

### **Szabó Bálint**

egyetemi tanársegéd

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar  
Ergonómia és Pszichológia Tanszék

[szabo.balint@gtk.bme.hu](mailto:szabo.balint@gtk.bme.hu)

### **Ollé János**

egyetemi docens

Pannon Egyetem Modern Filológiai és Társadalomtudományi Kar  
Digitális Módszertani Intézet

[olle.janos@mftk.uni-pannon.hu](mailto:olle.janos@mftk.uni-pannon.hu)

### **László Szandra**

PhD hallgató

Eötvös Loránd Kutatási Hálózat, Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet  
Tanulás és Emlékezeti Zavarok Kutatócsoport

[laszlo.szandra@gmail.com](mailto:laszlo.szandra@gmail.com)

### **Harmat Vanda**

PhD hallgató

Budapesti Corvinus Egyetem, Vezetéstudományi Intézet  
Szervezeti Magatartás Tanszék

[vanda.harmat@uni-corvinus.hu](mailto:vanda.harmat@uni-corvinus.hu)

### **Tóvölgyi Sarolta**

egyetemi adjunktus

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar  
Ergonómia és Pszichológia Tanszék

[tovolgyi.sarolta@gtk.bme.hu](mailto:tovolgyi.sarolta@gtk.bme.hu)

## **E-learning tananyagok hatékonyságának vizsgálata: A tanulók kognitív sajátosságainak és az online környezet oktatás-módszertanának az összefüggései**

### **Absztrakt**

A pandémia alatti és utáni oktatási helyzetben az online környezetben történő tanulás hatékonyságának és eredményességének a növelésére az elvárásokkal arányosan fokozottabb figyelem irányult. A tanulási környezetek funkcionalitásának technikai továbbfejlesztése helyett a tanuló sajátosságaihoz igazított, részben adaptív kurzusfelületek fejlesztésével kapcsolatban mai napig nagyon kevés kísérleti jellegű kutatási eredmény áll rendelkezésünkre. A tanulók kognitív és affektív sajátosságai (motiváció, fáradtság, munkaterhelés, rekációidő, fizikai állapot, mentális állapot) és a tanulási környezetben tapasztalt tanulási tevékenységük (képernyőre fókuszálás, szemmozgások elemzése, tanulási aktivitás) és teljesítményük összefüggésrendszerének jobb megismerésével hatékonyabb és a célcsoporthoz jobban igazodó kurzusfelületek fejleszthetők. A kognitív tesztekre, szemmozgáskövetésre, tevékenységelemzésre, megfigyelésre, illetve interjúra épített adatgyűjtéssel végzett kismintás kutatásunk alapján egyértelmű tendenciákra következtethetünk. A tanulócsoportok közötti különbségek mellett a rövid videófilmek, az oktatói hitelesség biztosítása, rövidebb írásos dokumentumok, illetve nagyobb számú gyakorló teljesítménytesztnek a preferáltabb részei a hatékony online tanulási környezeteknek.

*Kulcsszavak:* digitális tananyag; online kurzusfelület; tanulási hatékonyság; tanulói sajátosságok

### **Abstract**

During and after the pandemic, greater emphasis was placed on improving the efficiency and effectiveness of learning in the online environment in proportion to expectations. We still have very few experimental research results regarding the development of partially adaptive course interfaces adapted to the student's characteristics, rather than the technical advancement of the functionality of learning environments. Course interfaces that are more effective and better adapted to the target group can be developed by better understanding the correlation

system between students' cognitive and affective characteristics (motivation, fatigue, workload, reaction time, physical state, mental state) and their learning activities experienced in the learning environment (focusing on the screen, eye movement analysis, learning activity) and their performance. We were able to formulate clear conclusions from our small-sample research, which included data collection based on cognitive tests, eye movement tracking, activity analysis, observation, and interviews. Short video films, ensuring instructor credibility, shorter written documents, and a greater number of practice performance tests are preferred components of effective online learning environments, in addition to differences between student groups.

*Keywords:* digital curriculum; online course interface; learning efficiency; student characteristic

## 1. Bevezető

A COVID-19 világjárvány és a terjedésének lassítása érdekében hozott korlátozó intézkedések gyors átállást tettek szükségessé az oktatási intézményekben világszerte (HENG–SOL, 2021). A pandémia óriási lendületet teremtett a digitális oktatásban rejlő lehetőségek feltárására, a tanulási környezet tértől és időtől független, pillanatnyi igényeknek megfelelő, rugalmas alakítására.

A klasszikus tantermi képzési formák ideiglenes megszűnése miatt az oktatók a hallgatók aktív részvétele és visszajelzései segítségével közösen alapozták meg a 21. század modern, innovatív és új képzési rendszerét, amelyben az online oktatás eszközei (pl. jól ismert interaktív kommunikációs platformok, e-learning keretrendszerek, tanulástámogató alkalmazások) nagyon rövid idő alatt a mindennapok szerves részévé váltak. A megváltozott körülmények között a hallgatóknak önállóbb tanuláshoz, és egy erre épülő napirendhez kellett igazodniuk, míg a váratlan helyzetben rövid határidőn belül az oktatók is kénytelenek voltak modernizálni a kurzusok tudásanyagát és annak közvetítési módját.

A tananyagok létrehozásakor olyan szempontokat is érdemes figyelembe venni, amelyek egyébként, a személyes ismeretátadás során természetesek vagy magától értetődők. Ezek közé tartoznak többek között az olyan szempontok, mint a tanulási élmény fokozása és a tanulás hatékonysága. Egyes kutatások az oktató szerepét emelik ki (ARGHODE ET AL., 2018; CARRIL ET AL., 2013), míg mások a hatékony tanuláshoz szükséges online platformfejlesztési képességeket hangsúlyozzák (AIXIA–WANG, 2011; MASOUMI, 2006). Ezekon túl a megfelelő instrukciók is fontos szerepet játszanak a tanulási folyamatban (ADEDYIN–SOYKAN, 2020). Az oktatástervezés (instructional design) elméletek közel egy évtizede érdemben már nem változnak, de különösen a tanulás- és oktatáslélektan fejlődése, illetve a jó gyakorlatok elemzése és a kutatás-fejlesztések differenciálják a hatékony e-learning és online kurzusfejlesztés alapjait (MORRISON ET AL., 2019).

A kortárs és hatékony e-tanulási környezetekben a tananyagfejlesztés és a tevékenységalapú tanítási módszerek tanulási feladatokon keresztül történő érvényesítése elsőbbséget élvez a tartalomközpontúsággal szemben (OLLÉ ET AL., 2016). A tanulók fokozottabb elkötelezettsége, a tanítási-tanulási folyamatból való kizökkenés kockázatának csökkentése, valamint a személyes tantermi környezet módszertanához és tanulásszervezéséhez hasonló online tanítási módszerek megjelenése mind hozzájárultak a tanulás hatékonyságának javulásához (OLLÉ, 2018).

Az oktatástervezés területén olyan elméletek és fejlesztések jelentek meg, amelyek jelentős szerepet tulajdonítottak az oktató közvetlen részvételének az online kurzusok és e-tananyagok tervezésében. Az online oktatás során az elmúlt években kialakult kommunikációs gyakorlatot össze lehet kapcsolni a távoktatás jellegű e-learning környezetek fejlesztési hátterét adó oktatás-módszertannal és oktatástervezéssel. A tanulási célokra és tanulói szükségletekre épülő, a motivációt fejlesztő, az interakciót és a tanulási feladatokat is megfontoltan tervező oktatási kultúra természetessé vált az online tanulási környezetek és kurzusok fejlesztésében (NILSON–GOODSON, 2021).

Az e-learning használatának különböző irányzatai (pl. hagyományos kurzuslapok, videóalapú tananyagok, tevékenység alapú gyakorlófeladatok, moduláris, objektum-orientált online kurzusok) a felsőoktatásban különböző minőségű megoldásokat eredményeztek. Ennek következtében megnőtt a relevanciája a különböző e-learning megoldások hatékonyságvizsgálatának.

## 2. Elméleti háttér

Ma már több évtizedes tudással és fejlesztési tapasztalattal rendelkezünk az online kurzusok és digitális tananyagok létrehozása terén. Az ebben az időszakban végzett fejlesztői gyakorlat és alkalmazott kutatások azt mutatják, hogy a hatékony e-learning nem redukálható a legkorszerűbb tananyagok legmodernebb technikával történő bemutatására. A hatékony e-learning sikertényezői között jelentős szerepe van az informatikai támogatásnak (pl. tananyagtervező rendszerek minősége), az emberi tényezőnek (pl. az oktatók és a módszertani szakértők felkészültségének), illetve a szervezeti háttérnek (pl. intézményi szolgáltatási minőség, mögöttes infrastruktúra) (ALHOMOD–SHAFI, 2013; ALQAHTANI–RAJKHAN, 2020). A terület fontosságához képest az online kurzusok módszertani funkcionalitásával kapcsolatos tudományos kutatások erősen alulreprezentáltak. A téma kapcsán született jelentősebb tanulmányok a kurzustervezés és a tanulási hatékonyság közötti kapcsolatot vizsgálják (SALEH–SALAMA 2018; KOUIS ET AL. 2020).

Az online tanulási környezetekkel történő tanulás során a tanulási hatékonyság növelésére az egyik nézőpont szerint a szoftverkörnyezet és tanulástámogató technológia fejlődése lehet a megoldás. A másik nézőpont szerint a technológiai környezet lehetőségei részben kihasználatlanok, ami nem is feltétlenül gond, mert ezekhez képest lényegesen fontosabb tényezők a tanuló tanulási tevékenységének a fejlesztésére irányuló megoldások. Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy az egyik nézőpont a technológiai fejlesztésben, a másik nézőpont pedig a humán tényezők fejlesztésében keresi a hatékonyság megoldását (MACKH, 2021).

A tanulási eredményesség növelését és a tanulási folyamat hatékonyságának fejlesztését pedig alapvetően háromféleképpen közelíthetjük meg (CENNAMO–KALK, 2019). Ezek az alábbiak:

1. *Tanulásmódszertani felkészítés:* a tanulóknak a kontakt fizikai környezetben való hatékony és eredményes tanulással kapcsolatban (a köznevelésnek köszönhetően) lényegesen több tanulási tapasztalata van, ezért az online környezettel történő tanulást érdemes tanulásmódszertani képzéssel előkészíteni és támogatni. A tanulási módszerek és az életvezetés, időgazdálkodás összekapcsolása jelentős hatékonyságnövelő tényező lehet.
2. *A tanuláshoz szükséges fizikai és mentális állapot biztosítása:* a tanuló számára a tanulást megelőző gyakorlatokkal és a tanulási idő tudatos tervezésével a tanulási hatékonyság szempontjából legjobb fizikai állapotban és legjobb időzítésben történő tanulási helyzete és feladatok biztosítása.
3. *Differenciált célcsoportelemzésre fejlesztett tananyag- és tevékenységkörnyezet:* a tananyagfejlesztés és a tanulási környezet kialakítása során a célcsoport szükséglet- és sajátosság-elemzés tényszerű eredményeinek fokozottabb figyelembevétele.

Mindhárom kutatási-fejlesztési irány ígéretes, de az első két megoldási lehetőséghez képest lényegesen kevesebb kutatási eredmény áll rendelkezésre a célcsoportelemzésre épített fejlesztésekről.

Elmondható, hogy az online tanulási környezetek és kurzusfelületek módszertani felépítésében a technológiai lehetőségek, a szoftverek módszertani funkcionalitása az elmúlt három évben jelentős mértékben nem változott. A tanulási eredményesség növelését így kevésbé várhatjuk új módszertani modul megjelenésétől, hanem sokkal inkább arra kell fókuszálni, hogy a meglévő modularitásból és funkcionalitásból hogyan lehet a tanulók sajátosságaihoz, különös tekintettel a tanulásban megfigyelhető kognitív sajátosságaihoz igazodni és testreszabottabb tananyagokat és kurzusfelületeket fejleszteni (BENSCOTER ET AL., 2015). A tanulási élmény biztosítása ma már nem a médiadús környezeteken és innovatív modulokon múlik, hanem a meglévő eszközrendszer adaptív alkalmazási lehetőségeiben.

A hatékony tanulási környezet kialakításához szükséges a tanulás megértése és modellezése, valamint a tanuló kognitív állapotának ismerete. Ezenkívül elengedhetetlen annak megértése, hogy mely feladatok és online tevékenységek segíthetik a tanulót a hatékony tanulásban (KIRSCHNER–HENDRICK, 2020). A cél, a figyelem, az előhívás, a motiváció, a tanulási környezet és a tanulási teljesítmény értékelése kulcsfontosságú szempontok a hatékony tanulási folyamatok tervezésében (DIRKSEN, 2015).

Kutatásunk a tanuló tanulási tevékenységének és tanulás közbeni állapotának kapcsolatrendszerét igyekszik pontosabban feltárni, hogy a tanulási folyamat tervezése hatékonyabb tananyagkörnyezetet biztosíthasson. Az empirikus kutatás így elsősorban a tanulói fejlesztés lehetőségeire fókuszál, ami a tanulás közben jelentkező mentális fáradtság egyidejűleg történő vizsgálatával újszerű az akadémiai világban.

### *2.1 Mentális fáradtság*

A fáradtság egy régóta tanulmányozott jelenség, amit eredetileg pusztán szubjektív tapasztalatnak hittek. A kezdeti megfigyelések azonban azt mutatták, hogy a fáradtság fokozódásával a vérnyomás jelentősen csökken, a szívverés lassul, és az ingerekre adott válasz fokozódik, amit az idegi aktivitás csökkenésével magyaráztak. Úgy találták, hogy a nagyfokú fáradtság csökkenti a motoros aktivitást, ami nemcsak az éppen aktív, hanem a relatíve pihenő szervi területeken is megjelenik, vagyis a fáradtság a motoros idegekre is kiterjed. Korai kutatási eredményekből már tudjuk, hogy a fáradtság meghosszabbítja a reakcióidőt, megnehezíti a gondolkodást, és kihatással van a perifériás és a központi idegrendszerre is (KLEIN, 2018).

A mentális fáradtság valamilyen hosszú ideig tartó, mentális munkavégzés (pl. tanulás) következtében kialakuló jelenség (MATUZ ET AL., 2019). A különböző meghatározások ugyanakkor jelentősen különböznek, minden bizonnyal azért, mert a jelenség biológiai, pszichológiai és viselkedéses szinten is változásokhoz vezet: a fáradt állapotot gyakran jellemezzük az energia hiányával, csökkent hajlandósággal a feladat folytatására, hanyatló teljesítménnyel, elégtelen koncentrációval, diszkomfortérzéssel (BOKSEM–TOPS, 2008; VAN DER LINDEN, 2011).

A mentális fáradtság mérésének legelterjedtebb kutatási módszerei a direkt és indirekt módszerek. A direkt módszerek esetében a szellemi munkával összefüggő fáradtságot szellemi teljesítményt igénylő feladattal mérik (ACKERMAN–KANFER, 2009). Indirekt módszerek esetén a mentális fáradtságot pszichofiziológiai jellemzőkkel próbálják meg feltérképezni (például a légzés és a pulzusszám megváltozásával, vagy a szem akkomodációs és egyéb paramétereinek változásával) (DELUCA, 2005).

A mentális fáradtságnak vannak szubjektív, viselkedéses és pszichofiziológiai megnyilvánulásai. Szubjektív szinten fáradtsággént, motivációhiányként, csökkent éberségként, álomsággként és energiahányként észlelhető (SHEN ET AL., 2006). Objektív szinten egy adott feladat végrehajtása során nyújtott teljesítményben nyilvánul meg (pl. a pontosság csökkenésében és/vagy a reakcióidő növekedésében) (ACKERMAN, 2011). A pszichofiziológiai módszerek (például az agyi aktivitást mérő elektroencefalográfia (EEG) vagy a szemmozgáskövetés) szintén használhatók a mentális fáradtság nyomon követésére. Mentális fáradtság hatására a szemmozgásokban és a pupillometriában figyelhető meg változás: kevesebb a pislogás, szemszárazság és a szemizmok fáradtsága jellemző (MAFFEI–ANGRILLI, 2018).

Fontos megjegyezni, hogy a szubjektíven tapasztalható fáradtság kognitív és viselkedéses szinten nem feltétlen nyilvánul meg, amennyiben valaki képes arra, hogy valamilyen kognitív stratégiával ellensúlyozni tudja hatását. Ugyanígy elmondható, hogy a pszichofiziológiai szempontból fáradtságnak tulajdonítható jellemzők nem feltétlen jelentik, hogy az adott személy szubjektív módon is fáradtságról számol be, tehát e három módszerrel vizsgálva a fáradtság jelenségkörét nem feltétlen kapunk egybeeső eredményeket (HOLGADO ET AL., 2021).

Ennek oka, hogy a mentális fáradtság összetett jelenség, amelyet számos tényező befolyásol, beleértve a környezeti jellemzőket, az egyén egészségi állapotát, vitalitását, motivációját egy adott helyzetben és még a személyiségét is. A fáradtság számos változást idéz elő, legyen szó a hangulati életről, a motivációról vagy az információfeldolgozásról. Eredményeként csökken a figyelem és az érdeklődés, szorongás, frusztráció vagy unalom léphet fel, ami megnehezíti a feladat folytatását, illetve tanulás esetén az információfeldolgozást és kódolást (LOU, 2009) Kognitív-viselkedéses szinten romlik a reakcióidő, a teljesítmény és a döntéshozatal hatékonysága (BOKSEM ET AL., 2006).

A mentális fáradtság egy járulékos és eszkalálódó folyamat, ami ronthatja az információfeldolgozást, habár hatása a tanulási és memóriafolyamatokra nem ilyen egyoldalú (ANDRÁS, 2021). Egy tanulmány szerint annak ellenére, hogy a mentális fáradtság rontja az explicit tanulási feladatokon nyújtott teljesítményt, pozitív hatással lehet azokra a feladatokra, amelyek nem igényelnek kognitív kontrollt. Így a fáradtság akár még javíthatja is a teljesítményt az automatikus, procedurális tanulási formákban (BORRAGÁN ET AL., 2017). Úgy tűnik tehát, hogy a fáradtság nincs hatással az egyszerű memóriafeladatokon nyújtott teljesítményre. A mentális fáradtság a végrehajtó funkciók kontroll funkciójának hanyatlásával jellemezhető. A végrehajtó kontroll a motoros és észlelési folyamatok szabályozásának képessége annak érdekében, hogy adaptívan reagálhassunk új ingerekre vagy a változó környezeti igényekre (pl. feladatkövetelmények) (HOCKEY, 2011).

### 3. Kutatási cél és módszertan

A kutatás célja az volt, hogy különböző típusú e-learning anyagok hatékonyságát vizsgálja, méghozzá a mentális fáradtság figyelembevételével. Ennek érdekében egy szemmozgás-követéssel támogatott kísérleti (pilot) kutatás valósult meg, amely során számtalan egyéb módszertani eszköz is alkalmazására került (1. ábra).

A szemmozgás-követés technológiája ma már széles körben használt, mivel lehetővé teszi a vizuális ingerekre adott tudattalan reakciók mérését, így a kísérletben résztvevő személyek tanulási viselkedésének átfogó megértését.

### 3.1 Szemmozgáskövetés bemutatása

A szemmozgásoknak többféle típusa létezik, amelyből a legfontosabbak technológia alkalmazásának a szempontjából a fixációk és a szakkádok. A fixációk jellemzően 200-600 ms hosszúságú szemmozgások, amelyek során megtörténik a vizuális bemeneti ingerekkel kapcsolatos információszerzés, és megkezdődik azok kognitív feldolgozása (HOLMQVIST ET AL., 2011). A szakkádok pedig a fixációk között fellépő gyors, ballisztikus szemmozgások, amelyek során a limbikus rendszer már feltehetően nem vesz fel új információt (SZABÓ, 2020). A kutatások során keletkező szakkádok és fixációk sorozata többféleképpen ábrázolható, amelyek közül a legelterjedtebb megoldás a hő térkép (heatmap) vizualizáció, amelyben az ingeranyagon keletkező összes szemmozgás aggregált módon jelenik meg. A hő térképen a leggyakrabban megfigyelt pontok melegebb (piros), míg a kevésbé megfigyelt területek hidegebb (zöld) színnel kerülnek megjelenítésre (SZABÓ–SZEDERKÉNYI, 2020). Ezáltal vizuálisan is jól értelmezhető információk nyerhetők ki a tekintet pontos alakulásáról a tanulási környezetekben (3. és 5-6. ábra).

A szemmozgáskövető szoftver lehetővé teszi továbbá a különböző ingeranyagokon úgynevezett érdeklődési terület (Area Of Interest, továbbiakban AOI) típusú részek kijelölését (3. ábra), így a kvantitatív adatelemzést. Ezáltal számszerűen, statisztikailag is összehasonlíthatóvá válik, hogy kurzuslapok különböző részei közül melyek voltak a legjelentősebbek. Az AOI elemzések leggyakrabban használt eszközei a fixációk és a látogatások száma (number of fixations és number of visits) mutatók, amelyek az adott AOI objektumok szubjektív fontosságát jelzik (MEGYERI–SZABÓ, 2021).

#### 3.2 1. fázis: Előzetes adatfelvétel

A kutatás megkezdése előtt többféle módszertan alkalmazásával biztosítottuk, hogy a három csoport 15 résztvevője egészségi állapotában, demográfiai jellemzőiben, valamint alapvető munkamemória jellemzőkben (amelyek lényegesen befolyásolhatják a tanulást) ne térjen el egymástól jelentősen. Az előzetes adatok gyűjtésénél a következő kutatási módszertanokat alkalmaztuk (1. ábra):

- *Szűrőkérdőív:* Elsőként demográfiai és egészségi állapottal kapcsolatos adatokat gyűjtöttünk össze, hogy kizárjuk azokat a külső tényezőket (pl. neurológiai, pszichiátriai előzmények fennállása, gyógyszerfüggőség), amelyek a tanulás milyenségét alapvetően befolyásolhatják.
- *Alvásminőség skála:* A szubjektív alvásminőséget a Groningen Alvásminőség Skála (GSQS) segítségével mértük fel. A 15 tételből álló kérdőívet a résztvevők töltötték ki, melyben az előző éjszakai alvásuk minőségét értékelték. Az így kapott pontszám 0 és 14 közé esik, ahol a magasabb pontszám rosszabb szubjektív alvásminőséget jelez (SIMOR ET AL., 2009).
- *Számterjedelmi tesztek:* A hagyományos és fordított számterjedelmi teszt kiválóan alkalmas a verbális és komplex munkamemória vizsgálatára (TÁNCZOS ET AL., 2014). Ehhez a résztvevőknek a számsorozat felsorolását követően pontosan vissza kell mondaniuk, amit hallottak (pl. 7-2-9-1), vagy a fordított verzió esetén a hallott sorozat fordítottját (pl. 1-9-2-7) kell felidézniük. Minden terjedelmi értékhez négy sorozat tartozik. Négyből három helyes felidézés esetén eggyel nagyobb terjedelmi érték következik. A feladat akkor ér véget, amikor a kísérleti személy az adott terjedelmi értékhez tartozó sorozatokból legalább kettőt elront (MOHAI–SZABÓ, 2014).

- *Verbális fluencia tesztek:* Betű-, szemantikus- és igefluencia tesztek alkalmaztunk (Tanczos et al., 2014). Azért választottuk ezeket a feladatokat, mert segítségükkel gyorsan adminisztrálhatók és pontozhatók a nyelvi és végrehajtó funkciók (Megyesi-Molnár, 2018). A fonológiai feladatban a résztvevőket arra kértük, hogy a lehető legtöbb „K” betűvel kezdődő szót sorolják fel egy perc alatt. A szemantikus fluenciafeladatban gyümölcsneveket, míg az igefluencia részben igéket kellett mondani a résztvevőknek. Hibának tekintettük a tulajdonnevek (például a városnevek) felsorolását, a perszeverációt (ugyanannak a szónak a megismétlését), valamint ha ugyanaz a szó különböző végződéssel is szerepelt a felsorolt elemek között.

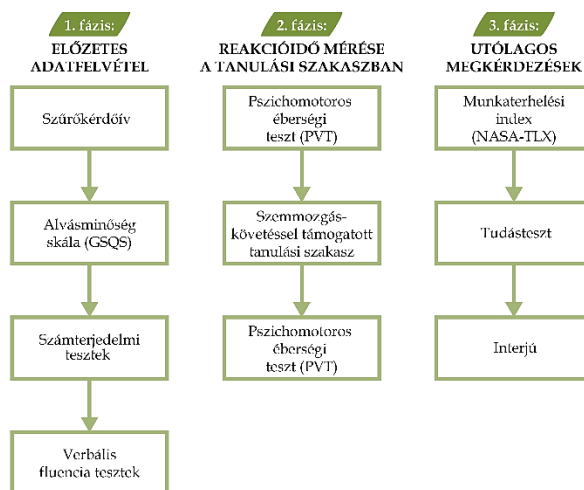
### 3.3 2 fázis: *Reakcióidő mérése a tanulási szakaszban*

A pszichomotoros éberségi teszt (PVT) PEBL (Psychology Experiment Building Language) szoftvercsomagban található változatát használtuk a szemmozgás-követéssel is megfigyelt szakasz előtt és után, annak vizsgálatára, hogy a reakcióidőt két ponton rögzíteni tudjuk (1. ábra) (BASNER ÉS DINGES 2011). A PVT-ben a résztvevőknek az a feladatuk, hogy amilyen gyorsan csak tudják, nyomják le a „szóközt” gombot az inger (piros kör) megjelenését követően. A két PVT teszt különbsége meghatározza a tanulási feladat hatására kialakuló reakcióidő változás pontos mértékét, ami a mentális fáradtság egyik meghatározó, objektív mutatója lehet. A próbák számát 12-re csökkentettük, így a PVT rövidebb változatát használtuk.

### 3.4 3 fázis: *Utólagos megkérdezések*

A kísérleteket követően tesztek segítségével került sor a tanulási szakasz kvantitatív és kvalitatív értékelésére. Az utólagos adatgyűjtéshez a következő kutatási módszereket alkalmaztuk (1. ábra):

- *Munkaterhelési index:* A kísérletet követően a NASA által kifejlesztett munkaterhelési index (TLX) segítségével szereztünk információt a tanulási szakasz során tapasztalt munkaterhelés mértékéről (HART, 2006). A NASA-TLX többdimenziós szubjektív értékelési eszközként a terhelést mentális, fizikai, időbeli, igénybevétel, teljesítmény, erőfeszítés és frusztráltság típusú aldimenziók mentén méri (Suhánszki - Haidegger, 2014). A 0-tól 100-ig terjedő skálán a terhelési dimenziókra adott pontokból és a dimenziók egymással való szubjektív összehasonlítása alapján egy százalékos TLX értéket származtattunk, amely kifejezi a résztvevők tanulási munkaterheléssel kapcsolatos érzetét (FEBIYANI ET AL., 2021).
- *Tudásteszt:* A kísérlet után a tanulási szintet a kurzus céljainak figyelembevételével tudásteszt segítségével mértük, amely lehetővé tette a három csoport tanulási eredményeinek objektív összehasonlítását. Ez a teszt egy feleletválasztós, egy-két kérdés esetén egy-egy gondolatoss, szabadszöveges választ igénylő online szintfelmérő volt, amelyen maximum 25 pontot lehetett elérni.
- *Interjú:* A kísérlet egy interjúval zárult, amely strukturált formában a résztvevők digitális tananyagokkal kapcsolatos meglátásait, tanulási szokásait, valamint a fáradtság, illetve a tanulási nehézségek okait tárta fel.



1. ábra  
Kutatási folyamatábra

### 3.4 Kurzuslapok kialakítása

Jelen kutatásban a résztvevőket (n=15) három csoportba osztottuk, különböző módszertani megközelítéssel kialakított, de tartalmilag ekvivalens kurzuslapok kialakítása után. A különböző módon felépített kurzuslapok hasonló vagy ugyanolyan tanulási feladatokkal, önellenőrző lehetőségekkel ellátott gyakorló tesztekkel, tanulásmódszertani instrukciókkal, valamint a módszertani útmutatókkal jellemezhetők.

Az objektum-orientált kurzusoldal (az 1. csoport számára) a szöveges tartalomra, a tevékenység alapú gyakorló feladatokra és az önértékelés lehetőségére koncentrált. A második kurzusoldal (a 2. csoporthoz) hagyományos e-learning tananyagot tartalmazott: a tartalmat egy navigálható (oda-vissza lapozható) PDF formátumú dokumentum biztosította, részben interaktív elemekkel bővítve. A harmadik videó alapú megoldás kulcsfontosságú eleme (a 3. csoport számára) pedig egy oktató által narrált előadás volt.

1. táblázat  
A kurzuslapok módszertani jellemzői

	Tanulásmódszertani útmutató	Tananyag szemléltető képekkel	Feleletválasztós kérdés	Interaktív feladat (pl.: párosítás)	Kérdés visszajelzéssel	Gyakorló teszt az önértékelés lehetőségével
<b>1. csoport: Objektum-orientált kurzuslap</b>	✓	✓ Nem interaktív Szövegalapú Statikus	✓	✓	✓	✓
<b>2. csoport: Hagományos e-learning kurzuslap</b>	✓	✓ Félig interaktív Szövegalapú Navigálható		✓		✓
<b>3. oldal: Videó alapú kurzuslap</b>	✓	✓ Félig interaktív Videó alapú Navigálható		✓		✓



A hallgatók tanulási ideje az előzetes próbatanulás alapján közel 35 percre lett beállítva. A kísérleti személyek az előzetes instrukciók alapján egységesen arra lettek megkérve, hogy ezt a tanulási időt lehetőleg használják ki. A kísérlet laboratóriumi körülmények között zajlott, ahol a résztvevők folyamatosan nyomon követhették a tanulási idő múlását egy kontroll monitoron (2. ábra).



2. ábra

Laboratórium elrendezésének kialakítása

A tanulási szakasz során a résztvevőknek el kellett sajátítaniuk a Termékélmény kurzuslapokon található tananyagot, amelyek az általuk jól ismert Moodle keretrendszerben lettek összeállítva. A Termékélmény szabadon választható tantárgyat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) hallgatói körében való népszerűsége miatt választottuk ki. A kurzus elsődleges célja az volt, hogy betekintést nyújtson a termékélmény fogalomtárába és azok (interdiszciplináris) tudományos háttérébe. A téma alapvető pszichológiai ismereteinek bemutatása után a kurzus a termékélmény egyedi aspektusait tárgyalta a termék és az ember szemszögéből. A jelen kutatás keretében a résztvevők a pszichológiai iskolák különféle megközelítéseivel ismerkedtek meg.

### 3.5 Minta jellemzése

A vizsgálatba az előzetes szűrőkérdőív kiértékelését követően a BME és a Budapesti Corvinus Egyetem (BCE) termékélmény témakör iránt érdeklődő, de azzal kapcsolatban előzetes tudással nem rendelkező hallgatóit vontuk be. A kutatásban 5 férfi és 10 nő vett részt, közülük heten a BCE, nyolcan pedig a BME aktív hallgatói jogviszonnal rendelkező hallgatói voltak. A résztvevők 19 és 25 év közöttiek voltak (átlagéletkor 21,5 évnek felelt meg).

A mintáról elmondható, hogy a résztvevők görgetett tanulmányi átlaga 4,099 ( $\sigma=0,471$ ). A számterjedelmi teszten elért eredményük 5,2 ( $\sigma=1,014$ ), míg a fordított számterjedelemen 4,0

( $\sigma=1,195$ ) volt. A további – 1. fázisban – felvett előzetes tesztek eredményei betűfluencia mérésénél 18 ( $\sigma=4,088$ ), a szemantikus feladatban 18,6 ( $\sigma=4,239$ ), az igék felsorolásakor pedig 22,8 ( $\sigma=4,632$ ).

A résztvevőket a három csoportba úgy soroltuk be, hogy a csoportok között a görgetett tanulmányi átlag, a kognitív feladatokon nyújtott teljesítmény, illetve az előzetes kérdőívek eredményei alapján ne legyen szignifikáns különbség ( $p>0,05$ ). Ezt minden paraméter mentén Mann-Whitney U-teszt segítségével igazoltuk az alacsony elemszámra való tekintettel (2. táblázat)

2. táblázat  
Mann-Whitney U-teszt értékek a különböző csoportok között

Görgetett átlag		Számterjedelmi teszt		Számterjedelmi teszt		Verbális fluenciateszt (betű)		Verbális fluenciateszt (szemantikus)		Verbális fluenciateszt (ige)		
1. vs 2.	U=7; W=22; Z=-1,15;	p=0,25	U=9,5; W=24,5; Z=-0,65;	p=0,52	U=11,5; W=26,5; Z=-0,22;	p=0,82	U=7; W=22; Z=-1,16;	p=0,25	U=12; W=27; Z=-0,1;	p=0,92	U=11,5; W=26,5; Z=-0,21;	p=0,83
1 vs 3.	U=7; W=22; Z=-1,15;	p=0,25	U=12,5; W=27,5; Z=0;	p=1	U=12; W=27; Z=-0,12;	p=0,9	U=4; W=19; Z=-1,8;	p=0,07	U=10,5; W=25,5; Z=-0,42;	p=0,67	U=9; W=24; Z=-0,73;	p=0,46
2, vs 3.	U=11; W=26; Z=-0,31;	p=0,75	U=7,5; W=22,5; Z=-1,49;	p=0,14	U=12; W=27; Z=-0,11;	p=0,091	U=11; W=26; Z=-0,32;	p=0,75	U=11; W=26; Z=-0,32;	p=0,75	U=9,5; W=24,5; Z=-0,65;	p=0,52

### 3.5 Hipotézisek

A vizsgálat előtt hat hipotézist került megfogalmazásra a különböző típusú e-learning anyagok hatékonyságával kapcsolatban. Ezek az alábbiak voltak:

1. hipotézis: Az e-learning tananyag típusa hatással van a tanulók motivációjára.
2. hipotézis: Az e-learning tananyag típusa hatással van a mentális fáradtságra.
3. hipotézis: Az e-learning tananyag típusa hatással van a munkaterhelésre.
4. hipotézis: Az e-learning tananyag típusa hatással van a tudásellenőrző teszten elért pontszámra.
5. hipotézis: Az e-learning tananyag típusa hatással van a PVT feladaton nyújtott reakcióidőre.
6. hipotézis: A tudásellenőrző teszt pontszáma függ az alvásminőség skálán (GSQS) elért eredményekről, a görgetett átlagtól és a tudásellenőrző teszt kitöltéséhez szükséges időtől.

## 4. Eredmények

### 4.1 A hipotézisvizsgálatok eredményei

A hipotézisek vizsgálatához összegyűjtöttük a görgetett tanulmányi átlagot, a Groningen Alvásminőség Skála (GSQS) értékét, az interjúkból származó motivációs pontokat, a fáradtságjelző gombnyomások számát, a NASA munkaterhelési index értékét (TLX), a teszt kitöltéséhez szükséges időt másodpercben, a tudástesztben elért százalékos és a pszichomotoros éberségi tesztek (PVT) eredményeit (5. táblázat).

3. táblázat  
A hipotézisvizsgálatokhoz szükséges adatok

	Görgetett átlag	GSQS	Motiváció	Fáradásjelzés	TLX [%]	Teszt kitöltés ideje [mp]	Tudásteszt [%]	PVT 1. mérés	PVT 2. mérés
1	3.29	3	8	3	46	229	40	302.14	291
	4.6	2	6	0	32	470	60	350.59	315.93
	4.55	2	5	2	69	615	80	300.81	287.93
	4.59	3	5	6	66	611	72	409.75	429.31
	4.33	2	10	2	57	358	92	359.36	353.22
2	4.58	2	7	3	64	311	68	365.99	390.76
	4.32	9	9	3	39	424	84	314.11	302.92
	3.32	9	5	0	27	352	88	336.77	379.47
	3.94	3	8	2	50	410	84	324.11	318.12
	3.81	5	8	3	41	340	52	356.59	345.37
3	4.43	3	8	4	68	565	64	297.75	301.29
	4.43	2	8	2	50	295	72	342.43	364.23
	3.91	9	6	1	57	502	68	368.91	360.08
	3.44	0	10	0	57	285	80	318.53	294.16
	3.95	5	7	1	63	500	60	292.92	299.81

Az 1. hipotézis vizsgálatához az adatokat interjúk segítségével gyűjtöttük össze. A 10 pontos Likert-skálán a résztvevőknek értékelniük kellett a tanulás során a motivációjukról alkotott szubjektív észlelésüket. A résztvevők motivációjukkal kapcsolatos szubjektív megítélése emelkedő tendenciát mutat: az 1. csoportnál az átlag 6,8 ( $\sigma=2,168$ ), a 2. csoportnál 7,4 ( $\sigma=1,517$ ), a 3. csoportnál pedig 7,8 ( $\sigma=1,483$ ) volt. Mann-Whitney U teszt segítségével azonban igazolható, hogy nincs szignifikáns különbség a három csoport között ( $U=10$ ,  $W=25$ ,  $Z=-0,535$ ,  $p=0,592$ ;  $U=8$ ,  $W=23$ ,  $Z=-0,961$ ,  $p=0,337$ ,  $U=11,5$ ,  $W=26,5$ ,  $Z=-0,216$ ,  $p=0,829$ ). Így az 1. hipotézis elvetésre került, vagyis a jelenlegi minta nem bizonyítja, hogy az e-learning anyag típusa hatással lenne a hallgatók motivációjára.

A 2. hipotézis adatai esetében a fáradtságjelző gombnyomások száma csökkenő tendenciát mutat a csoportok tekintetében: 2,6 ( $\sigma=2,19$ ), 2,2 ( $\sigma=1,3$ ) és 1,6 ( $\sigma=1,52$ ). Azonban a 2. hipotézis is elvetésre került, mert a csoportok közötti különbség itt sem szignifikáns ( $U=12$ ,  $W=27$ ,  $Z=-0,110$ ,  $p=0,913$ ;  $U=8,5$ ,  $W=23,5$ ,  $Z=-0,851$ ,  $p=0,395$ ;  $U=9$ ,  $W=24$ ,  $Z=-0,747$ ,  $p=0,548$ ). Ezért a jelenlegi minta nem bizonyítja, hogy az e-learning tananyag típusa hatással lenne a fáradtságra.

A 3. hipotézis vizsgálata a TLX értékeken alapult, melyek a 3. csoportban voltak a legmagasabbak (átlagosan 59%,  $\sigma=6,749$ ). Ez az érték alacsonyabb volt a további két esetben: 54% ( $\sigma=15,17$ ) az 1. csoportban és 44,33% ( $\sigma=13,65$ ) a 2. csoportban. Mivel a különbség statisztikailag nem szignifikáns ( $U=7$ ,  $W=22$ ,  $Z=-1,149$ ,  $p=0,251$ ;  $U=11$ ,  $W=26$ ,  $Z=0,317$ ,  $p=0,751$ ;  $U=4,5$ ,  $W=19,5$ ,  $Z=-1,681$ ,  $p=0,093$ ), így a 3. hipotézis is elvetésre került. A jelenlegi minta nem bizonyítja tehát azt sem, hogy az e-learning tananyag típusa hatással lenne a munkaterhelésre.

A 4. hipotézis adatai alapján az is elmondható, hogy a tudásteszt eredményei az átlagokban növekvő tendenciát mutatnak: 69% ( $\sigma=19,88$ ), 74% ( $\sigma=12,20$ ), 79% ( $\sigma=9,55$ ). A 4. hipotézis viszont nem fogadható el, mert a csoportok közötti különbség statisztikailag nem szignifikáns ( $U=10$ ,  $W=25$ ,  $Z=-0,524$ ,  $p=0,6$ ;  $U=11,5$ ,  $W=26,5$ ,  $Z=-0,211$ ,  $p=0,833$ ;  $U=7,5$ ,  $W=22,5$ ,  $Z=-$

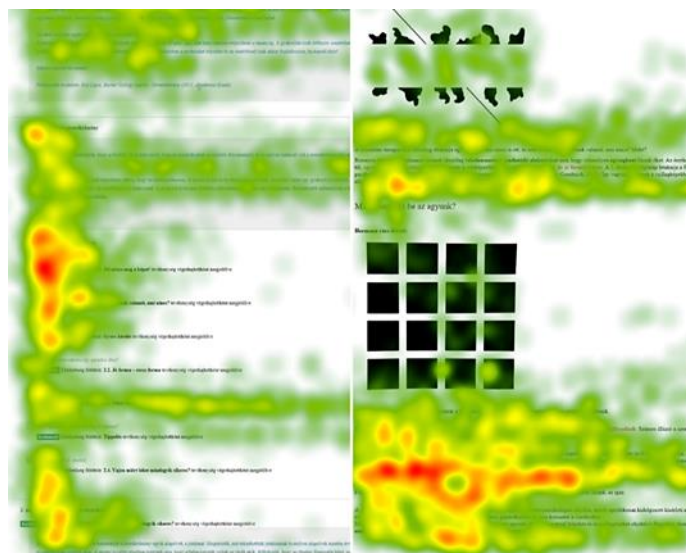
1,051,  $p=0,293$ ). A jelenlegi minta nem bizonyítja, hogy az e-learning tananyag típusa hatással lenne a tudástesztek pontszámaira.

A Wilcoxon-féle előjeles rangpróba használható az 5. hipotézis vizsgálatára a résztvevők PVT eredményeinek párban történő, soronkénti összehasonlítására. Az alacsony elemszám miatt ezt a módszert a páros t-próba nem paraméteres alternatívájaként alkalmaztuk. Annak ellenére, hogy az 1. csoportban négy, a 2. csoportban három, a 3. csoportban mindössze két esetben csökkentek a reakcióidők, a csoportok közötti különbség statisztikailag nem szignifikáns ( $Z=-0,944$ ,  $p=0,345$ ,  $Z=-0,405$ ,  $p=0,686$ ,  $Z=-0,135$ ,  $p=0,893$ ). Ez egyben azt is jelzi, hogy a jelenlegi mintában a hipotézis nem került elfogadásra, így nem igazolható, hogy az e-learning tananyag típusa hatással lenne a reakcióidőre.

A 6. hipotézis Spearman korrelációval vizsgálható, mivel a tudáspróba százalékos aránya, a teszt kitöltéséhez szükséges idő, a Groningen Alvásminőség Skála értéke (GSQS) és a görgetett tanulmányi átlag nem mindegyike követ normális eloszlást a Kolmogorov-Smirnov tesztek eredményei alapján. Mivel a korrelációs együtthatók szignifikánsan eltérnek a 0-tól minden esetben ( $\rho=0,065$ ,  $p=0,819$ ;  $\rho=0,069$ ,  $p=-0,806$ ;  $\rho=0,003$ ,  $p=0,992$ ), ezért a 6. hipotézis is elvetésre került. Ez azt jelenti, hogy a tudásteszt pontszáma nem függ a GSQS értéktől, a görgetett tanulmányi átlagtól vagy a teszt kitöltéséhez szükséges időtől.

#### 4.2 Szemmozgás-követéses eredmények

Az 1. csoportban a kurzuslap főoldalán keletkező hőterképek alapján elmondható, hogy azt a kísérleti személyek a tanulási környezet jellegének megfelelően tekintették meg: elsősorban azokra a megadott pontokra koncentráltak, amelyeket lépésről lépésre el kellett elsajátítaniuk. A tanulási aloldalak hőterképei alapján úgy tűnik, hogy a szövegalapú kurzuslapokon az írott tartalom lényegesen nagyobb figyelmet kap, mint a képek (3. ábra).



3. ábra

1. csoport hőterkép példák: főoldal (bal oldalt) és aloldal (jobb oldalt)

Ez a kurzuslapon alkalmazott AOI elemzés segítségével számszerűen is igazolható, ha kijelöljük az ott található összes kép és szöveg típusú tartalmat külön-külön érdeklődési területek formájában.

2.1. Látunk valamit, ami nincs?

**1.kép**

**1. szöveg**

**2. kép**

**2. szöveg**

**3. kép**

**3. szöveg**

4. ábra

AOI részek definiálása a Tobii Studio szoftverben

Az AOI részekre lekért adatok alapján megállapítható, hogy a szöveges tartalmak megtekintésekor a fixációk és a látogatások száma minden résztvevő esetében ténylegesen magasabb (4. táblázat).

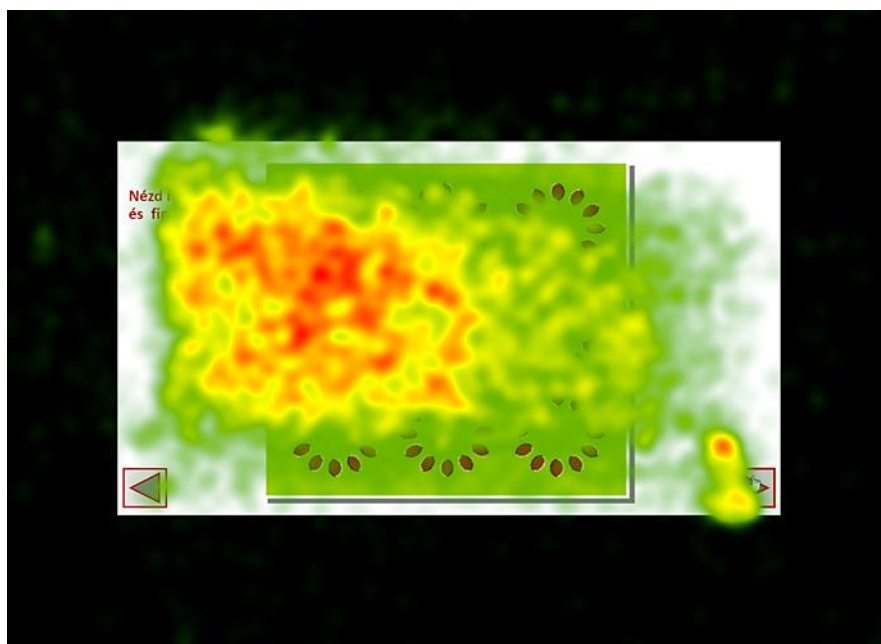
4. táblázat  
Az AOI részekre lekért kvantitív adatok

Fixációk száma							
1. kép	2. kép	3. kép	SZUM	1. szöveg	2. szöveg	3. szöveg	SZUM
8	45	17	<b>70</b>	50	106	392	<b>548</b>
4	12	14	<b>30</b>	21	71	208	<b>300</b>
9	31	30	<b>70</b>	23	135	317	<b>475</b>
91	159	60	<b>310</b>	26	90	503	<b>619</b>
6	45	71	<b>122</b>	42	117	315	<b>474</b>
Látogatások száma							
1. kép	2. kép	3. kép	SZUM	1. szöveg	2. szöveg	3. szöveg	SZUM
6	37	14	<b>57</b>	39	61	215	<b>315</b>
3	4	11	<b>18</b>	8	21	77	<b>106</b>
5	12	15	<b>32</b>	10	31	44	<b>85</b>
42	69	31	<b>142</b>	15	50	144	<b>209</b>
4	13	24	<b>41</b>	7	20	40	<b>67</b>

A Wilcoxon-próba már alacsony elemszám ( $n=5$ ) esetén is lehetővé teszi a táblázat összesített („SZUM” jelölésű) adatainak párban történő, soronkénti összehasonlítását. Ez alapján igazolható, hogy a fixációk és a látogatások száma mutatók szignifikánsan különböznek mindkét esetben ( $Z=-2,023$ ,  $p=0,043$ ). Tehát a szöveges tartalom valóban nagyobb figyelmet kapott ezeken a kurzuslapokon, mint a képek.

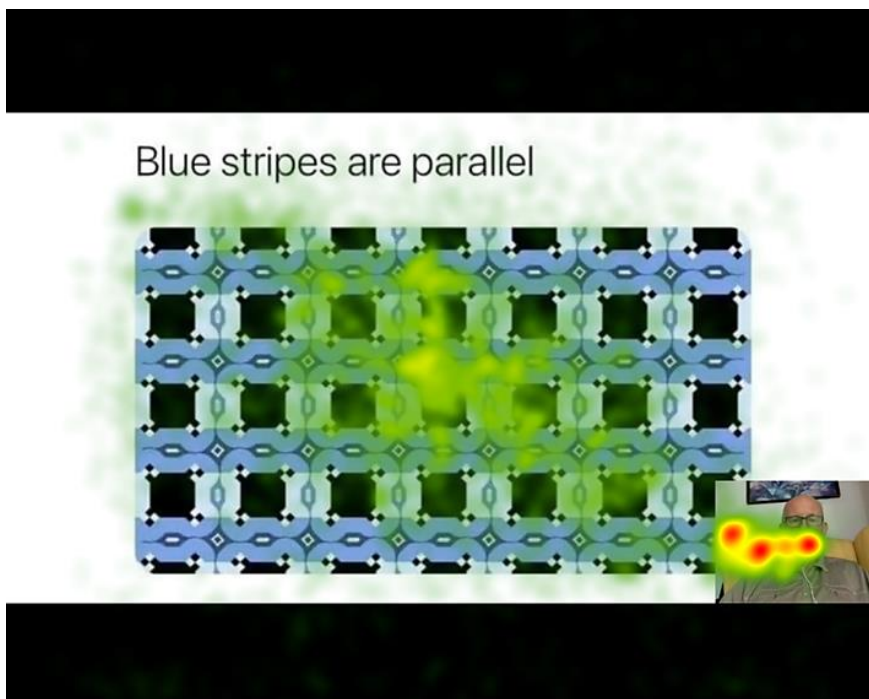
A 2. csoportban, ahol a képek és a szövegek együtt jelentek meg az e-learning tananyagban, a tekintet a tanulási területen belül maradt, amint az a hőtérképeken is látható (5. ábra). Itt úgy tűnik tehát, hogy a résztvevők a tananyagra összpontosítottak (a tanulási terület átlagos látogatási száma 50,7 volt; 40,577-es szóra értékkel).





5. ábra  
2. csoport hő térkép példa

A 3. csoportban az e-learning tananyag mellett pedig az oktató kapott kiemelt figyelmet a tanulás szakasz során (6. ábra). A résztvevők tekintete a példaként kiemelt diára átlagosan 125,8 alkalommal ( $\sigma=48,215$ ) tért vissza a jobb alsó sarokba, ahol az oktató volt jelen. Ez ebben a csoportban trendszerűen a többi diára is igaz, ami a jobb alsó ("oktatói") terület kiemelt jelentőségét jelzi. Azt, hogy az oktató hitelessége a videón elsődleges fontosságú, azt az interjúk során a 3. csoportba tartozó résztvevők szöveges állításokkal is alátámasztották.



6. ábra  
3. csoport hő térkép példa

### 4.3 Az interjúk eredményei

A tanulók túlnyomó többsége teljes csendben is hatékonyan tud tanulni - a tanulási környezetükre és szokásaikra vonatkozóan gyűjtött adatok szerint. A válaszadók közül mindössze ketten említették a háttérzene fontosságát. Az interjúkból az is kiderült, hogy a legtöbb diák este/éjszaka szeret tanulni, és csak egy diák jelölte meg a hajnalt ideális tanulási időpontként. Néhányan az éjszakai tanulást a halogatással vagy azzal indokolták, hogy a munkarendjük ezt teszi lehetővé a számukra. Ami a testtartást illeti, egyes hallgatók inkább a számítógép előtt vagy az ágyon ülve tanulnak, míg mások inkább az ágyon fekvé vagy sétálva. A megkérdezettek több esetben említették a megfelelő megvilágítást, a tiszta környezetet, az elegendő helyet és a növények jelenlétét is mint fontos szempontot. A helyszínt illetően a családi környezetet, az albérltet és a kollégiumi szobát emelték ki.

Ami a tanulási stratégiát illeti, a digitális tartalom többszöri újraolvasása mellett a hallgatók többsége saját jegyzetektől tanul, amelyeket a tananyag elsajátítása során készít. Néhányan ilyenkor vizuálisan is megtámogatják a jegyzetelést (pl. kiemelő filctollak használatával). Több interjúalany megjegyezte, hogy azért kedvelik a videóalapú e-learning tartalmakat, mert ott saját tempójukban dolgozhatják fel azokat (megállíthatják, felgyorsíthatják stb.). Néhány interjúalany szerint a gyakorló tesztek és korábbi vizsgák kitöltése is megkönnyíti az új információk elsajátítását.

A legtöbb hallgató akkor vette észre, hogy fáradt, amikor többszöri olvasás után már nem tudta „felfogni” az anyagot, amikor a figyelme elkalandozott, vagy amikor hirtelen álmosnak érezte magát. A megkérdezettek szerint a fizikai tünetek is jelzik, hogy már kimerültek: fejfájást, hátfájást, szibbadást a nyakban és szemfáradtságot említettek. A diákok közül sokan használták az "elég volt" kifejezést annak leírására, hogy mit éreznek, amikor már túl régóta tanulnak. Azoknál a résztvevőknél tartoztak a fent említett válaszok a fáradtság tünetei közé, akik megnyomták a fáradtságjelző gombot a jelen kísérlet során.

A hallgatóknak különböző stratégiáik vannak arra vonatkozóan, hogy mit tesznek, ha elfáradnak tanulás közben. A legtöbben szüneteket tartanak, amelyek alatt kávé, vizet vagy üdítőt fogyasztanak. Néhányan mozgással (felállással, sétával, tornával, jógával) élénkítik magukat, míg mások interakcióba lépnek a körülöttük lévőkkel (többnyire beszélgetés formájában). Többben említették a mobiltelefon használatát, az internet böngészését és a videojátékokat mint a fáradtság levezetésének módszerét.

A diákok mindenképp azt várják el az online tananyagoktól, hogy lényegre törőek legyenek. Fontos, hogy az anyagoknak és a tanfolyami oldalaknak összességében élvezetesnek, jól szervezetteknek, esztétikusnak és gyakorlati példákkal teletűzdeltnek kell lenniük.

A kísérlet keretében elsajátítandó tananyaggal kapcsolatos észrevételeket a három csoport külön-külön értékelte. Az 1. csoport öt résztvevője közül négynek tetszett a megadott e-learning tartalom. A feldolgozási nehézségek és az „unalmas” részek mellett a kidolgozatlan és rosszul strukturált, moduláris, objektum-orientált, nagy mennyiségű szöveget tartalmazó kurzuslapot említették problémaként.

A 2. csoport résztvevői túlnyomórészt „jónak” és „érdekesnek” minősítették a szabványos, navigálható e-learning tartalmat a kurzuslapon. Könnyű volt navigálni és megérteni, de nem tetszettek nekik a túl nagy képméretes és az elavult design (pl.: „amikor egy kép az egész képernyőn lebegett, az nagyon zavaró volt”).

A 3. csoport mind az öt hallgatója kedvelte a videóalapú tananyagokat, mert a professzor mindig látható volt, ami személyesebbé tette a tanulás élményét. Négyen közülük a kurzuslapot



is szívesen használták, míg egynek technikai problémája volt, így nem tudott pozitívan nyilatkozni. A videóban használt diák nem megfelelő designja, a szövegek olvashatatlansága és a szövegben a kontraszt hiánya nem tetszett a résztvevőknek.

## 5. Következtetések

A tanulmány keretében kvalitatív és kvantitatív kutatási módszereket egyaránt alkalmaztunk. A különféle tesztek, a szemmozgáskövetés és az interjúk egymást kiegészítve hozzájárultak a kutatási terv módszertani megalapozottságához. A jelenlegi próba (pilot) kutatás kis mintanagysága miatt a hipotéziseket el kellett vetnünk, mivel nem kaptunk szignifikáns eredményeket. Tendenciák azonban szinte mindig megfigyelhetők voltak, ezek arra utalnak, hogy a válaszadók számának növekedésével a csoportok közötti különbségek statisztikailag is megerősítést nyerhetnek.

A kísérleti tanulmányban a csoportok közötti különbségeket előrejelző növekvő/csökkenő átlagok ellenére úgy tűnik, hogy a tananyag típusa hatással lehet az e-learninges anyag hatékonyságára. A videóalapú e-learninges kurzuslap irányába nőttek a motivációs értékek, valamint a tesztekre kapott pontszámok az egyes csoportokban, míg a fáradtság szubjektív érzékelése csökkent. Egyedül a munkaterhelési értékek változásában nem lehet tendenciát felfedezni. A reakcióidőt tekintve (a jelenlegi kutatásban megfigyelt változások alapján) úgy tűnik, hogy a videóalapú kurzuslapok a leghatékonyabb formái a tananyagoknak. Az interjúk teljes képet adnak a tanulók preferenciáiról a hatékony e-tanulási anyagokkal kapcsolatban. Az eredmények alapján rövid, tömör videotartalmak feltöltése javasolt, amelyeket érdemes további anyagokkal (pl. diasor) kiegészíteni. Az oktatókat illetően pedig a hitelességet hangsúlyozták a hallgatók, míg az írott anyagok esetén az volt fontos számukra, hogy tömörek és érdekesek legyenek az elsajátítandók. A hallgatók a nagyszámú gyakorló teszt fontosságát is hangsúlyozták, mivel véleményük szerint ez szükséges feltétele annak, hogy kellőképpen vonzó legyen a kurzuslap.

### 5.1 Korlátok és jövőbeli kutatási irányok

A koronavírus-járvány miatt a vizsgálatot nem lehetett a nyári szünet közepe előtt elvégezni. Ennek következtében a hallgatók toborzása jelentősen nehezebb volt, ami hatással lehetett a motivációjukra és a hozzáállásukra. Ezenkívül a mentális fáradtság is objektíven nyomon követhető lenne a szemmozgáskövetés adatainak felhasználásával. A szemkövetéses vizsgálatok szerint számos, a fáradtsággal korreláló metrikát azonosítottak, köztük a pupilla átmérőjét, a pislogást, a szemösszehúzódnak sebességét és amplitúdóját, valamint a szakkádikus mutatószámokat (HOPSTAKEN ET AL., 2015; MARTINS - CARVALHO, 2015). Kognitívan megterhelő feladatokban a szakkádikus paraméterek (pl. sebesség) és a fáradtság közötti összefüggést széles körben tanulmányozták. A kutatók azt találták, hogy a fáradtság növekedésével a szakkádsebesség csökken különböző feladathelyzetekben (BAFNA–HANSEN, 2021), ezért a közeljövőben ezt a mutatót is figyelembe kívánjuk venni a kutatásaink során.

## Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás a TKP2020-NKA-02 projekt részeként valósult meg a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatásával, a Tématerületi Kiválósági Program támogatási rendszerének keretében.

## Felhasznált irodalom

ACKERMAN, P. L. (2011). *Cognitive fatigue: Multidisciplinary perspectives on current research and future applications*. American Psychological Association.

ACKERMAN, P. L. – KANFER, R. (2009). Test length and cognitive fatigue: an empirical examination of effects on performance and test-taker reactions. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 15(2), 163.

ADEDOYIN, O. B. – SOYKAN, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 1–13.

AIXIA, D. – WANG, D. (2011). Factors influencing learner attitudes toward e-learning and development of e-learning environment based on the integrated e-learning platform. *International Journal of E-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 1(3), 264.

ALHOMOD, S. – SHAFI, M. M. (2013). Success factors of e-learning projects: A technical perspective. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 12(2), 247–253.

ALQAHTANI, A. Y. – RAJKHAN, A. A. (2020). E-learning critical success factors during the covid-19 pandemic: A comprehensive analysis of e-learning managerial perspectives. *Education Sciences*, 10(9), 216.

ANDRÁS, M. (2021). *A figyelmi feladatok által okozott akut mentális fáradtság pszichofizikai és autonóm idegrendszeri jellemzői*. Pécsi Tudományegyetem.

ARGHODE, V. – BRIEGER, E. – WANG, J. (2018). Engaging instructional design and instructor role in online learning environment. *European Journal of Training and Development*, 42(7/8), 366–380.

BAFNA, T. – HANSEN, J. P. (2021). Mental fatigue measurement using eye metrics: A systematic literature review. *Psychophysiology*, 58(6), e13828.

BENSCOTER, B. – KING, M. – ROTHWELL, W. J. – KING, S. B. (2015). *Mastering the Instructional Design Process: A Systematic Approach*. John Wiley - Sons.

BOKSEM, M. A. S. – MEIJMAN, T. F. – LORIST, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72(2), 123–132.

BOKSEM, M. A. S. – TOPS, M. (2008). Mental fatigue: costs and benefits. *Brain Research Reviews*, 59(1), 125–139.

BORRAGÁN, G. – SLAMA, H. – BARTOLOMEI, M. – PEIGNEUX, P. (2017). Cognitive fatigue: A time-based resource-sharing account. *Cortex*, 89, 71–84.

CARRIL, M. – PABLO, C. – GONZÁLEZ, S. – MERCEDES, H. – SELLÉS, N. (2013). Pedagogical roles and competencies of university teachers practicing in the e-learning environment. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(3), 462–487.

CENNAME, K. – KALK, D. (2019). *Real world instructional design: An iterative approach to designing learning experiences*. Routledge.

DELUCA, J. E. (2005). *Fatigue as a Window to the Brain*. MIT press.

FEBIYANI, A. – FEBRIANI, A., – MA'SUM, J. (2021). Calculation of mental load from e-learning student with NASA TLX and SOFI method. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 5(1), 35–42.

HART, S. G. (2006). NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 904–908. <https://doi.org/10.1177/154193120605000909>

HENG, K. – SOL, K. (2021). Online learning during COVID-19: Key challenges and suggestions to enhance effectiveness. *Cambodian Journal of Educational Research*, 1(1), 3–16.

HOCKEY, G. R. J. (2011). *A motivational control theory of cognitive fatigue*.

HOLGADO, D. – TROYA, E. – PERALES, J. C. – VADILLO, M. A., – SANABRIA, D. (2021). Does mental fatigue impair physical performance? A replication study. *European Journal of Sport Science*, 21(5), 762–770.

HOLMQUIST, K. – NYSTRÖM, M. – ANDERSSON, R. – DEWHURST, R. – JARODZKA, H. – VAN DE WEIJER, J. (2011). *Eye Tracking: A Comprehensive Guide To Methods And Measures*. Oxford University Press.

HOPSTAKEN, J. F. – VAN DER LINDEN, D. – BAKKER, A. B. – KOMPIER, M. A. J. (2015). The window of my eyes: Task disengagement and mental fatigue covary with pupil dynamics. In *Biological Psychology* (Vol. 110, pp. 100–106). Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.06.013>

KIRSCHNER, P. A. – HENDRICK, C. (2020). *How learning happens: Seminal works in educational psychology and what they mean in practice*. Routledge.

- KLEIN, S. (2018). Fáradtság (és más hasonló jelenségek). In S. Klein (Ed.), *Munkapszichológia a 21. században* (pp. 581–655). Edge 2000.
- LOU, J. S. (2009). Physical and mental fatigue in Parkinson's disease. *Drugs - Aging*, 26(3), 195–208.
- MACKH, B. M. (2021). *Pivoting Your Instruction: A Guide to Comprehensive Instructional Design for Faculty*. Routledge.
- MAFFEI, A. – ANGRILLI, A. (2018). Spontaneous eye blink rate: An index of dopaminergic component of sustained attention and fatigue. *International Journal of Psychophysiology*, 123, 58–63.
- MARTINS, R. – CARVALHO, J. M. (2015). Eye blinking as an indicator of fatigue and mental load—a systematic review. *Occupational Safety and Hygiene III*, 10, 231–235.
- MASOUMI, D. (2006). Critical factors for effective eLearning. Retrieved November, 12, 2011.
- MATUZ, A. – VAN DER LINDEN, D. – TOPA, K. – CSATHÓ, Á. (2019). Cross-modal conflict increases with time-on-task in a temporal discrimination task. *Frontiers in Psychology*, 10, 2429.
- MEGYERI, M. – SZABÓ, B. (2021). Investigating the Effectiveness of User Onboarding Solutions With Eye Tracking: A Case Study on Paint 3D. *Ergonomics in Design*, 10648046211026028.
- MEGYESI-MOLNÁR, É. (2018). *A végrehajtó funkciók és a munkamemória összefüggései az iskolai teljesítménnyel*. szte.
- MOHAI, K., – SZABÓ, C. (2014). A munkamemória vizsgálata. *Gyógypedagógiai Szemle*, 42(3), 226–232.
- MORRISON, G. R. – ROSS, S. J. – MORRISON, J. R., – KALMAN, H. K. (2019). *Designing effective instruction*. John Wiley - Sons.
- NILSON, L. B. – GOODSON, L. A. (2021). *Online teaching at its best: Merging instructional design with teaching and learning research*. John Wiley - Sons.
- OLLÉ, J. (2018). Oktatástervezés: a tevékenységközpontú digitális tananyag strukturális és módszertani sajátosságai. *Ollé János – Mika János (Szerk.) Iskolakultúra és környezetpedagógia*. Budapest, Eötvös Egyetemi Kiadó 59–68.
- OLLÉ, J. - HÜLBER, L. – SABLİK, H. – KOCSIS, Á. (2016). Development of a New Activity-Based Instructional Design Model. *EDEN Conference Proceedings*, 1, 63–69.
- SHEN, J. – BARBERA, J. – SHAPIRO, C. M. (2006). Distinguishing sleepiness and fatigue: focus on definition and measurement. *Sleep Medicine Reviews*, 10(1), 63–76.
- SIMOR, P. – KÖTELES, F. BÓDIZS, R. – BÁRDOS, G. (2009). A questionnaire based study of subjective sleep quality: the psychometric evaluation of the Hungarian version of the Groningen Sleep Quality Scale. *Mentálhigiéne és Pszichoszomatika*, 10(3), 249–261.
- SUHÁNSZKI, N. – HAIDEGGER, T. (2014). Objektív sebészet-robotok és szimulátorok használata a sebészeti képességek felmérésére. *Magyar Sebészet*, 67(6), 340–352.
- SZABÓ, B. (2020). A szemmozgáskövetés története és felhasználási lehetőségeinek bemutatása az e-kereskedelemben (The story of eye tracking and its possible applications in e-commerce). *Információs Társadalom*, 20(1), 127–151.
- SZABÓ, B. – SZEDERKÉNYI, B. (2020). Reklámok figyelemre gyakorolt hatásának szemmozgáskövetéses vizsgálata. *Jel-Kép*, 41(1), 71–84. <https://doi.org/10.20520/JEL-KEP.2020.1>.
- TÁNCZOS, T. – JANACSEK, K. – NÉMETH, D. (2014). A verbális fluencia-tesztek II. A szemantikus fluencia-teszt magyar nyelvű vizsgálata 5-től 89 éves korig. *Psychiatria Hungarica*, 29(2), 181–207.
- VAN DER LINDEN, D. (2011). *The urge to stop: The cognitive and biological nature of acute mental fatigue*.