

KOMPLEX PROBLÉMAMEGOLDÓ GONDOLKODÁS - VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK – OKTATÁSI ROBOTIKA, AVAGY A 21. SZÁZADI KÉPESSÉGEK FEJLESZTÉSÉNEK JELENTŐSÉGE

MUCSINÉ ERDEI MÓNICA

Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógiai Kar

Gyógypedagógus-képző Intézet

mucsine.erdei.monika@szte.hu

Összefoglaló

Nagy József több mint húsz évvel ezelőtt vázolta fel a kritikus kognitív képességek rendszerét. Értelmezése szerint e kritikus készségek elsajátítása meghatározó szerepű a képességek, kompetenciák, valamint az egész személyiség fejlődésében. Mára számos tanulmány, könyv illetve komplex mérő-fejlesztőcsomag is született e kritikus képességek megismerése, diagnosztizálása és fejlesztése érdekében.

Az oktatásban és a mindennapi életben való sikerességhez szükséges készségek-képességek jelentősége, szerepe ugyanakkor dinamikusan alakul át a társadalmi és gazdasági élet változásával párhuzamosan. Zahidi és Leopold írásukban az ún. 21. századi készségek listájának jelentős átrendeződését vetítették előre. A tíz legfontosabb képesség közül jelentősen előtérbe került például a kreativitás. A kutatók vélekedése alapján a legnagyobb jelentőségű 21. századi képesség továbbra is a komplex problémamegoldó gondolkodás. A problémamegoldó képesség szerepe kiemelkedő a tanulásban. Alapja a probléma felismerése, és az ebből kiinduló fázisok szükség esetén ciklikusan ismétlődő sorozata.

Egy más megközelítésben a problémamegoldó gondolkodás a végrehajtó funkciók egyik altípusába az ún. hideg végrehajtó funkciók közé tartozik. A végrehajtó funkciók kulcsfontosságúak lehetnek a tanulási zavart mutató tanulók iskolai sikerességében.

A problémamegoldó gondolkodás fejlesztése oktatási célú robotok segítségével, sikerrel valósítható meg a sajátos nevelési igény több típusa esetén, segítségükkel áthidalva akár kognitív területek sérüléséből fakadó nehézségeket is.

Kulcsszavak: 21. századi képességek, komplex problémamegoldó gondolkodás, végrehajtó funkciók, oktatási célú robotok, tanulási zavar

A gyógypedagógiában elsődleges céljai közt megjelenik a tanulók, gyermekek evidenciára épülő, megalapozott képességfejlesztése – a gyermek tudásának és képességeinek feltárása szükségszerű a pedagógiai beavatkozás koncepciójának megalapozásához. Ennek talaján képes a pedagógus olyan hatásmechanizmus kiválasztására, amely a fejlesztés során a tanuló számára legkedvezőbb módszerkombinációt eredményezhet (*Mesterházi, 1996*).

Az iskolai sikerekhez szükséges készségek, képességek rendszere azonban a társadalmi változásokhoz illeszkedően konstans változik, és ez a változás jelentős hatást gyakorolhat a pedagógiai beavatkozás tervezésére és megvalósítására. A következőkben e változásokból fakadó szükségszerűségekről ejtünk szót, melyek a gyógypedagógiai oktatás-fejlesztés megújulásának igényét is előre vetítik.

1. Képességek – készségek az iskolába lépéskor

Az iskolába lépő gyermekek képességeit és készségeit évtizedes múltra tekintően vizsgálja a hazai pedagógiai szakirodalom. Nagy József (2000) a különböző készségek kialakulásának folyamatait vázolta fel írásaiban - a kognitív, szociális, perszonális és egyéb speciális készségek egyaránt megjelennek konstruktumában. A rendszer alapelemei az öröklött rutinok, ezekből készségek és képességek komplex stuktúrája épül fel. Elmélete szerint vannak olyan készségek, melyek ciklikusnak tekinthetőek (pl. a számlálás), más készségek rugalmasan alakulnak (pl. egy étel elkészítése) és vannak olyan komplex készségek, mint például a helyesírás készsége, amelyek önmagukban is egy bonyolult, hierarchikus rendszert alkotnak. Központi szerepet szánt elméletében az ún. kritikus készségeknek és kompetenciáknak, amelyek az egész személyiség fejlődését meghatározó alkotóelemek. Nagy (2000)

és szerzőtársai (Nagy, Józsa, Vidákovich és Fazekasné, 2004) az iskolai sikeresség alapfeltételeinek a **kritikus kognitív készségeket** tartják, ezekből eredetileg hat darabot azonosítottak – a beszédhanghallás, olvasási készség és képesség, számolási és mértékváltási készség, tapasztalati következtetés, összefüggés-megértés és írásmozgás-koordináció. A kritikus kognitív készségek szerepét előbb a PREFER mérőcsomaggal vizsgálták (Józsa, 2016) majd annak továbbfejlesztéseként létrejött a Difer programcsomag (Nagy, Józsa, Vidákovich és Fazekasné, 2004; Józsa, 2016), amely már 7 kritikus alapkészség jelentőségét tárta fel (1. táblázat) az iskolába belépéskor és az alapfokú iskoláztatás folyamatában.

1. táblázat – A Difer programcsomag kritikus alapkészségei

kialakítandó iskolai készség	vizsgált kritikus alapkészség
írás-készség	írásmozgás-koordináció
olvasás- és írástanulás	beszédhanghallás
akusztikus közlések értelmezése	relációs-zókincs
matematikatanulás	elemi számolási készség
a tanulás, gondolkodás előfeltételei	tapasztalati következtetés
	tapasztalati összefüggés-megértés
iskolai beilleszkedés, társas kapcsolatok kezelése	szocialitás

A különböző kritikus készségek hiererchikus rendszerét, működésüket és fejlesztési lehetőségeiket számos kutatás elemezte és további fontos alapkészségek feltárására is sor került (például Józsa, 2004, 2006, 2014; Hajduné, 2004, Zentai, Józsa és Hajduné, 2017; Zentai, 2010, 2018; Fazekasné, 2021. stb.) az utóbbi évtizedek során, hozzájárulva ezzel az óvoda-iskola átmenet megkönnyítéséhez, a problémák diagnosztizálásához, a fejlesztések tervezéséhez. Józsa és Fazekasné (2006a, 2006b) munkája kiemelkedik a hazai munkák közül, mert ez a kutatás elsőként tárta fel azonos mérőeszközzel - a Difer 6 szubtesztjével - a tipikus fejlődésmentű és a tanulásban akadályozott tanulók készségei közt mutatkozó különbségeket. A két populáció fejlődési jellemzői más jellegzetességek mellett az időbeli mutatókban látványosan eltérőek volt - több éves fejlettségi eltérés volt kimutatható már az iskolakezdés körüli életkorban, a tanulásban akadályozott tanulók fejlődése időben később indul, de hosszabb ideig mutatható ki. Témánk szempontjából hangsúlyt érdemel, hogy a két tanulói csoport készségfejlettségén belül is nagy egyéni különbségeket tártak fel a szerzők. E jelentős egyéni eltérések (2. táblázat) előrevetítik a hagyományos **differenciálást meghaladó egyéni pedagógiai megoldások** szükségességét mindkét populációban már az iskolába lépéskor és alapfokú iskoláztatás folyamán.

2. táblázat Egyéni fejlődési mutatók 5 véletlenszerűen kiválasztott 3. évfolyamos tanulónál

Forrás: Józsa és Fazekasné (2006a, 2006b)

Készségek	Tanulók				
	1.	2.	3.	4.	5.
Írásmozgás-koordináció	42	75	25	3	36
Tapasztalati összefüggésmegértés	88	49	45	0	58
Beszédhanghallás	90	97	88	55	81
Tapasztalati következtetés	63	6	10	15	21
Relációs-zókincs	96	92	17	10	54
Elemi számolás	78	48	22	11	40
Difer-index	76	61	34	16	48

Az eddig feltárt eredmények alapján a 21. század kezdetén strukturált, intézményesített elvárásaink vannak az iskolába belépő tanulók képességei kapcsán, de vajon milyen képességekkel kell ma rendelkeznie egy tanulónak az iskolarendszer elhagyását követően?

2. Készségek és képességek a munkaerőpiacra belépéskor

A képességek és kompetenciák szerepének felértékelődése a 20-21. század fordulóján a tanügyirányítás számára is világossá vált. A megújuló Nemzeti Alaptantervek és kerettantervek fogalomhasználatában megjelentek olyan kulcskompetenciák, amelyek új képességek és kompetenciák kialakulását várták el az oktatási rendszertől az alap-és középfokú oktatás területén. A javasolt területek az Európai Unió ajánlására és a helyi körülmények figyelembe vételével kerültek kialakításra, így a 2020-as NAT kulcskompetenciái között olyan területek kerültek megfogalmazásra, mint például a Digitális kompetencia, a Személyes és társas kapcsolati kompetenciák vagy a Munkavállalói, innovációs és vállalkozói kompetenciák (*Nemzeti Alaptanterv, 2020*).

Az oktatásban és a mindennapi életben való sikerességhez szükséges készségek-képességek jelentősége, szerepe dinamikusan alakul át a társadalmi és gazdasági élet változásával párhuzamosan jelenleg is. A kognitív képességek, az alapképességek minősége, a tanulási eredmények és a gazdaság produktivitása közötti szoros kapcsolatra hívta fel a figyelmet *Hanushek és Woessmann (2015)* írását idézve *Vass Vilmos (2020)*. *Zahidi és Leopold (2016)* írásukban az ún. 21. századi készségek listájának jelentős átrendeződését vetítették előre. A Future of Jobs jelentésére alapozva összevetették a 2015-ben elvárt képességeket és azokat, amelyeket 2020-ra jósoltak a kutatók (azaz a NAT 2020 megjelenésének időpontjában). A 3. táblázatban jól láthatjuk, hogy a tíz legfontosabb képesség közül jelentősen előtérbe került például a kreativitás, és helyett kapott a 10 legfontosabb munkavállalói képesség között a rugalmas gondolkodás, más képességek viszont háttérbe szorultak pl. aktív hallgatás. A kutatók vélekedése alapján a legnagyobb jelentőségű 21. századi képesség továbbra is a **komplex problémamegoldó gondolkodás**. A problémamegoldó gondolkodás szerepével a későbbiekben még részletesen foglalkozunk.

3. táblázat TOP 10 képesség összehasonlító táblázat Forrás: *Zahidi és Leopold (2016)*

2015	2020
1. komplex problémamegoldás	1. komplex problémamegoldás
2. emberek koordinálásának képessége	2. kritikus gondolkodás
3. emberekkel való bánni tudás	3. kreativitás
4. kritikus gondolkodás	4. emberekkel való bánni tudás
5. tárgyalástechnika	5. emberek koordinálásának képessége
6. minőségellenőrzés	6. érzelmi intelligencia
7. szolgáltatásorientált szemlélet	7. mérlegelés és döntéshozatal
8. mérlegelés és döntéshozatal	8. szolgáltatásorientált szemlélet
9. aktív hallgatás	9. tárgyalástechnika
10. kreativitás	10. rugalmas gondolkodás

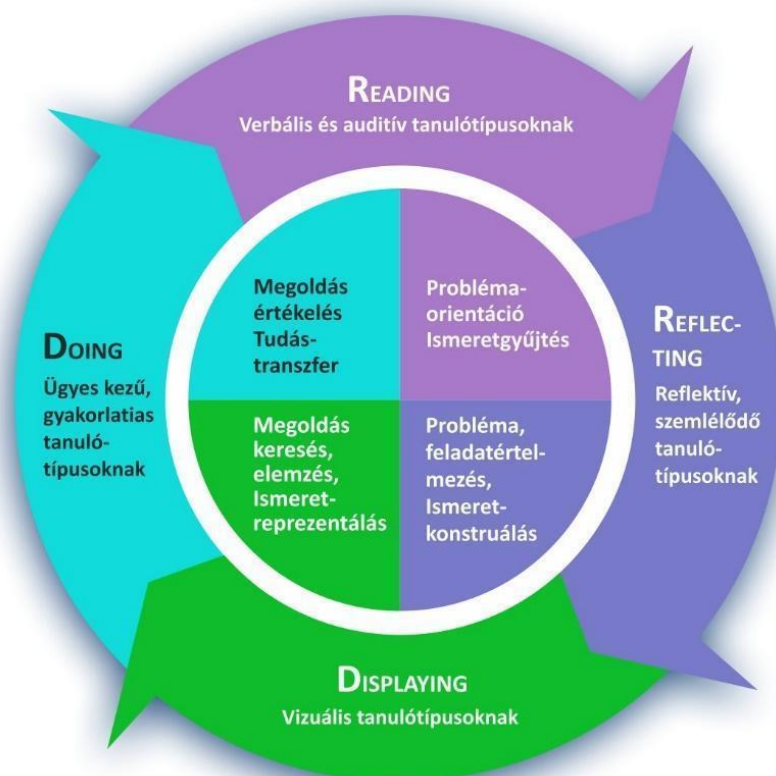
Az ún. 21. századi készségek-képességek más szempontú csoportosítását, egyfajta keretrendszerét olvashatjuk a *P21 (Partnership for 21th Century Skill)* nonprofit szervezet összeállításában, melyet oktatási szakértők, oktató és üzletemberek közreműködésével készítettek el az ezredfordulón. Kiemelést érdemel, hogy e keretrendszerben nagy szerepet kap az IKT - készségek szerepe, mely az előző felosztásban egyáltalán nem kapott említést (*Egervári és Kovács, 2021*). *Racskó (2017)* felhívja a figyelmet, hogy a P21 modell nagy jelentőségűnek tartja a 21. századi készségek kialakításában a **tanulási környezetet**. A tanulási környezet ebben a felfogásban nemcsak egyfajta helyszín, hanem „olyan támogató rendszer is, amely a tanuló egyedi igényeihez alkalmazkodva támogatja az egyéni és társas tudáselsajátítást, illetve magában foglalja a tanulás-tanítás szerkezetét, az eszközt és a tanulóközösséget a tanulók és a tanárok számára egyaránt” (*Racskó, 2017. 83. o.*).



1. ábra 21. századi készségek a P21 modellben. Forrás: P21 | Battelle for Kids

Ebben az értelmezésben *Nahalka* (2002, 65. o.) szerint a folyamat és az összetevők, azaz a tanulási folyamat és a tanulók igényeinek egyfajta integrációjáról beszélhetünk, mely céljait tekintve összecseng az inkluzív szemlélet törekvéseivel a személyre szabott, egyéniesített oktatás megvalósításával.

A személyre szabott oktatási környezet megvalósításával, a tanulói jellemző tanulási stílusának figyelembe vételével, támogató feladattípusok alkalmazásával a digitális eszközök alkalmasak lehetnek a tanulók erősségeinek kihasználása mellett a hátrányok kompenzálása. Az, hogy a digitális eszközök, programok alkalmazása a tanulók egyedi tanulási stílusához illesztése egyszerű hétköznapi iskolai körülmények között, a tanulók saját eszközeivel realizálható - ennek alapja a tanulók kedvelt tanulási stílusának, stratégiáinak feltárása és a tanulók saját eszközzel ellátottsága (BYOD-elv=Bring your own device azaz Hozd a saját eszközödet). A tanulási szokások, stílus és stratégiák szerepét helyezi középpontba elméletében a *Bonk és Zhang*, (2008, idézi *Kis-Tóth*, 2009) által összeállított R2D2 – modell. A mozaikszó a Reading, Reflecting, Displaying és Doing szavak kezdőbetűiből áll. Az R2D2 -modell alapján feltárt preferált tanulási mód például egy vizuális típusú tanuló esetén azt jelenti, hogy kedvező tanulási környezetet teremthetünk számára többek között online fogalomtérképpel, online idővonallal, táblázatok és grafikus elemek használatával vagy animációkkal, mert kedveli az ábrákat, grafikus támogató eszközöket, videokonferenciákat. Egy verbális vagy auditív preferenciájú személy számára kedvezőbbek a videó alapú magyarázatok, virtuális osztálytermek és prezentációk, kurzusfigyelmeztetések vagy varázslók, podcastek vagy e-könyvek, stb. A reflektív, szemlélődő típusok számára fontos a reflexivitás, a több szempontú vizsgálódás lehetősége és az önreflexió, így számukra előnyösek az online vizsgák, aszinkron viták, elektronikus portfóliók. Az ügyes, gyakorlatias típusú tanulók előnyben részesítik a taktilis és kinezikus tapasztalatokat, így számukra izgalmas kihívást jelenthetnek az AR/VR eszközök, szimulációk, digitális történetmesélés, animáció és filmkészítés, szerepjátékok és kollaboratív eszközök (*Kis-Tóth*, 2009, *Herczog és Racskó*, 2016).



2. ábra Az R2D2 modell Forrás: Kis-Tóth, 2009, idézi Racskó, 2017. 105. o.

3. Digitális környezet és sajátos nevelési igény -

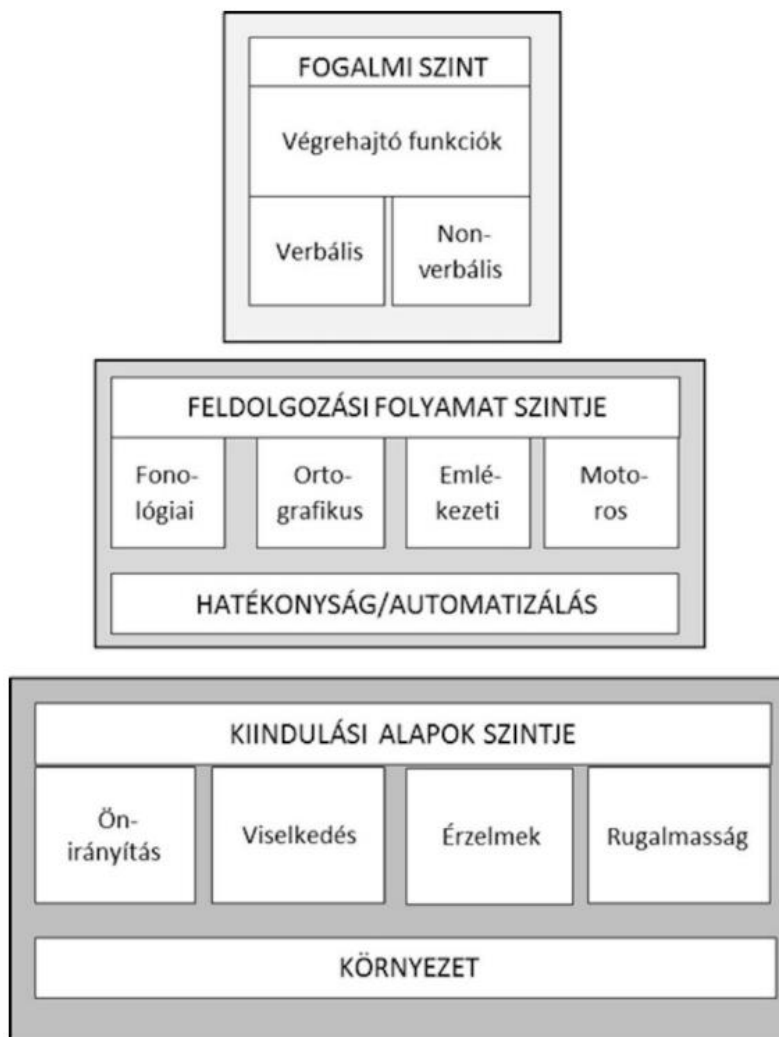
Az R2D2-modell kidolgozásakor nem volt szempont, hogy a sajátos nevelési igényű tanulók számára sérülésspecifikusan alkalmazható eszközöket, módszereket gyűjtsenek össze az alkotók. A digitális eszközök alkalmazásában azonban rejlenek olyan fejlesztési specifikumok bizonyos esetekben, amelyek kifejezetten a sajátos nevelési igényű tanulók számára jelenthetnek kedvező tanulási környezetet akár az eszköz, program jellegéből fakadóan, akár a tanuló sajátos nevelési igényének jellegéből adódóan.

Gyarmathy (2011) a kultúra fejlődésében bekövetkező változások és az agyi tevékenység változásának összefüggésére hívja fel a figyelmet. Az írásbeliség kialakulásakor a korábbi verbális túlsúly, a beszéd és beszédértés szerepét átvette a logikai elvont gondolkodást kívánó újfajta feldolgozási mód. Hasonló változásnak vagyunk szemtanúi Gyarmathy értelmezésében az utóbbi évtizedek digitális térnyerése kapcsán – az elemző, lineáris gondolkodás helyett egyre nagyobb jelentősége lesz a **téri-vizuális, egészes információ-feldolgozásnak**. A digitalizálódás okozta környezeti változásokat a következő pontokban összegezhetjük – ezekkel találkozunk a még plasztikus, fiatal agy, mint folyamatos környezeti hatás 1) képzetalkotás helyett kész képek, 2) Mozgásos-észleléses tapasztalat helyett vizuális élmény, 3) Aktív tevékenység helyett gépek működtetése 4) Passzív élményszerzés alacsony aktív testi-idegi részvétellel. A megváltozott környezet hatására a „digitális bennszülöttek” (Prensky, 2001 idézi Gyarmathy, 2011, 81. o.) agyműködésében kiegyenlítettebbé válik a két agyfélteke működése, a bal félteke dominanciája csökken. A szerző hangsúlyozza, hogy az olyan neurológiai teljesítményzavarok, mint a hiperaktivitás, figyelemzavar és a specifikus tanulási zavarok esetén a neurológiai eltérések gyakran járnak együtt a jobb agyféltekei dominanciával és a kreativitás fokozott megjelenésével, a dolgok újfajta szemléletének, felfogásának módjával. Ahogyan azt láttuk a 3. táblázatban, a kreativitás a 21. század egyik olyan képessége, amely a munkaerőpiacon a legértékesebb jellemzők közé tartozik, míg az iskola, a tanítás továbbra is bal agyfélteke dominanciájú, kevésbé alkalmazkodik a megváltozott környezeti elvárásokhoz és

tapasztalatokhoz. Gyarmathy (2011) értelmezése alapján tehát a digitális környezet térnyerése akár kedvező is lehet a jobb agyféltekés gondolkodású tanulók számára.

Józsa és Fazekasné (2006a,b) így összegzik a tanulásban akadályozott tanulók gondolkodásának főbb jellemzőit: gondolkodási inaktivitás, produktív megoldás keresésének hiánya, absztrakt folyamatok gyengesége, szimbolikus jelek használatának problémái, műveleti lépések ellenőrzésének kritikátlanlansága, vizuális tagolás zavarai, figyelmi gyengeség. Ezek a tapasztalatok a végrehajtó funkciók működésének diszfunkcionalitására utalnak. A **végrehajtó funkciók** fogalma „komplex kognitív folyamatokat foglal magában, úgy, mint a célok meghatározása és tervezése, a viselkedés szabályozása, a rugalmas gondolkodás, a figyelem és az emlékezet, illetve az önirányító folyamatok (önismeret, önellenőrzés) (Meltzer, 2007, idézi Höfflerné, Fazekasné Fenyvesi és Szenczi, 2017). Höfflerné (2017) szerint a végrehajtó funkciók által okozott zavarokat a következő területeken realizálódnak 1) az összetett feladatok és mentális műveletek megértésében, tervezésében és irányításában, 2) az önirányító stratégiák működtetésében, 3) a hatékony tanulásban és a kognitív rugalmasságban, 4) a figyelmi és emlékezeti működésben, 5) a sorrendiség meghatározásában és prioritások felállításában (Meltzer, 2010; Yeager és Yeager, 2013). Csépe 2021-es online előadásában utalt a különböző szerzők fogalomértelmezésében tapasztalható eltérésekre, de mindben fellelhető közös értelmezési keretként sorolta fel a következő készségeket, mint a végrehajtó funkciók zavara esetén érintett területeket: **figyelem, tervezés-és szervezés, feladatindítás -és fókusz, érzelem-/magatartásszabályozás és kontroll; feladatkövetés-monitoring**. Hétköznapi értelemben olyan területeken okoz nehézséget a végrehajtó funkciók zavara a tanulók számára, mint a feladatok befejezése, idővel gazdálkodás, válaszkontroll – kivárni, amíg felszólítják, csoportdinamikához illeszkedés (Csépe, 2021). Höfflerné és mtsai (2017) felhívják a figyelmet, hogy a végrehajtó funkciók zavara nem csak a tanulásban akadályozott tanulókra jellemző, akadályt jelenthet a tanulási nehézséggel vagy tanulási zavarral diagnosztizált tanulók számára egyaránt akár tanulási, akár magatartásszabályozási téren.

Höfflerné 2017-es tanulmányában a tanulási környezet szerepére hívja fel a figyelmet, mint egy lehetséges intervenció terep a végrehajtó funkciók zavara esetén. Az általa bemutatott modellek közül „A Tanulás építőkövei”- modell (Building Blocks of Learning) (Mather és mtsai, 2015, idézi Höfflerné, 2017) origójaként jelenik meg a tanuló környezete (3. ábra). Az alap építőkövek közt találjuk meg a tanuló érzelmi és viselkedési mintáit, az önirányítás képességét valamint azt, hogy mennyire reziliens az új helyzetekre reagálásban. A modell második szintje a feldolgozási folyamatokra, míg a legmagasabb szint már a fogalmi szintre utal. A legfejlettebb szinten a verbális és nonverbális jelek értelmezésének képessége jelenik meg, melyeket monitoroznak és folyamatosan irányítanak a végrehajtó funkciók. A modellben két, már említett kulcsfogalom köszön vissza – a nonverbális területen a téri-vizuális készségek, képességek jutnak szerephez, mely készségek jelentőségét Gyarmathy Éva (2011) elmélete alapján tártuk fel a korábbiakban. Ezen kívül Mather és mtsai (2015) szerint a végrehajtó funkciók a monitorozás mellett kiemelkedő jelentőségűek a problémamegoldás irányításában.



3.ábra A „Tanulás építőkövei” modell (Forrás: Höfflerné, 2017. 267. o.)

4. Problémamegoldó gondolkodás –végrehajtó funkciók - oktatási robotika

A problémamegoldó képesség szerepe kiemelkedő a tanulásban, kollaboratív környezetben - olyan kulcsfontosságú 21. századi képesség, melyet iskolai körülmények között is fejleszteni kell (Molnár és Pásztor-Kovács, é.n.; Molnár, 2012). Alapja a probléma felismerése, és az ebből kiinduló fázisok szükség esetén ciklikusan ismétlődő sorozata (Pólya, 1969. idézi Aknai, 2020). A problémamegoldó gondolkodás képessége magában foglalja egyrészt az új tudás elsajátításának és használatának képességét, továbbá a már meglévő tudás új problémahelyzetekbe való transzferálhatóságát is (Molnár, 2012).

Egy más megközelítésben a problémamegoldó gondolkodás a végrehajtó funkciók egyik altípusába az ún. hideg végrehajtó funkciók közé tartozik olyan funkciókkal együtt, mint a célmeghatározás, döntés, gátlás stb. (Anderson, Jacobs és Anderson, 2008, idézi Höfflerné, Fazekasné és Szenczy-Velkei, 2017, Höfflerné, 2017).

A problémamegoldás és metakogníció közti fogalmi összefüggésre hívja fel a figyelmet Tarkó 1999-es tanulmányában. „A metakogníció a saját tudás feletti kontroll, a problémamegoldás közben működtetett önszabályozó mechanizmus. Ebben benne van a végrehajtott tevékenység tervezése, a hatékonyság megfigyelése, az egyéni tanulási stratégia felülvizsgálata és értékelése” (idézi Höfflerné és mtsai, 2017).

Az egyéni tanulási stratégiák támogatására kidolgozott R2D2 - modell alkotóinak vélekedése alapján a problémahelyzetre reagálás szempontjából is némiképp eltérő az egyes tanulótipusok viselkedése. Megfigyeléseik szerint a verbális és auditív tanulótipus az ismeretgyűjtés és megoldás

keresése, valamint annak értékelését követően a tudást másokkal megosztja. A reflektív, szemlélődő típusra jellemző a probléma- és feladatelemzés, a több oldalról történő értelmezés, az áttekintés, valamint az ismeretek és tartalmak létrehozása. A vizuális tanulótípus szintén problémaérzékeny, és fontos számára az ismeretkonstruálás, azonban emellett a megoldás keresése, elemzése és annak reprezentálása is lényeges számára, míg a gyakorlatias gondolkodású eközben még értékeli is a megtalált megoldást (*Racskó, 2017*).

E tapasztalatok arra hívják fel az oktatásban részt vevők szerepét, hogy a problémaalapú tanulás megvalósítása hozzájárulhat a tanulók számára egy kedvező tanulási környezet kialakításához azáltal, hogy figyelembe veszi például a diák tanulási preferenciáit.

A problémamegoldás hideg végrehajtó funkcióként értelmezése felveti, hogy vajon megvalósítható-e digitális eszközökkel a problémamegoldással párhuzamosan a végrehajtó funkciók működésének támogatása?

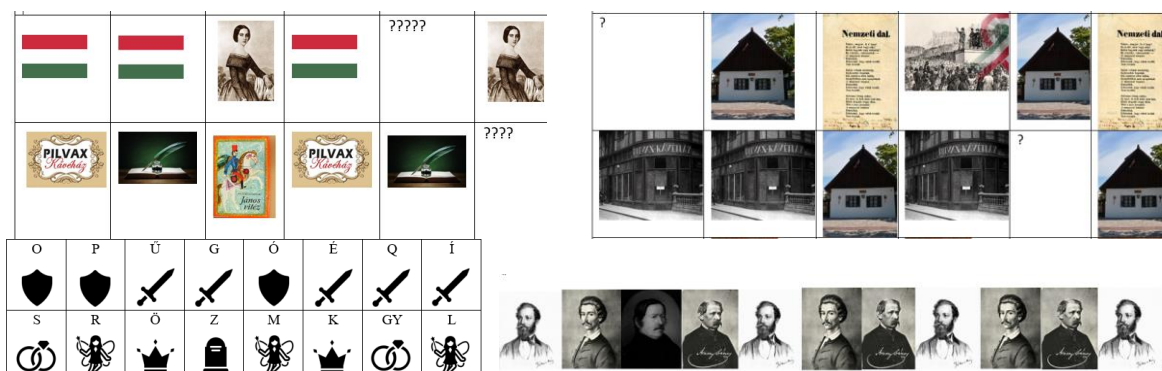
A problémamegoldó gondolkodás fejlesztése oktatási célú robotok segítségével, sikerrel valósítható meg mind neurotipikus, mind sajátos nevelési igényű tanulók körében – ahogy *Aknai* fogalmaz „a problémamegoldó gondolkodás edukációjában gyakorlati terepet nyújt a robotokkal való foglalkozás” (*Aknai, 2020. 149. o.*). Ebben az esetben a robotok használata által történik a tanulási folyamat, a készségek-képességek fejlesztése (*Aknai és Fehér, é.n. idézi Majzik és Molnár, 2022*).

A padlórobotok alkalmazása problémamegoldásra és algoritmikus gondolkodásra épül elsősorban, ezek a centrális fejlesztési területek. A robotok programozása, majd később az eszköz nélkül végrehajtott programozási folyamatok közben azonban számtalan készség, funkció begyakorlása történik meg. Hasonlítsuk össze ezeket a robottal végzett vagy kódolósos tevékenység során megszerezhető lehetséges tapasztalatokat a *Csépe (2021)* előadásában szereplő viselkedéses tünetekkel, nehézségekkel, amelyekkel a végrehajtó funkciók zavara esetén érzékel a tanuló. Azt tapasztalhatjuk, hogy a végrehajtó funkciók diszharmonikus működésére jellemző minden felvetett problématerület számára kínálkozik megoldási mód, megszerezhető pozitív tapasztalat az oktatási célú robotok alkalmazása közben, tehát az oktatási célú robotok alkalmazása egy olyan kedvező tanulási környezet lehet a diákok számára, amely látens vagy épp szembetűnő módon ad lehetőséget a végrehajtó funkciók diszfunkcionális működésének feloldásában.

4. táblázat A végrehajtó funkciók viselkedési kategóriái (Csépe) és a robotika-kódolás feladatok összefüggései Forrás: saját szerkesztés

Végrehajtó funkció – viselkedési kategóriák	Robotika-kódolás során megszerezhető tapasztalat, fejlesztési lehetőség
1. Impulzuskontroll – Állj meg és gondolkodj, mielőtt cselekszel!	Az eszközökre vigyázni kell, a mozdulatokat kontrollálni, lassítani kell. Várakozni kell, amíg sorra kerülhet a tanuló
2. Érzelemkontroll – Érzelmek, váratlan események, sikertelenség, stressz	A robot nem ítélkezik, ha nem sikerül, megpróbálhatja bármennyiszer a tanuló. Az eszköz motiváló jellege miatt csökken a stresszfaktor
3. Tervezés-rangsorolás – Feladat megoldási lépéseinek tervezése	Algoritmusokra, lépésekre kell bontani a megoldandó problémát, feladatot
4. Rugalmasság – Újratervezés a feltételek változásakor, stratégiaváltás	Mindenki kaphat számára kihívást jelentő feladatot vagy ugyanazt a feladatot többféle módon is meg lehet oldani
5. Munkamemória – információ megtartása, manipulálás	Már megtett lépések megtartása a memóriában, a további szükséges lépések számontartása
6. Monitorozás – feladatok rangsorolása, megoldási lépések tervezése-újratervezése, komplexitás és időigény felmérésére	Több lépéses feladat esetén a feladatelemek rangsorolása, a hibás vagy hiányzó lépés beazonosítása, kijavítása
7. Feladattudat – Feladat indítása, kezdés-tervezés	A robotokkal végzett tevékenységet a tanulók játékként élik meg, a feladattudat fejlesztése implicit a tanuló számára, míg tudatos, szervezett a pedagógus részéről
8. Szervezés – Az információk megtartásának, a feladat fenntartásának szervezése, követése	A robot vagy később az alkalmazott képi szintű támogatás vagy a tanuló előtt folyamatosan látható kódolási sorozat segít az információ és a feladatértés megtartásában

A programozás, padlórobotok alkalmazása során számos olyan funkció fejlesztését valósíthatjuk meg, melyek a végrehajtó funkciók támogatására alkalmasak. A lépésekre, algoritmusokra bontás közben analízis-szintézis műveletet is végeznek a tanulók, amely az olvasás és írás készségeinek fontos alapját jelentik. A sorrendiség, szeralitás megtapasztalása, az egyes sorrendekben az ismétlődések felfedezése, a hibák és hiányosságok felfedezése támogatja a helyesírás, a matematikai sorozatok, az önellenőrzés fejlődését. (A következő képsorozatokat gyógypedagógus – hallgatók készítették e fejlesztési célok támogatására egy Petőfi-projekt kapcsán.)



5. ábraszorozat – Felső ábrák – sorozatalakotás, alsó ábrák hibás sorozat javítása. Forrás: Bóta Réka, Dora Mária, P.Tóth Petra, Farkas Zsófia gyógypedagógus-hallgatók munkái SZTE JGYPK

Az eddig feltárt célokon túlmutatóan egyéb fejlesztési területek közül is számtalan kerülhetne még felsorolásra, ha az oktatási célú robotok alkalmazására gondolunk a neurotipikus vagy sajátos nevelési igényű diákok oktatásában. A kommunikáció befogadó és kifejező értelemben, az együttműködés, az induktív gondolkodás, a téri- és síkbeli tájékozódás, lateralitás, a finommotorika, a szimbólumértés fejlesztési fókuszai egyaránt megvalósíthatóak bármely tantárgyi vagy azon túlmutató ismeretanyag elsajátításában.

Tanulmányom első fejezetében az iskolába lépő gyermekek képességeivel, és a készségek fejlettségét vizsgáló mérőrendszerrel foglalkoztam. Ezt követően feltárásra került, hogy a 21. század első évtizedeiben hogyan változtak azok a készségek és képességek, amelyek hozzájárulhatnak az iskolából kilépő fiatalok számára a munkaerőpiacon elért sikerekhez. Ezek a jellemzők részben átrendeződtek az évek során, de a komplex problémamegoldás vezető szerepe megmaradt. Fontos megfigyelések születtek az utóbbi években a tanulási környezet és az egyénre szabott oktatás szempontjából, melynek talaján olyan támogató modellek kerültek kidolgozásra, mint például az R2D2-modell. A komplex problémamegoldás szerepe több szempontból is megvilágításba került – mint végrehajtó funkciók által vezérelt terület, mint oktatási módszer és a robotikai eszközökben rejlő elsődleges fejlesztési területként is bemutatásra került jelentősége. Írásomban a problémamegoldás fogalma jelentette azt a közös nevezőt, amelynek segítségével kapcsolatot találhatunk a robotika alkalmazása és a végrehajtó funkciók fejlesztésének igénye és lehetőségei között.

Resnick (2015) állítása szerint „a kódolás az új írástudás” (idézi Fehér, 2020. 357. o.). A kódolás és robotika sok sajátos nevelési igényű tanuló számára jelent ilyen értelemben is új tanulási környezetet – lehetőséget ad a hátrányok kompenzálására, a kedvező képességterületek hangsúlyozására, támogatja az önszabályozást, visszajelzést ad és stabil, kiszámítható rendszert teremt, ezzel párhuzamosan pedig megalapozza a legfontosabb 21. századi készségeket.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aknai Orsolya Dóra (2020): A robotika szerepe az SNI tanulók fejlesztésében. *Gyermeknevelés Tudományos Folyóirat* **8.** 2. sz. 146–163.
- Csépe Valéria (2021): *Tanulás, kognitív készségek és a végrehajtó funkciók fejlődése*. Szakmodszertan és Hatékony Tanulás.- A figyelmi- és végrehajtó funkciók szerepe a hatékony tanulásban és tanításban című nemzetközi konferencia előadásai. MTA Pécsi Területi Bizottság. Online előadás 2021.06.22.
- Egervári Dóra és Kovács Anita (2021): *A XXI. századi kompetenciák megjelenése a 2020-as NAT-ban*. Forrás: https://epa.oszk.hu/02700/02750/00055/pdf/EPA_02750_tudasmenedzsmnt_2021_1ksz_269-282.pdf [2022.11.04.]
- Fazekasné Fenyvesi Margit (2021): *A beszédhanghallás fejlesztése óvodában, iskolában*. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Fehér Péter (2020): „Húsz év múlva” – A digitális oktatás helyzete, eszközei, trendjei világszerte. *Gyermeknevelés Tudományos Folyóirat*, **8.** 2. sz. 350–372.
- Gyarmathy Éva (2011): *A digitális kor és sajátos nevelési igényű tehetség*. Forrás: <http://real.mtak.hu/8816/1/GyarmathyFordul%C3%B3pont.pdf> [2022.11.04.]
- Hajduné Holló Katalin (2004): Az elemi kombinatív képesség fejlődésének kritériumorientált diagnosztikus feltárása. *Magyar Pedagógia*, 104. 3. 263–292.
- Herczog Csilla és Racskó Réka (2016): *Táblagép az osztályteremben*. Forrás: http://epa.oszk.hu/00000/00011/00209/pdf/EPA00011_iskolakultura_2016_10_01.pdf [2022.11.04.]
- Höfflerné Péntes Éva (2017): *A tanulási és magatartási problémák összefüggései a végrehajtó funkciók tükrében*. https://epa.oszk.hu/03000/03047/00078/pdf/EPA03047_gyogyped_szemle_2017_4_259-272.pdf [2022.11.03.]
- Höfflerné Péntes Éva, Fazekasné Fenyvesi Margit és Szenczy-Velkei Beáta (2017): *Végrehajtó funkciók fejlesztése és fejlődése tanulásban akadályozott gyermekeknél*. Egyetemi jegyzet. Forrás: <https://www.studocu.com/hu/document/eotvos-lorand-tudomanyegyetem/a-vegrehajto-funkciok-mukodese-es-fejlesztese-tanulasban-akadalyozott-gyermekeknel/vegrehajto-funkciok-mukodese-es-fejlesztese-tanulasban-akadalyozott-gyermekeknel-online-tananyag/2349118?origin=home-recent-1> [2022.11.03.]
- Józsa Krisztián (2004): Az első osztályos tanulók elemi alapkészségeinek fejlettsége – Egy longitudinális kutatás első mérési pontja. *Iskolakultúra*, 14. 11. 3–16.

Józsa Krisztián (2006)(szerk): *Az olvasási képesség fejlődése és fejlesztése*. Budapest, Dinasztia Könyvkiadó.

Józsa Krisztián (2011): Híd a többségi és a gyógypedagógia között: a DIFER Programcsomag. In: Józsa Krisztián (2014): *A számolás fejlesztése 4–8 éves életkorban*. Mozaik Kiadó, Szeged.

Józsa Krisztián (2016): Kihívások és lehetőségek az óvodai nevelésben. Forrás: <http://real.mtak.hu/42350/1/06.pdf> [2022.11.02.]

Józsa Krisztián és Fazekasné Fenyvesi Margit (2006a): A DIFER Programcsomag alkalmazási lehetősége tanulásban akadályozott gyermekeknél – I. rész, *Gyógypedagógiai Szemle*, 34. 2. 133–141.

Józsa Krisztián. és Fazekasné Fenyvesi M. (2006b): A DIFER Programcsomag alkalmazási lehetősége tanulásban akadályozott gyermekeknél – II. rész, *Gyógypedagógiai Szemle*, 34. 3. 161–176.

Kis-Tóth Lajos. (2009): *A tanári tevékenység IKT-elemei*. Habilitációs értekezés. Tézisek. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.

Majzik Tamás és Molnár Gyöngyvér (2022): *Induktív gondolkodás fejlesztése oktatási robotokkal támogatott tanulási környezetben*. Forrás: <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/44018/43042> [2022.11.04.]

Mesterházi Zsuzsa (szerk.)(1996): *Diszkalkuliáról – pedagógusoknak*. BGGYTF, Budapest.

Molnár Gyöngyvér (2012): *A problémamegoldó gondolkodás fejlődése- az intelligencia és a szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3-11. évfolyamon*. Forrás: http://misc.bibl.u-szeged.hu/14213/1/mp_2012_001_6538_041-058.pdf [2022.11.03.]

Molnár Gyöngyvér és Pásztor-Kovács Anita (é.n.): *A problémamegoldó gondolkodás mérése online tesztkörnyezetben*. Forrás: <https://core.ac.uk/download/pdf/80767564.pdf> [2022.11.03.]

Nagy József (2000): A kritikus kognitív készségek és képességek kritériumorientált fejlesztése. Forrás: <http://www.epa.oszk.hu/00000/00035/00040/2000-07-km-Nagy-Kritikus.html> [2022.11.01.]

Nagy József, Józsa Krisztián, Vidákovich Tibor és Fazekasné Fenyvesi Margit (2004): *Az elemi alapkészségek fejlődése 4–8 éves életkorban*. Mozaik Kiadó, Szeged.

Nahalka István (2002). *Hogyan alakul ki a tudás a gyermekekben? Konstruktivizmus és pedagógia*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

P21 (2014). Partnership for 21st Century Learning. Framework for 21st Century Learning, 2014. Forrás: <https://goo.gl/uldvRa> [2022.11.03.]

Racsó Réka(2017): *Digitális átállás az oktatásban*. Forrás: <http://real.mtak.hu/101935/> [2022.11.03.]

Tarkó Klára (1999): *Az olvasás és a metakogníció kapcsolata iskoláskorban*. Forrás: http://www.magyarpedagogia.hu/document/Tarko_MP992.pdf [2022.11.02.]

Vass Vilmos: *A tudásgazdaság és a 21. századi kompetenciák összefüggései*. Forrás: <https://www.metropolitan.hu/upload/62972a5434e437a440115eace52810492fdb4273.pdf> [2022.11.02.]

Zahidi, S. és Leopold, T. (2016): *What is the future of your job?* Forrás: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-future-of-your-job/> [2022.11.02.]

Zentai Gabriella (2010): *A rendszerező képesség fejlődése 4-8 éves életkorban*. Forrás: http://www.magyarpedagogia.hu/document/Zentai_MP1101.pdf [2022.11.01.]

Zentai Gabriella, Józsa Krisztián és Hajduné Holló Katalin (2017): *A gondolkodás fejlesztése 4-8 éves életkorban*. Mozaik Kiadó. Szeged