

**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR**

NEVELÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Vezetője: Dr. Zsolnai Anikó, egyetemi tanár

ANDRAGÓGIA PROGRAM

Vezetője: Csehné Dr. Papp Imola, habilitált egyetemi docens

Tézisszerű összefoglaló



Kulcsár Nárcisz Rita

A hallgatói tudás fejlesztése új megközelítésben egy matematikai tantárgyi
programban a felnőttkori tanulás szemszögéből

Témavezető:

Feketéné Dr. habil. Szakos Éva, egyetemi docens

Budapest

2021

1 Bevezetés

„Az oktatásra úgy tűnik, hogy minden hatással lehet.”
(Hattie, 2008, 1.o.)

John Hattie világhírű új-zélandi oktatáskutató fenti provokatív állítása látszólag megkérdőjelezi az oktatási hatékonyság kutatásának értelmét. Vizsgálatai többek között arra mutattak rá, hogy szinte bármilyen oktatásba történő beavatkozás, innováció pozitív hatással lehet a hallgatók tanulási eredményességére. Kutatásaiban ennél tovább is ment, arra kereste a választ, hogy melyek azok a változók, amelyek a legnagyobb változást generálják, s melyek azok, amelyeket bár sok kutatás tűz ki zászlajára, kevésbé jelentős a kimutatható hatásuk. Hattie „Látható tanulás” című könyvében (2008) 800 metaanalízis metaanalízisét végezte el, több mint 80 millió tanulót érintő, 50.000 tanulmány bevonásával.

„Látható tanulásról és tanításról” akkor beszélünk, ha a tanulás explicit cél; ha megfelelő kihívást jelent; ha mind a tanárt, mind a diákot érdekli, hogy a kitűzött célt sikerült-e elérni, és pedig milyen mértékben; ha a tanár és diák kölcsönös visszajelzést ad egymásnak; ha a tanulásban résztvevők aktívan és elkötelezetten vesznek részt a folyamatban (Hattie, 2008; 2012). Vajon mennyire igaz ez a felsőoktatásban a mérnökképzésben matematikát tanuló hallgatókra és oktatóikra?

Kutatásom annak vizsgálatát tűzte ki célul, hogy a Széchenyi István Egyetemen hogyan valósul meg a Hattie által megfogalmazott „látható tanulás és tanítás” koncepciója, figyelembe véve, hogy a felsőoktatásban felnőtt korú hallgatók tanulnak. E munka hozadékait a mindennapi egyetemi munkám során, a Széchenyi István Egyetemen is igyekszem a gyakorlatba átültetni.

A „látható tanulás” realizálódása és azonosítása a leghatékosabb hallgatók esetében nem okoz gondot. A kevésbé tehetségesek számára azonban a tanulás sok esetben nem optimális kihívást, hanem elérhetetlennek tűnő célt jelenthet, mely a tanulás iránti elköteleződés, a tanulásban való aktív részvétel visszaeséséhez vezethet. Ennek pozitív irányba való megváltoztatása minden elkötelezett tanár alapvető célja. Michal Yerushalmy, izraeli matematikadidaktikus híressé vált szakmai hitvallása (Ambrus, 2003), miszerint

„Én a 90% tanára vagyok!”

is jelzi, hogy a tehetséges hallgatók a hallgatótársadalom kis szeletét (kb. 10%-át) teszik ki, ezért van tennivaló bőven a „látható tanulás” megvalósításáért! Yerushalmy hitvallásával azonosulva, kutatásom célja tehát a vizsgált felsőoktatási intézményben tanuló, mérnök szakos hallgatók matematika tantárgyhoz kötődő tanulási sajátosságainak megismerése, elsősorban a gyengébb képességű, lemorzsolódással veszélyeztetett hallgatók tanulására fókuszálva.

A felsőoktatásban a mérnöki területeken a hallgatók fent említett 90%-ának jelentős része a lemorzsolódásban veszélyeztetett, amely végül a hallgatói létszámmra vetítve akár 35-50%-ban realizálódhat. Bár a felsőoktatás tömegesedésével párhuzamosan még a 60-as években megjelent a lemorzsolódás is, az a mai napig kihívás elé állítja mind a felsőoktatási intézményeket, mind a „terepen” helytálló oktatókat. A lemorzsolódás multikauzális jelenség, és a mögötte meghúzódó sokféle ok egyrészt a hallgatók egyéni jellemzőire, társadalmi hátterére (szocio-kulturális és szocio-ökonómiai tényezőkre), másrészt az intézményi okokra vezethető vissza. Prensky (2001) szerint nem az oktatás minőségi romlásának tényével kell foglalkozni, hanem azzal, hogy az miért következik be. Úgy tűnik, hogy a hallgatók radikálisan

megváltoztak, és tanulási preferenciáik átalakulása mögött szocializációs különbségek figyelhetők meg. A közoktatásban jelenleg a Z és az Alfa generáció, míg a felsőoktatásban a Z generáció tagjai tanulnak. A digitális világba születettek az ehhez igazodó igényeik kielégítését várják az oktatástól is.

A disszertációban bemutatott kutatás irányainak meghatározásához a Hattie által készített, a tanulás hatékonyságát befolyásoló tényezőket tartalmazó listát használtam. Mivel a matematika tantárgy sikeres teljesítését a fentebb jelzettek szerint számos tényező befolyásolja, multiperspektivikus megközelítéssel több tényezőt vontam be a vizsgálatba, amelyek a kutatás négy irányát jelentették: 1. énhatékonyság és önértékelés, 2. tanulási megközelítésmódok, 3. matematikai vizualizáció, és 4. az aktív tanulás megvalósítása a kurzuson. Bár a választás önkényesnek és leszűkítőnek tűnhet, a Széchenyi István Egyetemen végzett közel tíz éves oktatói és kutatói munkám során gyűjtött tapasztalataim, a kollégákkal folytatott szakmai diskurzusok, valamint a kutatás volumenének határai alapján ezeket a tényezőket vélem a legkritikusabbnak a matematika eredményes tanulása, és a tantárgy sikeres teljesítése érdekében, azaz a lemorzsolódás megelőzésében.

Kutatásomban tehát a Széchenyi István Egyetemen, a tömegoktatás kontextusában, a felnőtt Z generáció tanulási preferenciáinak figyelembevételével vizsgáltam egy matematika kurzuson a hallgatók sajátosságainak függvényében az eredményesség különböző, a lemorzsolódásban szerepet játszó, fent említett változóit. A lemorzsolódás csökkentése érdekében kerestem az oktatói munkámban az innováció lehetőségeit. Elsősorban a szociális-konstruktivista tanuláselméleten alapuló innovatív tanári gondolkodásra, másodsorban az innovatív oktatási módszerekre fókuszáltam (Fazekas, Halász, Horváth és mtsai, 2021; Zhu és munkatársai, 2013). A matematika tanulását a személyiség átalakulásaként értelmezem, melynek alapjai a szociális konstruktivizmuson nyugvó transzformatív tanuláselméletben érhetők tetten. Erre, valamint a felsőoktatásban bevezetett tanulási eredmény alapú megközelítésre építve használtam a Joseph Campbell (1993) által meghatározott „hős útjának” fázisait egy narratív megközelítésű matematika kurzus megtervezéséhez, mely az oktatás területén hazánkban teljesen újak számít. A „hőssé válás” folyamata elválaszthatatlan az aktív részvételt igénylő tanulási módszerektől, melyek alkalmazásának vizsgálata szintén a kutatás részét képezte. A Z generáció tanulási preferenciái közül az aktív tanulás iránti igény mellett hangsúlyos szerephez jutott a vizuális tanulási módszerek előtérbe helyezése, a digitális technológia bevonása a tanulási folyamatba, az intraperszonális tanulás figyelembe vétele, valamint a gyakori értékelés és visszajelzés.

2 A témaválasztás nemzetközi és hazai kontextusa

A 21. század robbanásszerű technológiai fejlődésével az ipari forradalmak negyedik generációját éljük, amely nem valósulhatna meg az emberi tudásba való jelentős befektetés nélkül. Az ipari forradalmak humán erőforrás háttérének támogatását az oktatási rendszerek biztosítják, amelyek úgyszintén újabb forradalmakat élnek meg, azonban lassabban, mint amilyenek az ipari forradalmak voltak. Jelenleg az okoseszközök és az internet adta lehetőségek biztosítják az „Oktatás 3.0” alapját, amely a negyedik oktatási forradalom felé tart az ember-számítógép interakción alapuló, egyénre szabott tanulás megjelenésével. Mindezekkel együtt az oktatási rendszer csúcsát képező felsőoktatásban is evolúciós folyamatok mennek végbe. Jelenleg hazánkban a humboldti típusú egyetemi modell felől a vállalkozói egyetem („Egyetem 3.0”) felé tartunk. A technológiai fejlődés által generált gazdasági és társadalmi változásoknak

köszönhetően az emberek iskolázottsági szintje növekszik, egyre több ember vesz részt formális oktatásban, ami elsősorban a felnőttképzés és a felsőoktatás területén hozott változásokat.

A felsőoktatás tömegesedése a felsőoktatási rendszer működését, adminisztrációját, fenntartását, tantervi szabályozását, a hallgatók lehetőségeit, és motivációját, valamint az oktatók oktatási tevékenységét új kihívás elé állította. A tömegesedés megjelenésével párhuzamosan lépett fel a felsőoktatásban a nagymértékű lemorzsolódás jelensége. A lemorzsolódás fogalmának meghatározására és operacionalizálására számos megközelítés született, nincs egységes gyakorlat, s emiatt a kutatási eredmények sok esetben összehasonlíthatatlanok. A probléma jelentőségét jelzi, hogy a 2016-ban kiadott „Fokozatváltás a felsőoktatásban” című, középtávú szakpolitikai stratégia is célzottan foglalkozik ezzel a témával. A statisztikai adatok azt mutatják, hogy az alapképzésen 36-38%, a mesterképzésen 14-17% (Derényi, 2015; Pusztai, 2018), doktori képzésen 50% körüli a hallgatói lemorzsolódás (Pusztai és Kocsis, 2019). Mértéke nagyban függ a szak jellegétől, és leginkább az agrár, a műszaki, az informatikai, valamint az orvosi és egészségtudományi szakok esetében figyelhető meg. Ha a lemorzsolódás intenzitását időhorizonton vizsgáljuk, akkor az általános tapasztalatok azt mutatják, hogy a jelenség az első évben a legnagyobb mértékű (Miskolczi és mtsai, 2018; Brunson és mtsai, 2000), s a páros félévekben jelentősebb (Stéger, 2015).

Kutatási témám szempontjából felmerült a kérdés, hogy az első évben történő lemorzsolódásban szerepet játszhat-e a matematika kurzus sikertelen teljesítése. A Széchenyi István Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzata (TVSZ) felsorolja azokat az eseteket, amikor megszűnik egy hallgatónak a jogviszonya. Ezek alapján a lemorzsolódáshoz kapcsolódóan 16-féle esetet azonosít a szabályzat. Az egyetemre az utóbbi öt évben az általános felvételi eljárásban alapképzésre felvett, nappali tagozaton tanuló mérnök szakos hallgatók FIR-ben tárolt adatain szekunder kutatást (dokumentumelemzést) végeztem. Azokat a TVSZ-ben rögzített, hallgatói jogviszony megszűnéséhez kapcsolódó eseteket vizsgáltam, melyek összefüggésbe hozhatók a matematika tanulmányokkal. Az adatok arról tanúskodnak, hogy a lemorzsolódás kimagasló mértékben annak a következménye, hogy a hallgatók a tanulmányaik második aktív félévének végéig alapképzési szakon nem teljesítenek legalább 30 kreditpontot. Az egyetemen végrehajtott tartervfejlesztésnek köszönhetően 2017/2018/1 félévétől kezdődően a Matematika 1 és Matematika 2 tantárgy teljesítéséért 4 kreditpont helyett már 5 kreditpont jár, ami ezen tantárgyak első két félévben történő teljesítésének fontosságát, egyszersmind a lemorzsolódás veszélyét növelte. Az adatokból látható, hogy azon hallgatóknak, akik az első két félév során nem szerezték meg a minimális 30 kreditpontot, csupán közel 10%-a teljesített legalább egy matematika tantárgyat, míg a negyedik félévet követően a minimális 60 kreditpontot el nem ért hallgatók közel 50%-a nem teljesített egyetlen matematika tantárgyat sem két tanév alatt. *Mindezen adatok megerősítik a Matematika 1 tantárgy lemorzsolódásban betöltött jelentős szerepét, mely a lemorzsolódás csökkentése, mint cél érdekében kutatásra és innovációra ösztönöz ezen a területen.*

3 Transzformatív tanulás a felsőoktatásban

A lemorzsolódásban szerepet játszó okok között található az oktatók pedagógiai-andragógiai módszertani felkészültsége (OECD, 2012; Bocsi és mtsai, 2018; Bocsi és mtsai, 2019), amelynek célszerű folyamatosan alkalmazkodnia az épp az oktatási rendszerben lévő generáció tanulási sajátosságaihoz. Mivel a különböző értékrenddel, gondolkodásmóddal, igényekkel, technikai, kulturális és szocio-kulturális háttérrel rendelkező generációk 10-20 évente váltják egymást, így bármely oktató életpályája során legalább három, drasztikusan különböző generációt oktat. Éppen ezért a generációk sajátosságainak ismerete az oktató szakmai megújulásának alapját jelenti. A felsőoktatásban jelenleg a Z generáció tanul, tanulási preferenciáik figyelembe vétele elengedhetetlen az oktatók számára, melyek között a következőket találjuk:

1. A vizuális tanulási módszerek előtérbe helyezése,
2. A rövid figyelmi időhöz igazodó tanórák,
3. Az online tanulás, digitális technológia bevonása a tanulási folyamatba,
4. Intrapersonális tanulás figyelembe vétele,
5. Kapcsolati hálók felfedeztetése, azonnal alkalmazható tudás nyújtása,
6. Aktív tanulás és probléma alapú tanulás integrálása,
7. Gyakori értékelés és visszajelzés,
8. Személyes kommunikáció.

A fiatalok az ifjúkorból a felnőttkorba vezető életszakaszukban léphetnek először az oktatás felsőoktatási szintjére, mely időszak egy intenzív szellemi, lelki, és fizikai átalakulást jelent számukra. Ezen folyamatoknak ad értelmezési keretet a felnőttoktatásban elterjedt transzformatív tanulási modell (Feketéné Szakos, 2014; Mezirow, 2000; Somogyiné Petik, 2010). A transzformatív tanulást nem lehet közvetlen módon tanítani, mivel egy belső folyamat. Ezt az oktató a tanulási környezet, a tanulási helyzetek, és folyamatok, valamint a tartalom és a tanítás módjának optimalizálásával segítheti elő (Illeris, 2015). Olyan oktatási módszerekkel támogatható, amelyek csoportos eszmecsere, mások tapasztalatainak kritikus elemzésére és felhasználására, valamint önálló véleményformálásra nyújtanak lehetőséget. Tehát a tanulás nem az objektív valóság befogadása, hanem egy jelentéstulajdonítási folyamat, mely nem passzív, hanem aktív részvételt igényel. Mindezek által a transzformatív tanulás modellje szorosan összefonódik az aktív tanulással, a szociális konstruktivista ismeretelmélettel, valamint támogatja a „látható tanulás” megvalósulását.

A technológia fejlődése által generált felsőoktatási forradalom, a hallgatók új generációinak megjelenése a felsőoktatásban és az ipar által igényként megfogalmazott transzverzális készségek fejlesztése a felsőoktatás minőségi kritériumainak újragondolását teszik szükségsszerűvé. A képzési programok minőségét, a tanulás és tanítás eredményességét növeli, ha a tantárgyak kimeneti követelményei jól áttekinthető tanulási eredmény kategóriákban vannak megfogalmazva. A *Matematika 1* tantárgyhoz általam készített *tanulási eredmény alapú tantárgyleírás* egy általános keretet biztosít, amely egyben nagy szabadságot is ad az oktatóknak, hogy milyen módon valósítsák meg a képzést. Az e tantárgyleírásban szereplő célok megvalósítására a kutatás alapjául szolgáló kurzusomat narratív megközelítéssel terveztem meg, mely Joseph Campbell (1993) és Christopher Vogler (1998) monomitoszához, a „hős útjához” nyúlik vissza. A „hős útja” egy 12 állomásból felépülő struktúrát mutat, amelyben a hős a hétköznapi világból indulva egy különleges világon keresztül visszatér a hétköznapi (mely út során szövetségeseikkel és egy mentorral találkozik, próbák sorozatán megy keresztül, egy végső megmérettetésben vesz részt, s végül „visszatér az elixírrrel”). Az

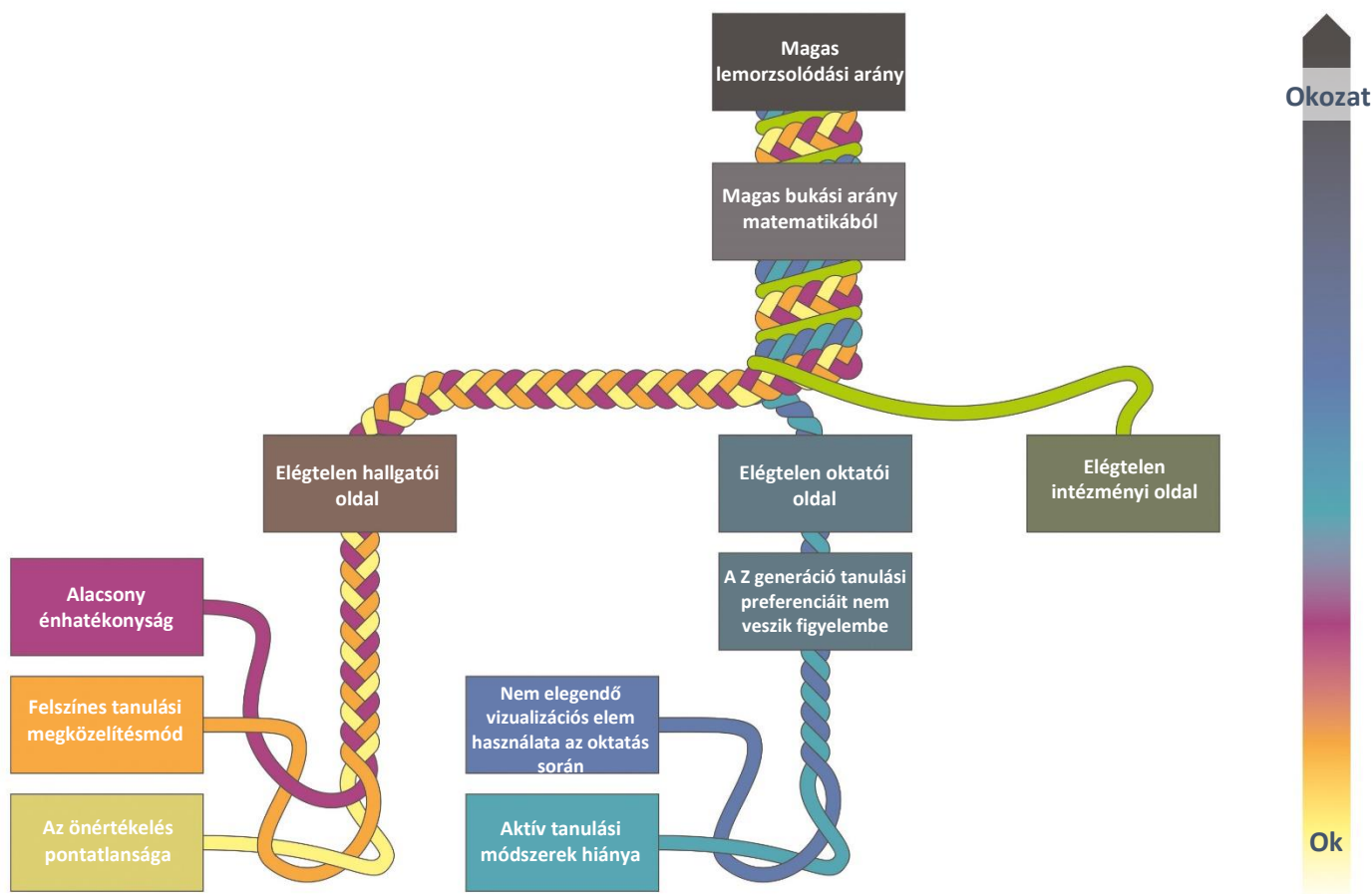
útja során számos akadállyal szembesül, melyek által fizikai, lelki és szellemi átalakuláson megy keresztül. Mindez megfeleltethető a már említett, szociális konstruktivista tanuláselmélet (Jarvis, 2006; Mezirow, 2000) transzformatív tanulásfelfogásának. Farmer (2019) a hős útjának narratív megközelítését felhasználva dolgozott ki egy, 12 állomásból álló keretrendszert egyetemi kurzusok tervezéséhez, melyben a kurzus 12 állomását a hős útjának 12 állomása alapján építette fel. A tanulási eredmény alapú kurzusleírás kiegészítéseként a Farmer (2019) által felvázolt, a *hős útját követő kurzustervezést* figyelembe véve terveztem meg a Matematika 1 kurzus során alkalmazható hallgatóközpontú, aktív tanuláson alapuló kurzustevékenységek listáját. Ezzel egy hazánkban még ismeretlen, de az akciófilmekben felnövekvő, fiatal mérnök hallgatók számára feltehetően vonzó vállalkozásba kezdtem.

A felsőoktatási tantervek, a tanulási eredmény alapú kurzusleírások, a „hős útját” követő kurzusok akkor érhetik el teljesen céljukat, ha alkalmazásuk során lehetőséget biztosítanak a rugalmas változtatásra, a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodásra. Az elmúlt időszak eseményei is ennek a szükségességét támasztották alá, ugyanis a 2020-as év a COVID-19 járvány megjelenésével a világ oktatási rendszerének elkerülhetetlen újragondolását hozta magával. Bár kutatásom elsődleges célja nem a járványidőszak alatti tanulás vizsgálata volt, kutatóként nem mehettem el tétlenül a kialakult helyzet mellett, s az eredeti kutatási témámat a fókusz megtartása mellett a jelenlegi helyzetre reflektálva helyeztem újabb kontextusba. Ily módon a disszertációm egy része a felsőoktatás területén, a COVID-19 járvány idején készült dokumentációk széles skáláját fogja gyarapítani, mely által eleget tesz az UNESCO (2020) járvánnyal kapcsolatos, fokozott dokumentálásra való felszólításának.

4 A lemorzsolódásra ható legfőbb tényezők a matematika kurzuson – kutatási problémafa

A mérnök szakokon a magas lemorzsolódási arány – tanulás felőli megközelítésben – a hallgatók tantárgyi teljesítménye szempontjából vizsgálható. Kutatásomban a hallgatók teljesítményét egy matematika tantárgyi program keretében vizsgáltam. Az egyetemi alapozó matematika tantárgyak esetében általános tendenciaként figyelhető meg a magas bukási arány, melyhez nem megfelelő hallgatói, oktatói és intézményi oldal társul. Ezen aspektusok közül az emberi tényezőkre, azaz a hallgatói és az oktatói oldalra fókuszáltam. Tapasztalataim szerint az alacsony teljesítmény matematikából feltehetőleg összefüggést mutat tanulói oldalról az alacsony énhatékonysággal, a felszínes tanulási megközelítésmód alkalmazásával, a teljesítményhez kötődő önértékelés pontatlanságával, oktatói oldalról pedig a Z generációs hallgatók tanulási preferenciáit figyelmen kívül hagyó oktatási módszerekkel. Ezen problémák ok-okozati rendszerét mutatja be a kutatásom alapját meghatározó problémafa (1. ábra).

1. ábra: Kutatási problémafa (saját szerkesztés)



A Széchenyi István Egyetemen a lemorzsolódás csökkentése érdekében tett, intézményi lépéseket (Benyák, 2021; Benyák és Fehér, 2019; Horváth, 2019) megvizsgálva szembetűnő, hogy két fontos változó nem jelenik meg a változtatási stratégia kidolgozásában: a tanuló és a tanár személye a tanulás kontextusában. Úgy tűnik, mintha nem lenne befolyása annak, hogy

- mi történik a tanteremben, milyen interakció zajlik tanuló és tanár között?
- A *hallgató* milyen előzetes tapasztalatokkal és tudással rendelkezik?
- Milyen módon tekint önmagára, mint tanulóra?
- Képesnek gondolja-e önmagát egy adott tanulási cél eléréséhez?
- Motivációja miből táplálkozik?
- Hogyan és mennyire reálisan értékeli saját teljesítményét?
- Milyen erőfeszítéseket tesz a tanulás érdekében?
- Milyen tanulási megközelítésmódot alkalmaz?
- A *tanár* milyen pedagógiai attitűddel tekint a tanulásra?
- Milyen módon szervezi a tanórát, milyen módszerekkel igyekezik a hallgató tudását felépíteni?
- Milyen mérési és értékelési módszerekkel méri fel a hallgatók által elsajátított tudást, képességeket, attitűdöt?

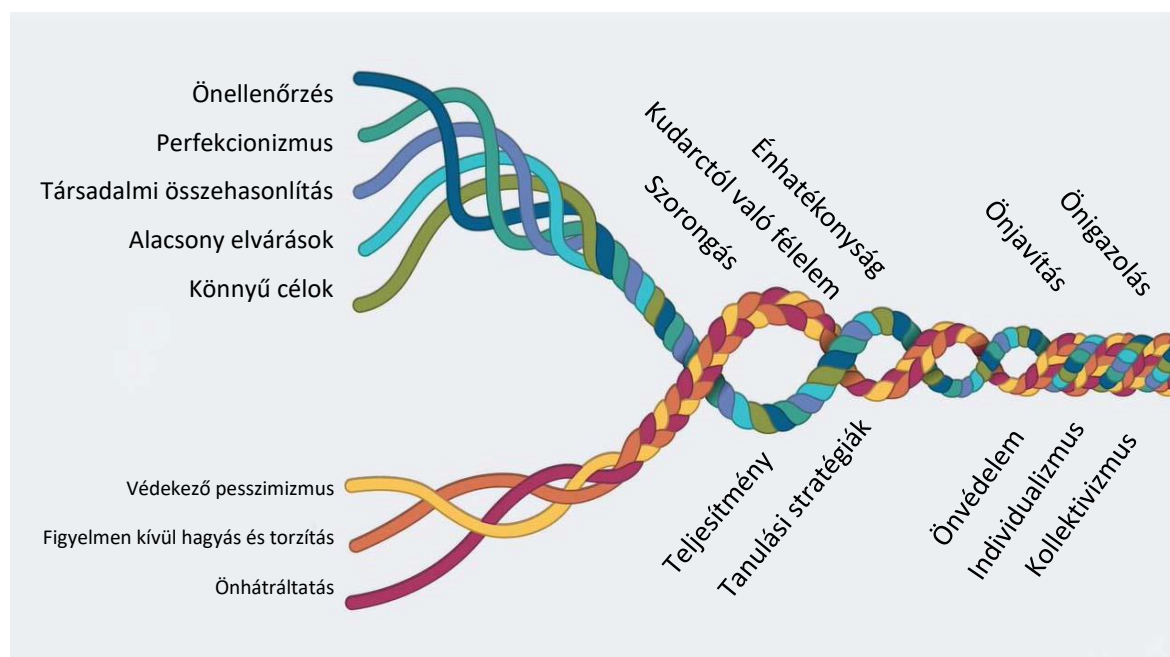
- Milyen tanulástámogató eszközöket készít és használ?
- Milyen módon igyekszik megismerni és megérteni az adott korcsoport (adott generáció) sajátosságait, tanulási preferenciáit, s ezekre milyen módon reflektál a napi munkája során?

Ezen kérdések egy részére kísérelt meg válaszokat adni a kutatásom a Széchenyi István Egyetemen a lemorzsolódás csökkentését megcélzó beavatkozási lépések kiegészítéseként, hiszen, ahogy Hattie (2012, 159. o.) mondja, oktatóként „Mi vagyunk a változás ügynökei”. Mivel a lemorzsolódás multidimenzionális megközelítéssel ragadható meg leginkább, ezért a doktori kutatásomat is ennek a jegyében építem fel. Komprehenzív megközelítéssel egyszerre vizsgálom mikroszintű (egyéni) és makroszintű (oktatói-intézményi) okokat, melyek a lemorzsolódás mögött állhatnak.

4.1 Az énkép (Self) és az énhatékonyság szerepe

Az énkép meghatározására sokféle elmélet született, viszont többségük közös jellemzője, hogy több reprezentációból felépülő rendszerként tekintenek rá. A modellek többségében hierarchikus kapcsolat található az egyes összetevők között, azonban Hattie (2004) egy horizontális modellt dolgozott ki, az énkép kötél-modelljét. Az énkép első szintű szálai különféle motívumokon keresztül működnek, a második szintű fonalak szituációfüggő orientációkból/diszpozíciókból épülnek fel, míg a harmadik szintű rostok szituációfüggő speciális stratégiák segítségével kapcsolódnak a motivációhoz (2. ábra). Az énkép második szintű fonalai közül az énhatékonyság a tanulók teljesítményét befolyásoló tényezőket vizsgáló, Hattie által készített lista első 20, legmeghatározóbb tényezői között szerepel. Az énhatékonyság hatásnagyságát 0,71-ban állapította meg (miközben 0,4-et határozott meg alsó határnak, amely felett érdemes már az adott tényezővel foglalkozni). Ez az eredmény is rámutat arra, hogy a lemorzsolódás vizsgálatakor ezzel a tényezővel érdemes foglalkozni.

2. ábra: John Hattie énkép kötél-modellje (saját szerkesztés)



Az éhatékonyság az embereknek a saját képességeikről alkotott véleménye, hogy képesek gondolják-e magukat egy adott cél elérésére. Bandura (1977) négy információforrást azonosított, melyek az éhatékonysági vélekedéseken keresztül irányítják a cselekvést:

- a) elsajátítási tapasztalatok,
- b) helyettesítő tapasztalatok,
- c) társas meggyőzés,
- d) fiziológiai és érzelmi állapot.

Ezek közül a legmeghatározóbbak az elsajátítási tapasztalatok. Későbbi kutatások még egy információforrással, a képzeleti tapasztalatokkal egészítették ki Bandura listáját. Az éhatékonyság az élet számos területén mérhető, ennek megfelelően általános, tanulmányi, és szakmai éhatékonyságot mérnek a kérdőívek. A tanulmányi éhatékonyságot mind tantárgyakat átfogóan, mind tantárgyakhoz kötődően is vizsgálják. A PISA vizsgálatok is rendszeresen mérik a természettudományos és a matematikai éhatékonyságot (OECD, 2004; 2013; 2015; 2016; 2018; 2019, 2020). A COVID-19 világvárvány során, a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodásban nagy szerepe van a rezilienciának (rugalmas alkalmazkodóképesség), amely szignifikáns korrelációt mutat számos tényezővel, köztük az éhatékonysággal (Beale, 2020; Blanco és mtsai, 2020; D'Alise, 2020; Estira, 2020; Martin és Marsh, 2009). A pandémiás időszak újabb lehetőséget biztosított a hallgatók számára, hogy önmagukról újabb helyzetekben szerezzenek ismereteket, melyhez elengedhetetlen a reflektív gondolkodás. Az éhatékonyság kizárólag reális és pozitív énképen alapulhat, mely valós önismeret és önértékelés nélkül bizonytalanná válik (Szivák, 2014).

4.2 A hallgatók tanulási megközelítésmódjai

Az énkép második szintű fonalai közül Marton és Säljö (1976) a tanulás minőségi megközelítésében az információfeldolgozás két szintjét határozták meg: a mélyreható és a felszínes megközelítésmódot, melyek egyaránt tartalmaznak motívum és stratégia elemeket. A tanulást, mint aktív tevékenységet tekintő hallgatók a megszerzendő tudás megértésére, kontextusba helyezésére fókuszálnak, míg a tanulást reprodukív tevékenységként értelmező hallgatók a memorizálásban, a mechanikus gyakorlásban vélik a tanulás kulcsát. Bár később egy harmadik feldolgozásmódot is azonosítottak, (a stratégiai/szervezett megközelítésmódot), a dichotóm felosztás jobb modellilleszkedést mutat.

4.3 Tanulás és vizualizáció

A tanulmányi okból történő kényszerű lemorzsolódásban a sikertelen tantárgyteljesítések játszanak szerepet, melyre az oktatóknak nagy hatása lehet, a Z generáció tanulási preferenciáinak figyelembevételével. Digitális korunk a vizuális ingereken keresztül közvetíti az információk nagy részét, így a mai generációk fokozott vizuális ingerszükséglettel érkeznek az oktatási rendszerbe (Prensky, 2001; Benedek, 2017). A matematika természete nem áll távol a vizualitástól, minden területén megtalálható a vele való kapcsolat (Nyíri, 2013). Guzmán (2002) vizuális tipológiája a matematikai objektum és a vizuális megjelenítés közötti kapcsolat erősségétől, az absztrakció szintjétől függően négy típust különböztet meg:

1. izomorf vizualizáció,
2. homeomorf vizualizáció,
3. analogikus vizualizáció,
4. diagramon alapuló vizualizáció.

A Z generációs mérnök hallgatók, valamint a munkahelyi környezetben vizsgált mérnökök a kutatások alapján vizuális tanulási stílussal rendelkeznek (James-Gordon és mtsai, 2001; Jermyn, 2018; Hill és mtsai, 2016; Kadocsa, 2018; Othman, 2019; Rothman, 2016), mely még nagyobbá teszi az oktatási rendszer felelősségét abban, hogy mennyire épít a tantervek és a tantárgyak szintjén erre a sajátosságra. Ebből kiindulva kidolgoztam a tanulási eredmény alapú matematika tanterv kiegészítéseként az egyes tudás- és képességelemekhez kapcsolható *bemutató és magyarázó ábrázolás lehetséges módjait rendszerező mátrixot*.

A Z generációs mérnök hallgatók vizualitás iránti igényére a tankönyveknek célszerű lenne reflektálniuk. A nemzetközi tankönyvkutatási eredmények alapján a tankönyveknek három területen ajánlatos megfelelniük: szaktudományi standardok, didaktikai standardok, preferált témák és szempontok (Fischerné Dárdai, 2002). A didaktikai standardok között találjuk a vizualitásra törekvést, mely a következőkből áll: a tankönyv képretorikája vegye figyelembe a tanulók megváltozott vizuális kultúráját, és szokásait; a képek a preferált témákkal és szempontokkal összhangban nem lehetnek a sztereotípiák és előítéletek közvetítésének eszközei. Az ajánlások között találjuk, hogy az illusztrációk, képek az oldalankénti terjedelem 30-50%-át tegyék ki. Ez elsősorban soknak tűnhet, azonban digitális korunkban a vizuális elemek dominanciája figyelhető meg az élet minden területén, így ez nem lehet másképp az oktatás, s a tankönyvkészítés területén sem. Másik fontos szempontnak tekinthető, hogy a képek ne csak dekoratív jelleggel legyenek jelen, hanem segítsék a téma megértését, a tudás mélyülését, a kapcsolatok felfedezését, és végül, de nem utolsó sorban, keltsék fel az érdeklődést, és tartsák fenn a motivációt (Fischerné Dárdai, 2000)!

4.4 Az aktív tanulás

A Z generáció tanulási preferenciái közül a vizualitásra törekvés mellett az aktív tanulási módszereket emeltük ki. A 21. századi tanulásértelmezések között az aktív tanulás kétféle megközelítésével találkozhatunk. Az egyik szerint a tanulás aktív jellege abban nyilvánul meg, hogy a tanuló maga dönt a tanulás folyamatáról, a tanulás lebonyolításának aspektusairól (pl. tananyag aktív használata és elkészítése, másokkal való együttműködés, stb.). A másik értelmezés a mentális aktivitáshoz kapcsolódik, annak fokát írja le, hogy a tanuló mennyiben érzi kihívásnak mentális képességei működtetését a tanulás során. Ez az utóbbi megközelítés a konstruktivista tanuláselmélettel kapcsolódik, melyben a tanulás egy konstruktív folyamat, a tanuló nem az ismeretek passzív befogadója, hanem a tudás aktív megkonstruálója (D. Molnár, 2010, Feketéné Szakos, 2014; Gaskó, 2009; Nahalka, 2006).

Az aktív tanulást támogató gyakorlatok egyre több mérnököktatási programba kerülnek beépítésre mérnöki szakmai szövetségek (pl. European Society for Engineering Education – SEFI és Active Learning in Engineering Education – ALE hálózat), politikai szervezetek (pl. UNESCO), valamint nemzeti és nemzetközi akkreditációs bizottságok ajánlásai alapján, így egyre több kutatás lát napvilágot az aktív tanulóval kapcsolatban a mérnököktatás területén.

5 Empirikus kutatás a Széchenyi István Egyetem egy matematika tantárgyi programjában

Kutatásom helyszíne a Széchenyi István Egyetem, amely hazánkban több mint 50 éve a műszaki képzés egyik meghatározó központja. Az egyetem műszaki területein tanuló hallgatók – szaktól függetlenül – három, egymásra épülő alapozó matematika tantárgyat teljesítenek az alapképzés során. Az első félévben a Matematika 1 elnevezésű tantárggyal találkoznak, mely a középiskolai tudásra nagyban építve, vektorgeometriai, komplex számokkal kapcsolatos, valamint függvénytani (határérték, deriválás, integrálás) ismeretek elsajátítását célozza. A szeptemberi, egyenes félév során rendszerint több mint ezer új hallgató érkezik a kurzusra, akikhez a korábbi, sikertelen tantárgyteljesítés miatti, többszöri tárgyfelvevő hallgatók csatlakoznak. A nagy létszámot tekintve rendszerint négy, párhuzamos kurzust hirdetnek meg, több tanár bevonásával. Kutatásomat a 2019/2020 őszi félévében a Matematika 1 tantárgy keretében az általam oktatott hallgatók körében végeztem. Ennek során a „hős útját” követő kurzustervezés elemeit figyelembe véve, az általam kidolgozott tevékenységlista tanórai megvalósítása adott keretet a kurzusnak. A hallgatók útját a hősök mellett álló segítő szerepből követtem, s kutatói státuszomból kifolyólag sok szempontból dokumentáltam (részvételi kutatás).

A kutatói kérdések és hipotézisek megfogalmazásához egyaránt vezetett induktív és deduktív út, mivel egy részüket a saját gyakorlati tapasztalataimra alapozva fogalmaztam meg, míg másik részükhöz a szakirodalmi és egyéb dokumentumelemzés vezetett.

A négy kutatási irányhoz kapcsolódóan a következő fő- és alhipotéziseket fogalmaztam meg:

Részkutatás 1 (Az énhatékonyság, a tanulási megközelítésmódok, és a teljesítmény összefüggései):	
1/H1	A vizsgált hallgatók matematika tanulására elsősorban a felszínes tanulási megközelítésmód jellemző, s kevésbé a mélyreható megközelítésmód.
1/H2	A kutatásban részt vevő hallgatók matematikai énhatékonyságát elsősorban negatív elsajátítási tapasztalatok, valamint a fiziológiai és érzelmi állapot mentén magas stressz-szint jellemzi.
1/H3	A mélyreható megközelítésmód és a pozitív elsajátítási tapasztalatok növelik, míg a felszínes megközelítésmód és a negatív fiziológiai és érzelmi állapot csökkenti az aláírás megszerzésének, valamint a vizsga sikeres teljesítésének esélyét.
1/H4	A felszínes tanulási megközelítésmód elsősorban a matematika tantárgyat ismétlő hallgatókra, míg a mélyreható megközelítésmód az első tárgyfelvevőkre a jellemzőbb.
1/AH1	A hallgatók minél pozitívabb elsajátítási tapasztalatokkal rendelkeznek, annál jobban teljesítenek a zárthelyi dolgozatokon.
1/AH2	A hallgatók minél inkább felszínes megközelítésmódot használnak a matematika tanulás során, annál rosszabbul teljesítenek a zh-kon.
1/AH3	A hallgatók minél inkább mélyreható megközelítésmódot használnak a matematika tanulás során, annál jobban teljesítenek a zárthelyi dolgozatokon.

A jelenléti oktatásról a távolléti oktatásra történt, hirtelen átállás sok bizonytalanságot hozott mind az oktatók, mind a hallgatók számára. A tanulási környezet drasztikus megváltozása hatással lehet a hallgatók saját képességébe vetett hitére, a tanulmányi éhatékonyságra is, mely a következő, kiegészítő hipotézis megfogalmazását tette lehetővé.

1/AH4	A távolléti oktatás során a vizsgált hallgatók matematika tanulására elsősorban negatív elsajátítási tapasztalatok, valamint negatív fiziológiai és érzelmi állapot jellemző.
-------	---

Részkutatás 2 (A matematikai vizualizáció vizsgálata a Z generáció tanulási preferenciái tükrében):

2/H1	A kutatásban válaszoló hallgatók vélekedése szerint a vizualizáció nagymértékben támogatja a tanulásukat.
2/H2	Az általam megvizsgált magyar felsőoktatási matematika tankönyvekben a szemléltető ábrák oldalankénti mennyisége nem éri el a kívánatos 30-50%-ot.

Részkutatás 3 (Az aktív tanulás jelenlétének vizsgálata a Z generáció tanulási preferenciái tükrében):

3/H1	A válaszoló hallgatók kevésbé találkoznak aktív részvételt igénylő módszerekkel a vizsgált egyetemen az 1. félévben.
3/H2	A kutatásban részt vevő Z generációs mérnök hallgatók a digitális technológiát is bevonó tanulási módszereket kimagasló mértékben preferálják.

Részkutatás 4 (A zárthelyi dolgozatok és vizsga dolgozatok elemzése az önértékelés szempontjából):

4/H1	A válaszoló hallgatókat általánosan a matematika teljesítményük túlbecsülése jellemzi.
4/H2	A zárthelyi dolgozatokon jobb eredményt elérő hallgatók pontosabb önértékelést adnak saját teljesítményükről, mint a gyengébben teljesítők.
4/H3	A tárgyismétlő és az első tárgyfelvételes hallgatók között az önértékelés pontosságában különbség mutatható ki, a tárgyismétlő hallgatók kevésbé pontosan értékelik a teljesítményüket, mint az első tárgyfelvevő hallgatók.
4/H4	Az első zárthelyi dolgozatot megtekintő hallgatók pontosabb önértékeléssel rendelkeznek a második zárthelyi dolgozat megírásakor, mint azok, akik nem éltek a megtekintés lehetőségével.
4/H5	A hallgatók matematika teljesítménnyel kapcsolatos önértékelésének pontossága javul a félév során.
4/AH1	A hallgatók minél inkább a mélyreható megközelítésmódra törekszenek, és minél kevésbé preferálják a felszínes megközelítésmódot, annál pontosabb az önértékelésük.
4/AH2	A hallgatók minél pozitívabb elsajátítási tapasztalatokkal és pozitívabb fiziológiai és érzelmi állapottal rendelkeznek, annál pontosabb az önértékelésük.
4/AH3	A figyelmetlenségi hibát elkövető hallgatók önértékelése pontatlanabb, mint azoké, akik nem követnek el ilyet a matematika zárthelyi dolgozat írása során.

5.1 A kutatás során alkalmazott adatfelvételi módszerek

Kutatásom feltáró jellegű kutatás, mely kvalitatív és kvantitatív kutatási elemeket egyaránt tartalmazott.

A 2019/2020 őszi félév szorgalmi időszakában a hallgatók három kérdőívet tölthettek ki, az aláírást szerzett hallgatók pedig a vizsgájuk során még egyet. Ezeken kívül a távolléti oktatással kapcsolatos kérdőívet is kitöltötték a hallgatók.

Az első és a második kérdőív öt tematikus egységet tartalmazott (3. ábra, 4. ábra).

3. ábra: Az első kérdőív szerkezeti felépítése

I. Demográfiai kérdések
II. Általános, oktatással kapcsolatos kérdések
III. Zárthelyi dolgozatokra készüléssel és felkészültséggel kapcsolatos kérdések
IV. Aktív tanulást támogató módszerek
V. Tanulási megközelítésmódok

4. ábra: A második kérdőív szerkezeti felépítése

I. Általános, oktatással kapcsolatos kérdések
II. Zárthelyi dolgozatokra készüléssel és felkészültséggel kapcsolatos kérdések
III. Aktív tanulást támogató módszerek
IV. Vizualizáció
V. Énhatékonyság

A harmadik kérdőívet a javító zárthelyi dolgozatot írók tölthették ki, mely a motivációval és a javító zárthelyi dolgozatra készüléssel és felkészültséggel kapcsolatos kérdéseket tartalmazott. A vizsga előtti kérdőív 30 matematikai tudáselemet tartalmazó itemmel kérdezett rá a vizsgára való felkészültségre.

A tanulási megközelítésmódok vizsgálatára a külföldön széles körben elterjedt R-SPQ-2F kérdőívet használtam, amellyel hazánkban még nem végeztek kutatást. A tanulási megközelítésmódokat vizsgáló kérdőívek közül ez a 20 itemével rövidnek számít. A kérdőív két tanulási megközelítésmódot vizsgál ötfokú Likert-skálán: a mélyreható és a felszínes megközelítésmódot. Az eredeti kérdőív állításait a helyi oktatási feltételek, lehetőségek, s a mérnök hallgatók matematika oktatásának figyelembevételével adaptáltam. Az eredeti állítások tantárgyaktól függetlenül, általános megközelítésből vizsgálják a felszínes és a mélyreható tanulási megközelítésmódokat. Az állítások átfogalmazása során mindegyiket a matematika tantárgyra vonatkoztattam.

Az általam összeállított, énhatékonyságot mérő kérdéssor a Bandura (1977) által kidolgozott elméleti keretet használja fel. A négy információforrás nem azonos mértékben hat az egyén énhatékonyságára, közülük az elsajátítási tapasztalatok a legdominánsabbak (Bandura, 1977, Usher és Pajares, 2008). Ezek figyelembevételével az információforrások közül kettőt választottam a kérdéssor összeállításakor: az elsajátítási tapasztalatokat, valamint a fiziológiai és érzelmi állapotot. Az itemek megfogalmazása során a nemzetközi szakirodalmak alapján készítettem el a saját állításokat a matematika kurzusra vonatkoztatva.

A kutatás folytatását a COVID-19 világjárvány aktualizálta, így a 2019/2020 tavaszi félévben egy újabb kérdőív készült, melyben a demográfiai adatokat a jelenléti és a távolléti oktatásra vonatkozó kérdések követték. A kérdőívet végül az énhatékonyságra vonatkozó állítások zárták, mely összehasonlítási alapul szolgál az előző féléves adatokhoz.

A kérdőíves felmérés során nem szabad megfeledkezni arról, hogy az adatgyűjtés nem direkt, tehát nem arról kapunk közvetlen információt, hogy a hallgató milyen tanulási szokásokkal rendelkezik, hanem, hogy milyen tanulási szokások meglétét feltételezi. Ezt főként az aktív tanulást támogató módszerek, a vizualizáció, a tanulási megközelítésmódok és az énhatékonyság mérése során érdemes szem előtt tartani, és a megbízhatóságot más módszerrel megerősíteni (Falus, 2004). Ezt a célt szolgálta kutatásom során egy hallgatói workshop. A workshop keretén belül változatos feladatokon keresztül gyűjtöttem további információkat a hallgatók tanulási preferenciáiról, az aktív tanulást támogató módszerekkel kapcsolatos nézeteiről (pozitívumai és negatívumai, milyen módon fejlesztenék azokat, milyen egyéb módszerekkel találkoztak más tantárgy keretén belül, melyet szívesen fogadnának matematika órán), az énhatékonyságról és a vizualizációról alkotott elképzeléseikről. Több témakörben a fókuszcsoportos interjú elemeit is tartalmazó csoportos interjút készítettem a hallgatókkal a workshop során.

A felsőoktatásban használatos tankönyvek, valamint a tankönyvvé nyilvánítás folyamatán át nem esett, de a gyakorlatban használt, felsőoktatásban dolgozó oktatók által készített, nyomtatott, vagy online jegyzetek széles repertoárja érhető el a hallgatók számára. Olyan matematika tankönyvek bevonásával végeztem összehasonlító tankönyvelemzést, amelyet műszaki felsőoktatási intézmények számára írtak. A felsőoktatásban használt tankönyvek komparatív elemzését nehezíti, hogy azok többnyire szorosan kapcsolódnak az egyes egyetemek profiljához, oktatói gárdájához, és a helyi tantárgyleírásokhoz.

A félév során a hallgatókat mindhárom zárthelyi dolgozat, valamint a vizsgadolgozat esetében önértékelésre kértük az egyes, tanult témakörökkel kapcsolatban a dolgozatok megírása előtt a kérdőívben, valamint a zárthelyi dolgozatok megírását követően is. Utóbbiak során feladatonként értékelték saját teljesítményüket.

5.2 A minta jellemzése

A kutatás mintáját azok a mérnök szakos hallgatók alkották, akik a 2019/2020 tanév első félévében a Matematika I kurzust a FIR rendszerben nálam tudták felvenni. Ez nem a hallgatók szabad választásán alapult, hanem a tanulmányi osztály döntésén, elsősorban szakok szerinti beosztásban. Az oktatók számára a FIR-ben elérhető elsődleges információk alapján a Matematika I kurzust a tárgyi időszakban 1201 hallgató vette fel, akiknek 85,6%-a (1028 fő) első tárgyfelvevő, s 14,4%-a (173 fő) tárgyismétlő volt. Mivel a Matematika I kurzus a mérnök hallgatók számára első féléves (őszi) kurzus, azonban minden félévben meghirdetik, így az őszi félévben a tárgyismétlők száma alacsonyabb a tavaszi félévhez képest.

A FIR-ben elérhető, elsődleges információk alapján a hozzám tartozó 258 hallgató 70,3 %-a első tárgyfelvevő volt (181 fő), s a hallgatók 29,7%-a (77 fő) már legalább egyszer hallgatta a Matematika I tantárgyat. Ezek az elsődleges információk azonban tovább finomíthatók, ha a hallgatók képzési adatain másodelemzést végzünk. Több hallgatónál találunk korábbi tanulmányokra vonatkozó adatokat, s mivel első féléves tárgyról van szó, jogosan feltételezhető, hogy ezekben az esetekben a hallgató már legalább egyszer hallgatta a

Matematika 1 tárgyat. Ekkor az újabb tantárgyfelvétel nem jelenik meg az új képzésben a FIR-ben, a felvételek száma újra 1-ről indul, a korábbi, sikertelen tantárgyteljesítések ellenére is. Ha ezeket a másodlagos adatokat is figyelembe vesszük, akkor a tárgyat felvett hallgatók 60%-a vette fel ténylegesen először a tárgyat, míg 40%-a tantárgyismétlő.

A csoport túlnyomó többségét, 69,8%-át gépészmérnök szakos hallgatók tették ki. A maradék részt további 11-féle mérnök szak hallgatói adták.

A kutatás fázisaiban összesen 902 kérdőívet dolgoztam fel (összesen több mint 70.000 adattal). A workshopok keretében 44 hallgatótól nyertem nagyrészt kvalitatív módon feldolgozható adatokat.

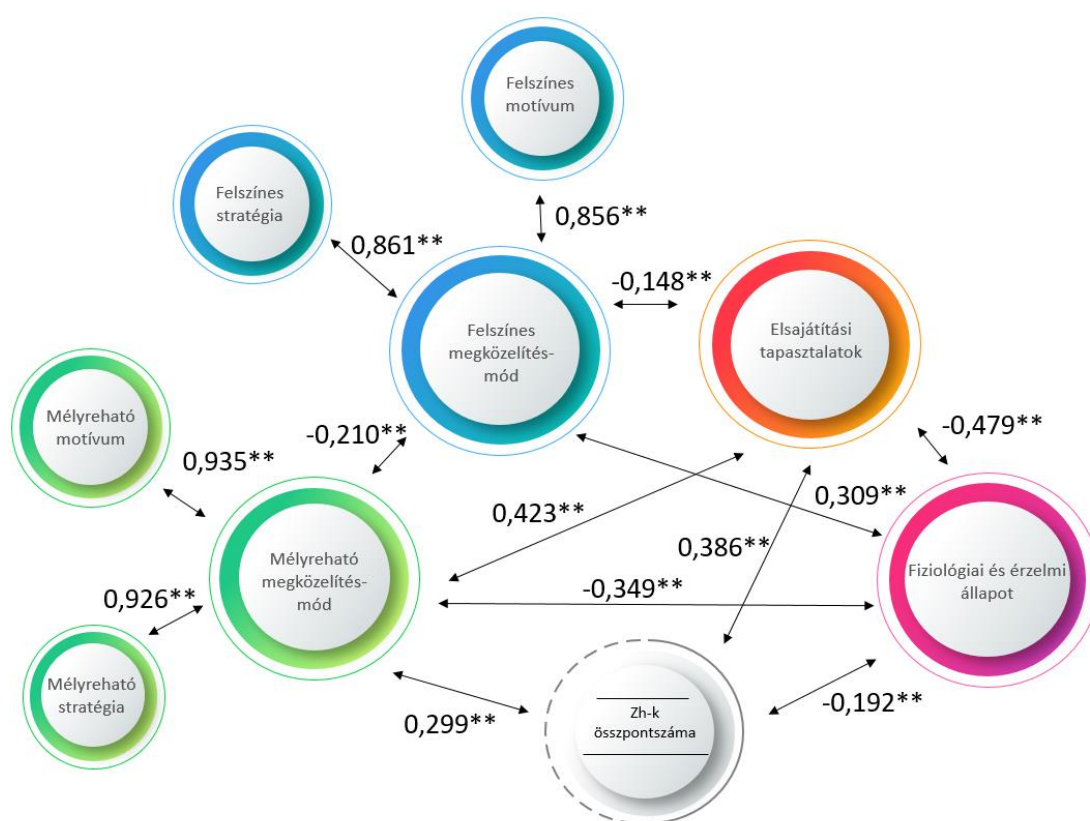
6 Az empirikus kutatás eredményei

6.1 Az énhatékonyság, a tanulási megközelítésmódok és a teljesítményértékelések összefüggésvizsgálata – az első részkutatás eredményei

Az 1. részkutatás során adatokat nyertünk a hallgatók matematikai énhatékonyságáról és a matematika tanulása során alkalmazott tanulási megközelítésmódjaikról. A hallgatók énképéről többféle rétegben kaptunk információt. Az egyik réteget az alkotta, hogy mennyire tartják/tartották magukat jó matekosnak. Az eredmények alapján látható, hogy szignifikánsan jobb matekosnak tartották magukat középiskolában, mint az egyetemen. A képet tovább árnyalta, hogy szignifikáns különbség volt az első és a többszöri tárgyfelvevők között mind a középiskolai matematikai énkép, mind az egyetemi matematikai énkép között. A többszöri tárgyfelvevő hallgatók negatívabb tapasztalatokkal rendelkeztek már középiskolában az első tárgyfelvevőkhöz képest, mely különbség az egyetemen tovább erősödött. Az énkép másik rétegét az énhatékonysági vélekedések adták, melyek közül két információforrásról, az elsajátítási tapasztalatokról, valamint a fiziológiai és érzelmi állapotról nyertünk információt. A hallgatók közel fele (46,85%) az elsajátítási tapasztalatok mentén magas vagy nagyon magas pontszámot, míg a fiziológiai és érzelmi állapot mentén alacsony pontszámot ért el, tehát azok, akik korábbi, matematikához kötődő élményeik alapján pozitívabb énképpel rendelkeznek és hisznek képességeikben, a matematikához kapcsolódó szituációkban kevesebb stresszt élnek meg. Az énkép két különböző rétege között szignifikáns korreláció található: minél jobb matekosnak tartotta magát valaki az egyetemen, annál pozitívabb elsajátítási tapasztalatokkal és annál pozitívabb fiziológiai és érzelmi állapottal rendelkezik. Az eredmények alapján látható, hogy a mérnök hallgatók közel fele (45,63%) mérsékelt pontszámot kapott a felszínes megközelítésmódra, s mérsékelt vagy magas pontszámot a mélyreható megközelítésmódra. Összességében elmondható, hogy a hallgatók a mélyreható megközelítésmódot jobban preferálják, mint a felszínes megközelítésmódot.

A változók közötti kapcsolatrendszer feltérképezéséhez korrelációs számítást végeztem. Az 5. ábra a matematika énhatékonyság (elsajátítási tapasztalatok, fiziológiai és érzelmi állapot), a tanulási megközelítésmódok (mélyreható és felszínes megközelítésmód) és a zárthelyi dolgozatokon összegyűjtött összpontszám közötti korrelációkat szemlélteti. Egyetlen kivétellel szignifikáns összefüggés található a változók között: egyedül a felszínes megközelítésmód és a zárthelyi dolgozatokon összegyűjtött összpontszám között nem volt szignifikáns az összefüggés.

5. ábra: A tanulási megközelítésmódok, az énhatékonyság és a zárhelyi dolgozatokon nyújtott teljesítmény közötti összefüggérendszer



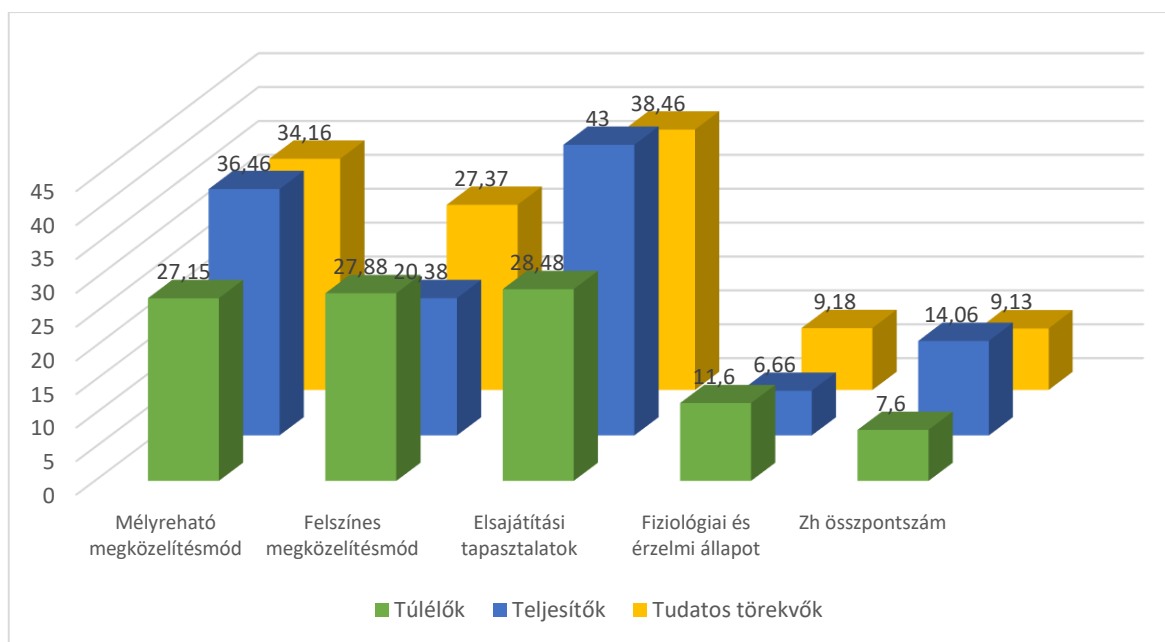
A változók közötti kapcsolat továbbra is szignifikáns maradt, ha a tárgyfelvételek számának hatását kontrollálva vizsgáltuk a korrelációt. A zárhelyi dolgozatok összpontszámának varianciáját 14,9%-ban magyarázzák az elsajátítási tapasztalatok, 9%-ban a mélyreható tanulási megközelítésmód, s 3,7%-ban a fiziológiai és érzelmi állapot. A tárgyismétlés, mint a lemorzsolódással kapcsolatos változó fontosságát jelezte, hogy szignifikáns különbség volt megfigyelhető a tárgyismétlő és az első tárgyfelvevő hallgatók között a mélyreható tanulási megközelítésmód, az elsajátítási tapasztalatok, valamint a fiziológiai és érzelmi állapot terén is. A tárgyismétlő hallgatók negatívabb elsajátítási tapasztalatokkal, magasabb stressz-szinttel rendelkeznek, valamint kevésbé törekszenek a tananyag mélyebb, értő tanulására. Logisztikus regresszióval kimutatható volt, hogy az aláírás megszerzésének esélyét a tanulási megközelítésmódok és az énhatékonysági vélekedések közül kizárólag az elsajátítási tapasztalatok növelik szignifikáns módon, mely hasonlóan, a vizsga sikeres teljesítésének esélyét is szignifikáns módon növeli.

A hallgatók énhatékonyságának kvalitatív vizsgálata rámutatott, hogy kognitív szinten pontos leírással rendelkeznek arról, hogy a kihívást jelentő matematika feladatok megoldása során milyen (emberi és technikai) erőforrásokat tudnak mozgósítani, melyhez legtöbb esetben, kezdetben negatív érzelmek társulnak, azonban a nehézségek ellenére a kitartás és a küzdés jellemző a hallgatókra.

A tanulási megközelítésmód, az énhatékonyság két forrása és a zárhelyi dolgozatokon való hallgatói teljesítmény alapján csoportok kialakítására került sor, melyhez a hierarchikus klaszterelemzési eljárások közül a Ward-módszer került alkalmazásra. A válaszok alapján a

hallgatók három csoportja különíthető el, amelyek a jellemzőik alapján a: *Túlélők*, *Teljesítők*, *Tudatos törekvők* elnevezéseket kapták (6. ábra).

6. ábra: Hallgatói csoportok a tanulási megközelítésmódok, az énhatékonyság forrásai és a zárhelyi dolgozatok teljesítményei alapján



A COVID-19 világjárvány a tanulás körülményeinek drasztikus megváltozását hozta a hallgatók számára. Ezen, új körülmények között is a hallgatók énhatékonysági vélekedései pozitív képet mutattak, alacsony stressz-szinttel és pozitív elsajátítási tapasztalatokkal rendelkeztek a matematika tantárgyon belül, melyhez az oktatók gyors alkalmazkodási képessége, a jól kidolgozott tanulástámogató tananyagok, valamint a pontosan definiált követelmények járulhattak még hozzá.

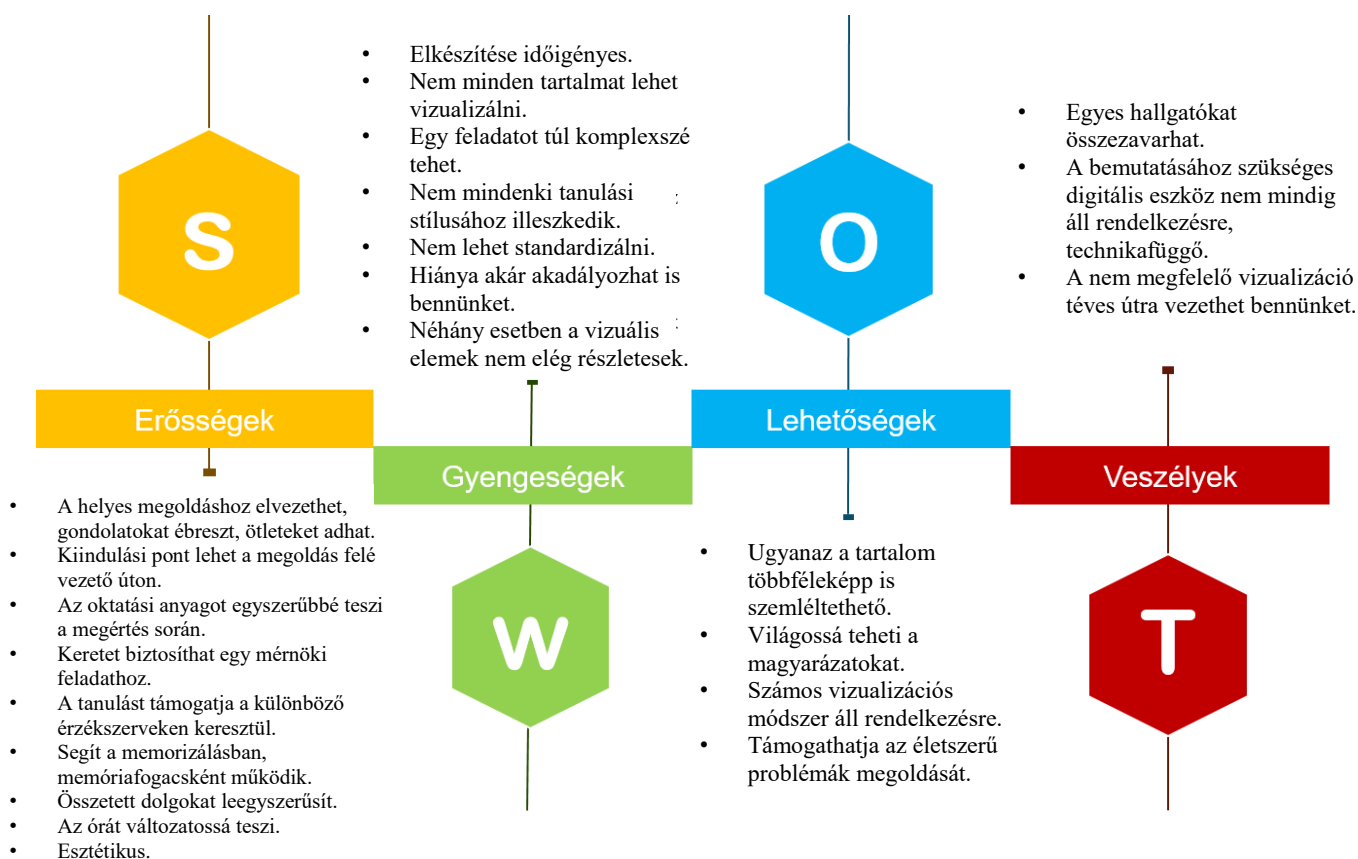
6.2 A matematikai vizualizáció vizsgálata a Z generáció tanulási preferenciái tükrében – a második részkutatás eredményei

A 2. részkutatás a Z generáció vizuális ingereken keresztül történő tanulására fókuszált. A kérdőíves adatok alapján elmondható, hogy a hallgatók nagyon hasznosnak tartják a matematika feladatok vizualizációját, fontosnak tartják, hogy minél több jelenjen meg a matematika tanulást segítő tananyagokban. Többnyire szívesebben foglalkoznak olyan feladatokkal, melyekben van vizualizáció, s úgy vélik, hogy a feladatok megoldását ez nagyban segíti számukra. A matematika tananyag, valamint az oktatáshoz kapcsolódó egyéb információk vizuális megjelenítése közül a matematika tananyag közvetlen vizualizációja segítette a leginkább a hallgatók tanulását, melyet a tanár honlapjának vizuális megjelenítése, valamint a matematika tanulással kapcsolatos tanulási tippek vizualizációja követett. Négy esetben szignifikáns különbség található a vizuális megjelenítés hallgatók által vélt hasznosságában annak alapján, hogy a hallgatók hány előadáson vettek részt. Azok számára, akik rendszeresen jártak előadásra, nagyobb segítséget nyújtott az információk vizuális támogatása, mivel így találkoztak rendszeresen ezzel a tanulástámogató módszerrel.

A workshop során a hallgatók tapasztalatai alapján egy SWOT analízis készült arról, hogy ők milyen erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és veszélyeit látják a vizualizáció alkalmazásának

a matematika oktatás során (7. ábra). A felsorolt jellemzők döntő többségét az erősségek és a lehetőségek közé sorolták, melynek okát abban látták, hogy a mérnök hallgatók vizuális típusú tanulók. A hallgatók válaszaiban egyértelműen megjelent, hogy az ábrák, képek, illusztrációk elindítják a tudás konstruálását, mely összefüggésbe hozható a konstruktivista tanuláselmélettel.

7. ábra: A SWOT analízis eredménye



A vizualizáció órai megjelenése mellett fontos tanulástámogatók a hallgatók által használt *jegyzetek, tankönyvek*, és online tananyagok. A vizsgálatba bevont, mérnök hallgatók számára írt tankönyvek vizuális megjelenítésének elemzése rámutatott arra, hogy a vizuális információk az ajánlás szerinti, minimális 30%-os oldalankénti terjedelmet nem érik el, csak kevés nem írott információ jelenik meg. Az ábrák száma, minősége, elhelyezkedése, változatossága, és a könyvek tipográfiája vizuális korunk igényeit csak részben elégíti ki. A Guzmán-féle vizualizációs tipológia típusai közül az izomorf vizualizáció jelenik meg a leggyakrabban, melynek során a legközvetlenebb a kapcsolat a matematikai tartalom és az ábra között. A kapcsolat szorosságának csökkenésével a vizualizációs típusok egyre ritkábbak, egyes tankönyvekben meg sem jelennek.

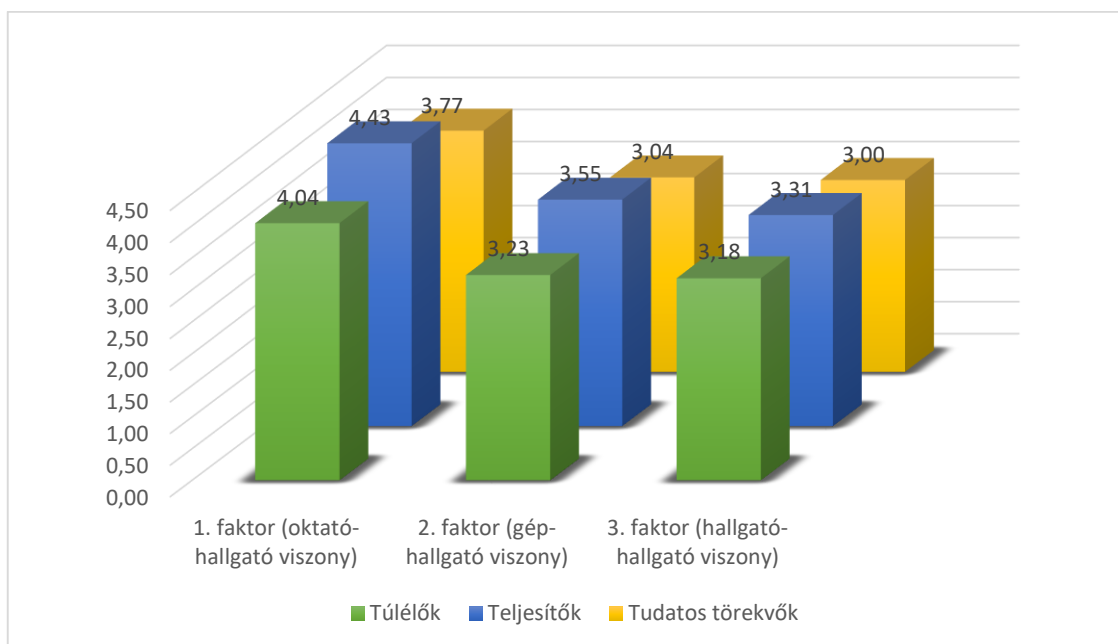
6.3 Az aktív tanulás jelenlétének vizsgálata a Z generáció tanulási preferenciái tükrében – a harmadik részkutatás eredményei

A 3. részkutatás a Z generáció tanulási preferenciái közül az aktív tanulást támogató és egyéb, a „Zések” által preferált oktatási módszerekre irányult. Az egyes módszerek különböző módon támogatták őket: intraperszonális tanulás figyelembe vétele, digitális technológia bevonása a tanulási folyamatba, aktív tanulás, gyakori és gyors visszajelzés. A hallgatók az órai tevékenységek közül a zárthelyi dolgozatra felkészítő, célirányos tevékenységeket vélték a leghasznosabbnak, azaz a mintázott tanár által vezetett közös megoldását, a próbázás írását és javítását. A Z generációra jellemző, intraperszonális tanulásra lehetőséget biztosító módszerek kimagasló preferenciája nem jelent meg a kérdőíves válaszok alapján, viszont a csoportos interjúban a hallgatók a páros és csoportos feladatok során minden esetben megfogalmazták, hogy szükségük van az önálló gondolkodásra, mielőtt megosztják gondolataikat másokkal, azaz inkább az intraperszonális tanulásra is lehetőséget biztosító, páros és csoportos feladatokat kedvelik. A digitális technológiát bevonó módszerek sem mutattak kimagasló preferenciát, melynek egyik oka az volt, hogy a csoportos videóképzés feladata alól sokan kivonták magukat (feltételezhetően elsősorban az intraperszonális tanulást preferáló hallgatók), valamint bizalmatlanok voltak az elkészült videók tartalmának helyességével kapcsolatban, s inkább a tanár által készített videókat preferálták. A digitális technológiát bevonó kahoot tesztek kapcsán az azonnali visszajelzést tekintették a legnagyobb értéknek.

A hallgatók tapasztalatai arról tanúskodtak, hogy középiskolában matematika órákon, valamint a felsőoktatásban más tanórákon is a leggyakrabban alkalmazott módszer az önálló feladatmegoldás, a közös feladatmegoldás tanári irányítással és a párban végzett munka. Mivel a hallgatók nem voltak hozzászokva a sokféle aktivitást igénylő órai tevékenységhez, beszámolójuk alapján sokak számára ez ijesztő volt az egyetemi matematika órán. A munkatapasztalattal rendelkező hallgatók viszont megerősítették, hogy tapasztalataik alapján hasznos, ha már az egyetemen megtanulnak másokkal együtt dolgozni, és hatékonyan kommunikálni szakmai tudásukról. Összességében, a hallgatók az aktivitásukra építő módszerekkel motiváltabbnak érezték magukat, mintha hagyományos módszerekkel tanult volna.

A félév során alkalmazott 15-féle tanulástámogató módszert faktoranalízis segítségével három faktorba lehetett besorolni. Az egyik faktorba azok a módszerek kerültek, melyek során a tudás elsősorban az oktató-hallgató interakció során épül fel, a másodikba azok, ahol a hallgatók közötti interakció dominál, míg a harmadik esetében egy médium, a technikai eszköz dominált. Elemeztük azt, hogy az 1. részkutatás során azonosított hallgatói csoportokra (Túlélők, Teljesítők, Tudatos törekvők) mennyire jellemzőek az azonosított módszertani faktorok. Összességében elmondható, hogy mindegyik csoport elsősorban az oktató-hallgató interakcióra építő módszereket preferálta a leginkább, valamint a Teljesítők számára volt a leghasznosabb mindegyik módszeregyüttes a többi hallgatói csoporthoz viszonyítva (8. ábra).

8. ábra: A hallgatók három csoportját jellemző, aktív tanulást támogató és egyéb oktatási módszerek



6.4 A zárthelyi dolgozatok és vizsgadolgozatok elemzése az önértékelés szempontjából – a negyedik részkutatás eredményei

A 4. részkutatás a lemorzsolódáshoz kapcsolódó egyéni pedagógiai-pszichológiai, és tanuláshoz kötődő okok közül az önértékelést vizsgálta. A zh megírását követő teljesítmény önértékeléséből és a valós teljesítményből számolt *elfogultsági és pontossági értékek* adták az önértékelés pontosságának két értékét. Mindegyik zh-n a hallgatók több, mint 80%-a túlbecsülte a valós teljesítményét, s ez a túlbecslés mérsékelt nagyságú volt. A pontossági értékek és a zh eredmények közötti összefüggés alapján elmondható, hogy a zh-kon jobb eredményt elérő hallgatók pontosabb önértékelést adnak saját teljesítményükről, mint a gyengébb teljesítményű hallgatók, amely a Dunning-Kruger hatást igazolja a mérnökoktatás területén. Ezt tovább árnyalja, hogy szignifikáns különbség található az önértékelés pontosságában az aláírást szerzett, valamint az aláírást nem szerzett hallgatók között. Az előbbieket önértékelése közelebb áll a tanár értékeléséhez, mint az utóbbiaké. Hasonló különbség figyelhető meg a vizsgát teljesítő és vizsgát nem teljesítő hallgatók között is. Ez azért jelenthet problémát, mert a gyengébb teljesítményű hallgatók számára a pontatlanabb önértékelés miatt hiányosságaik kevésbé tudatosulnak, ezért a kelletténél hamarabb hagyhatják abba a felkészülést, valamint szükség esetén sem kérnek segítséget. Az önértékelés pontosságára hatással lehet a teljesítményből adódó visszajelzés, így az első zh eredményének és hibáinak ismerete. Az aláírást szerzett hallgatók esetében a zh adta visszajelzés az önértékelés szignifikáns javulását hozta, mely az aláírást nem szerzettek esetében nem figyelhető meg. Tehát, az alacsonyabb teljesítményű hallgatók kevésbé tudják a zh adta visszajelzést saját javukra fordítani az önértékelés terén, s nem javul az önértékelésük pontossága. A visszajelzésen keresztül a zh megtekintése is további lehetőséget nyújt az önértékelés javítására. Azoknak a hallgatóknak, akik megtekintették a zh-jukat, az önértékelési pontossága szignifikáns módon javult a második zh-ra, tehát számukra a visszajelzés beépült az önértékelésükbe. Az önértékelés pontossága különbséget mutatott az első tárgyfelvevő és a tárgyismétlő hallgatók között is. Az első tárgyfelvevők pontosabb önértékeléssel rendelkeztek

mindegyik zh esetében, az elfogultsági érték esetében szignifikáns módon. A zh-n elért eredményeken túl a vizsgaeredmények is összehasonlíthatók voltak a hallgatók által adott, feladatonkénti önértékelési értékekkel. A vizsga hét feladata közül kettő kivételével a feladatokhoz tartozó felkészültségi pontszám szignifikáns módon korrelált az adott feladatra kapott pontszámmal, tehát a hallgatók minél inkább biztosabbak abban, hogy egy adott típusú feladatot meg tudnak oldani, annál jobban teljesítenek az adott feladaton.

Az önértékelés pontosságának mutatói, a korábban vizsgált tanulási megközelítésmódok, valamint énhatékonysági vélekedések közötti összefüggés vizsgálata során kevés eset mutatott szoros kapcsolatot. Az első zh elfogultsági értéke és az énhatékonyság forrásai között, valamint az első zh pontossági értéke és az elsajátítási tapasztalatok között található szignifikáns kapcsolat, azaz egy hallgató minél pozitívabb elsajátítási tapasztalatokkal és alacsonyabb stressz szinttel rendelkezett az első zh-n, annál pontosabb önértékelést adott. Ez az összefüggés a második zh esetében nem volt megfigyelhető.

A zh-kon elkövetett figyelmetlenségi hibák befolyással lehetnek az önértékelés pontosságára, mivel ezek elkövetése kevésbé jelenhet meg egy tudatos önértékelés során. Az első zh során bizonyos feladatok esetében kimagasló arányban találkozunk figyelmetlenségi hibával. Az adatok arról tanúskodtak, hogy a figyelmetlenségi hibát elkövető hallgatók önértékelési pontatlansága szignifikánsan rosszabb, mint a figyelmetlenségi hibát nem vétőké.

7 A kutatás egészéből levonható következtetések, a jövőre vonatkozó kitekintés

A kutatás a hallgatók számára egy tudatosan tervezett, de számukra addig ismeretlen utat jelölt ki a matematika tanulása során, mely „a hőssé válás útját” járta végig. A „hős útjának” koncepciója egy újfajta keretrendszer biztosított a transzformatív tanulás, valamint a „látható tanulás” elősegítéséhez. Ez az újszerű megközelítés olyan tanulási folyamat megtervezéséhez nyújthat lépésekre bontott keretet, amely tudatos tervezés eredményeképpen valósulhat meg az oktatási rendszerben, vagy nemformális tanulási színtereken, ahol a tanulás jól körülhatárolt egységként jelenik meg, és van kezdő és végpontja.

A felsőoktatásba érkező mérnök hallgatók egy magasabb oktatási szinten új követelményekkel, addig számukra ismeretlen tanulási és tanítási módszerekkel szembesültek, melynek során mint oktató, mint kutató és mint a hős támogató segítő vezetem őket végig. Az egyetemi matematika tanulása valódi transzformáció a hallgatók számára mind kognitív, mind érzelmi és akarati téren. Ezen út végigjárásának megkönnyítését szolgálta, hogy a tanulási környezet kialakításában a Z generáció tanulási preferenciái közül némelyek hangsúlyos szerepet kaptak, mint például a vizuális tanulás előtérbe helyezése, a digitális technológia bevonása a tanulási folyamatba, az intraperszonális tanulás figyelembe vétele, valamint az aktív tanulásra építkezés.

A matematika tanulása, mint a hőssé válás mikroszintű útja, a mérnökké válás útjának is a kezdete, melynek során a hallgatók az órai feladatokon, zh-kon keresztül kisebb „próbák” sorozatával szembesültek, a páros és csoportos feladatok pedig lehetőséget biztosítottak a „szövetségesek” megismerésére. A kérdőívek és a zh-k különbözőképpen hatottak a hallgatók önértékelésére. A kérdőívekben a válaszadók a tanulási megközelítésmódok, az énhatékonysági vélekedések értékelése során reflektáltak matematika tanulási szokásaikra, míg a zh-kon már az elsajátított tudásukról alkottak önértékelést. A megmérettetésre való felkészülés során a

hallgatók egyre több önállóságot kaptak, autonómiájuk egyre növekedett, melynek szimbolikus útját járta végig a tanári irányítással közösen megoldott mintazh, a hallgatók által írt próbazh és annak közös javítása, majd a végső zh önálló írása. Az utolsó állomás, a „visszatérés az elixírrrel” a workshop keretében valósult meg, mely során a végső visszatekintés és értékelés a hallgatók számára valódi keretet biztosított a lezáráshoz.

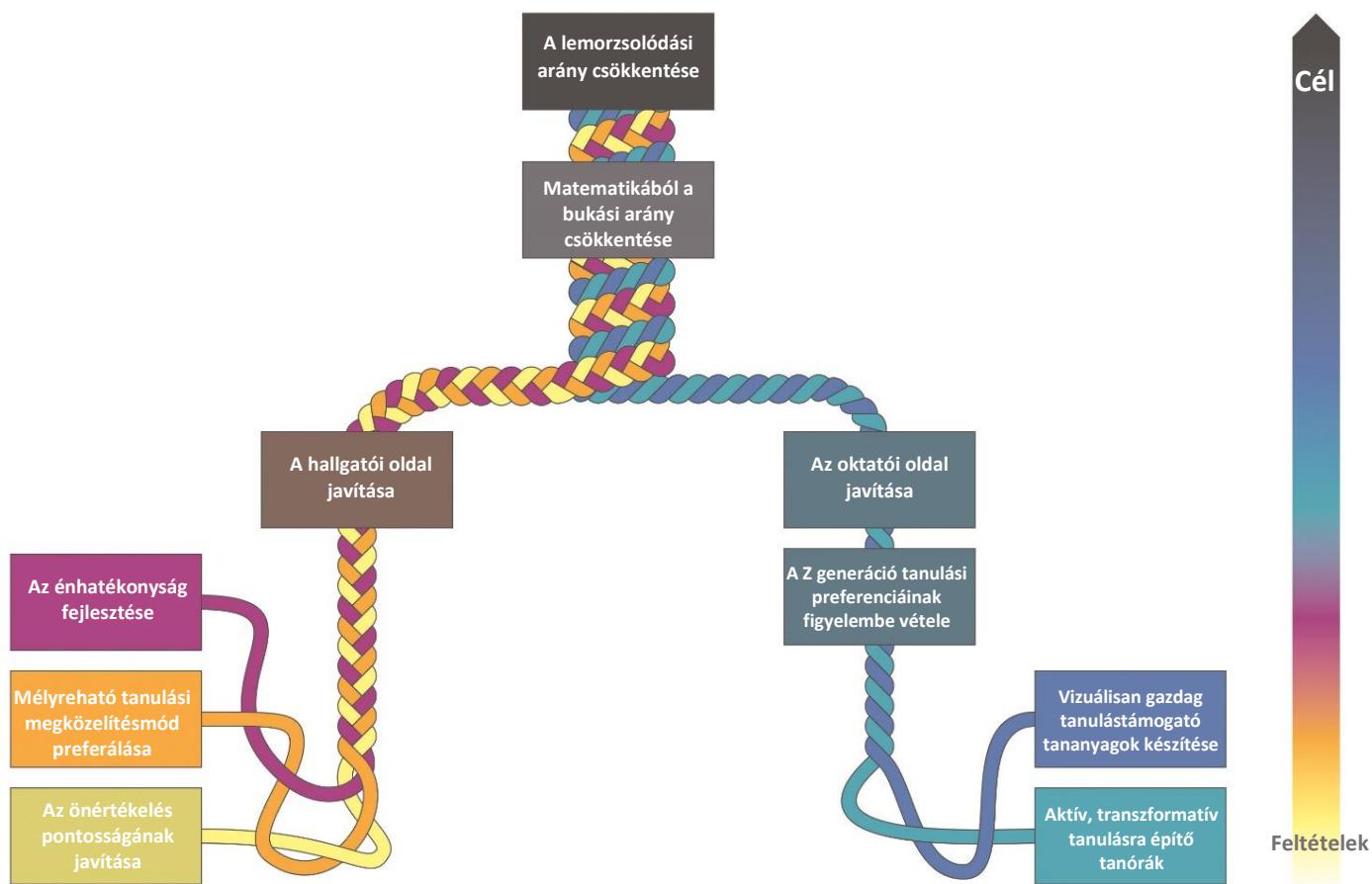
Az út viszont nemcsak a hallgató számára transzformáció, hanem a tanár (segítő) számára is lehetőséget nyújt a szerepe újragondolásához, hogy a következő hős támogatása során is eljuttassa azt a végső megmérettetésig, s neki se kelljen idő előtt elhagynia a hőssé válás útját.

A hallgatók matematika tanulásának, mint a „hőssé válás útjának” kiemelt szempontok szerinti dokumentációjaként tekinthető ez a doktori disszertáció, melynek nem titkolt célja volt ezen túl még az innovatív változások, változtatások generálása is. A lemorzsolódás az oktatási rendszer minden szintjét érintő, társadalmi jelenség. Ez a kutatás a felsőoktatásban történő lemorzsolódás elleni küzdelem része, mely a kutatási problémájában megfogalmazott lemorzsolódási okok pontosabb körülhatárolását tette lehetővé. Összességében elmondhatjuk, hogy a 13 főhipotézisből 6 alátámasztást nyert, 5 nem igazolódott, és 2 részben nyert alátámasztást. A 7 alhipotézisből 2 igazolást nyert, 3 nem igazolódott, és 2 részben nyert alátámasztást.

Ezen eredmények lehetővé tették egy innovációs célfa felállítását (9. ábra). A lemorzsolódás csökkentésére irányuló célfa a kutatás négy csomópontjához kötődően fogalmazza meg azokat a feltételeket, melyek megvalósulása az oktatók és a hallgatók közös munkájának eredménye lehet.

Bár a hallgatók énhatékonysági vélekedései pozitív képet mutatnak, az énhatékonyság fejlesztése nélkülözhetetlen elsősorban a tárgyismétlők esetében, mivel fontos szerepet tölt be a tanulási teljesítmény kialakulásában, illetve a lemorzsolódás elkerülésében. Fejlesztésének egyik lehetséges módja a rendszeres, építő visszajelzés. Hasonló módon fejleszthető az önértékelés pontosságának javítása is. A Z generáció tanulási preferenciái között található a gyakori értékelés és visszajelzés, mely megerősítést nyert a COVID-19 járvány alatt, mivel a zh-k eltörlését a hallgatók többsége az elsajátított tudásukról való visszajelzés megszüntetéseként értékelte. Így az értékelésre, a visszajelzésre építve több cél érhető el egyszerre. A folyamatos, személyre szabott tanári értékelés osztálytermi megvalósítására a tömegoktatás keretein belül korlátozott lehetőségek vannak, viszont a technika számos alternatívát kínál. Mivel a hallgatók a kahoot tesztek előnyének az azonnali visszajelzést tekintik, így hasonló, online platformok bevonásával érdemes lehet olyan feladatbankok létrehozása, melyek az ismeretek elsajátítása, valamint gyakorlása során azonnali, érdemi visszajelzést adnak a hallgatók számára. Mindezen visszajelzések által nemcsak a hallgatók énhatékonysága javulhat, hanem az önértékelésük pontossága is, valamint az önmagukkal, a tanárral és a tantárggyal szembeni irreális elvárások megfogalmazása is csökkenhet. Továbbá, a kutatási eredmények alapján a tanár számára még nagyobb felelősség a zh megtekintésre való buzdítás, még akkor is, ha ez egyértelmű többletmunkát jelent. A zh megtekintés és az önértékelés pontossága közötti pozitív összefüggést bemutató eredmények hallgatók felé való prezentálása a zárhelyi dolgozatot megtekintő hallgatók számának növekedését, valamint a visszajelzés tanulási folyamatba való visszacsatolását hozhatja.

9. ábra: Oktatási innováció lehetőségei a lemorzsolódás csökkentése érdekében (innovációs célfa)



A hallgatókra elsősorban a mélyreható tanulási megközelítésmód volt jellemző, azonban a lemorzsolódásban veszélyeztetett tárgyismétlő hallgatók esetében ez szignifikánsan alacsonyabb értéket mutatott. Ezért a mélyreható megközelítésmód és a zh eredmények közötti pozitív összefüggés eredményeinek hallgatók felé való kommunikálása, prezentálása, a lehetséges tanulási megközelítésmódok közös átbeszélése hozzájárulhat az értő tanulásra való törekvés kialakításához.

A Z generáció vizuális ingerszükségletének kielégítését célzó, vizuális tanulási módszerek preferenciáját a 2. részkutatás eredményei erősítették meg. Ezen eredmények alapján a vizsgálatba bevont Matematika 1 tárgyon kívül a többi matematika tantárgy tartalmának vizuális elemekkel történő bővítése javasolt, a matematika tananyag közvetlen, vizuális úton történő támogatásán túl a tanulóhoz kötődő, egyéb információk vizuális támogatása is beleértendő. Az eredmények tágabb kontextusban, más mérnök tárgyak tanítására is kiterjeszthetők. Mindezekkel a változtatásokkal a vizuális kompetencia fejlesztése is megvalósulhat, amely a mérnökök számára elengedhetetlen a mindennapi munkájuk során.

A felsőoktatási matematika tankönyvek vizsgálata rámutatott, hogy eddig a tankönyvekben a szöveges és matematikai képleteket, kifejezéseket tartalmazó részek domináltak, s kevés ábra, magyarázó illusztráció tette szemléletessé a matematikát a hallgatók számára. A Guzmán-féle tipológia alapján is az izomorf vizualizáció dominanciája figyelhető meg. Az újabb, felsőoktatási matematika tankönyvek, jegyzetek írásakor, szerkesztésekor a kutatás során említett területeken érdemes fejlesztéseket végezni, nemcsak mennyiségi, hanem minőségi

szempontból is. Ez utóbbi alapján fejlesztendő: az ábrák szöveghez, feladathoz viszonyított elhelyezkedése; a szöveg tipográfiája; az ábrák színhasználata; a Guzmán-féle tipológia szerinti, változatos ábrák használata; olyan feladatok szerepeltetése, amelyek megoldása során ábra készítése szükséges, vagy maga a megoldás egy ábra; valamint olyan feladatok kitűzése, amelyek ábrát tartalmaznak és az ábra matematikai interpretálása a feladat; online tankönyvek esetében interaktív ábrák használata; esetlegesen díszítő illusztráció alkalmazása. A Guzmán-féle vizualizációs típusok tankönyvekben történő, jól megválasztott használata a megértés különböző szintjeihez kapcsolódóan támogatja a hallgatók matematika tanulását.

A Z generáció aktív tanulásra való igénye a 3. rész kutatás eredményei alapján változatos képet mutatott. Bár az aktivitásra építő módszerek többsége pozitív értékelést kapott, a hallgatók bevallása szerint az újfajta és sokféle aktivitást igénylő módszerhez nem voltak hozzászokva korábbi, valamint egyetemi tanulmányaik során, így azok többek számára kontraproduktívvá váltak. A visszajelzések felhívják a figyelmet arra, hogy a többnyire passzivitáshoz szokott hallgatók számára a szinte teljes aktivitást igénylő órák a túlzott frusztráció miatt nem érik el a céljukat. Az aktivitásra építő módszerek közül érdemes néhányat kiválasztani, s azokat folyamatosan bevezetve, egyre rendszeresebben alkalmazni nemcsak a matematika órákon, hanem más tárgyak keretében is. A kutatás eredményei alapján azokat a módszereket ajánlatos preferálni, amelyek az intraperszonális tanulás és a páros, csoportos munka ötvözésére építenek.

A doktori disszertáció eredeti célja a kapott eredmények jelenléti oktatáson belül történő alkalmazása volt. Látszólag a nem várt világjárvány következményeként bevezetett távolléti oktatás során az eredeti cél átmenetileg nem volt megvalósítható, azonban az eredmények mégis alkalmazási lehetőséget és általános irányelveket nyújtanak – megfelelő kontextusba helyezve – a távolléti oktatás során is. A hallgatók tanulási folyamatba való aktív bevonása, a szemléltető, vizuális tartalmakkal gazdagított tananyagok használata még inkább felértékelődik. A rendelkezésre bocsájtott tananyagok minősége, vizuális megjelenése még fontosabbá válik. A hallgatók még inkább várják a folyamatos visszajelzést, mely segít a helyes önértékelés kialakításában és úton tarthatja őket a tanulás során. (Workshopok-at például a távolléti oktatás keretében, online módon is lehet tartani.) Felértékelődnek a korábbi, hatékony tanulási stratégiák, s az oktatási rezilienciára hatással vannak a korábbi elsajátítási tapasztalatok is. Mindezek alapján a kutatás eredményei mind a jelenléti, mind a távolléti oktatás során hasznosíthatók.

A kutatás folyamán összegyűjtött adatok számos, a disszertációban nem kimutatott összefüggés megállapítására is alkalmasak, azonban az adatfeldolgozás a dolgozat bevezetésében kitűzött célok mentén történt. A rész kutatások során számos témát érintettünk a lemorzsolódáshoz kapcsolódóan, melyek mindegyike külön-külön is további kutatási irányokat jelölhetne ki, valamint szűkebb perspektívából nézve a mérőeszközök fejlesztése, a kutatás eredményei és korlátai is újabb irányokat definiálhatnak.

Habár a disszertáció eredményeinek matematika oktatásba való ágyazása változásokat eredményezhet, a lemorzsolódás jelentős csökkentéséhez egy tantárgy szisztematikus újragondolása feltételezhetően nem elegendő. A felsőoktatás oktatóinak szemléletváltására és legalább az első két féléves tantárgyak kutatás alapú, az „Ipar 4.0” igényeire, valamint a Z generáció tanulási preferenciáira reflektáló, közös szemléletet tükröző újragondolására van szükség. Doktori kutatásom ennek az előszobájaként is értelmezhető.

Irodalomjegyzék

- Ambrus, A. (2003). A konkrét és vizuális reprezentációk használatának szükségessége az iskolai matematikaoktatásban. *Magiszter*, 1(3), 61-75.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Beale, J. (2020). Academic Resilience and its Importance in Education after Covid-19. *Eton Journal for Innovation and Research in Education*, (4), 1-6.
- Benedek, A. (2017). The imagistic turn in education: Opportunities and constraints. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 1(9), 855-863.
- Benyák, A., & Fehér, Á. (2019). Az első tanév a Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Karán – hallgatói szemmel. In Baranyiné Kóczy, J., & Fehér, Á. (szerk.), *Pedagógusképzés, oktatás a Kárpát-medencében, társadalmi kontextusok. XX. Apáczai-napok Tudományos Konferencia tanulmánykötet* (pp. 13-20). Győr: Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Kar.
- Benyák, A. (2021). A szakmentori rendszer első éve a Széchenyi István Egyetemen. In Makkos, A., Kecskés, P., & Kövecsesné Gósi, V. (szerk.), *„Kizökökített világ” – Szokatlan és különleges élethelyzetek: a nem-konvencionális, nem „normális”, nem kiszámítható jelenségek korszaka? XXIV. Apáczai-napok Tudományos Konferencia tanulmánykötete* (pp. 202-212). Győr: Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Kar.
- Blanco, Q. A., Carlota, M. L., Nasibog, A. J., Rodriguez, B., Saldaña, X. V., Vasquez, E. C., & Gagani, F. (2020). Probing on the Relationship between Students' Self-Confidence and Self-Efficacy while engaging in Online Learning amidst COVID-19. *Journal La Edusci*, 1(4), 16-25.
- Bocsi, V., Ceglédi, T., Kocsis, Zs., Kovács, K. E., Kovács, K., Müller, A., Pallay, K., Szabó, B. É., Szigeti, F., & Tóth, D. A. (2018). A pedagógushallgatók késleltetett diplomaszerezése interjúk alapján. In Pusztai, G., & Szigeti, F. (szerk.), *Lemorzsolódás és perzisztencia a felsőoktatásban* (pp. 63-90). Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Bocsi, V., Ceglédi, T., Kocsis, Zs., Kovács, K. E., Kovács, K., Müller, A., Pallay, K., Szabó, B. É., Szigeti, F., & Tóth, D. A. (2019). The discovery of the possible reasons for delayed graduation and dropout in the light of a qualitative research study. *Journal of Adult Learning, Knowledge and Innovation*, 3(1), 27-38.
- Brunsdén, V. és Davies, M. (2000): Why do HE Students Drop Out? A test of Tinto's model. *Journal of Further and Higher Education*, 24(3), 301–310.
- Campbell, J. (1993). *The Hero with a Thousand Faces*. London: Fontana.
- D'Alise, D. (2020). *The relationship among learning styles, academic self-efficacy and motivation. An empirical study during Covid-19.*
<https://www.researchgate.net/publication/343417870> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Derényi, A. (2015). Bizonyítékokra alapozott kormányzás és a kommunikáció képzés. *Jelkép*, 4(1), 1–21.
- D. Molnár, É. (2010). A tanulás értelmezése a 21. században. *Iskolakultúra*, 20(11), 3-16.
- Estira, K. L. A. (2020). Online distance learning readiness of business administration students in one state university in the Philippines. *Journal of Critical Reviews*, 7(12), 826-832.
- Falus, I. (szerk.) (2004). *Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.

- Farmer, R. (2019). The Hero's Journey in Higher Education: A Twelve Stage Narrative Approach to the Design of Active, Student-Centred University Modules. *Innovative Practice in Higher Education*, 3(3).
- Fazekas, Á., Halász, G., Horváth, L., Pálvölgyi, L., Balázs, É., & Antoni-Alt, P. (2021). *Innováció az oktatásban. Az Innova kutatási projekt záró tanulmánya*. Budapest.
- Feketéné Szakos, É. (2014). *Innovatív irányok az ezredforduló utáni andragógiában*. Budapest: Eötvös József Kiadó.
- Fischerné Dárdai, Á. (2000). Az összehasonlító tankönyvkutatás nemzetközi tapasztalatai. *Educatio*, 9(3), 498-408.
- Fischerné Dárdai, Á. (2002). *A tankönyvkutatás alapjai*. Budapest-Pécs: Dialóg Campus Kiadó.
- Fokozatváltás a felsőoktatásban középtávú szakpolitikai stratégia (2016). https://2015-2019.kormany.hu/download/c/9c/e0000/Fokozatvaltas_Felsooktatásban_HONLAPRA.PDF#!DocumentBrowse (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Gaskó, K. (2009). A tanulási kompetenciák szerepe a tanulásfejlesztésben. Kísérlet egy tanulási kompetenciaháló megalkotására. *Iskolakultúra*, 19(10), 3-20.
- Guzmán, M. de (2002). The Role of Visualization in the Teaching and Learning of Mathematical Analysis. In *Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics (at the Undergraduate Level)*. Hersonissos, Crete, Greece.
- Hattie, J. (2004). Models of Self-Concept that are Neither Top-down or Bottom-up: The Rope Model of Self-Concept. In *Proceedings of the 3rd International Biennial SELF Research Conference*. [http://www.education.auckland.ac.nz/webdav/site/education/shared/hattie/doc_s/hattie-models-of-self-concept-\(2004\).pdf](http://www.education.auckland.ac.nz/webdav/site/education/shared/hattie/doc_s/hattie-models-of-self-concept-(2004).pdf) (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Hattie, J. (2008). *Visible learning – A synthesis of over 800 meta-analysis relating to achievement*. New York: Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. New York: Routledge.
- Hattie, J. (2017). Make learning visible. www.visiblelearningplus.com (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Hill, F., Tomkinson, B., Hiley, A., & Dobson, H. (2016). Learning style preferences: an examination of differences amongst students with different disciplinary backgrounds. *Innovations in education and teaching international*, 53(2), 122-134.
- Horváth, A. (2019). *A videópéldatár hatása a tantárgyak eredményességére 2018/19-es tanév I. félév*. Belső munkaanyag.
- Illeris, K. (2015). Transformative learning in higher education. *Journal of Transformative Learning*, 3(1), 46-51.
- James-Gordon, Y., & Bal, J. (2001). Learning style preferences of engineers in automotive design. *Journal of Workplace Learning*, 13(6), 239-245.
- Jarvis, P. (2006). *Towards a comprehensive theory of human learning*. London: Routledge.
- Jermyn, D. (2018). How colleges are adapting to the new Gen Z. *Fanshawe in the News*. 22. <https://first.fanshawec.ca/news/22> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Kadocsa, L. (2018). A negyedik ipari forradalom és oktatási kihívásai. In Tóth, P., Simonics, I., Manojlovic, H., & Duchon, J. (szerk.), *Új kihívások és pedagógiai innovációk a szakképzésben és a felsőoktatásban* (pp. 218-230). Budapest: Óbudai Egyetem Trefort Ágoston Művelődéstudományi Központ.

- Martin, A. J., & Marsh, H. W. (2009). Academic Resilience and Academic Buoyancy: Multidimensional and Hierarchical Conceptual Framing of Causes, Correlates, and Cognate Constructs. *Oxford Review of Education*, 35(3), 353-370.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976). On Qualitative Differences in Learning I.: Outcome and Process. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1), 4-11.
- Mezirow, J. (2000). *Learning as Transformation: Critical Perspectives on a Theory in Progress*. The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Miskolczi, P., Bársony, F., & Király, G. (2018). Hallgatói lemorzsolódás a felsőoktatásban: elméleti, magyarázati utak és kutatási eredmények összefoglalása. *Iskolakultúra*, 28(3-4), 87-105.
- Nahalka, I. (2006). A tanulás pedagógiai értelmezése. In Nahalka, I. (szerk.): *Hatékony tanulás. A gyakorlati pedagógia néhány alapkérdése. III.* (pp. 9–19). Budapest: ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar Neveléstudományi Intézet.
- Nyíri, K. (2013). Images in Conservative Education. In Benedek, A., & Nyíri, K. (eds.) *How to Do Things with Pictures: Skill, Practice, Performance. Series Visual Learning* (Vol. 3, pp. 191–207). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- OECD (2004). *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003*. Paris: PISA, OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/9789264006416-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- OECD (2012). *Equity and Quality in Education: Supporting Disadvantaged Students and Schools*. Paris: PISA, OECD Publishing.
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264130852-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn (Volume III): Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs*. Paris: PISA, OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/9789264130852-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- OECD (2015). How confident are students in their ability to solve mathematics problems?. *PISA in Focus*, No. 56. Paris: OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/5jrs3cfzg836-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: PISA, OECD Publishing.
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- OECD (2018). *Equity in Education: Breaking Down Barriers to Social Mobility*. Paris: PISA, OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/9789264073234-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives*. Paris: PISA, OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/acd78851-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- OECD (2020). Students' self-efficacy and fear of failure. In *PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives* (pp. 187-198). Paris: OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/2f9d3124-en> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Othman, M. N. A., Rashid, M. A. A., Ismail, I. R., Norizan, S., & Saad, S. A. M. (2019). Debunking Gen Z Learning Style: Malaysian Chapter. *International Journal of Advanced Research in Technology and Innovation*, 1(2), 1-7.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6.

- Pusztai, G. (2018). Egy hatékony tényező a lemorzsolódás mérséklésére. In Pusztai, G., & Szigeti, F. (szerk.), *Lemorzsolódás és perzisztencia a felsőoktatásban* (pp. 109-127). Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Pusztai, G., & Kocsis, Z. (2019). Combining and balancing work and study on the eastern border of Europe. *Social Sciences*, 8(6), 193-204.
- Rothman, D. (2016). A Tsunami of learners called Generation Z. *Public Safety Online Journal*, 1(1). http://www.mdle.net/JoumaFA_Tsunami_of_Learners_Called_Generation_Z.pdf (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Somogyiné Petik, K. (2010). A középkorúak személyiségfejlesztésének andragógiai megközelítése. *Iskolakultúra*, 20(10), 49-70.
- Stéger, C. (2015). *A hatékonyság, a lemorzsolódás és a módszertan összefüggései a felsőoktatásban*. Előadás: Záró szakmai konferencia Szombathelyen – TÁMOP- 4.1.2.B.2-13/1-2013-0003, Szombathely. <https://sek.videotorium.hu/hu/recordings/10940/a-hatekonysag-a-lemorzsolodas-es-a-modszertan-osszefuggesei-afelsooktatásban> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Szivák, J. (2014). *Reflektív elméletek, reflektív gyakorlatok*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
- UNESCO (2020). *Turning the threat of COVID-19 into an opportunity for greater support to documentary heritage*. <https://en.unesco.org/news/turning-threat-covid-19-opportunity-greater-support-documentary-heritage> (Utolsó letöltés: 2021.04.25.)
- Usher, E. L., & Pajares, F. (2008). Sources of Self-Efficacy in School: Critical Review of the Literature and Future Directions. *Review of Educational Research*, 78(4), 751–796.
- Vogler, C. (1998). *The Writer's Journey*. Studio City: Michael Wiese.
- Zhu, C., Wang, D., Cai, Y., & Engels, N. (2013). What core competencies are related to teachers' innovative teaching?. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 41(1), 9-27.