevéhez fűződik, aki 2006-ban úgy vélekedik erről mint egy univerzális magatartás és képesség, amellyel nem csak az informatikusoknak, hanem mindenkinek rendelkeznie kell.

A digitális eszközök széleskörű elterjedésével az elmúlt évek során a számítógépes gondolkodás fejlesztése egyre nagyobb hangsúlyt kapott az oktatásban. Ezzel kapcsolatosan két irányzat is szárnyra kapott, amelyek közül az egyik az új tantárgyak bevezetését tűzte ki célul, míg a másik a meglévő tantárgyak célszerű kibővítését olyan elemekkel, amelyek elősegítik ezen képességek fejlesztését. Evans és kutatótársai [8] arra a következtetésre jutottak, hogy azok a tantervi programok, amelyek nem fókuszálnak explicite a tanulók számítógépes gondolkodásának gyarapításával, nem járulnak hozzá ennek a képességnek a fejlesztéséhez. Mások azt fogalmazták meg, hogy bár lehetséges, hogy az iskolák nem fókuszálnak ennek fejlesztésére, mivel a számítógépes gondolkodás képességnek van egy multidiszciplináris vonatkozása is, a többi tantárgy járulékos hozadékként is fejlődhet [9]. Sokan azt is kutatták, hogy miként tudnak azon diákok megbirkózni különböző típusú informatikai feladatokkal, akik iskolai tantervében nem szerepel programozás oktatás [10]. Lewandowski és munkatársaihoz hasonlóan [10] mi is minden évben fontosnak tartottuk a reál szakos (Automatika és alkalmazott informatika, Gépészmérnöki, Mechatronika, Informatika, Számítástechnika és Infokommunikációs rendszerek) elsőéves hallgatók számítógépes gondolkodás képességének felmérését. Ezáltal, minden tanév elején sikerült egy átfogó képet kapni az évfolyam számítógépes gondolkodásának szintjéről.

Továbbá, fontos megemlíteni, hogy a *Computer Science Teachers Association* (CSTA) által kiadott standardok [1] is utalnak arra, hogy az algoritmusokhoz és programozáshoz kapcsolódó tantervek fontos részét képezik a K-12 oktatási formának. Azt tapasztalhatjuk, hogy a számítógépes gondolkodással kapcsolatos feladatok egészen kiskortól jelen kellene legyenek a tanulók tantervi összeállításában, és akár már elemi iskolában be lehet vezetni az ehhez kapcsolódó problémamegoldással kapcsolatos feladatokat. Ezzel szemben, Romániában az oktatás jelenlegi formája nem járul hozzá feltétlen a diákok

számítógépes gondolkodásának fejlődéséhez [2], holott ez a fogalom mindenki számára ismeretes kellene legyen.

A Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetemen folyamatosan arra törekszünk, hogy a számítógépes gondolkodás hiányát némiképp próbáljuk pótolni, illetve kiemelt hangsúlyt fektetünk arra, hogy a hallgatók problémamegoldó képességét is fejlesszük a tudás átadása mellett. Továbbá, jelenlegi kutatásunk azt a célt szolgálja, hogy közelebbről is szemügyre vegyük milyen összefüggés van a középiskolai tanterv, a középiskolai megmérettetések, a romániai érettségi és a tanulók számítógépes gondolkodás képességének szintje között.

3. Kutatási kérdések

Az előzetes szakirodalmi kutatások alapján azt feltételeztük, hogy a diákok érettségi minősítései korrelálnak a számítógépes gondolkodás teszt eredményeivel, lineáris kapcsolatot alkotva. Ennek kapcsán a következő hipotéziseket fogalmaztuk meg:

- **H₁:** Összefüggés van a diákok érettségi minősítése és a számítógépes gondolkodás teszten elért pontszámok között
- **H₂:** A diákok programozási tapasztalata hatással van a számítógépes gondolkodás teszten elért eredményekre
- **H₃:** Összefüggés van a feladat típusa (komplexitása) és az előzetes programozási tapasztalat között

4. Módszertan

A kutatás egy számítógépes gondolkodás tesztet, valamint a hallgatók érettségi minősítésének elemzését foglalja magába. A kísérlet megvalósítására a 2021/2022-es tanévben került sor, a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhelyi karán.

4.1. Résztvevők

A kísérleten összesen 137 hallgató vett részt, melyek közül 26 nem töltötte ki megfelelően az érettségien szerzett minősítéssel kapcsolatos kérdőívet, így az ezzel kapcsolatos kutatási kérdések során 111 hallgató eredményeit összesítettük. A résztvevők a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem elsőéves hallgatóiból tevődtek össze, 5 különböző reál szakról: Automatika, Gépészmérnöki, Informatika, Mechatronika és Számítástechnika.

A résztvevőket az előzetes eredmények alapján három kategóriába soroltuk az előzetes programozási tapasztalatok alapján: *Nincs előzetes programozási tapasztalat* (NP: egy évet sem tanultak programozást a középiskolás évek során), *Alap programozási tapasztalattal* (BP: 1, 2 vagy 3 évet tanultak programozást a középiskolás évek során, természettudomány osztály diákjai; heti 1-2 programozás óra) és *Magas programozási tapasztalattal* (HP: 4 évet tanultak programozást a középiskolás évek során, matematika-informatika osztály diákjai; heti 5-7 programozás óra) rendelkező diákok. Az eredményeket a fent említett programozási tapasztalatok függvényében is elemeztük.

4.2. Kutatási eszközök

Az előzetes kérdőív és a számítógépes gondolkodás teszt a *Quizizz* online platform segítségével valósult meg. Az előzetes kérdőív összesen 5 kérdésből állt: 1 személyes adatokra vonatkozó kérdés, 3 demográfiai adatokra vonatkozó kérdés és 1 előzetes programozási tapasztalattal kapcsolatos kérdés (Hány évet tanultál programozást középiskolában?).

A résztvevők számítógépes gondolkodásának felmérését célzó teszt 10 kérdést tartalmazott, amelyeket programozási tapasztalattól függetlenül meg tudtak a hallgatók válaszolni. A tesztkérdések hátterül szolgáló feladatokat a *Bebras* verseny weblapjáról [2] válogattuk ki, egészen pontosan ennek magyar megvalósulásáról, az *e-hód* [4] online platformról (7).

4.3. Bebras feladatokra épülő számítógépes gondolkodás teszt

Ahogy azt Dagiene és kutatótársai említik egy 2016-os cikkükben [11], a Bebras oldalon [3] található feladatok kiváló lehetőséget biztosítanak olyan való életből vett példák modellezésére, amelyeket már egészen kiskortól képes megérteni egy diák. A Bebras közössége kijelentette, hogy fontos a számítógépes gondolkodást már kiskortól fejleszteni. Ezt próbálják elősegíteni az oldalon megjelenő feladatok, melyek jellegükben is igen változatosak. Megtalálhatóak többek között olyan feladatok a Bebras kollekcióban, amelyek való életből vett problémákat szemléltetnek játékosan, amelyeket számítógép segítségével lehet megoldani, de sok más logikai és elemzéssel kapcsolatos feladat is jelen van.

Az oldalon öt különböző kategória szerint választhatunk feladatokat: absztrakció (*abstraction*), algoritmikus gondolkodás (*algorithmic thinking*), felbontás (*decomposition*), kiértékelés (*evaluation*), általánosítás (*generalization*). Az évek során számos alkalommal döntöttünk úgy, hogy az elsőéves hallgatók számítógépes gondolkodás képességének felmérése érdekében a feladatokat a Bebras oldaláról válogatunk. Ezeket többnyire változó kategóriájú feladatok közül választottuk ki, de minden alkalommal kiemelt hangsúlyt kaptak az algoritmikus gondolkodással kapcsolatos feladatok, a kiértékelés és az általánosítás.

Mivel a Bebras oldalon a feladatok angol nyelven elérhetők és egyetemünkön magyar nyelvű oktatás folyik, a feladatok fordításához az *e-hód* online oldalt [4] használtuk segítségként. A kiválasztott feladatokat minden alkalommal átformáltuk, esetenként pedig további kérdésekkel bővítettük ki.

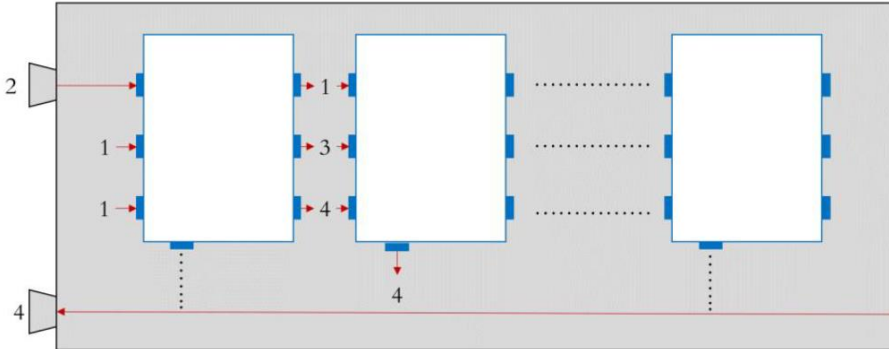
A feladatok sokszínűségének és jellegének köszönhetően mi is egyetértünk Dagiene és kutatótársai megfogalmazásával [11], miszerint a Bebras feladatok és a számítógépes gondolkodás képesség fejlesztése kéz a kézben jó eredményekhez vezethet, amennyiben alkalmazva van a tantervben. Hasonló következtetéshez jutott Hubwieser és munkatársai [12] illetve Csapó [13] is, akik szerint a Bebras feladatok segítségével érdekesen és vonzón lehet bemutatni a számítástechnika különféle területeit.

A Bebras és *e-hód* feladatoknak hatékonyságát, a diákok gondolkodására való ráhatás céljával Pluhár és Gellér is hangsúlyozza [14]. Továbbá, Pluhár és munkatársai kiemelik ezen feladatok szerepét az algoritmikus gondolkodás fejlesztésében, az informatika iránt való érdeklődés felkeltésében, az informatikával kapcsolatos félelmek, negatív érzések feloldásában és az informatika területei sokszínűségének, felhasználási lehetőségeinek kifejezésében [15].

Éppen ezért, a 2021/2022-es tanévben, amikor előkészítettük az előzetes felméréshez szükséges tesztet, előző évekhez hasonlóan a Bebras feladatai mellett döntöttünk. Ezúttal három különféle feladatot választottunk ki:

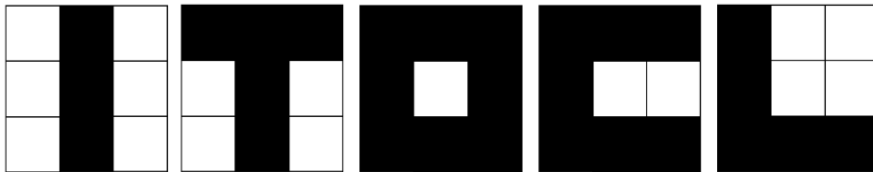
- **Számológép feladat:** A teszt első feladata egy számológéphez hasonlóan működő problémát szemléltetett (1. ábra: Számológép feladat: bemeneti és kimeneti egységek). A számológépnek három bemeneti egysége volt (a, b és c), melyek értékeinek megadását követően a számológépnek követnie kellett a kitűzött algoritmus lépéseit, majd ennek kiértékelésekor visszaszolgáltatta a végső eredményt. A feladathoz 4 kérdést társítottunk (7.1 melléklet), két meghatározott értékhez (bemenet: $a=4$, majd $a=7$) tartozó kiértékelés eredményét, egy műveletsort, valamint egy általánosításról szóló kérdést (bemenet: $a=n$). Ennek a feladatnak a megoldásához a hallgatóknak egy jól meghatározott algoritmust kellett követniük lépésről-lépésre ahhoz, hogy megadják a végső eredményt. Az utolsó előtti alpont (műveletsor) a kiértékelés mellett felbontásokat is tartalmazott,

hiszen a művelet sor részeredményeit egy-egy részfeladatként lehet tekinteni. A feladat utolsó alpontja, az általánosítás, már az algoritmusban való elmélyülést vizsgálja, vagyis azt, hogy a résztvevő milyen mértékben tud azonosulni a feladattal, rájönni a feladat logikájára.



1. ábra: Számológép feladat: bemeneti és kimeneti egységek

- Hőtérkép feladat:** A második feladatban fontos szerepet kap a kétdimenziós reprezentáció, amely alapján különböző betűk különbségkártyáit kell meghatározni (2. és 3. ábra). A különbségkártya az adott kép minden képpontjához egy értéket rendel. Az érték azt mutatja meg, hogy a többi kép esetében hánynál szerepel az adott helyen ugyanaz a képpont. Ehhez a feladathoz három kérdést társítottunk (7.2 melléklet), melyek közül az első két kérdésben egy-egy konkrét betű különbségkártyájára kérdezzünk rá, míg a harmadik kérdés esetén a hibás különbségkártyát kell meghatározni (azt a kártyát, amelyik nem tartozik egyik betűhöz sem).



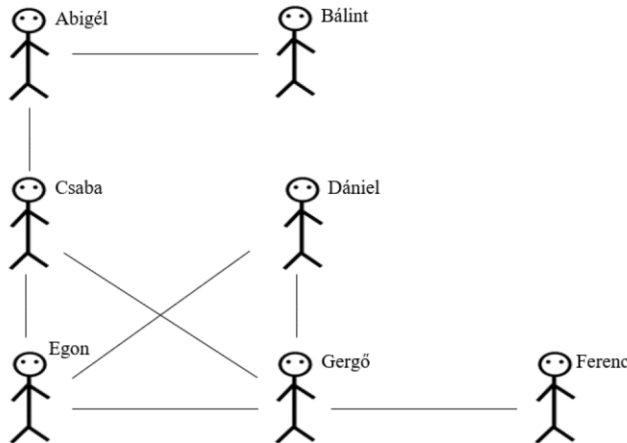
2. ábra: Hőtérkép feladat: betű reprezentáció

0	3	1
1	1	3
1	4	1

3. ábra: Hőtérkép feladat: I betű különbségkártyája

- Népszerűség feladat:** Az utolsó feladat egy újabb mindennapi probléma feltárását próbálja szemléltetni, mely az egymás közti kommunikációra, a szociális hálókra épül. Az általunk kiválasztott Népszerűség (Popularity) feladat (7.3 melléklet) Dagiene cikkjében [11] is kiemelkedő szerepet kapott, hisz véleménye szerint is a komplexebb, hálózatokkal, gráfokkal kapcsolatos problémák szemléltetésének egyik legjobb módja, ha a szociális hálók, barátságok segítségével közelítjük meg a feladatot. A feladat hat barát egymás oldalára írt bejegyzéseire épül. Minden személy a barátok közül egy-egy mottóval (bejegyzéssel) mutatkozott be, melyet megosztott a barátaival a hálózaton. Így a barátaik oldalán is megjelent a mottó. Minden személy a saját oldalán

és a barátai oldalán lévő mottókat láthatta. A kérdések ezúttal arra vonatkoznak, hogy kik látják egy adott diák bejegyzését (1), hány olyan diák van, akinek a bejegyzését pontosan 4 diák látja (2), illetve utolsó kérdésként abban voltunk érdekeltek, hogy ilyen kapcsolatokat kell a hálón felbontani, ahhoz, hogy egy bizonyos bejegyzés ne jusson el egy másik diákhoz (3).



4. ábra: Népszerűség: baráti kapcsolatok hálózata

4.4. A kutatás menete

A számítógépes gondolkodás teszt (továbbiakban SZG teszt) és az előzetes kérdőív kitöltése 40 percet vett igénybe, melyet minden diák ugyanazon időben töltött ki az egyetem erre kijelölt előadótermében. Ezt követően egy újabb kérdőív keretén belül megkérdeztük a hallgatókat az érettségiben szerzett minősítésükről, ahol az érettségi átlagra, a matematika, valamint a választott tantárgyból (fizika/informatika) szerzett minősítésekre voltunk kíváncsiak.

Ezt követően összesítettük a hallgatók teszten elért eredményét, érettségi minősítését és kezdetét vette az elemzés.

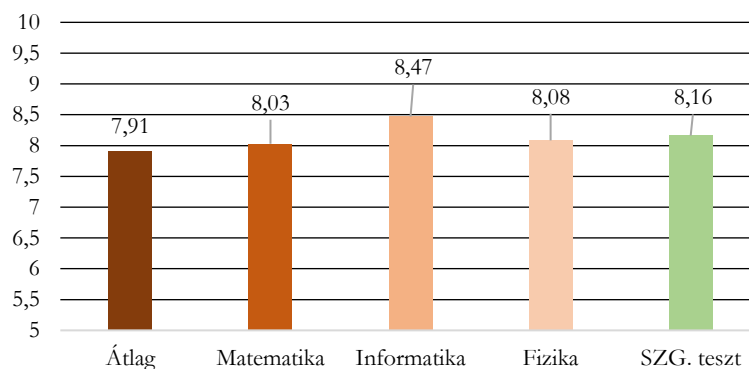
5. Eredmények

Az eredmények elemzésekor elsősorban az érettségi minősítésekre, a SZG teszten elért eredményekre, az előzetes programozási tapasztalat mértékére, valamint az imént felsorolt három komponens közti korrelációra fektettünk hangsúlyt. A vizsgálat során a komponensek közti szoros és gyenge Pearson féle korrelációt kívántuk felmérni és páronkénti t-próbákat végeztünk.

Elsőként, kíváncsiak voltunk az említett két komponens – érettségi eredmény és SZG teszt – átlagaira. Az érettségi esetén 4 jegyben voltunk érdekeltek: érettségi átlag, matematika és szakspecifikus (informatika vagy fizika) jegy.

Az 5. ábra mutatja, az érettségi átlagok közti eltérés nem számottevő ($p=0.1488 > 0.05$), mely arra enged következtetni, hogy az érettségi tantárgyakon szerzett jegyek összességében kiegyensúlyozottak (átlag: 7.91, matematika: 8.03, informatika: 8.47, fizika: 8.08, SZG teszt: 8.16), és ezekkel összhangban lehet a SZG teszt nehézségi szintje is. Mivel az átlagok közül az informatika jegyek átlaga a legnagyobb azt feltételeztük, hogy az informatikából érettségiző diákok számítógépes gondolkodás teszt eredménye lesz magasabb, melynek oka az lehet, hogy az informatika oktatás jobban hozzájárul ezen képesség fejlesztéséhez.

5.1. Az érettségi és a SZG teszten elért eredmények összehasonlítása



5. ábra: Érettségi és SZG teszt eredmények

Az átlagok összehasonlítását követően kíváncsiak voltunk arra, hogy milyen mértékben korrelálnak a különböző érettségi tantárgyakon szerzett jegyek a SZG teszten elért eredményekkel. Ahhoz, hogy ezt megvizsgáljuk külön vizsgáltuk a korrelációt minden tantárgy esetén, mely során az alábbi táblázatban szereplő értékekhez jutottunk (1. táblázat).

Átlag	Algoritmika	0.25
Matematika		0.20
Informatika		0.20
Fizika		0.15

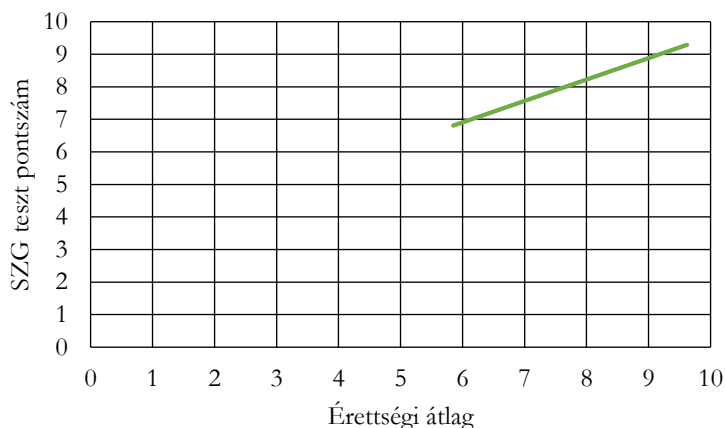
1. táblázat: Érettségi jegyek és SZG teszt közti korreláció

Amint az a táblázatban szereplő értékek alapján is észlelhető minden tantárgy és az érettségi átlag esetén is pozitív korreláció értékről beszélhetünk, ami arra utal, hogy a két változó közötti kapcsolat egyenes arányú és emelkedő. Azt azonban fontos megemlíteni, hogy a kiszámolt korrelációs értékek alacsonyak, amely arra utal, hogy az érettségi eredmények és számítógépes gondolkodás teszten mért teljesítmények kapcsolata gyenge (a 0-hoz közelít).

Míndez arra engedett következtetni, hogy bár magasabb érettségi eredményekkel minden bizonynyal jobb számítógépes gondolkodás teszt teljesítmény tartozna, a jelenlegi érettségi tanterv nem járul hozzá eléggé a diákok számítógépes gondolkodásának fejlesztéséhez.

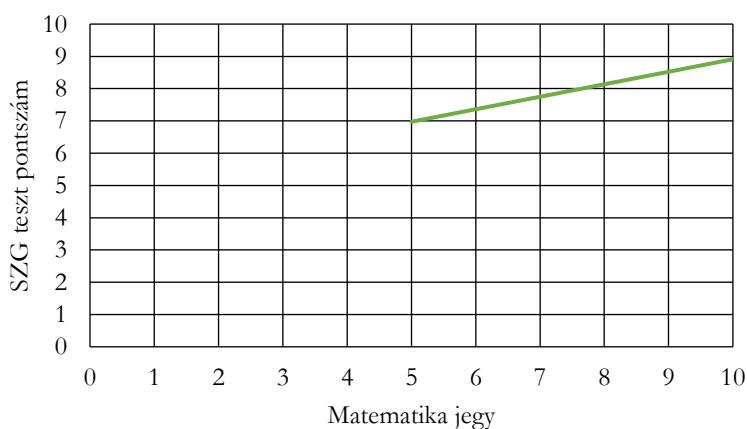
A továbbiakban kíváncsiak voltunk a különféle tantárgyakra vonatkozó korrelációs ábrákra. A legmagasabb korrelációs érték ($R=0.252$, $p=0.007 < 0.05$) az érettségi átlagok (6. ábra) során volt mérhető. Ezt a jelenséget annak tulajdonítottuk, hogy a számítógépes gondolkodás nem feltétlen csak az informatika, matematika, fizika vagy bármely más reál tudományokat tanító tantárgy keretén belül fejleszthető, hanem multidiszciplináris jellege miatt hatással van rá minden más tantárgy is, melyek segítenek a diákok problémamegoldó képességének fejlesztésében. Következtetésképp kijelenthetjük, hogy annak ellenére, hogy az egyetem felvételi jegy összetételét illetően az a javaslat érkezett, hogy az érettségi átlag kevesebbet számítsion, mint a szakjegy, jelen esetben azt tapasztalhatjuk, hogy ez az

érték jobban korrelál az SZG teszten elért eredményekkel. Mindez, annak is tudható, hogy a szövegértés is, az aritmetika is fontos, multidiszciplinárisan fejleszhető képesség, ennek következtében ez az eredmény utalhat arra is, hogy nem indokolt, hogy a felvételi jegy összetételében szereplő komponensek arányának megváltoztatása egy jó váltás.



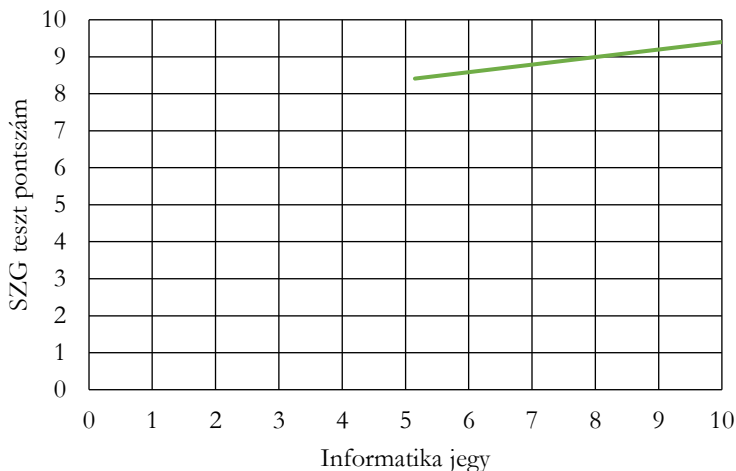
6. ábra: Érettségi átlag és SZG teszt eredmény közti korreláció

A matematika jegyek számítógépes gondolkodás képességre gyakorolt hozadékára különösen kíváncsiak voltunk. Azt feltételeztük, hogy a matematika nagymértékben befolyásolhatja és hatással lehet a tanulók problémamegoldó képességeire, hiszen bármilyen szakspecifikus osztályról vagy iskoláról legyen szó, mindenki tanul matematikát. Ennek ellenére az figyelhető meg, hogy nem különösebben járul hozzá ez a jobb számítógépes gondolkodás eredményekhez ($R=0.202$, $p=0.056 > 0.05$), és a jegyek eloszlását is a változatosság jellemzi (7. ábra). Minden bizonnyal a jelenlegi matematika oktatás sokkal jobban kellene összpontosítson arra, hogy a tananyag átadása mellett a diákok problémamegoldó képességet, kreativitását, logikus gondolkodását is fejlessze.



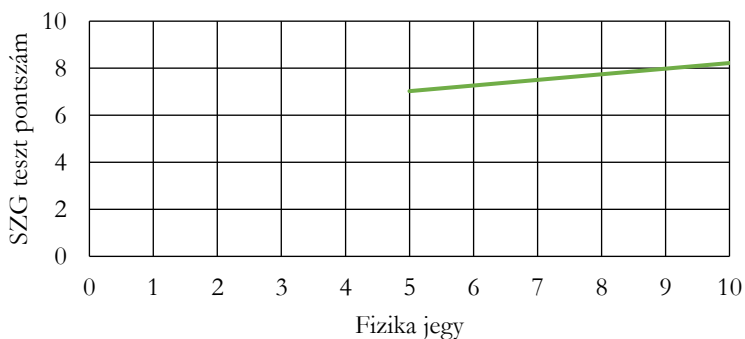
7. ábra: Matematika jegy és SZG teszt eredmény közti korreláció

Hasonló jelenség figyelhető meg az informatika jegyek esetében is (**8. ábra**), azonban itt az SZG teszt eredmények magasabbak, mint más tantárgyak és az átlag esetén, sőt egy enyhe torlódás is érzékelhető a 9–10 pontszámok és minősítések esetén. Ennek ellenére a korrelációs együtttható értéke ($R=0.209$, $p=0.117>0.05$) nem jelentősen jobb, mint a matematika tantárgy esetén. Bár arra számítottunk, hogy az informatika jegy jobban fog korrelálni a SZG teszten elért pontszámmal, ez a feltételezésünk nem igazolódott be. Ennek oka az lehet, hogy az informatika érettségien megjelenő feladatok valószínűleg nem élezzik ki a számítógépes gondolkodás képesség mérésére. Például a tétel nagyrésze tartalmaz programozás közeli feladatokat, amelyek nem feltétlen mérik elég hitelesen a diákok problémamegoldó és számítógépes gondolkodás képességét.



8. ábra: Informatika jegy és SZG teszt közti korreláció

A fizika tantárgy jegyei tekintetében (**9. ábra**) az előző értékekhez képest kisebb korrelációs együttthatóhoz jutottunk ($R=0.151$, $p=0.512>0.05$). Ennek következtében nem igazolódott be előzetes feltételezésünk, miszerint arra számítottunk, hogy a fizika oktatás gyakorlatias jellege miatt jelentősen hozzájárul a diákok problémamegoldó képességének fejlődéséhez is. Ehhez hasonlóan az informatika jegyek tekintetében is azt feltételeztük, hogy természeténél fogva jobban fog korrelálni a SZG teszt eredményeivel. E feltételezés ellenére az informatika minősítésekkel való korreláció sem kiemelkedően magas, sőt, az érettségi átlag amint azt korábban említettük felülmúlja.



9. ábra: Fizika jegy és SZG teszt közti korreláció

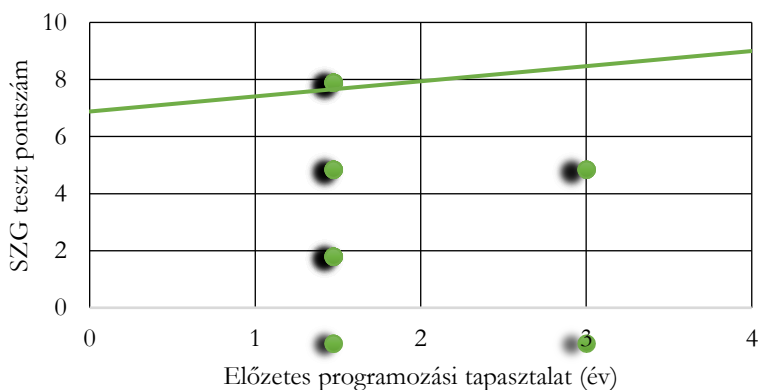
Mivel ezek a korrelációk pozitívak, de értékük messze túl alacsony ahhoz, hogy mindez számotvető legyen arra következtettünk, hogy a jelenlegi oktatási rendszer, ahogy az érettségi eredményekben mérhető, nem járul hozzá elég szignifikánsan a számítógépes gondolkodás fejlesztéséhez, legalábbis nem tükröződik ezekben a minősítésekben.

Ez az eredmény összecseng Pluhár és munkatársai következtetésével [15], akik az ELTE Informatikai Karának Programming kurzusára járó hallgatók algoritmikus gondolkodását vizsgálták. E kutatók is arról számolnak be, hogy a vizsgált változók és az algoritmikus gondolkodás teszt pontszámai között nem találtak összefüggést.

Jelen kutatásban az érettségi jegyek minősítéseit mértük össze, azonban az is lehet egy magyarázat a gyenge korrelációra, hogy ezek a tételek, és úgy összességében az érettségi tematika nem tükrözi a számítógépes gondolkodás képesség szintjét, vagyis nem cseng össze kellőképpen az SZG teszttel.

5.2. Teljesítmény vizsgálata az előzetes programozási tapasztalat függvényében

A továbbiakban arra is kíváncsiak voltunk, hogy milyen mértékben befolyásolhatja a számítógépes gondolkodás teszten elért eredményeket a résztvevők előzetes programozási tapasztalata, vagyis azt kutattuk, hogy hogyan teljesítenek azon diákok, akik középiskolában 0 évet (NP), 1–3 évet (BP), illetve 4 évet (HP) tanultak programozást. Azt feltételeztük, hogy a több év programozás tapasztalat a diákok előnyére válik. Ez a feltételezésünk némiképp beigazolódott hiszen a programozási tapasztalat és az SZG teszt eredmény közti korreláció esetén az együttható $R=0.421$ ($p = 0 < 0.005$). Mindez nem utal szoros kapcsolatra a SZG teszt eredményei és a programozási tapasztalat között, azonban magasabb, mint az informatika érettségi eredményei kapcsán mért korreláció. Ez tulajdonképpen arra enged következtetni, hogy bár több év programozási tapasztalattal rendelkező diákok esetén jobb SZG teszt eredmény várható, ha az érettségien elért eredményeket tekintjük ez a jelenség nem igazolódik be. Ez ugyancsak ahhoz a tényhez vezethető vissza, hogy a négy év programozás oktatás során az iskolai tanterv csupán járulékos hozzáadéka az, hogy a diákok problémamegoldó képessége is nő. Ahhoz, hogy még jobb eredményeket érjünk el, szükséges az informatikaoktatás során is ezt elősegítő feladatokat és stratégiákat bevezetni.



10. ábra: Előzetes programozási tapasztalat és SZG teszt eredmény közti korreláció

Egy másik érdekes észrevételhez az előzetes programozási tapasztalat és az SZG tesztek összehasonlításakor jutottunk (10. ábra). Torlódási pontokat figyelhetünk meg úgy a 0 év programozási tapasztalattal, mint a 4 év programozási tapasztalattal rendelkezők esetén. Ez azzal magyarázható, hogy

bár a több programozási tapasztalattal rendelkezők összességében jobb eredményeket érnek el, vannak kivételek, akik annak ellenére, hogy nem tanultak informatikát, számítógépes gondolkodásuk tekintetében fel tudják venni a versenyt.

5.3. A feladat típusa és az előzetes programozási tapasztalat közti összefüggés

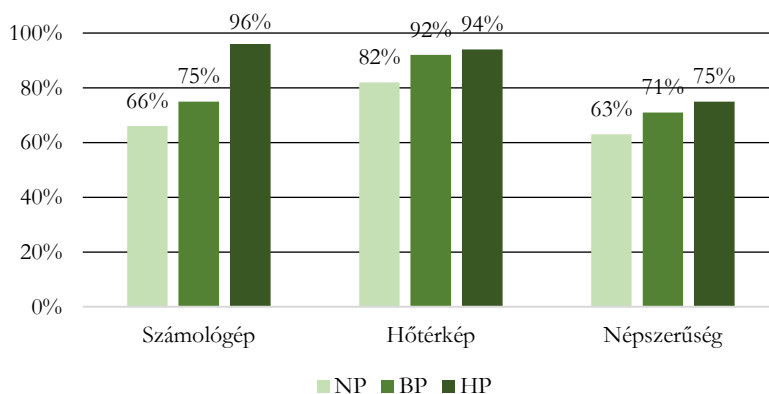
Végül, de nem utolsó sorban megvizsgáltuk az eredményeket a feladatok típusának függvényében kezdők (NP), középhaladók (BP) és haladók (HP) esetén. Az elemzést követően a különböző programozási tapasztalattal rendelkezők esetén a következő átlagokat kaptuk (2. táblázat):

Programozási tapasztalat	Átlag	Hallgatók száma
NP	69,75%	40
BP	78,82%	34
HP	89,36%	63

2. táblázat: Eredmények programozási tapasztalat szerint

Páronkénti t-próbák segítségével azt tapasztaltuk, hogy bár majdnem ugyanakkora eltérés észlelhető a kezdők és középhaladók közt, mint a középhaladók és haladók közt, az első kettő között nincs ($p=0.0613$, $p>0.05$), míg a második csoportpár között van szignifikáns különbség ($p=0.0023$, $p<0.05$). Kíváncsiak voltunk, hogy mi okozza a két csoport közti szignifikáns eltérést.

A 11. ábra mutatja, hogy a három feladat esetén kettőnél – Hőtérkép és Népszerűség – egy kiegyensúlyozott növekedés figyelhető meg a különböző előzetes programozási tapasztalattal rendelkezők eredményei között (82%-92%-94% és 63%-71%-75%). A Számológépes feladat esetén azonban a BP csoport jelentősen lemarad a HP csoport tagjaitól.

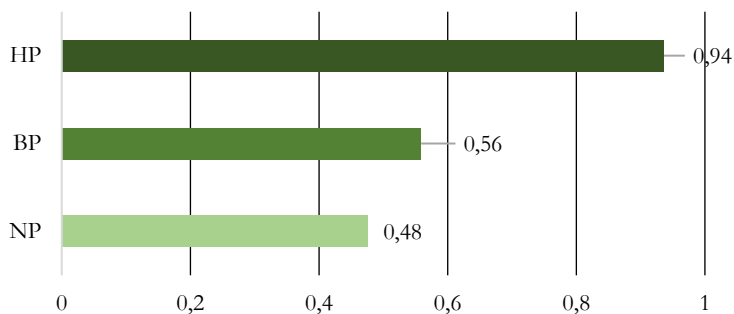


11. ábra: Teljesítmény feladattípusok és előzetes programozási tapasztalat szerint

Ahhoz, hogy magyarázatot kapjunk az eredmények alakulására alaposabban megvizsgáltuk a Számológép feladat alpontjait. Fontos tudni, hogy a feladatok közül ez volt az, amelyik általánosítással kapcsolatos kérdést is tartalmazott: *Általánosítás: mit ad vissza a számológép, ha N-et adunk bemenetként?*

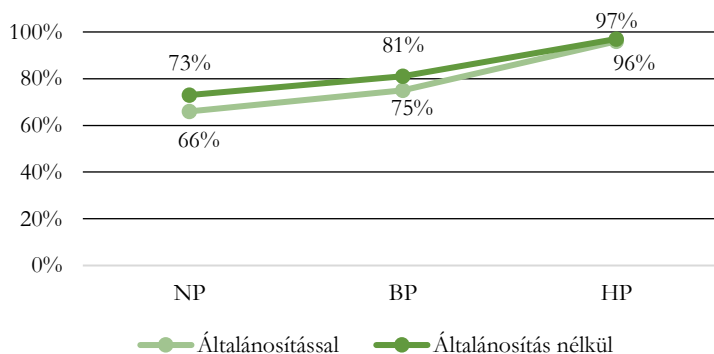
Erre a kérdésre adott válaszok pontszámát a 12. ábra mutatja. Megfigyelhető, hogy azon diákok, akik 4 év programozási tapasztalattal rendelkeztek sokkal nagyobb számban válaszoltak helyesen a feladat általánosítására vonatkozó kérdésre. Mindez, teljes mértékben tulajdonítható az előzetes 4 év

középiskolai tapasztalatoknak (matematika-informatika osztály diákjai; heti 5-7 programozás óra), hiszen a feladat egy adott bemenet alapján, egy jól meghatározott algoritmust felhasználva kellett visszaadjon egy értéket. Az algoritmus lépésről-lépésről való értelmezése és az eredmény meghatározása haladók esetén egy jelentősen egyszerűbb feladatnak számíthatott.



12. ábra: Számológép feladat – általánosítás

Az is belátható, hogy amennyiben az eredmények feldolgozásakor figyelmen kívül hagyjuk a Számológép feladat általánosítására vonatkozó válaszokat a csoportok közti pontszámok a következőképpen alakulnak (13. ábra).



13. ábra: Számológép feladat – általánosítással és anélkül

Míg az NP és BP csoportok esetén egy magasabb növekedését észlelhetünk (7% és 6%), mindez a HP csoport esetén csak egy 1%-os növekedésben mutatkozik meg. Ennek ellenére az eredményekre vonatkozó szignifikáns különbség nem tűnik el.

Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy bár korábbi részeredmények arra utaltak, hogy az informatika oktatás nem járul hozzá elegendően a diákok számítógépes gondolkodás képességének fejlesztéséhez, a komplexebb, algoritmusokra épülő, általánosításokra vonatkozó feladatok esetén azon diákok, akik rendelkeznek némi programozási tapasztalattal jobban teljesítenek, mint azok, akik nem tanultak, vagy keveset tanultak programozást középiskolában. Annak érdekében, hogy ezt az ellentétet kiegyensúlyozzuk minden bizonnyal a többiek tantervi programjába is olyan feladatokat kellene bevezetni, amelyek javítják és összpontosítanak a tanulók számítógépes gondolkodás képességének fejlesztésére is.

6. Következtetések

Kutatásunkkal arra szerettünk volna választ kapni, hogy az elsőéves egyetemista hallgatók számítógépes gondolkodása milyen mértékben van összefüggésben a középiskolai tanulmányokkal és ezen belül az érettségi eredményekkel. Eredményeink arra engednek következtetni, hogy a középiskolában tanult tantárgyak járulékos hozadékaként is fejlődhet ez a képesség, azonban az oktatásban ennél több potenciál is rejtőzik.

Annak érdekében, hogy az oktatás és a számítógépes gondolkodás közti korreláció magasabb legyen elengedhetetlen olyan eszközök és olyan feladatok bevezetése az oktatási folyamatba, amelyek elsősorban a diákok problémamegoldó képességére összpontosítanak és arra, hogy a bonyolultabb, komplexebb feladatokat egyszerű elemeire bontva oldják meg lépésről lépésre.

A romániai oktatási forma számos ismeretet próbál bemutatni és megtanítani a mai diákok számára, melyek nagymértékben hozzájárulnak az egyének konstruktív fejlődéséhez. Ezek azonban sokszor csak a tárgyilagos tudást bővítik és nem raktározódnak el a hosszútávú memóriában. A számítógépes gondolkodás készséget fejlesztő feladatok minden diák számára hasznosak lennének, és ezek oktatási tananyagba való bevezetése már egészen kiskortól fontos szerepet kellene kapjon.

Kutatócsoportunk elsődleges célja továbbra is, hogy az egyetemre érkező hallgatók tudását nem csupán az informatika szakterületét illetően bővítse, hanem olyan oktatási megközelítéseket alkalmazzon, olyan feladatokkal fűszerezve, amelyek az egyének számítógépes gondolkodását és ezáltal kreativitását, problémamegoldó képességét is fejlesztik. Az informatika szakos hallgatók mellett arra is hangsúlyt fektetünk, hogy más szakterületek hallgatói, illetve más korosztályú diákok számítógépes gondolkodását is próbáljuk fejleszteni. Meggyőződésünk, hogy ez a képesség hosszútávon az ő javukra is válhat, és pozitív eredményekhez vezethet, hiszen ez a tudás minden XXI. századi ember alapvető képessége [7].

Irodalom

1. Kátai, Z., Osztian, E. (2021): *Improving AlgoRhythmic Teaching-Learning Environment by Asking Questions*. In: International Journal of Instruction, 14(2), 27-44
2. Kátai, Z. (2021): *AlgoRhythmic. Technologically and artistically enhanced computer science education*.
3. Nagy, E. J., Osztian, P. R., Cosma, C., Kátai, Z., Osztian, E. (2019, June): *Looking for the Optimal Interactivity Level in the AlgoRhythmic Learning Environment*. In: EdMedia+ Innovate Learning (pp. 106-114). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)
4. Osztian, P. R., Kátai, Z., Osztian, E. (2020, October): *Algorithm Visualization Environments: Degree of interactivity as an influence on student-learning*. In: 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-8). IEEE
5. Polya, G. (1954): *Mathematics and Plausible Reasoning*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press
6. Papert, S. (1996): *An exploration in the space of mathematics educations*. In: Int. J. Comput. Math. Learn., 1(1), 95-123
7. Wing, J. M. (2006): *Computational thinking*. In: Communications of the ACM, 49(3), 33-35.
8. Evans, G. E., Simkin, M. G. (1989): *What best predicts computer proficiency?* In: Communications of the ACM, 32(11), 1322-1327
9. Feaster, Y., Ali, F., Zhai, J.; Hallstrom, J. O. (2014, June): *Serious toys: three years of teaching computer science concepts in K-12 classrooms*. In: Proceedings of the 2014 conference on Innovation; technology in computer science education (pp. 69-74). ACM

10. Lewandowski, G., Bouvier, D. J., Chen, T. Y., McCartney, R., Sanders, K., Simon, B.; Van-DeGrift, T. (2010): *Commonsense understanding of concurrency: computing students and concert tickets*. In: Communications of the ACM, 53(7), 60-70
11. Dagiéné, V., Sentance, S. (2016, October): *It's computational thinking! Bebras tasks in the curriculum*. In: International conference on informatics in schools: Situation, evolution, and perspectives (pp. 28-39). Springer, Cham.
12. Hubwieser, P., Mühling, A. (2015, April): *Investigating the psychometric structure of Bebras contest: towards measuring computational thinking skills*. In: 2015 international conference on learning and teaching in computing and engineering (pp. 62-69). IEEE
13. Csapó, G. (2019): *Placing event-action-based visual programming in the process of computer science education*. In: Acta Polytechnica Hungarica, 16(2), 35-57
14. Pluhár, Z., Gellér, B.: *International Informatic Challenge in Hungary*. In: Teaching and Learning in a Digital World: Proceedings of the 20th International Conference on Interactive Collaborative Learning. Berlin, Germany: Springer, (2018).pp. 425-435
15. Pluhár, Z., Torma, H., Törley, G. (2019): *Hallgatói teljesítményértékelés az algoritmikus gondolkodás tükrében*. In: InfoDidact 2018 (pp. 203-212)

Források

1. Computer Science Teachers Association. (2019). Standards | Computer Science Teachers Association. Csteachers.Org. <https://www.csteachers.org/page/standards>
2. Ministerul Educației Naționale și Cercetării Științifice- Realizat de SIVCO Romania. (2006). www.edu.ro :: Programe școlare 2006-2015.
3. Valentina Dagiene. (2004). Task examples | www.bebas.org Bebras.Org. <https://www.bebas.org/examples.html>
4. ELTE IK T@T Labor. (2016). e-Hód | HÓDítsd meg a biteket! <http://e-hod.elte.hu/>

7. Mellékletek

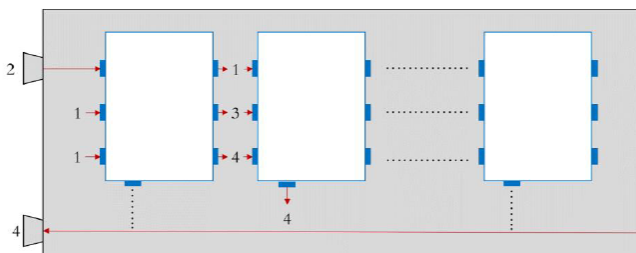
7.1. Számítógépes gondolkodás teszt – Számológép feladat

I. Számológép

A jelenkor tudósai építettek egy új számológépet, mely a következőképpen működik:

- Megadunk egy számot bemenetként és visszakapunk egy másikat
- A számológép belsejében kisebb számolóegységek dolgoznak. Mindegyik egység három számot (a, b és c) kap bemenetként és a következő lépéseket hajtja végre:
 - ha „a” egyenlő 1, akkor visszaadja a „c”-t mint eredményt
 - különben a következőket teszi
 - csökkenti „a”-t eggyel és az eredményt átadja a következő egység „a” bemenetére;
 - növeli „b”-t kettővel és az eredményt átadja a következő egység „b” bemenetére;
 - összeadja „c”-t a megnövelt „b”-vel, és az eredményt kiadja a következő egység „c” bemenetére.

Amikor a számológépnek megadunk egy számot, az az első számolóegység első (a) bemenetére kerül. A számolóegység másik két bemenete (b és c) pedig 1-et kap. Amint az egyik számolóegység eredményt ad vissza, ezt a számot kiadja a számológép, mint eredményt. A képen látható mi történik, amikor 2-t adunk meg a számológépnek. Ilyenkor két számolóegységet használ és 4-et ad vissza.



Kérdések:

1. Ha a számológépnek 4-et adunk bemenetként, milyen számot kapunk vissza?
 - a. 4
 - b. 10
 - c. 16
 - d. 20
2. Ha a számológépnek 7-et adunk bemenetként, milyen számot kapunk vissza?
 - a. 7
 - b. 21
 - c. 49
 - d. 70
3. Mi a következő művelet sor eredménye, ha a számológép(n) meghívás visszaadja a számológép által kiszámolt eredményt az n értékű bemenetre:
 számológép(2) * számológép(6) – számológép(3) * számológép(4)
 - a. 0
 - b. 1
 - c. 10
 - d. 14
4. Általánosítás: mit ad vissza a számológép, ha N-et adunk bemenetként?
 Eredmény:

7.2. Számítógépes gondolkodás teszt – Hőtérkép feladat

II. Hőtérkép

Egy gép a következő képeket, mint I, T, O, C és L betűket ismeri fel.



Mind az öt képhez egy „Különbségkártyát” állít elő. A különbségkártya az adott kép minden képpontjához egy értéket rendel. Az érték azt mutatja meg, hogy a többi kép esetében hánynál szerepel az adott helyen ugyanaz a képpont. A 0-s azt jelenti, hogy egy képnél sem szerepel ugyanazon a helyen ugyanaz a képpont, az 1-es érték azt jelenti, hogy egy képnél szerepel ugyanazon a helyen ugyanaz a képpont, a 2-es esetében két helyen, stb. Például az I betű esetében a következő különbségkártyát kapjuk:

0	3	1
1	1	3
1	4	1

Kérdések:

1. Melyik kép különbségkártyája a következő:

- a. T
- b. O
- c. C
- d. L

3	3	2
2	2	0
2	4	2

2. Melyik kép különbségkártyája a következő:

- a. T
- b. O
- c. C
- d. L

3	0	1
2	2	3
2	4	2

3. Melyik különbségkártya nem tartozik egyik betűhöz sem a felsoroltak közül?

a.

3	3	2
1	1	3
1	4	1

b.

3	3	1
2	2	3
2	4	2

c.

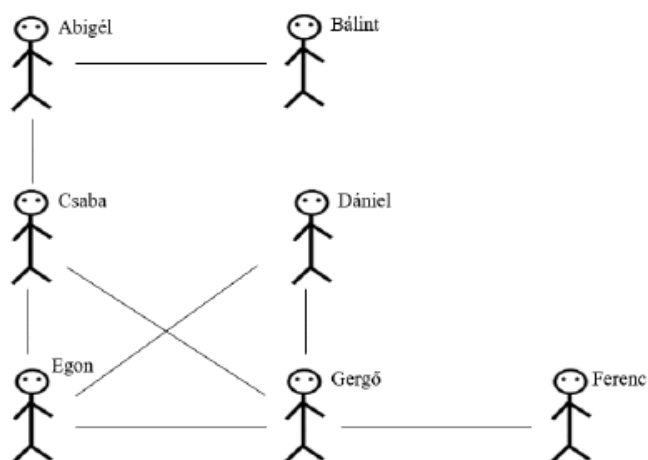
3	3	2
2	2	3
2	4	3

7.3. Számítógépes gondolkodás teszt – Népszerűség feladat

III. Népszerűség

A barátságok kezelésére több, jelenleg elterjedt szociális háló szolgál segítségül. Ezekkel lehetővé teszik például, hogy egy más oldalra írt bejegyzést több felhasználó lásson. Ezzel a lehetőséggel élve, hét kisdíák regisztrált egy online hálózatra.

Az alábbi kép, a hálózaton belüli baráti kapcsolatokat szemlélteti: a barátok egy vonallal vannak összekötve. Minden kisdíák egy-egy mottóval mutatkozott be, melyet megosztott a barátaival a hálózaton. Így a barátaik oldalán is megjelent a mottó. Minden kisdíák a saját oldalán és a barátai oldalán lévő mottókat látja.



Kérdések:

1. Kik láthatják a Dániel mottóját?
 - a. Egon és Gergő
 - b. Csaba, Ferenc, Egon és Gergő
 - c. Egon, Csaba, Abigél és Bálint
2. Hány olyan kisdíák van, akiknek a mottóját pontosan 4 kisdíák láthatja?
 - a. 3
 - b. 0
 - c. 4
3. Ha Csaba és Gergő barátsága felbomlik, és Csaba nem szeretné, ha Gergő továbbra is látná az bejegyzéseit, mit kell tennie?
 - a. Semmit, mert Csaba nem láthatja az üzeneteit
 - b. Fel kell bontania az Egonnal való barátságát
 - c. Új barátokat kell szereznie

7.4. Számítógépes gondolkodás teszt – Megoldások

Answer Key

- | | | | |
|------|------|------|-------|
| 1. c | 4. c | 7. c | 10. b |
| 2. c | 5. b | 8. b | |
| 3. a | 6. d | 9. c | |

7.5. Eredeti feladatok az e-hód online felületről

7.5.1. Eredeti Számológép feladat

HÓDÍTSD MEG A BITEKET - 2020-AS FELADATSOR

SZÁMOLÓGÉP (2020-DE-06A)

SZÁMOLÓGÉP (2020-DE-06A)

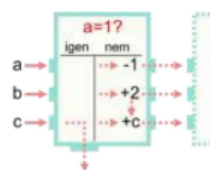
JUNIOR - NEHÉZ

SENIOR - KÖZEPES

A hódok építettek egy számológépet. Megadunk neki egy számot bemenetként és visszakapunk egy másikat.

A számológép belsejében kisebb számológységek dolgoznak. Mindegyik egység három számot (a, b és c) kap bemenetként és a következő lépéseket hajtja végre:

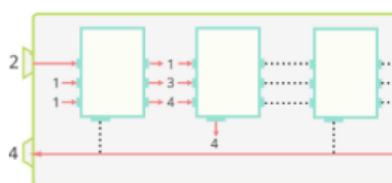
- ha „a” egyenlő 1, akkor visszaadja a „c”-t mint eredményt
- különben a következőket teszi
 - csökkenti „a”-t eggyel és az eredményt átadja a következő egység „a” bemenetére;
 - növeli „b”-t kettővel és az eredményt átadja a következő egység „b” bemenetére;
 - összeadja „c”-t a megnövelt „b”-vel, és az eredményt kiadja a következő egység „c” bemenetére.



Amikor a számológépnek megadunk egy számot, az az első számológység első (a) bemenetére kerül.

A számológység másik két bemenete (b és c) pedig 1-et kap. Amint az egyik számológység eredményt ad vissza, ezt a számot kiadja a számológép, mint eredményt.

A képen látható mi történik, amikor 2-t adunk meg a számológépnek. Ilyenkor két számológységet



használ és 4-et ad vissza.

Ha a számológépnek 4-et adunk bemenetként, milyen számot kapunk vissza?



7.5.2. Eredeti Hőtérkép feladat

HŐTÉRKÉP MEG A BITEKET - 2020-AS FELADATSOR

HŐTÉRKÉP (2020-DE-02)

HŐTÉRKÉP (2020-DE-02)

KADÉT - NEHÉZ

JUNIOR - KÖZEPES

SENIOR - KÖNNYŰ

Egy gép a következő képeket, mint I, T, O, C és L betűket ismeri fel.

Ehhez mind az öt képhez egy „Különbségkártyát” állít elő.



A különbségkártya az adott kép minden képpontjához egy színt rendel. A szín azt mutatja meg, hogy a többi kép esetében hánynál szerepel az adott helyen ugyanaz a képpont.

Minél világosabb egy szín a különbségkártyán, annál fontosabb az ezzel jelölt képpont a különbségek megadásánál.

Szín	Ennyi képnél szerepel ugyanazon a helyen ugyanaz a képpont
	Egy sem (0)
	1
	2
	3
	Mind (4)

Például a képnek ez lesz a különbségkártyája:

Melyik kép különbségkártyája a következő:

A)

B)

C)

D)



7.5.3. Eredeti Népszerűség feladat

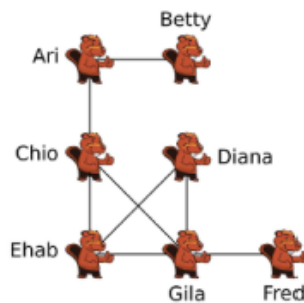


Népszerűség

(2015-CA-01)

Junior - Nehéz, Senior - Közepes

Hét hód regisztrált egy online hálózatra. A kép azt mutatja, a hálózaton belül mely hódok "barátok": a barátok egy vonallal vannak összekötve. A nyári szünet után minden hód megosztott egy fotót a barátaival a hálózaton. Így a barátaik oldalán is megjelent a fénykép. Minden hód a saját oldalán és a barátaik oldalán lévő fotókat látja.



Kinek a fényképét látja a legtöbb hód?

A	Ari
B	Chio
C	Ehab
D	Gila