ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉSTERVEZET

KERSÁNSZKI TAMÁS

STEM-intenzív pedagógiai innovációk és biztonságtudományi kapcsolódások a köznevelésben – Integrációs mintázatok és összefüggések

Témavezető: Prof. Dr. Felde Imre

BIZTONSÁGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Budapest, 2026. október 20.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és a tudományos probléma 5
1.1. A STEM/STEAM-innovációk vizsgálatának tudományos problémája és lehatárolása 5
1.2. A kutatás célja, oktatásinnovációs és biztonságtudományi jelentősége 7
1.3. A kérdőív és a kutatási témaválasztás előzményei 10
1.4. Kutatási kérdések 11
1.5. Hipotézisek és azok empirikus megfeleltetése 11
1.6. Az értekezés felépítése 14
2. Globális biztonsági, munkaerőpiaci és oktatáspolitikai környezet 15
2.1. Technológiai átalakulás és a készségek biztonsági vonatkozásai 15
2.2. Európai STEM- és készségpolitikai irányok 16
2.3. Köznevelési és felsőoktatási tanulási utak 18
2.4. Biztonsági műveltség és reziliencia a STEAM/STEM oktatásban 19
3. A kutatási témát érintő jelentősebb elméleti és szakirodalmi háttér 22
3.1. A STEM/STEAM-integráció fogalmi kerete 22
3.1.1. Integrált STEM oktatás a tantárgyi keretekben 23
3.1.2. A művészeti–kreatív komponens a STEAM-ben 24
3.2. Tanuláselméleti és pedagógiai háttér 25
3.2.1. Kutatásalapú tanulás a STEM/STEAM-ben 27
3.2.2. Tervezésalapú tanulás 28
3.2.3. A kompetenciaértékelés és mérési lehetőségek 30
3.3. A köznevelésben jelenlévő biztonságtudományhoz köthető innovációk értelmezési lehetőségei 32
3.3.1. A biztonsági relevancia kérdőíves kategóriái és fogalmi értelmezésük 34
3.3.2. Biztonsági tartalom, használat és intézményi felelősség 36
3.4. Kockázati műveltség helye és szerepe 41
3.4.1. A kétcsatornás megközelítés elméleti hozzáadott értéke 43
3.5. Innováció, implementáció és terjedés 44
3.5.1. Rogers diffúziós szempontjai 46
3.5.2. Az innováció rendszerszintű megjelenése és beépülése 46
3.5.3. Szervezeti rutinok, fenntarthatóság és a léptékváltás határai 50

3.6. Az oktatási intézmény mint tanuló szervezet....50
3.6.1. A tanulószervezet elméleti modellje és annak kapcsolata a nyolctételes tanulószervezeti modellben....53
3.7. Innovációs korlátok és intézményi kapacitás....54
3.7.1. A megvalósítási feladatok és a támogatás összehangolása....56
3.8. Hazai intézményi és hálózati előzmények, az ImpAla és az Innova kutatási előzményei....57
3.8.1. Az edelényi STEAM innovációk, külső tudás helyi alkalmazása....58
3.8.2. Intézményi hálózatosodás....60
3.9. A kutatás hozzáadott értéke az oktatásinnováció és biztonságtudomány területéhez....62
3.9.1. Közvetlen előzmények és a saját vizsgálat helye....62
4. Adatbázis, módszertan és operacionalizálás....66
4.1. Kutatási terv....66
4.2. Mintaképzés, a duplikációk kezelése, az adatok időbelisége....67
4.2.1. A minták összetétele és főbb jellemzői....69
4.2.2. Fenntartói megoszlás és kitöltői szerep....70
4.3. Mérési szintek és adatellenőrzés....72
4.4. STEAM-intenzitás és biztonsági kiterjedtség....73
4.5. Az adatok feldolgozása és az elemzés menete....73
5. Kutatási kérdések, hipotézisek és tézisek empirikus vizsgálata....75
5.1. A kutatási kérdések és hipotézisek értékelése....75
5.1.1. Kutatási kérdések....75
5.1.2. Hipotézisek....76
5.2. T1 – A STEAM-tartalom és az észlelt biztonsági kapcsolódások....78
5.3. K2 – A biztonsági szerepek feltáró összehasonlítása....81
5.4. Kiegészítő vizsgálat: biztonsági kapcsolódások, megvalósítás és terjedés....83
5.5. T2 – Tanulószervezeti működés és észlelt eredményesség....84
5.6. T3 – Megvalósítás és belső terjedés....86
5.7. A három tézis és a K2 feltáró eredményének együttes értelmezése....89
5.7.1. A hipotézisek összefoglaló értékelése....89
5.7.2. Mérési és következtetési korlátok....90
5.7.3. Szakirodalmi és gyakorlati következtetések....92

6. Megvitatás, következtetések és ajánlások 95
6.1. Az eredmények hozzájárulása a szakirodalomhoz 95
6.2. Felsőoktatási és pedagógusképzési javaslatok 98
6.2.1. Egyetem–iskola együttműködés a pedagógusok szakmai tanulásában 99
6.3. Szakpolitikai kapcsolódások és ajánlások 102
6.4. A kutatás korlátai 105
6.5. További kutatási irányok 106
A TÉZISPONTOKHOZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK 108
NYILATKOZAT DIGITÁLIS ÉS MESTERSÉGES INTELLIGENCIA-ALAPÚ ESZKÖZÖK ALKALMAZÁSÁRÓL 109
IRODALOMJEGYZÉK 110
RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK 120
TÁBLÁZATJEGYZÉK 121
ÁBRAJEGYZÉK 123
MELLÉKLETEK 124
M1. Elemzési tételek és változószótár 124
M1.1. Szűrőváltozók és elemzési minták 132
M2. Részletes rangpróbák és PCA-eredmények 133
M2.1. A kilenc biztonsági dimenzió Mann–Whitney-próbája 133
M2.2. PCA-alkalmasság és komponensszám 133
M2.2.1. LOI – core párhuzamos elemzése 134
M2.2.2. Korlát – core párhuzamos elemzése 135
M2.2.3. LOI – strict párhuzamos elemzése 136
M2.2.4. Korlát – strict párhuzamos elemzése 136
M2.3. Korláttöltések a szigorú innovációs almintában 137
M3. Regressziós reprodukció és normalizálási érzékenység 139
M4. Edelényi intézményi eset rövid leírása 142
M5. STEM Innovációs Kérdőív 145
M6. Kvalitatív forrásleltár 160
M7. A kvantitatív eredmények és a kvalitatív források integrációs mátrixa 162
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 163

1. Bevezetés és a tudományos probléma

1.1. A STEM/STEAM-innovációk vizsgálatának tudományos problémája és lehatárolása

A köznevelési STEM/STEAM-innovációk kutatása ma már túlmutat az alkalmazott oktatástechnológiák és pedagógiai megoldások egyszerű statisztikai elemzésén és leírásán, ahogy a matematikai és mérnöki tudományok területén alkalmazott mérések, a programozás, a demonstrációs eszközhasználat vagy az interdiszciplináris projektmunka megléte önmagában nem alkalmas arra, hogy feltárja az innováció tartalmi szerkezetét, intézményi implementációs sajátosságait és a hozzá kapcsolható biztonsági relevanciát. A disszertációmban a fenti három dimenzió összefüggésrendszerének, illetve az ehhez kapcsolódó tudományos probléma feltárását végeztem el. Az elemzések fő fókusza a STEM/STEAM-tartalmi profilok és az intézményi megvalósítás jellemzői közötti kapcsolat feltárása, továbbá e kapcsolat biztonsági vonatkozásainak azonosítása az érintett innovációban. Ennek alapján a disszertáció túllép a köznevelési intézmények általános biztonsági állapotfelmérésén, és betekintést nyújt a STEM/STEAM-tartalmi sajátosságok, az észlelt biztonsági relevancia és a szervezeti megvalósítás innovációszintű empirikus kapcsolatába.

A disszertáció STEM/STEAM-tudományterületekre való leszűkítése azért is lényeges, mert az itt vizsgált tudásterületeken többek között megjelenik az adatbiztonság, az intézmények működésének különböző szintjei, a tervezéshez, előkészítéshez szükséges döntések és az azokból adódó következmények, valamint a technológia felelős használata, amelyekhez tanulási tevékenységeket lehet kapcsolni.

A köznevelésben megvalósuló STEM-innovációk megvalósítását és fenntarthatóságát rendszerszinten tárgyaló tanulmány [1], valamint a STEM-oktatás és az iskolai reziliencia kapcsolatát elemző szakirodalom [2] indokolttá teszik az intézményen belüli pedagógiai és szervezeti szempontok együttes vizsgálatát. A biztonsági ismeretekre felkészítő oktatás és magának a biztonságnak a megszervezése az iskolabiztonsági keretrendszerben külön feladatként jelenik meg az intézmény számára [3]. A disszertáció alapját adó kutatás e kapcsolódásokat a mintában megjelenő innovációkra adott intézményi válaszok alapján teszi ezeket összehasonlíthatóvá.

Arra keresem a választ, hogy a válaszadók milyen biztonsági területeket társítanak a STEM/STEAM-tartalmú innovációkhoz, és ezeket kompetenciafejlesztési eredményként vagy a megvalósítás során figyelembe vett szempontként jelölik-e meg. Emellett megvizsgálom, hogyan függenek össze a szervezeti jellemzők az innovációk észlelt eredményességével és intézményen belüli terjedésével. Az integrált STEM-oktatással foglalkozó tudományos munkák kutatási fókuszában a STEM tudományterületek összekapcsolásának módozatai, a tanulási célok és az elvárt eredmények, továbbá megvalósítás feltételeit egyaránt megtalálhatók. A 2014-ben a National Academy of Engineering és a National Research Council keretrendszere külön veszi ezeket a szempontokat, megállapítják, hogy az integráció eltérő formái eltérő célokhoz és eredményekhez kapcsolódhatnak. Az integrált STEAM-kutatásokban az “A” elem értelmezésében, az integráció módjában és a vizsgált tanulási kimenetekben különböző megközelítéseket alkalmaztak az intézmények, ezért STEM/STEAM-megjelölés nem alkalmas arra, hogy önmagában pontosan leírja egy innováció tartalmát vagy pedagógiai működését, hanem további vizsgálatok szükségesek az összefüggések megértésére. [4], [5] A hazai oktatásinnováció-kutatásban az Innova elméleti kerete az újítások keletkezését és terjedését az egyéni, csoport- és szervezeti folyamatokkal összefüggésben értelmezi. A tanulószervezeti szakirodalom az együttműködést, a tudásmegosztást és a tanulást támogató vezetést kapcsolja össze, az oktatási innovációk fenntarthatóságáról készült áttekintés pedig a szervezeti tényezőket az innováció, a résztvevők és a környezet sajátosságaival együtt tárgyalja. Ezek jól leírják az általános szervezeti összefüggéseket, azzal együtt, hogy a konkrét intézményi környezetben megjelenő kapcsolatok erőssége és hatóköre mélyebb empirikus ellenőrzést igényel. [6], [7], [8]

A biztonsági nézőpont további megkülönböztetést tesz szükségessé azáltal, hogy átfogó iskolabiztonsági keretrendszer külön pillérként tárgyalja a biztonságos tanulási környezetet, az iskolai biztonság és az oktatás folytonosságának megszervezését, valamint a kockázatcsökkentést és rezilienciát szolgáló oktatást, amelyek eltérő intézményi tevékenységeket jelölnek. Itt válik fontossá annak vizsgálata, hogy az intézményben milyen szerepet tulajdonítanak a biztonsági szempontoknak egy-egy oktatási innovációban. [3]

Az értekezés e szakirodalmi előzményekhez egy körülhatárolt hazai empirikus vizsgálattal kapcsolódik, ahol vizsgálat alá került az, hogy az innovációkat megjelölő

intézményi visszejelzésekben a STEM/STEAM-tartalmi kiterjedtség milyen biztonsági relevanciákkal jár együtt, és a válaszadók a szerepkategóriákhoz sorolják ezeket a kapcsolódásokat. Ezen mintázatok rámutathatnak az észlelt eredményesség és az intézményen belüli terjedés szervezeti összefüggéseire, és az így feltárt tudáshiány a hazai innovációk biztonsági értelmezésének és szervezeti összefüggéseinek empirikus feltárásához járul hozzá.

A kérdőíves vizsgálat során 123 köznevelési intézménytől érkezett vissza válasz, mely az alapmintát szolgáltatta az innovációs elemzéshez. A STEM/STEAM-szempontú vizsgálat nem minden esetben mutatott ki magasfokú integrált STEM-innovációt.

Elsődleges célom volt a mintán belüli együttjárások és különbségek vizsgálta, annak tudatában, hogy a nem reprezentatív mintából nem becsülthettem országos gyakoriságokat, a keresztmetszeti adatfelvételből pedig nem állapítottam meg oksági hatásokat. A kérdőív tényleges biztonsági teljesítményt sem mért, ezért a következtetéseim a vizsgált innovációk tartalmi és szervezeti jellemzőire, valamint a hozzájuk társított biztonsági relevanciára vonatkoznak.

1.2. A kutatás célja, oktatásinnovációs és biztonságtudományi jelentősége

A kutatási téma aktualitást erősíti, hogy a STEM-oktatáshoz kapcsolódó szakpolitikai célok között megjelenik a digitális és környezeti kihívások kezelése, a technológia felelős alkalmazása és a szakmai pályákhoz szükséges aktuális tudás és készségek rendelkezésre állása és fejlesztése. A NICE által lefektetett köznevelési kiberbiztonsági útitervben a tudományterületek összekapcsolása az innovatív pedagógiai megoldások és a pedagógusok szakmai közösségei priorizált szerepet töltenek be a célok megvalósításában. [9]

A Disszertációm témájának aktualitását az Európai Bizottság 2025-ös STEM-oktatási stratégiai terve is megerősíti. A stratégiában külön kiemelik a digitális és zöld átállás, valamint a biztonság és felkészültség szempontjából elengedhetetlen készségek fejlesztését, és ehhez a pedagógusok képzését, továbbképzését valamint szakmai támogatását szorgalmazzák. A STEM-innovációk kiterjesztéséről és fenntartásáról készült 2025-ös amerikai Nemzeti Akadémia összefoglalója pedig azt vizsgálja, hogy a helyi, regionális és rendszerszintű feltételek miként segíthetik vagy akadályozhatják az ígéretes megoldások szélesebb körű alkalmazását. [10], [1]

A kutatásom átfogó célja a köznevelési innovációk STEM/STEAM-tartalmi profiljának, az észlelt biztonsági kapcsolódásoknak és az intézményi megvalósítási összefüggéseinek feltárása volt.

A kvantitatív intézményi kérdőíves fővizsgálatot négy intézményi kontextushoz kapcsolódó kvalitatív forrásanyagokkal vettem össze. Az Edelényi Szent Miklós Görögkatolikus Általános Iskola, Óvoda és Alapfokú Művészeti Iskolában végzett interjúk publikált esettanulmánya, a ráckevei Szent Imre Katolikus Általános Iskolában, a budapesti Carl Rogers Személyközpontú Óvoda és Általános Iskolában folytatott interjúk és a jászberényi Szent József Katolikus Elektronikai Technikum, Gimnázium és Kollégium szakoktatójával folytatott interjú a kvantitatív eredmények lehetséges gyakorlati tartalmát és korlátait a mögöttük húzódó fejlesztéseket, döntéseket, kezdeményezéseket segítették megérteni. A források jellegét, időbeliségét és összekapcsolásukat a 4.1. fejezet és az M7 melléklet ismerteti.

Elsőként az intézményi innovációk STEM/STEAM-tartalmi profiljának és ezzel összefüggésben az észlelt biztonsági relevanciák összehasonlító elemzését végeztem el. A matematikai, természettudományi, műszaki és művészeti tartalmi érintettségből képzett STEAM-intenzitás összevetésre került a relevánsnak jelölt biztonsági területek számával, így láthatóvá vált, hogy a kapcsolat általánosan vagy csak bizonyos biztonsági területeken esetében mutatkozott-e meg. Ezzel a tartalmi kiterjedtséget és a biztonsági relevanciát kapcsolatam össze. Ezután innovációnként összehasonlítottam a kompetenciafejlesztési hozadékként és a megvalósítási szempontként jelölt biztonsági területek számát, ahol a két szerep a gyakorlatban együtt is megjelenhet, a kérdőív azonban területenként csak egy válaszkategória megjelölését engedte.

Ezek után megvizsgáltam, hogy a tanulószervezeti jellemzők hogyan kapcsolódnak az innováció észlelt pedagógiai–szervezeti eredményességéhez, és fennmarad-e ez a kapcsolat más szervezeti tényezők figyelembevétele mellett. Az eredményességet a pedagógusok vagy intézményvezetők válaszai alapján értelmeztem; közvetlen tanulói teljesítménymérést nem végeztem.

Elkülönítésre kerültek az innovációk belső megvalósítási jellemzői, amelyek keretében az összevont implementációs mutató, a megvalósítási tervezet, a nevelőtestület bevonása és a belső terjesztésre irányuló kezdeményezések, valamint

a megjelenő innovációs korlátok és a tanulószervezeti jellemzők kapcsolatát vizsgáltam.

A vizsgált mintában az innovációs hozzájárulás az eltérő tartalmú és eltérő oktatási intézményi alkalmazású újítások megkülönböztetésében áll. A biztonságtudományi része annak az empirikus vizsgálatnak, hogy az újítás bevezetése és megvalósítása során milyen mintázatot mutat a biztonsági terület, melyeknek (tanulási tartalom, a biztonsági relevancia szerepe, szervezeti kimenetek) kapcsolatai külön elemzésre kerülnek.

A disszertáció eredményei a jövőbeni köznevelési programok tervezéshez és az értékeléshez adhatnak támpontot, ahol egy új innováció bevezetésének tervezésekor külön érdemes lesz majd rögzíteni, milyen tudást kíván fejleszteni, milyen biztonsági szempontokat kell figyelembe vennie, és milyen intézményi feltételek szükségesek a megvalósításhoz. Ezen szempontok elkülönítése a tervezést segítheti, azonban önmagában nem teszi a programot sikeressé vagy eredményessé.

A kutatás több egymáshoz kapcsolódó, de fogalmilag viszont elkülönülő mintázatot azonosított:

- A STEAM-intenzitás mérsékelten pozitív kapcsolatot mutatott az észlelt biztonsági relevancia kiterjedtségével. A dimenziók szerint nagyobb hangsúllyal jelent meg az információbiztonság, a környezet- és energiabiztonság, valamint az adaptív/foglalkoztatási biztonság területén.
- A 24-es kérdés egymást kizáró válaszkategóriáiban a válaszadók részarányosan több biztonsági területet soroltak a kompetenciafejlesztési, mint a tudatos implementációs kategóriába, ami egy válaszadói kategorizációs aszimmetriát mutatott, nem pedig a két funkció tényleges gyakorlati előfordulási arányát.
- A tanulószervezeti működés és az észlelt eredményesség bivariáns kapcsolata pozitív és szignifikáns volt, de a kontrollált modellben nem érte el az 5%-os szintet.
- A belső terjedéssel a bevonási–belső terjesztési orientáció a legkövetkezetesebb pozitív kapcsolatot mutatja; a formális terv esetében nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat, a korlátindex eredménye pedig specifikációfüggő maradt.

Ezen szakpolitikai és kutatási irányok alátámasztják azt, hogy szükséges olyan intézményi elemzések elvégzése, amelyek az innováció tartalma mellett a hozzá társított biztonsági szempontokat, a megvalósítás feltételeit és a belső terjedést is elkülönítve vizsgálják. A jelen kutatásom ehhez válaszadói adatokra épülő empirikus támpontot ad és az itt közölt eredmények, további kutatások, intézményi fejlesztések és alkalmazások során használhatók fel.

1.3. A kérdőív és a kutatási témaválasztás előzményei

Kutatási témám kialakulásához és a hipotézisek megfogalmazásához több szakmai tapasztalat járult hozzá. 2011-ben négy hónapig a hollandiai ROC Flevoland Szakképzési Központ oktatási és ipari partnereinél végzett munkafolyamat-megfigyelés során STEM-területi szakmai gyakorlatokat, fejlesztéseket és a vállalati igényekhez való alkalmazkodás folyamatait vizsgáltam. Később az Óbudai Egyetem EFOP 344 programjához kapcsolódó STEM-igényfelmérések és fejlesztések, valamint az edelényi Szent Miklós és a budapesti Farkasréti Általános Iskolában tett intézménylátogatások adtak további szempontokat. A kérdőív kialakításának előzményei közé tartoztak az EU STEM Coalition jógyakorlat-adatbázisában bemutatott köznevelési és felsőoktatási példák is és a nemzetközi intézménylátogatások. Ezen tapasztalatokra és az ezzel kapcsolatos előtanulmányokra alapozva, az Innova és ImPala országos oktatásinnovációs felmérés kérdéseit alapul véve és a kutatási témám szempontjából releváns kérdésekkel kiegészítve négy fő kutatási kérdést és három hipotézist fogalmaztam meg. A K2 kérdéshez önálló hipotézis helyett feltáró összehasonlítás kapcsolódik; a három tézispont a K1, K3 és K4 kérdés empirikus eredményeit foglalja össze, a K2 eredményét pedig külön feltáró megállapításként mutatom be. A biztonsági relevancia, az implementáció és a terjedés összekapcsolási feltevése kiegészítő elhatároló vizsgálatként szerepel, nem pedig főhipotézisként. A keresztmetszeti elemzések együttjárásokat és prediktormintázatokat jeleznek, de konkrét oksági mechanizmus bizonyítására nem tudom alkalmazni, ahhoz egy területi feltáró kutatásnak kell majd a jövőben megvalósulnia [11]. A felmérést követő szakpolitikai és szakirodalmi forrásokat az eredmények utólagos értelmezésére, valamint az aktualitásuk és továbbfejlesztési irányuk bemutatására használtam fel.

1.4. Kutatási kérdések

K1. Milyen kapcsolat azonosítható a köznevelési innovációk STEAM-intenzitása és a válaszadók által relevánsnak ítélt biztonsági területek száma között, és mely biztonsági területekre koncentrálódik ez a kapcsolat?

K2. Milyen különbség mutatkozik innovációnként a Q24 kérdésben kompetenciafejlesztési hozadékként, illetve megvalósítási szempontként besorolt biztonsági területek számában?

K3. Milyen önálló statisztikai kapcsolat mutatható ki a tanulószervezeti működés és a STEM/STEAM-innováció észlelt pedagógiai–szervezeti eredményessége között?

K4. Milyen egyedi kapcsolatot mutatnak az implementációs és a belső terjesztési orientáció, valamint az innovációs korlátok szintje az innováció intézményen belüli terjedésével?

1.5. Hipotézisek és azok empirikus megfeleltetése

A kutatási kérdések a vizsgálandó összefüggéseket, a hipotézisek az ezekhez kapcsolódó elméleti várakozásokat fogalmazzák meg. A négy kutatási kérdéshez három hipotézis kapcsolódik: a K1-hez a H1, a K3-hoz a H2, a K4-hez a H3. A K2 a kompetenciafejlesztési és megvalósítási besorolások eltérésére irányuló feltáró kérdés, önálló hipotézis nélkül. Az eredményekből a három tézist az 5. fejezetben fogalmazom meg; a K2 eredményét külön feltáró megállapításként mutatom be. A kvalitatív források itt az értelmezést és a következtetések árnyalásában nyújtanak segítséget, a felmérést követő szakirodalmi és szakpolitikai keretek az eredmények pedig az utólagos elemzésben nyújtanak segítséget.

H1. A szelektív, észlelt biztonsági kapcsolódás hipotézise

Feltételezem, hogy a magasabb STEAM-intenzitású köznevelési innovációkhoz a válaszadók több biztonsági területet társítanak. A kapcsolat biztonsági területenként eltérő lehet; a dimenziók szerinti mintázatot feltáró összehasonlításokkal vizsgálom.
Az integrált STEM korábbi keretei a tudásterületek és a valós problémák összekapcsolását indokolják [4], [12], [13], [14]. A digitális és fenntarthatósági területek fogalmi alapjául a DigComp 2.0 [15] és az UNESCO tanulási céljai [16] szolgáltak,

amelyek a tartalmi kiterjedtség és a biztonsági relevancia kapcsolatának vizsgálatához adtak hátteret.

A digitális állampolgárság korábbi magyar modellje a technológiai tevékenységeket biztonsági, egészségi, jogi és társas nézőpontokkal kapcsolja össze. A kockázati kompetencia szakirodalma a kockázatok értelmezését a természettudományos műveltség részeként tárgyalja. Ezen megközelítésekből indokolható az a saját, tesztelendő várakozás, hogy több tartalmi kapcsolódás több észlelt biztonsági relevanciának adhat teret. Az alkalmazás és problémamegoldás ugyanakkor nem automatikus következménye az ismeretek számának. [17], [18], [19].

A NIST 2021-es útiterve a kiberbiztonságot tudásterületeket összekapcsoló K12-tanulási tartalomként kezeli. Az Australian Curriculum 9.0 a technológiai tervezésben biztonsági és felelős használati szempontokat jelenít meg. A DigComp 2.2 és a GreenComp 2022-es keretei a digitális és a fenntarthatósági kompetenciák fogalmi értelmezését bővítik, melyek segítenek a biztonsági kapcsolódások vizsgálatához. [9], [20], [21], [22].

H2. A tanulószervezeti működés és az észlelt eredményesség kapcsolata

Feltételezem, hogy a kedvezőbb tanulószervezeti működés magasabb észlelt pedagógiai–szervezeti eredményességgel jár együtt a vizsgált STEM/STEAM-innovációk körében, és ez a kapcsolat az általános implementáció és az innovációs korlátok figyelembevétele mellett is fennmarad.

Kools és Stoll [7] az oktatási intézményt mint tanulószervezetet leíró modelljükben kiemelik a munkatársak folyamatos tanulását, a csoportos tanulást és együttműködést, valamint a tudás gyűjtését és megosztását támogató szervezeti működést. Ez elméleti támpontot ad a tanulószervezeti működés és az innováció észlelt eredményessége közötti kapcsolat vizsgálatához. A szakirodalmi modellből azonban önmagában nem következik, hogy a kapcsolat a saját mintában más szervezeti tényezők figyelembevétele mellett is kimutatható.

Yang, Watkins és Marsick [23] a tanulószervezet többdimenziós mérőeszközét dolgozták ki és validálták. A validitás vizsgálatába a tanulószervezeti dimenziók és a szervezeti teljesítmény kapcsolatát is bevonták. Mérőeszközük és eredményességi mutatóik eltérnek a jelen kutatásétól, ezért eredményeik nem tekinthetők a saját tanulószervezeti index (LOI) és az észlelt eredményesség (EFFECT) kapcsolatára vonatkozó közvetlen bizonyítéknak. A hazai szervezeti tanulás és innováció

összefüggéseinek vizsgálata szintén indokolja e kapcsolat empirikus ellenőrzését [24]. A pedagógusok közös szakmai tanulását és az intézményi támogatást hangsúlyozó szakpolitikai dokumentumokat a kutatási kérdés jelentőségének alátámasztására használom [9], [25]. A saját mintában fennálló kapcsolatot a kérdőíves adatok alapján vizsgálom.

A magyar oktatási intézményekben készült pedagógusi interjúkban a meglévő tudás és a tapasztalatok megosztását az eredményesnek tartott szakmai tanulás fontos elemeként tartották számon, amihez az intézmény együttműködést ösztönző légköre és a vezetők támogatása együttesen elengedhetetlen. A szakmai tanulóközösségekről készült nemzetközi irodalmi áttekintés arra világít rá, hogy a tanítási gyakorlatok és a tanulók eredményeinek pozitív változása összefüggésben van a pedagógusok közös tanulásával. Ezek alapján pozitív kapcsolatot feltételezek a tanulószervezeti működés és az innováció észlelt eredményessége között [26], [27], [28].

H3. A belső terjedés szervezeti kapcsolatai

Feltételezem, hogy az implementációs és belső terjesztési orientáció pozitív, míg az innovációs korlátok magasabb szintje negatív kapcsolatot mutat az innováció intézményen belüli terjedésével.

Rogers [29] és Coburn [30] az innováció terjedését társas és helyi beépülési folyamatként értelmezik, addig Greenhalgh és munkatársai [31], valamint Durlak és DuPre [32] a kommunikáció, támogatás és erőforrások szerepét tárgyalják a fejlesztési folyamatokban. Ezen kutatások segítenek a megvalósítási–terjesztési orientáció pozitív és a korlátok negatív kapcsolatának vizsgálatához. A formális terv pontos szerepét azonban a saját adatok elemzése határozhatja meg.

A hazai iskolai esetleírások a pedagógusok bevonását és közös tanulását az innovációk terjedésének fontos tényezőiként mutatják be. A szakmai fejlesztési programok magyarországi vizsgálatai ugyanakkor rámutatnak arra, hogy az idő, a pénzügyi források és a vezetői támogatás hiánya hátráltatja, esetenként megakadályozhatja a megvalósítást. Nemzetközi kutatásokban kiemelik azt is, hogy az új gyakorlatok alkalmazása összefügghet a pedagógusi tudásmegosztás mértékével. Ezek alapján érdemes megvizsgálni azt, hogy a megvalósítás megtervezése és a belső terjesztésre irányuló célok szélesebb intézményi alkalmazással, a megvalósítást nehezítő tényezők pedig szűkebb körű alkalmazással járnak-e együtt. Az egyes innováció bevezetése nem jelenti automatikusan azt, hogy

más pedagógusok is átveszik azt, ezért megvalósítási terv és a terjedés kapcsolatát külön érdemes vizsgálni. [33], [34], [35], [36]. A támogatás és a helyi alkalmazás vizsgálatát indokolják Prenger és munkatársai 2022-es munkája, ahol az innovációk tartós beépülését az újítás, az iskola, az érintett szereplők és a környezet jellemzőivel együtt tárgyalja. [8].

1.6. Az értekezés felépítése

Az első fejezetben a kutatás hátterét, célokat és hipotéziseket, a második fejezetben a globális biztonsági és oktatáspolitikai környezet több megközelítéseit, európai uniós szakpolitikákra fókuszáló hátterét veszi sorra. A harmadik fejezet az oktatásinnováció és az ehhez köthető biztonságtudományi elméleti keretet ismerteti. A negyedik fejezetben a kutatás alapját szolgáló adatbázist mutatom be, az alkalmazott számítási és ellenőrzési módszereket. Az ötödik fejezetben a K1–K4 kutatási kérdések, a H1–H3 hipotézisek és a T1–T3 tézisek összefüggéseit vizsgálom és értelmezem kvalitatív felmérés részeként készült interjúkkal együtt. Hatodik fejezetben kerülnek megfogalmazásra azok a fejlesztési, alkalmazási és szakpolitikai ajánlások, melyek a fejlesztési folyamatokba beépíthetők és hozzájárulnak a neveléstudomány és biztonságtudomány egyes területeinek közeledéséhez, együttműködéséhez és egy reziliensebb rendszer fenntartásához.

2. Globális biztonsági, munkaerőpiaci és oktatáspolitikai környezet

A fejezet a technológiai és munkaerőpiaci változásokat, valamint az oktatási és készségpolitikai irányokkal való kapcsolatukat tárgyalja és arra helyezi a hangsúlyt, hogy ezen változások milyen kompetenciafejlesztési, felelős technológiahasználati és egyben intézményi felkészülési kérdések et vetnek fel a jelen vizsgálatunk területét jelentő köznevelés, szakpolitika és a munkaerőpiac számára.

2.1. Technológiai átalakulás és a készségek biztonsági vonatkozásai

A digitális rendszerek használatához kapcsolódó adatok, a technológiai megoldások környezeti következményei és a foglalkoztathatóság változó feltételei olyan problématerületek, amelyek oktatási és biztonságtudományi megközelítést egyaránt igényelnek, azonban a köznevelési innovációkat nem lehet közvetlenül a gazdasági vagy nemzetbiztonsági teljesítmény indikátorává tenni.

A World Economic Forum 2025-ös Future of Jobs jelentése a munkáltatói várakozásokat a 2025–2030-as időszakra vetíti előre. Az előrejelzés szerint a meglévő munkavállalói készségek átlagosan 39%-a átalakulhat vagy elavulttá válhat. A jelentés a mesterséges intelligenciához és nagy adathalmazokhoz kapcsolódó tudást, a hálózatokat és a kiberbiztonságot, valamint a technológiai műveltséget a gyorsan felértékelődő készségek közé sorolja; mellettük az analitikus és kreatív gondolkodást, a rugalmasságot és az élethosszig tartó tanulást is fontosnak tartja [37]. Ezen előrejelzéseknek kiemelt szerepe van az oktatáspolitika számára, hiszen az új képzések kialakítása, valamint a meglévő képzések átalakítása során figyelembe kell venni a munkaerőpiaci előrejelzéseket.

A munkaerőpiaci igényeket azonban nem minden esetben követik le az oktatási célok és fejlesztések, hiszen egy új foglalkozás megjelenése nem indokolja automatikusan egy önálló iskolai tantárgy létrehozását, és az aktuális technológiai eszköz sem válhat önmagában a képzés céljává. A tartósan használható alapokat a fogalmi megértés, a problémafelismerés és a tudás különböző helyzetekben történő alkalmazása jelentik, melyez például az integrált STEM oktatási megközelítés hasznos szempontokat adnak [12], [13], [14].

2.2. Európai STEM- és készségpolitikai irányok

A STEM-oktatás egyik európai szakpolitikai lapdokumentumának az egész életen át tartó tanuláshoz szükséges kulcskompetenciákról szóló 2018-as tanácsi ajánlás tekinthető, amely a matematikai, természettudományos, technológiai és műszaki kompetenciákat a digitális, személyes, szociális és tanulási kompetenciákkal együtt egy átfogó keretrendszerben helyezi el. A természettudományos és technológiai kompetenciák leírásában már megjelennek a tudományos alkalmazások kockázatainak megértésére irányuló szándékok, az etikai aspektus, valamint a biztonság és a környezeti fenntarthatóság iránti felelősség kérdése. A digitális kompetenciák alatt már a kiberbiztonsághoz kapcsolódó ismereteket és a felelős technológiahasználatot is hozzáértik. Konkrét ajánlások is megjelennek, mint a tantárgyközi, projektalapú és kutatásalapú tanulás, valamint a különböző oktatási szintek és külső partnerek együttműködésének fontossága. A STEAM-innovációk nem kizárólag önálló biztonsági tananyagok megjelenéseként, hanem a biztonságtudományi kapcsolódásuk révén is értelmezhetők [38].

A 2020-as európai készségfejlesztési program a készségek fejlesztését a fenntartható versenyképesség, a társadalmi méltányosság és a reziliencia feltételeiként kezeli, ami a köznevelés, a szakképzés, a felsőoktatás és a gazdasági szereplők együttműködését, az interdiszciplináris tanulást és az iskolán kívüli tudásforrások bevonását ösztönzi. Hetedik intézkedése a STEM-végzettségűek számának növelésére, valamint a vállalkozói és transzverzális készségek fejlesztésére irányul, ezáltal a készségfejlesztést nem egyetlen intézmény elszigetelt feladataként, hanem együttműködésre épülő folyamatként értelmezi [39].

Ezt a megközelítést a 2025-ben bemutatott A készségek Uniója című közlemény átfogóbb oktatási, képzési és foglalkoztatáspolitikai keretbe helyezte, ahol az alapkészségek fejlesztése, a tovább- és átképzések, a készségek és képesítések európai átjárhatósága, valamint a tehetségek fejlesztése és megtartása a szakpolitika kiemelt elemeivé váltak [40]. A Készségek Uniójához kapcsolódó alapkészség-fejlesztési cselekvési terv a szövegértés, a matematika és a természettudományok mellett a digitális és az állampolgári készségeket is nevesíti. A természettudományos műveltséghez a bizonyítékok értelmezését, a digitális készségekhez az online biztonságot és a digitális jóllétet, az állampolgári készségekhez pedig a felelős részvételt és a válságokra való felkészültséget kapcsolja [41]. A Digitális Oktatási

Cselekvési Terv 2021–2027 két stratégiai prioritást jelöl meg a tagállamok számára, a jól működő digitális oktatási ökoszisztéma kialakítását, valamint a digitális átalakuláshoz szükséges készségek és kompetenciák fejlesztését. Az első prioritásban az infrastruktúrát, az intézményi tervezést, a pedagógusok felkészültségét és az ezt támogató szervezeti kapacitásokat emeli ki, továbbá megkülönbözteti a tanulóknál elérni kívánt kompetenciafejlődést az intézményi feltételektől, amelyek között a fejlesztés megvalósul. A digitális eszközök endelkezésre állása és a pedagógiai alkalmazás szervezeti támogatása ebben a megközelítésben nem helyettesítik egymást [42]. A digitális készségek és kompetenciák az oktatásban és képzésben történő fejlesztéséről szóló 2023. november 23-i tanácsi ajánlás kiemeli a digitális kompetenciák tantárgyközi fejlesztését, az ehhez szükséges pedagógusképzést és az értékelési gyakorlatok javítását. A biztonság itt már nemcsak az informatikai képzésben, hanem a köznevelés általános kompetenciafejlesztési feladatai között is megjelenik [43]. A sikeres digitális oktatás és képzés alapfeltételeiről szóló tanácsi ajánlás a pedagógusokat a technológiák bevezetésének aktív, bevonandó partnereiként kezeli, és a folyamatos szakmai fejlődésüket, az intézményvezetők felkészítését, valamint a támogató személyzet szerepét hangsúlyozza. Javaslatként fogalmazza meg, hogy a partnerségek és a technológiai megoldások kialakításakor be kell építeni a biztonságot, az adatvédelmet, az átláthatóságot és a fenntarthatóságot is a képzési prioritásokba [44]. A Digitális évtized 2030 szakpolitikai program szerint 2030-ra a 16–74 évesek legalább 80%-ának legalább alapvető digitális készségekkel kell rendelkeznie, és az Unióban legalább 20 millió IKT-szakember foglalkoztatása a cél. A zöld átállást és a fenntartható fejlődést szolgáló tanulásról szóló 2022-es tanácsi ajánlás az intézmények működését a fenntarthatósági nevelés részeként értelmezi [45]. Ehhez kapcsolódó GreenComp keretrendszer négy összefüggő területre rendezi a fenntarthatósági kompetenciákat: az értékek megjelenítésébe, a fenntarthatóság összetettségének megértésébe, a fenntartható jövők elképzelésébe és a fenntarthatóságért végzett cselekvésbe. A GreenComp a tanulási célok kidolgozásához használható referenciamodell, amely segít abban, hogy a környezeti témákhoz kapcsolódó kompetenciafejlesztést és az intézményi megvalósítás szempontjait külön is lehessen vizsgálni, például egy energetikai projekt tekintetében, hogy hogyan érvényesülnek a fenntarthatósági szempontok [22].

A kiberbiztonsági szakemberhiányt egyszerre biztonsági, versenyképességi és reziliencia-kérdésként értelmezi a Kiberkészségek Akadémiájáról szóló 2023-as bizottsági közlemény, amely megállapítja, hogy az általános digitális és biztonsági műveltség, valamint a pályaorientáció támogathatja a későbbi szakirányú képzés kapcsolatát [46].

A kockázatok felismerése és a felelős reagálás nem kizárólag szakértői feladatként, hanem az oktatás által is támogatandó társadalmi képességként jelenik meg a 2025-ös európai felkészültségi uniós stratégiában, amely a lakossági felkészültséget tárgyaló részben fontos szerepet tulajdonít az iskoláknak és a pedagógusoknak a digitális és médiaműveltség, a kritikus gondolkodás, valamint a megbízható információk értékelésének fejlesztésében [47]. Mindez egy holisztikus, az egész intézményt átfogó megközelítésben, a „whole-institution approach”-ban jelenik meg, amelybe az oktatás és a tanulás mellett az intézményi vezetés, a tervezés, a tanulói és pedagógusi részvétel, az épületek és az erőforrások kezelése, valamint a közösségi partnerségek is beletartoznak [25].

A bemutatott EU-s szakpolitikai dokumentumok alapján az európai STEM szakpolitika értelmezésében három fejlesztési terület azonosítható, mint a fejleszteni kívánt tudás és ahhoz kapcsolódó kompetenciák, a biztonságos és fenntartható alkalmazások, továbbá mindezek megvalósításának helyet adó és támogató intézményi és partnerségi feltételek. A szakpolitikai források értelmezési keretet adnak, bemutatják a disszertációban felvetett vizsgálati kérdések fontosságát és ajánlásoknak fogalmaznak meg a fejlesztésekhez.

2.3. Köznevelési és felsőoktatási tanulási utak

A köznevelési és felsőoktatási kapcsolódást a disszertációban egyfajta tanulási útvonalként értelmezem, ahol a STEM/STEAM köznevelési oktatásinnovációkkal kapcsolatban a problémaérzékenység, mellett hangsúlyosan megjelenik az együttműködés és a felelős eszközhasználat. Erre épül rá a felsőoktatásban a szakterületenkénti elmélyülés és a szakmai felelősség rendszere.

Az oktatási szintek összevetésekor érdemes külön választani a program besorolását és a fejleszteni kívánt tudást, amelyhez az ISCED megfelelő kiindulási alapot szolgáltat, azzal, hogy az oktatási programok és képesítések nemzetközi rendszerezését szolgálja; de kategóriái önmagukban nem jelzik egy program

pedagógiai minőségét vagy biztonsági tartalmának mélységét [48]. A specializált képzések sem kizárólag technikai tudásra épülnek. Furnell és Bishop a kiberbiztonsági képzési keretek és mesterprogramok összevetésében a technikai ismeretek, a tágabb problémaértelmezés és a kommunikáció összekapcsolását hangsúlyozzák [49]. Ebből következik, hogy a köznevelési alapozás és a későbbi szakirányú tanulás kapcsolatát nem egyszerű kibővített, több tartalommal és tudásanyaggal bíró tananyagként, hanem eltérő célú tanulási feladatok lehetséges egymásra épüléseként érdemes vizsgálni.

A pedagógusok számára az integrált feladatok megszervezése nem egyszerűen új eszköz megtanulását jelenti, hanem különböző tantárgyi célok összehangolását, a tanulói együttműködést, az értékelést, valamint a rendelkezésre álló tanórai időt is befolyásolja. Margot és Kettler tanulmányukban részletesen körüljárják a pedagógiai, tantervi és strukturális akadályokat, valamint bemutatják a támogatás és a szakmai fejlődés jelentőségét, ami indokolta, hogy a STEAM-tartalom mellett a szervezeti feltételeket is vizsgáljam [50].

A felsőoktatási intézmények a köznevelési partnerségekben a pedagógusok felkészítését, az értékelési feladatok kidolgozását, a digitális és környezeti kockázatok áttekintését, valamint az innováció dokumentálását is támogathatják. Az eszközátadáshoz így pedagógiai és implementációs támogatás kapcsolódhat; ezek helyi hasznosulását külön szükséges értékelni.

A fenti szakpolitikai dokumentumok és a releváns szakirodalmak az adatfelvételt követően az intézményi tapasztalatok jelenlegi jelentőségét világítják meg. A készségek és a felkészültség az Európai Unió hangsúlyos fejlesztési területei ezért az eredmények értelmezését és a továbbfejlesztési irányokat támogatják [40], [47].

2.4. Biztonsági műveltség és reziliencia a STEAM/STEM oktatásban

A STEM/STEAM területek innovációjához való kapcsolódás azonban nem írható le egyformán a biztonságtudomány valamennyi területén. Az információbiztonsági irányt alátámasztja a DigComp 2.2 keretrendszer, amely a digitális kompetencia önálló területeként kezeli az eszközök, a személyes adatok és a magánélet védelmét, továbbá a digitális technológiák egészségügyi és környezeti hatásainak felismerését [21]. A 2025-ben kiadott kiegészített keretrendszer a DigComp 3.0 ezt a területet „biztonság, jóllét és felelős használat” néven újraértelmezi és hangsúlyosabban jeleníti

meg a kiberbiztonságot, a személyes adatok és a magánélet védelmét, a digitális jóllétet, valamint a beemeli a környezeti felelősség területét is [51]. A digitális műveltség e megközelítésben túllép az egyszerű eszközhasználaton, és biztonságos, kritikus, valamint felelős technológiai cselekvéssé válik. A NIST K–12 kiberbiztonsági oktatási útiterve a STEM-tantárgyak találkozási pontjain megvalósuló tanulást, a kiberbiztonsági gondolkodás korai fejlesztését és a kiberbiztonsági pályákhoz vezető oktatási utak kiépítését hangsúlyozza [9]. A gyermekek kiberbiztonsági oktatását áttekintő kutatás szerint a kiberbiztonsági tudatosság, az online kockázatok felismerése és a biztonságos digitális viselkedés az iskolai képzésben önálló témaként, valamint integrált oktatási tartalomként is megjelennek [52].

Az UNESCO fenntarthatósági kompetenciái között szerepel a rendszergondolkodás, a jövőbeli következmények előrejelzése, a kockázatok és bizonytalanságok kezelése, a stratégiai gondolkodás és az integrált problémamegoldás; ezek a környezet- és energiabiztonsági kapcsolódás elméleti alapját is erősítik [16]. Az integrált STEM és a fenntarthatóság kapcsolatát vizsgáló nemzetközi áttekintésben a klímaváltozás, az energia, a vízgazdálkodás, a biodiverzitás, a körforgásos gazdaság és a természeti katasztrófák olyan problématerületek, amelyek alkalmasak több tudományterületet összekapcsoló STEM-pedagógiai megközelítések alkalmazására [53].

A magyar Nemzeti Alaptanterv a természettudományos és technikai kompetenciákhoz kapcsolja a tudományos-technológiai fejlődés biztonsági, etikai és fenntarthatósági vonatkozásait, a digitális kompetenciáknál pedig a technológiák kritikus, etikus és felelős használatát hangsúlyozza [54]. Rausch Attila szerint a digitális kompetencia fejlesztésének a technológiák környezeti hatásairól való tudást és a környezettudatos eszközhasználatot is magában kellene foglalnia [55]. A 2025-ben elfogadott magyar Kiberbiztonsági Stratégia megfogalmazza, hogy a kiberbiztonsági ismereteknek a köznevelési és felsőoktatási oktatás, illetve képzés részévé kell válniuk, és figyelmet kell fordítani a gyermekek és fiatalok digitális és információvédelmi tudatosságának fejlesztésére [56].

A rezilienciát a disszertációban a megértés és a szervezeti alkalmazkodás tágabb értelmezési fogalmaként használom; a kérdőív így nem tartalmaz közvetlen krízisszimulációt, incidensadatot vagy longitudinális helyreállási mutatót. Ennek okán a tanulószervezeti működés nem nevezhető automatikusan mért rezilienciának, és a

biztonsági relevancia sem azonos a tényleges ellenálló képességgel, mivel a disszertációmban a kapcsolódás lehetőségét tárom fel, nem e fogalmak empirikus azonosságát állítom.

3. A kutatási témát érintő jelentősebb elméleti és szakirodalmi háttér

Az előző fejezetben a kutatás társadalmi és szakpolitikai főbb irányvonalait mutattam be, azonban az intézményi innovációk vizsgálatához azt is érdemes tisztázni, hogy milyen fogalmak segítségével kapcsolhatók össze a STEM/STEAM-tartalmak, a biztonsági relevancia és a megvalósítás szervezeti környezete. Ebben a fejezetben bemutatásra kerülnek az integrált oktatás pedagógiai sajátosságait, a biztonságtudományi kapcsolódások értelmezését, majd az implementáció, a terjedés, a tanulószervezeti működés és az innovációs korlátok szakirodalmát illesztem az egyes kutatási kérdésekhez, amelyhez hazai intézményi és hálózati előzmények rövid bemutatása is segítséget nyújt a végbemenő folyamatok jobb megértésében.

3.1. A STEM/STEAM-integráció fogalmi kerete

Az integrált STEM/STEAM-oktatás elméleti alapját a diszciplináris határokon átívelő problémamegoldás, a kutatásalapú tanulás, a tervezésalapú tanulás, a projektmódszer és a kooperatív tanulásszervezés adja. A STEAM-koncepció különösen fontos eleme, hogy a technológiai és természettudományos tartalmakat kreatív, kommunikációs és társadalmi-kulturális elemekkel kapcsolja össze. A jelen kutatásban a STEAM-intenzitást nem önmagában vett pedagógiai értékítéletként definiálom, hanem a STEAM-területeknek a válaszadók által jelzett kiterjedtségét és szerepsúlyát összegző mutatóként.

Az integrált STEM/STEAM-oktatás szakirodalma szerint az integráció nem pusztán több tantárgy összevonását jelenti, hanem eltérő diszciplináris tudáselemek valós problémákhoz való kapcsolódásának összehangolását. Kelley és Knowles az integrált STEM-oktatást két vagy több STEM-terület, illetve más iskolai tantárgyak összekapcsolásaként értelmezik [12]. English a multi-, inter- és transzdiszciplináris integráció közötti különbségekre hívja fel a figyelmet [13], míg Thibaut és munkatársai az integrált STEM-oktatás meghatározó elemei között a tartalmi integrációt, a problémaközpontú, kutatásalapú és tervezésalapú tanulást, valamint az együttműködést azonosítják [14, p. 8]. Ezen megközelítések alátámasztják azt a feltételezést, hogy a magasabb STEAM-intenzitású innovációk több, egymással összefüggő társadalmi és biztonsági problématerületet tehetnek értelmezhetővé.

A tantárgyközi integráció fogalmát célszerű a konkrét tanulási tevékenységekhez kötni. Az integráció egyik formája az, amikor egy közös probléma megoldása során kell természettudományos megfigyelést, matematikai gondolkodást, technológiai megvalósítást és tervezői döntést összehangolni, a másik változatban valamely terület központi tantárgyként szerepel, a többi pedig csak támogatja a feladatot [12], [13].

A saját empirikus mutatót STEAM-intenzitásnak nevezem, mert a kérdőív a matematikai, természettudományi, műszaki és digitális területek mellett a művészeti–kulturális érintettségre is rákérdez. A szakirodalmi és szakpolitikai források ismertetésekor megőrzöm azok STEM- vagy STEAM-megnevezését. A mindkét megközelítést érintő összefüggésekre a STEM/STEAM jelölést használom, ahol a STEAM az öt területet magában foglaló, saját empirikus operacionalizálást jelöl, a STEM pedig ezt a terminus technicust alkalmazó szakirodalmi és szakpolitikai kereteket. Azokra az összefüggésekre, amelyek mindkét megközelítést érintik, a STEM/STEAM megjelöléssel utalok.

3.1.1. Integrált STEM oktatás a tantárgyi keretekben

Az integráció megértéséhez külön kell választani a tudásterületek felsorolását attól, ahogyan a tanulók ezt a tudást egy adott tanórai feladat során használják, ugyanis egy program kapcsolódhat a matematikához, a természettudományokhoz és digitális eszközökhöz úgy, hogy az egyes tevékenységek egymástól elkülönülnek, míg más esetben a probléma megoldásához a résztvevőknek valóban össze kell kapcsolniuk a különböző területek fogalmait és eljárásait. A két helyzet hasonló tantárgyi címkékkel írható le, azonban pedagógiai szerkezetük mégsem azonos. Az integrált STEM fogalmi keretei ezért a tartalmak jelenlétén túl a kapcsolatok kialakításának módját is hangsúlyozzák [12], [13], [14].

A multidiszciplináris megközelítés keretében összekapcsolódnak azok a tevékenységek, amelyeknek a témája közös, ezzel együtt a tantárgyak megőrzik saját, tantárgy-specifikus logikájukat. Az interdiszciplináris megközelítés esetében ez már kiegészül azzal, hogy a fogalmak és módszerek közötti átjárás is az adott projektfeladat részévé válik, míg a transzdiszciplináris megközelítés mindezeket a valós életből származó példákkal mutatja be és az ehhez szükséges tudás sokszor túllép iskolai tantárgyak határain. Az itt alkalmazott tanulásszervezési módszereket többen az iskolák rangsorolásának egyik kritériumaként is használják, de ezek csupán

különböző tanulásszervezési lehetőségeket vázolnak, melyek alkalmazása nagyban függ az adott feladat céljától, a tanulók előzetes tudásától és a rendelkezésre álló időtől, eszközöktől [13].

A diszciplináris alapok és az integráció különválhat egymástól a tanítás során, például egy kémiai adatsor értelmezéséhez a tanulónak meg kell értenie a mért változók jelentését, az adott példában megtalálható mértékegységeket, és ezek összehasonlítást, ugyanis egy technológiai eszközzel készített látványos ábra még nem bizonyítja a probléma megértését. A diszciplínák összekapcsolásának pedagógiai értéke akkor ítélhető meg, ha a feladat a tanulót a fogalmak közötti kapcsolat megmagyarázására is készteti. Az integrációt tehát nem a tantárgyi tudás feladásaként, hanem annak alkalmazási helyzetekben történő összehangolásaként értelmezem [12], [14].

A kérdőív kérdéseire adott válaszok azt rögzítették, hogy a válaszadók szerint az innováció mely tudásterületeket érinti, de a tanórai feladatok tényleges szerveződését nem mérte közvetlenül. A magasabb STEAM-intenzitás ezért a jelzett tartalmi kiterjedtséget és szerepsúlyt mutatja; nem dönti el, hogy az integráció multi-, inter- vagy transzdiszciplináris formában valósult-e meg. E korlát mellett a tartalmi profil és az észlelt biztonsági relevancia kapcsolata továbbra is vizsgálható [21], [16], [57], [58].

3.1.2. A művészeti–kreatív komponens a STEAM-ben

A művészeti–kreatív komponens (Arts) megjelenése a STEM-tartalmakban többféle pedagógiai célt szolgálhat. Egy iskolai technológiai orientált projektben megjelennek vizuális elemek, a történetalkotás, az adott prototípus kialakításra kerül és mindez a csoporton belül bemutatásra kerül. Ezen elemeknek a célja lehet az önálló művészeti tanulási tartalom, de segíthetik az adott természettudományos vagy mérnöki feladat megértését, értelmezését és bemutatását is. Perignat és Katz-Buonincontro STEAM-irodalmak integratív áttekintése során arra jutnak, hogy a fogalmi meghatározások, a célok és a kreativitás értelmezése nagy változatosságot mutat [5].

A művészeti és természettudományos szempontok intézményi összekapcsolására a Lauder Javne Iskola STEAM-programja jól szemlélteti annak gyakorlati megvalósulását. A programportáljuk a 4T-csapat feladataként a tudományos és művészeti kezdeményezések tanórai és tanórán kívüli támogatását nevezi meg. A

bemutatott programformák között STEAM-témanapok, az INNOlab – Diák Innovátorok Klubja, STEAM-követ képzés és STEAM-órák szerepelnek. A munkában vizuális művészeti és design-, valamint természettudományos szakértelem kapcsolódik össze [59].

A példa jól szemlélteti, hogy a művészeti komponens a tanulási feladat kialakításában is szerepet kaphat, a vizuális megjelenítés arra is irányulhat, hogyan érzékeltethetők az eltérő érintetti nézőpontok vagy egy döntés következményei nem csupán az elkészült munka bemutatásában.

A kutatásom megerősíti azt, hogy a művészeti jelölést nem lehet automatikusan kreativitásteszként használni. A Q23 kérdésblokk művészeti–kulturális tétele (Arts) nem mutatja meg, mennyire eredeti a tanulói megoldás, milyen művészeti tudás épült be a programba, vagy, hogy az alkotótevékenység során hogyan módosult a probléma értelmezése. A művészeti terület jelenlétét a kérdőívben a válaszadók rögzítették; annak hatását csak megfelelő tanulói feladatokkal és értékelési szempontokkal lehetne vizsgálni, ami egy újabb kutatás feladata.

A művészeti–kreatív kapcsolódás a biztonsági problémák megjelenítésében is értelmezhető. Egy kockázatot bemutató kép, modell vagy történet segíthet a különböző nézőpontok megjelenítésében. A szemléltetésnek azonban lehetnek olyan hatásai is, melyek a más értelmet adnak a projektnek, és nnak a megértés, értékelés, értelmezési szintjét negatívan befolyásolhatják.

3.2. Tanuláselméleti és pedagógiai háttér

Az integrált STEM-keretek a tudás alkalmazását és a különböző tartalmak közötti kapcsolatok felismerését hangsúlyozzák. A konstruktivista nézőpont alapján a tanuló nem készen kapott ismereteket vesz át hanem a korábbi tudást új helyzetekben flahsuználva tapasztalatai alapján újragondolja az elképzeléseit, és másokkal együttműködve keresi a lehetséges megoldásokat. E megközelítés a disszertáció elméleti hátterének része; a kérdőívben nem teszteltem közvetlenül ezt a tanuláselméleti modellt, mivel a pedagógiai megközelítések közötti hatáskülönbség kimutatásához tanulói szintű adatokra volna szükség [12], [14].

A kutatásalapú tanulás (inquiry-based learning, IBL) a kérdésfeltevés, az adatgyűjtés és a következtetés kapcsolatára épül: a tanuló a válasz mellett annak bizonyítékait és érvényességi korlátait is vizsgálja. Így az adatok megbízhatósága, a

mérési bizonytalanság és a következtetések indokolhatósága a tanulási folyamat részévé válnak. A kockázati műveltség szempontjából ezek a kapcsolatok fontosak, ugyanakkor a jelen kutatás az innovációkhoz társított relevanciát méri, nem pedig a tanulók kockázatértékelési teljesítményét [57], [58]. Az iskolai projekt- és tervezésalapú feladatokban a technológiai eszközök használatát a tanulási célokhoz és az alkalmazott pedagógiai módszerekhez kell igazítani. Mishra és Koehler TPACK-kerete (technological pedagogical content knowledge) szerint ehhez a pedagógus szaktárgyi, pedagógiai és technológiai tudásának összehangolására van szükség. Itt már nem elegendő az eszközök működését ismerni, azt is meg kell tervezni, hogy használatuk miként segítheti az adott tartalom megértését és a tanulói tevékenységek megszervezését [60, pp. 1026–1029].

Az elméleti kerethez tartozik a kooperatív tanulásszervezés (cooperative learning) is, amely a tanulók strukturált együttműködésén keresztül támogathatja a különböző tudásterületek összekapcsolását, ahol a feladatmegosztás, a közös döntések és a megoldási javaslatok közös mérlegelése hozzájárul ahhoz, hogy a tanulók többféle ismeretet hozzanak be és különböző nézőpontokat ütköztessenek egy adott probléma megoldásánál. Itt a pedagógusok szerepe a részvétel feltételeinek, az értékelés szempontjainak kialakítása és az alkotási, tanulási folyamat végigkísérése [14].

1. táblázat. Pedagógiai megközelítések és lehetséges biztonsági tanulási kapcsolódások

Pedagógiai megközelítés	Tanulási tevékenység	Biztonsági tanulási kapcsolódás
Kutatásalapú tanulás	**Kérdés, mérés, bizonyíték és következtetés**	**Bizonytalanság felismerése**
Projektalapú tanulás	Több lépés és szereplő összehangolása	Felelősségek és kockázatok előzetes áttekintése
Tervezésalapú tanulás	Prototípus, kipróbálás, módosítás	A biztonság mint tervezési szempont, nem csak utólagos ellenőrzés

Pedagógiai megközelítés	Tanulási tevékenység	Biztonsági tanulási kapcsolódás
Kooperatív tanulás	Közös döntés, magyarázat, feladatmegosztás	Eltérő nézőpontok és felelősség megjelenítése
Művészeti–kreatív integráció	Megjelenítés, kommunikáció, alternatívák	A probléma több szempontú bemutatása; nem önmagában mért biztonsági hatás

Forrás: saját szerkesztés.

3.2.1. Kutatásalapú tanulás a STEM/STEAM-ben

A kutatásalapú tanulásban a tanulási feladat a kérdés, az adat és a következtetés közötti kapcsolat megértése és alkalmazása. A tanulók itt eljárások sorát hajtják végre, amelynek során meg kell érteniük, hogy milyen kérdésre keresnek választ, milyen bizonyítékokat fogadhatnak el és milyen következtetésekre lehet jutni az összegyűjtött információkkal. A folyamat ezért jól alkalmazható a STEM-területek összekapcsolásához, mivel a probléma természettudományos megértése, a mérés technológiai feltételei és az adatok matematikai elemzése egy feladatban találkoznak [12], [14].

A konstruktivista szemlélet szerint egy adott tanulási helyzetben az előzetes tudás nem hátráltató tényező, hanem az új megértés alapja lehet, ha a tanuló meglévő tudása és korábbi tapasztalatai összevethetők a megfigyelésekkel, majd az új tapasztalat alapján újraértelmezhetők. A pedagógus feladata itt nem a helyes válasz megadása, hanem a megoldási folyamat követhetőségének valamint a bizonyítékok mérlegelésének támogatása. [12], [14].

A természettudományos vizsgálatok többféle formában végezhetők, de a diákoknak támogatásra lehet szükségük a kérdések megfogalmazásában, a változók elkülönítésében, az eszközök kiválasztásában és használatában, valamint a mérési eredmények értelmezésében. Az önállóságuk és a pedagógusi irányítás mértékét az életkor, az előzetes tudás és a feladat kockázatai szerint kell tervezni.

A National Research Council természettudományos oktatási kerete a kérdésfeltevést, a vizsgálat megtervezését, a modellezést, az adatok értelmezését és

a bizonyítékokra épülő érvelést egymással összefüggő gyakorlatokként kezeli , ami a digitális eszköz pedagógiai szerepének meghatározásához is segítséget nyújt abban, hogy az adatgyűjtés akkor válik a fogalmi megértés részévé, ha a tanulók esetében azt is vizsgálják, milyen kérdésekre ad választ a mérés, és milyen értelmezési korlátokkal számolhatunk az adatok elemzéséné l. [61, pp. 41–46]

A kockázati műveltség területén kiemelten fontos a bizonytalanság kezelése, ahol a tanulási cél annak felismerése, hogy milyen feltételezéseket igényel egy döntés, és mely állításokat nem támasztják alá a rendelkezésre álló adatok. A kockázati műveltségre és kockázatválasz-kompetenciákra vonatkozó megközelítések ezt a tudományos megértést a felelős cselekvés kérdésével kapcsolják össze [57], [58].

A pedagógiai módszer szervezeti támogató feltételei is jelentős szerepet játszanak a megvalósulásban, például ilyen lehet a mérési feladatok előkészítése, a tanulócsoportok támogatása, az eszközök rendelkezésre állása. A pedagógusok felkészültségét és támogatását vizsgáló STEM-szakirodalmi áttekintés éppen ezért a tantervi, pedagógiai és strukturális akadályokat együtt tárgyalja [50]. A jelen kutatásban a Q13 korláttételei és a Q14 szervezeti jellemzői e feltételrendszer néhány eleméhez kapcsolhatók, azonban a kutatásalapú tanítás megvalósításának részletes vizsgálatához további adatok szükségesek.

A kutatásalapú tanulás két szempontból kapcsolódik a disszertációm elméleti keretéhez, mely segít értelmezni, hogyan kapcsolódhat az adatgyűjtés, a bizonyítékok felhasználása és az ebből levont következtetések megfogalmazása a biztonsággal összefüggő tudás és képességek fejlesztéséhez, továbbá ráirányítja a figyelmet arra, hogy a biztonsági szempontból releváns témák feldolgozása tudatos pedagógiai tervezést igényel. Az intézménynek ehhez biztosítania kell a szükséges időt, a taneszközöket és a pedagógusok szakmai együttműködésének feltételeit.

3.2.2. Tervezésalapú tanulás

A tervezésalapú tanulás (design-based learning, DBL) a megoldás kidolgozását, kipróbálását és módosítását egy egységben kezeli, ahol a tanulók működőképes termék, prototípus, modell vagy eljárás létrehozására törekszenek. A megoldásnak a feladat céljához és a rendelkezésre álló erőforrásokhoz is illeszkednie kell. Az integrált STEM-oktatásban a mérnöki tervezés (engineering design) a matematikai és

természettudományos ismereteket egy konkrét probléma megoldásában és az ehhez szükséges döntésekben teszi alkalmazhatóvá [12], [14].

A projektalapú tanulás (project-based learning) és a tervezésalapú tanulás ugyanazon feladatsorban is összekapcsolódhatnak, de nem azonos megközelítésük. A projektalapú tanulás összetett probléma vagy kérdés tartós feldolgozására és a tanulói tevékenységek összehangolására épül; a tervezésalapú tanulás a megoldás kidolgozását, kipróbálását és értékelését helyezi előtérbe. Egy projekt nem feltétlenül eredménye egy úgynevezett deszkamodell és egy tervezési ciklus rövidebb tanórai keretben is megvalósulhat.

A tervezési feladat előtt az elvárások és a korlátok előzetes tisztázása különös jelentőséggel bír, hiszen a tanulók más megoldást alakítanak ki, ha például egy robotkarral végrehajtott munkafolyamat során kizárólag a sebességet, vagy a megbízhatóságot, az energiafelhasználást vagy a felhasználó biztonságát is figyelembe kell venniük. A biztonság ebben a helyzetben már nem utólag hozzáadott figyelmeztetés, hanem a jó megoldás szerves része. A Safety by Design megközelítés lényegi pontja, hogy a biztonság ne kiegészítőként jelenjen meg a tervezési folyamatban, hanem már a fejlesztés kezdetétől szerves része legyen a projektnek a teljes életújtján [62], [20].

A megjelennek például a Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium kreatív mérnöki pályát alapozó speciális tagozatának tantervében, amelyben jól látható a tervezési döntések és a használat során lehetséges következmények figyelembevétele. Ezt jól szemlélteti a 2024-ben közzétett beiskolázást és tájékoztatást is szolgáló ismertető rajzfilmjük, ahol egy szerkezetet mutatnak be, de felhívják arra a figyelmet, hogy egy jól működő szerkezet esetében is előfordulhatnak műszaki hibák, melyek balesetveszélyes helyzeteket teremtenek, ezért a tervezési folyamatnak szerves része kell, hogy legyen a tesztelés [63]. A tanulási folyamatba itt már beépül az is, hogy milyen körülmények között használható az adott szerkezet, milyen hibalehetőségekkel találkozhatnak a tanulók, és hogyan lehet elhárítani ezeket. Itt a tesztelés a tanulási folyamat részévé válik, ahol a tesztelés, hibaelhárítás folyamatában gyűjtik a tapasztalatokat és újraértelmezik a megoldást a tanulók.

A próbálkozások sorozata és a hibázás fontos részévé válhat a tanulásnak. Egy nem működő prototípus vagy hibás feladatmegoldás akkor tölti be az

ismeretelsajátítás szerepét, ha a tanulók tanári támogatással feltárják a hiba okát, majd erre alapozva javítják a megoldásukat. Ehhez olyan oktatási környezetre van szükség, amely teret ad a kísérletezésnek, miközben az eszközhasználatra és a résztvevők biztonságára vonatkozó szabályok is megjelennek a folyamatban. Az iskolai csoportmunkák során történő feladatmegosztás fontos eszköze a tanulásnak, melynek része az egyéni munkák során elért eredmények, megoldási utak megosztása, az eltérő megoldások megvitatása. A pedagógusnak ebben az esetben a részvételi lehetőség és a felelősségi viszonyok feltérképezése és megtervezése a feladata [14].

Egy adott program intézményi bevezetése a tanulói projekthez képest sokkal összetettebb feladat, azáltal, hogy itt már meg kell szervezni a pedagógusok felkészítését, az eszközök rendelkezésre állását, a tapasztalatok megosztásának tereit és formáit, valamint a feltételeket, amelyek mellett próbálhatják ki a módszert más osztályokban és más tantárgyak esetében.

3.2.3. A kompetenciaértékelés és mérési lehetőségek

Az adott tevékenység vagy projekt megvalósítása nem jár automatikus kompetenciafejlődéssel, hiszen nem bizonyosodtunk meg arról, hogy egy új helyzetben képes lesz-e már alkalmazni, vagy egy szabály alkalmazást egy másik helyzetben megfelelőképpen tudja-e ugyanúgy beépíteni az adott folyamatba. A tanulói értékeléseket ezért olyan feladathoz érdemes kötni, melynél a gyakorlati tudás alkalmazása megfigyelhető és mérhető [12], [16], [64].

A korábban említett módszertanok fontos elemei a mérési megközelítések, melyek közül a tudástesztek, a teljesítményfeladatok és a folyamatra irányuló értékelések különösen fontosak a téma szempontjából. A tudástesztek általánosságban a fogalmi és eljárásbeli ismeretek egy részének összehasonlítható vizsgálatára alkalmasak, míg a teljesítményfeladatok már láthatóvá teszik, hogyan alkalmazza a tanuló a tudását egy összetettebb feladatmegoldás során. A folyamatértékelés a döntéseket és a javításokat segít megérteni, támogatva tanulói együttműködés alakulását is.

Egyik mérési megközelítés sem helyettesítheti automatikusan a másikat, hiszen az értékelési módszer megválasztásánál az határozza meg, mit akarunk mérni a tanulási folyamatban. Az integrált feladatok esetében az értékelés tárgya különösen fontos szerepet tölt be, mivel a tudományos magyarázat pontosságát, a modell

használhatóságát, az adatok kezelését, a választott megoldás indokoltságát vagy a prezentáció érthetőségét vizsgálja. A csoportos feladatok értékelésekor a csoportban elkészített munka mellett azt az információt is magában hordozza, hogy az egyes tanulók milyen feladatokat végeztek és mennyire értik a megoldáshoz felhasznált részismereteket. A látványos prezentációk vagy az elkészített eszköz működése önmagában nem igazolja azt, hogy kitűzött tanulási célok teljesültek-e. Ebben az esetben a megoldás tartalmi helyességét, technikai működését és bemutatását, valamint a tanulók egyéni hozzájárulását külön-külön is célszerű az értékelés tárgyává tenni, így az értékelés nemcsak az elkészült feladatról, hanem a mögötte álló tanulói tudásról és tevékenységről is képet adhat. A biztonsággal kapcsolatos tanulási céloknál ehhez a méréshez a következmények és bizonytalanságok felismerése is hozzárendelhető. A programértékelés során az is a vizsgálat része lehet, hogy a fejlesztési célok teljesültek-e, és milyen feltételek mellett volt megvalósítható az eljárás [21], [16], [57].

A formatív értékelések szerepe különbözik a program lezárásakor adott összesítő minősítésétől, hiszen folyamatos visszajelzéseket adnak, amelyeket a tanulók és a pedagógusok arra tudják használni, hogy a tanulási folyamat közben módosítsák a következő lépéseket. A két szint együttes alkalmazása segít abban, hogy a visszajelzések ne pusztán benyomásokra épüljenek, a programszintű értékelés pedig ne kizárólag részvételi adatokra épüljön.

Az integrált feladatok értékelésekor a kitűzött tanulási célt, annak vizsgálatára alkalmas bizonyítékot és az elvárt következtetéseket kell összerendelni, a megfigyelés a munkafolyamatot, a tanulói produktum egy elkészült megoldást, az önbeszámoló pedig a résztvevő értelmezését teszi hozzáférhetővé. A fentiekből kiindulva, ezek azonban nem helyettesítik egymást, mivel egy működő prototípusból nem következik automatikusan fogalmi megértés, a kedvező értékelésből pedig nem következik tényleges kompetenciafejlődés.

Az értékelési szintek megkülönböztetésére Srivatanakul és Annansingh alapképzéses szoftver- és webbiztonsági kurzusai jó példát adnak. A szerzők egyéni gondolkodást követően páros megbeszélést, kiscsoportos munkát és szerepjátékot alkalmaztak a technikai és nem technikai készségek összekapcsolására. A kurzusértékelő kérdőívben a hallgatók kedvezően ítélték meg a tevékenységek szerepét az összetett fogalmak megértésében és a tananyaggal való aktív

foglalkozásban [65]. A kedvező résztvevői értékelés az alkalmazott módszer megítéléséről és sikerességéről ad információt. Annak vizsgálata, hogy a hallgatók pontosabban azonosítanak-e egy sérülékenységet, vagy megalapozottabban indokolnak-e egy védelmi döntést; az ehhez kapcsolódó, de egy másik értékelési feladat. Egy későbbi intézményi kipróbálásban ezért a résztvevői visszajelzéseket a tanulási célhoz illeszkedő feladatokkal és a megoldások értékelésével együtt célszerű felhasználni. E különbségtétel indokolja azt is, hogy a jelen disszertációban az észlelt eredményességet külön nevezem meg, és nem azonosítom közvetlen kompetenciaméréssel.

A disszertációban az EFFECT változó az intézmény sikerességének és a tanulók mérhető eredményességének észlelt javulásáról adott két válasz átlaga. A második kérdőívtételben szereplő „mérhető” kifejezés esetében le kell szögeznem, hogy a tanulói teljesítményadatokhoz nem fértem hozzá, így a kérdőív az intézményi válaszadó erről alkotott ítéletét rögzítette. A mutatót ezért nem tekinthetjük sztenderdizált tanulói hatásbecslésnek, és nem használható különböző tantárgyi programok objektív eredményességi rangsorára, ellenben alkalmas arra, hogy az intézményi eredményesség megítélésének szervezeti együttjárásait feltárjam. Egy későbbi kutatásban a kompetenciafejlesztési célt tanulói feladattal, az implementációt pedig folyamatadatokkal, a belső terjedést pedig az alkalmazók és az alkalmazási helyzetek nyomon követésével lenne célszerű vizsgálni. Ezzel láthatóvá válna, hogy a program megvalósult-e a tervezett módon, kik jutottak el a használatáig, és milyen tanulási változások figyelhetők meg [66], [32], [67]. A kompetenciaértékelés eredményeit vissza lehetne csatolni az intézmény közös szakmai tanulásába, így a mérés akkor válhat intézményi tanulássá, ha a tapasztalatokat a gyakorlat felülvizsgálatára is felhasználják [24], [7].

3.3. A köznevelésben jelenlévő biztonságtudományhoz köthető innovációk értelmezési lehetőségei

A biztonságtudomány középpontjában az emberi életet, az egészséget, a környezetet és a szervezetek működését érintő káros következmények megértése, megelőzése és kezelése áll. Aven a biztonságtudomány (safety science) feladatát nem pusztán a balesetek vizsgálatában, hanem a biztonsághoz kapcsolódó tudás, fogalmak, elméletek és módszerek vizsgálatában és fejlesztésében is meghatározza.

Itt a vizsgálat kiindulópontja annak meghatározása, hogy milyen értékeket, milyen lehetséges károkkal szemben és milyen eszközökkel kívánunk védeni; így a kutatás irányulhat a veszélyes helyzetek kialakulásának, valamint azokra a körülményekre is, amelyek között a védelem megszervezhető [68].

Az UNDP 1994-es jelentésében megfogalmazott humánbiztonsági megközelítés túlmutat az állami katonai védelmen, és az emberek életfeltételeit és fejlesztési lehetőségeit helyezte előtérbe, a területek védelme megközelítése mellett [69]. Ez az emberközpontú nézőpont segít értelmezni azt, hogy a köznevelési innovációkhoz is kapcsolódhatnak biztonsági kérdések. Ilyen vizsgálati fókuszterület lehet a tanulók védelme, az információvédelem vagy a tanulás folytonossága. A tágabb fogalomhasználat ugyanakkor nem teszi automatikusan minden pedagógiai problémát biztonságtudományi kérdéssé: a védendő értéket és a lehetséges káros következményeket minden esetben azonosítani kell.

Disszertációmban a nem szándékos káros következményekkel szembeni biztonság (safety) és a szándékos, rosszindulatú károkozással szembeni védelem (security) között teszek különbséget. A safety megközelítés alatt értjük a baleseteket és műszaki hibákat, míg a security fogalma a támadásokat és jogosulatlan beavatkozások elleni védelmet fedi le. Jore ezzel kapcsolatosan kiemeli, hogy a két kategória közötti határ nem merev, mivel sokszor a szándékos cselekvés mögött nem minden esetben fedezhető fel károkozási szándék, ami arra vezethető vissza, hogy mindkét terület ki van téve a technikai, emberi és szervezeti tényezőknek [70].

A Society for Risk Analysis fogalomtára alapján a kockázat (risk) és a reziliencia (resilience) eltérő fogalmi szerepet tölt be, amíg a kockázat a tevékenységek lehetséges következményeihez és az ezekkel kapcsolatos bizonytalansághoz kötődik, addig a reziliencia a rendszer alapvető működésének zavaró események utáni fenntartására vagy helyreállítására vonatkozó képességet jelöli [71]. A köznevelés tekintetében ez úgy jelenthet meg, mint a veszélyek korai detektálása, a károk megelőzése és a megváltozott körülményekre reagáló működés és alkalmazkodás kérdései. A biztonság rendszerszemléletű megközelítése ezért kiterjed a szereplők együttműködésére, szervezeti döntésekre a technikai megoldások mellett. Leveson modelljében balesetek példája alapján mutatja meg, hogy megértéséhez nem elegendő az egyes alkatrészek hibáit vagy az egyéni tévedéseket elkülönítetten vizsgálni, hanem figyelembe kell venni a rendszer elemei közötti kölcsönhatásokat, az

irányítást és a visszacsatolásokat is [72]. Ahhoz, hogy jobban megértsük a köznevelési innovációk biztonsági vonatkozásait, komplexen kell kezelni az oktatási eszközök használatát, a feladatmegosztást, a felelősségeket, a pedagógusi felkészültséget és a tapasztalatok meglétét.

A biztonságtudomány oktatásban történő alkalmazásához közvetlen iránymutatást nyújt a 2022–2030 közötti időszakra szóló Comprehensive School Safety Framework, amely az iskolát a védelem helyszínének és a felkészítés intézményének tekinti. A dokumentum külön rendszerezi a tanulási infrastruktúrákat, az iskolai biztonság és az oktatás folytonosságának menedzselését, továbbá a kockázatcsökkentésre és a rezilienciára irányuló oktatási tevékenységeket, ahol a biztonsági szempontok a szervezeti működés feltételeiként, képzési célként és megvalósítási követelményekként jelennek meg [3].

A STEAM-innovációkat a disszertációmban olyan tanulási és intézményi gyakorlatokként veszem vizsgálat alá, amelyekhez többféle biztonsági terület is társítható. A disszertációban vizsgált észlelt biztonsági relevancia azt jelzi, hogy a válaszadó milyen kapcsolódást társít az innovációhoz, melynek megértésében segít a következőkben bemutatásra kerülő kilenc biztonsági terület.

3.3.1. A biztonsági relevancia kérdőíves kategóriái és fogalmi értelmezésük

A DigComp 2.2 keretrendszer a digitális kompetenciát a tudás, a készségek és az attitűdök együtteseként értelmezi. A technológiai eszközök működtetésén túl magában foglalja a digitális technológiák kritikus és felelős használatát, az információk megbízhatóságának értékelését, a személyes adatok és a magánélet védelmét, valamint a digitális környezetben megjelenő kockázatok felismerését és a megfelelő védekezési megoldások alkalmazását [21, pp. 3, 11–12, 35–38]. A 2025-ös DigComp 3.0 ezt a fogalommagyarázatot továbbra is megtartja, azonban a kompetenciák leírását új tanulási eredményekkel, továbbá az MI, a kiberbiztonság, a digitális jóllét, valamint a dezinformáció kezelésének hangsúlyosabb beépítésével egészíti ki [51]. Ezzel összhangban Sağlam, Miller és Franqueira a gyermekek kiberbiztonsági oktatásáról készített szisztematikus szakirodalmi áttekintésében kiemelik, hogy a technikai ismeretek mellett a biztonságos használati gyakorlatokat, az adatvédelmi tudatosságot, az online identitás védelmét és az etikus online viselkedést is a fejlesztendő területek közé sorolják [52]. A digitális kompetencia biztonsági

vonatkozásai ezért sem szűkíthetők le az eszközök kezelésére, mivel az információk, a kockázatok és a felhasználói döntések következményeinek megértését is magukba kell foglalniuk.

A disszertációban a biztonságtudományi kapcsolódás ezért szélesebb értelemben jelenik meg, úgymint: információ-, környezet- és energia-, adaptív és foglalkoztatási, egészség-, pszichoszociális, katasztrófavédelmi, katonai, jogi és gazdasági biztonság.

A disszertáció alapjául szolgáló kérdőívben megjelölt kilenc biztonsági területet egy kategóriarendszernek tekintem, ami nem a biztonságtudomány kizárólagos tudományrendszertani felosztását, hanem a válaszadók által értékelhető kapcsolódások készletét jelenti. A kategóriák releváns társadalmi problémákra utalhatnak, és eltérő tantárgypedagógiai mélységben válhatnak érthetővé az intézményi válaszadók számára, ezért a gyakoriságuk alapján nem állítható fel a biztonsági szükségletek objektív rangsoruk. A pszichoszociális és egészségügyi terület a jólléthez, valamint a viselkedési és egészségi kockázatokhoz kapcsolódik; a gazdasági és jogi kategóriának anyagi, szabályozási és jogbiztonsági vonatkozásai vannak. A környezet- és energiabiztonság a természeti és technológiai rendszerek fenntarthatóságához, az adaptív és foglalkoztatási terület pedig a változásokhoz való alkalmazkodáshoz kapcsolódik. A katasztrófavédelmi és katonai kategóriák közvetlenebb védelmi és vészhelyzeti asszociációkat is kiválthatnak. Az információbiztonság a digitális technológiákkal, adatokkal és információkezeléssel kapcsolatos felelősséget értelmezhetővé teszi.

A safety és a security a védelem eltérő nézőpontjait jelölik; a kockázat a lehetséges káros következményekre és a bizonytalanságukra, a reziliencia pedig a zavaró hatásokkal szembeni alkalmazkodás, a működés fenntartása és a helyreállítás képességére vonatkozik [70], [71]. Az észlelt biztonsági relevancián túl a válaszadó által az innovációhoz társított kapcsolódást jelenti, ezért nem használhatók egymás szinonimáiként.

Az eltérő gyakoriságú területek vizsgálatában a nem szignifikáns eredmények nem jelentik egyben a terület pedagógiai vagy társadalmi irrelevanciáját, hiszen az alacsony jelölések száma és a kis alminta esetén a becslések bizonytalanabbak lehetnek, ahol a szelektív profil a megfigyelt statisztikai mintázatot jelenti, nem a többi biztonsági terület elméleti kizárását.

3.3.2. Biztonsági tartalom, használat és intézményi felelősség

A biztonsági kategóriák pedagógiai értelmezésekor három kérdést különítek el: milyen biztonsági témáról közvetít ismereteket a program; milyen döntési vagy használati helyzetben találkoznak a tanulók ezzel a témával; és milyen intézményi feltételek mellett valósulhat meg biztonságosan a program. Ezen szempontok ugyanakkor ugyanahhoz a tevékenységhez is kapcsolódhatnak. A kérdőív Q24 blokkjának kompetenciafejlesztési válaszkategóriája elsősorban a résztvevőknek tulajdonított tanulási hozadékot, implementációs kategóriája pedig a megvalósítás során figyelembe vett szempontot jelzi.

Feltételezésem szerint a STEAM-területek eltérő tanulási tevékenységeken keresztül kapcsolódhatnak biztonsági kérdésekhez. A 2. táblázat a diszciplináris kapcsolódásokat foglalja össze; melyhez a digitális, fenntarthatósági és kockázati műveltségi keretek adják az értelmezési alapot [21], [16], [57], [58], [20].

2. táblázat. A STEAM-területek lehetséges biztonságtudományi kapcsolódásai.

STEAM-terület	Tanulási kapcsolódás	Biztonságtudományi értelmezés
Természet-tudomány (Science)	Környezeti és egészségi jelenségek megfigyelése, mérés, kísérletezés.	Mérési bizonytalanságok, környezeti és egészségügyi kockázatok értelmezése.
Technológia (Technology)	Digitális eszközhasználat, programozás, robotika, adatkezelés.	Felelős adathasználat, hozzáférések és információbiztonsági kockázatok felismerése.
Mérnöki terület (Engineering)	Tervezés, prototípusalkotás, tesztelés és módosítás.	Hibalehetőségek és használati kockázatok előzetes mérlegelése; biztonsági szempontok a tervezésben.
Matematika (Mathematics)	Mennyiségi becslés, modellezés, statisztikai és algoritmikus gondolkodás.	Bizonyítékok, valószínűségek és döntési bizonytalanságok értelmezése.

STEAM-terület	Tanulási kapcsolódás	Biztonságtudományi értelmezés
Művészeti–kreatív terület (Arts)	Vizuális és szöveges, hang megjelenítések, alternatív megoldások bemutatása.	Kockázatok és érintetti nézőpontok kommunikációja, megvitatása, nem a pszichológiai biztonság mérése.

Forrás: saját rendszerezés a hivatkozott kompetencia- és pedagógiai keretek alapján.

Egy program biztonsági kapcsolódását nem ajánlott csupán az elnevezése alapján meghatározni, hanem fontos tisztázni azt, hogy a biztonsági szempont milyen tanulói tevékenységben, probléma megoldásában vagy döntés meghozatalában érhető tetten. Csupán a digitális eszközök használata például önmagában nem jelenti az információbiztonsági tudatosságot, és a művészeti feladatok jelenlétéből sem következtethetünk arra, hogy az intézményben tanulást támogató légkört alakítottak ki, vagy a hibákat mint tanulási lehetőségként értelmezik [21], [5].

A STEAM-feladat biztonsági kapcsolódását a megoldandó probléma és a döntések lehetséges következményei alapján célszerű meghatározni. A mérnöki tervezésben a működőképesség mellett más követelmények is mérlegelendők; például a National Research Council kerete ezek között a biztonságot is kiemeli [61, p. 52]. Egy osztálytermi feladatban ennek alapján külön kérdésként jelenik meg, hogy a prototípus végrehajtja-e a kívánt műveletet, és hogy használata veszélyeztethet-e az élő vagy élettelen környezetet. A biztonsági szempontot itt már nem az eszköz újszerűsége, hanem a védendő érték és a lehetséges kár teszi meghatározhatóvá.

A STEAM-hez köthető tanórai tevékenységekben ehhez az adatok értelmezése kapcsolódhat olyan módon, hogy egy adott órai becslés pontatlansága önmagában még nem biztonsági probléma, viszont ha a rá épülő döntés például egészségi, környezeti vagy anyagi következménnyel járhat, akkor tudatosan foglalkozni kell vele. A technológiai feladatok esetében a működés megértése mellett a felhasználás felelőssége is vizsgálati szempontként jelenik meg. A DigComp 2.2 a digitális technológiák kritikus és biztonságos használatához szükséges tudást, készségeket és attitűdöket együttesen kezeli [21]. A DigComp 3.0 ezt a megközelítést a „biztonság, jóllét és felelős használat” kompetenciaterületén viszi tovább és külön kiemeli a kiberbiztonsági intézkedések alkalmazásának fontosságát, a személyes adatok és a magánélet védelmét, az állampolgári jóllét támogatását és a digitális technológiák

környezeti hatásainak mérséklését [51]. Ezen megkülönböztetést a program megvalósítására is alkalmazom, mivel más a pedagógiai cél: a tanulók felkészítése az adatok megosztásának következményeire, és más az intézményi feladat: a ténylegesen használt adatokhoz való hozzáférés rendezése. Hasonlóképpen, a tanulói prototípus hibáinak közös elemzése tanulási tevékenység, míg a kipróbálás biztonságos feltételeinek megteremtése megvalósítási felelősség. A két feladat egy programban összekapcsolódhat. A kérdőív kompetenciafejlesztési és implementációs kategóriáit a különbség értelmezésére használom, nem pedig a teljes tanulási folyamat vagy az intézményi biztonsági gyakorlat ellenőrzésére.

A pedagógiai tartalomtól érdemes megkülönböztetni az innováció megvalósításához szükséges szervezeti feltételeket. A dokumentálás szintje, a pedagógusok szakmai együttműködése és az új gyakorlat intézményi beépülése bármely STEAM-területhez kapcsolódó innovációban fontos szerepet tölt be. Ugyanígy a kérdőív kilenc biztonsági kategóriája sem rendelhető egyértelműen az öt STEAM-terület valamelyikéhez. Az egészségügyi, pszichoszociális, gazdasági, jogi vagy védelmi szempontok különböző tartalmú feladatokban is megjelenhetnek külön-külön vagy együttesen is. A későbbi statisztikai elemzések azt mutatják, hogy a vizsgált mintában a válaszadók milyen kapcsolódásokat jelöltek. A nem szignifikáns eredmény ezért nem zárja ki az adott biztonsági terület pedagógiai jelentőségét vagy más tanulási helyzetekben való megjelenését.

A kilenc biztonsági kategória vizsgálata nem az intézmények tényleges biztonsági állapotának teljes körű ellenőrzése. A kérdőív azt rögzíti, hogy a válaszadók mely biztonsági területeket tartják relevánsnak az általuk bemutatott innovációban. Az azonos kategóriák és válaszlehetőségek lehetővé teszik ezek megítélésének összehasonlítását, de a jelölések jelentését az adott innováció tartalmával összefüggésben kell értelmezni. A Q24 kérdésben ezért a biztonsági területet a kutatásban alkalmazott munkakategóriákként értelmezem, ahol a kategóriák védendő értékekre, veszélyhelyzetekre utalnak, amik kapcsolódnak az egyén jóllétéhez és életfeltételeihez, az intézményi működéshez, a technikai rendszerekhez vagy tágabb társadalmi folyamatokhoz, így a válaszadók ugyanazon innovációhoz többféle biztonsági kapcsolódást társíthattak.

Az alábbi táblázatban feltüntetett példák lehetséges pedagógiai kapcsolódásokat mutatnak be és nem tekinthető egyetlen szakirodalmi forrásból változatlanul átvett

biztonsági taxonómiának, vagy azt, hogy valamennyi felsorolt tevékenység megvalósult a vizsgált innovációkban és természetesen abban sem lehetünk biztosak, hogy a válaszadók minden kategóriát egységesen értelmeztek.

3. táblázat. A Q24 biztonsági területeinek fogalmi megfeleltetése és mérési határai

Q24-terület	Lehetséges védendő érték és elemzési szint	Lehetséges káros következmény vagy bizonytalanság	A tanulási tartalom lehetséges szerepe	Mit rögzít a jelen kérdőív?
Q24/1 Pszichoszociális kockázatok csökkentése	Lelki jóllét, emberi méltóság, társas kapcsolatok; egyéni és csoportszint.	Tartós stressz, túlterhelés, bántalmazás, kirekesztés.	Terhelő helyzetek felismerése, konfliktusok feldolgozása, felelős együttműködés.	A pszichoszociális területhez rendelt szerepet; a stressz vagy bántalmazás tényleges változását nem méri.
Q24/2 Egészségügyi biztonság	Élet, testi épség, egészség; a résztvevők és a munkavégzés szintje.	Baleset, sérülés, megbetegedés, veszélyes eszközhasználat.	Veszélyfelismerés, biztonságos kísérletezés és eszközhasználat, egészséggel kapcsolatos döntések megértése.	Az egészségügyi és munkabiztonsági kapcsolódás megítélését; baleseti gyakoriságot vagy egészségváltozást nem mér.
Q24/3 Gazdasági biztonság	Megélhetés és anyagi erőforrások; egyéni, háztartási vagy intézményi szint.	Pénzügyi veszteség, forráshiány, gazdasági kiszolgáltatottság.	Pénzügyi döntési helyzetek, költségek és erőforrások mérlegelése, gazdasági következmények megértése.	A gazdasági kapcsolódás szerepét; nem választja szét részletesen a tanulói pénzügyi felkészültséget és az intézmény forrásbiztonságát.

Q24-terület	Lehetséges védendő érték és elemzési szint	Lehetséges káros következmény vagy bizonytalanság	A tanulási tartalom lehetséges szerepe	Mit rögzít a jelen kérdőív?
Q24/4 Jogi biztonság	Jogok, jogszerűség és kiszámítható szabályok; egyéni és intézményi szint.	Jogsértés, jogsérelmek, tisztázatlan felelősség vagy felhasználási jogosultság.	Jogok és kötelezettségek, szerzői jogi és adatkezelési helyzetek, felelős felhasználás megértése.	A jogi szempontoknak tulajdonított szerepet; jogi megfelelőséget vagy jogsértések előfordulását nem ellenőrzi.
Q24/5 Környezettudatosság, környezet- és energiabiztonság	Környezeti állapot, természeti erőforrások és energiaellátás; helyi, intézményi és tágabb rendszerszint.	Szennyezés, erőforrás-pazarlás, környezeti károk, ellátási zavarok.	Környezeti adatok értelmezése, mint például az energiafogyasztás vizsgálata, fenntarthatóság, és annak következményeik mérlegelése.	Az összevont terület szerepbesorolását; a környezettudatosságot, környezeti állapotot és energiabiztonságot külön nem méri.
Q24/6 Foglalkoztatási és alkalmazkodási biztonság	A változó tanulási és munkaerőpiaci helyzetekben való részvétel lehetősége; elsősorban egyéni életpálya-szint.	Tudás és készségek elavulása, alkalmazkodási nehézség, a képzés és a munkakövetelmények eltérése.	Új technológiák tanulása, pályaorientáció, továbbtanulási lehetőségek és az egész életen át tartó tanulás jelentőségének megértése.	Az alkalmazkodási vagy foglalkoztatási kapcsolódás, későbbi elhelyezkedést, jövedelmet nem mér.
Q24/7 Katasztrófavédelem	Élet, testi épség, közösségi védelem és a működés folytonossága; egyéni és intézményi szint.	Tűz, más rendkívüli esemény, felkészületlen reagálás, működéskiesés.	Elsősegély-nyújtáshoz, tűzvédelemhez, veszély-jelzésekhez és kiürítési helyzetekhez kapcsolódó ismeretek feldolgozása.	A katasztrófavédelmi kapcsolódás szerepét; felkészültséget, reagálási teljesítményt vagy rendszer-rezilienciát nem mér közvetlenül.

Q24-terület	Lehetséges védendő érték és elemzési szint	Lehetséges káros következmény vagy bizonytalanság	A tanulási tartalom lehetséges szerepe	Mit rögzít a jelen kérdőív?
Q24/8 Katonai biztonság	Védelmi feladatokhoz kapcsolódó emberi és közösségi értékek; tágabb társadalmi vagy állami szint.	Fegyveres konfliktusok következményei, védelmi döntések bizonytalansága.	Kifejezett védelmi kontextusban stratégiai döntési és tárgyalási helyzetek értelmezése.	A katonai biztonsághoz adott besorolást. A tétel általános készségeket is adó példái miatt a mögöttes értelmezés bizonytalan.
Q24/9 Információbiztonság	Adatok, információk és információs rendszerek védelme; egyéni, intézményi és technikai szint.	Adatvesztés, jogosulatlan hozzáférés, adatok sérülése, hozzáférhetetlenné válása vagy visszaélésszerű felhasználása.	Adatvédelmi helyzetek, hozzáférések, biztonságos információkezelés és felelős digitális döntések megértése.	Az információbiztonsági kapcsolódás szerepét; technikai sérülékenységet, incidens-gyakoriságot vagy védelmi képességet nem ellenőriz.

Forrás: saját fogalmi rendszerezés a Q24 tételcímkéi és a hivatkozott biztonságtudományi, humánbiztonsági és kompetenciakeretek alapján, ahol a példák értelmezési lehetőségeket szemléltetnek és a kérdéssor „Egyéb” sora nem része a kilenc előre megadott területre épülő összesítésnek.

3.4. Kockázati műveltség helye és szerepe

A kutatásom egyik elméleti kiindulópontja az volt, hogy a STEM/STEAM-oktatás biztonságtudományi szerepe nem korlátozódik közvetlenül a biztonsági ismeretek átadására, hanem a természettudományos és matematikai területek hozzájárulnak a valószínűségek, a bizonytalanságok és az oksági összefüggések megértéséhez, továbbá a technológiai és mérnöki terület segít abban, hogy a tanulók jobban megismerjék a rendszerek működését, felismerjék azok sérülékenységeit és felmérjék a lehetséges következményeket, megoldási lehetőségeket. A művészeti-kreatív terület

hozzájárul ahhoz, hogy egy problémát több szempontból közelítsenek meg és annak alternatív megoldása és kreatív bemutatására valósuljon meg.

Ezt a megközelítést járja körül Eichler, Büchter és Binder tanulmánya, ahol a kockázati műveltséget a bizonyítékok mérlegelésével, a bizonytalanság felismerésével és a kockázatok össztársadalmi összefüggéseinek megértésével kapcsolja össze [57]. Hong, Chang és Kim kockázatválasz-kompetencia-modellje tovább megy és három egymástól elkülöníthető elemet emel ki a kockázati műveltségben, mint a kockázat felismerését, tudományos alapú értékelését és a megfelelő válaszcselekvések kialakítását [58].

A digitális kompetenciakeret [21], a fenntarthatóságra nevelés [16], valamint az európai STEM- és készségpolitika [10] szintén alátámasztják az információbiztonsági, környezeti és alkalmazkodási kapcsolódások elméleti relevanciáját.

A DigComp 2.2 [21] és az UNESCO fenntarthatósági kompetenciakerete [16] a fejlesztendő tudás, készségek, attitűdök és cselekvési képességek meghatározásához ad támpontot. A DigComp 3.0 már a tudás-, készség- és attitűdalapú tanulási eredményekkel részletezi ezt a kompetenciaoldali keretet, ezért a jelen elemzésben értelmezési háttérként, nem pedig a 2021–2022-es kérdőív mérési alapjaként használom [51]. Ettől külön intézményi feladat a biztonsági szempontok beépítése az innováció tervezésébe, felelősségi rendszerébe, kockázatkezelésébe és értékelésébe. Az ausztrál eSafety Commissioner Safety by Design kerete a digitális termékek, platformok és szolgáltatások felhasználói biztonságára irányul: a biztonsági szempontokat már a fejlesztés kezdetétől érvényesíteni kívánja [62]. Az Australian Curriculum Technologies tantervi területe a tanulói tervezési és digitális technológiai tevékenységekhez kapcsolódó biztonsági szempontok értelmezését segíti [20].

Proctor és munkatársai elkülönítik az implementációs kimeneteket (implementation outcomes) – így az elfogadhatóságot, az átvételt, a megfelelőséget, a megvalósíthatóságot, az implementációs hűséget, a költséget, az intézményi elterjedtséget (penetration) és a fenntarthatóságot – a szolgáltatási és a célcsoporti kimenetektől [66, pp. 66–68]. A jelen kutatásban a célcsoporti eredmények megfelelői a tanulóknál és más résztvevőknél észlelt tudás-, kompetencia-, motiváció- vagy teljesítményváltozások.

Durlak és DuPre gyermek- és ifjúsági prevenciós, valamint egészségfejlesztési programokat összegző áttekintésük szerint az implementáció szintje és minősége a

programeredmények meghatározó feltétele [32]. Carroll és munkatársai az implementációs hűséget (implementation fidelity) annak mértékeként határozzák meg, hogy a beavatkozás megvalósítása mennyiben felel meg az eredeti programtervnek [67]. A modelljük központi elemeit úgy építették fel, hogy abban a tervezett tartalom, gyakoriság, időtartam és célcsoporti lefedettség megvalósulása, a megvalósítás minősége és a résztvevői ezt módosító tényezők is megjelenjenek. A fentiek alátámaszthatják azt, hogy az innovációnak tulajdonított biztonsági kompetenciafejlesztési hozadék nem azonos azzal, hogy a biztonsági szempont a megvalósítás folyamatában is tudatosan érvényesült, hiszen a 24-es kérdésben az implementációs válaszkategória nem tekinthető a teljes implementációs hűség mérésének, csupán a biztonsági szempont megvalósításakor történő tudatos figyelembevételét jelöli.

A magyar oktatási innovációkutatásban Fazekas, Halász és Horváth az innovációt produktumként és folyamatként egyaránt értelmezik. Megkülönböztetik az újítás keletkezését és terjedését, és vizsgálják az e folyamatokban részt vevő egyének, csoportok és szervezetek szerepét [6, pp. 32–36]. Az innováció formális elfogadása vagy tartalmi jelenléte ezért nem azonos annak tényleges intézményi implementációjával.

3.4.1. A kétcsatornás megközelítés elméleti hozzáadott értéke

Kétcsatornás innovációhoz (kompetenciafejlesztési csatorna, ahol a biztonsági terület a tanulók vagy résztvevők tudásának, készségeinek fejlesztésében jelenik meg és az implementációs csatorna, ahol a biztonsági területet az innováció tervezése és megvalósítása során tudatosan figyelembe vett szempontként jelölték) ugyanannyi biztonsági területet társíthatnak a válaszadók, miközben eltérhet a kompetenciafejlesztési és a megvalósítási jelölések aránya. Ezért a két részmutatót külön is megvizsgáltam: így az azonos összesített érték mögött álló eltérő válaszprofilok is összehasonlíthatók.

Az implementációkutatás elhatárolja a megvalósítás jellemzőit a célcsoportnál megfigyelt eredmények alapján [66]. Ezen megkülönböztetés fogalmi támpontot ad a két Q24-csatornához, de a kérdőíves kategóriák nem fedik le az implementációs kimenetek teljes taxonómiáját. A biztonsági szempont figyelembevételére adott válasznál látható, hogy nem méri külön az elfogadhatóságot, a megvalósíthatóságot,

a hűséget vagy a fenntarthatóságot, így a saját, szűkebb jelentése minden további értelmezésben meghatározó marad.

A tartalmi relevancia és a megvalósítási szempontot külön kérdésként kezelő fejlesztési ajánlásokban az alábbi kérdések merülnek fel. Mit kíván az intézmény megtanítani a biztonságról, és mit tesz a program biztonságos megvalósítása érdekében? Az elsőhöz tanulási cél, feladat és értékelés, a másodikhoz pedig felelősség, működési feltétel és ellenőrzés rendelhetők. Mivel ezek nem egymást kizáró intézményi tevékenységek, az összehangolásuk az intézmények részére fejlesztési feladat lehet, még abban az esetben is, ha a jelen kérdőív válaszformátuma csak az egyik kategória megjelölését engedte meg ugyanazon területen.

A két biztonsági válaszkategóriát azért vizsgálom külön, hogy megállapítható legyen, milyen gyakran jelenik meg a biztonság a válaszadók beszámolóiban kompetenciafejlesztési hozadékként, illetve a megvalósítás során tudatosan figyelembe vett szempontként. Emellett azt is elemzem, hogyan kapcsolódnak ezek a jelölések az intézmények szervezeti jellemzőihez.

Az implementációkutatás a kompetenciafejlesztési hozadék és a megvalósítási szempont elkülönített vizsgálatát indokolja [66], [32], [67]. Erre épül a K2 feltáró kutatási kérdés, amelyhez nem kapcsolódik önálló hipotézis. Ugyanazon innováción belül összehasonlítom a két szerephez sorolt biztonsági területek számát; az eltérés irányát és nagyságát a kérdőíves adatok alapján értékelem. Az eredményeket az 5.3. alfejezet feltáró megállapítása foglalja össze.

Az 5.4. alfejezet kiegészítő elemzése ezzel szemben az összes relevánsnak jelölt biztonsági terület számának (SEC_BREADTH) kapcsolatát vizsgálja az általános implementációs mutatóval és a belső terjedéssel. Ez nem a biztonsági implementációs jelölések külön darabszámának (SEC_IMPL) elemzése.

3.5. Innováció, implementáció és terjedés

A fejlesztés, az innováció, az eredményesség, a hatékonyság és a sikeresség fogalmait külön-külön használom, és a fejlesztés alatt egy már meglévő pedagógiai, szervezeti vagy technológiai gyakorlat javítására vagy bővítésére irányuló tevékenységet értek. Ide tartozhat egy taneszközbeszerzések, a tananyagfejlesztések, a tanulásszervezés módosítása vagy egy új

kompetenciafejlesztő program előkészítése. A fejlesztési szándék és az új eszköz jelenléte még nem mutatják meg, milyen változás valósult meg a gyakorlatban.

Innovációnak olyan új vagy érdemben továbbfejlesztett pedagógiai vagy szervezeti megoldást tekintek, amelyet a korábbi gyakorlathoz képest ténylegesen használatba vettek. Az Oslo kézikönyv általános meghatározásában a megvalósítás alapvető követelmény, a sikeresség azonban nem az innovációvá minősítés feltétele [73]. Az oktatási sajátosságokat az Innova fogalmi kerete segítségével értelmezem [6]. A széles körű terjedést és a tartós fennmaradást nem képzik részét az innováció definíciójának, csupán vizsgálandó jellemzőként tekintek rá az elemzésben.

Egy robotikai készlet beszerzése önmagában még nem tekinthető eszközfejlesztésnek. Pedagógiai innovációról akkor beszélhetünk, ha használatba kerül egy, az adott környezetben új vagy érdemben módosított tanítási-tanulási gyakorlat. A pedagógiai beágyazottság itt azt jelenti, hogy az újítás itt már kapcsolódik a meghatározott tanulási célokhoz, a tanórai feladatokhoz és az azt követő értékeléshez, és egy idő után már a tanítási gyakorlat részévé válik.

Eredményesség (effectiveness) fogalom alatt a kitűzött pedagógiai vagy szervezeti célok megvalósulását értem, ahogy az OECD értékelési kerete is használja [74]. A jelen adatfelvétel során azonban nem a tényleges eredményességet mértem, hanem annak csak a válaszadók által észlelt változata került fókuszpontba. A Q30/1 és Q30/2 kérdések vonatkoztak erre a mérésre, ahol azt mértem, hogy a válaszadók mennyire értenek egyet az intézményi siker és a tanulói eredményesség javulására vonatkozó állításokkal.

A hatékonyság (efficiency) ezzel szemben az eredmények és a felhasznált erőforrások, köztük az idő viszonyát is jelöli [74]. Egy program észlelt eredményessége és rendszeres alkalmazása nem bizonyíték azonban arra, hogy az hatékonyan is működik. A kutatásnál nem volt cél, hogy költséghatékonyságot is vizsgáljak, így a kérdőív nem tartalmaz az innovációkhoz teljes körűen hozzárendelhető ráfordítás- és kimeneti adatokat.

A sikerességet több szempontot összefogó értékelési fogalomként használom: a program céljának megfelelően az eredményesség, a használat, a terjedés vagy a fennmaradás eltérő súlyt kaphat benne. Fontos kijelenteni, hogy nem minden innovációnak célja a lehető legszélesebb körű intézményen belüli és intézményen kívüli terjedés, és a külső elismerés sem igazol önmagában pedagógiai eredményt. A

kutatásban ezért nem egyetlen összesített sikerpontszámmal rangsorolom az intézményeket, hanem külön vizsgálom az észlelt eredményességet és az intézményi terjedést. Proctor és munkatársai implementációs és célcsoporti kimenetek közötti különbségtétele ehhez nyújt fogalmi alapot [66].

3.5.1. Rogers diffúziós szempontjai

Rogers diffúzióelmélete (diffusion of innovations) az innováció befogadói által érzékelt jellemzők közül a relatív előnyt, a kompatibilitást, a komplexitást, a kipróbálhatóságot és a megfigyelhetőséget emeli ki [29]. A kérdések az újítás és az azt használni kezdő pedagógusok, illetve intézmények közötti viszony teszik vizsgálhatóvá.

- Relatív előny: milyen előnyt látnak a résztvevők az új megoldásban a meglévő gyakorlathoz képest?
- Kompatibilitás: mennyire illeszkedik az újítás a korábbi tapasztalatokhoz, az intézményi értékekhez és a helyi igényekhez?
- Komplexitás: mennyire nehéz megérteni és használni a megoldást?
- Kipróbálhatóság: van-e lehetőség a gyakorlat kisléptékű tesztelésére a szélesebb bevezetés előtt?
- Megfigyelhetőség: mennyire láthatók és értelmezhetők az alkalmazás eredményei mások számára?

E jellemzők nem függetlenek a kommunikációs csatornáktól és a befogadó társadalmi környezettől. Egy innovációt az egyik iskola könnyen tudja alkalmazni, máshol pedig jelentős változtatást igényelhet; ezért a diffúzióelmélet nem ad eszközlistát, és nem ad minden környezetben érvényes terjesztési eljárást.

3.5.2. Az innováció rendszerszintű megjelenése és beépülése

Az innováció terjedését a kezdeményező pedagógus vagy csoport gyakorlatától az intézményen belüli használaton át a más intézményekben történő alkalmazásig különböző szinteken lehet vizsgálni. Belső terjedésen az innovációt más pedagógusokhoz és új tanórai alkalmazásokhoz való eljutásnak értem. Külső terjedésről akkor kapnánk valós képet, ha a befogadó intézmények nyilatkoznának a tényleges használatáról.

A léptékváltás (scaling) tágabb, mint az alkalmazók számának növekedése. Coburn a változás mélységét, fenntarthatóságát, terjedését, valamint az innováció feletti szakmai felelősség és irányítás helyi szereplőkhöz kerülését (shift in ownership) is hangsúlyozza [30]. A tanórai jelenlét növekedése önmagában nem bizonyítja a pedagógiai gyakorlat mélyebb átalakulását: egy kis létszámú, intenzív program akkor is elérheti céljait, ha az iskola összes tanórájának csak egy kis részét érinti.

A fenntarthatóságról (sustainability) akkor beszélhetünk, ha az innováció lényegi elemei és kedvező eredményei hosszú távon fennmaradnak. Prenger és munkatársai megállapították, hogy az oktatási innovációk fenntarthatóságához a program továbbvitele önmagában nem elégséges, mivel az adott innováció lényegi elemeinek részévé kell válniuk az intézmény mindennapi gyakorlatának, a megvalósításnak pedig adaptálódnia kell a helyi feltételekhez. Ebben szerepet játszik a vezetői támogatás, a pedagógusok bevonása, az együttműködés és a tudásmegosztás. A fenntarthatóság alatt ezért nem az eredeti program változtatás nélküli ismétlését értjük, hanem az intézményi alkalmazkodás során az alapvető elemeinek és kedvező eredményeinek megőrzését [8]. Greenhalgh és munkatársai átfogó innovációterjedési modelljükben arra mutatnak rá, hogy az újítás egyéni elfogadása nem azonos annak szervezeti rutinná válásával. Különbséget tesznek a szervezet általános innovációs nyitottsága és az adott újítás megvalósítására való felkészültsége között. A szerzők hangsúlyozzák, hogy nem elég az innováció tulajdonságait vizsgálni; ugyanolyan jelentőséggel bírnak a befogadó szervezethez, a rendelkezésre álló erőforrásokhoz és a megvalósítás folyamatához tartozó tényezők [31].

A fejlesztés és a tudatos terjesztés (dissemination) eltérő szakmai feladatok. Az intézményi megoldás működtetéséhez szükséges tudás nem feltétlenül elegendő ahhoz, hogy más pedagógusok saját helyzetükben alkalmazzák. A tudásmegosztás ezért kölcsönös értelmezést, kipróbálást és visszajelzést is jelent, nem egyszerűen csak információk továbbítását. A T3 tézis ezen folyamat egy szűk, önbeszámolóval mérhető elemét hangsúlyozza, a formális terv és a bevonási–terjesztési orientáció kapcsolatát a belső terjedéssel.

A dokumentálás fontos eszköz az innovációk átvételének közös értelmezésében. A feladatok tervezése, a megvalósítás egyes lépéseinek leírása és a befejezést követően tapasztalatok összegzése segítségül szolgálhat azok részére, akik később szeretnék megismerni vagy adaptálni szeretnék saját intézményükbe az újítást. Az

innovációs dokumentáció rendelkezésre állása, vagy internetes elérhetősége azonban még nem jelenti az innováció tényleges átvételét (adoption), ugyanis ezen dokumentumokból nem derül ki, milyen részletesen és szakmailag megalapozottan mutatja be az adott pedagógiai gyakorlatot. A rövid beszámolók vagy képes összefoglalók segítenek a program disszeminációjában, azonban nem fedik fel annak tanulási céljait, feladatait és értékelési szempontjait, ezért az online elérhetőséget és a dokumentáció gyakorlati felhasználhatóságát külön kezelem a kérdőívben.

Az innováció terjedése nem minden esetben az eredeti megoldás, módszer változtatás nélküli átvételét jelenti, ugyanis a befogadó intézmény, közösség a saját céljai, tanulói csoportjai, erőforrásai és korábbi gyakorlatai alapján dekódolja a fejlesztést, majd szükség szerint ezekhez igazítja annak megvalósítását, ez adja a befogadó közegét.

A helyi alkalmazás során ezért külön kell választani, mely elemek tartoznak a megoldás lényegéhez, és melyek adaptálhatók a környezethez [6], [31], [75].

Az egyes innovációk replikációja az eredeti megoldáshoz való hűségre helyezi a hangsúlyt. Ennek előnye lehet, hogy a program alapvető elemei és a megvalósítási elvárások világosan átadhatók, ugyanakkor az alkalmazhatóságát korlátozhatja, hogy az átvevő intézményben nem feltétlenül állnak rendelkezésre ugyanazok a feltételek. A helyi adaptáció (adaptation) ezzel szemben a helyi viszonyokhoz való illeszkedést helyezi előtérbe. Az eredeti célok és a változtatások dokumentálása nélkül nem dönthető el, hogy ugyanazon gyakorlat változatáról vagy lényegében új fejlesztésről van-e szó [67], [30], [8].

A két megközelítés közötti különbséget nem érdemes a szabálykövetés és a szabadság egyszerű ellentétére leszűkíteni. Egy innovatív program megőrizheti alapvető pedagógiai célját, ha más eszközökkel, eltérő időbeosztásban vagy módosított feladatokkal valósítják meg, de előfordulhat az is, hogy egy kisebbnek tűnő változtatás is érintheti a tanulási folyamat valamely meghatározó elemét, így az adaptáció megítélésekor ezért nemcsak a változtatás mértékét, hanem annak pedagógiai következményeit is érdemes figyelembe venni.

Az implementációs hűség vizsgálata a tervezett program és a tényleges megvalósítás összehasonlítását veszi alapul. Carroll és munkatársai ellenőrzési pontokat javasolnak, mint például: megvalósultak-e a tervezett tartalmi elemek, a

foglalkozásokat az előírt gyakorisággal és megadott időtartamban tartották-e meg, valamint elérték-e a kijelölt célcsoportot [67].

Az átadás akár közös tanulási folyamattá is válhat, amikor az átadó nemcsak bemutatja a már működő gyakorlatát, hanem az átvevő tapasztalataiból maga is módosítja azt. A fejlesztő és a befogadó közötti kapcsolat így kölcsönös információáramlás. Dearing és munkatársai STEM-központokat vizsgáló tanulmányában a diffúziós és léptékváltási fogalmak használata szintén tanulási és helyi értelmezési folyamatként jelenik meg, ahol a fogalmi keret gyakorlati alkalmazása során a szereplők maguk is új tapasztalatokat szereznek a terjedés feltételeiről [76].

A pedagógusok tanulási folyamata jóval többet jelent egy módszertani leírás elolvasásánál, ugyanis a tanórai döntések háttere, a tanulói reakciók értelmezése és a váratlan helyzetek kezelése gyakran csak a közös munka során válik igazán megérthetővé, így másfajta tapasztalatot adhat egy bemutatóóra, egy közös tervezés vagy a kipróbálást követő megbeszélés. A tudás kialakulása és megosztása ezáltal nemcsak egyéni, hanem szervezeti tanulási folyamatként is értelmezhető [24], [77].

Az innováció terjesztése új szakmai szerepeket is kialakíthat, hiszen más szerep egy módszert a saját osztályba bevezetni és működtetni és más pedagógusokat támogatni annak alkalmazásában. Az átadást segítő pedagógusnak meg kell ismernie kollégái meglévő tudását, és tapasztalatait úgy kell megfogalmaznia a feladatokat, hogy azok eltérő helyzetekben is érthetők és alkalmazhatók legyenek. Ezt a közvetítő tevékenységet a szakirodalom tudásközvetítésnek (knowledge brokering) nevezi.

Ugyanez a kérdés az intézményen belüli terjedés során is felmerülhet ahol az innováció kezdeményezője és a később csatlakozó pedagógusok eltérő előzetes tudással, motivációval és tanulócsoporttal dolgozhatnak. Ennek alapján az, hogy egy program ismertté vagy vonzóvá válik, még nem jelenti azt, hogy a pedagógusok megkapják a gyakorlati alkalmazásához szükséges szakmai támogatást.

A Q30/6-tétel bevonási–terjesztési orientációja a közös alkalmazásra irányuló szándékot jelzi. A tételből ugyanakkor nem állapítható meg pontosan, milyen támogatási formák működtek, ezért a T3 tézis következtetése a mért orientációra korlátozódik.

3.5.3. Szervezeti rutinok, fenntarthatóság és a léptékváltás határai

Az innováció életkora és alkalmazási állapota két külön információt ad. A Q25 azt kérdezi: „Hány éve keletkezett a kiválasztott újítás?” A Q26 kérdése: „Mióta alkalmazzák, illetve mennyi ideig alkalmazták a kiválasztott újítást?” Az eltelt időt önmagában nem értelmezhetjük eredményességi mutatóként, hiszen egy régebbi gyakorlat fennmaradhat, átalakulhat vagy megszűnhet.

A két kérdés értelmezési keretében a bizonytalanság emlékezeti és fogalmi formában is fontos elem. A fokozatosan kialakuló gyakorlatnak sokszor nem tudunk egyértelmű kezdőpontot megállapítani, és a különálló program megnevezése az évek során eltűnhet, ami utalhat arra, hogy megszűnt a program alkalmazása, vagy éppen, hogy beépült. Az intézményi esetleírások feloldhatják ezeket a kérdéseket, de nem használhatjuk a teljes kérdőíves minta utólagos felülminősítésére, így a két változóból nem képeztem súlyozott beépültségi indexet.

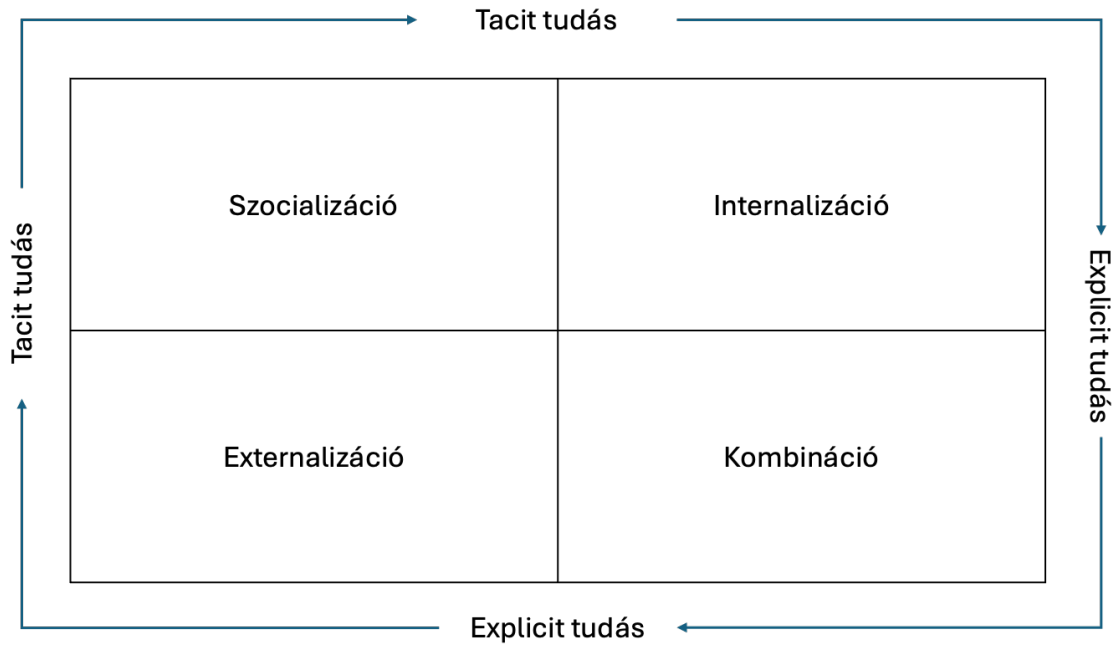
Resnick az egymásba ágyazott tanulási rendszerek felől közelít az iskolai változáshoz. A megoldások kifejtésére, az állítások indoklására és az eltérő magyarázatok megvitatására épülő osztálytermi gyakorlatok összekapcsolódnak az azokat támogató szervezeti működéssel. A tanítás tartós és széles körű alkalmazása nemcsak osztálytermi, hanem szervezeti változást is igényel és ezt a tanulást az iskola és az oktatási rendszer működésének is támogatnia kell [78]. A jelen kutatás számára ebből az következik, hogy az innováció tanórai aránya mellett az alkalmazók közötti interakciók jellemzői is fontosak. A kísérletezés és a bevált gyakorlatok működtetése egymásra épülő szervezeti feladatként jelenhet meg a szervezetben. A mindennapi gyakorlatokba épülés, a pedagógusok közötti tudásmegosztás és a terjedés összekapcsolása sem igazol automatikus reziliencianövekedést, ezért további vizsgálat szükséges ahhoz, hogy a biztonságtudatos tanulási környezetek kialakításának e feltételeit feltárjuk.

3.6. Az oktatási intézmény mint tanuló szervezet

Kools és Stoll az iskolát olyan tanulószervezetként írják le, amely közös jövőképet alakít ki, támogatja a munkatársak tanulását és együttműködését, új tudást hoz létre és oszt meg, valamint reflexíven vizsgálja saját működését [7]. Horváth [24, pp. 44–45], továbbá Fazekas, Halász és Horváth [6, pp. 37–38] szintén a tudás létrehozásának, megosztásának és felhasználásának, valamint az innováció megvalósításának szervezeti feltételeit hangsúlyozzák.

A tanulószervezeti megközelítés a szervezetet nem kizárólag a résztvevők egyéni tudásának összegeként írja le, hanem vizsgálja a tapasztalatok közös tudássá válását, a döntéshozatali mechanizmusokat és a működés nyomon követését is. A közös jövőkép, a reflexió, a belső értékelés és a külső tanulási kapcsolatok ezért egymáshoz szorosan kapcsolódó jellemzők [24], [7].

Nonaka tudásteremtési megközelítése az explicit tudás (explicit knowledge) és a nehezen megfogalmazható, hallgatólagos gyakorlati tudás (tacit knowledge) megkülönböztetésével arra hívja fel a figyelmet, hogy egy pedagógiai megoldás átadása nem merül ki a leírás közlésében. A közös munka és a tapasztalatok megfogalmazása segítheti a gyakorlati tudás intézményi megosztását is [77].



1. ábra. Nonaka–Takeuchi tudásteremtési modell (SECI). Forrás: Nonaka és Takeuchi [79] alapján, saját szerkesztés.

A tanulószervezeti jellemzők vizsgálatára az értekezésben nyolc kérdőívtétel válaszainak átlagát használtam. A tételek közé a tanulói aktivitás, a döntésekben való részvétel, a közös célok, a visszajelzések fogadása, a belső mérések, a saját munka fejlesztése és a külső kapcsolódás tartoznak. A nyolc tétel összetartozását a belső konzisztencia és a PCA alapján, valamint a korlátaival együtt vizsgálom. Az összegző mutató használata nem zárja ki, hogy az egyes tételek eltérő szerepet is játszanak. Egyetlen domináns komponens kimutatása nem bizonyítja a tanuló szervezet

fogalmának teljes egydimenziósságát, ahogyan két sajátérték egynél nagyobb volta sem elég két tartalmilag stabil dimenzió igazolásához. A későbbi elemzés ezért a párhuzamos elemzést, a töltések mintázatát és a minták közötti stabilitást is figyelembe veszi [80], [81].

A szervezeti tanulás szempontjából az új megoldás létrehozása és annak közös alkalmazása két külön feladat. A tanórai munka folyamatának kialakítása nagyban függ a pedagógus saját tapasztalatától, helyzetfelismerésétől és döntéseitől. A kollégák számára megosztott dokumentációk viszont e tudásnak csak egy részét tartalmazzák, hiszen a közös kipróbálás, a megfigyelés és a döntések indoklása olyan információkat tartalmaz, melyek része a sikeres adaptálásnak és alkalmazásnak. A közös munka során viszont megvitatható, mikor kell eltérni a tervezett lépésektől, hogyan reagálhat a pedagógus egy váratlan tanulói kérdésre, és milyen jelből következtethet arra, hogy a feladat túl nehéz, vagy nem támogatja a kívánt tanulást. A tudásmegosztás tehát nem a dokumentáció ellenében, hanem annak értelmezési feltételeként jelenik meg. Nonaka tudásteremtési megközelítése az explicit és a hallgatólagos tudás közötti kapcsolatot éppen e szervezeti folyamatok szemszögéből értelmezi [24], [75], [77].

A visszacsatolások szervezeti jelentősége abban ragadható meg, hogy a tapasztalatok megosztása a következő fejlesztési szint vagy fejlesztés alapjául szolgálhat. A tanulószervezeti működés megértéséhez érdemes megfigyelni, hogy a résztvevők milyen problémát azonosítottak, milyen megoldási javaslatokat dolgoztak ki és alkalmaztak, valamint hogyan értékelték annak eredményét. Kools és Stoll keretében a folyamatos szakmai tanulás, a közös vizsgálódás és az intézményi tudásgyűjtés egymással összefüggő dimenziók, így a visszajelzés nem csupán a folyamat lezárása, hanem az új tudás kialakításának egyik forrása is egyben [7].

A pedagógusok különböző szerepekben kapcsolódhatnak be a szakmai tanulás folyamatába. Ilyen lehet egy bemutató megtekintése, a közös feladattervezés, a saját osztályban végzett kipróbálás és a kollégák mentorálása. A Q30/6 tétel egyetlen állításban kapcsolja össze a nevelőtestület bevonását az iskolán belüli terjesztés céljával. Orientációs jelzőként használom, de nem különbözteti meg a részvételi szerepeket. A T3 tézis eredményét ezért úgy értelmezem, hogy a részvétel még nem bizonyítja, hogy a terjedés megtörtént, a tudásmegosztás ezért időbeli és szervezeti feltételeket is igényel. Ha a megosztás kizárólag egy elkötelezett pedagógus

szabadidejétől függ, a gyakorlat átadása sérülékeny maradhat, ezért a szervezeti tanulást vezetési kérdésként is kezelni szükséges, ahol az intézménynek döntenie kell arról, milyen feladatként ismeri el a fejlesztést, és hogyan támogatja ebben a pedagógusokat [7]. A biztonságtudományi fókuszhoz a szervezeti tanulás a felelősségi kérdések intézményi és pedagógiai értelmezésein keresztül kapcsolódik. A pedagógiai tapasztalat mellett a bevezetés és a használat során előjövő kockázatok, bizonytalan helyzetek és megoldatlan kérdések is előtérbe kerülnek, ami segít abban, hogy a következő megvalósításban a résztvevők már jól meghatározott szerepekkel, valamint az alkalmazás lehetőségeivel és korlátaival legyenek tisztában.

3.6.1. A tanulószervezet elméleti modellje és annak kapcsolata a nyolctételes tanulószervezeti modellben

A tanulószervezeti index a Q14 nyolc kiválasztott állítására adott válaszok átlaga. Elméleti értelmezéséhez Kools és Stoll hét dimenziót elkülönítő OECD-modelljét használom [7]. A kérdőív a modellnek csak egyes jellemzőit fedi le, ezért az index nem teljes körű intézményi értékelés: a vizsgált szervezeti jellemzők válaszadói megítélését összegzi. A tanulószervezeti működés részletesebb vizsgálatához további pedagógusi nézőpontokra és az együttműködési gyakorlatot dokumentáló adatokra lenne szükség.

4. táblázat. A Q14 tételeinek tartalmi kapcsolata az iskola mint tanulószervezet OECD-dimenzióival

OECD-dimenzió	**Kapcsolódó Q14-jellemző**	**Mérési és értelmezési szempont**
Közös, tanulásközpontú jövőkép	Közös célok iránti elkötelezettség; tanulói aktivitás	A célok kialakításának és felülvizsgálatának folyamata nem ismert.
Folyamatos munkatársi tanulás	Saját munka fejlesztése; reflexió és visszajelzés	A továbbképzés és a munkahelyi tanulás formái nem különülnek el.
Csoportos tanulás és együttműködés	A pedagógusközösség közös fejlesztő munkája	Az együttműködés gyakoriságáról és résztvevőiről nincs részletes mérés.

OECD-dimenzió	Kapcsolódó Q14-jellemző	Mérési és értelmezési szempont
Vizsgálódás és innováció kultúrája	A kritika fejlődési lehetőségként fogadása; belső mérések	A kísérletezés és a hibák kezelésének gyakorlata csak közvetetten jelenik meg.
Tudásgyűjtési és -megosztási rendszerek	Belső mérések; a saját gyakorlat fejlesztése	A dokumentáció és a tudás tényleges felhasználása nem ellenőrzött.
Tanulás a külső környezetből	Társadalmi környezet; hasonló szervezetekkel közös gondolkodás	A partnerkapcsolatok tartalma és kölcsönössége nem azonosítható.
Tanulást támogató vezetés	A szervezet tagjainak bevonása a döntésekbe	A vezetői tanulás, az erőforrás-elosztás és a felelősségi gyakorlat nem teljes körűen mért.

Forrás: saját szerkesztés.

3.7. Innovációs korlátok és intézményi kapacitás

Az innovációs korlátok a kérdőívben anyagi, infrastrukturális, a pedagógusok felkészültségéhez, a tanulói részvételhez, a partnerekhez és a szervezeti működéshez kapcsolódó akadályokként jelennek meg. A korlátindex segítségével feltárható az észlelt erősség, de azonos átlag mögött eltérő akadályprofil állhat, ami lehet például taneszközhiány vagy a módszertani felkészültség hiánya ami eltérő intézményi választ indokolhat.

A korlátok és a tanulószervezeti index közötti negatív korreláció többféle értelmezést is adhat, ezért a korlátindexet a modellekben statisztikailag összefonódó tényezőként, nem előzetesen igazolt oksági tényezőként szerepeltetem [11].

Az összesített korlátindex lehetővé teszi az intézményi helyzetek rövid összehasonlítását, de nem helyettesíti az akadályok tartalmi vizsgálatát. Azonos érték mögött eszközhiány, személyi vagy infrastruktúrális nehézségek, illetve a pedagógiai felkészültség és az együttműködés hiányosságai is állhatnak.

Az erőforrás- és infrastrukturális feltételek közé nemcsak a taneszközök és szoftverek beszerzése, hanem az intézményen belüli elérhetősége és a működtetés is beletartoznak. A Q13 kérdés a pénzügyi, taneszköz- és épületállapotra vonatkozó

válaszai ezen helyzetek egy részénél akadályként jelennek meg. Ennek feloldását a vezetői támogatás, a közösen értelmezett célok és a visszajelzés lehetősége tudja megteremteni, melyek egyik alapja a tanulószervezeti működésnek [7]. Margot és Kettler erre alapozva a STEM-integráció pedagógiai, tantervi és strukturális akadályait, valamint a szakmai fejlődés és támogatás szerepét együttesen tárgyalják [50]. A tanulói magatartást akadályként jelölő kérdésekre a tanulók az adott körülményt a program szempontjából nehézségként értékelték, de egy részletesebb kutatás kellene arra vonatkozóan, hogy az adott helyzetben a feladat nehézsége, a tanulásszervezés, a támogatás hiánya vagy más tényezők játszottak-e szerepet az akadály kialakulásánál.

A külső partneri támogatás hiánya szintén különböző okokra vezethető vissza. Utalhat a szakmai partnerek hiányára, de az is lehetséges, hogy maga a külső kapcsolat nem illeszkedik az intézmény szükségleteihez, profiljához. A partneri kínálat és a helyi alkalmazás összekapcsolása külön koordinációs feladat az intézmény részéről, ami indokolja, hogy a hálózati együttműködést a disszertációmban nem egyszerű kapcsolatszámként, hanem feladatmegosztásként és kölcsönös tanulásként tárgyalom [76], [82], [75].

Az akadálytípusok megkülönböztetésénél nem új intézményi rangsor létrehozása volt a célom, hanem a beavatkozási lehetőségek azonosítása. A javasolt intézményi megoldások későbbi kipróbálásakor az érzékelt akadályok változása mellett érdemes nyomon követni a program alkalmazását is. A korlátindex csökkenése átlagosan kevésbé jellemzőnek ítélt akadályokat jelez, de ez önmagában nem mutatja meg, hogy a program alkalmazása és belső terjedése sikeresebb lett-e, változtak-e a résztvevők tapasztalatai, és hogyan osztják meg a pedagógusok a megszerzett tudást. Az alábbi táblázat az ilyen lehetséges intézményi válaszok megtervezéséhez és értékeléséhez ad szempontokat.

5. táblázat. Akadálytípusok és vizsgálható intézményi válaszok

Akadálytípus	**Értelmezési kérdés**	**Lehetséges intézményi válasz**
Erőforrás és infrastruktúra	Beszerzés, hozzáférés vagy működtetés hiányzik?	Eszközhasználati rend és támogatási felelősség kidolgozása. Az eszköz hozzáférhetőségének nyomon követése.

Akadálytípus	Értelmezési kérdés	Lehetséges intézményi válasz
Szakmai felkészültség	Szaktárgyi vagy tanulásszervezési tudás szükséges?	Célzott mentorálás, közös feladattervezés és kipróbálás.
Belső együttműködés	Van-e idő és elfogadott forma a tapasztalatok megosztására?	Szakmai munkaközösségi megbeszélések, közös reflexió és értékelési szempontok.
Tanulói részvétel nehézsége	Hogyan illeszkedik a feladat a csoport szükségleteihez?	Differenciált részvételi és támogatási megoldások vizsgálata.
Partneri támogatás	A kapcsolat hiánya vagy a kínálat és igény eltérése a probléma?	Feladathoz rendelt egyetemi és/vagy szakmai partnerség és visszajelzés.

Forrás: saját szerkesztés.

Liu, Long és Martin 2017 és 2024 között megjelent szakcikkeket elemezve megállapították, hogy az alapfokú kiberbiztonsági oktatás akadályai között a tantervi következetlenség, a pedagógusok felkészítésének hiánya, az értékelés módszertani megalapozatlansága és az érintettek közötti koordinációs hiányosságai említették legtöbben [83]. E megállapítás a tananyag mellett a megvalósítás feltételeinek vizsgálatát is indokolja. A jelen kutatás korlátindexe csak egyes intézményi vonatkozásait közelíti meg; a szakirodalmi kategóriák nem azonosak a Q13 tételeivel.

3.7.1. A megvalósítási feladatok és a támogatás összehangolása

A vezetőknek és a fejlesztőknek az intézményi innováció tervezése elején már foglalkozniuk kell a célkijelöléssel, a pedagógiai probléma értelmezésével, valamint a szaktárgyi és módszertani egyeztetéssel, Ezt követi az alkalmazás, ahol a tudásmegosztáson lesz a hangsúly, ugyanis az implementáció szintjét és feltételeit áttekintő szakirodalmak az egyéni, szervezeti és környezeti tényezők összekapcsolódását hangsúlyozzák [32], [31].

A bevezetés első szakaszában a megvalósítási terv segít rögzíteni, ki mely feladatért felel, milyen időkeret áll rendelkezésre, és mely pontokon szükséges egyeztetés. A formális tervre vonatkozó kérdőívtétel nem különíti el a részletesen

használt és a kötelezően előírt, de nem használt dokumentumokat, ezért a T3 tézis nem szignifikáns tervkapcsolatának értelmezésekor ezt a mérési különbséget is figyelembe kell venni.

A kipróbálás során a pedagógus konkrét tanulói reakciókkal, időbeli nehézségekkel és eszközhasználati kérdésekkel találkozik, amelyekben támogatásra van szüksége. A mentorálás vagy az óralátogatás (hospitálás) ebben az esetben az adott helyzet értelmezését és a következő lépések megtervezését támogathatja. A pedagógusok szakmai együttműködésének értékét ebben az esetben nem kizárólag a megbeszélések száma jelzi, hanem az is, hogy a résztvevők milyen megoldási javaslatokat tudnak kidolgozni az adott probléma megoldására [7].

Dearing és munkatársai a diffúziós fogalmak helyi célokhoz és körülményekhez igazított alkalmazását vizsgálva megállapították, hogy módszertani leírás önmagában nem feltétlenül elegendő az innováció terjesztéséhez. Ennek kezelésre javaslatot tettek arra, hogyha a pedagógusok először kisebb léptékben próbálják ki a módszert, jobban megismerhetik annak alkalmazási korlátait, és így több lehetőségük van visszajelzést kérni, illetve tapasztalataikat megosztani egymás között. Az átadó feladata itt már nem az, hogy az eredeti innováció minden elemét változatlan formában közvetítse, hanem hogy hozzáférhetővé tegye azokat a lényegi összefüggéseket, amelyek az új környezetben történő alkalmazáshoz szükségesek [76].

3.8. Hazai intézményi és hálózati előzmények, az ImpAla és az Innova kutatási előzményei

A hazai oktatási innovációkutatás a fejlesztési beavatkozások megvalósítását és a helyben létrejövő újításokat egyaránt vizsgálta a közelmúltban lezajlott két országos ImpAla és az Innova kutatásban. A kutatások az innovációhoz kapcsolódó pedagógiai változásokat nem egyszerűen egy program formális bevezetésének következményeként értelmezte, hanem figyelembe vette az intézményi környezetet, a résztvevők tanulási folyamatait, az új gyakorlat helyi értelmezését, valamint azt is, hogy a bevezetéssel járó változás hosszabb távon fenntartható-e [6], [75].

A fejlesztési beavatkozás és a helyben kialakuló innováció megkülönböztetése abban segít, hogy jobban megértsük, honnan eredhet egy újítás. A fejlesztési beavatkozás során egy intézmény külső szakpolitikai program keretében előre meghatározott célokat, eszközöket és szakmai támogatást kaphat, addig a helyi

innováció a mindennapi pedagógiai gyakorlatban megjelenő problémákra vagy hiányokra ad eddig nem használt megoldást. A két folyamat összefonódhat akkor, amikor az intézmény a kívülről átvett megoldást saját környezetéhez igazíthatja, belső innovációt hajt végre, majd a helyben kidolgozott fejlesztés pedig idővel mások számára is átadható gyakorlattá válhat. Ez teszi indokolttá, hogy a hazai oktatási innovációs kutatások az elkészült produktum mellett a fejlesztés és a megvalósítás folyamatát is vizsgálják [6].

Az implementáció intézményi vizsgálata megmutatja, miért nem elég a programban való részvételt egyetlen igen-vagy-nem-változóval leírni. Az átvett eljárás alkalmazása kiterjedhet néhány pedagógusra vagy több munkaközösségre is az iskolán belül, ahol a kezdeti kipróbálásból állandó gyakorlat válhat, de meg is szakadhat. Az értelmezési és alkalmazási folyamata elkülönül, ezért a vizsgálatomban az észlelt eredményességet és a belső terjedést külön kimenetként kezelem [6], [24], [75].

Horváth a szervezeti tanulás és az innováció összefüggéseit a hazai oktatási rendszer több alrendszerében vizsgálja [24]. A pedagógus egy új innováció bevezetése kapcsán nemcsak azt tapasztalhatja meg, működik-e a feladat, hanem saját korábbi tanítási gyakorlatáról is új értelmezést alakíthat ki. Az így létrejövő új tudás intézményi jelentősége attól függ, hogy a tapasztalat eljut-e másokhoz, és bekerül-e a közös tervezésbe.

3.8.1. Az edelényi STEAM innovációk, külső tudás helyi alkalmazása

Az edelényi Szent Miklós Görögkatolikus Általános Iskola, Óvoda és Alapfokú Művészeti Iskoláról készült esetleírás lehetőséget ad arra, hogy a kérdőíves változók mögött álló szervezeti feladatokat konkrét környezetben is értelmezzük. Fazekas, Kersánszki és Tóth-Pjeczka tanulmánya az intézményi abszorpciós kapacitás és a hálózatos iskolamenedzsment közötti kapcsolatot vizsgálja. Az abszorpciós kapacitás itt arra a problémára irányítja a figyelmet, hogyan ismeri fel az intézmény a számára értékes külső tudást, és hogyan alakítja azt saját gyakorlatában használható megoldássá. A partnerkapcsolat létrejötte, és a tudás helyi hasznosítása tehát nem azonos esemény [82].

Az eset kutatási előzményei az innovációs folyamatokra, a pedagógusok szakmai tanulására és a hálózati működésre irányuló vizsgálatokat kapcsolták össze. A szerzők többféle adatforrást használtak: intézményi dokumentumokat, kérdőíves

háttérinformációkat, vezetői és pedagógusi interjúkat, tanulói fókuszcsoportokat és tanórai megfigyeléseket. A kérdőíves rész a kvalitatív vizsgálat tájékozódását támogatta; önmagában az edelényi kutatás nem szolgált intézményi hatásbecslésként, ezért a disszertációmban az esetet a szervezeti folyamatok értelmezésére használom [82].

Az fenti iskolai gyakorlatban a technológiai és pedagógiai fejlesztések nem kizárólag az intézmény belső erőforrásaira épültek, hanem bevonásra kerültek egyetemi, egyházi, szakmai és piaci partnerek is a folyamatba, így megvalósult a quadruple helix modell együttműködés kistérségi szinten. Az eszközök biztosítása mellett alkalmazási javaslatokkal, eddigi tapasztalatok megosztásával és követhető példákkal is segítették a tanítást és a tanulást. A LEGO-alapú tanulási környezeteket, a robotikai eszközöket és más digitális megoldásokat ezért nem egymástól független beszerzésekként értelmezem, ugyanis szervezeti szempontból az a lényeges, hogy az intézmény milyen célokra választotta ki ezeket, hogyan próbálta ki őket, és milyen tudásra volt szükség ahhoz, hogy a tanításban valóban használhatóvá váljanak [82].

Ilyen esetekben vezetői és pedagógusi mérlegelésre van szükség, mert egy oktatástechnológiai megoldás nem feltétlenül illeszkedik az adott tanulócsoporthoz, tantárgyhoz vagy a pedagógusok felkészültségéhez. Az abszorpciós megközelítés ezért nem a külső kapcsolatok számát tekinti döntőnek, hanem azt, hogy az intézmény képes-e felismerni, befogadni és saját céljaira felhasználni az értékes tudást. Az edelényi tanulmány jól szemlélteti a vezetés és a partnerhálózat együttműködését és szerepeit. A disszertáció értékelési kerete szempontjából ezt azért tekintem fontosnak, mert egy széles és tartalmilag gazdag programkínálatból önmagában még nem lehet az innováció intézményen belüli terjedésére következtetni [82].

Egy új innovatív eszköz bemutatása gyakori, hogy csak a kiindulópontot jelenti, ugyanis a feladatokat a tanulócsoporthoz kell igazítani, át kell gondolni a tanórai használat módját és idejét, és közösen ki kell alakítani az értékelés szempontjait, ezért az új megoldások pedagógiai alkalmazásában a pedagógusok tanulása meghatározó szerepet kap. A pedagógus társak ilyen irányú tapasztalatai azért válhatnak értékes erőforrássá, mert konkrét tanítási helyzetekből származnak, ahol a közös tervezés és megbeszélés során a technológia használatáról szerzett ismeretek fokozatosan pedagógiai tudássá alakulhatnak. A tanulmányban bemutatott munkahelyi tanulás és együttműködés ezen a ponton kapcsolódik a tanulószervezeti megközelítéshez [82].

A vezető szerepe sem merül ki a program intézményi jóváhagyásában, ugyanúgy hozzátartozik a fenntartóval való elfogadtatás, erőforrások elérhetővé tétele, a helyi kezdeményezések támogatása és a szakmai együttműködés feltételeinek megteremtése. A tényleges pedagógiai alkalmazás ugyanakkor a pedagógusok mindennapi döntéseiben valósul meg [82].

A hálózatban működő intézmény egyszerre lehet tanuló és tudásmegosztó. A kezdetben külső forrásból átvett megoldás a helyi tapasztalatok alapján módosulhat, majd olyan gyakorlattá válhat, amely más intézmények számára is bemutatható, átadható. A tudás átadása azonban más szerepet és készségeket kíván, mint a program saját tanulócsoportban történő alkalmazása. Ehhez a pedagógusoknak a mentorálás, a dokumentálás és a szakmai visszajelzés területén is új készségekre lehet szükségük [82], [75].

Az edelényi eset összességében azt mutatja, hogy az oktatási gyakorlatba beépíthető megoldásokat a partnerkapcsolatok, a vezetői irányítás, a pedagógusok tapasztalatai és az intézményi célok együttesen alakítják.

3.8.2. Intézményi hálózatosodás

Az oktatási intézmények a működésükhöz szükséges tudásnak csak egy részét teremtik meg saját szervezetükön belül. A tantárgyi szakértelem, a technológiai megoldások, a pedagógus-továbbképzés és a programértékelés külső partnerektől bevonásával valósulhat meg. Az együttműködések valódi értéke azonban nem önmagában a hálózati tagságból fakad, hanem abból, hogy a partnerkapcsolat milyen konkrét helyi probléma vagy fejlesztési feladat megoldását segíti [76], [82], [75].

Az európai készségfejlesztést irányító szakpolitika a képzési szükségletek felismerését és a fejlesztési válaszok kialakítását is partnerségi kérdésként kezeli. Az Európai Készségfejlesztési Paktum (Pact for Skills) a résztvevők vállalásait és erőforrásait összekapcsolja, míg az felsőoktatás stratégiái a felsőoktatás oktatási, kutatási és társadalmi szerepvállalását hangsúlyozzák [39], [84]. Ezek a kapcsolatok abban segíthetnek, hogy az intézmény hozzájusson a fejlesztéshez szükséges szakmai tudáshoz és támogatáshoz, ugyanakkor nem helyettesítik a közoktatási programok tudatos pedagógiai megtervezését sem.

A paktumban megfogalmazott „digitális fejlesztésre van szükség” kijelentés többféle problémát takarhat. Utalhat eszközhiányra, új tanulási célra, a pedagógusok felkészítésének szükségességére vagy a működtetés során jelentkező nehézségekre.

Ezek elkülönítése azért is fontos, mert előfordulhat az, hogy a partnerek által nyújtott támogatás nem az adott fejlesztési igényre reagál, részben vagy egészben, és ezáltal lassíthatja a fejlesztési folyamatot vagy akár meg is állíthatja. A közös problémaértelmezés, igényfelmérés elengedhetetlenek a partner és az iskola között.

A finn Innokas hálózat vizsgálata konkrét példát ad az innovációs hálózat és a pedagógiai tanulás kapcsolatára. Korhonen és Lavonen a hálózatban részt vevő pedagógusok 2013–2014-ben gyűjtött tapasztalatait elemezték, melynek kapcsán a programban résztvevők a kollégáktól tanulást, a csapatmunkát, a partnerségeket és a hálózat összehangolt szakmai támogatását ítélték hasznosnak a huszonegyedik századi kompetenciák tanításában [85].

A disszertáció szempontjából a finn Innokas példája a támogatás tartalmának jelentőségét emeli ki, melyben az új módszer megismerésétől elkülönül az a közös munka, ahol a pedagógusok saját tanulócsoportjukhoz alakítják a feladatokat, és megvitatják az alkalmazás nehézségeit, ezzel a tanulócsoporti részvétel nem pusztán információ átadásként jelenik meg, hanem a helyi megvalósításhoz felhasználható szakmai kapcsolatként is értelmezhető.

Az Innokas-tanulmány pedagógusi tapasztalatokat ír le, ezért a disszertációmban nem közvetlen tanulói vagy biztonsági hatásként használom fel, hanem ahhoz nyújt értelmezési támpontot, hogy milyen támogatási formák állhatnak egy innováció megosztása és közös alkalmazására irányuló szervezeti elköteleződés mögött. A saját kérdőívem ennél kevesebb részletet rögzít, így az orientáció és a tényleges támogatási gyakorlat megfeleltetése további vizsgálatokat igényel majd a jövőben. A bemutató, a módszertani leírás és a mentorálás eltérő támogatást nyújtanak a program alkalmazásánál, ezért az átvevő intézménynek világosan kell látnia, melyek a program lényegi elemei, és melyeket kell a helyi környezethez igazítani. A diffúzió és léptékváltás szakirodalmában az adaptációt és az implementáció támogatását is a terjedés részének tekintik, ahol a hálózat egyik lehetséges szerepe éppen az, hogy összekapcsolja ezeket a támogatási formákat [30], [31], [76].

A fogadó intézmény már meglévő tapasztalata a helyi tudásvagyon része, és fontos az új program bevezetése szempontjából. Mindez hozzájárul ahhoz, hogy az átadó is

visszajelzést kapjon a problémákról, a módosításokról és a sikeres alkalmazási feltételekről, amelyek számára szintén tanulási lehetőség. A kapcsolat így nem egyszeri tudásátadásként definiálható, hanem egy kölcsönös fejlesztési folyamat része.

A regionális együttműködés különösen a kontextushoz illeszkedő feladatmegosztás lehetőségét veti fel, ugyanis ugyanaz az intézményi fejlesztési igény sokszor más helyi szereplők bevonásával oldható meg az egyes térségekben. A bevezetésre kerülő innovációval ezért keretet és szakmai támogatást kapnak az intézmények, úgy, hogy a megvalósítás részletei a helyi egyeztetést igénylik, ezzel a célok és a helyi feltételek összehangolása valósul meg [25].

A 2023-as digitális oktatási ajánlások a partnerségek mellett már a biztonságot és az adatvédelmet is hangsúlyozzák [43], [44]. A hálózati együttműködésnek ezért a biztonsági felelősségeket is tisztáznia kell: ki felel a tanulói adatok kezeléséért, az eszközök biztonságos használatának feltételeiért, a feladatok életkori megfelelőségéért és a mesterséges intelligencia (MI) felelős pedagógiai alkalmazásáért.

3.9. A kutatás hozzáadott értéke az oktatásinnováció és biztonságtudomány területéhez

A kutatásban egyazon intézményi kérdőíves adatmodellben hasonlítom össze a STEM/STEAM-tartalmat, az észlelt biztonsági relevanciát és a szervezeti megvalósítás jellemzőit. Az elemzés hozzájárulása abban áll, hogy e területek kapcsolatát a mérési szintek és a kimenetek megkülönböztetésével vizsgálja [12], [21], [16], [57], [66], [30].

3.9.1. Közvetlen előzmények és a saját vizsgálat helye

Az integrált STEM-oktatás keretei a különböző tudásterületek pedagógiai összekapcsolását tárgyalják [12], [13], [14]. Az implementációkutatás a megvalósítás kimeneteit különíti el a célcsoportnál megfigyelt eredményektől [66]. A tanulószervezeti szakirodalom a közös tanulás és a tudás intézményi felhasználásának feltételeit írja le [24], [7].

A biztonságtudomány területén a kiberbiztonsági oktatás tartalmi felépítése önálló kutatási területté nőtte ki magát az elmúlt évtizedben. Furnell és Bishop hét képzési keretrendszert, valamint tíz brit és amerikai kiberbiztonsági mesterképzést hasonlított össze abból a szempontból, hogy milyen arányban tartalmaznak technikai, nem technikai vagy a két területet ötvöző elemeket. Megállapították, hogy a megfelelő felkészítéshez ezek összekapcsolására van szükség, ahol a technikai ismeretek mellett fontos a biztonsági problémák tágabb összefüggéseinek megértése és az ezekről folytatott diskurzus is [49].

A jelen kutatásomban más szempont alapján kívánom a kérdést megközelíteni. Nem azt vizsgálom, hogy a tantervben milyen arányban jelennek meg technikai és nem technikai tartalmak, hanem azt, hogy az intézményi válaszadók milyen szerepet tulajdonítanak az egyes biztonsági területeknek az általuk bemutatott innovációban. A Q24 kérdés kompetenciafejlesztési kategóriája azt jelzi, hogy a válaszadó az adott területet a résztvevők tanulási hozadékaként értelmezte-e, az implementációs kategória viszont arra utal, hogy az adott biztonsági szempontot tudatosan figyelembe vették-e a megvalósítás során vagy sem.

Egy technikai tartalmú programhoz ugyanúgy társítható bármelyik válasz, mint egy nem technikai tartalmúhoz; a két kategóriapár tehát nem feleltethető meg egymásnak.

A saját hozzájárulás ennek az innovációszintű megkülönböztetésnek az empirikus vizsgálata. A kompetenciafejlesztési és az implementációs biztonsági jelöléseket ugyanabban a kérdőíves keretben vizsgálom, a STEAM-tartalmi profillal és a szervezeti mutatókkal együtt, ezzel szeparálható, hogy az egyes információk a program tartalmi besorolásából, a biztonsági kapcsolódások válaszadói értelmezéséből, az észlelt eredményességből vagy a belső terjedés megítéléséből származnak. A tágabb rendszerkörnyezetet a National Academies 2025-ös jelentése tárgyalja: bemutatja a helyi, regionális és országos szakpolitikák, valamint szereplők kapcsolatát a köznevelési STEM-innovációk terjedésében és fennmaradásában, továbbá a megvalósítás akadályait [1].

A kutatásom szempontjából ez azért fontos, mert az általános STEM-implementáció terjedés megközelítését fel tudtam használni az innovációkhoz társított biztonsági relevanciák és az intézményi szerepek vizsgálata során.

Dogaru és munkatársainak 2026-os szisztematikus szakirodalmi áttekintése a STEM-oktatást a tanulói és pedagógusi rezilienciával, valamint a szervezeti

feltételekkel kapcsolja össze [2]. A jelen vizsgálat bár nem rezilienciát mér, hanem konkrét innovációkhoz rendelt intézményi észleléseket, valamint azok tartalmi és szervezeti összefüggéseit elemzi, de témánk szempontjából fontos megközelítést alkalmaz. Liu, Long és Martin kiberbiztonsági oktatás helyzetének áttekintése során a tantervi, pedagógiai és megvalósítási kérdéseket együtt tárgyalja a disszertációban ehhez képest részleteiben vizsgálom a biztonsági terület jelöléseit az eltérő innovációk között [83].

Az alkalmazott adatmodellben külön kezelem az innováció tartalmi profilját, a biztonsági válaszcsatornát és a szervezeti kimeneteket. Ez azért fontos elkülönítenem, mert így az eltérő jelentésű információk nem mosódnak össze egyetlen, nehezen értelmezhető általános sikerességi mutatóban.

A biztonsági kiterjedtség azt mutatja, hány területet tartott relevánsnak a válaszadó; a két részmutató a kompetenciafejlesztési és a megvalósítási válaszkategóriában megjelenő jelöléseket külön összegzi. Az EFFECT a Q30/1 és Q30/2 válaszok átlagaként az innovációhoz kapcsolt, észlelt pedagógiai–szervezeti eredményességet írja le, vagyis az intézményi sikeresség és a tanulói eredményesség javulásának válaszadói megítélését. A belső terjedést ettől külön kimeneti mutatóval vizsgálom. Az EFFECT nem közvetlen tanulói teljesítménymérés és nem a belső terjedés összegzése.

Az alábbi táblázat a négy kutatási kérdés szakirodalmi előzményeit és a saját elemzés hozzáadott értékét kapcsolja össze. A kutatási kérdésekre az empirikus vizsgálatok adnak választ; az eredmények alapján megfogalmazott téziseket az 5. fejezet ismerteti.

6. táblázat. A szakirodalmi előzmények és a négy kutatási kérdés kapcsolata.

Kutatási kérdés	Szakirodalmi előzmény	A saját elemzés hozzáadott értéke
K1: Mely biztonsági területek kapcsolódnak a STEAM-profilhoz?	Integrált STEM [12], [13], [14]; digitális és fenntarthatósági kompetenciák [21], [16]	Azonos intézményi mérésben kilenc dimenzió összehasonlítása és a szelektív profil leírása.

Kutatási kérdés	Szakirodalmi előzmény	A saját elemzés hozzáadott értéke
K2: Milyen szerepben jelenik meg a biztonsági relevancia?	Implementációs és célcsoporti kimenetek elhatárolása [66]; implementációs hűség [67]	Az egymást kizáró nominális válaszkategóriák párosított darabszámainak és a kategorizációs aszimmetriának a vizsgálata.
K3: Hogyan kapcsolódik a LOI az észlelt eredményességhez?	Iskola mint tanuló szervezet [24], [7]	A bivariáns és a kontrollált összefüggés elkülönítése a tisztított mintán.
K4: Mely megvalósítási jellemzők kapcsolódnak a belső terjedéshez?	Léptékváltás [30]; diffúzió [76]; rendszerszintű STEM-megvalósítás [1]	Nem átfedő kimenet; a formális terv és a bevonási–terjesztési tétel külön elemzése.

Forrás: saját szerkesztés.

4. Adatbázis, módszertan és operacionalizálás

Az elméleti fejezetek az innovációk STEM/STEAM-tartalmi jellemzőit, biztonsági kapcsolódásait és szervezeti összefüggéseit tekintették át. Ebben a fejezetben bemutatom a kérdőíves adatbázist, a mintaképzést és az elemzési változókat, majd leírom a mutatók képzését és a statisztikai eljárásokat. Külön ismertetem az eszközforrások ellenőrzését, valamint a kvalitatív dokumentumok, az interjú munkaleiratának célzott feldolgozását. A kétféle eredmény összekapcsolása az értelmezés szintjén történik; a rendelkezésre álló adatokkal vizsgálható állításokat elkülönítem a további adatfelvételt igénylő kérdésektől.

4.1. Kutatási terv

A kutatás kvantitatív fővizsgálata keresztmetszeti, megfigyeléses intézményi kérdőíves adatokra épül. A megfigyelési egység az adattisztítás után megtartott intézményi kérdőív, az innovációs elemzésekben pedig az abban megnevezett innováció. A válaszok a kitöltő észlelését közvetítik; több pedagógus véleményét vagy az intézmény működését független adatfelvétellel nem ellenőriztem. A korábbi kérdőíves adatokból nem következtetek a későbbi mesterségesintelligencia-használat elterjedtségére vagy későbbi szabályozások hatására.

A kérdőíves fővizsgálatot négy intézményi kontextushoz kapcsolódó, eltérő jellegű kvalitatív forrásanyag értelmező összevetése egészíti ki. Az edelényi Szent Miklós Görögkatolikus Általános Iskola, Óvoda és Alapfokú Művészeti Iskoláról a 2023-ban megjelent abszorpciós kapacitási és iskolamenedzsment-esettanulmányt dolgoztam fel (KF1). A ráckevei Szent Imre Katolikus Általános Iskoláról intézménylátogatás során vezetői és STEM pedagógusi jegyzetek szerkesztett leirata és az iskola azonosított honlapközlései állnak rendelkezésre (KF2). A Carl Rogers Személyközpontú Általános Iskola és Óvoda pedagógusainak kollaboratív munkahelyi tanulását társkutatói esettanulmány-kézirat mutatja be (KF3). A jászberényi Szent József Katolikus Elektronikai Technikum, Gimnázium és Kollégiumhoz kapcsolódó villamos mérési tananyagfejlesztés tapasztalatait L.M. személyes szakoktatói interjúja rögzíti (KF4). A fenti személyes találkozások nem azonos eljárással felvett pedagógusi interjúk és a kvalitatív elemzés egységei konkrét gyakorlatot, tapasztalatot vagy eseményt leírások voltak. A vizsgálati szempontoként itt a STEM/STEAM-tartalom és

annak biztonsági kapcsolódásaira, a tanulási célokhoz köthető megvalósítás feltételekre, a pedagógusi szakmai közösségre, az észlelt eredményességre, továbbá a bevonás és terjedés folyamataira irányultak. A feldolgozásban elkülönítettem a közölt tapasztalatot a kutatói értelmezéstől, a tanulói, pedagógusi és intézményi szintet, továbbá a megvalósult eseményt az aktuális tervtől és a javaslattól és egy téma említésének hiányát nem tekintettem a gyakorlat hiányának. A leiratok bizonytalan technikai részleteire nem alapoztam önálló állítást, csupán tartalmi parafrázisokat használtam. Az M6 forrásleltárban és az M7 integrációs mátrixban rögzítettem a források és a kvantitatív eredmények kapcsolódását.

4.2. Mintaképzés, a duplikációk kezelése, az adatok időbelisége

A STEAM-kérdőív kidolgozásakor tételszintű forrásösszevetést végeztem az ELTE INNOVA-kutatás első és második szervezeti kérdőívével, a második adatfelvétel egyéni kérdőívével, valamint az ImpAla-kutatás Fazekas Ágnes doktori értekezésében közölt igazgatói és pedagógusi kérdőívmellékleteivel [86], [87], [33], [88]. Az adatfelvétel előtt a saját STEAM-kérdőívet előzetes szakmai és technikai kipróbálás céljából oktatóknak, iskolaigazgatóknak és egyetemi oktatóknak küldtem ki. Az előzetes kipróbálás a kérdések érthetőségének és megválaszolhatóságának tesztelését, a szükséges tartalmi és szerkesztési módosítások azonosítását, valamint a technikai hibák feltárását és kiküszöbölését szolgálta. A visszajelzések alapján javasolt módosításokat beépítettem a kérdőívbe. Az INNOVA második adatfelvételének eredeti eszközeit a kutatási beszámoló szerint szintén előzetesen kipróbálták [89].

Magyarországi köznevelési intézmények között történt az adatfelvétel, ahol intézményvezetők, vagy az intézményvezetők által felkért pedagógusokat kértük fel a kitöltésre. A köznevelési intézmények listája az Oktatási Hivatal KIR adatbázisából került feldolgozásra. Az adatfelvétel 2021. június 30-tól 2021 október 5-ig tartott, mivel a kitöltési időt többször meg kellett hosszabbítani. Az adattisztítás alapját a 298 befejezett és befejezetlen rekord adta, mely közül 148 kitöltés volt befejezett. Az azonos intézményhez tartozó, ellenőrzött ismételt kitöltések esetében minden csoportból a legkorábban befejezett kérdőívet tartottam meg (időbélyeg alapján), így 25 későbbi ismétlés, mint kizárt rekord került ki az adatállományból. A végleges intézményi alapminta (core) ennek eredményeként 123 rekordot tartalmazott, ahol 54 esetet feleltettem meg annak a szigorú beválasztási feltételnek, ahol a válaszadó konkrétan megnevezte a vizsgált innovációt és a fókuszváltozók hiányzó értékei miatt az egyes statisztikai próbák tényleges elemszáma 39 és 49 között alakult, ezért minden eredménynél külön feltüntetem az adott elemzésbe bevont esetek számát (N).

7. táblázat. Az elemzési állomány kialakulása és a megfigyelési egységek

Elemzési állomány	Esetszám (N)	Értelmezési keret
Nyers export	298	Befejezett és befejezetlen rekordok; nem intézményi mintanagyság
Befejezett beadások	148	Tisztítás előtti befejezett kitöltések
Későbbi ismételt beadások kizárása	25	Az auditált intézményi csoportokban egy beadás megtartása
Intézményi core	123	A tisztított adatbázis megtartott rekordjai
Szigorú innovációs alminta	54	A forrásfájl STRICT_INNOV_FLAG jelzője alapján
H1: teljes Q23–Q24	40	Az elsődleges korrelációs minta
K2: teljes Q24 (feltáró összehasonlítás)	44	A páros csatorna-összehasonlítás mintája
H2: regresszió	48	Modellspecifikus teljes esetek

Elemzési állomány	Esetszám (N)	Értelmezési keret
H3: regressziók	46	Az összevont és szétbontott modellek azonos esetei

Forrás: saját szerkesztés.

4.2.1. A minták összetétele és főbb jellemzői

A tisztított intézményi alapminta (core) 123 rekordot, a szigorú feltételekkel kialakított innovációs alminta pedig 54 esetet tartalmaz. A két minta összetételét a kérdőívben megjelölt nevelési–oktatási feladatok, a rögzített irányítószámok, a fenntartóra vonatkozó válaszok és a kitöltők intézményi szerepe alapján kategorizáltam és mivel a válaszadók több feladatkategóriát is megjelölhettek, ezek nem egymást kizáró intézménytípusokat jelentenek. A százalékokat soronként a teljes alapminta, illetve a teljes innovációs alminta elemszámához viszonyítottam.

8. táblázat. A minták nevelési–oktatási feladatai és egyszerűsített területi összetétele.

Nevelési–oktatási feladat / területi kategória	Intézményi alapminta (N = 123), n (%)	Innovációs alminta (N = 54), n (%)
Iskola előtti nevelés (ISCED 0)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Alapfokú nevelés-oktatás alsóbb évfolyamokon (ISCED 1)	87 (70,7%)	37 (68,5%)
Alapfokú nevelés-oktatás felsőbb évfolyamokon (ISCED 2)	88 (71,5%)	38 (70,4%)
Középfokú általános nevelés-oktatás (ISCED 3A)	27 (22,0%)	15 (27,8%)
Középfokú szakmai nevelés-oktatás (ISCED 3B)	5 (4,1%)	3 (5,6%)
Szakképző iskolai nevelés-oktatás (ISCED 3C)	1 (0,8%)	1 (1,9%)
Inkluzív/integrált fejlesztő nevelés-oktatás	11 (8,9%)	4 (7,4%)

Nevelési–oktatási feladat / területi kategória	Intézményi alapminta (N = 123), n (%)	Innovációs alminta (N = 54), n (%)
Fejlesztő, gyógypedagógiai nevelés-oktatás (EGYMI)	9 (7,3%)	2 (3,7%)
Egyéb nevelés-oktatás	10 (8,1%)	4 (7,4%)
Egyéb támogató szolgáltatások	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Egyszerűsített területi összetétel²	Egyszerűsített területi összetétel²	Egyszerűsített területi összetétel²
Budapest (1-gyel kezdődő irányítószám)	22 (17,9%)	6 (11,1%)
Budapesten kívül (2–9-cel kezdődő irányítószám)	101 (82,1%)	48 (88,9%)

Forrás: saját számítás

¹ A kategóriák és az ISCED-jelölések az adatfelvételi kérdőívek elnevezéseit követik. Egy intézmény több feladatot is jelölhetett, így ezek arányai nem összegezhetők 100%-ra. Minden esetben szerepel legalább egy feladatjelölés; a nulla egy adott kategóriánál a jelölés hiányát jelenti.

² Saját, egyszerűsített besorolás az irányítószám első számjegye alapján: 1xxx = Budapest, 2xxx–9xxx = Budapesten kívül. Minden esetben rendelkezésre áll egy négyjegyű irányítószám.

Mindkét mintában gyakori az alsó és felső tagozatos feladatellátás. A középfokú általános nevelés-oktatás jelölése az innovációs almintában 27,8%, az alapmintában 22,0%; a budapesti irányítószámú beadások aránya 11,1%, illetve 17,9%. Az innovációs alminta az alapminta részhalmaza.

4.2.2. Fenntartói megoszlás és kitöltői szerep

A fenntartói kategóriák és a kitöltői szerepek megnevezése az eredeti kérdőív válaszlehetőségeit követi. A táblázat a kódokat a szöveges értékcímkékkel együtt közli. A 2-es kitöltői szerepkategória nem a munkakört, hanem a válaszadó intézményi szerepét jelöli; ezért nem azonosítható automatikusan a pedagógus munkakörrel.

9. táblázat. A minták fenntartó és kitöltő szerep szerinti megoszlása.

Fenntartó / kitöltői szerep	Intézményi alapminta (N = 123), n (%)	Innovációs alminta (N = 54), n (%)
Állami (1)	95 (77,2%)	43 (79,6%)
Felsőoktatási (2)	1 (0,8%)	0 (0,0%)
Önkormányzati (3)	1 (0,8%)	0 (0,0%)
Egyházi (4)	20 (16,3%)	10 (18,5%)
Magán (5)	5 (4,1%)	1 (1,9%)
Fenntartó: nincs kód; „települési nemzetiségi önkormányzat” szöveges válasz	1 (0,8%)	0 (0,0%)
Kitöltői szerep	Kitöltői szerep	Kitöltői szerep
Az intézmény/szervezet első számú vezetője (1)	95 (77,2%)	41 (75,9%)
A vezető által felkért és/vagy az intézményt/szervezetet jól ismerő munkatárs (2)	28 (22,8%)	13 (24,1%)

Forrás: saját számítás a Core_123 munkalap és az eredeti válaszlehetőségek alapján.

Az állami fenntartású intézményi beadások aránya az alapmintában 77,2%, az innovációs almintában 79,6%; az egyházi fenntartásúaké 16,3%, illetve 18,5%. Egy további alapmintabeli esetben csak a „települési nemzetiségi önkormányzat” szöveges válasz szerepel. Ezt külön tartom nyilván; nem soroltam automatikusan a 3-as kódhoz.

Az alapmintában 95 válaszadó (77,2%), az innovációs almintában pedig 41 válaszadó (75,9%) az intézmény/szervezet első számú vezetőjeként töltöttek ki a kérdőívet. A vezető által felkért és/vagy az intézményt/szervezetet jól ismerő munkatársként 28 fő (22,8%), illetve 13 fő (24,1%) válaszolt, a válaszok ezért a vezetők meglátásait tükrözik. Mivel egy-egy intézményről egyetlen kitöltő értékelése áll rendelkezésre, így az adatok nem tekinthetők a teljes munkaközösség közös véleményének. A bemutatott megoszlások a vizsgálatba bevont intézmények jellemzésére alkalmasak, országos reprezentativitás megállapítására azonban nem.

4.3. Mérési szintek és adatellenőrzés

Az elemzés előtt elkülönítettem a nominális kategóriákat, az ordinális válaszokat, a darabszámokat és a százalékos változókat. Az elemzési szempontból főbb kérdések pedig: Q13 a korlátok, Q14 a tanulószervezeti jellemzők, Q22 a penetráció, Q23 a STEAM, Q24 a biztonsági relevancia, Q30 az eredményességi és megvalósítási állításokat tartalmazzák.

A Q23 első öt tétele rendezhető szerepkategóriákat tartalmaz. Az 1-es nyers kód fő területet, a 2-es kiegészítő területet, a 3-as érintettséghiányt jelöl; az összegzés előtt ezért 2–1–0 pontokká alakítottam őket. A Q24 esetében ezzel szemben az 1–2–3 értékek nem növekvő biztonsági intenzitást jelentenek. Két különböző relevanciacsatorna és a nem releváns kategória kódjai, ezért ezekből közvetlen átlagot vagy ordinális rangsort nem képeztem.

A hiányzó érték nem feleltettem meg a „nem releváns” válasszal. A teljesen hiányzó Q24 blokkhoz nem rendeltem nulla biztonsági területet, mivel a teljes blokkon megjelenő nulla darabszám érvényes megfigyelésnek tekintem, mivel mind a kilenc tételre az 1-es kategória szerepel, és ha egy kérdésblokkot csak részben töltöttek ki, akkor az összesített darabszám eleve kevesebb megválaszolt tételből adott ki, ezért nem hasonlítható közvetlenül a teljes blokkok eredményeihez.

Az összetett mutatókat változónként meghatározott minimális számú érvényes válasz alapján képeztem. Az adatfeldolgozás során elkülönítettem egymástól a hiányzó adatokat, az érvényes nulla értéket és a “nem releváns” válaszokat. Az egyes statisztikai vizsgálatokba csak az adott elemzés adatérvényességi feltételeinek megfelelő eseteket vontam be, ezért az elemzések tényleges elemszámát külön közlöm.

Az elemzések ellenőrizhetősége érdekében az M1 mellékletben közlöm az elemzésben felhasznált kérdőívtételeket, az M1.1. alfejezetben pedig az egyes elemzések beválasztási feltételeit és elemszámait. Az M2 melléklet tartalmazza a részletes rangpróbákat és a főkomponens-elemzés eredményeit. Az M3 mellékletben közlöm a regressziós együtthatókat, a robusztus standard hibákat és konfidenciaintervallumokat, valamint a belső terjedési mutató eltérő normalizálásával végzett érzékenységvizsgálatok eredményeit.

4.4. STEAM-intenzitás és biztonsági kiterjedtség

A STEAM-intenzitást az innováció STEAM-tartalmának kiterjedtségét és az egyes STEAM-komponensek innováción belüli súlyát kifejező kompozitmutatóval határoztam meg. Az összetett változókat a Q23/1–Q23/5 kérdések alapján képeztem. Ezek azt rögzítették, hogy a vizsgált innovációban megjelent-e a matematika, a természettudomány, a műszaki–mérnöki terület, a művészeti–kreatív tevékenység, illetve a digitális technológia.

Fő területként definiáltam azt, amiről az innováció alapvetően szól, és amely nélkül az innováció alapvető jellege megváltozott volna (például egy robotikai programban a robotok egyedi programozása és megépítése az innováció lényege; ezek nélkül a program elveszítené alapvető karakterét). Kiegészítő területként azt a tudásterületet értelmeztem, amely támogatja az innováció megvalósítását vagy tartalmát, de nem tartozik a fejlesztési célok meghatározó részei közé (például a művészeti–kreatív terület kiegészítő lehet, ha a robotikai programban a tanulók megtervezik a robot külső megjelenését). A Q23-tételeket a megjelölt szerepük alapján pontoztam, ahol a fő területként megjelenő komponens 2, a kiegészítő területként megjelölt komponens 1, a nem érintett terület pedig 0 pontot kapott. Az öt tételből képzett összegző mutató értéke így 0 és 10 pont között változhat. A magasabb pontszám azt jelzi, hogy az innovációban több STEAM-komponens jelenik meg, illetve ezek közül több kap hangsúlyos szerepet, ezzel nem a tanórai integráció közvetlenül megfigyelt minőségét mérjük , és nem értelmezhető az innováció minőségének, eredményességének vagy intézményi elterjedtségének mérőszámaként, kizárólag a bemutatott innováció tartalmi STEAM-intenzitását fejezi ki.

4.5. Az adatok feldolgozása és az elemzés menete

Az elemzésben az innovációk tartalmát, biztonsági kapcsolódásait és intézményi megvalósítását vizsgáltam. Egyes jellemzőket több kérdőíves válasz összegzésével írtam le. Ilyen volt a tanulószervezeti működés, a megvalósítást nehezítő körülmények, az észlelt eredményesség és a megvalósítás szervezettsége. Ezeket csak akkor értékeltem, ha elegendő érvényes válasz állt rendelkezésre. A hiányzó válaszokat nem tekintettem nulla értéknek és bizonyos elemzésekhez kizárólag teljesen kitöltött kérdésblokkokat használtam. Az intézményen belüli terjedést három szempont alapján

jellemeztem, az alapján, hogy milyen arányban alkalmazzák jelenleg a programot a tanórákon, hogyan változott az alkalmazása a bevezetés óta és mennyiben vették át a kezdetben kimaradó pedagógusok. A terjedési mutatóból kihagytam azt a kérdőívtételt, amelyet a megvalósítás jellemzésére is felhasználtam. Így elkerültem a közvetlen átfedést, bár az azonos válaszadótól származó értékelések továbbra is befolyásolhatták a megfigyelt kapcsolatokat. A H1-ben a STEAM-intenzitás és az észlelt biztonsági kapcsolódások összefüggését elemeztem, a H2 a tanulószervezeti működés és az észlelt eredményesség kapcsolatára, a H3 pedig a megvalósítási–terjesztési orientáció és az innovációs korlátok belső terjedéssel való kapcsolatát tártam fel. A K2 kutatási kérdés megválaszolásához összehasonlítottam a kompetenciafejlesztési és megvalósítási kategóriába sorolt biztonsági területek számát azonban ez nem tartozott a három hipotézis vizsgálatához. A biztonsági válaszok értelmezésénél fontos korlát volt, hogy területenként csak egy kategóriát lehetett választani, így az összehasonlítás a válaszadói besorolások különbségét mutatta, viszont nem derült ki belőle, hogy ugyanaz a biztonsági terület a gyakorlatban egyszerre szolgálta-e a kompetenciafejlesztést és a biztonságos megvalósítást. A szervezeti összefüggéseket először két-két jellemző összevetésével, majd több szempont együttes figyelembevételével elemeztem, így megvizsgálhattam, hogy egy kapcsolat akkor is kimutatható-e, ha más intézményi jellemzőket is figyelembe veszek, a hiányzó válaszok esetében pedig az elemzésekben ugyanazok az esetek szerepeltek, ezért az eredmények mellett feltüntetem a bevont esetek számát. Az ellenőrző elemzések tekintetében azt is megvizsgáltam, hogy mennyire függnek a következtetések a mutatók kialakításától és az elemzési döntésektől és itt külön feltáró vizsgálattal ellenőriztem, hogy a tanulószervezeti működésre és az innovációs korlátokra vonatkozó kérdések milyen közös mintázatokat mutatnak [11], [90]. Az egyes következtetéseknél nemcsak azt mérlegeltem, hogy egy kapcsolat kimutatható-e, hanem annak irányát, erősségét és bizonytalanságát is. A bizonytalan vagy az elemzés módjától függő eredményeket szintén a kutatás részének tekintem [80], [81]. Ha valamely kapcsolatot nem sikerült kimutatni, abból nem következik, hogy biztosan nem létezik, mivel a vizsgált mintán belüli összefüggéseket írja le és nem igazol oksági hatásokat, tehát az adatokból nem vezethetők le országos következtetések [91], [90].

5. Kutatási kérdések, hipotézisek és tézisek empirikus vizsgálata

Ebben a fejezetben a K1–K4 kutatási kérdések, a H1–H3 hipotézisek és a T1–T3 tézisek eredményeit mutatom be. A kiinduló adatbázis 298 rekordjából 25 későbbi ismételt beadást kizártam, az elemzési feltételek alkalmazása után az elemzések intézményi alapmintája 123 eset, a szigorú innovációs alminta 54 eset lett. Az egyes próbák elemszáma a szükséges változók rendelkezésre állásától függően eltér; ezért minden eredménynél külön jelzem az N-et.

A megfeleltetés K1–H1–T1, K3–H2–T2 és K4–H3–T3. A K2 kérdést önálló hipotézis és számozott tézis nélkül, feltáró összehasonlításként tárgyalom.

5.1. A kutatási kérdések és hipotézisek értékelése

A kérdőíves vizsgálat a köznevelési intézmények STEM/STEAM-innovációinak tartalmi, szervezeti és észlelt biztonsági kapcsolódásait elemzi [11].

Az elemzéseknél a változók mérési szintjéhez és az egyes kérdésekhez illeszkedő eljárást választottam, a rangkorrelációk a megfigyelések sorrendje közötti együttjárást, a Mann–Whitney-próba két csoport rangsorának eltérését, a Wilcoxon-próba pedig az ugyanazon innovációhoz tartozó páros értékek különbségét vizsgálta. A regresszió a bevont szervezeti jellemzők mellett becsülte a kapcsolatokat, ahol a HC3-robusztus standard hibák a becslések bizonytalanságának értékelését segítették elő. Több párhuzamos területi próbánál Benjamini–Hochberg-korrekcióval q-értékeket számítottam a nyers p-értékekből. Az eredményeket nem kizárólag a p-érték alapján értelmezem, hanem a kapcsolat irányát, nagyságát, konfidenciaintervallumát és az alkalmazott mutatók tartalmát is figyelembe veszem.

5.1.1. Kutatási kérdések

K1. Hogyan függ össze az innovációk STEAM-intenzitása a válaszadók által relevánsnak ítélt biztonsági területek számával, és mely területeken jelenik meg ez a kapcsolat?

K2. A válaszadók inkább kompetenciafejlesztési hozadékként vagy a megvalósításkor figyelembe vett szempontként jelölik meg a biztonsági területeket?

K3. Hogyan kapcsolódik a tanulószervezeti működés az észlelt pedagógiai–szervezeti eredményességhez, ha más szervezeti jellemzőket is figyelembe veszünk?

K4. Hogyan függ össze a megvalósítás tervezettsége, a nevelőtestület bevonása, a belső terjesztés és a korlátok szintje az innováció intézményen belüli terjedésével?

5.1.2. Hipotézisek

H1. A szelektív, észlelt biztonsági kapcsolódás hipotézise. Feltételezem, hogy a magasabb STEAM-intenzitású köznevelési innovációkhoz a válaszadók több biztonsági területet társítanak. A kapcsolat biztonsági területenként eltérő lehet; a dimenziók szerinti mintázatot feltáró összehasonlításokkal vizsgálom. A feltevés a kockázati műveltségre, a bizonytalanság felismerésére és a felelős döntéshozatalra épül [57], [58]. A DigComp 2.2 digitális biztonsági kompetenciái [21] és az Australian Curriculum Technologies biztonsági szempontokat a tervezésbe építő megközelítése [20] segítik e kapcsolat értelmezését.

H2. A tanulószervezeti működés és az észlelt eredményesség kapcsolata. Feltételezem, hogy a kedvezőbb tanulószervezeti működés magasabb észlelt pedagógiai–szervezeti eredményességgel jár együtt a vizsgált STEM/STEAM-innovációk körében, és ez a kapcsolat az általános implementáció és az innovációs korlátok figyelembevétele mellett is fennmarad. A feltevés a tudás létrehozását, megosztását és felhasználását hangsúlyozó tanulószervezet-elméletekre épül [24], [7].

H3. A belső terjedés szervezeti kapcsolatai. Feltételezem, hogy az implementációs és belső terjesztési orientáció pozitív, míg az innovációs korlátok magasabb szintje negatív kapcsolatot mutat az innováció intézményen belüli terjedésével. A megvalósítást, az elterjedtséget és a tartós beépülést külön kezelem [66], [32], [30]. A Q30/5 és Q30/6 tételekből képzett általános implementációs mutató belső konzisztenciája alacsony volt (Cronbach-alfa = 0,448), ezért a formális tervet és a bevonást/belső terjesztést külön is elemzem.

10. táblázat. A kutatási kérdések, hipotézisek és eredmények megfeleltetése

Jel	Vizsgált jellemzők	Eljárás	Értékelés
H1	STEAM-intenzitás; relevánsnak jelölt biztonsági területek száma és dimenziói	Spearman; Mann–Whitney; Benjamini–Hochberg-korrekció; rang-biszeriális hatásnagyság	T1, K1 – támogatott
K2	Kompetenciafejlesztési és megvalósítási biztonsági jelölések száma	Páros Wilcoxon-próba; páros rang-biszeriális hatásnagyság	K2 – feltáró eredmény; önálló hipotézis és tézis nélkül
H2	Tanulószervezeti index; észlelt eredményesség; implementáció; korlátindex	Spearman; HC3-robusztus standardizált regresszió	T2, K3 – részben támogatott
H3	Nem átfedő belső terjedés; implementációs tételek; tanulószervezeti index; korlátindex	Spearman; HC3-robusztus regresszió; érzékenységvizsgálat	T3, K4 – korlátozással támogatott

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

A hipotézisek esetében a „Támogatott” esetben az eredmények alátámasztják az előzetes várakozást; „részben támogatott” esetben annak csak egy része teljesül; „korlátozással támogatott” esetben a következtetés a mérés vagy a modell kialakításától is függ, újabb és kiterjedtebb mérések szükségesek és a nem szignifikáns eredmények nem bizonyítják a kapcsolat, kapcsolatok hiányát.

A mutatók eltérő jelenségeket azonosítanak , a STEAM-intenzitás esetében a megjelölt tartalmi területeket és azok súlyát látjuk, a biztonsági mutató az észlelt releváns területeket mutatja meg, az eredményességi mutató a válaszadói megítélésre ad választ , a terjedési mutató pedig az alkalmazás és átvétel jelzett kiterjedtségét írja

le. Azonban egyik sem tekinthető az intézmény objektív biztonsági vagy pedagógiai teljesítménymérésének.

11. táblázat. A szervezeti skálák belső konzisztenciája a szigorú innovációs almintán

Skála	Tételek	N	Cronbach-alfa	Megjegyzés
Tanuló szervezet	8	51	0,746	Elfogadható belső konzisztencia; önmagában nem validitásbizonyíték
Korlátindex	9	53	0,612	Heterogén tételek; korlátozott belső konzisztencia
Észlelt eredményesség	2	50	0,669	Kéttételes, korlátozott skála
Általános implementáció	2	52	0,448	Kéttételes, alacsony belső konzisztencia

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

A belső konzisztencia mutatóit az adott elemzési mintára vonatkoztatom, ahol a tanulószervezeti index alfaértéke 0,746 volt, míg a kilenc, tartalmában eltérő korláttételből álló indexé 0,612. A kéttételes eredményességi mutató értéke 0,669, az általános implementációs jelzőé 0,448 volt. Ezekből az értékekből az vonható le, hogy az adott tételek válaszai mennyire jártak együtt, de nem igazolják önmagukban a tartalmi érvényességüket . A két implementációs tétel alacsony együttjárása indokolta, hogy az összevont mutató mellett a formális tervet és a bevonást és a terjesztést külön is megvizsgáljam, a mérés tartalmának pontosabb értelmezése miatt.

5.2. T1 – A STEAM-tartalom és az észlelt biztonsági kapcsolódások

A STEAM-intenzitást a Q23/1–Q23/5, a biztonsági kapcsolódásokat a Q24/1–Q24/9 tételekből képeztem, ahol a Q24 2-es és 3-as kódja egyaránt releváns területet jelez, de eltérő szerepben. A fő elemzésem itt a teljes Q23–Q24 blokkokra épül és ellenőrzésként a részlegesen kitöltött válaszokat is bevontam, aminek vizsgálatára teljes blokkoknál Spearman-korrelációt, a kilenc biztonsági terület

összehasonlításánál Mann–Whitney-próbát és Benjamini–Hochberg-korrekciót alkalmaztam.

A teljes blokkal rendelkező 40 eset esetében a STEAM-intenzitás és az észlelt biztonsági kapcsolódások száma között mérsékelt, pozitív kapcsolatot tudtam kimutatni (Spearman ρ=0,443; p=0,0042; 95%-os bootstrap CI: 0,162–0,662). A részleges eseteket is bevonó elemzés esetében hasonló eredményt kaptam (ρ=0,465; p=0,0009; N=48; CI: 0,224–0,665). A 0–3, 4–6 és 7–10 pontos STEAM-csoportok biztonságiterület-mediánja 2,5; 3,0 és 4,0 volt, de a különbség nem érte el az 5%-os szignifikanciaszintet (Kruskal–Wallis H=5,732; p=0,0569; N=40).

12. táblázat. A T1 elsődleges és érzékenységi vizsgálatai

Elemzés	**N**	**Hatásmutató/próbastatisztika**	**p**	**Értékelés eredménye**
Teljes Q23–Q24 blokkok	40	ρ=0,443; CI: 0,162–0,662	0,0042	Szignifikáns
Részlegesen kitöltött blokkok	48	ρ=0,465; CI: 0,224–0,665	0,0009	Szignifikáns
STEAM-csoportok	40	H=5,732; medián: 2,5/3,0/4,0	0,0569	Nem szignifikáns

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

A kilenc területen végzett összehasonlítások korrekciója után három területnél maradt szignifikáns különbség, ezek pedig az információbiztonság, környezet- és energiabiztonság, valamint adaptív és foglalkoztatási biztonság. Mindhárom esetben a relevánsnak jelölő csoport STEAM-intenzitása volt magasabb és a legnagyobb becsült különbség az információbiztonságnál jelent meg. Ez szelektív mintázat, nem általános kapcsolat minden biztonsági területtel.

13. táblázat. A három szignifikáns biztonsági dimenzió

Terület	Releváns medián	Nem releváns medián	r_{rb}	BH-korrigált q
Környezet- és energiabiztonság	6,5	2,0	0,703	0,00174
Adaptív/foglalkoztatási	7,0	5,0	0,595	0,01042
Információbiztonság	7,0	2,0	0,783	0,00107

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

Az integrált STEM/STEAM-szakirodalmak megegyeznek abban, hogy a tudásterületeket valós problémákhoz kell kapcsolni [12], [13], [14]. A kockázati műveltség, a DigComp 2.2 és 3.0, az UNESCO fenntarthatósági kerete, a NIST K–12 útiterve és a Cedefop készség-előrejelzése ehhez tágabb értelmezési hátteret ad [21], [16], [57], [58], [9], [52], [53], [10], [97], [51]. A H1-et a vizsgált mintában támogatták az eredmények: a magasabb STEAM-intenzitáshoz több észlelt biztonsági kapcsolódás társult, és három területen különbség is kimutatható volt. A rangkorreláció a STEAM-intenzitási pontok teljes sorrendjét vette figyelembe, a csoportos összehasonlítás ezzel szemben három kategóriába sorolta a pontszámokat, így az eredeti adatok részletessége csökkent. Ez is hozzájárulhat ahhoz, hogy a korreláció szignifikáns lett, miközben a három csoport különbsége nem érte el az 5%-os szintet. A két eredmény nem mond ellent egymásnak, mert eltérő módon vizsgálja az adatokat. A kilenc biztonsági terület közül háromnál maradt kimutatható különbség a korrekció után; a többiről csak az állapítható meg, hogy nem sikerült a korrigált különbséget kimutatni. A három területen kapott eredmény különböző, de a disszertáció szempontjából jól értelmezhető kapcsolódásokat jelent. Az információbiztonság a digitális tevékenységekhez és az adatok felelős kezeléséhez kötődik, a környezet- és energiabiztonság a fenntarthatósági kérdésekkel függ össze, az adaptív/foglalkoztatási terület pedig a változó készségigények felől értelmezhető. Mindhárom esetben magasabb volt a biztonsági területet relevánsnak jelölő csoport STEAM-intenzitásának mediánja, és a rang-biszeriális hatásnagyság is ezt az irányt

mutatta. Ez azonban nem jelenti azt, hogy minden STEM/STEAM-innováció tudatosan beépíti ezeket a dimenziókat, vagy hogy a tanulók kompetenciaszintje ténylegesen emelkedett. A szakirodalom segít értelmezni az eredményeket, de a mintában mért együttjárásra kizárólag a kérdőíves adatok adnak bizonyítékot.

T1. A vizsgált innovációs mintában a magasabb STEAM-intenzitás több észlelt biztonsági kapcsolódással járt együtt (Spearman ρ = 0,443; p = 0,0042; N = 40). A kilenc dimenzió feltáró összehasonlításában a többszörös tesztelés korrekciója után az információbiztonság, a környezet- és energiabiztonság, valamint az adaptív/foglalkoztatási biztonság esetében maradt kimutatható különbség. Az eredmény szelektív, válaszadói észlelésen alapuló mintázatot ír le, nem oksági hatást.

A kilenc biztonsági dimenzió részletes próbáit az M2.1. mellékletben közlöm. A kvalitatív források leltára az M6, a T1 eredményeinek integrált értelmezése pedig az M7 mellékletben található.

5.3. K2 – A biztonsági szerepek feltáró összehasonlítása

A Q24 teljes blokkját kitöltő 44 innovációnál külön számoltam a kompetenciafejlesztési és a megvalósítási szerepbe sorolt biztonsági területeket, és ezeket páros Wilcoxon-próbával hasonlítottam össze. A kompetenciacsatorna átlaga 2,636, mediánja 3; a megvalósítási csatornáé 0,886, mediánja 0 volt. A különbség szignifikáns volt (W=105; p=0,000036; r_{rb}=0,744). Harminchárom esetben a kompetenciafejlesztési, hétben a megvalósítási jelölések száma volt magasabb, négy esetben pedig azonos volt a két szám. Huszonhárom innovációban nem szerepelt megvalósítási jelölés, míg tizenkettőnél legalább négy kompetenciajelölés mellett maradt üres ez a kategória.

14. táblázat. A K2 feltáró páros összehasonlítása

Mutató	**Érték**	**Értelmezés**
Érvényes párok	44	Teljes Q24-blokk
Kompetenciacsatorna átlaga	2,636	Területek átlagos száma
Implementációs csatorna átlaga	0,886	Területek átlagos száma
Wilcoxon W	105	p=0,000036

Mutató	Érték	Értelmezés
Páros rang-biszeriális hatásnagyság	0,744	Nagy eltérés a kompetenciacsatorna javára
Kompetencia > implementáció / fordítva / egyenlő	33 / 7 / 4	Esetszám
Nulla implementációs jelölés	23	Az esetek 52,3%-a
Legalább 4 kompetencia, 0 implementáció	12	Markáns eltérés

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

15. táblázat. A két relevanciacsatorna jelölései

Biztonsági terület	Kompetencia	Implementáció	Különbség
Pszichoszociális	21	5	16
Egészségügyi	11	2	9
Gazdasági	5	2	3
Jogi	9	2	7
Környezet- és energiabiztonság	26	8	18
Adaptív/foglalkoztatási	24	9	15
Katasztrófavédelem	6	2	4
Katonai	3	2	1
Információbiztonság	27	8	19

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

Az általános implementációs mutatóval nem mutatkozott szignifikáns kapcsolat (ρ=0,204; p=0,184; N=44). A K2 feltáró összehasonlítása a kérdőíves kategorizálás eltérését mutatta ki; önálló hipotézis és számozott tézis nem kapcsolódik hozzá. A Q24 kizáró kategóriái miatt nem állapítható meg, hogy a két szerep a gyakorlatban együtt is jelen volt-e, és az eltérésből nem következtetek a biztonságos tervezés hiányára.

A páros próba előnye, hogy minden innováció saját maga szolgáltatja a két összevetett értéket; az eredmény nem független csoportok átlagkülönbsége. A 33, kompetenciafejlesztési túlsúlyú eset és a hét ellenkező irányú eset azt mutatja, hogy az eltérés a teljes blokkal rendelkező innovációk többségénél azonos irányú volt. A táblázat területenkénti darabszámai kiegészítő leírást adnak arról, hol sűrűsödtek a jelölések. A kompetenciafejlesztési célokat és a megvalósítás intézményi felelősségeit külön érdemes értékelni, melyet a Safety by Design, az implementációkutatás, a DigComp, az UNESCO fenntarthatósági kerete, az OECD megvalósítási részről szóló elemzése és a kiberbiztonsági oktatás áttekintése is alátámaszt [21], [16], [20], [66], [32], [67], [54], [56], [62], [83], [95], [51].

A két szerep a gyakorlatban nem feltétlenül válik el élesen. Egy tanulási program akkor is fejleszthet digitális tudatosságot vagy kockázati műveltséget, ha a válaszadó nem jelöli meg a biztonságot a tervezés vagy az irányítás szempontjaként. Az is előfordulhat, hogy az intézmény biztonsági eljárásokat alkalmaz, miközben az adott program nem a biztonsági kompetenciák fejlesztését célozza. A kérdőív azonban nem tette lehetővé, hogy ugyanazt a biztonsági területet mindkét szerepben megjelöljék, ezért azok együttes jelenlétét nem tudtam mérni. Az eredmény így fejlesztési szempontot vet fel, de nem ad alapot az intézmények minősítésére; a megfelelőség vagy a gyakorlat tényleges biztonsága sem állapítható meg belőle. Feltáró megállapítás (K2). A válaszadók több biztonsági területet jelöltek meg kompetenciafejlesztési célként, mint olyanként, amelyre a megvalósítás során figyelni kell. Ez a különbség a kérdőív két, egymást kizáró válaszkategóriájának összevetéséből adódik, ezért nem mutatja meg, hogy a két szerep a gyakorlatban együtt is megjelenhet-e. A teljes Q24 kérdésblokk alapján összeállított elemzési minta kiválasztási feltételeit az M1.1 melléklet ismerteti, a kvalitatív forrásokkal való értelmezési kapcsolatokat pedig az M7 melléklet mutatja be.

5.4. Kiegészítő vizsgálat: biztonsági kapcsolódások, megvalósítás és terjedés

Arra is kerestem a választ, hogy a válaszadók által relevánsnak jelölt biztonsági területek száma, összefügg-e az innováció általános megvalósításával és az intézményen belüli terjedésével. A terjedési mutatóból kihagytam a Q30/6 tételt, mert ezt külön magyarázó változóként vizsgáltam . Egyik kapcsolat sem volt statisztikailag

szignifikáns az általános implementációval ρ=-0,065; p=0,673; N=44, a Q30/6 nélküli terjedési mutatóval pedig ρ=-0,111; p=0,503; N=39. A 95%-os bootstrap-konfidenciaintervallumok az implementáció esetében -0,378–0,259 a terjedésnél -0,408–0,197 között húzódtak.

16. táblázat. A kiegészítő vizsgálat eredményei

Kapcsolat	N	Spearman ρ	p	Értékelés
Biztonsági területek száma; általános implementáció	44	-0,065	0,673	Nem szignifikáns
Biztonsági területek száma; belső terjedés, Q30/6 nélkül	39	-0,111	0,503	Nem szignifikáns

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

Az, hogy az eredmény nem szignifikáns önmagában nem bizonyítja a kapcsolat hiányát. Annak alátámasztásához, hogy a hatás elhanyagolható előre meg kell határozni az ekvivalenciahatárokat és megfelelő elemszámú mintát kell vizsgálni [91]. A szakirodalom is külön kezeli az innováció tartalmát, a megvalósítását, az észlelt eredményességét és a terjedését. A terjedés alakulásában a szervezeti környezet, a kommunikáció, a vezetés, az erőforrások és a fenntarthatóság is szerepet játszanak [66], [24], [30], [64], [6], [29], [8], [31].

A két kapcsolat becsléséhez tartozó konfidenciaintervallum széles, és mindkettő tartalmazza a nullát. A kis elemszámú mintában ezért nem kaptam elegendő bizonyítékot arra, hogy a biztonsági területek száma együtt jár az implementációval vagy a terjedéssel. Ebből azonban nem következik a kapcsolat hiánya. A kiegészítő elemzés arra figyelmeztet, hogy a Q24-ben jelölt biztonsági területek számát nem tekinthetjük automatikusan a szervezeti beágyazottság vagy a program elterjedtsége helyettesítő mutatójának.

5.5. T2 – Tanulószervezeti működés és észlelt eredményesség

A tanulószervezeti működést a Q14/1–Q14/8, az észlelt eredményességet a Q30/1–Q30/2 tételek alapján mértem. A 49 esetet felölelő kétváltozós elemzésben a pozitív, statisztikailag szignifikáns kapcsolatot találtam (Spearman-féle rangkorreláció ρ=0,366; p=0,0098; 95%-os bootstrap CI: 0,107–0,587), ami azt mutatja, hogy ebben

a mintában a tanulószervezeti működés kedvezőbb megítéléséhez az innováció magasabb észlelt eredményessége társult.

A kontrollált, HC3-robusztus regresszió 48 teljes esetre épült, és egyszerre vette figyelembe a bevont szervezeti jellemzőket. A tanulószervezeti index becslése pozitív maradt, de nem érte el az 5%-os szignifikanciaszintet (β=0,254; p=0,087). Az általános implementáció becslése 0,073 (p=0,568), a korlátindexé pedig -0,179 (p=0,275) volt. A modell R^2=0,148, korrigált R^2=0,090 értéket adott; a teljes modell próbája nem érte el az 5%-os szignifikanciaszintet (p=0,0685).

17. táblázat. A T2 bivariáns és többváltozós eredményei

Eljárás	Kapcsolat/prediktor	Hatás-mutató	p	R^2	Értékelés
Spearman	LOI; észlelt eredményesség	ρ=0,366	0,0098	–	Szignifikáns
HC3-regresszió	Általános implementáció	β=0,073	0,568	0,148	Nem szignifikáns
HC3-regresszió	Tanulószervezeti index	β=0,254	0,087	0,148	Pozitív, nem szignifikáns
HC3-regresszió	Korlátindex	β=-0,179	0,275	0,148	Nem szignifikáns

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

A modell R^2=0,148 értéke azt jelzi, hogy a bevont változók a vizsgált mintában az eredményességi mutató változatosságának 14,8%-át írták le. A korrigált érték ennél alacsonyabb volt (R^2=0,090), és a teljes modell próbája nem érte el az 5%-os szignifikanciaszintet (p=0,0685). Ezek a mutatók a modell mintán belüli illeszkedéséről tájékoztatnak; önmagukban nem jelzik, hogy más intézményeknél mennyire lenne alkalmas előrejelzésre, és oksági magyarázatot sem igazolnak. A regresszió eredményét ezért a kétváltozós elemzés kiegészítéseként, nem annak helyettesítőjeként értelmezem.

A szakirodalom a közös jövőképet, a munkatársak tanulását és a tudásmegosztást a tanulószervezet fontos jellemzői közé sorolja [24], [7], [6]. A H2-t az eredmények részben támasztják alá: a kétváltozós eredmény pozitív együttjárást mutatott, a többi szervezeti jellemző figyelembevétele után azonban a tanulószervezeti index becslése nem érte el a szignifikanciaszintet. Ezért nem állítható kellő bizonyossággal, hogy a tanulószervezeti működés az elemzett tényezőktől függetlenül is kapcsolódik az észlelt eredményességhez. Az észlelt eredményesség nem azonos a terjedéssel, és a regressziós eredményekből nem következtetek oksági hatásra. Az eltérő eredmények miatt érdemes külön is bemutatni a két elemzési szintet. A kétváltozós vizsgálat közvetlen képet ad a tanulószervezeti működés és az észlelt eredményesség együttjárásáról, de nem választja el a párhuzamosan jelen lévő szervezeti tényezőket. A kontrollált modell ezeket is figyelembe veszi, bár kisebb esetszámon a becslések bizonytalanabbak. A pozitív, de nem szignifikáns tanulószervezeti együttható alapján nem állítható sem az önálló kapcsolat fennállása, sem annak hiánya. Érdemes lenne pontosítani az eredményesség mérését, és többféle válaszadói csoport értékelését is összevetni.

T2. A tanulószervezeti működés és az észlelt pedagógiai–szervezeti eredményesség bivariáns kapcsolata pozitív és szignifikáns volt (Spearman $\rho = 0{,}366$; $p = 0{,}0098$; $N = 49$). Az általános implementáció és az innovációs korlátok figyelembevétele mellett a LOI együtthatója pozitív maradt, de nem érte el az 5%-os szignifikanciaszintet ($\beta = 0{,}254$; $p = 0{,}087$; $N = 48$). A mintában ezért a kontrollált önálló kapcsolatot nem sikerült kellő bizonyossággal alátámasztani.

A regressziós együtthatókat és az elemzés részleteit az M3 melléklet, a T2 kvalitatív értelmezését az M7 melléklet foglalja össze.

5.6. T3 – Megvalósítás és belső terjedés

A terjedési mutatóból kihagytam a Q30/6 tételt, így a bevonást és belső terjesztést jelző válasz nem szerepelt közvetlenül a modell mindkét oldalán. Az összevont modellben az általános implementáció pozitív, a korlátindex negatív kapcsolatot mutatott a terjedéssel; a tanulószervezeti index kapcsolata nem volt szignifikáns. A 46

esetet tartalmazó modell R^2=0,281 értéket adott, a teljes modell klasszikus próbája p=0,0029 volt.

Az implementációs mutató két tételét külön kezelve a Q30/6 bevonást és belső terjesztést jelző változó pozitív és szignifikáns kapcsolatot mutatott, a formális tervet mérő Q30/5 nem. A korlátindex negatív becslése ebben a modellben nem volt szignifikáns. A modell R^2=0,358 értéke a mintabeli terjedési különbségek 35,8%-át írta le.

18. táblázat. A T3 standardizált regressziós eredményei

Modell	**Prediktor**	**β**	**HC3 p**	**R^2**	**Értékelés**
Összevont	Általános implementáció	0,373	0,0027	0,281	Szignifikáns
Összevont	Tanuló szervezeti index	0,085	0,565	0,281	Nem szignifikáns
Összevont	Korlátindex	-0,296	0,047	0,281	Szignifikáns
Szétbontott	Q30/5 formális terv	-0,047	0,756	0,358	Nem szignifikáns
Szétbontott	Q30/6 bevonás és terjesztés	0,484	0,0036	0,358	Szignifikáns
Szétbontott	Tanuló szervezeti index	0,200	0,192	0,358	Nem szignifikáns
Szétbontott	Korlátindex	-0,191	0,192	0,358	Nem szignifikáns

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

Mindkét regressziós modell 46 teljes esetet tartalmazott. Az összevont modellben az általános implementációs mutató pozitív együtthatója magasabb terjedési értékkel járt együtt, míg a korlátindex negatív együtthatója arra utalt, hogy több észlelt akadály alacsonyabb terjedési értékkel társult. Amikor az implementációs mutató két tételét külön vizsgáltam a Q30/6 bevonást és belső terjedést jelző változójának együtthatója szintén pozitív volt. A két becslés összevetésekor azonban számolni kell azzal, hogy a szétbontással a modell felépítése is megváltozott a két tétel pedig eltérő tartalmat

mér. Az R^2-értékek azt mutatják meg mennyire illeszkedtek ezek a modellek a mintához és nem bizonyítják, hogy egy beavatkozás ugyanekkora mértékben változtatná meg az intézményi terjedést.

A kétváltozós elemzésekben a formális terv és a terjedés kapcsolata nem volt szignifikáns (N=47; ρ=0,199; p=0,181), a Q30/6 pozitív kapcsolata szignifikáns volt (N=48; ρ=0,569; p=0,000025); az összevont implementációs mutató kapcsolata pozitív volt (N=47; ρ=0,476; p=0,0007), míg a korlátindex negatív kapcsolatot jelzett (N=48; ρ=-0,355; p=0,0132).

19. táblázat. Az implementációs tételek és a nem átfedő terjedés bivariáns kapcsolatai

Kapcsolat	**N**	**Spearman ρ**	**p**	**Értékelés**
Q30/5 formális terv; belső terjedés	47	0,199	0,181	Nem szignifikáns
Q30/6 bevonás/terjesztés; belső terjedés	48	0,569	0,000025	Pozitív, szignifikáns
Korlátindex; belső terjedés	48	-0,355	0,0132	Negatív, szignifikáns

Forrás: saját számítás és szerkesztés.

Az intézményen belüli terjedés értelmezésekor külön kell választani a formális tervezést, a pedagógusok bevonását, a tudásmegosztást és az észlelt eredményességet. Az implementációkutatás is elkülönítve kezeli a megvalósítás folyamatát és annak eredményeit [66], [32], [30]. A H3-at a mérési korlátok figyelembevételével támogatom: a Q30/6 kapcsolata következetes volt, a formális tervé nem volt kimutatható, a korlátindex eredménye pedig a modellspecifikációtól függött. Ezekből az eredményekből nem következik, hogy a pedagógusok bevonása okozza a terjedést, vagy hogy a formális tervezés szükségtelen. A Q30/6 egyszerre kérdez rá a nevelőtestület bevonására és a belső terjesztésre. Emiatt az elemzésből nem derül ki, hogy a részvételre, a kommunikációra vagy a terjesztésre irányuló figyelem közül melyik kapcsolódik szorosabban a kimenethez. Egy későbbi kutatási

kérdőívben ezeket külön tételekkel, több válaszadói csoport bevonásával lehetne vizsgálni. A formális terv becslésének nem szignifikáns eredménye sem jelenti azt, hogy nincs szükség tervezésre, csak azt mutatja, hogy az adott tétel és a terjedési mutató között nem sikerült önálló kapcsolatot kimutatni.

T3. A vizsgált mintában a nevelőtestületi bevonást és belső terjesztési orientációt jelző Q30/6 pozitívan kapcsolódott a közvetlen tételátfedéstől mentes belső terjedési mutatóhoz a kétváltozós és a többváltozós elemzésben is (Spearman $\rho = 0{,}569$; $p = 0{,}000025$; $N = 48$; standardizált $\beta = 0{,}484$; HC3-robusztus $p = 0{,}0036$; $N = 46$). A formális tervet jelző Q30/5 esetében nem volt kimutatható önálló kapcsolat. A korlátindex negatív becslésének szignifikanciája a modellspecifikációtól függött. A tézis statisztikai együttjárásokat fogalmaz meg, nem beavatkozási hatást.

Az összevont és szétbontott regressziókat, valamint a normalizálási érzékenységvizsgálatot az M3 melléklet tartalmazza. A T3-hoz kapcsolódó kvalitatív összefüggéseket az M7 mellékletben foglalom össze.

5.7. A három tézis és a K2 feltáró eredményének együttes értelmezése

5.7.1. A hipotézisek összefoglaló értékelése

A három hipotézis eredményét a vizsgált mintára és a mérőeszközök korlátaira tekintettel értelmezem. A H1 támogatást kapott: a magasabb STEAM-intenzitáshoz több, a válaszadók által észlelt biztonsági kapcsolódás társult, és három területen különbség is kimutatható volt. A H2 részben támogatott: a tanulószervezeti működés és az észlelt eredményesség kétváltozós elemzésében megjelenő pozitív kapcsolat a szervezeti tényezőket figyelembe vevő modellben már nem érte el a szignifikanciaszintet. A H3-at korlátozással támogatták az eredmények: a bevonást és belső terjesztést jelző tétel kapcsolata következetes volt, a formális tervé nem volt kimutatható, a korlátindex értékelése pedig a modell felépítésétől függött. A K2 eredményét önálló hipotézis és számozott tézis nélküli feltáró megállapításként kezelem. Ezek az eredmények nem rendeződnek egyetlen fejlődési sorba. A hangsúlyosabb STEAM-tartalom önmagában nem jelenti azt, hogy a megvalósítás során a biztonsági szempontok nagyobb hangsúlyt kaptak. A több észlelt biztonsági kapcsolódás nem járt kimutathatóan együtt sem az általános implementációval, sem a közvetlen tételátfedéstől mentes terjedéssel. Az észlelt eredményesség a program válaszadói megítélését, a belső terjedés pedig az intézményen belüli alkalmazás és

átvétel kérdőívben jelzett kiterjedtségét írja le. A téziseket ezért különálló, egymást kiegészítő nézőpontokként értelmezem.

5.7.2. Mérési és következtetési korlátok

A következtetéseket ahhoz igazítottam, amit az egyes mutatók mértek. A STEAM-intenzitás a kérdőívben megjelölt tartalmi területek számát és szerepsúlyát összegzi; nem tanórai megfigyelésen alapul, és nem méri közvetlenül az integráció pedagógiai minőségét. A biztonsági kiterjedtség a válaszadó által relevánsnak ítélt területek számát mutatja, nem az intézmény tényleges biztonsági teljesítményét. A tanulószervezeti index, az észlelt eredményesség, az implementációs jelző és a terjedési mutató eltérő jelenségeket ír le. Egyetlen összesített „innovációs siker” mutatóba összevonva elveszne ezek különbsége.

A kiinduló adatbázis 298 nyers rekordot tartalmazott. Az ismételt beadások kiszűrését és az elemzési feltételek alkalmazását követően 123 eset alkotta az intézményi alapmintát; a szigorú innovációs alminta 54 esetből állt. A későbbi ismételt beadások közül 25 rekordot zártam ki. Az egyes tézisek elemzései 39–49 érvényes esetet tartalmaztak. Ezért minden eredménynél külön jelzem az elemszámot, és a teljes adatokkal rendelkező elemzési mintát nem helyettesítem az alapmintával. A T1 fő vizsgálatát a teljes Q23–Q24 blokkokon végeztem el, majd a részleges válaszokat is bevonva ellenőriztem az eredményt. A kapcsolat iránya és az abból levont következtetés hasonló maradt. Ez az ellenőrzés azonban nem teszi reprezentatívvá a mintát, és nem zárja ki, hogy a hiányzó válaszok összefügjenek az intézményi jellemzőkkel. A T1-ben rangkorrelációval vizsgáltam a STEAM-intenzitás és az észlelt biztonsági területek számának kapcsolatát. A kilenc dimenzió külön tesztelése miatt Benjamini–Hochberg-korrekciót alkalmaztam. A korrekció után három területen maradt kimutatható kapcsolat, ami szelektív mintázatot jelez; a többi területen kapott nem szignifikáns eredmény nem bizonyítja, hogy ott egyáltalán nincs kapcsolat. A csoportos Kruskal–Wallis-próba nem érte el az 5%-os szintet, ezért ezt az eredményt a rangkorrelációtól elkülönítve értelmezem. A hatásnagyságok és a konfidenciaintervallumok a becslés irányáról, nagyságáról és bizonytalanságáról tájékoztatnak. A K2 értelmezésénél fontos figyelembe venni a kérdőív felépítését. Minden biztonsági területnél csak egy Q24-kategória volt kiválasztható, így a kompetenciafejlesztési és a megvalósítási szerep a mérésben kölcsönösen kizárta

egymást. A páros Wilcoxon-próba a teljes Q24 blokkot kitöltő esetek két szerepkategóriájához tartozó jelölésszámok eltérését vizsgálja. Nem mutatja meg, hogy egy innováció a gyakorlatban egyszerre fejleszt-e biztonsági kompetenciát és alkalmaz-e tudatos biztonsági tervezést. A 23, megvalósítási jelölés nélküli innováció és a 12, legalább négy kompetenciajelölés mellett megvalósítási jelölést nem tartalmazó eset ezért a kérdőíves besorolás mintázatát írja le, nem az adott intézmények biztonsági gyakorlatának auditját.

A T2 két elemzése más-más kérdésre ad választ. A Spearman-korreláció a tanulószervezeti index és az észlelt eredményesség közvetlen együttjárását mutatja, míg a regresszió azt becsüli, hogyan alakul ez a kapcsolat az implementációs jelző és a korlátindex figyelembevétele mellett. Az első elemzés 49, a teljes regresszió 48 esetre épült, ezért a pozitív kétváltozós kapcsolat és a kontrollált modell nem szignifikáns eredménye nem mond ellent egymásnak. A kontrollált becslés $p=0,087$ értéke bizonytalanságot jelez, és nem bizonyítja a kapcsolat hiányát. A modell R^2-értéke a mintában megfigyelt eredményességi különbségek leírására vonatkozik, nem az oksági magyarázat arányára.

A T3-ban a Q30/6 tételt kihagytam a terjedési mutatóból, hogy csökkentsem a kimenet és a prediktor közötti tételátfedést. Az adatokat ugyanazok a válaszadók adták meg, egyetlen időpontban; a Q30/6 és a terjedési index tartalma pedig fogalmilag közel állt egymáshoz. A szétbontott modellben a bevonást és a belső terjesztést jelző tétel kapcsolata kimutatható volt. Mivel a formális terv és a bevonás együtthatójának különbségét közvetlenül nem teszteltem, nem állítom, hogy a két kapcsolat bizonyítottan eltérő erősségű. A korlátindex eredménye szintén a modell specifikációjától függött. A standardizált regressziós β a többi bevont változó figyelembevétele melletti együttjárást fejezi ki; nem pedig azt, hogy a tervezés vagy a bevonás megváltoztatása önmagában növeli a terjedést.

A statisztikai szignifikanciát és a gyakorlati jelentőséget külön értékelem. A nem szignifikáns eredmény – különösen kis elemszám mellett – nem bizonyítja, hogy nincs kapcsolat. Annak alátámasztásához, hogy a hatás elhanyagolható, előre rögzített ekvivalenciahatárokra és megfelelő elemszámú mintára van szükség [91]. A szignifikáns eredmény önmagában nem jelent erős vagy gyakorlati szempontból fontos kapcsolatot, ezért az irányt, a hatásnagyságot, a bizonytalanságot és a mérés

tartalmát együtt veszem figyelembe. A Cronbach-alfa a tételek belső együttjárását mutatja, de önmagában nem igazolja, hogy a skála valóban a kívánt fogalmat méri.

5.7.3. Szakirodalmi és gyakorlati következtetések

A tézisek a szakirodalom különböző szintjeihez kapcsolódnak. Az integrált STEM/STEAM-megközelítések a tudásterületek összekapcsolását és valós problémák feldolgozását hangsúlyozzák [12], [13], [14]. A digitális és fenntarthatósági kompetenciakeretek a fejlesztendő tudást és készségeket írják le [21], [16], [51]. Ettől külön kérdés, hogy az intézmény miként tervezi meg, támogatja és tartja fenn az innovációt. Az implementáció- és terjedéskutatás a vezetés, a résztvevők bevonása, a kommunikáció, az erőforrások és a helyi környezet szerepét is kiemeli [66], [32], [30], [6], [29], [8], [31]. A fenti kutatói munkák ezek értelmezéséhez adnak mintázatokat, nem igazolják e mechanizmusok működését.

A szakirodalmi és szakpolitikai dokumentumok között 2025–2026-os források is szerepelnek, miközben a kérdőíves adatfelvétel 2021–2022-ben történt. Az újabb kereteket ezért a korábbi eredmények mai értelmezésére használom, nem úgy, mintha az adatfelvétel idején mért változók lettek volna. Ez a megkülönböztetés a K2 feltáró összehasonlításánál különösen fontos: az újabb digitális kompetenciakeretek a kompetenciafejlesztés tartalmi hátterét frissíthetik, de nem változtatják meg a Q24 eredeti válaszkategóriáit.

A gyakorlati értékelésben célszerű külön rögzíteni, milyen tanulási célt és tartalmi integrációt tervez az innováció; milyen biztonsági tudást fejleszt; milyen kockázatokat, felelősségeket és védelmi lépéseket vesz figyelembe; kiket von be a megvalósításba; hogyan osztja meg a tapasztalatokat; milyen akadályokkal találkozik; végül hogyan értékeli az eredményességet és a belső alkalmazást. E kérdések együttes áttekintése részletesebb döntési alapot ad, mint egyetlen összpontszám vagy az „innovatív/nem innovatív” minősítés. A mostani kérdőív egyes részei ezek közül önbeszámolós jelzőket szolgáltatnak, nem közvetlen megfigyelést vagy intézményi auditot.

A fejlesztési javaslatokat ezért pilotként érdemes kezelni. Egy következő vizsgálatban előre rögzíthető lenne, hogy a tervezési felelősség, a pedagógusok bevonása, a belső tudásmegosztás és az akadálykezelés milyen mérhető változással járjon együtt. A folyamatot több időpontban lehetne követni, és a vezetői válaszokat pedagógusi,

tanulói, dokumentumalapú vagy megfigyelési adatokkal összevetni. A rétegzett, nagyobb minta lehetővé tenné az intézménytípusok, fenntartók és térségek összehasonlítását; az intézményi azonosítók pedig segítenék a későbbi ismételt beadások megbízható felismerését. A nulleredmények értelmezéséhez a jövőbeni elemzések előre meghatározhatnák a gyakorlati szempontból elhanyagolható hatás tartományát is.

A következő kutatási tervben célszerű lenne a kérdőíves mutatókat megfigyelhető folyamatokkal kiegészíteni. A tartalmi integrációt tantervek, feladatleírások vagy foglalkozásmegfigyelések jelezhetnék; a biztonsági megvalósítást intézményi protokollok és felelősségi rendek; az eredményességet pedig tanulói vagy pedagógusi visszajelzések és előre rögzített kimeneti mutatók. A belső terjedés ismételt adatfelvételekkel és dokumentált átvételi adatokkal követhető lenne. E források összevetése segítene elkülöníteni a válaszadói megítélést a dokumentált gyakorlatoktól, de önmagában még nem garantálna oksági következtetést.

A mintavételi és adatminőségi eljárásokat is érdemes előre megtervezni. Egy nagyobb, intézménytípus, fenntartó és térség szerint rétegzett minta lehetővé tenné a csoportok óvatos összehasonlítását, az intézményi azonosítók pedig csökkentenék az ismételt beadások bizonytalanságát. A fő hipotézisekhez előre megadhatók lennének a kizárási szabályok, az elsődleges elemzések, a többes összehasonlítás korrekciói és a gyakorlati szempontból releváns határok. Így a későbbi eredmények nemcsak statisztikailag, hanem a tervezett értelmezési kerethez viszonyítva is összevethetők lennének.

A pilotértékelésben az egyes dimenziókhoz külön, megfigyelhető jelzőket lehetne rendelni. A tartalmi profilnál rögzíthető, mely tudásterületek és tanulási célok kapcsolódnak össze; a biztonsági tervezésnél azonosíthatók a felelősök, a felismert kockázatok és a válaszlépések; a szervezeti megvalósításnál dokumentálható a pedagógusok részvétele, a rendelkezésre álló támogatás és a tapasztalatok megosztása. Az eredményességet a résztvevők visszajelzéseivel, a belső terjedést pedig az alkalmazó csoportok és az átvett gyakorlatok időbeli változásával lehetne követni. Így nem egyetlen összpontszámot kapnánk, hanem láthatóvá válna, melyik folyamat működik, és melyik igényel további fejlesztést.

Az ilyen keret a jelen vizsgálat eredményeit nem kész intézményi minősítési rendszerként, hanem következő kutatási kérdések kiindulópontjaként használná. Külön ellenőrizhető lenne, hogy a bevonást és belső terjesztést jelző kérdőíves válaszok együtt járnak-e dokumentált tudásmegosztással, illetve a megismételt adatfelvételekben tartós alkalmazással. A formális terv szerepét a tervezési dokumentumok és az azokhoz kapcsolódó megvalósítási adatok összevetése tisztázhatná. A korlátokat nemcsak egy összesített indexszel, hanem a konkrét erőforrás-, idő- és kompetenciahiányok elkülönítésével lehetne vizsgálni. Ezzel a következő kutatás közvetlenebbül kapcsolná össze a kérdőíves észleléseket a dokumentált intézményi folyamattal.

Az eredmények ellenőrizhetőségéhez a következő vizsgálatban minden mutatóhoz közölni kellene a hozzá tartozó kérdőívtételeket, a kódolási szabályt, a hiányzó adatok kezelését, az elemzésbe kerülés feltételeit és a tényleges elemszámot. A fő elemzéseket előre rögzített terv szerint célszerű elválasztani az érzékenységi vizsgálatoktól. A táblázatokban az együttjárás vagy különbség becslése mellett a bizonytalansági tartományt és az alkalmazott korrekciót is fel kell tüntetni. Ez segítene megkülönböztetni a megerősítő eredményeket a feltáró megfigyelésektől, és csökkentené annak kockázatát, hogy az olvasó eltérő mintanagyságú elemzéseket közvetlenül összehasonlíthatónak tekintsen. A jelen fejezetben ezért minden fő eredményhez megadom a vizsgálat elemszámát, a használt eljárást és az értelmezés korlátait; a jövőbeli adatfelvételeknél ezt a dokumentációt még részletesebben lehetne egységesíteni.

Összességében a kutatás hozzájárulása az, hogy a STEM/STEAM-tartalmat, az észlelt biztonsági szerepeket, a szervezeti megvalósítást, az eredményesség megítélését és a terjedést külön, de egymással összefüggésben értékeli. A mintában a STEAM-intenzitás három biztonsági terület észlelt relevanciájával járt együtt; a biztonsági területeket gyakrabban sorolták kompetenciafejlesztési szerepbe, mint megvalósítási kategóriába; a tanulószervezeti működés közvetlen kapcsolata a kontrollált modellben bizonytalan maradt; a belső terjedésnél pedig a bevonás és a belső terjesztés jelzője bizonyult következetesebbnek, mint a formális terv. Ezek a következtetések kizárólag a vizsgált, nem reprezentatív mintára érvényesek, és további, pontosabb mérésű kutatást igényelnek.

6. Megvitatás, következtetések és ajánlások

Ebben a fejezetben a tézisek empirikus eredményeit a kapcsolódó szakirodalom és a kiegészítő kvalitatív anyagok tükrében értelmezem, és azt vizsgálom meg, hogy a megállapítások mit adnak hozzá a STEM/STEAM-innovációk biztonsági kapcsolódásainak és intézményi megvalósításának megértéséhez. Az eredményekből kiindulva a felsőoktatásra, a pedagógusképzésre és a szakpolitikára vonatkozó javaslatokat fogalmazok meg, aminek során különválasztom, hogy mely következtetéseket támasztják alá közvetlenül a saját adatok, melyek épülnek a szakirodalommal összekapcsolt értelmezésre, és mely javaslatok igényelnek további empirikus vizsgálatot. A fejezet végén végül bemutatom a kutatás korlátait és a lehetséges további kutatási irányokat.

6.1. Az eredmények hozzájárulása a szakirodalomhoz

Aven a biztonságtudomány nem csak a biztonsági jelenségekre vonatkoztatva értelmezi, hanem mellett az értelmezésükhöz, értékelésükhöz és a kezelésükhöz szükséges fogalmak és módszereket is magában foglalja [68]. Kutatásom témája úgy kapcsolódik ehhez, hogy a köznevelési innovációkhoz kapcsolt biztonsági szempontokat a pedagógiai tartalommal és az intézményi működéssel összefüggésben teszi vizsgálhatóvá.

A T1 tézis a STEM-integráció szakirodalmához a tartalmi kiterjedtség biztonsági értelmezésével kapcsolódik. Az integrált megközelítések több tudásterület összehangolt használatát írják le [12], [13], [14], a saját adatok azonban az intézményi válaszadók által jelzett fő és kiegészítő szerepeket mérik. Az ennek alapján kirajzolódó biztonsági profil nem szolgál bizonyítékul arra, hogy az integrált oktatás általában javítja a biztonságot, csupán azt mutatja meg, hogy a válaszadók mely biztonsági területeket társították gyakrabban a magasabb STEAM-intenzitású innovációkhoz.

A digitális és fenntarthatósági keretek alapján e területek elméletileg értelmezhetők, de a három dimenzió konkrét elkülönítése saját empirikus megállapításom [21], [16].

A K2 feltáró eredménye ahhoz a megközelítéshez kapcsolódik, amely külön kezeli az implementációs kimeneteket és a célcsoportnál jelentkező eredményeket [66]. Ugyanazon kilenc biztonsági területen, innovációnként hasonlítottam össze a

kompetenciafejlesztési és az implementációs jelölések számát. Mivel területenként csak egy kategóriát lehetett választani, a kapott különbség nem ad közvetlen bizonyítékot a két funkció tényleges intézményi gyakoriságáról. Azt sem bizonyítja, hogy a két szerep a gyakorlatban kizárta egymást. A T2 tézis részben megerősíti, részben pedig korlátozza a tanulószervezetre vonatkozó várakozásokat. A közös tanulás és a tudás felhasználásának jelentőségét hangsúlyozó szakirodalommal összhangban áll a pozitív bivariáns kapcsolat, ugyanakkor a kontrollált modellben az LOI-együttható 5%-os szinten már nem bizonyult szignifikánsnak [24], [7]. Az eredmény árnyalja a tanulószervezeti működés szerepéről alkotott képet, de a jelen adatállomány alapján nem állítható kellő bizonyossággal, hogy az észlelt eredményességgel a többi szervezeti tényező figyelembevétele mellett is önálló kapcsolatban áll, még ha a szakirodalom alapján ilyen összefüggésre számíthatnánk is.

A T3 tézis a léptékváltás és az implementáció szakirodalmához egy specifikus kérdés szintjén kapcsolódik [30], [76], [1]. A pedagógusi bevonást és belső terjesztést jelző statisztika indokolja e szervezeti működés részletesebb feltárását, azonban a formális tervet mérő tétel nem szignifikáns eredménye ugyanakkor nem bizonyítja a tervezés haszontalanságát. A két tétel nem ugyanazt a szervezeti folyamatot ragadja meg, és egyik sem ad teljes képet az implementációról. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy a vizsgált mintában a formális tervezés és a nevelőtestületi bevonás eltérően kapcsolódott a belső terjedéshez.

Leveson rendszerszemléletű megközelítése segítséget nyújt a biztonság a technikai elemeken túl a társadalmi és szervezeti kölcsönhatások fontosságát is kiemeli, ami összekapcsolható azzal, hogy az intézményben megjelenő biztonsági elvárások megjelenjenek a pedagógusok bevonásában és a tudásmegosztásban. [72].

A három tézis és a K2 feltáró eredményének értelmezése kapcsolódik a STEM-innovációk rendszerszintű megvalósításáról készült újabb szintézishez is [1]. Az intézményi válaszok azonban csak a tágabb feltételrendszer egyik nézőpontját mutatják meg, a helyi eredményekből ezért nem lehet közvetlenül következtetni, hogy országos szinten mely finanszírozási vagy irányítási megoldások lennének eredményesek. A szakpolitikai ajánlások itt inkább arra irányulhatnak, hogy a helyi, intézményi és rendszerszintű folyamatokat elkülönítve mérjék, az új megoldásokat pedig pilotprogramok keretében értékeljék.

A bemutatott szakirodalmi és intézményi példák eltérő módon segítik a három tézis és a K2 feltáró eredményének értelmezését, támpontot adnak, de nem helyettesítik a saját adatok empirikus elemzését. A tanulási tartalmak integrációját szemléltető esetek például érthetőbbé teszik a T1 mögötti tartalmi összefüggést, de nem határozzák meg előre, hogy a vizsgált mintában mely biztonsági területeken jelenik meg statisztikailag kimutatható különbség.

A technikai és nem technikai képzési tartalmak együttes kezelése pedig nem azonos a K2 keretében vizsgált kompetenciafejlesztési és implementációs válaszkategóriák megkülönböztetésével. [49] Utóbbi azt mutatja meg, milyen szerepet tulajdonítanak a válaszadók a biztonságnak ugyanazon innovációban.

A pedagógusi együttműködés és a hálózati támogatás példái támpontot adnak a T2 és T3 szervezeti értelmezéséhez, de nem helyettesítik a saját statisztikai vizsgálatot. Ebben a T2 kontrollált LOI-kapcsolata az 5%-os szinten nem szignifikáns, a T3 esetében pedig az általános implementáció egyes összetevői eltérő kapcsolatot mutatnak a belső terjedéssel [85]. Ebből nem vezethető le egyetlen intézményi sikertényező sem. Fejlesztési javaslatként ezért az fogalmazható meg részemről, hogy a pedagógiai célt, a biztonsági szempontok kezelését és a megvalósítás szervezeti feltételeit külön is meg lehessen tervezni és értékelni.

A disszertációban az 1.1 alfejezetben lehatárolt empirikus problémát ugyanazon kérdőíves adatfelvételre épülő, egymást kiegészítő elemzések vizsgálta adja. Hozzáadott értéke abban van, hogy a STEM/STEAM-tartalmi kiterjedtséghez társított biztonsági relevancia, a biztonsági szerepek válaszadói besorolása és a szervezeti együttjárások hazai innovációkhoz köti, azzal együtt, hogy az bár az elemzések eltérő kérdésekre és részben eltérő elemzési mintákra vonatkoznak, de együtt egy közös értelmezési keretet alkotnak.

A kvalitatív forrásanyagok segítenek abban, hogy e mintázatok lehetséges helyi tartalmát jobban megértsük. Az eredmények segítenek abban, hogy megértsük, mi tartozik az innováció pedagógiai tartalmához, milyen biztonsági szerepet tulajdonítanak neki az intézményi válaszadók, és milyen szervezeti jellemzők járnak együtt az észlelt eredményességgel vagy belső terjedéssel. Ez az elkülönítés adja a további kutatás és az intézményi fejlesztés számára megfogalmazott javaslatok közvetlen alapját.

6.2. Felsőoktatási és pedagógusképzési javaslatok

STEAM–Security Bridge néven kipróbálásra javasolt egyetem–iskola együttműködést fogalmazok meg, ahol a felsőoktatási partner szakmai támogatást és pedagógus-mentorálást nyújthatna a köznevelési projektekhez, az iskola pedig a tanulócsoporthoz és a helyi feltételekhez igazítaná a feladatokat. A közös feladattervben külön szerepelnének a fejlesztendő tanulói kompetenciák és a megvalósítás biztonsági feltételei. A koncepció alkalmazhatóságát és eredményességét intézményi kipróbálásban kellene értékelni, mivel a jelen kutatás ezt még nem vizsgálta. A pedagógusképzés számára a disszertáció kétféle feladatot különít el, egy a leendő pedagógusnak ismernie kell az integrált feladattervezés és az értékelés alapjait, és a tanulási környezet biztonsági vonatkozásait is át kell gondolnia. A közös projektfeladat esetében a hallgatók külön tervezési elemként fogalmazhatják meg a fejleszteni kívánt tanulói kompetenciákat és a megvalósításhoz kapcsolódó kockázatok kezelését. Így a két csatorna megkülönböztetése nem marad elméleti vagy kérdőíves kategória, hanem a pedagógiai tervezés konkrét részévé válik.

Hong és munkatársai a kockázati válaszkompetenciákat meglétét a kockázat felismeréséhez, annak értékeléséhez és kezeléséhez kapcsolják [58]. Ezt felhasználva a pedagógusképzésben olyan STEAM-feladatok kidolgozását javaslom, amelyekben a tanulóknak a megoldás tudományos indoklása mellett annak lehetséges veszélyeit és a megelőzés módját is mérlegelniük kelljen.

Az egyetem és az közoktatási intézmény közötti partnerség eredményességét nemcsak a résztvevők számával vagy a kihelyezett eszközök mennyiségével érdemes mérni, hanem fontos szempont lehet az is, hogy az eszközök és módszerek mennyire épülnek be az intézmény mindennapi gyakorlatába, a pedagógusok képesek-e idővel önállóan alkalmazni őket, és továbbadják-e a megszerzett tudást kollégáiknak. A köznevelési intézmények működési feltételei nem azonosak egy felsőoktatási gyakorlati helyek környezetével, ezért a fejlesztést a helyben rendelkezésre álló időhöz, eszközökhöz és szakemberkapacitáshoz kell igazítani. A rövid, moduláris továbbképzések és a szakmai mikrotanulási egységek hasznos kiegészítő támogatást adhatnak, de nem helyettesítik annak nyomon követését, hogy a program miként épül be az intézményi gyakorlatba.

A jelen kutatás eredményeiből csak korlátozottan lehet következtetni a felsőoktatási eredményességre. Nem állnak rendelkezésre adatok arról, hogy a

vizsgált innovációkban részt vevő tanulók később milyen arányban léptek be a felsőoktatásba, és ott hogyan teljesítettek, emiatt nem állítható fel empirikusan igazolt kapcsolat a köznevelési STEAM-innovációkban való részvétel és a későbbi egyetemi sikeresség között. Ennek vizsgálatához az intézményi innovációs adatokat össze kellene kapcsolni a tanulók későbbi tanulmányi pályájára vonatkozó információkkal.

6.2.1. Egyetem–iskola együttműködés a pedagógusok szakmai tanulásában

Az egyetem–iskola együttműködésben célszerű konkrét feladatokkal meghatározni a felsőoktatási partner szerepét, az egyetem részéről szaktárgyi, mérési és technológiai szakértelmet biztosíthat, míg az iskola a tanulói csoportokhoz és a mindennapi alkalmazáshoz kapcsolódó tudást viheti be a közös munkába. A kapcsolat így nem egyirányú tananyagátadásra épül, ahol a pedagógiai feladat értékét két szempont együtt határozza meg: szakmailag és tudományosan megalapozott legyen, ugyanakkor az intézmény mindennapi gyakorlatában is használható maradjon. Az európai egyetemi stratégia tágabb keretet kínál ahhoz, hogy az egyetemek társadalmi és innovációs szerepvállalását ebből a kettős nézőpontból értelmezzük [84].

A pedagógusok folyamatos szakmai fejlődésében a rövid képzések és a mentorálással támogatott alkalmazás más-más feladatot töltenek be, például egy rövid képzés új fogalmakat, módszereket és lehetséges megoldásokat mutathat be, a mentorált kipróbálás ezzel szemben abban segíthet, hogy a pedagógusok a gyakorlati alkalmazás során felmerülő kérdéseket is feldolgozzák. Egy képzés hasznosulásáról ezért nem elegendő azt tudni, hogy hányan végezték el, azt is érdemes megvizsgálni, hogy a résztvevők kipróbálták-e a tanultakat, milyen módosításokra volt szükségük, és milyen támogatást kaptak az alkalmazás során. A pedagógusi STEM-integráció akadályait áttekintő szakirodalom alapján különösen fontos a szakmai támogatás tartalmának és tényleges hozzáférhetőségének vizsgálata [50].

Az egyetem és az iskola együttműködésének kézzelfogható eredménye lehet egy olyan feladatcsomag, amely összekapcsolja a szaktárgyi tartalmat, a biztonsági döntéseket és az értékelést. A feladatok pontos leírásához a NICE kiberbiztonsági munkaerő-kerete jó támpontokat adhat, mivel a szakmai tevékenységeket konkrét feladatok, tudáselemek és készségek alapján írja le [93]. Ezt a logikát az iskolai együttműködésben tervezési segédletként lehetne alkalmazni, a tanulók életkorához

és a kitűzött tanulási célokhoz igazítva, és itt nem a kiberbiztonsági munkakörök teljes követelményrendszerének iskolai átvételéről lenne szó.

Egy szemléltető továbbképzési feladatban a pedagógusok például egy iskolai digitális projekt adatmegosztási helyzetét dolgozhatnák fel. Első lépésként meghatároznák, hogy az egyes tanulási célok eléréséhez milyen adatokra van szükség, ezt követően megvizsgálnák, hogy ki férhet hozzá ezekhez az adatokhoz, hogyan oszthatók meg, és milyen következményekkel járhat a nem megfelelő kezelésük. Az egyetemi partner a technikai és szakmai kérdések értelmezésében nyújthatna segítséget, az iskola pedig a tanulócsoporthoz illeszkedő feladatszervezést és a helyi alkalmazás feltételeit ismeri. Az elkészült tervben külön jelenne meg, hogy mit tanulnak a résztvevők az adatkezelésről, és milyen intézkedések biztosítják magának a projektnek a körültekintő megvalósítását.

A kipróbálás értékelésekor a résztvevők képzéssel való elégedettsége mellett a feladatterv szakmai minőségét és az osztálytermi alkalmazás tapasztalatait is érdemes rögzíteni. Vizsgálható lenne például, hogy a pedagógus meg tudja-e indokolni az adatmegosztással kapcsolatos döntéseit, milyen módosításokat végzett a tényleges alkalmazás során, és a kidolgozott feladat átadhatóvá vált-e más kollégák számára. Így a tanulói teljesítmény, a pedagógus felkészültsége és az intézményi alkalmazás továbbra is külön értékelési szint maradna. A feladatcsomag ebben a formában kipróbálásra javasolt fejlesztési lehetőség, nem pedig a jelen kutatás adataival már igazolt beavatkozás.

A közös munka következő lépése a kipróbálás tapasztalatainak feldolgozása lehetne. A pedagógusok bemutathatnák, hogy a feladat mely részeit kellett módosítaniuk, és milyen tanulói teljesítmények vagy más bizonyítékok alapján ítélték meg a megértést. Az egyetemi partner ezeket a tapasztalatokat felhasználhatná a feladat szakmai tartalmának és mérési megoldásainak továbbfejlesztéséhez. A pedagógusképzés számára az együttműködés valós intézményi helyzeteket tenne hozzáférhetővé, az iskola pedig külső szakmai visszajelzést kaphatna. A kölcsönös tanulás lehetőségét a hálózatos iskolamenedzsment egyik hazai esete is szemlélteti [82].

A rövidebb továbbképzési egységek tanulási eredményeinek, értékelési követelményeinek és minőségbiztosításának átláthatóbbá tételét segítheti a mikrotanúsítványokról szóló uniós ajánlás [94]. A mikrotanúsítvány megnevezése

azonban önmagában nem tesz egy képzést eredményesebbé a hagyományos képzési formáknál. A jelen javaslat lényege a világosan meghatározott tanulási cél, a dokumentált gyakorlati alkalmazás és a rendszeres visszajelzés. Az intézményi eredményesség értékelésekor továbbra is külön kell vizsgálni a pedagógus tanulását, a program tényleges megvalósítását és a tanulóknál jelentkező eredményeket.

A megvalósítás megkezdése előtt a résztvevők felelősségét is egyértelműen meg kell határozni és ezért előre érdemes rögzíteni, hogy ki ellenőrzi a szakmai tartalmat, ki szervezi meg a tanulók részvételét, ki biztosítja a technológiai támogatást, és ki felel az értékelés során keletkező adatok kezeléséért. Az átlátható feladatmegosztás segít abban, hogy egy felmerülő probléma időben ahhoz a szereplőhöz kerüljön, aki valóban képes és jogosult annak megoldására.

A javasolt együttműködés értékelésének ezért a partnerségi munkafolyamatra is ki kell terjednie, nemcsak az elkészült pedagógiai anyagokra. Az alábbi táblázat a közös fejlesztési feladatokhoz rendeli a partnerek lehetséges hozzájárulását. A felelősségeket minden programban külön kell egyeztetni.

20. táblázat. Feladatmegosztási példa egy egyetem–iskola fejlesztési partnerségben

Feladat	**Az iskola szerepe**	**Az egyetemi partner szerepe**
Probléma és cél meghatározása	A tanulói szükségletek, előzetes tudás és a tanórai feltételek bemutatása.	A szaktárgyi probléma és a kapcsolódó szakmai követelmények tisztázása.
Tanulási feladat kialakítása	Életkori és pedagógiai illesztés; részvételi és differenciálási szempontok.	A fogalmi pontosság, a mérés vagy technológiai megoldás szakmai ellenőrzése.
Biztonsági feltételek áttekintése	A használati helyzetek és a helyi felelősségek azonosítása.	A szakterületi eszköz- és adathasználati kockázatok tisztázásának támogatása.
Pilot és visszajelzés	Tanórai kipróbálás, megfigyelések és alkalmazási nehézségek dokumentálása.	Mentorálás, a technikai és szakmai kérdések feldolgozása.

Feladat	Az iskola szerepe	Az egyetemi partner szerepe
Értékelés és módosítás	A tanulói munkák és a megvalósítási tapasztalatok értelmezése.	Az értékelési szempontok és a módosítások szakmai megalapozásának támogatása.

Forrás: saját szerkesztés.

6.3. Szakpolitikai kapcsolódások és ajánlások

Készségekkel foglalkozó szakpolitikai szempontból a kutatásból nem vezethetők le országos indikátorértékek, mivel a vizsgált minta nem reprezentatív, azonban az alkalmazott mérési logika felhasználható egy későbbi, erre a célra megtervezett országos adatfelvételben. Egy ilyen vizsgálatban a tartalmi STEAM-intenzitás, a biztonsági kapcsolódás különböző csatornái és az intézményen belüli terjedés önálló mutatóként jelenhetne meg, ahogy az implementációs szándékot és a tényleges használatot is célszerű külön kérdésekkel mérni.

Az átfogó iskolabiztonsági keretrendszer külön pillérként kezeli a biztonság és az oktatás folytonosságának intézményi megszervezését, valamint a kockázatcsökkentésre és rezilienciára irányuló nevelést, amely a kutatásomban vizsgált biztonsági szerepek jelentőségét is alátámasztja azzal, hogy a tanulási célokat és a megvalósítás biztonsági feltételeit egyaránt szükséges feltételként értelmezni. [3].

A szakpolitikai programokban olyan visszacsatolásra is szükség van, amely összeköti a fejlesztési célokat a megvalósítás tapasztalataival, ugyanis egy pilotprogramban eredményesnek bizonyuló innováció nem feltétlenül vihető át változtatás nélkül minden intézménybe. Az eltérő intézményi szükségletekhez igazított támogatás és a helyi adaptáció dokumentálása segíthet feltárni, hogy milyen körülmények között őrizhetők meg a program lényegi elemei, ezt a disszertáció az implementációval és a léptékváltással foglalkozó szakirodalommal összhangban fogalmazza meg [95], [32], [30], [8].

A Sendai keretrendszer 24(l) pontja a katasztrófakockázatokkal, a megelőzéssel és a felkészüléssel kapcsolatos tudás beépítését szorgalmazza a formális és nem formális oktatásba, valamint a szakmai képzésbe [96]. Itt indokolt megvizsgálni azt, hogy a köznevelési innovációk milyen tanulási lehetőségeket kínálnak a kockázatok megértésére és a felelős cselekvés előkészítésére.

A munkaerőpiaci igényekről szóló információk értelmezésekor külön kell választani a foglalkozási előrejelzéseket, a készségkereteket és az oktatási eredmények értékelését, például a Cedefop és a WEF eltérő adatforrásokra és módszerekre támaszkodva írja le a készségigények változását, ezeket pedig egy iskolai innovációs kérdőívvel nem lehet közvetlenül ellenőrizni. A munkáltatói jelzéseket ezért a képzések tervezésekor a pedagógiai célokkal és a tanulók hozzáférési lehetőségeivel együtt érdemes mérlegelni, ahol az oktatás feladata nem a pillanatnyi munkaerőpiaci kereslet mechanikus leképezése [97], [37].

A kutatás kérdésfeltevése több jelenlegi oktatási, biztonsági és ipari szakpolitikai irányhoz is kapcsolódik. Az uniós STEM-stratégia a tudományos és technológiai készségek fejlesztését helyezi előtérbe, míg a felkészültségi stratégia a kockázatok felismerésére és a megfelelő cselekvésre való felkészítést hangsúlyozza [10], [47]. Az Eurydice Preparedness Education in Europe 2025 jelentése a 2025/2026-os tanév adatai alapján azt vizsgálja, hogyan jelenik meg a veszélyhelyzetekre való felkészítés a kisgyermekkori nevelésben és az alapfokú oktatásban. Az elemzés a tantervi megjelenés mellett a pedagógusképzésre, a minőségbiztosításra, az iskolai reziliencia-tervekre és a további országos intézkedési tervekre is kiterjed [98]. Ezek a szakpolitikai fejlemények azt mutatják, hogy a tanulási tartalom és az intézményi megvalósítás kapcsolata a jelen kutatás közvetlen határain túl is aktuális kérdés.

A fenti szakpolitikai irányok alapján indokolt, hogy a STEM/STEAM-fejlesztések mellett a biztonsági irányultságú tanulási célok és a rendszeres visszajelzés módja is tervezésre kerüljön.

A generatív mesterséges intelligencia oktatási elterjedésének vizsgálata már több szakpolitikai dokumentumban is megjelenik. Az OECD 2026-os elemzése külön kezeli az MI segítségével elkészített feladat minőségét és a használat közben megvalósuló tanulást [99]. A DigComp 3.0 a felelős digitális tevékenység részeként tárgyalja az MI használatához, a kiberbiztonsághoz és az információk értékeléséhez szükséges kompetenciákat [51]. A disszertációban alkalmazott megkülönböztetés ezért egy későbbi, MI-vel támogatott STEM-vizsgálat tervezésében is használható lehet. Ebben külön kellene értékelni a tanulási eredményeket, a biztonsági döntéseket és az intézményi alkalmazás módját.

Az ipari kapcsolódás is a technikai megoldások és az emberi–szervezeti feltételek együttes értelmezését igényli. Az Ipar 5.0 megközelítése az emberközpontúságot, a

fenntarthatóságot és a rezilienciát hangsúlyozza. A WEF és az Accenture 2026-os kiberbiztonsági jelentése pedig az MI bevezetéséhez kapcsolódó irányítás és ellenőrzés jelentőségére hívja fel a figyelmet [100], [101]. Ezeknek a dokumentumoknak a köznevelési relevanciája elsősorban abban áll, hogy miként teremthetők tanulási lehetőségek az alapozó tudás és a technológiák felelős használatának elsajátítására.

A Cedefop készség-előrejelzéseinek értelmezésekor különbséget kell tenni a foglalkozási és ágazati szerkezet változása, valamint az egyes munkakörök feladat- és készségtartalmának átalakulása között. A foglalkozási összetételre vonatkozó becslések önmagukban nem mutatják meg, hogyan változnak egy adott munkakör konkrét feladatai és az azokhoz szükséges készségek. A Cedefop és az Eurofound 2018-as jelentése ezért a munkafeladatok elemzését is bevonja a készségigények értelmezésébe, ugyanakkor felhívja a figyelmet az alkalmazott feladatprofilok rögzítettségéből eredő korlátokra [102, pp. 81–83]. Ezt a különbséget a képzési következtetések megfogalmazásakor is figyelembe kell venni.

A Cedefop 2023-as jelentése a digitális és zöld átmenethez kapcsolódó készségigények összetettségét emeli ki, ahol a technikai ismeretek mellett a digitális, kommunikációs és együttműködési készségek is megjelennek, és a digitális kompetenciák iránti igény nem korlátozódik az informatikai foglalkozásokra [97, pp. 52–54, 59–61]. A köznevelési STEAM-programok számára ebből az következik, hogy érdemes feladatokban és egymással összekapcsolódó készségekben gondolkodni. Nem feltétlenül egy jövőbeli foglalkozás előrehozott szakképzésére van szükség, hanem olyan alapok kialakítására, amelyek a későbbi tanulásban és alkalmazkodásban is használhatók.

A kutatásom intézményi mutatói nem feleltethetők meg közvetlenül ezeknek a makroszintű előrejelzéseknek. A magasabb STEAM-intenzitásból nem becsülhető meg, hogy hány tanuló választ majd mérnöki vagy kiberbiztonsági pályát. Az adaptív/foglalkoztatási biztonság megjelölése sem a későbbi munkaerőpiaci elhelyezkedést méri. A két terület közötti kapcsolat ezért értelmezési szintű. A készség-előrejelzések indokolttá teszik az egymáshoz kapcsolódó tudásterületek vizsgálatát, a kérdőív pedig feltáró információt ad arról, hogyan érzékelik a válaszadók az iskolai innovációk tartalmi és biztonsági profilját.

6.4. A kutatás korlátai

A kutatás korlátai közül elsőként a mintavételt kell kiemelnem. A válaszadásra jelentkezés és az innováció bemutatására való hajlandóság összefügghetett a vizsgált jelenségekkel. Az intézményi deduplikáció csökkentette annak kockázatát, hogy ugyanazon intézmény többszörös válaszai aránytalanul nagy súlyt kapjanak, de ettől a minta továbbra sem vált reprezentatívvá. A szigorú innovációs almintába csak a rögzített beválasztási feltételeknek megfelelő rekordok kerültek.

A mérési korlátok részben az önbeszámolós adatfelvételből, részben az összetett mutatók kialakításából adódnak. A tanulói eredményességet nem közvetlen teljesítménymérés, hanem a kérdőív kitöltőjének értékelése ragadta meg. A biztonsági relevancia szintén a válaszadó észlelését tükrözi. A Q24 kölcsönösen kizáró válaszkategóriái pedig nem tették lehetővé, hogy ugyanazon biztonsági terület egyszerre jelenjen meg kompetenciafejlesztési és implementációs szempontként. A rövid implementációs jelző és a korlátindex belső megbízhatósága a szigorú mintában korlátozott volt, ami növelhette a becslések bizonytalanságát. A főkomponens-elemzés e problémák egy részét láthatóvá tette, de nem szüntette meg őket.

Az elemzési korlátok az alacsony esetszámból, az eltérő hiányzási mintázatokból és a mutatók kialakítására vonatkozó döntésekből következnek. A rangpróbák és a regressziós modellek nem minden esetben ugyanarra a teljeseset-mintára épültek. A belső terjedési mutató normalizálásának módja egyes magyarázó változók önálló szignifikanciáját is befolyásolta. Az érzékenységvizsgálatok ezért nem pusztán technikai kiegészítések, hanem a fő következtetések részét alkotják: azt mutatják meg, hogy az eredmények mennyire függnek a hiányzó adatok kezelésétől és az elemzési specifikációtól.

A kvalitatív következtetések hatókörét a három intézményi eset és az egy személyes szakoktatói interjú korlátozza. Az eltérő adatforrások és keletkezési időpontok miatt ezek nem alkotnak egységes, reprezentatív mintát. A forrásokban közölt gyakorlati tapasztalatok segítik a kvantitatív eredmények értelmezését, de az intézményi honlapbeszámolók az iskolák saját nyilvános közlései, az interjú pedig egy adott nézőpontot és felidézett tapasztalatokat közvetít. Saját kutatói részvételemet és az egyes források közös szereplőit is figyelembe veszem; a több forrásból származó közléseket nem tekintem automatikusan független megerősítésnek. Az esetekből nem

állapítható meg általános oksági hatás, és nem szüntetik meg a kérdőíves elemzés mérési vagy mintavételi korlátait.

Végül a következtetések hatókörét az is korlátozza, hogy a kutatás nem igazolja a kapcsolatok oksági irányát vagy időbeli sorrendjét. Egy pozitív regressziós együttható nem mutatja meg, hogy melyik változó hat a másikra, a nem szignifikáns eredmény pedig nem bizonyítja a hatás teljes hiányát. A 2021–2022-es adatfelvétel és a 2026-os értelmezés között jelentős technológiai és intézményi változások történhettek. A dolgozat ezért nem a magyar köznevelés 2026-os állapotjelentése, hanem egy korábbi intézményi kérdőíves adatfelvétel elemzése a jelenlegi szakirodalmi és szakpolitikai környezetben.

6.5. További kutatási irányok

A következő adatfelvételben a Q24 kompetenciafejlesztési és megvalósítási szerepeit külön, egymástól függetlenül megválaszolható kérdésekkel érdemes mérni. Így ugyanaz a biztonsági terület mindkét szerepben megjelölhető lenne, és az is rögzíthetővé válna, ha egyikhez sem kapcsolódik. Ez segítene megvizsgálni, mennyiben függ a most megfigyelt aszimmetria a válaszformátumtól, és mennyiben tükröz tényleges különbséget a két szerep között.

A szervezeti megvalósítást újabb kérdésekkel és a kérdőíves válaszoktól független dokumentumok elemzésével lehetne pontosabban mérni. Külön mutatót kellene készíteni a formális tervezésről, a pedagógusok bevonásáról, a megvalósítás nyomon követéséről, a módszertani támogatásról és a felelősségek meghatározásáról. Az innováció terjedésének elemzése kapcsán érdemes lenne rögzíteni az intézményen belüli alkalmazók számát, az alkalmazás gyakoriságát és azt is, hogy a gyakorlat mennyi ideig marad fenn.

A nagyobb mintában a jelenlegi három hipotézis pontosított változatai megerősítő vizsgálat tárgyát képezhetnék. Bevonásra kerülhetne a tanulói szint egy külön adatfelvétellel, a követéses megfigyelés és a beavatkozási összehasonlítás egyaránt többet mondhatna az innovációról.

Johnson és munkatársai a gyermekek katasztrófavédelmi oktatását vizsgálva megállapították, hogy hiába történt mérhető tudásátadás, a tényleges önvédelmi képességek és a tartós felkészültség változásával kapcsolatosan korlátozott volt a tudástranszfer [103]. A téma jövőbeni kutatásának folytatásában ezért az intézményi

beszámolókat olyan helyzetfeladatokkal és követéses méréssel egészíteném ki, amelyek a tanulók kockázatértékelését és döntéseik indoklását is mérné.

A vizsgált mintában a STEAM-intenzitás, a biztonsági válaszkategóriák, az észlelt eredményesség és a belső terjedés eltérő mintázatokat mutatott. Ezért ezeket külön kezeltem, nem egyetlen sikerességi vagy biztonsági indexbe vontam össze. Az elemzés megmutatta e megkülönböztetés hasznát, de a kapcsolatok általánosíthatóságának vizsgálatához nagyobb mintára és pontosabb mérőeszközökre van szükség.

A további vizsgálat egyik iránya a biztonsági kérdésblokk válaszformátumának fejlesztése lehet. A kompetenciafejlesztési és implementációs szempont külön kérdéssel történő mérése lehetővé tenné mindkettő egyidejű jelölését. Így megkülönböztethető lenne a csak kompetenciához, a csak megvalósításhoz, a mindkettőhöz és az egyikhez sem kapcsolt terület.

Az intézményvezető vagy innovációért felelős válaszát pedagógusi és tanulói tapasztalatok, valamint programdokumentumok egészíthetnék ki, azért is mert más jelenséget lát a tervezésért felelős vezető és az alkalmazást végző pedagógus, ezért a különböző nézőpontok nem egyszerűen átlagolandók, hanem értelmezendők abból a szempontból, milyen szerephez és tapasztalathoz kötődnek.

Az innováció bevezetése előtt meghatározható lenne a pedagógiai cél, a szükséges támogatás és az intézményi alkalmazás kiinduló állapota. Az ezt követő kipróbálás során a megvalósítás, később pedig a fennmaradás és a további átvétel követhető. Ezzel jobban elkülönülne a bevezetés a tartós használattól, mint az egy adott időpontban mért visszatekintő önbeszámoló. [11]

A pedagógiai, biztonsági és szervezeti tervezési lapok alkalmazása előtt meg kellene határozni, milyen változást várunk tőlük. Az értékelés vizsgálhatná a célok egyértelműségét, a felelősségek rögzítését, a pedagógusi együttműködés megvalósulását és a gyakorlat továbbadását. A kedvező fogadtatás és a dokumentumok elkészülte ebben az esetben is megvalósítási kimenet, nem önmagában tanulói eredmény.

A TÉZISPONTOKHOZ KAPCSOLÓDÓ SAJÁT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

T. Kersánszki, J. de Meester, S. Spikic, and J. Módné Takács, “Opportunities for integrated education in STEM,” Opus et Educatio, vol. 9, no. 2, pp. 127–133, 2022.

Kapcsolódó tézispont: T2; feltáró eredmény: K2.

T. Kersánszki, Á. Fazekas, and N. Fazekas, “Workplace learning during the COVID-19 epidemic and digital transition,” Opus et Educatio, vol. 10, no. 3, pp. 236–243, 2023.

Kapcsolódó tézispontok: T2, T3; feltáró eredmény: K2.

Á. Fazekas, T. Kersánszki, and K. Tóth-Pjeczka, “Az intézményi abszorpciós kapacitás és az iskolamenedzsment hálózatos modellje,” Pedagógusképzés, vol. 21, no. 3, pp. 5–28, 2023. doi: 10.37205/TEL-hun.2023.3.01.

Kapcsolódó tézispontok: T2, T3; feltáró eredmény: K2.

H. Deprez et al., “Key principles of integrated STEM: cross-fertilization between Engineering and secondary STEM education,” in Proc. 50th Annual Conf. European Society for Engineering Education (SEFI), Barcelona, Spain, 2022, pp. 2267–2272.

Kapcsolódó tézispontok: T2, T3; feltáró eredmény: K2.

T. Kersánszki, “Kibervédelem térhódítása az EU közös biztonság- és védelempolitikájában,” Biztonságtudományi Szemle, vol. 4, no. 4, 2022.

Kapcsolódó tézispont: T1.

T. Kersanszki, Are we prepared to learn digital in the digital economy and society? 2022 IEEE 20th Jubilee World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI), DOI: 10.1109/SAMI54271.2022.9780859

NYILATKOZAT DIGITÁLIS ÉS MESTERSÉGES INTELLIGENCIA-ALAPÚ ESZKÖZÖK ALKALMAZÁSÁRÓL

Az empirikus adatok rendezéséhez, előkészítéséhez és statisztikai elemzéséhez a Microsoft Excel táblázatkezelő programot, valamint a Jamovi statisztikai szoftver online elérhető változatát alkalmaztam.

A kézirat elkészítése során a ChatGPT-t, a Grammarlyt, valamint az Óbudai Egyetemen elérhető Microsoft 365 Copilot és GenAI platform AI-alapú szolgáltatásait használtam. Ezeket nyelvi és stilisztikai ellenőrzésre, szerkesztési és megfogalmazási javaslatokra, a terminológia egységesítésére, valamint a már elvégzett statisztikai számítások és az ezekről készült szöveges közlések utólagos összhang- és hihetőség ellenőrzésére vettem igénybe.

A generatív AI-eszközöket nem használtam elsődleges vagy másodlagos kutatási adatforrásként, és kimeneteiket nem kezeltem tudományos forrásként. Használatuk nem helyettesítette a módszertani, elemzési vagy értelmezési döntéseimet. A szerkezeti módosításokra és ellenőrzésre vonatkozó javaslatokat egyenként felülvizsgáltam, majd összevetettem az eredeti adatokkal, a statisztikai eredményekkel és a hivatkozott szakirodalommal. Az ellenőrzés alapján döntöttem felhasználásukról, módosításukról vagy elvetésükről.

A kutatási probléma és a kutatási kérdések végső meghatározását, a kutatási terv kialakítását, az adatfelvételt, az adatok tisztítására és elemzésére vonatkozó döntéseket, az eredmények tudományos értelmezését, a tézisek megfogalmazását, valamint a következtetések és ajánlások kialakítását saját kutatómunkám részeként végeztem el.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Scaling and Sustaining Pre-K–12 STEM Education Innovations: Systemic Challenges, Systemic Responses. Washington, DC, USA: The National Academies Press, 2025. doi: 10.17226/27950.
[2] M. Dogaru, M. C. Negreanu, O. Pisică, and A. F. Pírvu, “STEM education resilience in resilient organizations: a systematic review,” Frontiers in Education, vol. 10, Art. no. 1611163, 2026. doi: 10.3389/feduc.2025.1611163.
[3] GADRRRES, Comprehensive School Safety Framework 2022–2030 for Child Rights and Resilience in the Education Sector, 2022. [Online]. Available: https://gadrrres.net/wp-content/uploads/2022/08/Comprehensive-School-Safety-Framework-2022-2030.pdf
[4] National Academy of Engineering and National Research Council, STEM Integration in K–12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC, USA: The National Academies Press, 2014. doi: 10.17226/18612.
[5] E. Perignat and J. Katz-Buonincontro, “STEAM in practice and research: An integrative literature review,” Thinking Skills and Creativity, vol. 31, pp. 31–43, 2019. doi: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.
[6] Á. Fazekas, G. Halász, and L. Horváth, “Innováció az oktatásban: az Innova kutatás elméleti-fogalmi keretei,” Neveléstudomány, vol. 5, no. 4, pp. 26–43, 2017. doi: 10.21549/NTNY.20.2017.4.2.
[7] M. Kools and L. Stoll, “What Makes a School a Learning Organisation?,” OECD Education Working Papers, no. 137, OECD Publishing, Paris, France, 2016. doi: 10.1787/5jlwm62b3bvh-en.
[8] R. Prenger, A. P. M. Tappel, C. L. Poortman, and K. Schildkamp, “How can educational innovations become sustainable? A review of the empirical literature,” Frontiers in Education, vol. 7, Art. no. 970715, 2022. doi: 10.3389/feduc.2022.970715.
[9] NICE Community Coordinating Council, National K12 Cybersecurity Education Roadmap. National Institute of Standards and Technology, 2021. Accessed: Jul. 30, 2026. [Online]. Available: https://www.nist.gov/system/files/documents/2021/12/07/K12%20Roadmap_07122021.pdf

[10] European Commission, A STEM Education Strategic Plan: skills for competitiveness and innovation, COM(2025) 89 final. Brussels, Belgium, 2025. Accessed: Jul. 30, 2026. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025DC0089
[11] J. M. Rohrer, “Thinking clearly about correlations and causation: Graphical causal models for observational data,” Advances in Methods and Practices in Psychological Science, vol. 1, no. 1, pp. 27–42, 2018. doi: 10.1177/2515245917745629.
[12] T. R. Kelley and J. G. Knowles, “A conceptual framework for integrated STEM education,” International Journal of STEM Education, vol. 3, Art. no. 11, 2016. doi: 10.1186/s40594-016-0046-z.
[13] L. D. English, “STEM education K–12: perspectives on integration,” International Journal of STEM Education, vol. 3, Art. no. 3, 2016. doi: 10.1186/s40594-016-0036-1.
[14] L. Thibaut et al., “Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education,” European Journal of STEM Education, vol. 3, no. 1, Art. no. 02, 2018. doi: 10.20897/ejsteme/85525.
[15] R. Vuorikari, Y. Punie, S. Carretero Gomez, and G. Van den Brande, DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. doi: 10.2791/11517.
[16] UNESCO, Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Paris, France: UNESCO, 2017. doi: 10.54675/CGBA9153.
[17] J. Ollé et al., Digitális állampolgárság az információs társadalomban. Budapest, Hungary: ELTE Eötvös Kiadó, 2013.
[18] J. Hansen and M. Hammann, “Risk in Science Instruction: The Realist and Constructivist Paradigms of Risk,” Science & Education, vol. 26, no. 7–9, pp. 749–775, 2017. doi: 10.1007/s11191-017-9923-1.
[19] Gy. Molnár, Tudástranszfer és komplex problémamegoldás. Budapest, Hungary: Műszaki Kiadó, 2006.
[20] Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, “Technologies,” Australian Curriculum Version 9.0, n.d. Accessed: Jul. 30, 2026. [Online]. Available:

https://www.australiancurriculum.edu.au/curriculum-information/understand-this-learning-area/technologies
[21] R. Vuorikari, S. Kluzer, and Y. Punie, DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022, EUR 31006 EN, JRC128415. doi: 10.2760/115376.
[22] G. Bianchi, U. Pisiotis, and M. Cabrera Giraldez, GreenComp: The European sustainability competence framework, M. Bacigalupo and Y. Punie, Eds. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022, EUR 30955 EN, JRC128040. doi: 10.2760/13286.
[23] B. Yang, K. E. Watkins, and V. J. Marsick, “The construct of the learning organization: Dimensions, measurement, and validation,” Human Resource Development Quarterly, vol. 15, no. 1, pp. 31–55, 2004. doi: 10.1002/hrdq.1086.
[24] L. Horváth, “A szervezeti tanulás és az innováció összefüggései a magyar oktatási rendszer alrendszereiben,” Neveléstudomány, vol. 5, no. 4, pp. 44–66, 2017. doi: 10.21549/NTNY.20.2017.4.3.
[25] Council of the European Union, “Council Recommendation of 16 June 2022 on learning for the green transition and sustainable development,” 2022/C 243/01, Official Journal of the European Union, C 243, pp. 1–9, Jun. 27, 2022.
[26] S. Lénárd, “Innovatív pedagógusok az innovatív gyakorlatukról,” in Tanuló pedagógusok és az iskola szakmai tőkéje, Á. Vámos, Ed. Budapest, Hungary: ELTE Eötvös Kiadó, 2016.
[27] S. Lénárd, I. Kovács, K. Tóth-Pjeczka, and K. Urbán, “A pedagógusok folyamatos szakmai fejlődését befolyásoló szervezeti tényezők,” Neveléstudomány, vol. 8, no. 1, pp. 46–61, 2020.
[28] V. Vescio, D. Ross, and A. Adams, “A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning,” Teaching and Teacher Education, vol. 24, no. 1, pp. 80–91, 2008. doi: 10.1016/j.tate.2007.01.004.
[29] E. M. Rogers, Diffusion of Innovations, 5th ed. New York, NY, USA: Free Press, 2003.

[30] C. E. Coburn, “Rethinking Scale: Moving Beyond Numbers to Deep and Lasting Change,” Educational Researcher, vol. 32, no. 6, pp. 3–12, 2003. doi: 10.3102/0013189X032006003.
[31] T. Greenhalgh, G. Robert, F. Macfarlane, P. Bate, and O. Kyriakidou, “Diffusion of Innovations in Service Organizations: Systematic Review and Recommendations,” The Milbank Quarterly, vol. 82, no. 4, pp. 581–629, 2004. doi: 10.1111/j.0887-378X.2004.00325.x.
[32] J. A. Durlak and E. P. DuPre, “Implementation Matters: A Review of Research on the Influence of Implementation on Program Outcomes and the Factors Affecting Implementation,” American Journal of Community Psychology, vol. 41, no. 3–4, pp. 327–350, 2008. doi: 10.1007/s10464-008-9165-0.
[33] Á. Fazekas, “Közoktatás-fejlesztési beavatkozások hatásmechanizmusai,” Ph.D. dissertation, ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar, Budapest, Hungary, 2018. doi: 10.15476/ELTE.2018.211.
[34] I. J. Kovács, J. Szivák, and E. Czachesz, “A mesterpedagógus fokozat és a folyamatos szakmai fejlődés jellemzői,” Iskolakultúra, vol. 30, no. 9, pp. 3–25, 2020. doi: 10.14232/ISKKULT.2020.9.3.
[35] K. A. Frank, Y. Zhao, and K. Borman, “Social Capital and the Diffusion of Innovations Within Organizations: The Case of Computer Technology in Schools,” Sociology of Education, vol. 77, no. 2, pp. 148–171, 2004. doi: 10.1177/003804070407700203.
[36] W. Penuel, M. Riel, A. Krause, and K. Frank, “Analyzing Teachers’ Professional Interactions in a School as Social Capital: A Social Network Approach,” Teachers College Record, vol. 111, no. 1, pp. 124–163, 2009. doi: 10.1177/016146810911100102.
[37] World Economic Forum, The Future of Jobs Report 2025. Geneva, Switzerland, 2025. Accessed: Sep. 12, 2026. [Online]. Available: https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/
[38] Council of the European Union, “Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning,” 2018/C 189/01, Official Journal of the European Union, C 189, pp. 1–13, Jun. 4, 2018.
[39] European Commission, European Skills Agenda for sustainable competitiveness, social fairness and resilience, COM(2020) 274 final. Brussels, Belgium, Jul. 1, 2020.

[40] European Commission, The Union of Skills, COM(2025) 90 final. Brussels, Belgium, Mar. 5, 2025.
[41] European Commission, Action Plan on Basic Skills, COM(2025) 88 final. Brussels, Belgium, Mar. 5, 2025.
[42] European Commission, Digital Education Action Plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age, COM(2020) 624 final. Brussels, Belgium, Sep. 30, 2020.
[43] Council of the European Union, “Council Recommendation of 23 November 2023 on improving the provision of digital skills and competences in education and training,” C/2024/1030, Official Journal of the European Union, Jan. 23, 2024.
[44] Council of the European Union, “Council Recommendation of 23 November 2023 on the key enabling factors for successful digital education and training,” C/2024/1115, Official Journal of the European Union, Jan. 24, 2024.
[45] European Parliament and Council of the European Union, “Decision (EU) 2022/2481 of 14 December 2022 establishing the Digital Decade Policy Programme 2030,” Official Journal of the European Union, L 323, pp. 4–26, Dec. 19, 2022.
[46] European Commission, Closing the cybersecurity talent gap to boost the EU’s competitiveness, growth and resilience (‘The Cybersecurity Skills Academy’), COM(2023) 207 final. Strasbourg, France, Apr. 18, 2023.
[47] European Commission and High Representative of the Union for Foreign Affairs and Security Policy, Joint Communication on the European Preparedness Union Strategy, JOIN(2025) 130 final. Brussels, Belgium, Mar. 26, 2025.
[48] OECD, Eurostat, and UNESCO Institute for Statistics, ISCED 2011 Operational Manual: Guidelines for Classifying National Education Programmes and Related Qualifications. Paris, France: OECD Publishing, 2015. doi: 10.1787/9789264228368-en.
[49] S. Furnell and M. Bishop, “Education for the Multifaith Community of Cybersecurity,” in Information Security Education. Information Security in Action, IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol. 579. Cham, Switzerland: Springer, 2020, pp. 32–45. doi: 10.1007/978-3-030-59291-2_3.
[50] K. C. Margot and T. Kettler, “Teachers’ perception of STEM integration and education: a systematic literature review,” International Journal of STEM Education, vol. 6, Art. no. 2, 2019. doi: 10.1186/s40594-018-0151-2.

[51] J. Cosgrove and R. Cachia, DigComp 3.0: European Digital Competence Framework – Fifth Edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025, EUR 40491, JRC144121. doi: 10.2760/0001149.
[52] R. B. Sağlam, V. Miller, and V. N. L. Franqueira, “A Systematic Literature Review on Cyber Security Education for Children,” IEEE Transactions on Education, vol. 66, no. 3, pp. 274–286, 2023. doi: 10.1109/TE.2022.3231019.
[53] A. Kopbossyn, S. Laiskhanov, B. Aksoy, A. Tokbergenova, M. Nametkulov, and A. Kozybakova, “Integrated STEM for sustainability in school and early teacher education: a systematic review (2019–2025),” Frontiers in Education, vol. 10, Art. no. 1697058, 2025. doi: 10.3389/feduc.2025.1697058.
[54] 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról.
[55] A. Rausch, “Fenntartható-e a digitális oktatás a klímaváltozás árnyékában?,” Iskolakultúra, vol. 34, no. 5, pp. 15–24, 2024. doi: 10.14232/iskkult.2024.5.15.
[56] 1089/2025. (III. 31.) Korm. határozat Magyarország Kiberbiztonsági Stratégiájáról.
[57] A. Eichler, T. Büchter, and K. Binder, “Conceptualising Risk and Risk Literacy—results of a Delphi Study,” Journal für Mathematik-Didaktik, vol. 47, no. 1, Art. no. 2, 2026. doi: 10.1007/s13138-026-00268-0.
[58] O. Hong, J. Chang, and J. Kim, “Risk Response Competencies in Science Education: A Delphi Study of Experts,” Research in Science Education, vol. 56, pp. 41–84, 2026. doi: 10.1007/s11165-025-10253-1.
[59] Lauder Javne Iskola, “STEAM-oktatás,” Summa Cum Lauder, n.d. Accessed: Sep. 17, 2026. [Online]. Available: https://summacum.lauder.hu/index.php/steam-oktatas/
[60] P. Mishra and M. J. Koehler, “Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge,” Teachers College Record, vol. 108, no. 6, pp. 1017–1054, 2006. doi: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.
[61] National Research Council, A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC, USA: The National Academies Press, 2012. doi: 10.17226/13165.

[62] eSafety Commissioner, Safety by Design: Overview, 2019. Accessed: Jul. 30, 2026. [Online]. Available: https://www.esafety.gov.au/sites/default/files/2019-10/SBD%20-%20Overview%20May19.pdf
[63] Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, “Bemutatkozik a Fazekas kreatív mérnöki pályát alapozó tagozata – 1. rész,” Rajz-lap, Nov. 1, 2024. Accessed: Sep. 17, 2026. [Online]. Available: https://rajz.fazekas.hu/2024/11/01/bemutatkozik-a-fazekas-kreativ-mernoki-palyat-alapozo-tagozata-1-resz/
[64] OECD, Innovating Education and Educating for Innovation: The Power of Digital Technologies and Skills. Paris, France: OECD Publishing, 2016. doi: 10.1787/9789264265097-en.
[65] T. Srivatanakul and F. Annansingh, “Incorporating active learning activities to the design and development of an undergraduate software and web security course,” Journal of Computers in Education, vol. 9, no. 1, pp. 25–50, 2022. doi: 10.1007/s40692-021-00194-9.
[66] E. Proctor et al., “Outcomes for Implementation Research: Conceptual Distinctions, Measurement Challenges, and Research Agenda,” Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research, vol. 38, no. 2, pp. 65–76, 2011. doi: 10.1007/s10488-010-0319-7.
[67] C. Carroll, M. Patterson, S. Wood, A. Booth, J. Rick, and S. Balain, “A conceptual framework for implementation fidelity,” Implementation Science, vol. 2, Art. no. 40, 2007. doi: 10.1186/1748-5908-2-40.
[68] T. Aven, “What is safety science?,” Safety Science, vol. 67, pp. 15–20, 2014. doi: 10.1016/j.ssci.2013.07.026.
[69] UNDP, Human Development Report 1994: New Dimensions of Human Security. New York, NY, USA: United Nations Development Programme, 1994.
[70] S. H. Jore, “The Conceptual and Scientific Demarcation of Security in Contrast to Safety,” European Journal for Security Research, vol. 4, pp. 157–174, 2019. doi: 10.1007/s41125-017-0021-9.
[71] Society for Risk Analysis, Society for Risk Analysis Glossary, updated Aug. 2018. [Online]. Available: https://www.sra.org/wp-content/uploads/2020/04/SRA-Glossary-FINAL.pdf

[72] N. Leveson, “A new accident model for engineering safer systems,” Safety Science, vol. 42, no. 4, pp. 237–270, 2004. doi: 10.1016/S0925-7535(03)00047-X.
[73] OECD and Eurostat, Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th ed. Paris, France: OECD Publishing; Luxembourg: Eurostat, 2018. doi: 10.1787/9789264304604-en.
[74] OECD, Applying Evaluation Criteria Thoughtfully. Paris, France: OECD Publishing, 2021. doi: 10.1787/543e84ed-en.
[75] G. Halász, Á. Fazekas, and T. Lukács, Eds., Az innovációs folyamatok dinamikája az oktatási ágazatban. Budapest, Hungary: Akadémiai Kiadó, 2020.
[76] J. W. Dearing et al., “How Educational Innovators Apply Diffusion and Scale-Up Concepts,” in Scaling Educational Innovations, C.-K. Looi and L. W. Teh, Eds. Singapore: Springer, 2015, pp. 81–104. doi: 10.1007/978-981-287-537-2_5.
[77] I. Nonaka, “A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation,” Organization Science, vol. 5, no. 1, pp. 14–37, 1994. doi: 10.1287/orsc.5.1.14.
[78] L. B. Resnick, “Nested Learning Systems for the Thinking Curriculum,” Educational Researcher, vol. 39, no. 3, pp. 183–197, 2010. doi: 10.3102/0013189X10364671.
[79] I. Nonaka and H. Takeuchi, The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. New York, NY, USA: Oxford University Press, 1995.
[80] I. T. Jolliffe and J. Cadima, “Principal component analysis: a review and recent developments,” Philosophical Transactions of the Royal Society A, vol. 374, Art. no. 20150202, 2016. doi: 10.1098/rsta.2015.0202.
[81] J. L. Horn, “A rationale and test for the number of factors in factor analysis,” Psychometrika, vol. 30, pp. 179–185, 1965. doi: 10.1007/BF02289447.
[82] Á. Fazekas, T. Kersánszki, and K. Tóth-Pjeczka, “Az intézményi abszorpciós kapacitás és az iskolamenedzsment hálózatos modellje,” Pedagógusképzés, vol. 21, no. 3, pp. 5–28, 2023. doi: 10.37205/TEL-hun.2023.3.01.
[83] N. Liu, S. Long, and F. Martin, “Systematic Review of Elementary Cybersecurity Education: Curriculum, Pedagogy, and Barriers,” Journal of Cybersecurity Education, Research and Practice, vol. 2025, no. 1, Art. no. 21, 2025. doi: 10.62915/2472-2707.1265.

[84] European Commission, Communication on a European strategy for universities, COM(2022) 16 final. Strasbourg, France, Jan. 18, 2022.
[85] T. Korhonen and J. Lavonen, “A New Wave of Learning in Finland: Get Started with Innovation!,” in Educating for the 21st Century, S. Choo, D. Sawch, A. Villanueva, and R. Vinz, Eds. Singapore: Springer, 2017, pp. 447–467. doi: 10.1007/978-981-10-1673-8_24.
[86] ELTE INNOVA kutatócsoport, Az első szervezeti kérdőív, 2016-os fájlváltozat, 17 PDF-oldal, 2016.
[87] ELTE INNOVA kutatócsoport, Második adatfelvétel: szervezeti szintű kérdőív, 2018-as fájlváltozat, 48 PDF-oldal, 2018.
[88] ELTE INNOVA kutatócsoport, Második adatfelvétel: egyéni szintű kérdőív, 2018-as fájlváltozat, 48 PDF-oldal, 2018.
[89] D. Nagy-Rádli, INNOVA kutatás: Időközi beszámoló (2018. február 1. – 2019. január 31.), manuscript, Feb. 3, 2019, pp. 2–3.
[90] R. L. Wasserstein and N. A. Lazar, “The ASA’s statement on p-values: Context, process, and purpose,” The American Statistician, vol. 70, no. 2, pp. 129–133, 2016. doi: 10.1080/00031305.2016.1154108.
[91] D. Lakens, A. M. Scheel, and P. M. Isager, “Equivalence testing for psychological research: A tutorial,” Advances in Methods and Practices in Psychological Science, vol. 1, no. 2, pp. 259–269, 2018. doi: 10.1177/2515245918770963.
[92] D. S. Kerby, “The simple difference formula: An approach to teaching nonparametric correlation,” Comprehensive Psychology, vol. 3, Art. no. 11.IT.3.1, 2014. doi: 10.2466/11.IT.3.1.
[93] R. Petersen, D. Santos, K. Wetzel, M. Smith, and G. Witte, Workforce Framework for Cybersecurity (NICE Framework), NIST Special Publication 800-181, rev. 1, 2020. doi: 10.6028/NIST.SP.800-181r1.
[94] Council of the European Union, “Council Recommendation of 16 June 2022 on a European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability,” 2022/C 243/02, Official Journal of the European Union, C 243, pp. 10–25, Jun. 27, 2022.

[95] P. Gouëdard, B. Pont, S. Hyttinen, and P. Huang, “Curriculum reform: A literature review to support effective implementation,” OECD Education Working Papers, no. 239, OECD Publishing, Paris, France, 2020. doi: 10.1787/efe8a48c-en.
[96] United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. Geneva, Switzerland: UNISDR, 2015. Accessed: Oct. 20, 2026. [Online]. Available: https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030
[97] Cedefop, Skills in transition: The way to 2035. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. doi: 10.2801/438491.
[98] European Commission, European Education and Culture Executive Agency, Preparedness education in Europe 2025 – Eurydice report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2026. doi: 10.2797/0281387.
[99] OECD, OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring Effective Uses of Generative AI in Education. Paris: OECD Publishing, 2026. doi: 10.1787/062a7394-en.
[100] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, “Industry 5.0,” thematic information and implementation overview. Accessed: Sep. 19, 2026. [Online]. Available: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en.
[101] World Economic Forum, in collaboration with Accenture, Global Cybersecurity Outlook 2026, Jan. 12, 2026. [Online]. Available: https://www.weforum.org/publications/global-cybersecurity-outlook-2026/.
[102] Cedefop and Eurofound, Skills forecast: trends and challenges to 2030, Cedefop reference series, no. 108. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. doi: 10.2801/4492.
[103] V. A. Johnson, K. R. Ronan, D. M. Johnston, and R. Peace, “Evaluations of disaster education programs for children: A methodological review,” International Journal of Disaster Risk Reduction, vol. 9, pp. 107–123, 2014. doi: 10.1016/j.ijdrr.2014.04.001.
[104] T. Aven and S. Thekdi, Risk Science: An Introduction. Routledge, 2022. doi: 10.4324/9781003156864.

RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

21. táblázat. Az értekezésben található főbb kifejezések rövidítései

Rövidítés	**Feloldás**
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
STEAM	STEM, kiegészítve az Arts/művészeti–kreatív területtel
LOI	Learning Organization Index – tanuló szervezeti index
PCA	Principal Component Analysis – főkomponens-elemzés
KMO / MSA	Korrelációs szerkezet mintavételi alkalmasságának diagnosztikái
HC3	Heteroszkedaszticitásra robusztus kovarianciamátrix-becslés
BH	Benjamini–Hochberg többszörös összehasonlítási korrekció
CI	Konfidenciaintervallum
r_rb	Rang-biszeriális korreláció / hatásnagyság
SEC_COMP / SEC_IMPL	Kompetenciafejlesztési / implementációs biztonsági jelölések darabszáma
GEN_IMPL	Általános implementációs jelző (Q30/5 és Q30/6)
EFFECT	Észlelt pedagógiai–szervezeti eredményesség
CONSTRAINT	Érzékelt innovációs korlátindex
H1	A szelektív, észlelt biztonsági kapcsolódás hipotézise
H2	A tanulószervezeti működés és az észlelt eredményesség kapcsolata
H3	A belső terjedés szervezeti kapcsolatai

Forrás: saját szerkesztés.

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat. Pedagógiai megközelítések és lehetséges biztonsági tanulási kapcsolódások 26
2. táblázat. A STEAM-területek lehetséges biztonságtudományi kapcsolódásai. 36
3. táblázat. A Q24 biztonsági területeinek fogalmi megfeleltetése és mérési határai 39
4. táblázat. A Q14 tételeinek tartalmi kapcsolata az iskola mint tanulószervezet OECD-dimenzióival 53
5. táblázat. Akadálytípusok és vizsgálható intézményi válaszok 55
6. táblázat. A szakirodalmi előzmények és a négy kutatási kérdés kapcsolata. 64
7. táblázat. Az elemzési állomány kialakulása és a megfigyelési egységek 68
8. táblázat. A minták nevelési–oktatási feladatai és egyszerűsített területi összetétele. 69
9. táblázat. A minták fenntartó és kitöltő szerep szerinti megoszlása. 71
10. táblázat. A kutatási kérdések, hipotézisek és eredmények megfeleltetése 77
11. táblázat. A szervezeti skálák belső konzisztenciája a szigorú innovációs almintán 78
12. táblázat. A T1 elsődleges és érzékenységi vizsgálatai 79
13. táblázat. A három szignifikáns biztonsági dimenzió 80
14. táblázat. A K2 feltáró páros összehasonlítása 81
15. táblázat. A két relevanciacsatorna jelölései 82
16. táblázat. A kiegészítő vizsgálat eredményei 84
17. táblázat. A T2 bivariáns és többváltozós eredményei 85
18. táblázat. A T3 standardizált regressziós eredményei 87
19. táblázat. Az implementációs tételek és a nem átfedő terjedés bivariáns kapcsolatai 88
20. táblázat. Feladatmegosztási példa egy egyetem–iskola fejlesztési partnerségben 101
21. táblázat. Az értekezésben található főbb kifejezések rövidítései 120
22. táblázat. Q13 – érzékelt innovációs korlátok tételcímkéi 124
23. táblázat. Q14 – tanuló szervezeti jellemzők tételcímkéi 125
24. táblázat. Q22 – tanórai penetráció tételcímkéi 126
25. táblázat. Q23 – STEAM-területek tételcímkéi 127

26. táblázat. Q24 – biztonsági csatornák tételcímkéi 127
27. táblázat. Q30 – észlelt eredményesség és megvalósítás tételcímkéi 130
28. táblázat. Az elemzési szűrők egyértelmű használata 132
29. táblázat. Kilenc dimenzió, nyers p és BH-korrigált q 133
30. táblázat. PCA diagnosztikák a teljes core és a szigorú almintában 133
31. táblázat. LOI – core: sajátértékek és permutációs referencia 134
32. táblázat. Korlát – core: sajátértékek és permutációs referencia 135
33. táblázat. LOI – strict: sajátértékek és permutációs referencia 136
34. táblázat. Korlát – strict: sajátértékek és permutációs referencia 136
35. táblázat. Korlát-PCA a szigorú mintán: tételszintű stabilitás vizsgálata 137
36. táblázat. T2 – észlelt eredményesség együtthatói 139
37. táblázat. T3 – min–max, összevont együtthatói 139
38. táblázat. T3 – min–max, szétbontott együtthatói 140
39. táblázat. T3 – változás/100, összevont együtthatói 140
40. táblázat. T3 – változás/100, szétbontott együtthatói 141
41. táblázat. A kvalitatív forráscsoportok áttekintése. 161
42. táblázat. A tézisek, a K2 feltáró eredménye és a kvalitatív források kapcsolata. 162

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra. Nonaka–Takeuchi tudásteremtési modell (SECI). 51

MELLÉKLETEK

M1. Elemzési tételek és változószótár

Q13 – érzékelt innovációs korlátok

Ordinális 1–4; magasabb = nagyobb korlát.

22. táblázat. Q13 – érzékelt innovációs korlátok tételcímkéi

Tételkód	**Forrásoszlop száma**	**Eredeti tételszöveg**
Q13/1	48	[Anyagi erőforrások hiánya] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!
Q13/2	49	[Megfelelő minőségű taneszközök hiánya] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!
Q13/3	50	[Iskolaépület, tantermek nem megfelelő állapota] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!
Q13/4	51	[Kedvezőtlen belső légkör] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!
Q13/5	52	[Pedagógusok szaktudományos felkészültségének hiánya] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!
Q13/6	53	[Pedagógusok módszertani felkészültségének hiánya] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!
Q13/7	54	[Diákok magatartásbeli problémái] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!
Q13/8	55	[Külső partnerek támogatásának hiánya] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!

Tételkód	Forrásoszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q13/9	56	[Szervezeti kultúra fejlesztésének, fejlődésének hiánya] Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek!

Forrás: Core_123 eredeti oszlopfejlécei.

Q14 – tanuló szervezeti jellemzők

Ordinális 1–4; magasabb = erősebb jellemző.

23. táblázat. Q14 – tanuló szervezeti jellemzők tételcímkéi

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q14/1	57	[A diákok mindig aktív szereplői a tanítási-tanulási folyamatnak.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!
Q14/2	58	[A szervezet tagjait a döntések meghozatalába széles körben és megfelelően vonják be.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!
Q14/3	59	[A kollégák teljes mértékben elkötelezettek a közös jövőkép és célok iránt.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!
Q14/4	60	[A pedagógusok minden visszajelzést, reflexiót vagy akár kritikát úgy fogadnak, mint lehetőséget a fejlődésre.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!
Q14/5	61	[Belső méréseket végzünk a tanítási-tanulási gyakorlat eredményességének vizsgálatára.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!
Q14/6	62	[A pedagógusközösség rendszeresen foglalkozik saját munkája hatékonyságának fejlesztésével.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q14/7	63	[A diákok tanulási környezetének részét alkotja az iskola szélesebb társadalmi közege.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!
Q14/8	64	[Problémái megoldásán gyakran gondolkodik együtt más, hozzá hasonló helyzetben lévő szervezetekkel.] Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!

Forrás: Core_123 eredeti oszlopfejlécei.

Q22 – tanórai penetráció

Százalék 0–100; a különbség százalékpont.

24. táblázat. Q22 – tanórai penetráció tételcímkéi

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q22/1	114	[A bevezetéskor a tanórák nagyjából] Amennyiben a kiválasztott újítás a tanulók tanulási folyamatait érinti: Kérjük, becsülje meg, hogy az Ön iskolájában a tanórák hány százalékában vezették be és alkalmazzák most (ebben a tanévben) azokat a módszereket és/vagy eszközöket, amilyeneket a programban ismertek meg. (100%-nak az egy év alatt tanított összes tanóra számát tekintjük.) Kérjük a 0%-ot is írja be!
Q22/2	115	[Jelenleg a tanórák nagyjából] Amennyiben a kiválasztott újítás a tanulók tanulási folyamatait érinti: Kérjük, becsülje meg, hogy az Ön iskolájában a tanórák hány százalékában vezették be és alkalmazzák most (ebben a tanévben) azokat a módszereket és/vagy eszközöket, amilyeneket a programban ismertek meg. (100%-nak az egy év alatt tanított összes tanóra számát tekintjük.) Kérjük a 0%-ot is írja be!

Forrás: Core_123 eredeti oszlopfejlécei.

Q23 – STEAM-területek

1=fő terület; 2=kiegészítő; 3=nem érinti. Pontszám=3−kód.

25. táblázat. Q23 – STEAM-területek tételcímkéi

Tételkód	Forrásoszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q23/1	116	[Matematikai kompetenciák] Az alábbiak közül melyik (kompetencia)területek fejlesztését érintette a kiválasztott újítás? Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.
Q23/2	117	[Természettudományi kompetenciák] Az alábbiak közül melyik (kompetencia)területek fejlesztését érintette a kiválasztott újítás? Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.
Q23/3	118	[Műszaki kompetenciák] Az alábbiak közül melyik (kompetencia)területek fejlesztését érintette a kiválasztott újítás? Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.
Q23/4	119	[Művészeti, kulturális tudatosság és kifejezőkészség] Az alábbiak közül melyik (kompetencia)területek fejlesztését érintette a kiválasztott újítás? Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.
Q23/5	120	[Digitális kompetenciák] Az alábbiak közül melyik (kompetencia)területek fejlesztését érintette a kiválasztott újítás? Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.

Forrás: Core_123 eredeti oszlopfejlécei.

Q24 – biztonsági csatornák

1=nem releváns; 2=kompetenciafejlesztés; 3=tudatos implementáció. Nominális.

26. táblázat. Q24 – biztonsági csatornák tételcímkéi

Tételkód	Forrásoszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q24/1	127	[Pszichoszociális kockázatatok (pl. stressz) csökkentése] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
		az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!
Q24/2	128	[Egészségügyi biztonság (pl. balesetek, megbetegedések elkerülése, munkahelyi biztonság)] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!
Q24/3	129	[Gazdasági biztonság] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!
Q24/4	130	[Jogi biztonság] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q24/5	131	[Környezettudatosság, környezetbiztonság, energiabiztonság] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!
Q24/6	132	[Foglalkoztatási biztonság, rugalmas(alkalmazkodási) biztonság (pl. élethosszig tartó tanulás paradigma előtérbe helyezése)] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!
Q24/7	133	[Katasztrófavédelem (pl. elsősegély, tűzvédelem)] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!
Q24/8	134	[Katonai biztonság (pl.: stratégiai gondolkodás, tárgyalási technikák)] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
		implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!
Q24/9	135	[Információbiztonság] Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!

Forrás: Core_123 eredeti oszlopfejlécei.

Q30 – észlelt eredményesség és megvalósítás

Ordinális válaszok; a tételek tartalma eltér. Q30/3 nem főmodell-változó.

27. táblázat. Q30 – észlelt eredményesség és megvalósítás tételcímkéi

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
Q30/1	157	[Az iskolánk/szervezetünk sokkal sikeresebb lett az újítás bevezetése nyomán] A következőkben olyan állításokat olvashat, amelyek az itt vizsgált újítás megvalósítására és eredményességére vonatkoznak. Kérjük, jelölje meg, mennyire ért egyet ezekkel az állításokkal. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.
Q30/2	158	[A tanulók mérhető eredményessége javult az újítás bevezetése nyomán.] A következőkben olyan állításokat olvashat, amelyek az itt vizsgált újítás megvalósítására és eredményességére vonatkoznak.

Tételkód	Forrás oszlop száma	Eredeti tételszöveg
		Kérjük, jelölje meg, mennyire ért egyet ezekkel az állításokkal. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.
Q30/3	159	[Az újítás megvalósítása során a fenntartó, vagy más szervezet elismerte a fejlesztési munkánkat] A következőkben olyan állításokat olvashat, amelyek az itt vizsgált újítás megvalósítására és eredményességére vonatkoznak. Kérjük, jelölje meg, mennyire ért egyet ezekkel az állításokkal. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.
Q30/4	160	[Az újítás bevezetése nyomán az abban részt nem vevő pedagógusok, képzők, oktatók többsége is jelentősen több módszert és/vagy eszközt alkalmaz, mint korábban] A következőkben olyan állításokat olvashat, amelyek az itt vizsgált újítás megvalósítására és eredményességére vonatkoznak. Kérjük, jelölje meg, mennyire ért egyet ezekkel az állításokkal. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.
Q30/5	161	[A program elindításakor határidőket és felelősöket meghatározó megvalósítási tervet készítettünk] A következőkben olyan állításokat olvashat, amelyek az itt vizsgált újítás megvalósítására és eredményességére vonatkoznak. Kérjük, jelölje meg, mennyire ért egyet ezekkel az állításokkal. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.
Q30/6	162	[A program megvalósításakor kiemelt célunk volt a teljes nevelőtestület, bevonása, a megismert módszerek, eszközök iskolán belüli terjesztése] A következőkben olyan állításokat olvashat, amelyek az itt vizsgált újítás megvalósítására és eredményességére vonatkoznak. Kérjük, jelölje meg, mennyire ért egyet ezekkel az állításokkal. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.

Forrás: Core_123 eredeti oszlopfejlécei.

M1.1. Szűrőváltozók és elemzési minták

28. táblázat. Az elemzési szűrők egyértelmű használata

Elemzés	**Beválasztási feltétel**	**N**
T1 Spearman / Kruskal–Wallis	Strict=1, mind az öt Q23 és kilenc Q24 érvényes	40
T1 Mann–Whitney	Strict=1, teljes Q23, csak az adott Q24 legyen érvényes; H1_COMPLETE nem külön feltétel	40–42
T1 részleges érzékenység	Strict=1, legalább egy érvényes Q23 és Q24	48
K2 feltáró páros próba	Strict=1, teljes Q24	44
T2 bivariáns	Strict=1, LOI és EFFECT érvényes	49
T2 modell	Strict=1, LOI, EFFECT, GEN_IMPL, CONSTRAINT együttesen érvényes	48
T3 modellek	Strict=1, a főváltozók, a spread három eleme és a prediktorok együttesen érvényesek	46
PCA core	Blokkonként teljes Q14 / Q13	114 / 115
PCA strict	Strict=1, blokkonként teljes Q14 / Q13	51 / 53

Forrás: saját szerkesztés.

M2. Részletes rangpróbák és PCA-eredmények

M2.1. A kilenc biztonsági dimenzió Mann–Whitney-próbája

29. táblázat. Kilenc dimenzió, nyers p és BH-korrigált q

Biztonsági terület	N releváns	N nem releváns	U	p	BH q	r_rb
Pszichoszociális	21	21	195,5	0,533037	0,599666	-0,113
Egészségügyi	9	33	132,0	0,619843	0,619843	-0,111
Gazdasági	7	34	138,0	0,517081	0,599666	0,160
Jogi	10	31	187,5	0,326155	0,513023	0,210
Környezet/energia	30	12	306,5	0,000388	0,001745	0,703
Adaptív/foglalkoztatási	31	11	272,0	0,003473	0,010418	0,595
Katasztrófavédelem	7	33	149,5	0,228360	0,513023	0,294
Katonai	5	35	111,0	0,342015	0,513023	0,269
Információbiztonság	31	11	304,0	0,000119	0,001070	0,783

Forrás: újraszámítás; U a releváns csoporthoz rendelt statisztika, nem feltétlenül a kisebb U.

A rang-biszeriális előjel a releváns csoport javára pozitív. Egyes programok a másik csoport U-ját vagy a két U közül a kisebbet jelenítik meg, ezért az U és az előjel csak a csoportsorrend megadásával hasonlítható össze. A BH-értékek a teljes kilencpróbás családra vonatkoznak, nem csak a három kedvező eredményre.

M2.2. PCA-alkalmasság és komponensszám

30. táblázat. PCA diagnosztikák a teljes core és a szigorú almintában

Minta és korreláció	N	KMO	Megtartott komponensek	Magyarázott variancia (%)
LOI – core / Pearson	114	0,724	1	36,71

Minta és korreláció	N	KMO	Megtartott komponensek	Magyarázott variancia (%)
LOI – core / rang	114	0,725	1	35,94
Korlát – core / Pearson	115	0,685	2	51,81
Korlát – core / rang	115	0,691	2	50,85
LOI – strict / Pearson	51	0,674	1	38,51
LOI – strict / rang	51	0,707	1	37,33
Korlát – strict / Pearson	53	0,596	2	48,73
Korlát – strict / rang	53	0,596	2	48,33

Forrás: saját szerkesztés.

A nyers Q24 kategóriákon nem készült PCA. A szigorú mintában a bináris relevanciajelzők diagnosztikája: N = 44; KMO = 0,450. Bár numerikusan számíthatók sajátértékek, az alacsony alkalmasság és a heterogén tartalom miatt ezekből nem neveztem el vagy validáltam biztonsági faktorokat.

M2.2.1. LOI – core párhuzamos elemzése

31. táblázat. LOI – core: sajátértékek és permutációs referencia

Komponens	Sajátérték	Permutációs referencia	Megtartás
1	2,937	1,551	igen
2	1,127	1,349	nem
3	0,964	1,209	nem
4	0,884	1,099	nem
5	0,748	1,000	nem

Komponens	Sajátérték	Permutációs referencia	Megtartás
6	0,533	0,918	nem
7	0,436	0,825	nem
8	0,371	0,725	nem

Forrás: saját szerkesztés.

A korrelációs mátrix Bartlett-diagnosztikája: $\chi^2 = 186{,}563$; $df = 28$; $p < 0{,}001$. Ez közelítő alkalmassági diagnosztika, nem a kompozit érvényességének bizonyítása. A megtartott komponensek száma a párhuzamos elemzést és nem pusztán az egynél nagyobb sajátértékek számát követi.

M2.2.2. Korlát – core párhuzamos elemzése

32. táblázat. Korlát – core: sajátértékek és permutációs referencia

Komponens	Sajátérték	Permutációs referencia	Megtartás
1	2,999	1,591	igen
2	1,663	1,393	igen
3	1,071	1,258	nem
4	0,934	1,142	nem
5	0,716	1,044	nem
6	0,500	0,957	nem
7	0,486	0,872	nem
8	0,326	0,785	nem
9	0,305	0,690	nem

Forrás: saját szerkesztés.

A korrelációs mátrix Bartlett-diagnosztikája: $\chi^2 = 269{,}920$; $df = 36$; $p < 0{,}001$. Ez közelítő alkalmassági diagnosztika, nem a kompozit érvényességének bizonyítása. A megtartott komponensek száma a párhuzamos elemzést és nem pusztán az egynél nagyobb sajátértékek számát követi.

M2.2.3. LOI – strict párhuzamos elemzése

33. táblázat. LOI – strict: sajátértékek és permutációs referencia

Komponens	Sajátérték	Permutációs referencia	Megtartás
1	3,081	1,848	igen
2	1,247	1,529	nem
3	1,003	1,308	nem
4	0,817	1,138	nem
5	0,705	0,989	nem
6	0,525	0,859	nem
7	0,325	0,724	nem
8	0,297	0,592	nem

Forrás: saját szerkesztés.

A korrelációs mátrix Bartlett-diagnosztikája: $\chi^2 = 101{,}610$; $df = 28$; $p < 0{,}001$. Ez közelítő alkalmassági diagnosztika, nem a kompozit érvényességének bizonyítása. A megtartott komponensek száma a párhuzamos elemzést és nem pusztán az egynél nagyobb sajátértékek számát követi.

M2.2.4. Korlát – strict párhuzamos elemzése

34. táblázat. Korlát – strict: sajátértékek és permutációs referencia

Komponens	Sajátérték	Permutációs referencia	Megtartás
1	2,456	1,908	igen
2	1,930	1,592	igen
3	1,194	1,372	nem
4	1,039	1,198	nem
5	0,708	1,052	nem

Komponens	Sajátérték	Permutációs referencia	Megtartás
6	0,609	0,920	nem
7	0,462	0,801	nem
8	0,321	0,683	nem
9	0,282	0,558	nem

Forrás: saját szerkesztés.

A korrelációs mátrix Bartlett-diagnosztikája: $\chi^2 = 108{,}201$; $df = 36$; $p < 0{,}001$. Ez közelítő alkalmassági diagnosztika, nem a kompozit érvényességének bizonyítása. A megtartott komponensek száma a párhuzamos elemzést és nem pusztán az egynél nagyobb sajátértékek számát követi.

M2.3. Korláttöltések a szigorú innovációs almintában

35. táblázat. Korlát-PCA a szigorú mintán: tételszintű stabilitás vizsgálata

Tétel	Tartalom	1. komponens	2. komponens	MSA
Q13/1	Anyagi erőforrások hiánya	0,830	-0,051	0,620
Q13/2	Megfelelő taneszközök hiánya	0,823	0,081	0,647
Q13/3	Épület, tantermek állapota	0,579	-0,121	0,718
Q13/4	Kedvezőtlen belső légkör	-0,044	0,687	0,565
Q13/5	Szaktudományos felkészültség	-0,063	0,778	0,559
Q13/6	Módszertani felkészültség	0,050	0,784	0,597
Q13/7	Tanulói magatartási problémák	0,014	0,118	0,353
Q13/8	Külső partnerek támogatása	0,641	0,022	0,564

Tétel	Tartalom	1. komponens	2. komponens	MSA
Q13/9	Szervezeti kultúra fejlesztése	0,496	0,534	0,583

Forrás: saját szerkesztés.

A Q13/7 tanulói magatartási tétel a szigorú almintában gyengén kapcsolódik a két megtartott komponenshez, miközben a core mintában a második komponens része volt. A Q13/4 klímatétel szerepe erősödik. A Q13/9 kultúratétel mindkét komponenshez kapcsolódik. A különbségek miatt a két komponens elnevezése leíró összegzés, nem merev intézményi akadálytipológia.

A PCA eredményei nem kerültek automatikusan vissza a regressziókba új prediktorként. Az ilyen lépés új modellépítési ciklus volna ugyanazon kis mintán, amelyhez külön túlillesztési és stabilitási ellenőrzés szükséges. A fő tézisek a korábban rögzített indexeket használják; a PCA ezek értelmezési határait pontosítja.

M3. Regressziós reprodukció és normalizálási érzékenység

A táblázatokban az újraszámolt, standardizált regressziós együtthatók szerepelnek. A HC3-robusztus p-értékeket normálközelítéssel számítottam (use_t=False). A teljes modell klasszikus és robusztus próbája nem azonos eljárás, ezért az auditmunkafüzetben külön közlöm a két eredményt. A feltüntetett konfidenciaintervallumokat a robusztus kovarianciamátrix alapján határoztam meg.

A negatív előjelek a β-becslésekhez vagy a konfidenciaintervallumok valamelyik határához tartoznak, nem a p-értékekhez. A közölt p-értékek mind 0 és 1 közé esnek.

T2 – észlelt eredményesség

N = 48; R^2 = 0,148; korrigált R^2 = 0,090.

36. táblázat. T2 – észlelt eredményesség együtthatói

Prediktor	**Stand. β**	**HC3 SE**	**HC3 p**	**95% CI alsó**	**95% CI felső**
GEN_IMPL	0,073	0,128	0,56763	-0,177	0,323
LOI	0,254	0,149	0,08714	-0,037	0,545
CONSTRAINT	-0,179	0,164	0,27464	-0,499	0,142

Forrás: saját szerkesztés.

Bevont eredeti esetazonosítók: 2, 3, 5, 7, 14, 15, 20, 24, 31, 33, 39, 53, 66, 69, 71, 75, 79, 86, 90, 94, 97, 98, 103, 106, 122, 129, 133, 137, 147, 149, 159, 175, 179, 182, 200, 201, 206, 207, 209, 218, 242, 244, 248, 254, 264, 274, 279, 298.

T3 – min–max, összevont

N = 46; R^2 = 0,281; korrigált R^2 = 0,230.

37. táblázat. T3 – min–max, összevont együtthatói

Prediktor	**Standardizált β**	**HC3-robusztus SE**	**HC3-robusztus p-érték**	**95%-os CI alsó határa**	**95%-os CI felső határa**
GEN_IMPL	0,373	0,124	0,00271	0,129	0,617
LOI	0,085	0,148	0,56478	-0,205	0,376
CONSTRAINT	-0,296	0,149	0,04702	-0,589	-0,004

Forrás: saját szerkesztés.

Bevont eredeti esetazonosítók: 2, 3, 5, 7, 14, 20, 24, 31, 33, 39, 53, 66, 69, 71, 75, 79, 86, 90, 94, 97, 98, 103, 106, 122, 129, 133, 137, 147, 149, 159, 175, 179, 182, 200, 201, 206, 209, 218, 242, 244, 248, 254, 264, 274, 279, 298.

T3 – min–max, szétbontott

N = 46; R^2 = 0,358; korrigált R^2 = 0,296.

38. táblázat. T3 – min–max, szétbontott együtthatói

Prediktor	**Standardizált β**	**HC3-robusztus SE**	**HC3-robusztus p-érték**	**95%-os CI alsó határa**	**95%-os CI felső határa**
Q30_05	-0,047	0,152	0,75593	-0,345	0,251
Q30_06	0,484	0,166	0,00364	0,158	0,810
LOI	0,200	0,153	0,19236	-0,101	0,500
CONSTRAINT	-0,191	0,147	0,19228	-0,479	0,096

Forrás: saját szerkesztés.

Bevont eredeti esetazonosítók: 2, 3, 5, 7, 14, 20, 24, 31, 33, 39, 53, 66, 69, 71, 75, 79, 86, 90, 94, 97, 98, 103, 106, 122, 129, 133, 137, 147, 149, 159, 175, 179, 182, 200, 201, 206, 209, 218, 242, 244, 248, 254, 264, 274, 279, 298.

T3 – változás/100, összevont

N = 46; R^2 = 0,247; korrigált R^2 = 0,193.

39. táblázat. T3 – változás/100, összevont együtthatói

Prediktor	**Standardizált β**	**HC3-robusztus SE**	**HC3-robusztus p-érték**	**95%-os CI alsó határa**	**95%-os CI felső határa**
GEN_IMPL	0,354	0,126	0,00500	0,107	0,601
LOI	0,092	0,145	0,52746	-0,193	0,377
CONSTRAINT	-0,263	0,158	0,09754	-0,573	0,048

Forrás: saját szerkesztés.

Bevont eredeti esetazonosítók: 2, 3, 5, 7, 14, 20, 24, 31, 33, 39, 53, 66, 69, 71, 75, 79, 86, 90, 94, 97, 98, 103, 106, 122, 129, 133, 137, 147, 149, 159, 175, 179, 182, 200, 201, 206, 209, 218, 242, 244, 248, 254, 264, 274, 279, 298.

T3 – változás/100, szétbontott

N = 46; R^2 = 0,314; korrigált R^2 = 0,247.

40. táblázat. T3 – változás/100, szétbontott együtthatói

Prediktor	**Standardizált β**	**HC3-robusztus SE**	**HC3-robusztus p-érték**	**95%-os CI alsó határa**	**95%-os CI felső határa**
Q30_05	-0,041	0,154	0,79137	-0,342	0,260
Q30_06	0,456	0,161	0,00468	0,140	0,771
LOI	0,199	0,154	0,19663	-0,103	0,501
CONSTRAINT	-0,164	0,161	0,30615	-0,480	0,151

Forrás: saját szerkesztés.

Bevont eredeti esetazonosítók: 2, 3, 5, 7, 14, 20, 24, 31, 33, 39, 53, 66, 69, 71, 75, 79, 86, 90, 94, 97, 98, 103, 106, 122, 129, 133, 137, 147, 149, 159, 175, 179, 182, 200, 201, 206, 209, 218, 242, 244, 248, 254, 264, 274, 279, 298.

M4. Edelényi intézményi eset rövid leírása

Az edelényi Szent Miklós Görögkatolikus Általános Iskola, Óvoda és Alapfokú Művészeti Iskola működése jól szemlélteti a speciálisan STEM pedagógiai innovációkat és az intézmény hálózatalapú működését. Az Óbudai Egyetem 2022-ben EFOP 344 STEM fejlesztéseket célzó hazai pályázati forrásból támogatott kutatásában Fazekas, Tóth-Pjeczka és Kersánszki szerzők az intézményben lévő sajátos szervezeti kultúrát, a korszerű tantervi megoldásokat különösképpen a STEM területen megvalósuló, valamint fejlett oktatási technológiai infrastruktúrát mérték fel. A kutatás célja annak feltérképezése volt, hogy miként működik egy olyan oktatási szervezet, amely a vallási értékek megtartása mellett is képes a pedagógiai modernizációra és a hálózatalapú működés megvalósítására. Az intézmény működése olyan modellként szolgált, amelyben az oktatási innovációk – különösen a STEM területén, a tanulószervezeti működés és a munkahelyi tanulás egymásba kapcsolódnak [82].

A szerzők által lefolytatott kutatás módszertana több részből tevődött össze. Ennek az első része a dokumentumelemzés volt, melynek a keretében áttekintették az intézmény pedagógiai program stratégiai terveit, digitális tartalmaik és a központi mérések eredményeit 2015-ig visszamenőleg. Ezen adatok alapján kialakításra került egy a pedagógusok és vezetők részére összeállított kérdőív és adatfelvétel, amely az intézmény infrastrukturális adottságaira, az alkalmazott nevelési és oktatási eljárásokra, az innovációs tevékenységekre, továbbá a munkahelyi tanulás különböző formáira fókuszált. A válaszok értékes háttérinformációkat szolgáltattak a következő kvalitatív kutatási szakaszhoz, amelyben félig strukturált interjúk készültek a vezetés és a pedagógusok körében, valamint fókuszcsoportos interjúk történtek a tanulókkal. A vizsgálatot kiegészített tizenegy tanóra és osztálytermi foglalkozások megfigyelése, amely lehetővé tette az intézményi innovációk, a tantervi fejlesztések és a pedagógiai gyakorlatok valós működésének feltárását. Az adatgyűjtés célja nem csupán az oktatási folyamatok leírása volt, hanem az is, hogy feltérképezze a szervezeti tanulás, a pedagógiai innováció és a vezetési gyakorlat összefüggéseit.

Az iskola az észak-magyarországi régió egyik meghatározó oktatási intézménye, amely a Miskolci Apostoli Exarchátus görögkatolikus egyházi fenntartásában működik. A szervezet a város legnagyobb általános iskolájaként közel hétszáz diákot és ötven pedagógust foglalkoztat. A 2011-es fenntartóváltás jelentős szervezeti megújulást

hozott, amelynek során a vallási értékek megerősítése mellett a vezetés tudatosan törekedett a pedagógiai programjának megújítására. Az új igazgató szakmai háttere – különösen a korábbi munkahelyén, a hálózati koordinációs központban szerzett tapasztalatai – meghatározó szerepet játszott abban, hogy az iskola működése fokozatosan a hálózatos együttműködés és az innováció irányába mozdult el. Ennek eredményeként az intézmény szoros kapcsolatot alakított ki felsőoktatási intézményekkel, szakmai szolgáltatókkal és piaci szereplőkkel, így többek között az Óbudai Egyetemmel, a H-Didakt Kft.-vel, a T-Systems Kft.-vel és a Billundi Dán Nemzetközi Iskolával. E kapcsolatok lehetővé tették az iskola technológiai infrastruktúrájának fejlesztését, amelynek része lett többek között az interaktív tábla, a diáktablet, a 3D-nyomtató, a robotikai eszközpark és új módszertanok kipróbálása például a LEGO Education alkalmazása a matematika és nyelvoktatásban.

Az igazgató a szervezeti kultúra központi elemeként a bizalomra épülő együttműködés és a tudásmegosztás támogatását jelölte meg. Az intézményben működő munkacsoportok és horizontális tanulóközösségek biztosították a pedagógusok szakmai fejlődésének folyamatos lehetőségét. A tanárok mintegy harmada tekinthető kifejezetten innovatív pedagógusnak, aki rendszeresen kipróbál új módszereket, és aktívan részt vesz a belső tudásmegosztásban. Az iskola vezetése tudatosan ösztönzi az interdiszciplináris együttműködéseket, ezért az iskola pedagógiai tevékenységében gyakran jelennek meg különböző szakterületekről érkező, nem pedagógus végzettségű szakemberek, akik új szemléletet és tudást hoznak a mindennapi gyakorlatba. Ezeknek köszönhető, hogy az intézményben olyan belső „határátlépések” valósulnak meg, amelyek a szervezeten belüli tanulást és innovációt erősítik.

Az esetleírásban a LEGO-alapú módszerek és a LEGO-LET’S GO kezdeményezés az élményalapú, együttműködésre és problémamegoldásra épülő tanulási gyakorlatok példáiként jelennek meg [82]. Ezek az alkalmazási formák a pedagógiai megvalósítást szemléltetik. A jelen melléklet nem közöl olyan tanulói mérési adatokat és összehasonlításokat, amelyek alapján a kompetenciafejlődés mértéke vagy a program önálló hozzáadott értéke megállapítható lenne. Az esetből ezért nem vezetek le számszerű tanulói vagy biztonsági hatásbecslést.

Az iskolavezetés hálózatalapú modellje a külső és belső kapcsolatrendszerek tudatos fejlesztésére épül. A szervezet aktív kapcsolatot tart fenn a helyi

önkormányzattal, egyházzal, a munkaerőpiac szereplőivel, a tudományos világgal, a fenntartóval, valamint az oktatási innovációkat képviselő szervezetekkel. A partnerségi kapcsolatok alapja a kölcsönös bizalom, a közös célmeghatározás és a hosszú távú együttműködés kialakítása. A külső partnerek bevonása az iskola belső életébe, például tanórai tevékenységek vagy közös fejlesztési projektek révén, támogatja az innovációk organikus beépülését a szervezet mindennapi működésébe. A természettudományos munkaközösségből kinőtt STEM-csoport például a tudományos és művészeti megközelítések integrálásával új tanulási formákat hozott létre, és a közösség valódi szakmai tanulóközösséggé vált.

A kutatás során azonosításra kerültek azok a szempontok is, amelyek mentén az iskola kiválasztja és beépíti a folyamataiba a külső tudásforrásokat. Ezek közül kiemelendő az adaptálható tudás előnyben részesítése, a moduláris és rugalmas fejlesztési struktúrák preferálása, a motiváló technológiai eszközök használata, a munkaerőpiaci kompetenciák fejlesztésére irányuló programok, valamint a tudományos ismeretek gyors beépítése a pedagógiai gyakorlatba. Az esetleírásban ismertetett igazgatói álláspont szerint hogy a fenntartható innováció megvalósításához vízióra van szükség, nem pedig véletlenszerűen kiválasztott projektek halmozására. Ennek alapján az intézmény szelektíven, de nyitottan reagál a környezetéből érkező lehetőségekre, azokat szigorúan saját pedagógiai céljaival összehangolva építi be működésébe.

Az esetleírás a hálózatos szervezeti működés jellemzői között a tudásáramlás támogatását és a kollaboratív tanulás előtérbe helyezését mutatja be. Az iskolán belüli horizontális tudásmegosztás, az online és személyes szakmai közösségek, valamint a külső partnerekkel való együttműködés a pedagógusok szakmai tanulásának lehetséges tereiként jelennek meg. A tanulmány a tevékenységelméleti megközelítésben a vezetői magatartást, a hálózatépítést és a külső tudás helyi felhasználását együtt értelmezi [82]; e kapcsolódásokat nem a saját kérdőíves regressziók oksági igazolásaként alkalmazom.

Az esetleírás a technológiai, módszertani, értékrendi és vezetési elemek együttesét szemlélteti [82]. A kérdőíves mutatók e kontextusnak csak egy részét ragadják meg, ezért a leírás nem tekinthető a keresztmetszeti regressziók oksági igazolásának; a saját kutatói részvétel reflexív mérlegelése indokolt.

M5. STEM Innovációs Kérdőív

Tisztelt Intézményvezető!

Tisztelettel felkérjük, hogy válaszoljon az alábbi kérdőívre, melynek célja azoknak az intézményi szinten kialakuló újításoknak a feltérképezése, amelyek **a matematika,a természettudomány, a műszaki, a művészeti és az informatikai** területeket érintik. A kérdőívben – a tájékoztatóban és a kérdések között is – többször találkozni fog a **STEAM** gyűjtőfogalommal, ami alatt kérjük minden esetben az előbbiekben felsorolt területeket értse.

A kérdőív kitöltése önkéntes. A kérdőív első felében általánosan tájékozódunk. Kérdéseket teszünk fel az Ön intézménye alapadataira vonatkozóan, illetve feltérképezzük a szervezeti működés és újítási gyakorlat sajátosságait. A kérdőív második felében arra kérjük, hogy válasszon ki egy olyan újítást, amely az Ön intézményében zajlott és arra vonatkozóan válaszolja meg az ezt követő kérdéseket.

A válaszadást bármikor megszakíthatja, válaszait elmentheti és a kapott azonosító segítségével bármikor visszatérhet hozzájuk. A válaszokat kizárólag kutatási célra használjuk fel. A kutatás az adatvédelmi szabályok betartásával történik.

A Klebelsberg Központ támogatja az országos felmérést és a kérdőív minél szélesebb körű intézményi kitöltését.

Kérjük, amennyiben intézménye egy másik iskola tagintézménye, vagy iskolájához más tagintézmények is tartoznak, „iskola”, illetve „intézmény” alatt mindig azt a (tag)iskolát értse, ahol a fejlesztési programot megvalósították. Egy iskolából egy kérdőív visszaküldését várjuk. A kérdőív megválaszolására a (tag)iskola első számú vezetőjét kérjük fel, aki a kérdőív kitöltésével megbízhat egy az intézményi működést jól ismerő középvezető kollégát is amennyiben ezt indokoltnak látja.

A kérdőív kitöltése várhatóan 30-40 percet vesz igénybe. Kérjük, olvassa el alaposan a kérdésekret és válaszait a kérdéseknél megfogalmazott módon jelölje!

Kérdéseit a következő elérhetőségen teheti fel: steam@uni-obuda.hu, vagy

Nagy-Rádli Dalma kutatási asszisztens

steam@uni-obuda.hu

Kersánszki Tamás, Óbudai Egyetem, Magyarországi STEM Platform vezető, kutatásvezető, Phd hallgató

kersanszki@uni-obuda.hu

06308364664

A kérdőíveket kérjük legkésőbb 2021. június 30-ig töltsék ki.

Köszönjük, hogy Ön is támogatja kitöltésével az első magyarországi STEAM oktatásinnovációs felmérést.

a. **KÉRDÉSBLOKK: Felvezető kérdések**

1. Kérjük, adja meg az Ön iskolája alábbiakban kért adatait:

Az iskola neve:

OM azonosító:

KIR azonosító (Legördülő):

A település irányító száma:

2. Az Ön intézményében, milyen jellegű nevelő, oktató munka folyik? (Több válasz is bejelölhető!)
    - iskola előtti nevelés (ISCED 0)
    - alapfokú nevelés-oktatás alsóbb évfolyamokon (ISCED1)
    - alapfokú nevelés-oktatás felsőbb évfolyamokon (ISCED2)
    - középfokú általános nevelés-oktatás (ISCED 3A)
    - középfokú szakmai nevelés-oktatás (ISCED 3B)
    - szakképző iskolai nevelés-oktatás (ISCED 3C)
    - inkluzív/integrált fejlesztő nevelés-oktatás
    - fejlesztő, gyógypedagógiai nevelés-oktatás (EGYMI)
    - egyéb nevelés-oktatás
    - egyéb támogató szolgáltatások
3. Kérjük válassza ki, hogy milyen fenntartásban működik az Ön intézménye!

- állami (pl. EMMI, KK, ITM) (1)
- felsőoktatási (pl. ELTE, DE) (2)
- önkormányzati (pl. községi, városi, megyei, fővárosi, társulások) (3)
- egyházi (pl. egyházi jogi személy, egyházi felsőoktatási intézmény, vallási tevékenységet végző szervezet) (4)
- magán (pl. magánszemély, alapítvány, vállalat) (5)
- egyéb, éspedig: (6)

4. Az Ön neme:
    - Férfi
    - Nő
5. Az Ön életkora:

- 30 éves vagy annál fiatalabb
- 31-40 éves
- 41-50 éves
- 51-60 éves
- 61 éves vagy annál idősebb

6. Kérjük, adja meg, hogy milyen minőségben tölti ki a kérdőívet!
   - Én vagyok az intézmény/szervezet elsőszámú vezetője
   - Az intézmény/szervezet elsőszámú vezetője által felkért, és /vagy az intézményt/szervezetet jól ismerő munkatárs vagyok
7. Hány éve dolgozik Ön ebben az iskolában:

- 1 éve vagy annál rövidebb ideje
- 2-5 éve
- 6-10 éve
- 11-20 éve
- 20 éve vagy annál több ideje

8. Jelenleg hány olyan munkatárs dolgozik az Ön intézményében, aki tanítási, oktatási feladatot lát el (pl.: pedagógus, szakoktató)?
   - 10 munkatársnál kevesebb (1)
   - 11-25 munkatárs (2)
   - 26-50 munkatárs (3)
   - 51-100 munkatárs (4)
   - 100-nál több munkatárs (5)
9. Hány diák tanult az elmúlt félévben az Önök intézményében?
   - 50-nél kevesebb diák
   - 51-200 diák
   - 201-400 diák
   - 401- 600 diák
   - 601- 900 diák
   - 900 felett volt a diákok száma
10. Kérjük jelölje, hogy az alábbi területek közül mely területeken ért el az Önök intézménye az elmúlt 5 évben átlag feletti teljesítményt a hasonló helyzetben lévő intézményekhez képest.
    - Kommunikációs, anyanyelvi kompetenciák

- Kommunikációs, idegennyelvi kompetenciák
- Matematikai és természettudományi kompetenciák
- Digitális kompetenciák
- A tanulni tudás kompetenciája
- Szociális és állampolgári kompetenciák
- Kezdeményezőkészség és vállalkozói kompetenciák
- Művészeti, kulturális tudatosság és kifejezőkészség
- Sport és egészséges életmód
- Egyéb, éspedig:
- Egyik területen sem

b. **KÉRDÉSBLOKK: A szervezet működését feltáró kérdések**

11. Kérjük, jelölje, hogy az alábbi dimenziók mentén miként értékeli az Ön iskolának teljesítményét (1: nagyon gyenge; 2: inkább gyenge; 3: inkább jó; 4: nagyon jó).

A tantárgyi tanulás eredményességének mutatói	1	2	3	4
A diákok kompetenciáinak fejlesztése	1	2	3	4
Iskolai lemorzsolódás (tekintsük nagyon jónak, ha alig van lemorzsolódás)	1	2	3	4
A pedagógusok szakmai fejlődése	1	2	3	4
Partnerek (tanulók, szülők, fenntartó) elégedettsége	1	2	3	4
Az iskola jó híre, keresettsége	1	2	3	4
Belső légkör	1	2	3	4

12. Kérjük, rangsorolja, hogy az önök iskolájában az alábbi tényezőknek mekkora szerepe van a pedagógus munka minőségének és eredményességének megítélésében.Kérjük, figyeljen rá, hogy a listában minden elem csak egyszer szerepelhet.

A rangsorba állítandó elemek:

R1. A végzett diákok továbbtanulásának vagy munkába állásának eredményessége

R2. A szabályok, vezetői utasítások pontos betartása

R3. A megszerzett tudás belső megosztása a többi pedagógussal

R4. A partnerek (tanulók, szülők) elégedettsége

R5. Fejlesztési programokban, pedagógiai újításokban, innovációkban való részvétel

13. Kérjük, jelölje meg, hogy az Önök iskolájában az alábbi tényezők mennyire jellemzőek.

	Nem jellemző	Kis mértékben jellemző	Nagy mértékben jellemző	Teljes mértékben jellemző
Anyagi erőforrások hiánya				
Megfelelő minőségű taneszközök hiánya				
Iskolaépület, tantermek nem megfelelő állapota				
Kedvezőtlen belső légkör				
Pedagógusok szaktudományos felkészültségének hiánya				
Pedagógusok módszertani felkészültségének hiánya				
Diákok magatartásbeli problémái				
Külső partnerek támogatásának hiánya				
Szervezeti kultúra fejlesztésének, fejlődésének hiánya				

14. Kérjük jelölje, hogy az alábbi állítások mennyire jellemzőek az Ön intézményére!

	Egyáltalán nem jellemző	Inkább nem jellemző	Inkább jellemző	Teljes mértékben jellemző
A diákok mindig aktív szereplői a tanítási-tanulási folyamatnak.	1	2	3	4
A szervezet tagjait a döntések meghozatalába széles körben és megfelelően vonják be.	1	2	3	4
A kollégák teljes mértékben elkötelezettek a közös jövőkép és célok iránt.	1	2	3	4
A pedagógusok minden visszajelzést, reflexiót vagy akár kritikát úgy fogadnak, mint lehetőséget a fejlődésre.	1	2	3	4
Belső méréseket végzünk a tanítási-tanulási gyakorlat eredményességének vizsgálatára.	1	2	3	4
A pedagógusközösség rendszeresen foglalkozik saját munkája hatékonyságának fejlesztésével.	1	2	3	4
A diákok tanulási környezetének részét alkotja az iskola szélesebb társadalmi közege.	1	2	3	4
Problémái megoldásán gyakran gondolkodik együtt más, hozzá hasonló helyzetben lévő szervezetekkel.	1	2	3	4

15. Véleménye szerint milyen mértékű mozgástere, cselekvési/döntési lehetősége van az iskolavezetőknek (1: minimális; 2: kicsi; 3: nagy; 4: igen nagy)? A meglévő autonómia éppen megfelelő, vagy növelendő/csökkentendő lenne ahhoz, hogy a vezető mozgástere optimális legyen? (éppen megfelelő,növelendő,csökkentendő)

	Állítás	1	2	3	4	□
1	Az iskolavezető mozgástere, autonómiája összességében					
2	Az iskolavezető mozgástere, befolyása, hatása az iskola tantervére, pedagógiai programjára					
3	Az iskolavezető mozgástere, befolyása, hatása az iskola gazdálkodására					
4	Az iskolavezető mozgástere, befolyása, hatása az munkatársak (pedagógusok és más alkalmazottak) kiválasztására, alkalmazására, elbocsátására					
5	Az iskolavezető mozgástere, befolyása, hatása az iskola működését meghatározó szabályokra (SZMSZ, Pedagógiai Program, Házirend stb.)					

16. A szervezetekre általában jellemző, hogy munkatársaik egy része folyamatosan próbálkozik olyan kisebb-nagyobb újításokkal, melyek javíthatják munkájuk eredményességét, míg mások inkább rutinszerűen, megszokásból végzik a munkájukat. Az Önök intézményében/szervezetében az Ön megítélése szerint a munkatársak mekkora hányada (hány %-a) tartozik az alábbi két csoportba? Az összegnek 100%-nak kell lennie!

Azok aránya, akik a munkájukat rutinszerűen, megszokásból végzik, és nem keresik az új megoldásokat (%)		%
Azok aránya, akik munkájuk javítása érdekében állandó jelleggel keresik az új megoldásokat (%)		%
Összesen (ellenőrző sor)	100	%

17. Az Ön intézményében találtak-e, alkalmaztak-e olyan új megoldásokat, amelyek az adott terület eredményességét javították az elmúlt tíz évben?

	Nem történt ilyen fejlesztés (1)	Történt ilyen fejlesztés, de nem javította az eredményességet (2)	Történt ilyen fejlesztés, és kis mértékben javította (3)	Történt ilyen fejlesztés, és érzékelhetően javította (4)
A tanulók kompetenciáinak, képességeinek eredményesebb fejlesztése				
Technikai eszközök (IKT) használata a nevelésben, oktatásban, képzésben				
Szervezet belső működésének (pl. munkaszervezés, gazdálkodás, a vezetés, az infrastruktúra működtetése stb.) javítása, fejlesztése				
Szervezet működését, vezetését érintő technikai, informatikai megoldás (pl. elektronikus nyilvántartások, belső levelezés, vezetői információs rendszer, e-napló) alkalmazása és/vagy fejlesztése				
A partnerekkel (pl. helyi közösség, szülők, munkaadók, civil szervezetek) való külső kapcsolatok erősebbé tétele				

17.1.Amennyiben az előző kérdés 1. és/vagy 2. sorában a válasz 2 vagy annál magasabb: Kérjük jelölje, hogy a tanulói kompetenciákat érintőleg mely területen zajlik intenzív újító munka az Ön intézményében!

	Nem, ezen a területen jellemzően nem végzünk újító tevékenységet	Igen, ezen a területen jellemzően végzünk újító tevékenységet	Igen, ezen a területen nagyon intenzív az újító tevékenységünk
Kommunikációs, anyanyelvi kompetenciák			
Kommunikációs, idegennyelvi kompetenciák			
Matematikai és természettudományi kompetenciák			
Digitális kompetenciák			
A tanulni tudás kompetenciája			
Szociális és állampolgári kompetenciák			
Kezdeményezőkészség és vállalkozói kompetenciák			
Művészeti, kulturális tudatosság és kifejezőkészség			
Sport és egészséges életmód			

c. **EGY KIVÁLASZTOTT STEAM ÚJÍTÁS bevezetésére és megvalósítására vonatkozó kérdések**

18. Most arra kérjük, hogy az Önök intézményében az elmúlt 10 évben megvalósult a STEAM területét érintő újítások közül válasszon ki egyet, amelyet Ön különösen jelentősnek tart. Azt kérjük, hogy a további kérdésekret erre a kiválasztott konkrét újításra vonatkozóan válaszolja meg. Ha nem tud ilyen újítást megnevezni, kérjük, hagyja üresen a szövegdobozt.

Újítás, program neve:

Az újítás, program célja, tartalma:

Az újítás, program online elérhetősége (amennyiben van ilyen):

19. Az itt vizsgált újítás már meglévő, átvett fejlesztési program vagy helyi innováció volt?

- saját újítás, ami saját belső folyamatok hatására jött létre
- saját újítás, ami külső hatásra, felkérésre jött létre
- adaptált hazai újítás, amit lényegesebb változtatás nélkül vezetettünk be
- adaptált hazai újítás, amit jelentős átformálással vezettünk be
- adaptált külföldi újítás, amit lényegesebb változtatás nélkül vezetettünk be
- adaptált külföldi újítás, amit jelentős átformálással vezettünk be

20. Az alábbiak közül mely területeket érintette a kiválasztott újítás? Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.

- A foglalkozások, tanórák tervezéséhez és megvalósításához kapcsolódó módszerek és eszközök
- 2-6 főből álló tanulópárokban/tanulócsoportokban történő információfeldolgozási technikák
- Projektmódszer
- Tantárgyközi kapcsolódások
- A foglalkozásokon vagy tanórákon kívüli tevékenységek
- A tehetségesek gondozása
- A hátrányos helyzetűek, leszakadók oktatása/nevelése
- A tanulók egyéni haladásának nyomon követése
- Digitális eszközök használata
- A szervezet belső működése (pl. munkaszervezés, gazdálkodás, a vezetés, az infrastruktúra működtetése stb.)
- A partnerekkel/igénybevevőkkel (pl. helyi közösség, szülők, munkaadók, civil szervezetek, ipari partnerek, felsőoktatás) való kapcsolatok
- Egyéb:

21. Amennyiben a kiválasztott újítás a tanulók tanulási folyamatait érinti:

Kérjük, jelölje meg, hogy mely korosztályokat érintette a megjelölt újítás. Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.

- nem érinti a tanulók tanulási folyamatait
- 1–4. évfolyam / 6-10 éves korosztály
- 5–6. évfolyam / 11-12 éves korosztály
- 7–8. évfolyam / 13-14 éves korosztály

- 9–10. évfolyam / 15-16 éves korosztály
- 11–12. évfolyam / 17- 18 éves korosztály
- Egyéb

22. Amennyiben a kiválasztott újítás a tanulók tanulási folyamatait érinti:

Kérjük, becsülje meg, hogy az Ön iskolájában a tanórák hány százalékában vezették be és alkalmazzák most (ebben a tanévben) azokat a módszereket és/vagy eszközöket, amilyeneket a programban ismertek meg. (100%-nak az egy év alatt tanított összes tanóra számát tekintjük.)

A bevezetéskor a tanórák nagyjából … %-ában alkalmaztuk a kiválasztott újítást.

Jelenleg a tanórák nagyjából …%-ában alkalmazzuk a kiválasztott újítást.

23. Az alábbiak közül melyik (kompetencia)területek fejlesztését érintette a kiválasztott újítás? Kérjük, válasszon ki mindent, ami érvényes.

Kompetencia terület	Érintette, fő fejlesztési terület	Járulékos fejlesztési terület	Nem érintette
Matematikai kompetenciák			
Természettudományi kompetenciák			
Műszaki kompetenciák			
Művészeti, kulturális tudatosság és kifejezőkészség			
Digitális kompetenciák			
Kommunikációs, anyanyelvi kompetenciák			
Kommunikációs, idegennyelvi kompetenciák			
A tanulni tudás kompetenciája			
Szociális és állampolgári kompetenciák			

Kompetencia terület	Érintette, fő fejlesztési terület	Járulékos fejlesztési terület	Nem érintette
Kezdeményezőkészség és vállalkozói kompetenciák			
Sport és egészséges életmód			

24. Az oktatási változtatások a biztonságtudatosság számos kérdését felvetik. Egyfelől az újítások jellemzően hozzákapcsolódnak a biztonságtudatos életvezetéshez kötődő kompetenciák kialakításához. Másfelől az innovációk bevezetése jellemzően megköveteli a biztonságos implementáció mérlegelését. Kérjük jelölje, hogy az itt megjelölt újítás, illetve annak bevezetése érintette-e az alábbi területeket!

	Nem, ez a terület nem volt releváns	Igen, az innováció ezen a területen komolyan fejlesztette a diákok, résztvevők kompetenciáit	Igen, kiemelt figyelemmel voltunk e területre az innováció bevezetésének menedzselése során
Pszichoszociális kockázatatok (pl. stressz) csökkentése			
Egészségügyi biztonság (pl. balesetek, megbetegedések elkerülése, munkahelyi biztonság)			
Gazdasági biztonság			
Jogi biztonság			
Környezettudatosság, környezetbiztonság, energiabiztonság			

	Nem, ez a terület nem volt releváns	Igen, az innováció ezen a területen komolyan fejlesztette a diákok, résztvevők kompetenciáit	Igen, kiemelt figyelemmel voltunk e területre az innováció bevezetésének menedzselése során
Foglalkoztatási biztonság, rugalmas(alkalmazkodási) biztonság (pl. élethosszig tartó tanulás paradigma előtérbe helyezése)			
Katasztrófavédelem (pl. elsősegély, tűzvédelem)			
Katonai biztonság (pl.: stratégiai gondolkodás, tárgyalási technikák)			
Információbiztonság			
Egyéb, éspedig: …			

25. Hány éve keletkezett a kiválasztott újítás?
    - 2 éve, vagy annál rövidebb ideje (1)
    - 3-5 éve (2)
    - több mint 5 éve (3)
26. Mióta alkalmazzák, illetve mennyi ideig alkalmazták a kiválasztott újítást?
    - 2 évig vagy annál rövidebb ideig, de már nem alkalmazzuk (1)
    - 3-5 évig, de már nem alkalmazzuk (2)
    - Több mint 5 évig, de már nem alkalmazzuk (3)
    - Jelenleg is alkalmazzuk mint új gyakorlatot (4)
    - Jelenleg is alkalmazzuk, de már a mindennapi gyakorlat részévé vált (5)

27. Kérjük, jelölje meg, történt-e kezdeményezés arra, hogy a kiválasztott újítást vagy annak jelentősebb elemeit más iskoláknak, szervezeteknek átadják.Több választ is jelölhet.

- Igen, de nem tudok arról, mások valóban átvették-e (1)
- Igen, és tudok róla, hogy mások átvették belföldön (2)
- Igen, és tudok róla, hogy mások átvették külföldön (3)
- Nem történt ilyen próbálkozás (4)

28. Kérjük, jelölje meg, hogy az alábbiakban felsoroltak közül melyek segítették jelentős mértékben szakmai és/vagy anyagi területen az újítás megvalósítását!

  - Iskolán belüli munkatársak szakmai tanácsai
  - A hozzánk hasonló helyzetben lévő szervezetektől, kollégáktól kapott segítség
  - Helyi szakmai szolgáltatóktól, pedagógiai intézettől kapott segítség
  - Más, külső szakértőktől kapott segítség
  - Külső finanszírozó anyagi támogatása
- Állami finanszírozás
- EU finanszírozás
- Egyéb (vállalat, magánszemély, alapítvány, önkormányzat, más oktatási intézmények) finanszírozás

29. Kérjük, jelölje meg, hogy kiválasztott újítás keletkezésében volt-e szerepeaz alábbiaknak!

  - Valamilyen problémára (pl. tanulói összetétel változása, tanulási nehézségek, motiválási problémák, tanulmányi eredmények romlása stb.) kerestünk megoldást
  - Külső ösztönzésre vagy elvárásra (pl. központi szabályozás változása, uniós fejlesztési programokban való részvétel, fenntartói igény, vállalati, vagy más partnerek igényei stb.) történt az újítás
  - Más kollégák, intézmények/szervezetek sikeres gyakorlata inspirálta az újítást
  - Az akadémiai világ (pl. kutatási eredmények, felsőoktatási együttműködés) inspirálta az újítást
  - Továbbképzésen, szakmai kiállításon ismertük meg a korábban nem alkalmazott új megoldásokat

- Az újításhoz kapcsolódó szakmai megközelítést találtuk vonzónak
- Az adott megoldás iránt elkötelezett szakmai közösség (pl. szakmai szervezet, társaság) tagjai lettünk
- Nem szándékolt, véletlen módon keletkezett az újítás
- Egyéb, éspedig:

30. A következőkben olyan állításokat olvashat, amelyek az itt vizsgált újítás megvalósítására és eredményességére vonatkoznak. Kérjük, jelölje meg, mennyire ért egyet ezekkel az állításokkal. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.

	Egyáltalán nem értek egyet	Inkább nem értek egyet	Inkább egyetértek	Teljes mértékben egyetértek
Az iskolánk/szervezetünk sokkal sikeresebb lett az újítás bevezetése nyomán				
A tanulók mérhető eredményessége javult az újítás bevezetése nyomán.				
Az újítás megvalósítása során a fenntartó, vagy más szervezet elismerte a fejlesztési munkánkat				
Az újítás bevezetése nyomán az abban részt nem vevő pedagógusok, képzők, oktatók többsége is jelentősen több módszert és/vagy eszközt alkalmaz, mint korábban				
A program elindításakor határidőket és felelősöket meghatározó megvalósítási tervet készítettünk				
A program megvalósításakor kiemelt célunk volt a teljes nevelőtestület,				

	Egyáltalán nem értek egyet	Inkább nem értek egyet	Inkább egyetértek	Teljes mértékben egyetértek
bevonása, a megismert módszerek, eszközök iskolán belüli terjesztése				

31. Kérjük, jelölje, hogy az itt vizsgált újítás kezdete óta sor került-e az alábbi változások közül valamelyikre az Ön iskolájában. Kérjük, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára.

	Nem történt	Történt és inkább negatív hatással volt az újításra	Történt és inkább pozitív hatással volt az újításra
Vezetőváltás			
Az újítás megvalósításában meghatározó szerepet játszó pedagógusok távozása			
Tanulói összetétel változása			
Egyéb jelentősebb átszervezés			

32. Kérjük, ha van olyan megjegyzése, amelyet fontosnak lát megosztani, de a fenti kérdések nem tették lehetővé, azt itt ossza meg velünk:

Köszönjük, hogy kitöltötte a kérdőívet és kérdéseivel hozzájárult több európai uniós országot érintő STEAM oktatási innovációkat felmérő kutatáshoz.

M6. Kvalitatív forrásleltár

A kérdőíves fővizsgálathoz kapcsolódó intézményi és szakoktatói források

A leltár az M7 integrációs mátrixhoz kapcsolódó kvalitatív forrásanyagok eredetét, időbeliségét, típusát és értelmezési határait rögzíti. Négy intézményi kontextust különít el: Edelény, Ráckeve, a Rogers Iskola és Jászberény eseteit. Egy kontextushoz több dokumentum vagy felvétel is tartozik; a dokumentumok száma nem azonos a független esetek vagy interjúalanyok számával.

A forráscsoportok áttekintése

41. táblázat. A kvalitatív forráscsoportok áttekintése.

Kód	Intézményi kontextus	Felhasznált anyag	Eredeti időbeliség
KF1	Edelényi Szent Miklós intézmény	Óralátogatások során rögzített jegyzet, Magyar és angol nyelvű közlemények.	Dokumentált interjúidőszak: 2020. szeptember–2022. szeptember
KF2	Ráckevei Szent Imre Katolikus Általános Iskola	Két kutatói hangjegyzet leirata és hat kiválasztott honlapbeszámoló	Látogatás a beszélő szerint: 2026. augusztus 30.; eltérő idejű honlapközlések
KF3	Carl Rogers Személyközpontú Általános Iskola és Óvoda	Társszerzős (Dr. Tóth Pjeczka Katalin) intézményi esettanulmány kézirata	Dokumentált terepmunka: 2023. május 24.–június 7.
KF4	Jászberényi Szent József Technikumhoz kapcsolódó szakoktatói eset	L.M. oktató személyes interjújának munkaleirata és a kapcsolódó szakdolgozat	Interjú: 2026. október 2.; munkaleirat: 2026. október 6.; szakdolgozat: 2025

Forrás: saját forrásleltár.

A négy kontextus nem négy, általam azonos protokoll szerint felvett interjút jelent. A KF1 és a KF3 társszerzős források, a KF1 és a KF2 között intézményi kapcsolat is van, a KF2 alforrásai pedig részben azonos, ugyanahhoz az iskolához tartozó szereplőktől származnak. Ezért a párhuzamos közléseket nem tekintem automatikusan egymástól független megerősítésnek.

A kérdőíves és kvalitatív források eltérő időpontokban és eltérő megfigyelési szinteken keletkeztek. Az M7-ben részletezem, hogyan használtam fel a forrásokat az egyes téziseknél és a K2 feltáró eredményénél, és milyen korlátozott következtetések vonhatók le együttes értelmezésükből.

M7. A kvantitatív eredmények és a kvalitatív források integrációs mátrixa

A mátrix az 5.2., 5.3., 5.5. és 5.6. alfejezetben közölt eredményekhez kapcsolja a kvalitatív forrásokat. A K1–H1–T1, K3–H2–T2 és K4–H3–T3 megfeleltetés mellett a K2 eredményét önálló hipotézis és számozott tézis nélküli feltáró megállapításként kezeli. A források az eredmények gyakorlati tartalmát szemléltetik; nem növelik a kérdőíves elemszámot, és nem igazolják a statisztikai kapcsolatok oksági irányát.

42. táblázat. A tézisek, a K2 feltáró eredménye és a kvalitatív források kapcsolata.

Jel	Források	Értelmezési kapcsolat	Következtetési korlát
T1	KF1–KF4	A tartalmi integrációhoz az alkalmazkodás, a digitális adatvédelem, a fenntarthatóság és a szakmai eszközhasználat eltérő helyi példái kapcsolódnak.	Az esetek nem igazolják a három szignifikáns dimenzió általános érvényességét.
K2	KF1–KF4	A kompetenciafejlesztési célok és a megvalósítás feltételei megkülönböztethetők, a villamos mérési esetben a tanulási cél és a munkavédelmi feltétel együtt is megjelenik.	A kérdőívben kizárt kategóriák a gyakorlatban együtt is előfordulhatnak.
T2	KF1–KF4	A közös szakmai tanulás, a mentorálás, a reflektív problémamegbeszélés és a közös tananyagtár a tanulószervezeti működés helyi formáit szemlélteti.	Ezek nem bizonyítják a LOI kontrollált önálló kapcsolatát az eredményességgel.
T3	KF1–KF4	A tudásmegosztás, a vezetői támogatás és a pedagógusi részvétel segít értelmezni a bevonási–terjesztési orientációt és az alkalmazás korlátait.	Az esetek nem bizonyítják, hogy a bevonás okozza a terjedést, vagy hogy a formális terv szükségtelen.

Forrás: saját szerkesztés az M6 forrásleltár és az 5. fejezet alapján.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki témavezetőimnek, dr. Holik Ildikónak és dr. Felde Imrének a doktori kutatás teljes folyamatát végigkísérő szakmai iránymutatásért, biztatásért és emberi támogatásért. Hálásan köszönöm az ÓE TPK munkatársának, dr. Sanda István Dánielnek és ELTE munkatársának dr. Fazekas Ágnesnek a szakmai együttműködést, az inspiráló szakmai egyeztetéseket és a támogató beszélgetéseket, amelyek érdemben hozzájárultak a kutatási keretek tisztázásához és az értekezés véglegesítéséhez. Köszönöm Prof. Dr. Rajnai Zoltánnak a biztonságtudományi és kiberbiztonsági területekkel kapcsolatos szakmai iránymutatásait és Dr. Kádár Pál dandártábornok úr szakmai iránymutatását a reziliencia és összkormányzati szemléletmód fontosságát illetően. Külön köszönöm Dr. Nádai Lászlónak azt a korai inspirációt, amely a STEM-területek irányába terelte érdeklődésemet, és meghatározó szerepet játszott a téma választásában. Köszönöm családomnak, hogy türelemmel viselték az alkotói folyamatot.