



## KOLLABORATÍV PROBLÉMAMEGOLDÓ KÉPESSÉGET VIZSGÁLÓ DINAMIKUS TESZT FEJLESZTÉSE

**Pásztor-Kovács Anita\*, Pásztor Attila\*\* és Molnár Gyöngyvér\*\*\***

*\* Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet*

*\*\* MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport*

*\*\*\* Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Oktatáselméleti  
Kutatócsoport*

A csoport a problémamegoldás szempontjából lényegesen nagyobb potenciállal rendelkezhet az egyénnél, hiszen tagjain keresztül szélesebb készség-és képességskála válik elérhetővé (Finnegan & O'Mahoney, 1996). Ennek következtében a modern munkahelyek egyre gyakrabban használják ki a csoportmunkában rejlő lehetőségeket (Brannick & Prince, 1997; Binkley et al., 2012; National Research Council, 2011). A 21. század munkaerőpiaci elvárásainak fényében az iskolában töltött évek során a tanulóknak képessé kell válniuk a csoportos munkavégzésre, a csoportban történő problémamegoldásra (Neubert, Mainert, Kretschmar, & Greiff, 2015).

Az OECD PISA vizsgálata a három nagy műveltségi terület (matematika, természettudomány, olvasás-szövegértés) mellett egy negyedik, innovatív képességterület mérését is megcélozza, ami a PISA műveltségkonceptiójának megfelelően elvárható a mindennapi életben való boldoguláshoz (Csapó, 2002, 2003, 2004). Ez a terület minden PISA-ciklusban eltérő. A csoportmunka szerepének egyre hangsúlyosabbá válása miatt a szakértői csoportok a kollaboratív problémamegoldó képesség mérését jelölték ki negyedik felméréndő területként a 2015-ös ciklusban a 2012-es dinamikus problémamegoldás vizsgálata után (OECD, 2013). Számos kihívás, kutatómódszertani probléma is körvonalazódott a kollaboratív problémamegoldó képesség mérésével összefüggésben, melyekre ma – a 2015-ös ciklus után – sincs minden szempontból kielégítő megoldás. Egy effektív és validnak tekinthető mérőeljárás kialakításához alapkutatások sokaságának kivitelezésére lett volna még és van továbbra is szükség.

Kutatásunkban egy, a kollaboratív problémamegoldó képességet technológiai alapon, egyén szintjén vizsgáló mérőeszköz fejlesztését tűztük ki célul, bővítve a minimális számú, azonos tárgyú empirikus vizsgálatok körét (Griffin & Care, 2015; Krkovic, Wüstenberg, & Greiff, 2016; OECD, 2013; Rosen & Foltz, 2014). Tanulmányunk fókuszában a korábban publikált (Pásztor-Kovács, 2016) teszt továbbfejlesztett, számos innovatív elemet tartalmazó változata, továbbá két, a mérőeszköz alkalmazhatóságának vizsgálatát célzó exploratív jellegű kismintás kutatás eredményeinek bemutatása áll.

## A kollaboratív problémamegoldó képesség mérésének módszertani kihívásai

A következőkben rövid áttekintést nyújtunk arról, milyen akadályokba ütközik a kollaboratív problémamegoldó képesség mérése (a módszertani problematika részletesebb bemutatását l. Krkovic, Pásztor-Kovács, Molnár, & Greiff, 2014; Pásztor-Kovács, 2016). Egy adott képesség vizsgálatához, a mérőeszköz feladatainak összeállításához nélkülözhetetlen a vizsgálandó képesség struktúrájának egzakt leírása. A PISA 2012-es dinamikus problémamegoldás modulja jól kidolgozott elméleti kerettel rendelkezett (OECD, 2010). Kézenfekvőnek tűnhetett az az elgondolás, hogy a csoporthelyzetben történő problémamegoldás sikerességének vizsgálatához ezt az elméleti keretet fejlesszék tovább, terjesszék ki egy szociális dimenzióval (OECD, 2013). A továbbfejlesztéssel egy új konstruktum létrehozása valósult meg.

A problémamegoldás és a kollaboráció folyamatainak, képességeinek leírásáról is számos modellel rendelkezünk, azonban a két képességterület egyesítése új elképzelés. Mindössze egyetlen olyan szakirodalom volt korábban ismert, amely a kollaboratív problémamegoldásról mint önálló konstruktrumról számolt be, és leírására bemutatott egy komplex modellt (O'Neil, Chuang, & Chung, 2003).

A kollaboratív problémamegoldás publikált meghatározásai relatíve egységesnek tekinthetők. A PISA a következőképpen írja le ezt a konstruktumot: „Kollaboratív problémamegoldó képességnek az egyén azt a fajta kapacitását értjük, aminek segítségével hatékonyan bekapcsolódik egy folyamatba, ahol kettő vagy több résztvevő megkísérel megoldani egy problémát a megoldáshoz szükséges megértés és erőfeszítés megosztásával, tudásuk, készségeik és erőfeszítéseik egyesítésével” (OECD, 2013, p. 6). Az ATC21S (*Assessment & Teaching of 21st Century Skills*) projekt, ami a munkahelyi érvényesüléshez nélkülözhetetlen képességek feltérképezésére, majd mérési lehetőségeik vizsgálatára vállalkozott, a 21. századi képességek közé sorolta a kollaboratív problémamegoldást (Griffin & Care, 2015; Griffin, McGaw, & Care, 2012). Meghatározásuk értelmében a kollaboratív problémamegoldás egy olyan közös tevékenység, amelyben párok vagy kisebb csoportok lépések sorozatát hajtják végre, hogy egy adott állapotból a kitűzött célállapotba jussanak (Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin, 2015).

A képességet leíró modellek, melyek a PISA és bármely más, a képesség mérését célzó eszköz alapjául kellene, hogy szolgáljanak, kevésbé mutatnak egy irányba a definíciókhoz képest. Jelenleg négy modellt ismerünk a képesség leírására (Hesse et al., 2015; Liu, Hao, von Davier, Kyllonen, & Zapata-Rivera, 2015; OECD, 2013; O'Neil et al., 2003; Pásztor-Kovács, 2015). A modellekben közös, hogy két főkomponenst tartalmaznak: egy kollaboratív vagy szociális, valamint egy problémamegoldó vagy kognitív komponenst. Azonban eltérés mutatkozik a két főkomponens részképességeiben, illetve azok elrendezésében. Egyes modellekben hierarchiát, míg másokban mátrixot képeznek. További problémát jelent, hogy a modellek megmaradtak teoretikusnak, nem volt – a konstruktum „fiatal” volta miatt nem is lehetett – olyan empirikus vizsgálat, amely bármelyik modell képességeinek összetételét igazolta volna. Mindez azt jelenti, hogy

mind a PISA-vizsgálat, mind a többi mérőeszköz egy empirikusan egyelőre ellenőrizetlen képességet próbált, próbál mérni.

A gyenge elméleti lábakon álló konstruktum vizsgálói a PISA-mérés kapcsán újabb kihívással találták magukat szemben: hogyan határozzuk meg a tanulók teljesítményét az egyén szintjén, azaz hogyan ragadjuk ki, értékeljük egy csoportos problémamegoldó helyzetben egyetlen tanuló teljesítményét a csoportból (OECD, 2013)? A problémamegoldó dimenzió egyénszintű meghatározása jelentős kutatási háttérrel rendelkezik (OECD, 2010; Csapó & Funke, 2017). Ide sorolható a PISA 2012 dinamikus problémamegoldás mérése is (OECD, 2014). Ám a szociális dimenzió, amennyiben egyetlen teljesítményteszt alapján az egyén szintjén kívánjuk értékelni, nagyobb gondot jelent. A kollaborációt, csoportmunkát, együttműködő képességet vizsgáló eljárások ugyanis sokkal inkább nyugszanak kvalitatív alapokon, például megfigyeléses vagy kérdőíves vizsgálatokon, melyeknek gyakrabban tárgya a teljes csoport, mint a csoporttagok egyéni teljesítménye (Greiff, 2012; O'Neil et al., 2003). Amennyiben egy adott kutatás fókuszja mégis kiterjed az egyének kollaboratív képességeire, arról leggyakrabban társaik vagy egy külső megfigyelő, pedagógus vagy akár a szülő nyújt értékelést (OECD, 2013; Zsolnai, 2011). Tehát a szociális komponens mérése is kiterjedt empirikus hagyományokkal rendelkezik, ugyanakkor ezek a tapasztalatok nehezen használhatóak fel egy az egyén képességét vizsgáló teljesítményteszt fejlesztése során. A szociális dimenzió objektív teszttel való vizsgálata már önmagában elegendő feladat lenne, azt, hogy vele azonos időben, kombináltan problémamegoldó képességet is mérjünk, még nagyobb vállalkozás.

A technológiaalapú mérés-értékelés számos előnye következtében (pl. nagyobb mértékű objektivitás, innovatív itemtípusok alkalmazása, a kiértékelés automatizálása) a fokozatos bevezetés után a 2015-ös PISA-mérés számítógéppel zajlott (Csapó, 2015; Molnár, 2010; Tóth & Hódi, 2013). A kollaboratív problémamegoldó képesség vizsgálatának tehát a technológiaalapú mérések adta lehetőségek kihasználása mellett a vele járó korlátokhoz is alkalmazkodnia kellett. Az alábbiakban röviden áttekintjük a képesség mérésének számítógépes alaphoz kapcsolódó két fő problémacsoportját (részletesen l. Krkovic et al., 2014; OECD, 2013; Pásztor-Kovács, 2016).

### **Az eredmények automatikus kiértékelése – a korlátozott kommunikáció szerepe**

Az első problémakör a kollaborációhoz szükséges interakciók kiértékelése köré csoportosul. A kommunikáció, ami a kollaboráló partnerek között írásban, chaten zajlik, kulcsfontosságú információkat tartalmaz a szociális és problémamegoldó folyamatokról. Rendkívül jelentős tehát az a kérdés, hogy milyen formában tudjuk azt a lehető leghatékonyabban kiértékelni (Hesse et al., 2015).

A technológiaalapú értékelés egyik legnagyobb előnyét az adatok automatikus kiértékelésének lehetősége jelenti, ami lényegesen lerövidíti a teszt megoldása és az eredmények visszajelzése közötti időt, a legtöbb esetben azonnali visszacsatolásra is lehetőséget nyújt (Csapó, Ainley, Bennett, Latour, & Law, 2012; Molnár, 2010; Csapó, Lőrincz, & Molnár, 2012). Nagymintás mérések tervezésekor a tesztek automatikusan kiértékelésének biztosítása az időhatékonyság mellett a költséghatékonyság szempontjából is hang-

súlyos szempont. Azonban a kollaboratív problémamegoldó képesség esetében ennek a lehetőségnek a kiaknázása is kihívásokkal terhes, ugyanis a tartalomelemzés módszere, ami a kommunikáció elemzéséhez szükséges lenne, egyelőre nem automatizálható teljes mértékben (Care, Griffin, Scoular, Awwal, & Zoanetti, 2015).

A probléma kezelésére a kevés számú technológialapú mérőeszköz majdnem mindegyike egy vitatott megoldással állt elő: az automatikus kódolás kialakításának lehetősége érdekében korlátozza a kommunikációt. A csoporttagok pusztán egy meghatározott üzenetkészlet segítségével társalognak. Az üzeneteket előzetesen hozzárendelték különböző, a felhasznált elméleti modellekhez kapcsolódó kategóriákhoz (Chung, O'Neil, & Herl, 1999; Hsieh & O'Neil, 2002; Krkovic et al., 2016; OECD, 2013; O'Neil, Chung, & Brown, 1997; Rosen & Foltz, 2014). Ez a módszer valóban megteremti az automatikus kiértékelés lehetőségét, ugyanakkor megjelennek annak validitását bíráló vélemények, amelyek szerint a való életben nem megszokott az ilyen típusú korlátozott kommunikáció. A szabad üzenetváltás frusztrációhoz vezethet, a vizsgálati személyeket zavarhatja az a körülmény, hogy nem tudják magukat tökéletesen kifejezni, ha az üzenetkészlet nem tartalmaz minden szükséges elemet (Krkovic et al., 2014).

A szakirodalomban csak egy olyan példával találkozunk – az ATS21S projekt nagymintás vizsgálatában –, amelyben a kommunikáció korlátozása nélkül alakítottak ki automatikus kiértékelő rendszert (Adams, Vista, Scoular, Awwal, Griffin, & Care, 2015). A szerzők azonban az automatizált kiértékelés során ignorálták a chaten keresztül zajló interakció tartalmát, a pontozást a kommunikáció felszíni jegyeinek azonosításához rendelték (pl. két megszólalás között eltelt idő, a pár melyik tagja küldött először üzenetet a probléma ismertetése után). Ez a tény is jól érzékelteti a szabad kommunikáció automatikus kiértékelésének nehézségeit.

A fentiek ismeretében az előnyöket és hátrányokat mérlegelve kell kialakítani a mérőeljárást. Ha olyan kollaboratív problémamegoldó képességet mérő teszt fejlesztése a cél, amely automatikusan kiértékelhető, egyelőre a korlátozott kommunikáció feltétele tűnik a legjobb választásnak. Ugyanakkor olyan mérőeszköz kialakítására kell törekedni, amely a korlátozott kommunikáció feltétele mellett is a lehető legnagyobb rugalmasságot biztosítja az interakcióra.

### **Standardizált tesztkörnyezet kialakítása – Human-Human vs. Human-Agent elrendezés**

A csoportmunka során nyújtott teljesítményt számos tényező befolyásolhatja, például a feladat típusa, a csoporttársak szociális és kognitív képességei (OECD, 2013). Az eltérő feltételekkel rendelkező, azaz például más összetételű csoportokban dolgozó egyének eredményei, még ha ugyanazon a feladaton is dolgoznak a csoportok, nem összehasonlíthatóak. Egy standardizált tesztkörnyezet kialakítása, vagyis – többek között – annak biztosítása, hogy minden tesztalany azonos ingerkészlettel találkozik a vizsgálatban, a kollaboratív problémamegoldó képesség mérése kapcsán ismételt nagy kihívás. Különösen akkor, ha – mint a PISA esetében is – nagymintás mérésben gondolkodunk.

A számítógépes tesztkörnyezet egy egyelőre kizárólagos, ugyanakkor ismételtlen sokat vitatott alternatív lehetőséget teremtett a standardizált tesztkörnyezet fejlesztésére a

képesség méréséhez, a Human-Agent (H-A) eljárást. Ennek alkalmazásakor a vizsgálati személyek kollaboráló partnere nem egy másik tanuló, hanem egy szoftveresen irányított avatar, mely előre programozott, minden tanuló esetében megegyező válaszkészletből generálja a reakcióit, így minden tesztalanyunk ugyanaz az ingerkörnyezet biztosított (Graesser, Forsyth, & Foltz, 2017; Herborn, Mustafic, & Greiff, 2017; Krkovic et al., 2016; OECD, 2013; Rosen & Foltz, 2014). Mivel egy számítógépes avatar nem lehet képes érzelmek olyan széles spektrumát vagy olyan irracionális gondolkodást mutatni, mint egy ember, validitás szempontjából a számítógéppel való helyettesítés módszere is erősen megkérdőjelezhető (Graesser et al., 2017; Rosen, 2017; Scoular, Care, & Hesse, 2017).

A Human-Agent–Human-Human (H-H, tényleges személyek kollaborációja) vita eldöntésében is azt kell szem előtt tartanunk, hogy mi a célunk. Amennyiben összehasonlítható adatokra van szükségünk a képességről, jelenlegi tudásunk szerint azt csak H-A eszközzel tudjuk gyűjteni. Mivel a képességeteszt felhasználhatóságának fontos ismérve az összehasonlíthatóság, a H-A vs. H-H diskurzusban egyelőre, ha a mérőeszközök számát tekintjük, inkább a H-A trend dominál. Eddig mindössze egy olyan technológia-alapú H-H elrendezésről, ismételten az ACT21S projekt mérőeszközéről (lásd az előző részt az automatikus kódolás kapcsán) számolt be a szakirodalom, mely a kollaboratív problémamegoldó képesség egyénszintű vizsgálatára vállalkozott (Care & Griffin, 2017; Griffin & Care, 2015). A szerzők nem számoltak be arról, hogy miként kívánják kezelni az összehasonlíthatóság problémáját, azaz, hogy úgy vonnak le következtetéseket egy tanuló képességszintjéről, hogy az csak egyetlen másik tanulóval került interakcióba, mindezt más összetételű párok teljesítményeivel összefüggésben.

## A kutatás tárgya

A kollaboratív problémamegoldó konstruktum vizsgálata számos ponton akadályba ütközik, különösen akkor, ha azt technológiai alapon és az egyén szintjén kívánjuk meghatározni egyetlen teljesítményteszttel. Azzal, hogy az OECD mindezek ellenére mérésre tűzte a képességet, arra ösztönözte a mérés-értékelési szakértőket, hogy megpróbálják megoldani a felmerülő módszertani problémákat, és hatékony mérőeszközöket dolgozzanak ki az adott paraméterekkel. Kutatásunkban mi is ezt a kihívást vállaltuk, azt a hosszú távú célt, hogy egy online, a képességet egyéni szinten vizsgáló mérőeszközt fejlesszünk ki.

Meggyőződésünk, hogy a H-A dizájnok hatékonyságának és validitásának növeléséhez meg kell próbálnunk a H-A és a H-H eljárások előnyeit egyesíteni, azaz szükségünk van mindkét módszerre. Úgy véljük, a H-A elrendezésű mérőeszközöknek – az eddigiekkel ellentétben – H-H mérőeszközökre kell épülniük, vagyis először egy jól működő H-H eszköz kialakítása szükséges, és annak eredményeire alapozva kell felépítenünk annak továbbfejlesztett, H-A változatát. Ennek fényében egy olyan mérőeszköz kialakításán dolgozunk, amely jelenleg H-H elrendezést alkalmaz, azonban a későbbiekben alkalmassá tehető számítógépes ágens mint kollaboráló partner beépítésére is.

Az automatikus kiértékelés mind gazdaságosság szempontjából, különösen nagyminőségű kutatások esetében, mind az eredmények azonnali visszacsatolásának pedagógiai jelentőségét tekintve olyan előnyt jelent, hogy amennyiben technológiaalapú mérésben gondolkodunk, ezzel az előnnyel mindenképpen élnünk kell. Ennek értelmében – a mérőeszközök többségéhez hasonlóan (Chung et al., 1999; Hsieh & O’Neil, 2002; Krkovic et al., 2016; OECD, 2013; O’Neil et al., 1997; Rosen & Foltz, 2014) – mi is a korlátozott kommunikáció feltételéhez folyamodtunk. Szem előtt tartva az ilyen típusú kommunikáció hátrányait (pl. a rugalmatlanság okozta frusztráció), számos olyan funkciót építettünk be az üzenetek cseréjén felül, amelyek egyszerűbbé, gördülékenyebbé tehetik a mondanó kifejezését. Ilyen innovatív kommunikációs elem például az információk (diagramok, görbék állása) képi formában történő cseréje.

Mérőeszközünket az eDia online diagnosztikus rendszerben (Molnár, 2015) fejlesztettük ki. Lehetővé téve a tanulók kommunikációját, beépítettük a chat funkciót. Számos olyan tanulsággal szolgált első vizsgálatunk (Pásztor-Kovács, 2016), amelyekre támaszkodva jelentős módosításokat vittünk végbe a mérőeszközön. A továbbiakban részletesen bemutatjuk a módosítások mentén felépített új, számos innovatív elemet tartalmazó mérőeszköz első verzióját. A képesség egyéni szintű méréséig még számos feladat áll előttünk, többek között az, hogy tökéletesítsük, majd véglegesítsük a meglehetősen komplex, a tanulók számára számos szokatlan tesztelemet tartalmazó tesztkörnyezet felépítését, tartalmát. Két kismintás exploratív kutatásunkban erre a célra gyűjtöttünk adatokat, melyek eredményeiről a tanulmány második fele szól.

## **A mérőeszköz jellemzői**

### **A csoportmunka jellemzői**

Az általunk kifejlesztett mérőeszköz előző verziójában a vonatkozó kutatásokban szokásos pármunka helyett négyfős csoportok dolgoztak a problémák megoldásán, ugyanis ettől az elrendezéstől az eredmények általánosíthatóságának növekedését vártuk (Pásztor-Kovács, 2016). Ugyanakkor azt tapasztaltuk, hogy négy személy online, írásban nehezen tud kollaborálni, az üzenetcsere lassú, nehéz nyomon követni és visszakeresni, hogy ki milyen üzenetet küldött, milyen megoldási javaslatot osztott meg. Bár face-to-face helyzetben továbbra is optimálisabbnak tartjuk a nagyobb csoportméretet, az online, írásbeli kommunikáció hatékonysága érdekében mi is a páros kollaboráció mellett döntöttünk a mérőeszköz továbbfejlesztésekor.

A munkamegosztással kapcsolatban is változtattunk az eredeti koncepción. A szakirodalom hol elkülöníti, hol összemossa a kollaboráció és a kooperáció fogalmakat (részletesen lásd Pásztor-Kovács, 2015). Azok a definíciók, amelyek elkülönítik a két fogalmat, elsősorban a munkamegosztás minősége mentén teszik ezt. A mozaikelrendezés, melyben a csoporttagok egyénileg nem rendelkeznek a megoldáshoz szükséges összes információval, és össze kell dolgozniuk a sikeres produktum érdekében, klasszikusan a kooperatív tanulás módszerének sajátja (pl. Kagan & Kagan, 2009). A kollaboráció ese-

tében jellemzőbb elrendezés, hogy a csoporttagok már a probléma prezentálásának pillanatától rendelkeznek a teljes információkészlettel. Első kutatásunkban a két fogalom elkülönítése, ezáltal a pontosabbnak vélt kollaboráció definíciójának használata, ennek kapcsán az utóbbi elrendezés mellett döntöttünk.

Számítottunk társas lazulásra, hiszen ha nincs saját szerepe, felelőssége a csoporttagoknak, akkor csökkenhet motivációjuk és munkatempójuk, és könnyedén egymástól várják a megoldást ahelyett, hogy saját maguk tennének erőfeszítést (Latane, Williams, & Harkins, 1979). Ugyanakkor nem ez volt a legjelentősebb probléma, hanem az interakció hiánya. Gyakran tapasztaltuk azt, hogy a csoporttagok önállóan, fejben megoldották a problémát, megosztották megoldásukat, és ha ez megegyezett (azaz „konszenzusra” jutottak), akkor továbbléphettek a következő problémára úgy, hogy egyáltalán nem kellett egymással szót váltaniuk. Holott a képesség értékelésének alapját az interakció jelenti.

Mindezek alapján olyan elrendezést kellett biztosítanunk, amelynél nem fordulhat elő, hogy valaki önállóan, megvitatás nélkül is megoldhat egy problémát. A továbbfejlesztett teszt ennek megfelelően pozitív interdependencián alapul, a párok tagjai kölcsönösen függenek egymástól (Kagan & Kagan, 2009; OECD, 2013). A problémák csak a teljes információkészlet birtokában oldhatóak meg, ám a csoporttagok különböző információkkal rendelkeznek, így a megoldáshoz nélkülözhetetlen az együttműködés, az „információszeleteket” meg kell osztaniuk egymással.

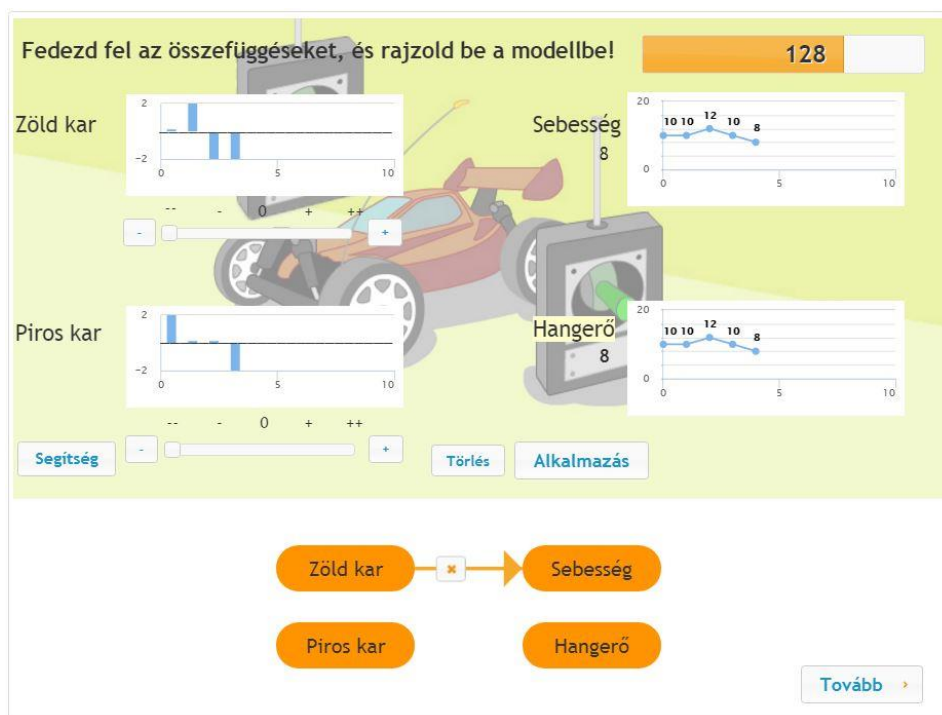
## **A problémátípus**

Megelőző kutatásunkban azt tapasztaltuk, hogy hiába prezentáltunk jól definiált, egyetlen jó megoldással rendelkező problémákat, sokszor egy inkább vélemény- vagy tapasztalatalapú döntéshozó mechanizmus jellemezte a vizsgálati személyeket. A jelentőséget a problémák hétköznapi, ismerős kontextusa idézhette elő (pl. iskola vagy nyári tábor választása). Ennek következtében olyan problémátípus igénye merült fel bennünk, amely kellően egzakt, és megoldását nem befolyásolhatja személyes attitűd vagy élmény. Továbbá szabad üzenetváltás nélkül is megoldható problémára volt szükség, ami jól strukturálható, a megoldás menetéhez szükséges lépések, interakciók jól bejósolhatóak, így az előre definiált üzenetek listája sem kell, hogy áttekinthetetlenül hosszú legyen. Fel kellett ismernünk, hogy erre a célra kevésbé alkalmasak a korábban alkalmazott analitikus (már az exponálás pillanatában tartalmazza a megoldáshoz szükséges összes információt), döntéshozatali igénylő problémák. Az új mérőeszközben ezért a MicroDYN-modellre épülő dinamikus (a változókészlet időről időre dinamikus módon) problémákat alkalmaztuk, mely modell a 2012-es PISA dinamikus problémamegoldó gondolkodást vizsgáló feladatok alapjául is szolgált (Molnár, 2001, 2006; OECD, 2014; Pásztor-Kovács, 2015).

A MicroDYN-megközelítést kifejezetten nagymintás, adott időkerettel rendelkező, számítógép alapú teszteket alkalmazó pedagógiai vizsgálatok kivitelezésére dolgozták ki a Heidelbergi Egyetem kutatói (Greiff & Funke, 2010; Wüstenberg, Greiff, & Funke, 2012). Az általuk kidolgozott problémákat egy közös kutatás keretein belül hazánkban is adaptálták (Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke, & Csapó, 2013; Molnár, Greiff,

& Csapó, 2013; R. Tóth, Molnár, Wüstenberg, Greiff, & Csapó, 2011; Molnár, Greiff, Wüstenberg, & Fischer, 2017). Ezeket, az eDia-rendszerben már számos alkalommal ki-próbált (l. pl. Molnár, 2016a, 2016b, 2017), jól működő problémákat alakítottuk át mérőeszközünk meglévő keretein belül kollaboratívává.

A problémák maximum három kimeneti és három bemeneti változót tartalmaznak, melyek adott, a tesztalanyok számára ismeretlen relációban állnak egymással. Manipulálva a bemeneti változókat, a kimeneti változók dinamikusan, meghatározott függvény alapján változnak (a tesztről részletesen lásd Molnár, 2012, 2016b; Molnár & Pásztor-Kovács, 2015). A tudáselsajátítás fázisában a tanulóknak fel kell fedezniük a rendszer működését, majd a változók kapcsolatát egy modellben kell ábrázolniuk, mindezt korlátozott idő felhasználásával (1. ábra). A helyes modell 1 pontot ér.

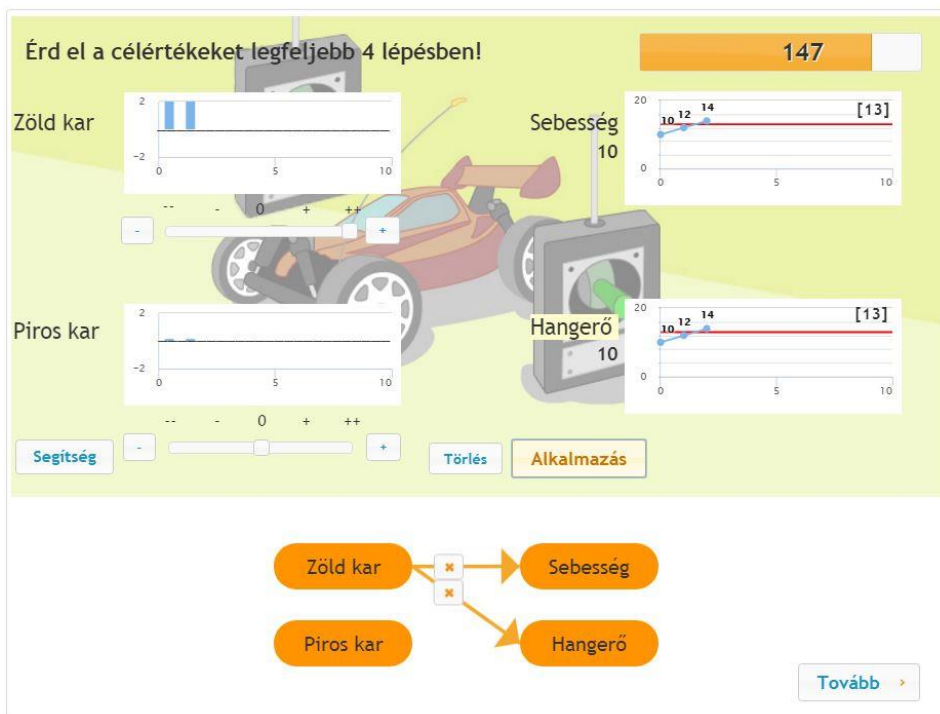


1. ábra

*Egy MicroDYN típusú probléma tudáselsajátítás fázisa az eDia-rendszerben. A bal oldalon található bemeneti változók a csúszkák segítségével manipulálhatóak. A csúszka beállítás után az Alkalmazás gombra kattintva a jobb oldali kimeneti változók görbéin nyomon követhető a bemeneti változó manipulációjának hatása. Ha felfedeztünk egy összefüggést a változók között, azt egy megfelelő irányú nyíl kitételével reprezentálhatjuk a képernyő alján található modellben.*



A probléma tudásalkalmazás fázisában a bemeneti változók manipulálásával adott időn belül négy lépésben el kell érni a kimeneti változók célértékeit, ezáltal már a helyes modell ismeretében (2. ábra). A feladat akkor tekinthető megoldottnak és jutalmazható 1 ponttal, ha a tanuló sikeresen elérte az adott célértékeket.

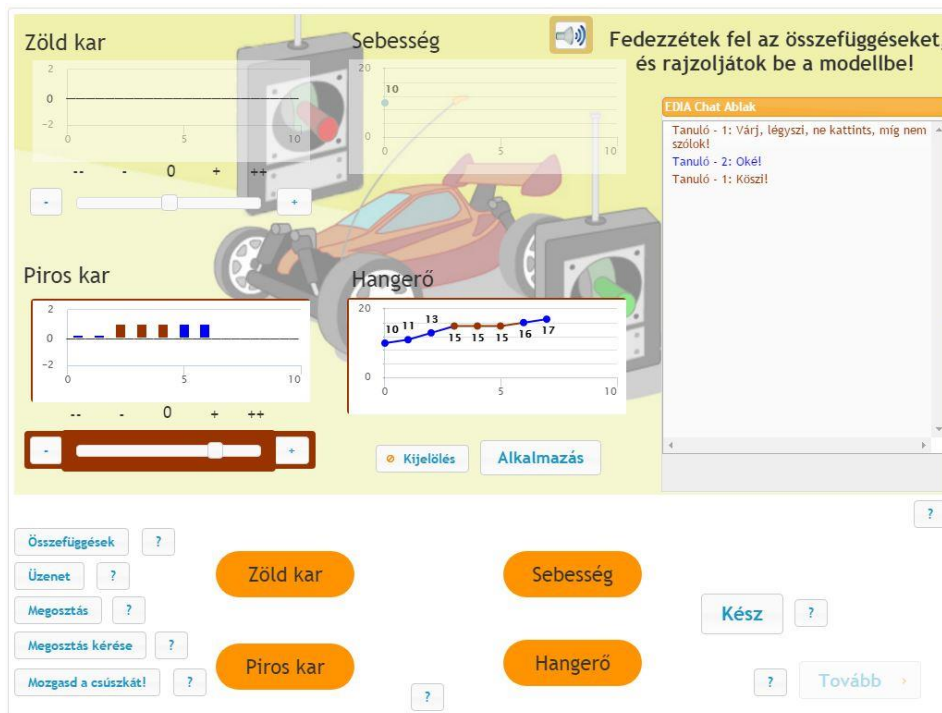


2. ábra

*A tudásalkalmazás fázis. A bemeneti változók manipulálásával legfeljebb négy lépésben, vagyis az Alkalmazás gombot legfeljebb négyszer lenyomva kell elérni a kimeneti változók piros vonallal és számmal is jelölt célértékeit.*

### A tudáselsajátítás fázis kollaboratívvá alakítása

A problémák megoldásának első, tudáselsajátítás fázisában a változók egyik felét a Tanuló 1, másik felét a Tanuló 2 elnevezésű csoporttag láthatja csak a saját tesztfelületén. Például a teszt első problémája esetén a pároknak fel kell fedezniük egy zöld és egy piros karú távirányító hatását egy kisautó sebességére és hangerejére (3. ábra).



3. ábra

*Tanuló 1 tesztfelülete. A felső bemeneti és kimeneti változó hozzáférhetetlen. A két különböző szín a diagramon és a görbén azt jelöli, hogy a pár mindkét tagja lenyomta az Alkalmazás gombot, többször is. A chatablakban a tanulók által küldött, előre definiált üzeneteket látjuk.*

Tanuló 1 nem láthatja a Zöld kar módosításakor a változás mennyiségét jelölő diagram állását, és azt sem, hogy miként mozdul el a Sebesség görbe. Továbbá, bár képes mozgatni a Zöld karhoz tartozó csúszkát, az Alkalmazás gombra kattintva nem tud hatást elérni a mozgatással. Ugyanakkor hozzáférése van a Piros karhoz tartozó csúszkához, diagramhoz és a Hangerő görbéhez. Ezzel ellentétben Tanuló 2 azokat a változókat látja, amelyeket Tanuló 1 nem. A hozzáférhetőséget Tanuló 1 számára piros, Tanuló 2 számára kék keret jelzi az elemek körül, a „befagyasztott” elemeket sötétszürkén jelöltük. Ha például Tanuló 1 elmozdítja a Piros kar csúszkát és az Alkalmazásra kattint, nincs információja arról, hogy a Sebesség görbe változott-e, csak a Hangerő görbe mozgását tudja követni. Ahhoz, hogy megszerezze ezt az információt, kapcsolatba kell lépnie Tanuló 2-vel. Ha változást tapasztal a Hangerő görbén, arról is meg kell győződnie Tanuló 2-vel kommunikálva, hogy a változás a Piros kar manipulációjának hatására jött létre, vagy annak az eredménye, hogy Tanuló 2 elmozdította a Zöld kart, majd az Alkalmazás gombra kattintott. Hogy megkönnyítsük a követését annak, ki mikor nyomta le az Al-

kalmazás gombot, Tanuló 1 alkalmazásait mindig piros szín jelöli az aktív görbéken és diagramokon, Tanuló 2-ét pedig kék.

Az első korlátozott kommunikációs lehetőséget az általánosan használt előre definiált üzenetek cseréje képezi. A képernyő bal alsó sarkában a tanulók öt gombot találhatnak, melyek mind kommunikációs funkciót szolgálnak. Az Üzenet gombra kattintva egy felugró ablak nyílik meg, ami a mérőeszköz első verziójában (1. az Első vizsgálat fejezetet) 20 üzenetet tartalmazott két oszlopban (pl. „Légy szíves, oszd meg, amit kértem!”, „Nem értek egyet.”, „Csak így tovább!”). A kiválasztott üzenetre vagy üzenetekre kattintva azok megjelennek a chatablakban, Tanuló 1 esetében piros, Tanuló 2 esetében kék színnel. Minden, a chatablakban megjelenő üzenet, esemény ezzel a két színnel különül el, jelezve ezzel a küldő személyét.

Az Összefüggések gomb nyújtja a másik lehetőséget a verbális kommunikációra. Szükségünk volt egy alternatív módra ahhoz, hogy a változók kapcsolatairól, módosulásáról vagy a csúszkák elmozdításáról hatékonyan tudjanak információt cserélni a párok, hiszen ha minderre csak a kötött, előre definiált üzeneteken keresztül lett volna lehetőségük, akkor rendkívül hosszú listára lett volna szükségünk a lehetőségek lefedésére. Egyes kutatásokban már megjelent az a megoldás, hogy egy mondat bizonyos elemei 1–3 opcióból szabadon választhatók legyenek (Chung et al., 1999; Hsieh & O’Neil, 2002). A módszer továbbfejlesztése során olyan mondatok kreálását tettük lehetővé, amelyek összes eleme választható. Az Összefüggések gombra kattintva a felugró ablakban 37–40 opcionális mondat elem jelenik meg hét oszlopba rendezve (4. ábra). A kiválasztott elemek olyan sorrendben jelennek meg elküldés után balról jobbra a chatablakban, ahogy a felugró ablakban szerepeltek az oszlopokban. Ilyen módon hét vagy ennél több szóból álló mondatokat is összerakhatnak a tanulók. Egy oszlopból több elemet is elküldhetnek.

A gördülékeny kommunikáció segítése érdekében további három, úttörőnek számító, információcserét lehetővé tevő funkciót is beépítettünk, melyeken keresztül a csoporttagok képi formában is küldhetnek egymásnak információt a változók működéséről. Ahhoz, hogy a párok együttesen fel tudják építeni a változók közötti összefüggések modelljét, időről időre meg kell osztaniuk egymással az aktív diagramok, görbék és csúszkák aktuális állását. Ennek hatékony megvalósítása érdekében bevezettük azt, hogy a tanulók az elemek aktuális állapotáról képet tudnak egymásnak küldeni. A megosztáshoz először a Kijelölés gombra kell kattintaniuk a képernyő közepén, majd a megosztandó elemekre, melyek körül a kiválasztás után megjelent egy piros keret, végül a Megosztás gombra. Üzenet érkezik a chatablakban, ami informálja a partnert arról, hogy információt osztottak meg vele. A megosztott elemek neveire kattintva a chatablakban, ha az adott, eddig inaktív elemekre tekint, azt láthatja, hogy „működésbe lépnek”. Valójában pillanatképet lát a változók állásáról a társa térfelén (5. ábra). Ha elhúzza a kurzort a chatablakból, a képek eltűnnek, és visszaáll az eredeti állapot.

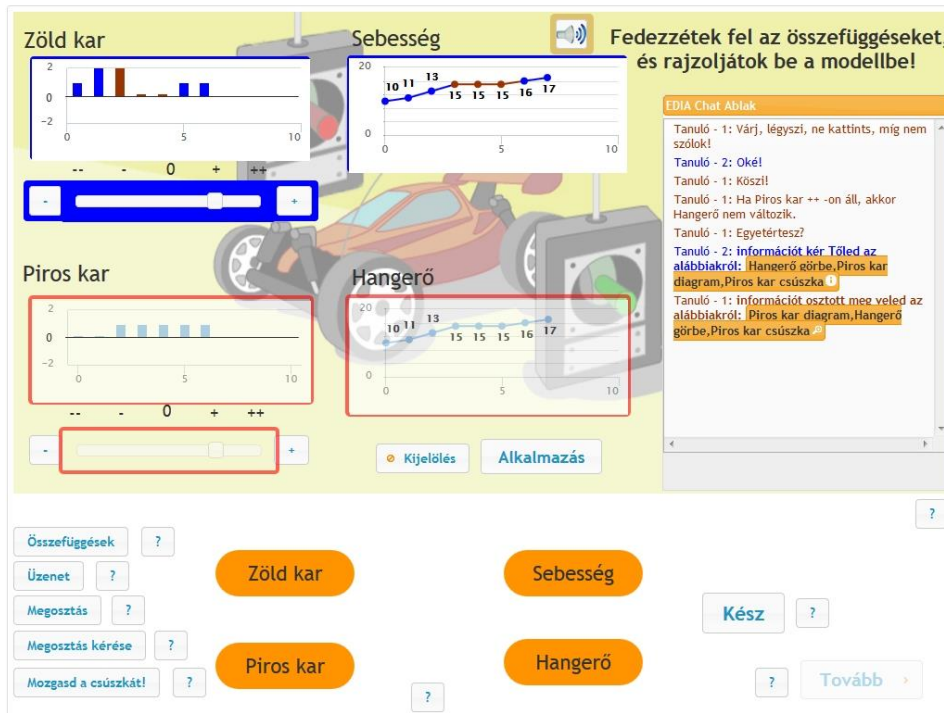
A tanulóknak nemcsak megosztásra, hanem megosztás kérésére is van lehetőségük. A Kijelölés gombra, majd az igényelt elemekre, végül a Megosztás kérése gombra kattintva ismételt üzenet érkezik a chatablakban. Az 5. ábrán az üzenet arról tájékoztatja Tanuló 1-et, hogy társa információt kér a nevezett elemekről. Ha rákattint a chatablakban a kért elemek nevére, azok körül piros keret jelenik meg.



4. ábra

Az *Összefüggések* gomb lenyomásakor megjelenő ablak. A pipák az elküldésre kijelölt elemeket jelölik.

Az ötödik, *Mozgasd a csúszkát!* feliratú bal oldali gomb szintén vizuális információ cseréjét szolgálja. Bár a résztvevők minden csúszkát mozgathatnak, az Alkalmazás gomb csak az aktív változók esetén reagál az elmozdításra. A Zöld kar bemeneti változó például Tanuló 2 térfelén aktív. Ha Tanuló 1 meg akarja kérni Tanuló 2-t, hogy tegye a Zöld karhoz tartozó csúszkát egy meghatározott pontra, először be kell állítania saját Zöld kar csúszkáján a kívánt állapotot, majd a Kijelölés gombra, a csúszkára, végül a *Mozgasd a csúszkát!* gombra kell kattintania. Üzenet érkezik a chatablakban Tanuló 1 kérésére vonatkozóan. Az üzenetre kattintva Tanuló 2 a Zöld karhoz tartozó csúszka elmozdulását észlelheti, valójában egy képet lát a saját csúszkája helyén Tanuló 1 csúszkájának állásáról. Ha elmozdítja a kurzort a chatablakból, a kép eltűnik, a csúszka „visszaáll” az eredeti állapotba. Ezt követően már Tanuló 2-n múlik, hogy megteszi-e Tanuló 1 kérését, és az Alkalmazás gomb lenyomása után megosztja-e az így nyert információt vagy sem.



5. ábra

*Tanuló 2 tesztfelülete. A chatablakban nyomon követhető, hogy információt kért a Hangerő görbe, valamint a Piros kar diagram és csúszka állásáról. Most megtekinti azt az információt, amit kérésére Tanuló 1 elküldött neki.*

Ha az egyik csoporttag felfedez egy összefüggést, és rajzol a modelljébe egy nyilat, ezt is meg tudja osztani társával képes formában. A Kijelölésre, a nyílra vagy nyilakra, majd a Megosztásra kattintva komplett modellek elküldésére van lehetőség. Egy üzenet ismételt informálja a társat a megosztásról, melyre kattintva a kapott nyilat saját modelljében tekintheti meg, a halványabb szín segítségével egyértelműen elkülöníthetően az általa felépített saját modell nyilaitól. Ha lehúzza a kurzort az üzenetről, ismételt csak a saját modelljét láthatja. A két modellt így könnyedén össze tudja vetni.

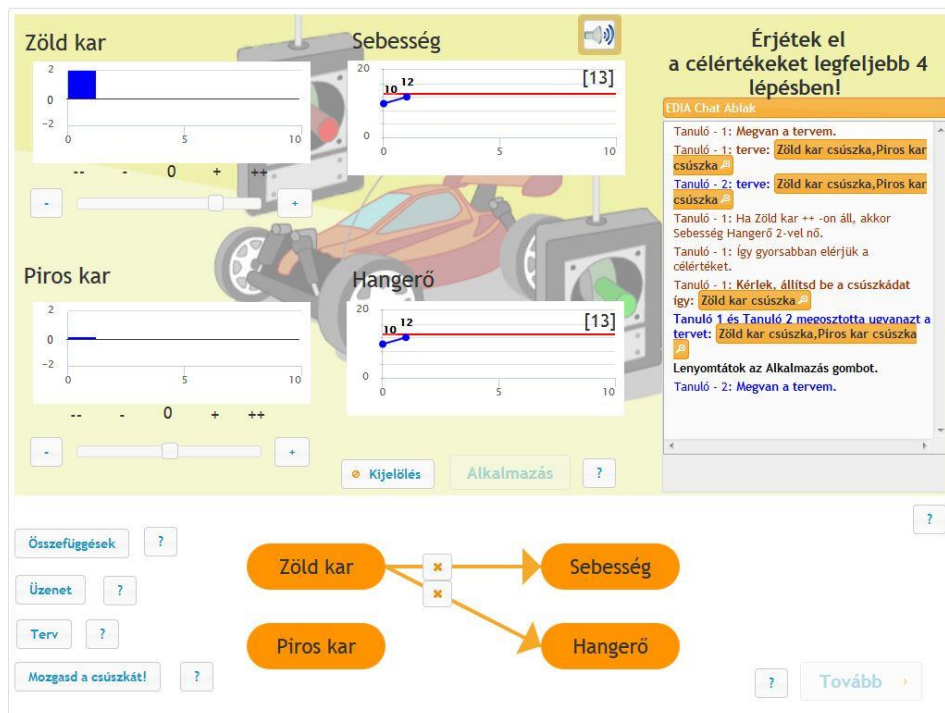
Ha a pár egyik tagja felépíti a modelljét és véglegesnek gondolja azt, a Kész gomb segítségével meg kell osztania. Ekkor Kész modell megosztásáról érkezik üzenet a chatablakban. Rákattintva, a társnak felvillan a megosztott modell a saját modellje helyén. A Tovább gomb csak akkor válik aktívvá, ha a pár mindkét tagja megoszt egy végleges modellt. Ezek után már bármelyikük nyomja le azt, egyszerre lépnek tovább a következő oldalra. A modelleknek nem kell egybehangzónak lenniük, ami a mérőeszközünk korábbi változatához képest egy újabb módosítás. Ugyanis az interakciók elemzéséből azt a konklúziót vontuk le, hogy az egymásra való hosszú várakozás, a frusztráció, amit a

konszenzus kialakításának időként komoly nehézsége okozott, inkább elkerülendő, mint hasznos a továbbfejlesztésnél. Az eltérő megoldások adásának lehetősége továbbá összhangban áll jövőbeli célunkkal, hogy egyén szintjén teremtsük meg a kiértékelés lehetőségét, hiszen ezek indikátorai lehetnek a képesség problémamegoldó komponensének.

### **A tudásalkalmazás fázis kollaboratívva alakítása**

A tudásalkalmazás fázist nem találtuk megfelelőnek arra, hogy mozaikelrendezést alakítsunk ki benne a kollaboratívva transzformálás során. Így a problémák második felében már minden információ elérhető mindkét csoporttag számára, ennek megfelelően a Megosztás és a Megosztás kérése gomboknak megszűnt a funkciójuk, nem szerepelnek a tudásalkalmazás itemekben (6. ábra). Ugyanakkor ezúttal is biztosítani akartuk, hogy szükséges legyen az interakció a feladatok megoldásához. A pároknak, az egyéni teszt-hez hasonlóan, négy lépésben kell elérniük az adott célértékeket. Annak érdekében, hogy ne oldhassa meg valamelyik csoporttag kizárólag saját elgondolására alapozva a feladatot az Alkalmazás gomb négyszeri lenyomásával, a tanulóknak meg kell állapodniuk mind a négy lépésben. Bevezettünk egy Terv gombot, melynek segítségével a tanulók demonstrálhatják egymásnak, hogyan kellene szerintük beállítani a csúszkákat a következő lépéshez. Ha egy tanuló beállítja csúszkáit a kívánt állapotba, majd lenyomja a Terv gombot, az összes csúszkája aktuális állását megosztja a rendszer. Üzenet érkezik a chatablakban a terv megosztásáról, és ha a másik tanuló rákattint, megtekintheti a saját csúszkái helyén a megosztott csúszkaállások képeit. Ha elhúzza a kurzort a chatablakból, a képek eltűnnek.

Mind a négy lépés esetében csak akkor aktivizálódik az Alkalmazás gomb, ha a tanuló megosztanak egy egybehangzó tervet, azaz csúszkáik megegyezően állnak. A közös terv kialakítására a párok továbbra is használhatják az Összefüggések, a Mozgasd a csúszkát! és az Üzenet gombokat. Utóbbi tartalma a tudáselsajátítás fázisban használt üzenetkészlet tartalmától valamelyest eltér, a mérőeszköz első változata 17 üzenetet tartalmazott. Ugyanazt a két üzenetkészletet kínáljuk fel azonban minden probléma esetében a két fázisban, függetlenül az aktuális probléma változóitól. Az alkalmazás utáni első megosztott tervek nem megtekinthetőek. Az üzenet csak arról értesít a chatablakban, hogy az egyik tanulónak megvan a terve, ami csak akkor válik megtekinthetővé, ha a másik tanuló is megosztotta a saját tervét (6. ábra). Így a pár tagjainak saját kognitív képességeikre támaszkodva kell megadniuk az első terveket, mely eljárással ismételt az a célunk, hogy az egyén szintjén információt nyerjünk a problémamegoldó teljesítményről a jövőbeli egyénszintű értékelés kialakításához.



6. ábra

*A tudásalkalmazás fázis a kollaboratív tesztben. A tanulók, miután több tervet is megosztottak egymással, sikeresen konszenzusra jutottak, és az Alkalmazás gombot is lenyomták már egyszer, ami most újra inaktív.*

## Első vizsgálat

### Kutatási célok

Átalakított, számos innovatív elemet tartalmazó mérőeszközünk első kipróbálásának elsődleges célja annak feltérképezése volt, hogy a tanulók hogyan boldogulnak az új, szokatlan tesztkörnyezettel, a kommunikációs lehetőségekkel, mennyi időt vesz igénybe, kihívást jelent-e számukra a problémák megoldása ily módon az egyéni problémamegoldó feladatokkal összevetve, valamint milyen arányban támaszkodnak a szabad üzenetváltás eshetőségére. Az eredményekre alapozva célunk volt az Üzenet gomb tartalmának továbbfejlesztése is.

## Minta és eljárások

Vizsgálatunkban 10 hetedik évfolyamos tanuló ( $M_{\text{életkor}}=13,1$ ;  $SD=0,6$ ), 6 fiú és 4 lány vett részt. A mérés a diákok általános iskolájának IKT-termében zajlott az eDia online diagnosztikus platformon keresztül (Molnár, 2015; Molnár & Csapó, 2013; Molnár, Papp, Makay, & Ancsin, 2015). A vizsgálat két egymás utáni tanórát vett igénybe, az órák közötti szünetet a tanulók igénybe vehették. A mérést mi, a tanulmány szerzői ügyeltük, hogy személyesen is meg tudjuk figyelni a tanulók teszt közben mutatott reakcióit.

Az első órán egy 5 problémából, azaz 10 db 1 pontot érő itemből álló egyéni problémamegoldó tesztet kellett a diákoknak önállóan megoldaniuk (Cronbach- $\alpha=0,70$ ), melynek problémái a MicroDYN-modellre épültek, így a tanulók megismerték a MicroDYN típusú feladatok megoldásának logikáját, a tudáselsajátítás és a tudásalkalmazás fázisainak menetét. Ez fontos volt ahhoz, hogy a kollaboratív tesztben már csak az együttműködés mikéntjét kelljen megtanítanunk, az exploráció, modellépítés, majd a célértékek elérésének módszerét már nem. A teszt elején a megértést instrukciós videók segítették, ezek megtekintéséhez a tanulók fülhallgatót viseltek (az egyéni dinamikus problémamegoldó tesztek felépítését l. pl. Molnár, 2012; Molnár & Pásztor-Kovács, 2015). Mind a tudáselsajátítás, mind a tudásalkalmazás fázisban 180 másodperc állt a tanulók rendelkezésére az adott probléma megoldására.

Az adatfelvétel második tanóráján már párban dolgoztak a tanulók a két problémából álló kollaboratív problémamegoldó teszten. Bár egy teremben helyezkedtek el, szigorúan ügyeltünk arra, hogy csak online, chaten keresztül kommunikáljanak egymással. A tesztelés folyamatát 35 perc elteltével lezártuk, majd 10 percen írásban és szóban is kikértük tesztrel kapcsolatos véleményüket. Írásbeli véleményüket egy hét darab zárt végű, ötfokú Likert-skálás, valamint egy nyílt végű kérdést tartalmazó kérdőívvel kértük ki. A kérdőívre ismételt önállóan adták válaszaikat.

### A kollaboratív teszt felépítése

A teszt elején három, a rendszer működését bemutató videót néztek meg a diákok. A videóknak ugyanannak a feladatnak a kollaboratív verzióját mutattuk be, amely az egyéni problémamegoldó tesztben is az instrukciós videó alapját szolgálta, egy két-két bemeneti és kimeneti változót, illetve két, változók közötti kapcsolatot tartalmazó problémát. Két rövid üdvözlőoldal után következett az első videó, melyben a kommunikációs funkciókat szolgáló, a problémafelület bal alsó sarkában elhelyezkedő öt gombot mutattuk be. Tovább lépve random módon összekapcsoltuk a párok tagjait, akik ezek után már végig együtt haladtak a tesztben. A párok első közös feladata az volt, hogy a videón látottakat, azaz a kommunikációs lehetőségeket ugyanazon a videóban használt problémán keresztül kipróbálják, és négy percen keresztül gyakorolják. Az idő leteltével automatikusan továbbléptek a következő videóra, ami a modellépítés és a nyilak megosztásának módját, valamint a Kész és a Tovább gomb működését is bemutatta (a bevezetőben végig ugyanazt a problémát használtuk a videóknak és az azt követő gyakorló szekcióknak is). Tovább lépve ezeknek a kipróbálására adódott lehetőség, a tanulóknak fel kellett építeniük a



látott módon modelljüket, és meg kellett azt osztaniuk a Kész gomb segítségével. Végül a tudásalkalmazás fázis videós demonstrációja és utána kipróbálása következett. Begyakorolták, hogyan kell terveket megosztaniuk, és meg is kellett oldaniuk a gyakorlás részeként a videón látott feladatot.

Nem engedték meg a tesztben a visszalépést, ugyanis fontos volt, hogy a pár tagjai együtt maradjanak, egyszerre lépjenek tovább. Ez azt jelentette, hogy a videók megtekintésére csak egyszer volt lehetőségük. Erre külön felhívtuk a figyelmüket, és hangsúlyoztuk: fontos, hogy éppen ezért figyelmesen nézzék a videókat. A teszt első problémája a gyakorló feladattal megegyező szerkezetű volt, két-két be- és kimeneti változót, és két változók közötti összefüggést tartalmazott. A második probléma már komplexebb volt, három bemeneti és két kimeneti változóval, továbbá három összefüggéssel rendelkezett. Az összefüggést mutató bemeneti változók hatására mindkét problémán belül kettővel módosultak a görbék. A tanulók az egyéni teszthez hasonlóan a helyes modell megadásakor kaphattak 1 pontot a tudáselsajátítás fázisban, és a célértékek elérése esetén újabb 1 pontot a tudásalkalmazás fázisban. Mivel utóbbiban konszenzusra kellett jutniuk a pároknak a megoldási útvonalat illetően, eredményük ezekben a feladatokban megegyező volt.

Az előre definiált üzenetek készletét belső vizsgálatainkra alapozva állítottuk össze, melyek során oly módon oldottuk meg a tesztfeladatokat, hogy igyekeztünk a további korlátozott kommunikációs opciókat kihasználva együttműködni egymással. Ugyanakkor nyitva hagytuk a lehetőséget az üzenetek szabad begépelésének is chaten keresztül. Ezt követően feltérképeztük, melyek azok a tipikus tartalmak, amelyek az utóbbi módon, szabadon gépelve jelentek meg, azaz nem tudtuk őket másképpen kifejezni. Ezeket emeltük be előre definiált üzenettké. Jelen vizsgálatunkban már az összes korlátozott kommunikációs lehetőség, tehát az Üzenetek gomb használata is megjelent 20 üzenettel a tudáselsajátítás és 17 üzenettel a tudásalkalmazás fázisban. Ugyanakkor továbbra is nyitva hagytuk az üzenetek szabad beírásának lehetőségét, hogy további inputot kaphassunk az előre definiált üzenetek fejlesztéséhez.

## Eredmények

A kollaboratív tesztnek egyik pár sem jutott a végére. Az ötből két pár már az első probléma második, tudásalkalmazás fázisára sem adott választ, a második probléma első, tudáselsajátítás szakaszára pedig már csak egyetlen pár adott megoldást. A kollaboratív környezetben a tudáselsajátítás fázis nehezebbnek bizonyult a diákok számára, mint a problémák megoldásának második fázisában kért tudásalkalmazás. Az első probléma első fázisát csak egy pár tudta helyesen megoldani, és a második probléma első fázisát is csak a tesztben eddig eljutó egyetlen párnak egyik tagja oldotta meg jól. Ezzel szemben az első probléma második, tudásalkalmazás fázisát mind a három pár, aki választ adott, helyesen oldotta meg. Ez a tendencia ellentétben áll azzal a teljesítménnyel, amit az egyéni problémamegoldó tesztben tapasztaltunk, ugyanis ott a tanulók a tudáselsajátítás skálán a maximálisan elérhető 5 pontból átlagosan 3,3 (SD=1,3), míg a tudásalkalmazás skálán 1,3 (SD=1,1) pontot értek el (a teljes teszten mutatott átlagos teljesítményük a maximálisan elérhető 10 pontból 4,6; SD=2,0). A tudáselsajátítás itemek megoldására az

igénybe vett idő is több volt a kollaboratív tesztnél, mint amennyit tudásalkalmazással töltöttek. Az első tudáselsajátítás item megoldása átlagosan 5,4 percet ( $SD=1,2$ ), a második, tudásalkalmazás 2,5 percet ( $SD=1,5$ ); míg az utolsó, ismételt tudáselsajátítás feladat az egy párnak, aki eddig eljutott, 3,2 percet vett igénybe. Összesítettük a három részfeladat adatai alapján, hogy egy egyén egy részfeladaton belül átlagosan hányszor használta az előre definiált kommunikációs utakat, illetve hányszor küldött üzenetet úgy, hogy azt ő maga gépelte be. A korlátozott kommunikációs csatornákat átlagosan 10,3 ( $SD=2,8$ ), míg a kötetlen üzenetváltást 1,2 alkalommal használták egy részproblémán belül. A szabadon begépelte interakciók esetében nyolc további potenciális előre definiált üzenetet azonosítottunk (pl. „Tedd ki a nyilatkat!”, „Ha kész vagy, kattints a Kész gombra!”, „Köszöni.”). A kollaboratív tesztet követő kérdőív zárt itemeire adott válaszokat az 1. táblázatban összesítettük.

Összességében a tanulók élvezhetőnek találták a tesztet, érdekesnek, sőt az izgalmas szó is megjelent, sikerélményük is volt többségében. Megérteni nem volt kifejezetten nehéz a korlátozott kommunikáció módját, kivitelezni inkább. A válaszokból kirajzolódik az igénye a több gyakorlási lehetőségnek, a tanulók ezt szóban is megerősítették. Bár a teszteredmények egyértelműen rámutatnak a páros problémamegoldás kihívásértékére, csak három diák találta kifejezetten nehezebbnek a kollaboratív tesztet az egyéninél. Egy nyitott végű kérdés is szerepelt a kérdőívben. Arra kértük a tanulókat, írják le, ha rendelkeznek valamilyen egyéb megosztandó véleménnyel vagy megjegyzéssel a teszthez kapcsolódóan. Tíz tanulóból nyolcan adtak választ. Négy válasz pozitív véleményt tükrözött, szerepelt bennük a nagyon jó vagy a tetszett kifejezés a tesztre vonatkozóan. Három tanuló nehézségekre utalt válaszában: a feladat, illetve a páros munka, párral való kommunikáció nehézségét említették. Két diák konkrét előre definiált üzenetet hiányolt („Ez így jó”).

### **Konklúzió**

A kollaboratív problémamegoldó teszt kihívásnak bizonyult a tanulók számára, ugyanakkor alapvetően pozitívan nyilatkoztak róla. Az egyik legfontosabb konklúzió az, hogy több időt kell adnunk mind a problémák megoldására, mind az ehhez szükséges gyakorlásra. A tanulók arról számoltak be, hogy éppen akkor kellett befejezniük a tesztet, amikor már pontosan megértették volna, hogy mi a feladatuk és produktívak lehetnek volna. Szerintük a MicroDYN típusú feladatok működésének megértéséhez az egyéni tesztben kevesebb feladat is elegendő lenne, az egyéni teszt rövidítése tehát kézenfekvő opciót jelentett a következő mérésben a kollaboratív tesztidő hosszabbítására.

A kis számú üzenetet, amit a diákok szabadon begépelve küldtek egymásnak, úgy értelmeztük, mint a korlátozott kommunikációs lehetőségek hatékonyságának indikátorát. Ez az eredmény arra biztatott minket, hogy következő mérésünkben kipróbáljuk a szabad üzenetváltás teljes megvonásának feltételét. Ehhez a jelen mérésben begépelte interakciók kiváló inputot jelentettek az előre definiált üzenetek bővítésére.

1. táblázat. A Likert-skálás kérdőív kérdéseire adott válaszok eloszlása az első mérésben

Kérdések	A Likert-skála értékekhez rendelt válaszok gyakorisága				
	5	4	3	2	1
Mennyire volt nehéz kommunikálni a különböző gombok (Összefüggések, Üzenet, Megosztás, Megosztás kérése, Mozdgasd a csúszkát! Terv) segítségével? <i>Egyáltalán nem volt nehéz. (5) – Nagyon nehéz volt. (1)</i>	1	2	5	2	0
Mennyire volt nehéz megérteni, hogy hogyan tudtok egymással kommunikálni, információt cserélni? <i>Egyáltalán nem volt nehéz. (5) – Nagyon nehéz volt. (1)</i>	3	4	0	3	0
Elegendő volt ennyi gyakorlási lehetőség, vagy még többre lett volna szükséged? <i>Teljes mértékben elegendő volt. (5) – Egyáltalán nem volt elegendő. (1)</i>	1	4	3	2	0
Nehezebb volt-e a feladatokat közösen megoldani, mint egyedül? <i>Egyáltalán nem volt nehezebb. (5) – Sokkal nehezebb volt. (1)</i>	2	3	2	3	0
Mennyire élvezted a feladatok megoldását? <i>Nagyon élveztem. (5) – Egyáltalán nem élveztem. (1)</i>	2	8	0	0	0
Mennyire találd érdekesnek a feladatok megoldásának ezt a módját? <i>Nagyon érdekesnek találtam. (5) – Egyáltalán nem találtam érdekesnek. (1)</i>	3	5	1	1	0
Mennyire érezted sikeresnek az együttműködésüket? <i>Nagyon sikeres volt az együttműködésünk. (5) – Egyáltalán nem volt sikeres az együttműködésünk. (1)</i>	1	7	2	0	0

## Második vizsgálat

### Kutatási célok

Második vizsgálatunk célja az előző mérés tanulságai alapján továbbfejlesztett mérőeszköz felhasználhatóságának feltérképezése volt. Az eszközt ezúttal kizárólagos korlátozott kommunikáció feltételével közvetítettük ki, tehát a diákok nem gépelhettek egymásnak saját megfogalmazású üzeneteket. Elsődleges kutatási kérdésünk az volt, hogy a szabad üzenetváltás hiányában hogyan tudnak a tanulók megbirkózni a problémákkal, mennyivel jelent ez a kondíció nagyobb kihívást. Vizsgálat tárgya volt továbbra is, hogy az egyéni problémamegoldó teszttel összehasonlításban hogyan teljesítenek a diákok a

kollaboratív feladatokon, illetve mennyire találják érthetőnek a kommunikáció módját, és általánosságban felhasználóbarátnak a felületet.

### **Minta és eljárás**

Jelen kutatásunkban ismételten 10 hetedik és nyolcadik évfolyamos tanuló vett részt ( $M_{\text{életkor}}=13,3$ ;  $SD=0,5$ ), nyolc lány és két fiú öt párban. Az adatfelvétel szintén dupla tanítási órát vett igénybe, és az iskola IKT-termében zajlott az eDia-platformon keresztül. A tanulók a vizsgálat ideje alatt fülhallgatót viseltek a videók megtekintéséhez. A mérést ezúttal is egy egyéni, MicroDYN típusú problémákból álló teszttel kezdtük, most azonban csak három problémát, azaz 6 pontot érő itemet kellett megoldaniuk (Cronbach- $\alpha=0,67$ ), hogy több idő maradjon a kollaboratív tesztre. Az itemek megoldására ismét három perces időkorlátot szabtuk. Az egyéni teszt így átlagosan 16,8 percet vett igénybe ( $SD=2,6$ ), befejeztével a tanulók 10 perc szünetet kaptak.

Ezek után következett a kollaboratív teszt, ami most négy problémát tartalmazott. A kollaboratív itemek ezúttal sem rendelkeztek időkorláttal, ugyanakkor 50 perc után ismét leállítottuk a párokat, hogy kikérdezhessük őket egy kérdőív segítségével a tesztről. A kérdőívet némileg továbbfejlesztettük, illetve illesztettük jelen mérés feltételeihez, így most 8 darab ötfokú Likert típusú és két nyitott kérdést tartalmazott.

### **A kollaboratív teszt módosításai**

Igyekeztünk a megelőző mérésünkben született javaslatokra, tanulságokra adaptívan reagálni. A tanulók arról számoltak be, hogy bár a teszt bevezető része meglehetősen hosszú volt, így is több gyakorlási lehetőséget igényeltek volna. Az első videót követő feladatot 1 perccel megnyújtottuk, 5 percig ismerkedhettek a tanulók a kommunikációs lehetőségekkel. Az instrukciós videókat ezúttal nem a videón szereplő feladat reprodukciója követte gyakorlás céljából, hanem egy változók és kapcsolatok számában megegyező felépítésű, ismeretlen probléma, melynek megoldására már pontot is adtunk a második és a harmadik videót követő itemekben. Ily módon több probléma is helyet kaphatott a tesztben. Azzal, hogy kiiktattuk a gyakorló feladatokat, a kollaboráció mi-kéntjének tanulási folyamatát beemeltük a tesztbe. Azt gondoljuk, hogy ez nem kizárólag a tesztidő szempontjából jó döntés. A tesztfelület felfedezése, a kommunikációs lehetőségek elsajátítása, az optimális megoldó stratégiák azonosítása része a kollaboratív problémamegoldó folyamatnak. A jövőbeli feladataink közé tartozik ezzel összefüggésben az is, hogy ennek a tanulási folyamatnak az értékelésére akár külön indikátorokat is bevezessünk, olyanokat, amelyek a teszt többi feladatában nem feltétlenül szerepelnek.

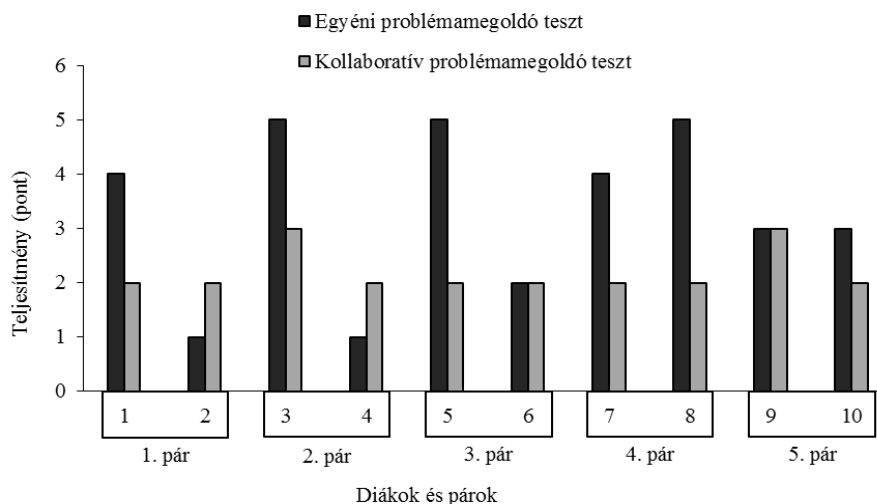
Ezúttal sem lehetett visszalépni a tesztben, ezért a videók megtekintésére is ismételten csak egyszer volt lehetőség. Bár erre külön felhívtuk a figyelmüket, és hangsúlyoztuk, hogy fontos, hogy odafigyeljenek az elhangzottakra, előfordulhatott, hogy mégis elkalandozott a figyelme egy-egy diáknak. Ők később a társuktól sem tudták megkérdezni, mi a feladat, hiszen ebben a tesztben már csak kötött kommunikációra volt lehetőség. A helyzet kezelésére „segítség” gombokat helyeztünk el a problémákon belül kérdőjel jelzéssel a kommunikációra szolgáló elemek mellett (l. 3–6. ábra). A kérdőjelekre kattintva

megnyílt egy felugró ablak, és rövid leírást nyújtott arról, hogy a kérdőjel melletti gombot milyen módon lehet használni a beszélgetésre. A tudáselsajátítás fázisban 9, a tudásalkalmazás fázisban 7 ilyen gomb szolgálta a megértés segítségét.

Az aktuális tesztverzió első két problémája két-két be- és kimeneti változót és két összefüggést tartalmazott, a harmadik probléma három bemeneti és két kimeneti változót és három kapcsolatot, a negyedik három-három be- és kimeneti változót és három kapcsolatot. A kimeneti változók az összefüggést mutató bemeneti változók manipulálására 1-gyel változtak az első és a harmadik, 2-vel a második és a negyedik problémában. A tudáselsajátítás fázisokban ebben a mérésben már 25, a tudásalkalmazás fázisban 20 előre definiált üzenetet cserélhettek egymással a tanulók az Üzenet gomb segítségével.

### Eredmények

A 7. ábra a tanulók, illetve a párok egyéni és kollaboratív problémamegoldó teszten kapott pontszámait mutatja egymással összehasonlításban. Az egyéni teszten a maximálisan szerezhető 6 pontból a tanulók 1 és 5 pont közötti teljesítményt nyújtottak ( $M=3,3$ ;  $SD=1,6$ ). Az 1., a 2. és a 3. pár esetében a pár egyik tagja sokkal jobban teljesített a társánál, az 5. pár tagjai egyformán átlag közeli, míg a 4. pár mindkét tagja átlagon felüli eredményt ért el. A kollaboratív teszt eredményei nagyobb homogenitást mutattak. A tanulók többsége 2 pontot ért el, két főt kivéve, akik három pontot kaptak ( $M=2,2$ ;  $SD=0,4$ ). A kollaboratív teszt elméleti maximuma ugyan 8 pont volt, de az 50 perces időkorláton belül egyik pár sem jutott a harmadik probléma tudáselsajátítás fázisánál tovább. Az 1. és a 3. pár csak a második problémát tudta befejezni, esetükben 4 pont volt a maximum. A 2., a 4. és az 5. pár adott megoldást az ötödik itemre is, az ő maximálisan elérhető pontszámuk tehát 5 pont volt.

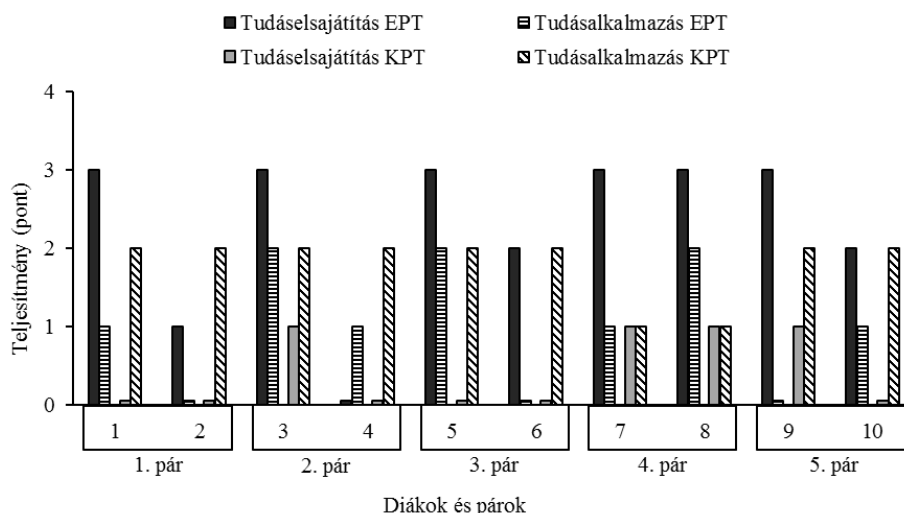


7. ábra

A diákok és a párok teljesítménye az egyéni és a kollaboratív problémamegoldó teszten

A homogénebb teszteredményekre a kollaboratív tesztben egyrészt az is magyarázatot ad, hogy a tudásalkalmazás feladatokban a párok megegyező pontszámot kaptak. Ezeknél az itemtípusoknál plafonhatást találtunk az eredményekre nézve. Minden tanuló helyes megoldást adott az első tudásalkalmazás feladatra, és csak egy pár nem tudta helyesen megoldani a másodikat. A pontszámok a tudáselsajátítás itemek esetében is meglehetősen homogének (8. ábra): egyetlen tanuló adott jó megoldást az első tudáselsajátítás feladatra, az első két probléma tudáselsajátítás fázisának összes többi megoldása hibásnak bizonyult. Ugyanakkor az a három pár, akik elérték a harmadik tudáselsajátítás itemet, fejlődést mutattak. A hat diák közül három tanuló helyes modellt rajzolt fel.

Összefoglalva, a diákok többsége sikeresen megoldotta a kollaboratív teszt problémáinak tudásalkalmazás fázisát, azonban nem teljesített jól a problémák tudáselsajátítás fázisának megoldása során. Előző mérésünkhöz hasonlóan ismét fordított tendenciát tapasztaltunk az egyéni teszteredményekkel összehasonlításban, hiszen az egyéni teszten ismételen a problémák tudáselsajátítás fázisa bizonyult egyszerűbbnek. Ezekon a feladatokon a tanulók a tudáselsajátítás skálán a maximum 3-ból átlagosan 2,3 (SD=1,1), míg a tudásalkalmazáson 1 (SD=0,8) pontot értek el.



8. ábra

*A tudáselsajátítás és a tudásalkalmazás itemeken elért teljesítmények az egyéni és a kollaboratív problémamegoldó tesztben (EPT=egyéni problémamegoldó teszt, KPT=kollaboratív problémamegoldó teszt)*

A kérdőív eredményei arra engednek következtetni, hogy a tanulók többsége élvezte a teszt megoldását, és sikeresnek érezte az együttműködést (1. 2. táblázat). A kérdés, hogy nehezebb volt-e a problémákat közösen, mint egyedül megoldani, ismételen megosztónak bizonyult, ami arra utal, hogy a minta egy részének ebben az esetben is kihívást jelentett a kollaboratív teszt megoldása. Ezt támasztja alá a többi kérdésre adott válasz is.

A legtöbb tanuló a skála közepét választotta annak kifejezésére, hogy mennyire volt könnyű használni a korlátozott kommunikációs utakat, illetve megérteni használatuk módját. Habár nagyobb részük azt nyilatkozta, hogy könnyen ki tudta magát fejezni az alternatív utakon keresztül, az is egyértelműen kiderül a válaszokból, hogy hiányolták a szabad üzenetváltás lehetőségét.

Arra a dichotóm jellegű kérdésre, hogy „Volt-e olyan üzenet, amelyre szükséged lett volna, de nem találtad meg az Üzenet gomb alatt?“, nyolc tanuló válaszolta azt, hogy igen. Az ezt követő nyitott kérdés arra vonatkozott, hogy melyek voltak ezek, a tanulók ezen a ponton begépelhették a hiányolt üzeneteket. Egyikük arról írt, hogy igényelte volna a múlt idő kifejezésének lehetőségét. Három diák négy olyan üzenetet nevezett meg, amely más megfogalmazásban szerepelt az üzenetkészletben. A fennmaradó tíz javaslat beépítése mindenképpen megfontolandó (pl. „Nem tudom, hogyan kéne.“, „Te érted?“).

2. táblázat. A Likert-skálás kérdőív kérdéseire adott válaszok eloszlása a második mérésben

Kérdések	A Likert-skála értékekhez rendelt válaszok gyakorisága				
	5	4	3	2	1
Mennyire volt nehéz megérteni, hogy hogyan tudtok egymással kommunikálni, információt cserélni? <i>Egyáltalán nem volt nehéz. (5) – Nagyon nehéz volt. (1)</i>	1	2	5	2	0
Mennyire volt nehéz kommunikálni a különböző gombok (Összefüggések, Üzenet, Megosztás, Megosztás kérése, Mozgasd a csúszkát!, Terv) segítségével? <i>Egyáltalán nem volt nehéz. (5) – Nagyon nehéz volt. (1)</i>	1	1	6	2	0
Könnyedén ki tudtad fejezni magad az üzenetek segítségével? <i>Teljes mértékben. (5) – Egyáltalán nem. (1)</i>	1	4	3	2	0
Hiányoltad-e a lehetőségét annak, hogy a társadnak szabadon is begépelhess üzeneteket? <i>Egyáltalán nem. (5) – Igen, nagyon. (1)</i>	0	1	1	2	6
Mennyire élvezted a feladatok megoldását? <i>Nagyon élveztem. (5) – Egyáltalán nem élveztem. (1)</i>	0	7	3	0	0
Nehezebb volt-e a feladatokat közösen megoldani, mint egyedül? <i>Egyáltalán nem volt nehezebb. (5) – Sokkal nehezebb volt (1)</i>	3	2	1	4	0
Mennyire érezted sikeresnek az együttműködésüket? <i>Nagyon sikeres volt az együttműködésünk. (5) – Egyáltalán nem volt sikeres az együttműködésünk. (1)</i>	0	5	4	1	0

A második nyitott kérdésben az előző méréshez hasonlóan arra kértük a diákokat, hogy osszák meg, ha bármilyen jellegű további véleményük, megjegyzésük van a teszttel kapcsolatban. Öten adtak választ a tízből, ebből négyen a szabad üzenetváltás zavaró hiányát emelték ki. Az ötödik válaszban az idő hiányát is megemlítették, azaz azt, hogy – az előző méréssel összhangban – éppen akkor kellett befejezniük a tesztet, mire hatékonyra váltak volna.

### **Konklúzió**

A második vizsgálat elsődleges konklúziója, hogy a tanulók a szabad üzenetváltás opciója nélkül is képesek voltak a problémák megoldására: minden tanuló legalább 1 pontot elért a kollaboratív teszten. Ez az eredmény arra engedhet következtetni, hogy az innovatív, korlátozott kommunikációs lehetőségek megfelelő alapot jelentettek a problémák kollaboratív megoldására. További indikátort jelent ezzel összhangban, hogy a tanulók élvezték és sikeresnek tartották együttműködésüket. Ugyanakkor nagy többségük frusztrációról is beszámolt a szabad üzenetváltás hiánya kapcsán. Előző mérésünk után, melyben a kommunikáció körülbelül 10%-át képezte a kötetlen chatelés, ez az eredmény némileg váratlan volt. Elképzelhető, hogy ennek a mintának nagyobb kihívást jelentett a kötött kommunikációs utak használata, ahogy az is, hogy az a kis számú üzenet, amit előző vizsgálatunkban begépeltek egymásnak a tanulók, döntő jelentőségű volt, valamint nagyban megkönnyítette a problémamegoldást. Ezzel összefüggésben, ha egymás mellé tesszük a két mérés kérdőíveiben az utolsó, nyitott kérdésre adott válaszokat, jól látszik, hogy a tanulók az első mérésről elsősorban pozitív visszajelzéseket adtak, míg a második mérésben ezek a vélemények eltűntek, és a helyébe a szabad üzenetváltás felett érzett frusztráció hangsúlyozása került. Ez a tendencia is arra mutat, hogy a szabad kommunikáció teljes megvonása lényegesen nehezebb feladat elé állította a diákokat.

A minta kis mérete ellenére is számos hasznos információval szolgált ez a mérésünk is a teszt további fejlesztésére nézve. Tovább kell növelnünk a teszt differenciáló erejét. A tudáselsajátítás feladatokon elért alacsony eredményeket és a tanulási hatást figyelembe véve érdemes kevésbé komplex, kisebb változós számú problémákkal bővítenünk a tesztet, például két bemeneti és egy kimeneti változót tartalmazó problémákkal. A differenciáló erő növelésére az is megoldást jelenthet, ha a tudásalkalmazás feladatokban – melyekben plafonhatást tapasztaltunk – az egyéni teszt problémáihoz hasonlóan időkorlátot alkalmazunk. További vizsgálatok tárgyát képezi az a kérdés, hogy érdemes lehet-e a tudáselsajátítás fázisban is időkorlátot bevezetni. A problémák megoldása ismételten meglehetősen időigényesnek tűnt, az időkorlát használata ebből a szempontból is megfontolandó módszer lehet. Az előre definiált üzenetkészlet bővítése komoly potenciált hordoz, remélhetőleg a szabad üzenetváltással kapcsolatban jelzett hiányérzetet is visszaszorítja. A tanulók által javasolt üzeneteket mindenképpen érdemes hozzáadnunk az aktuális listához, továbbá az üzenetek prezentálásának módja is megfontolandó, ugyanis a tízből három tanuló is olyan üzeneteket hiányolt, amely, tartalmát tekintve, megtalálható volt a felkínált üzenetek között. Egy módosított elrendezéssel javíthatunk a készlet átláthatóságán.



Az egyéni és a kollaboratív problémák tudáselsajátítás és tudásalkalmazás fázisában nyújtott teljesítménnyel kapcsolatos, mindkét mérésre jellemző fordított tendencia egy ígéretes hipotézist implikál: a két teszt a megegyező problémátípus ellenére eltérő konstruktumokat mér. Azonban az is lehetséges, hogy azok a tanulók, akik jól teljesítettek az egyéni teszten, a páros problémamegoldásban domináns félnek bizonyultak, és a jó megoldásról meggyőzve társukat, az ő eredményein is javítottak. Az alacsony elemszámot tekintve nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket, ezért a fenti feltételezések vizsgálatára további kutatások szükségesek.

## Összegzés és kitekintés

Tanulmányunkban áttekintettük, milyen módszertani kihívásokkal küzd a kollaboratív problémamegoldó képesség vizsgálata, főleg, ha azt egyén szintjén, technológiai alapon kívánjuk mérni. A kihívásokra egyelőre nincsenek minden szempontból kielégítő válaszaink, feltehetőleg számos alap kutatás hiányzik még egy optimális mérőeszköz megszületéséig, vagy éppen annak a kimondásáig a sok alap kutatás eredményeképpen, hogy a konstruktum az adott feltételekkel nem vizsgálható effektíven.

Az összehasonlíthatóság szempontjait mérlegelve állást foglaltunk amellet, hogy hosszú távon a H-A eljárás tűnik célravezetőnek. Hozzá tettük ugyanakkor, hogy a H-A eljárások validitásának növelése érdekében mindenképpen szükség van H-H elrendezésű mérőeszközökre is. Megfogalmaztuk azt a javaslatunkat a leendő H-A módszert alkalmazó mérőeszközök fejlesztésére nézve, hogy azok olyan H-H eszközökre épüljenek, amelyek már beváltak tekinthetőek, és számos velük gyűjtött adat áll rendelkezésre, amelyre a számítógépes avatarok reakciókészségét alapozni lehet.

Bemutattuk egy már meglévő tesztünk továbbfejlesztett változatát, ami H-H mérőeszköz, ezzel önmagában komoly tudományos értéknek tekinthető, hiszen eddig mindössze egyetlen ilyen elrendezésű mérőeszköz készült a képesség vizsgálatára (Care & Griffin, 2017; Griffin & Care, 2015; Scoular et al., 2017). Az eszköz továbbá hordozza a potenciált arra, hogy a jövőben számítógépes avatart építsünk bele társként a kollaborációhoz.

A továbbfejlesztés során a MicroDYN-modellre alapuló, az eDia-rendszerben már létező egyéni, dinamikus problémamegoldást vizsgáló feladatokat alakítottuk át kollaboratívvá, továbbá automatikus kódolásra alkalmassá. Olyan felületet alakítottunk ki, amely alkalmas a korlátozott kommunikáció biztosítására. Ehhez az előre definiált üzenetek küldésén kívül számos innovatív lehetőséget is kifejlesztettünk. Két kismintás, exploratív jellegű vizsgálatunk eredményeit is ismertettük, feltérképeztük a teszt felhasználhatóságát a további fejlesztések elősegítésére.

Mérőeszközünk alapvetően használhatónak bizonyult, azonban a mérések számos fejlesztési lehetőségre is rámutattak. Javíthatunk a teszt differenciáló erején, ha beépítünk néhány kevésbé komplex problémát, továbbá időkorlátot alkalmazunk. Ezen felül a szabad kommunikáció hiányát is jobban kell kompenzálnunk. Az előre definiált üzenetkészlet bővítése erre jó lehetőséget nyújt, azonban azt, hogy ezáltal teljes mértékben

vissza tudjuk-e szorítani a hiányérzetet, további vizsgálatok adatai tudják csak megmutatni.

Amennyiben sikerül egy jól működő felületet kialakítanunk, a következő cél egy olyan kódséma előállítását az egyének értékelésére, amely jól illeszkedik egy elméleti modellhez vagy több modell kombinációjához, és lehetőséget ad az adatok automatikus kódolására. Ez szintén komoly kihívásnak tűnik. Jól reprezentálja ezt az a tény is, hogy az eddigi mérőeszközöknek nem sikerült túllépniük azon, hogy a képesség értékelését különböző interakciótípusok megjelenésének gyakoriságára, vagy egyéb, az interakció tartalmától független, annak csupán felszíni jegyeit vizsgáló indikátorokra építik (Adams et al., 2015; Krkovic et al., 2016). Felmerül a kérdés, hogy kielégítő-e az előre definiált üzenetek és minden egyéb kötött kommunikációs út hozzárendelése egy specifikus kategóriához – ami már önmagában nehéz feladatot jelent –, vagy még kifinomultabb eljárásra van szükség az automatikus értékelés kialakításához. Ugyanis valamilyen formában a kommunikációs aktusok kontextusát is be kell emelnünk az értékelésbe, amelyben azok megjelennek. Például egy egyszerű „Nem” választ másképp kell értékelnünk, ha a „Te érted?” kérdést követi, vagy a „Várj, légy szíves, ne kattints, míg nem szólok!” kérelmet. Ahhoz, hogy a kommunikáció kontextusát is számításba vehessük, valószínűleg további, meglehetősen komplex algoritmusokat is ki kell majd alakítanunk az automatikus kiértékeléshez.

#### *Köszönetnyilvánítás*

Hálásan köszönjük *Ancsin Gábor* és *Makay Géza* programozó munkáját!

Pásztor-Kovács Anita a tanulmány írásakor az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-ÚNKP-16-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának Doktorjelölti Kutató Ösztöndíjában részesült. A kutatást az OTKA K115497 kutatási projekt, továbbá az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport támogatta.

## Irodalom

- Adams, R., Vista, A., Scoular, C., Awwal, N., Griffin, P., & Care, E. (2015). Automatic coding procedures for collaborative problem solving. In P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment & teaching of 21st century skills: Methods and approach* (pp. 115–132). Dordrecht: Springer. doi: [10.1007/978-94-017-9395-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_6)
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Martin, R., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment & teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). New York: Springer. doi: [10.1007/978-94-007-2324-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2)
- Brannick, M. T., & Prince, C. (1997). An overview of team performance measurement. In M. T. Brannick, E. Salas, & C. Prince (Eds.), *Team performance assessment and measurement: Theory methods and applications* (pp. 3–16). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Care, E., & Griffin, P. (2017). Assessment of collaborative problem solving processes. In B. Csapó & J. Funke (Eds.), *The nature of problem solving: Using research to inspire 21st century learning* (pp. 227–243). Paris: OECD Publishing. doi: [10.1787/9789264273955-16-en](https://doi.org/10.1787/9789264273955-16-en)

## Kollaboratív problémamegoldó képességet vizsgáló dinamikus teszt fejlesztése

- Care, E., Griffin, P., Scoular, C., Awwal, N., & Zoanetti, N. (2015). Collaborative problem solving tasks. In P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment & teaching of 21st century skills. Methods and approach* (pp. 85–104). Dordrecht: Springer. doi: [10.1007/978-94-017-9395-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_4)
- Chung, G. K. W. K., O'Neil, H. F., & Herl, H. E. (1999). The use of computer-based collaborative knowledge mapping to measure team processes and team outcomes. *Computers in Human Behavior*, *15*(3), 463–493. doi: [10.1016/s0747-5632\(99\)00032-1](https://doi.org/10.1016/s0747-5632(99)00032-1)
- Csapó, B. (2002). A tudáskonceptió változása: nemzetközi tendenciák és a hazai helyzet. *Új Pedagógia Szemle*, *52*(2), 38–45.
- Csapó, B. (2003). Oktatás az információs társadalom számára. *Magyar Tudomány*, *12*, 1478–1485.
- Csapó, B. (2004). *Tudás és iskola*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Csapó, B. (2015). A PISA hatása a neveléstudomány fejlődésére. *Educatio*, *24*(2), 29–38.
- Csapó, B., & Funke, J. (Eds.). (2017). *The nature of problem solving: Using research to inspire 21st century learning*. Paris: OECD Publishing.
- Csapó, B., Ainley, J., Bennett, R., Latour, T., & Law, N. (2012). Technological issues of computer-based assessment of 21st century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment & teaching of 21st century skills* (pp. 143–230). New York: Springer. doi: [10.1007/978-94-007-2324-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_4)
- Csapó, B., Lőrincz, A., & Molnár, G. (2012). Innovative assessment technologies in educational games designed for young students. In D. Ifenthaler, D. Eseryel, & X. Ge (Eds.), *Assessment in game-based learning: foundations, innovations, and perspectives* (pp. 235–254). New York: Springer. doi: [10.1007/978-1-4614-3546-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4_13)
- Finnegan, P., & O'Mahoney, L. (1996). Group problem solving and decision making: An investigation of the process and supporting technology. *Journal of Information Technology*, *11*(3), 211–221. doi: [10.1080/026839696345261](https://doi.org/10.1080/026839696345261)
- Graesser, A. C., Forsyth, C. M., & Foltz, P. (2017). Assessing conversation quality, reasoning, and problem solving with computer agents. In B. Csapó & J. Funke (Eds.), *The nature of problem solving: Using research to inspire 21st century learning* (pp. 245–261). Paris: OECD Publishing. doi: [10.1787/9789264273955-17-en](https://doi.org/10.1787/9789264273955-17-en)
- Greiff, S. (2012). From interactive to collaborative problem solving: Current issues in the Programme for International Student Assessment. *Review of Psychology*, *19*(2), 111–121.
- Greiff, S., & Funke, J. (2010). Systematische Erforschung komplexer Problemlösefähigkeit anhand minimal komplexer Systeme. *Zeitschrift für Pädagogik*, *56*, 216–227.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J., & Csapó, B. (2013). Complex problem solving in educational contexts – Something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, *105*(2), 364–379. doi: [10.1037/a0031856](https://doi.org/10.1037/a0031856)
- Griffin, P., & Care, E. (2015). *Assessment & teaching of 21st century skills. Methods and approach*. Dordrecht: Springer. doi: [10.1007/978-94-017-9395-7](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7)
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (Eds.). (2012). *Assessment & teaching of 21st century skills*. Dordrecht: Springer. doi: [10.1007/978-94-007-2324-5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5)
- Herborn, K., Mustafic, M., & Greiff, S. (2017). Mapping an experiment-based assessment of collaborative behavior onto collaborative problem solving in PISA 2015: A cluster analysis approach for collaborator profiles. *Journal of Educational Measurement*, *54*(1), 103–122. doi: [10.1111/jedm.12135](https://doi.org/10.1111/jedm.12135)
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. In P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment & teaching of 21st century skills. Methods and approach* (pp. 37–56). Dordrecht: Springer. doi: [10.1007/978-94-017-9395-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_2)
- Hsieh, I. L., & O'Neil, H. F. Jr. (2002). Types of feedback in a computer-based collaborative problem solving group task. *Computers in Human Behavior*, *18*(1), 699–715. doi: [10.1016/s0747-5632\(02\)00025-0](https://doi.org/10.1016/s0747-5632(02)00025-0)
- Kagan, S., & Kagan, M. (2009). *Kagan cooperative learning*. San Clemente: Kagan Publishing.

- Krkovic, K., Pásztor-Kovács, A., Molnár, G., & Greiff, S. (2014). New technologies in psychological assessment: The example of computer-based collaborative problem solving assessment. *International Journal of e-Assessment*, 1(1), online.
- Krkovic, K., Wüstenberg, S., & Greiff, S. (2016). Assessing collaborative behavior in students. *European Journal of Psychological Assessment*, 32(1), 52–60. doi: [10.1027/1015-5759/a000329](https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000329)
- Latane, B., Williams, K., & Harkins, S. (1979). Many hands make light the work: The causes and consequences of social loafing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37(6), 822–832. doi: [10.1037/0022-3514.37.6.822](https://doi.org/10.1037/0022-3514.37.6.822)
- Liu, L., Hao, J., von Davier, A., Kyllonen, P., & Zapata-Rivera, D. (2015). A tough nut to crack: Measuring collaborative problem solving. In Y. Rosen, S. Ferrara, & M. Mosharraf (Eds.), *Handbook of research on technology tools for real-life skill development* (pp. 344–359). Hershey, PA: IGI Global. doi: [10.4018/978-1-4666-9441-5](https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9441-5)
- Molnár, G. (2001). Az életszerű feladathelyzetekben történő problémamegoldás vizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 101(3), 347–373.
- Molnár, G. (2006). *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Budapest: Műszaki Kiadó.
- Molnár, G. (2010). Technológia-alapú mérés-értékelés hazai és nemzetközi implementációi. *Iskolakultúra*, 20(7–8), 22–34.
- Molnár, G. (2012). A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: az intelligencia és szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3–11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, 112(1), 41–58.
- Molnár, G. (2015). A képességmérés dilemmái: a diagnosztikus mérések (eDia) szerepe és helye a magyar közoktatásban. *Génius Műhely Kiadványok*, (2), 16–29.
- Molnár, G. (2016a). A dinamikus problémamegoldó képesség mint a tudás elsajátításának és alkalmazásának képessége. *Iskolakultúra*, 26(5), 3–16. doi: [10.17543/iskult.2016.5.3](https://doi.org/10.17543/iskult.2016.5.3)
- Molnár, G. (2016b). Interaktív problémamegoldó környezetben alkalmazott felfedező stratégiák hatékonysága és azok változása: logfájl-elemzések. *Magyar Pedagógia*, 116(4), 427–453. doi: [10.17670/mped.2016.4.427](https://doi.org/10.17670/mped.2016.4.427)
- Molnár, G. (2017). A problémamegoldó és tanulási stratégiák változása 11 és 19 éves kor között: logfile elemzések. *Magyar Pedagógia*, 117(2), 221–238. doi: [10.17670/mped.2017.2.221](https://doi.org/10.17670/mped.2017.2.221)
- Molnár, G., & Csapó, B. (2013, April). *Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer*. Paper presented at the XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged.
- Molnár, G., & Pásztor-Kovács, A. (2015). A problémamegoldó képesség mérése online tesztkörnyezetben. In B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp. 341–366). Budapest: Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet.
- Molnár, G., Greiff, S., & Csapó, B. (2013). Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, 9(8), 35–45. doi: [10.1016/j.tsc.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.03.002)
- Molnár, G., Greiff, S., Wüstenberg, S., & Fischer, A. (2017). Empirical study of computer based assessment of domain-general dynamic problem solving skills. In B. Csapó & J. Funke (Eds.), *On the nature of problem solving* (pp. 123–143). Paris: OECD. doi: [10.1787/9789264273955-10-en](https://doi.org/10.1787/9789264273955-10-en)
- Molnár, G., Papp, Z., Makay, G., & Ancsin, G. (2015). *eDia 2.3 Online mérési platform – feladatfelvételi kézikönyv*. Szeged: SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport.
- National Research Council. (2011). *Assessing 21st century skills*. Washington, DC: National Academic Press. doi: [10.17226/13215](https://doi.org/10.17226/13215)
- Neubert, J., Mainert, J., Kretschmar, 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)

## Kollaboratív problémamegoldó képességet vizsgáló dinamikus teszt fejlesztése

- O'Neil, H. F., Chuang, S., & Chung, G. K. W. K. (2003). Issues in the computer- based assessment of collaborative problem solving. *Assessment in Education, 10*(3), 361–373. doi: [10.1080/0969594032000148190](https://doi.org/10.1080/0969594032000148190)
- O'Neil, H. F., Chung, G. K. W. K., & Brown, R. S. (1997): Use of networked simulations as a context to measure team competencies. In H. F. O'Neil (Ed.), *Workforce readiness: Competencies and assessment* (pp. 411–452). Lawrence Erlbaum, Mahwah.
- OECD (2010). *PISA 2012 problem solving framework*. Paris: OECD.
- OECD (2013). *PISA 2015 Draft collaborative problem solving assessment framework*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>
- OECD (2014). *PISA 2012 results: Creative problem solving. Students' skills in tackling real-life problems* (Volume V). Paris: OECD.
- Pásztor-Kovács, A. (2015). Kollaboratív problémamegoldó képesség: egy új, integratív elméleti keret. *Iskolakultúra, 15*(2), 3–16. doi: [10.17543/iskkult.2015.2.3](https://doi.org/10.17543/iskkult.2015.2.3)
- Pásztor-Kovács, A. (2016). A kollaboratív problémamegoldó képesség mérésének elméleti és módszertani megfontolásai: egy pilot kutatás eredményei. *Magyar Pedagógia, 116*(1), 51–72. doi: [10.17670/mped.2016.1.51](https://doi.org/10.17670/mped.2016.1.51)
- R. Tóth, K., Molnár, G., Wüstenberg, S., Greiff, S., & Csapó, B. (2011, August). Measuring adults' dynamic problem solving competency. Paper presented at the 14th European Conference for the Research on Learning and Instruction. Exeter, United Kingdom.
- Rosen, Y. (2017). Assessing students in human-to-agent settings to inform collaborative problem-solving learning. *Journal of Educational Measurement, 54*(1), 36–53. doi: [10.1111/jedm.12131](https://doi.org/10.1111/jedm.12131)
- Rosen, Y., & Foltz, P. (2014). Assessing collaborative problem solving through automated technologies. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 9*(3), 389–410.
- Scoular, C., Care, E., & Hesse, F. W. (2017). Designs for operationalizing collaborative problem solving for automated assessment. *Journal of Educational Measurement, 54*(1), 12–35. doi: [10.1111/jedm.12130](https://doi.org/10.1111/jedm.12130)
- Tóth, K., & Hódi, Á. (2013). A mérőeszköz-bővítéstől a tesztelési folyamat vizsgálatáig: számítógépes tesztelés nagymintás nemzetközi vizsgálatokban. *Iskolakultúra, 13*(9), 75–88.
- Wüstenberg, S., Greiff, S., & Funke, J. (2012). Complex problem solving – More than reasoning? *Intelligence, 40*, 1–14. doi: [10.1016/j.intell.2011.11.003](https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.11.003)
- Zsolnai, A. (2011). A szociális készségek és képességek diagnosztikus mérési lehetőségei. In: B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Kognitív és affektív fejlődési folyamatok diagnosztikus értékelésének lehetőségei az iskola kezdő szakaszában* (pp. 83–104). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Pásztor-Kovács Anita, Pásztor Attila és Molnár Gyöngyvér

## ABSTRACT

### DEVELOPMENT OF AN ONLINE INTERACTIVE INSTRUMENT FOR ASSESSING COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING COMPETENCE

Anita Pásztor-Kovács, Attila Pásztor & Gyöngyvér Molnár

The ability to effectively solve problems in collaboration with others represents an increasingly important asset in the modern workforce. Thus, there is an urgent necessity to develop collaborative problem-solving (ColPS) skills in an educational context. Reaching this aim requires effective developmental programs and effective instruments, which are suitable for large-scale measurements and everyday school practice. The purpose of the present research is to develop an online interactive instrument for assessing ColPS and to investigate its applicability in two small-scale studies. We transformed the individual interactive problem-solving tasks on the eDia platform based on the MicroDYN approach into collaborative ones by making them interdependent. Our aim was to create a testing environment which could provide the future option of automatic coding and computer agent embedding. We implemented predefined messages and several further innovative ways to communicate: students were able to exchange visual information, for example. The results from our studies showed that the seventh- and eighth-grade students in our samples were generally able to use these new communication options. Even in the second study, when we completely eliminated free chat, students managed to solve the problems using restricted communication. However, this condition posed a major challenge for many of them. Students provided valuable input to improve our instrument, for instance, in terms of increasing the predefined message set based on their interactions and opinions about the test. This study has contributed to a deeper analysis of the ColPS construct and taken the first steps toward creating an effective and potentially valid ColPS instrument.

Magyar Pedagógia, 118(1). 73–102. (2018)

DOI: 10.17670/MPed.2018.1.73

Levelezési cím / Address for correspondence:

Pásztor-Kovács Anita, Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30–34.

Pásztor Attila, MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport, H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30–34.

Molnár Gyöngyvér, Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Oktatásméleti Kutatócsoport, H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30–34.