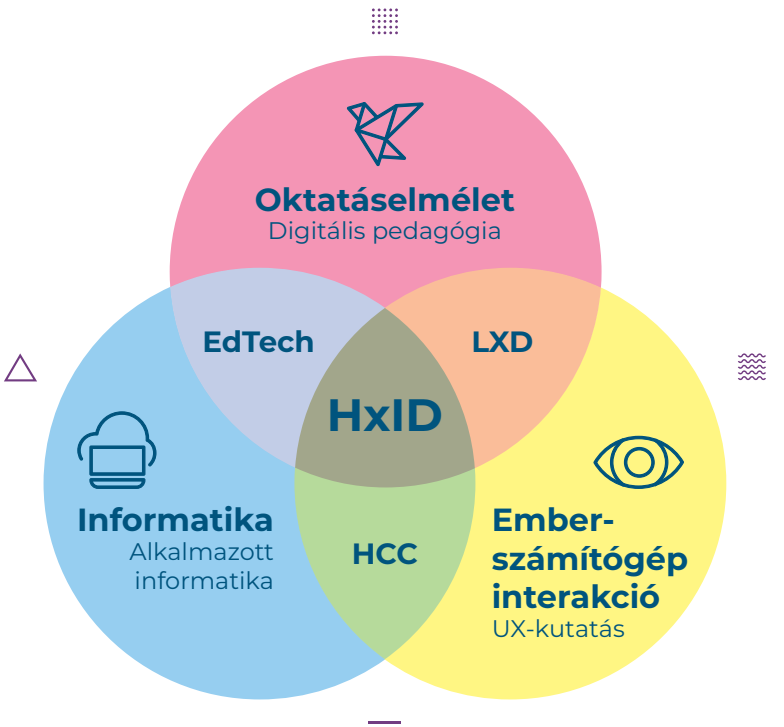
Prantner Csilla

HIBRID TANULÁST TÁMOGATÓ DIGITÁLIS FELÜLETEK INNOVATÍV TERVEZÉSÉNEK MÓDSZERTANA

Oktatói portál esettanulmányok



Prantner Csilla

HIBRID TANULÁST TÁMOGATÓ DIGITÁLIS FELÜLETEK INNOVATÍV TERVEZÉSÉNEK MÓDSZERTANA

Prantner Csilla

HIBRID TANULÁST TÁMOGATÓ DIGITÁLIS FELÜLETEK INNOVATÍV TERVEZÉSÉNEK MÓDSZERTANA

Oktatói portál esettanulmányok

Budapest
2025

MTA MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

A kiadvány megjelenését az MTA Könyv- és Folyóiratkiadási Pályázata (KFB-146/2024) tette lehetővé.

Dr. Prantner Csilla PhD.
Edukációs digitális szakember, ergonómiai és webes akadálymentesítési szakértő

A kiadványt az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatika Doktori Iskolájának *Az informatika alapjai és módszertana* programjának keretében korábban megírt és 2019-ben védett doktori disszertáció ihlette. Alapját, vázát és megírásának motivációs motorját is ennek továbbgondolása adta. A szerző a korábbi írás szemléletét és tartalmának egy részét kívánta modern köntösbe, bárki számára jól érthető, használható és hasznosítható módon közvetíteni, amelyben számtalan új tudástartalom került összeállításra, revideálva a korábban írtakat. A szerző igyekezett kitűzni azokat a kulcselemeket, amelyek az oktatási felületek követelményeinek/ismérveinek, a UX/UI szakma legfontosabb elemeinek és az informatika egzakt gyakorlati szemléletének metszetében helyezkednek el.
A korábbi dolgozat gyakorlati részében létrehozott produktum alkotásának részfolyamatai rövidítve, esettanulmányok formájában szerepelnek a könyv utolsó fejezetében.
Az ELTE IK-ra leadott dolgozat konzulense Dr. habil. Zsakó László egyetemi tanár volt.

© Dr. Prantner Csilla, 2025
© ELTE Eötvös Kiadó, 2025

A kiadó fenntartja magának a jogot a mű egészének, vagy valamely azonosítható részének anyagi formában, és nem anyagi formában történő bármilyen felhasználására, és minden egyes felhasználás engedélyezésére. A mű felhasználása (ide nem értve a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény IV. fejezete szerinti szabad felhasználás esetköreit) kizárólag a kiadó írásos engedélyével, az engedélyben foglalt feltételek maradéktalan betartásával lehetséges. Felhasználásának minősül különösen – de nem kizárólagosan – a többszörözés (bármely módon történő rögzítés, és másolatkészítés), a terjesztés, a jelenléti, rádiós, televíziós, vagy online módon való nyilvánossághoz közvetítés, továbbá a bármilyen analóg, digitális, vagy mesterségesintelligencia-alapú átdolgozás.

ISBN 978-963-312-429-1
ISBN 978-963-312-430-7 (pdf)
DOI 10.21862/Hibridtanulas/2025/4291

ELTE EÖTVÖS KIADÓ
Az ELTE hivatalos könyvkiadója

eltebook.hu

Felelős kiadó: az ELTE Eötvös Kiadó ügyvezető igazgatója
Projektvezető: Egresi Nóra
A borítón a szerző által készített ábra szerepel.
Nyomda: EPDB Nyomtatási Központ Zrt.

Tartalomjegyzék

Előszó 10

I. Problémafelvetés, témaaktualizálás 15

1. Változó világunk 15
2. Ipari forradalmak, technológiai robbanás 16
3. Automatizáció, munkaerőpiaci változások 20
4. 21. századi készségek, képességek és kompetenciák 24
5. Az AI/MI hatása az életünkre és a felsőoktatásra 26
   5.1. A mesterséges intelligencia irányai és lehetőségei 26
   5.2. Az AI-használat kihívásai és veszélyei 28
   5.3. A technológiák hatása döntéseinkre 29
   5.4. MI és a felsőoktatás 32
6. A felsőoktatás digitális transzformációja 39
   6.1. A pandémia hatása az oktatás digitális átállására 39
   6.2. A digitális átállás pillérei a felsőoktatásban 41
7. Változó tanulási környezetek a felsőoktatásban 44
8. MOOC, OCW és ORV kurzusok jelentősége 45
9. A megújult tanulási környezetek szereplőinek kihívásai és igénye 47
   9.1. Az oktatók 47
   9.2. A tanulók 49
10. Oktatási trendek 50
11. Hibrid tanulási környezet 54

II. Neveléstudományi megközelítés 62

1. Tanulás a 21. században 62

1.1. A tanulásértelmezés alakulása 62
1.2. A tanulás formái 63
1.3. Nyílt és zárt oktatás 65
1.4. Szinkron, aszinkron és hibrid online tanulás 66
1.5. A hatékony tanulás klasszikus értelmezése 67
1.6. Online környezetben megjelenő tanulói magatartás 68
1.7. Az önszabályozás fontossága 69
1.8. Új kutatási irányok a tanulás mélyebb megismeréséért 70
1.9. Hatékony tanulástámogató módszerek és eszközök 75
2. A tanulási környezetek fogalomköre 77
2.1. A tanulási környezetek definiálása 77
2.2. A tanulási környezetek típusai (szerepek és módszer alapján) 77
2.3. Az oktatási környezetek típusai (technológiai támogatás alapján) ... 80
2.4. Az online oktatási környezetek formái 82
2.5. Hibrid tanulási környezetek 86
3. Milyen megoldásokat biztosítson egy hibrid, tanulást támogató, digitális platform? 88
3.1 Technológiai megoldások 88
3.2.Technológiák indukálta módszerek és módszertani elemek 92
3.3. Progresszív oktatási módszerek, mint szemlélet 100
3.4. Tanulói aspektusok 107
4. Oktatástervezési modellek, didaktikai design 109
4.1. Oktatás és tanulásközpontú modellek 109
4.2. Tervezés- és fejlesztésközpontú modellek 111
5. Gyakorlati pedagógiai kutatási módszerek 115

5.1. Akciókutatás (Action Research) 116
5.2. Tervalapú kutatás (Design-Based Research, DBR) 117
5.3. Az EEQM modell 119
6. Hibrid tanulási környezet összetevőinek didaktika szempontú ajánlása 120
III. Ember-számítógép interakció aspektusai 121
1. Elméleti keret, fogalmi áttekintés 121
2. A használhatóság, a UX élmény és a felhasználóközpontú szemlélet mélyebb megismerése 126
2.1. A használhatóság 126
2.2. A felhasználói élmény 131
2.3. Az ember- és a felhasználóközpontú szemlélet 136
2.4. Felhasználói szokások és viselkedések 144
3. Tervezői irányelvek, analitikus vizsgálati módszerek és minőségbiztosítási szempontok 150
3.1. Shneiderman aranyszabályai 151
3.2. Nielsen féle heurisztikák 152
3.3. Egyetemes tervezés (UD) 156
3.4. Egyetemes tervezés a tanulásban (UDI) 157
3.5. Akadálymentességi szabvány (WCAG) 158
3.6. Inkluzív tervezés 161
4. A digitális platformok tervezési modelljei 165
4.1. A felhasználóközpontú tervezés 165
4.2. Tervezői gondolkodás 166
4.3. 5D folyamat 168
4.4. Duplagyémánt tervezési folyamatmodell 170

5. UX-kutatási módszerek 172
5.1. A UX kutatási módszerek osztályozása, rendszerkeretei 172
5.2. Két hatékony és érdekes UX-kutatási módszer 174
6. Útmutató a digitális oktatási és tanulási platformok tervezéséhez 182
6.1. A tervezés és felhasználói kutatások előtti lépések 182
6.2. Kérdések oktatási-tanulási platformok tervezésekor 183
6.3. Megoldási ötletek 186
7. Hibrid rendszerek HCI szempontú támogatása 189
IV. Informatikai vonatkozások 190
1. A hibrid oktatás-tanulás informatikai háttere 190
1.1. A hibrid rendszerek ökoszisztémájának hardverelemei 191
1.2. A hibrid rendszerek ökoszisztémájának szoftverei 194
1.3. Hibrid rendszerek típusai 195
1.4. VR, AR, MR és XR technológiák a hibrid tanórák támogatására 196
2. Hibrid oktatást-tanulást támogató digitális tanulási platformok 197
2.1. Hibrid tanulási platformok típusai 197
2.2. Az elsődleges platformok szerepe és koncepciója 203
3. Hibrid oktatást támogató digitális platformok jellemzői 205
3.1. Biztonság és adatvédelem 205
3.2. Akadálymentesítés 207
3.3. Reszponzivitás 224
3.4. Keresőoptimalizálás és kereshetőség 224
4. Oktatási és tanulási platformok analitikája 226
5. Hibrid tanulási környezetek informatika szempontú követelményei 227
V. Esettanulmányok 228

1. Előkutatás, oktatói portálok létjogosultságának kérdése 231
1.1. Előkutatások kérdőívei 232
1.2. Oktatói kérdőív tartalma és szerkezete 232
1.3. Tanulói kérdőív tartalma és szerkezete 234
1.4. Oktatói portálra való igény oktatói és hallgatói oldalról 235
1.5. A Tanítlap létjogosultsága az LMS rendszerek mellett 236
2. Rendszertervezés: a koncepció felépítése 239
2.1. A tanulástámogató rendszerrel kapcsolatos elvárások 239
2.2. Oktatói weboldal tartalmi és funkcionális elemei 240
2.3. Az oktatói oldal tartalmával kapcsolatos felmérések eredményei . 242
2.4. Az oktatói oldal funkcióival kapcsolatos felmérések eredményei .. 245
2.5. A portál struktúrájával kapcsolatos döntések 247
2.6. Jogosultságkezeléssel kapcsolatos döntések 249
2.7. A megjelenéssel kapcsolatos döntések 252
2.8. A technikai megvalósítással kapcsolatos döntések 252
3. Rendszerfejlesztés: informatikai háttér és layout 254
3.1. A rendszerfejlesztés eszközei 254
3.2. Telepített modulok és saját feautere-ök 255
3.3. A portálon definiált szerepkörök 257
3.4. A megjelenés terve és létrehozása 258
4. Rendszerfejlesztés 2: oldalak tartalma és funkciói 266
4.1. A portál oldalainak felépítése 266
4.2. Egyszerű oldalak létrehozása 266
4.3. A Bemutatkozás oldal 267
4.4. A Kurzusok és a Kutatások/Projektek oldalak 270

4.5. A konkrét kurzusok és kutatások/projektek oldalai 271
4.6. A Főoldal 274
4.7. A *Tanítlap* nézetei 276
5. Szemmozgáskövetéssel támogatott használhatósági vizsgálat 277
5.1. A felhasználói tesztelés eszközei 277
5.2. Vizsgálati célok a tanulói tesztek során 278
5.3. A tesztalanyok számának megválasztása 279
5.4. A tanulókkal végzett használhatósági tesztelés menete 280
5.5. A tesztelési környezet 283
5.6. A vizsgálati diasor felépítése 285
5.7. A vizsgálat eredményei és kiértékelésük 286
5.8. A tesztszemélyek száma 291
5.9. A teszteredmények alapján megvalósult módosítások 291
5.10. Az oktatókkal elvégzett használhatósági tesztelés 292
5.11. Összefoglalás 294
6. Rendszerellenőrzés: kódvalidáció és akadálymentesítés 296
6.1. A szabványosság ellenőrzése (validálás) 296
6.2. A *Tanítlap* akadálymentességének vizsgálata 300
6.3. A portál reszponzivitása 304
7. Akciókutatás 306
8. Beválásvizsgálat 308
8.1. Regisztrált felhasználók és kurzusok a *Tanítlapon* 308
8.2. A véleményeket felmérő záró kérdőívek felépítése 309
8.3. A *Tanítlap* portál hasznosságának mérési eredményei 312
8.4. Log fájl elemzés 321

9. Beválásvizsgálat 2: használhatóság értékelése és attitűdvizsgálat 326
9.1. Értékelések a használhatóság tekintetében..... 326
9.2. Szemantikus differenciálskála szerinti értékelés..... 328
9.3. Az oktatói értékelések összevetése az IKER szinttel 328
10. Az oktatók edukációja 330
10.1. A portál bemutatása és alapvető beállításai..... 330
10.2. Oktatóknak készült segédletek és kapcsolattartás 331
10.3. Az elkészült portál bemutatása során szerzett tapasztalatok..... 332
Zárszó 334
Ábrajegyzék 335
Táblázatok jegyzéke 338
Irodalomjegyzék 339

Előszó

„Az egyszerűség a legnagyobb kifinomultság."

Steve Jobs

A könyv témája az oktatáselmélet (Educational Theory), az informatika (Informatics) és az ember-számítógép interakció (Human-Computer Interaction, HCI) területek metszetében helyezhető el.

A szűkebb értelemben vett területeket meghatározva az oktatáselméleten belül a digitális pedagógia (Digital Pedagogy), az informatikán belül az alkalmazott informatika (Applied Informatics), illetve az ember-számítógép interakció területen belül a felhasználói élmény kutatások (User eXperience Research) hármasa, amelyek mélyebben érintett részterületek. A három diszciplína metszethalmazába helyezett terület az oktatástervezés (Instructional Design), amely – online korunknak megfelelően és a jelenléti oktatás hatóerejének ismeretében – a hibrid megoldásokra fókuszáltan kerül tárgyalásra (Hybrid x Instructional Design, HxID). Elsősorban a digitális platformokra értelmezett vetülete, ezek tervezése érdekes számunkra.

Az interdiszciplináris keret globális területeinek részmetszeteit tekintve a következő ágazatok határozhatók meg: Oktatáselmélet és informatika metszetében az Oktatástechnológia (Educational Technology, EdTech) terület, az Oktatáselmélet és HCI metszetében a Tanulói élmény tervezés (Learning eXperience Design, LXD), míg az Informatika és HCI metszetében az Emberközpontú számítástechnika (Human-Centered Computin, HCC) területek tehetők.

Az online tananyagok felhasználóközpontú, ergonomikus tervezésére egyre nagyobb hangsúly helyeződik napjainkban (*National Academies of Sciences*, 2018; *Mangaroska–Giannakos*, 2018; *Cennamo–Kalk*, 2019), a digitális tanulási platformok fejlesztése, és az azon való tanulás hatékonyságvizsgálata előtérbe került (*Jain et al.*, 2019; *Elbyaly–Elfeky*, 2023; *Karl et al.*, 2024; *Chanaa–El Faddouli*, 2024), ezzel egyidejűleg az elektronikus tanulási környezetek változásai mintegy újraélesztették, megfrissítették az oktatástervezés fogalmát és digitális dimenzióba helyezték annak értelmezését, amely újfajta módszertanok kialakulását is eredményezi.

A pandémia időszaka által kialakult váratlan és kéretlen helyzet hívta életre a digitális munkarendű oktatás gyakorlatát, amely először sokféle kihívással, később tapasztalattal szolgált. A Covid-19 járvány utáni időszakban számos oktató kialakította a hibrid tanítási-tanulási gyakorlatot, amelyben a kontakt oktatási tevékenység mellett a digitális térben már készen és (sok rendszer esetében) ingyenesen hozzáférhető tanulástámogató innovatív technológiai repertoár használatát alkalmazta (*Pap et al.*, 2021).

„Hibrid oktatási környezet alatt egy olyan adottságrendszert értünk, amelyben a tradicionális oktatási rendszer inkluzív módon tartalmazza a digitális technológia és módszertan bizonyítottan hatékony elemeit, és optimális tanulási eredményeket biztosít a tanulók/hallgatók számára, hely- és időfüggetlen dimenzióban." (*Racsko–Kis-Tóth*, 2022, 185).

Ebben kulcsszerepet kapnak a didaktikailag jól felépített, megfelelő tartalmak és optimális tudáselsajátítást támogató digitális platformok, amelyek felhasználói élményét meghatározza azok tervezésének és fejlesztésének módja és eszközrendszere (*Prantner, 2*015a, 2018a, 2018b, 2024). E terület módszertana az elmúlt évtizedekben számos innovatív apparátussal bővült, több tudományterületet ötvözve (pszichológia, informatika, kommunikáció) a versenyszférában külön ágazattá fejlődött (UX-UI tervezés, UX Research), azonban az oktatás területére ezek a gyakorlatok még nem kellően integrálódtak.

A kötet problémaaktualizálással indul, amelynek keretében eljut a hibrid oktatás-tanulás fogalomkör értelmezéséig, és az ennek megfelelő változó tanulási környezetbe ágyazottan fogalmazza meg a tanulástámogató digitális felületekkel szemben elvárt követelményrendszert didaktikai, szoftverergonómiai és informatikai aspektusokból.

A monográfia taglalja a téma neveléstudományi vonatkozásait, több szempontból vizsgálja a hatékony tanulás fogalmát és bevezet az oktatási környezetek fogalomkörébe, illetve a modern/progresszív tanulásmódszertanokat is tárgyalja. Ezeken túl összegyűjti és ajánlást tesz a hibrid tanulási környezet összetevőire didaktikai és digitális pedagógiai vonatkozásban elsősorban a digitális platformok kialakítására fókuszálva.

HCI területen (*Katona–Kovari*, 2023) bemutatásra kerülnek a UX-UI tervezéssel kapcsolatos folyamatmodellek, irányelvek, heurisztikák, módszertanok és e területre vonatkozó elvárások, továbbá leírásra kerül egy kritériumrendszer, amely a hibrid tanulási környezetek tervezése és létrehozása során meghatározó lehet.

Végül a kötet feltárja, hogy informatika szempontból milyen elvárásoknak és szabványoknak kell megfelelnie egy hibrid lehetőségeket biztosító, digitális tanulástámogató platformnak, mint például a biztonságnak, a reszponzivitásnak (eltérő képernyőmérethez alkalmazkodó megjelenés), az akadálymentességnek (WCAG irányelveknek való megfelelés), a multimodalitásnak és a kereshetőségnek. Informatikai szempontból megfogalmazásra kerül a hibrid tanulási környezetek követelményei.

A kötettel az akadémiai, elméletközpontú, didaktikai szemléletet és a UX-UI tervezésre és agilis szoftverfejlesztésre jellemző, innovatív piaci gyakorlatot kívánom közelíteni egymáshoz a tanulástámogató digitális platformok tervezésének-fejlesztésének vonatkozásában. Véleményem szerint a két szféra szinergikusan erősítené egymást az oktatástervezés (Instructional Design, ID) területén. Nem csak hazai sajátosság az oktatási és a UX-UI tervezői szféra éles elkülönülésének problémája. Jason *Braun* az Instructional Design kapcsán olyan kapcsolati hiányosságról ír, amelyet nemzetközi viszonylatban is általános problémaként azonosít (*Braun*, 2025).

Ha e két világ és ezek szakemberei között könnyedebb és természetesebb együttműködés volna, akkor élményszerűbb, használhatóbb, motiválóbb és vonzóbb digitális tanulástámogató platformok jöhetnének létre.

A kötet elsősorban neveléstudósok, pedagógusok és olyan oktatással foglalkozó elméleti és gyakorlati szakemberek számára készült, akik szeretnének komplex, jólfelépített, edukációra fókuszált, digitális platformokat tervezni, létrehozni. Szándékom, hogy közelebb hozzam azokat a módszereket, elveket és eszközöket, amelyekkel valóban tanulóközpontú felületek készíthetők.

A kötet felépítése

A kötet I. egységében problémafelvetésről, témaaktualizálásról lesz szó, amelyben körbejárjuk, milyen változásokat generál a gyorsuló technológiai fejlődés, miként hat mindez a társadalom, a gazdaság, a munkaerőpiac és a felsőoktatás világára. Ezek mellett a felsőoktatás mai magyar vonatkozásairól is említést teszünk. Körbejárjuk, milyen kihívásokkal szükséges szembe nézniük a felsőoktatásban szereplő oktatóknak és hallgatóknak, hogyan változnak meg a digitális tanulási környezetek, illetve milyen tudás, készségek és képességek maradnak fenn ma értékként.

Dióhéjban szó esik a közelmúltban történt olyan eseményekről és jelenségekről is, amelyek erős befolyással voltak-vannak a felsőoktatás formálódására, mint pl. a Covid-19 járványhelyzet, a mesterséges intelligencia berobbanása az életünkbe, a fokozódó online jelenlét mindennapjainkban, a digitális kompetencia növekedésének elvárása tanári és tanulói oldalról, illetve az információval szembeni kritikus gondolkodás kulturális és társadalmi szintű igénye.

A II. blokkban a neveléstudományi aspektusok kerülnek előtérbe, szó lesz a tanulásértelmezés alakulásáról, a tanulás formáiról és tereiről, az oktatási környezetek átalakulásáról és a hatékony tanulás meghatározóiról.

A digitális pedagógia területére fókuszáltan foglalkozunk az online oktatási-tanulási környezettel kapcsolatos technológiákkal, módszerekkel és támogató lehetőségekkel és az ezt segítő eszközapparátussal. Emellett bemutatásra kerülnek a modern/progresszív tanulási módszerek és a nemzetközi viszonylatban meghatározó legújabb tanulási trendek; továbbá ismertünk néhány oktatástervezési modellt és pedagógiai kutatásmódszertani eszközt.

A III. részében bemutatásra kerül, hogy miként gondolkodik a digitális termékfejlesztésről a piaci szféra, milyen szempontok határozzák meg a digitális termékek, platformok vizuális és funkcionális kialakítását napjainkban. Így terítékre kerülnek az ergonómia, a használhatóság és a felhasználói élmény fogalmainak értelmezése, valamint a felhasználói igények fókuszba helyezésének ereje és a tervezői gondolkodás fontossága. Kiemelésre kerülnek gyakran alkalmazott UI-UX tervezői alapelvek, szakértői értékelő rendszerek, néhány tervezési és kivitelezési folyamatot meghatározó iteratív modell és két érdekes UX kutatási módszer. Végül áttekintjük, milyen szempontok határozzák meg a tanulói platformok tervezését.

A IV. egységben az oktatási keretrendszerek informatikai és technológiai vonatkozásai kerülnek előtérbe. Ennek kapcsán szó esik a webfejlesztés eszközeiről és azokról a technológiákról, amelyek alkalmazása ma alapkövetelményként jelenik meg a webes platformok és mobilapplikációk fejlesztésének vonatkozásában. Így ebben a részben kapnak helyet a biztonság, az akadálymentesítés, a reszponzivitás és a keresőoptimalizálás témakörei.

A kiadvány V. részében esettanulmányok formájában bemutatásra kerül néhány jó gyakorlat, amelyek egy saját fejlesztésű oktatói portál-keretrendszer iteratív tervezési és fejlesztési folyamatának néhány izgalmasabb – és vélhetőleg mások számára is tanulságos – fázisait írja le.

A kötet kettősséget hordoz: a tudományos, elméleti világ és a gyakorlati világ egyfajta elegyét képezi. Célom éppen az, hogy e két szemléletmódot közelítsem egymáshoz, azaz a neveléstudományi és oktatási szféra köreiben kulcsfontosságú didaktikai tervezés mellett, teret kapjon a digitális platformok fejlesztésének vizuális és funkcionális szemléletének piaci gyakorlata is, amely kapcsán kap szerepet az informatika és az ember-számítógép interakció területe.

A tanulók e kettős világban élnek a mindennapokban: szeretnek tudományos dolgokat, didaktikusan jól felépített struktúrában tanulni; mindemellett szeretnek jól használható ergonomikus és vonzó digitális felületeken időt tölteni.

I. Problémafelvetés, témaaktualizálás

„Az exponenciális fejlődés különös tulajdonsága, hogy sokáig észrevétlen marad, majd hirtelen minden megváltozik körülöttünk. A jelek szerint most egy ilyen pillanatban vagyunk."

Koszó Kamill, 2025

Az alábbiakban egy komplex problémakört vázolunk fel melynek keretében körvonalazzuk, hol tartunk ma az ipari forradalmak szakaszolását illetően, milyen szerepet tölt be a mesterséges intelligencia (MI/AI) napjainkban, valamint bemutatjuk, milyen változásokat hozott mindez a munkaerőpiac és a felsőoktatás területén.

1. Változó világunk

Jelenünk már az ipari forradalmak legújabb szakaszának tekinthető, elérkeztünk az 5. ipari forradalom korába, ahol az emberek és az intelligens technológiák együttműködése új szintre lép (*Davim*, 2025). A mesterséges intelligencia (MI/AI) életünk meghatározó területeire való beszűrődésével a kiterjesztett intelligencia koncepcióját hirdeti (*Cu*, 2023).

„Az 5. ipari forradalom technológiája a »kvantum-AI-biorobot«, a »kiber-AI-szenzoros elégedettségi technológia«, valamint az emberi szervek és a belső szervek »helyettesítő technológiája«. Az előrejelzések szerint ez lesz az »Isteni Technológia Kora«" (*Park*, 2023, 2).

A mesterséges intelligenciát a társadalom különböző szektoraiban egyre többet használjuk, általuk képesek lehetünk a rendkívül összetett problémákra is hatékony megoldást találni. Ez a tény egyre nagyobb aggodalomra ad okot a munkaerőpiacon, hiszen a teljesen automatizált AI-rendszerek kiszoríthatják az alacsonyabb bérű és alacsonyabb képzettséget igénylő állások jelentős részét (*Cu*, 2023).

Bizonyos prognózis szerint 2055-re a jelenlegi munkatevékenységek felét világszerte automatizálják, így egyes munkakörök teljesen megszűnnek, mások jelentősen átalakulnak (*Manyika*, 2017). Az *Anthropic* cégnél közelmúltban végzett nagymintás kutatásában, mintegy négymillió *Claude.ai* asszisztenssel folytatott beszélgetést vizsgáltak, hogy feltárják, miként alakítja át a mesterséges

intelligencia a munkavégzést[1]. Az elemzésekből az derült ki, hogy az AI egyelőre nem munkaköröket vált ki, hanem feladatokat alakít át (*Boros*, 2025).

2. Ipari forradalmak, technológiai robbanás

A munkaerőpiaci átalakulások jellemzője és egyben mozgató rugója az automatizáció; amely a rutinszerű munkafolyamatokban – legyen az fizikai vagy szellemi terület – kiváltja az emberi munkaerőt (*Brynjolfsson*, 2014).

A gyárakban ma világszerte dolgoznak robotok, amelyek a nap 24 órájában, sötétben, hiba nélkül végzik el a feladatokat, kizárólag karbantartást igényelnek, ezzel a bérezési problémák alól mentesülnek a cégek és az emberi természetből fakadó hibák is megszűnnek.

Napjainkban *„a kiberfizikai rendszerek minél szélesebb körű implementálása figyelhető meg a termelés mellett a társadalmi alrendszerekben is, amely a fizikai és a biológiai rendszerek digitális összekapcsolására építve alapjaiban és korábban nem tapasztalt ütemben változtatja meg az emberek egymáshoz, az élethez és a munkához fűződő viszonyát"* (*Schwab*, 2019 idezi *Racsko–Kis-Tóth*, 2022, 177).

A 21. század elején bekövetkező intenzív technológiai fejlődés (robotok és okosotthonok létrehozása, 5G hálózatok, VR/AR megjelenése, kvantumszámítógépek fejlesztésének kutatásai, állandó internetes jelenlét stb.) – már a mesterséges intelligencia feltörése előtt – jelentős változásokat hozott nem csak a gazdaság, a kultúra és a társadalom szintjein, hanem befolyással volt az emberi kommunikációra és az emberek tanulási folyamataira is.

Ember-gép interakció vonatkozásában mérföldkövet lépett az emberiség története e korszakban, amely a 2022[2] novemberében az *OpenAI* által nyilvánosságra hozott ChatGPT ingyenes elérhetőségével kezdődött és az ezt követően burjánzó mesterséges intelligenciával támogatott további, informatikai rendszerek megjelenésével egyre gyorsabb, már-már követhetetlen ütemű.

Az AI különféle, robbanásszerűen szaporodó lehetőségei és az alkalmazott szoftverekbe épülő kiegészítő modulok, ma már (2025) bárki számára elérhető

[1] Létrehoztak egy ún. Antropikus Gazdasági Indexet, melynek célja, hogy megértsük a mesterséges intelligencia munkaerőpiacra és gazdaságra gyakorolt hatását (*Handa et al*., 2025).
[2] 2022 novemberében nyilvánossá vált ChatGPT, újabb rohamos változásokat idéz elő a tanulási jellemzők mérése és analizálása, valamint a digitális oktatási-tanulási platformok tervezése és fejlesztése kapcsán.

módon jelennek meg mindennapi életünkben. Ezek a lehetőségek hosszú távon várhatóan teljességgel átrajzolják a munkakörök határait, tartalmát és mindennapi feladataink jellegét, sőt akár a szabadidő fogalmát is újraértelmezhetik.

Az AI hatására várhatóan fokozódik az emberek médiafogyasztásának mértéke, ugyanis a mesterséges intelligencia által egyre könnyebben, gyorsabban, egyre vonzóbb tartalmak generálhatók (videók, podcastok), amelyek felkeltik az emberek érdeklődését, lekötik figyelmüket és fokozhatják a függőséget is, így a tudatos médiafogyasztásnak is egyre nagyobb lesz a jelentősége.

Az AI feltörése jelentős változásokat generál tehát mindennapi életünkben, különböző szakterületeken paralel kísérleteznek használatával keresve lehetőségeit a technológia, a gazdaság és a kultúra területein. Ezzel a folyamattal egyidejűleg elhagyjuk a 4. ipari forradalom kilépő küszöbét és belépünk az 5. ipari forradalom szakaszába, amelynek kulcseleme az AI-kibernetikai rendszerek és az emberek (mint biológiai lények) szoros együttműködése.



1. ábra Ipari forradalmak szakaszolása (saját szerkesztés)

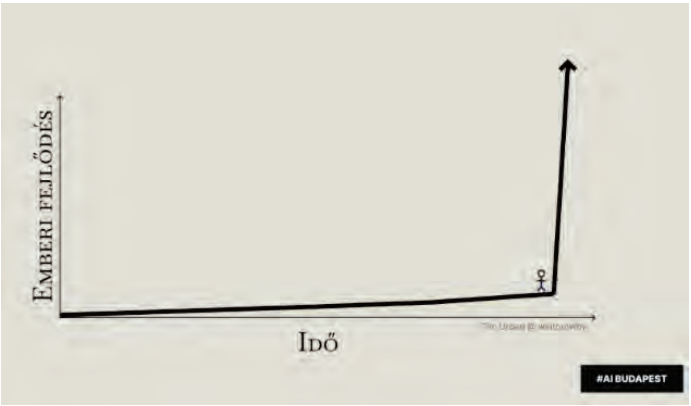
A fejlődés egyre csak gyorsul, az 1. ipari forradalom kb. 100 évig tartott, a 4. pedig 20 év alatt gyökeres változásokat hozott, a szakaszok egyre rövidebb ideig tartanak, emellett egyre nagyobb ütemben jönnek létre korszakváltó technológiai megoldások.

Leonárd azt fogalmazta meg a 4., digitális transzformációnak nevezett ipari forradalom kapcsán, hogy 20 év alatt nagyobb változást hoz, mint amit az emberi társadalom valaha átélt (*Leonhard*, 2019). Az 5. ipari forradalom ennél még

rohamosabb változásokat hordoz, a rá jellemző „kibővített intelligencia" pedig – a félelmekkel ellentétben – Monica Keisha *Cu* vélekedése szerint inkább javítja, mintsem helyettesíti az emberi képességeket egy harmonikusabb munkakapcsolat révén, amely a termelékenység növekedéséhez vezet (*Cu*, 2023).

Az AI-rendszerek tömegesen a 4. ipari forradalom idején, annak vívmányaként születtek és kerültek bárki számára elérhetővé; ezek számos területen való, tömeges használata viszont már átemelt minket az 5. ipari forradalom korába, ahol az életünket kiegészítő egyik legfontosabb használati eszközzé válik[3].

A mai korszakban valóban úgy érezheti magát az ember, ahogyan Tim *Urbán* szemléletesen ábrázolta 2015-ben (2. ábra), még ha a grafikon „görbéje" nem is tudományos adatokon nyugszik, inkább csak a hatáskeltés eszköze.



2. ábra Tim *Urban* rajza (*Koszó*, 2025)[4]

Ray *Kurzweil*, informatikus és jövőkutató fogalmazta meg a *"Gyorsuló Megtérülés Törvényét"*, ami azt mondja ki, hogy minél fejlettebb egy társadalom, annál gyorsabban tud továbbfejlődni, a fejlődés pedig exponenciális mértékű (*Kurzweil*, 1999).

Kurzweil The Law of Accelating Returns című esszéjében a Moore törvény– integrált áramkörök összetettsége kapcsán megfogalmazott – exponenciális nö-

[3] Természetesen lehetetlen pontosan megjósolni azt, hogy milyen változásokat indukál az AI-technológia a későbbiekben, 10 év vagy akár 4-5 év távlatában, de jelen helyzetben a leírtak valószínűsíthetők.

[4] Tim *Urban* rajzát újraközölte magyar nyelven *Koszó* Kamill (*Koszó*, 2025)

vekedési mintáját (*Prantner–Koczka–Biró*, 2023) globálisan, a technológiai fejlődésre általánosított formában terjesztette ki. Törvényszerűségként fogalmazta meg, hogy amikor egy technológiai innováció megközelíti lehetőségeinek határát, egy teljesen új technológiai megoldás jelenik meg – ez teszi lehetővé a folyamatosan gyorsuló fejlődési ütem fenntartását (*Kurzweil*, 2001, 2005). A szerző azt is jósolta, hogy a fejlődés okozta paradigmaváltások egyre gyakoribbak lesznek és az exponenciális növekedés is exponenciálisan fog változni, 2001-ben ír először a napjainkban újra fókuszba kerülő *szingularitás elméletéről*[5] (*Kurzweil*, 2024).

„Az ipari forradalmak sajátossága: nehéz felkészülni a hatásaira, hiszen olyan új technológiai megoldások jelennek meg az életünkben, amelyek korábban nem léteztek." (*Lengyelné*, 2022, 23).

Az ipari forradalmak szakaszainak jellemzői terén nincsenek ellentmondások, az egyes korszakok határait viszont különböző évszámokkal adják meg az ezzel foglalkozó kutatók és szakemberek (*Schwab*, 2015; *Monostori*, 2017; *Schulze*, 2019; *Noble et al.*, 2022). Az 5. ipari forradalom kezdeteként több évszám is megjelölésre kerül (2020, 2022, 2023).

Ami biztonsággal elmondható, hogy 2025-ben már egy merőben új korszakban élünk és merőben új technológia van használatban szerte a világon, ami meghatározója életünknek[6] (*AWS*, 2024). Az AI és a kvantuminformatika együttes, szinergiában történő alkalmazásával kétségtelenül egy új paradigmába lépünk. A Quantum AI-nak nevezett terület e két feltörő technológia ígéretes egyesítését hirdeti (*Klusch et al.*, 2024). Érdekes hozzátevő, hogy a Gartner 2025-ös évi, technológiai trendek rangsorának első öt helyén az *Ügynöki AI* és *a Poszt-kvantum kriptográfia* kifejezések megtalálhatók (4. ábra).

A korszakhatárok pontos meghatározása nem a leglényegesebb kérdés, érdemes inkább arra fókuszálnunk, hogy megfogalmazzuk, milyen változásokat hoz a jelenlegi, nagyütemű technológiai fejlődés a gazdaság, a munkaerőpiac és

[5] A *szingularitás elmélete* szerint a fejlődés növekedése oly mértékű lesz, hogy néhány évtizeden belül a gépi intelligencia meghaladja az emberi intelligenciát. (*Kurweil*, 2001). A jövőkutató a mesterséges intelligencia és az emberiség jövőjével 2005-ös *The Singularity Is Near* című könyvében külön foglalkozik, 2024-es könyvében visszatér ugyanerre a kérdéskörre.
[6] Ebben az évben (2025) már a mesterséges intelligencia tömeges, mindennapi használata jellemző (*AWS*, 2024). 2025-ben jelenik meg például az első kvantum nagynyelvi modell (QLLM) (*Gróf*, 2025) és a kvantum-algoritmusok fontosságáról, biztonsági kérdések tekintetében, egyre több friss tanulmány érhető el (*Baseri et al.*, 2024; *Garms et al.*, 2024).

az oktatás területén. Ennek megfelelően körvonalaznunk kell, milyen készségek, képességek és kompetenciák fejlesztése kulcsfontosságú az új korszakban annak érdekében, hogy a felsőoktatásból kilépő tanulók helyt tudjanak állni a megváltozott munkaerőpiacon és el tudják látni azokat a munkaköröket a jövőben, amelyek jelenleg még nem is léteznek.

3. Automatizáció, munkaerőpiaci változások

A nagyvállalatok és a gyárak technológiái folyamatosan megújulnak, a robotgyártás árának csökkenése miatt egyre jobban elterjed a robotok használata. Az emberi munkaerőt tehát sok területen gépek váltják fel, ami jóval költséghatékonyabb megoldás a cégek számára, mint a humán munkaerő folyamatos megfizetése, hiszen a gépeket elegendő egyszeri befektetésként megvásárolni (elterjedésüknek köszönhetően egyre olcsóbban hozzáférhetők) és az emberi munkához viszonyítva kevés tévedési lehetőséggel, a nap 24 órájában működnek, akár hétvégéken is[7].

Ennek következményeként a munkaerőpiacon nagy átrendeződés történi, a tömeges automatizáció ugyanis jelentős humánerőforrást szabadít fel, munkahelyek és munkakörök szűnnek meg, ugyanakkor számos új munkakör is létrejön, nagyvállalatok egyszerre prognosztizálják a munkahelyek csökkenését és növekedését[8]. Gyakorlatilag az történik, hogy a repetatív jellegű, automatizálható munkafolyamatokat gépek veszik át, miközben új, kreatív, humán-feladat alakul ki ugyanennek a jelenségnek eredményeképpen, ami egy növekedési folyamatot és egy fejlettebb életminőségű környezetet hoz létre. Ez természetes folyamat, hiszen *„korábban nem volt szükség szélturbina-mérnökökre vagy okosváros-menedzserekre" (Lengyelné,* 2022, 29*).*

A *World Economic Forum* nevű nemzetközi szervezeti együttműködés által megjelentetett *A Future of Jobs Report 2025* kiadvány több mint ezer globális, vezető munkaadó perspektíváját gyűjti össze, amelyek együttesen több mint 25 millió iparágat képviselnek a világ minden tájáról. Céljuk, hogy a vizsgálatok által bemutassák, hogyan hatnak a trendek a munkahelyek és a készségek átalakulá-

[7] Gyakorlatilag csak karbantartási munkálatokat szükséges időközönként végezni a robotokon, s idővel a technológiákat megújítani, újabbra cserélik.

[8] *A könyvtárak digitális ökoszisztémája* című könyvében *Lengyelné* az Oxford Economics 2019-es (*OE*, 2019) és a *World Economic Forum* 2020-as kutatásaira (*WEF*, 2020) támaszkodva végez elemzést.

sára, illetve a munkaerő-átalakítási stratégiákra. A magyar nevén *Világgazdasági Fórum,* 2025-ben kiadott, munkahelyek jövőjéről szóló előrejelzése szerint, 2030-ra várhatóan 92 millió jelenlegi munkahely szűnhet meg (8%-át teszi ki a jelenlegi teljes foglalkoztatásnak) az emberek és gépek közötti munkamegosztás eltolódása miatt. Mindemellett 170 millió új munkahely jöhet létre, amelyek jobban alkalmazkodnak az emberek, a gépek és az algoritmusok közötti új munkamegosztáshoz (*WEF*, 2025a).

A *Világgazdasági Fórum* a helyzetjelentésében és előrejelzésében a feladatok emberi és gépi határát százalékos arányban is meghatározza 2025-re nézve, illetve 2030-ra várhatóan (*WEF*, 2025b).



3. ábra Humán és gépi erőforrások eloszlása a feladatok terén (saját szerkesztés)

Míg 2025-ben a túlnyomórészt technológiákkal (gépek, robotok, algoritmusok) megvalósított feladatok 22%-os arányt mutatnak, addig ez 2030-ra várhatóan 34%-ra gyarapszik. A túlnyomórészt emberekkel megvalósított feladtok aránya az előrejelzés szerint 47%-ról 33%-ra csökken, viszont ennek megfelelően a kettő kombinációjával kiegészített feladatok aránya növekszik.

A *Gartner* amerikai piackutató cég több mint 2000 technológiai kutatóval és több tanácsadó céggel közösen végez kutatómunkát a jövő várható technológiai trendjeinek meghatározására vonatkozóan. 2024 októberében kiadta a 2025-ös évre vonatkozó legnépszerűbb technológiai trendek listáját (*Gartner*, 2024a).

A listában megjelenő technológiák speciális, szűk szakterületekhez kapcsolódnak, amelyekhez egyre speciálisabb készségekre lesz szükség: 1. ügynöki AI 2. AI-irányítási platformok, 3. dezinformációbiztonság, 4. poszt-kvantum kripto-

gráfia, 5. láthatatlan környezetbe ágyazott intelligencia, 6. energiahatékony számítástechnika, 7. hibrid számítástechnika, 8. térbeli számítástechnika, 9. többfunkciós robotok, 10. neurológiai képességnövelés (4. ábra).



4. ábra A legnépszerűbb technológiai trendek 2025-ben (saját szerkesztés)

A korábban említett *World Economic Forum* kiadványában meghatározzák a 2025-ös évre vonatkozó, 10 legnépszerűbb munkaerőpiaci alapkészséget is, valamint előjelzik, hogy 2030-ra várhatóan miként alakul a készségek rangsora (*WEF*, 2025b) (5. ábra, 2. sz.a mellékleteben szövegesen).

Érzékelhető, hogy a készségek követik a szakmák alakulását. Ha összevetjük a jelenlegi, 2025-ös év alapkészségeinek listáját a 2030-ban várhatókkal (5. árba), akkor jól látható, hogy a változás az automatizáció irányába mozdul el. Az első helyre berobbannak a mesterséges intelligenciával és big datával kapcsolatos készségek, miközben az elemző gondolkodás az első helyről a kilencedikre csúszik vissza.

Minden bizonnyal azt várják, hogy az AI és big data technológiák együttes alkalmazása markánsan kiváltja az elemző munkák nagyrészét, így ezen a területen már érzékelhetően– az eredmények értékeléséhez, illetve az új technológiákkal támogatott folyamatok lebonyolításához – kevesebb analitikus gondolkodásra lesz szükség.

Az *AI és* bigdata használatának készségét a *hálózat és kiberbiztonság* követi, amelynek jelentősége egyre növekvő tendenciát mutat, a 4. ábrán a posztkvantum kriptográfia a 2. elem, ami szintén biztonsági kérdésekkel függ össze.