

GAMIFICATION IN STEM EDUCATION IN VIRTUAL REALITY: RECOMMENDATIONS FOR LEARNING DESIGN

Michal ČERNÝ*, Masarykova univerzita v Brně, Česká republika

Přijato: 22. 12. 2025 / Akceptováno: 30. 7. 2026

Typ článku: Teoretická studie

DOI: 10.5507/jtie.2026.007

Abstract: This study analyses the use of gamification in teaching STEM subjects in a virtual reality environment. The methodology follows that of an integrative review study based on a sample of 35 articles from the Web of Science (WoS) database (2021–2025). Through a qualitative selection process, 12 of these articles were identified and analysed in detail using content analysis. The study shows that gamification in virtual reality promotes motivation, immersion, and understanding of complex phenomena, and leads to improved learning outcomes. On the other hand, it carries risks of cognitive overload, may not support students' self-confidence, and may involve inappropriate design. A key task for learning designers is to harmonise game elements with educational goals, align task progression with those goals, minimise distractions, and reduce cognitive load unrelated to educational goals.

Key words: gamification; STEM; virtual reality; review study; graded learning; cognitive load; game mechanics

GAMIFIKACE STEM PŘEDMĚTŮ VE VIRTUÁLNÍ REALITĚ: DOPORUČENÍ PRO LEARNING DESIGN

Abstrakt: Studie analyzuje využití gamifikace ve výuce STEM předmětů v prostředí s využitím virtuální reality. Metodologie odpovídá integrativní přehledové studii, která vychází ze vzorku 35 článků z databáze WoS (2021–2025). Na základě kvalitativního výběru bylo identifikováno 12 z nich, které byly detailně analyzovány pomocí obsahové analýzy. Studie ukazuje, že gamifikace ve virtuální realitě podporuje motivaci, imersi, porozumění komplexním jevům a vede ke zlepšení výsledků učení. Na druhé straně přináší rizika spojená s kognitivní zátěží, nemusí podporovat sebevědomí studujících a může být nevhodný design. Zásadním úkolem pro learning designery je harmonizace

*Autor pro korespondenci: mcerny@phil.muni.cz

herních prvků se vzdělávacími cíli, práce s gradací úloh, minimalizace rušivých prvků a snižování kognitivní zátěže, která nesouvisí se vzdělávacími cíli.

Klíčová slova: gamifikace; STEM; virtuální realita; přehledová studie; graduované učení; kognitivní zátěž; herní mechaniky

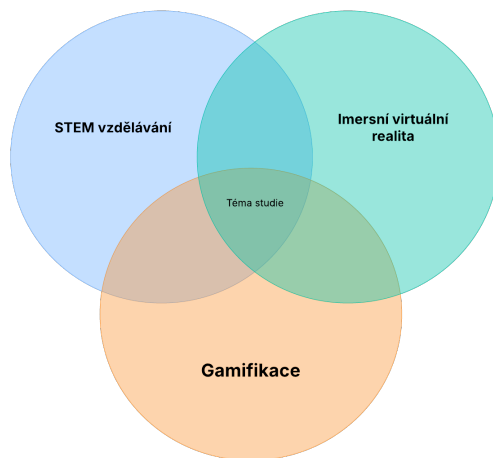
1 Úvod

Téma, které se studie věnuje, se nachází na průsečíku tří specifických a poměrně hojně zkoumaných oblastí. První oblastí je gamifikace (Dicheva et al., 2015; Toda et al., 2019; Zeybek & Saygi, 2024), tedy použití herních prvků v neherním prostředí (Deterding et al., 2011). Jde o koncept, jehož původ se tradičně připisuje Komenského přístupu ke vzdělávání. Tak jako u Komenského i v moderní gamifikaci je typickým cílem dosáhnout určité aktivizace ve specifických situacích a tím motivovat studující v procesu edukace. V centru designu takových aktivit by měly být zřetelně stanoveny vzdělávací cíle. Zeybek a Saygi (2024) definují čtyři oblasti, ve kterých může být gamifikace užitečná: možnost učení se v prostředí, které umožňuje experimentovat a chybovat; zvýšení motivace spojené s dosahováním cílů; možnost se v procesu učení autonomně rozhodovat a toto své rozhodnutí zpochybňovat; a za čtvrté poskytuje prostředí vhodné pro učení v digitálním světě. Ve vztahu k našemu tématu lze říci, že všechny čtyři parametry jsou pro náš výzkum relevantní.

STEM předměty (English, 2016; Tytler, 2020) lze chápat jako integraci přírodních věd, techniky, inženýrství a matematiky do jednoho edukačního celku v edukačním kontextu. Zde je nezbytné učinit dvě podstatné poznámky. Předně nejde o prosté spojení předmětů, ale v kontextu didaktiky o transformaci vzdělávacích cílů a přístupů z primárního zaměření na vědu a abstrakci na schopnost řešit problémy a konkrétní situace (Sayary et al., 2015). Jestliže tedy uvažujeme o STEM výuce, musíme hledat způsoby, jak – často komplexní a abstraktní jevy – propojovat a konkretizovat. STEM přístup k výuce se uplatňuje v řadě zemí a je spojen nejen s důrazem na praktičnost a kompetenční přístup k výuce, ale také se snahou upravit výuku přírodovědných předmětů tak, aby byla pro žáky a žákyne atraktivnější a srozumitelnější. Druhá důležitá terminologická poznámka se týká inženýrství, jehož součástí by v českém kurikulárním systému byla jednak informatika, jednak podstatná část pracovních činností, dílen a podobných předmětů ze vzdělávací oblasti člověk a svět práce v RVP.

Třetí oblastí, které se tato studie věnuje je imersní virtuální realita (Akhu-
nova, 2021; Araiza-Alba et al., 2022), tedy možnost vytvářet a realizovat výuku
ve virtuálních světech a prostředních, což může mít významné edukační benefity
(Šašinka et al., 2023), ale současně takový přístup znamená specifické uvažování
o herních mechanikách a přístupech, protože tvorba vhodného prostředí je zcela
zásadní jak pro vlastní edukaci, tak i pro fyzické prožívání a pobyt v těchto situ-
acích. Je zásadní zdůraznit, že virtuální realita má přínosy tehdy, když je využita
na podporu aspektů edukační interakce, kterých není možné (anebo je obtížné)
dosahovat ve fyzickém prostoru. Spojení somatické zkušenosti s teoretickým po-
znáním má dlouhodobě pozitivní edukační potenciál právě ve vztahu k přírodním
vědám (Johnson-Glenberg et al., 2016; Lindgren et al., 2016).

Cílem této studie je na základě přehledové studie formulovat doporučení
a analyzovat současné přístupy v oblasti vztahu virtuální reality využívané ve vý-
uce STEM předmětů a gamifikačních přístupů (obrázek č. 1) s ohledem na learn-
ing design. Nemáme ambici popsat plně celé výzkumné pole, ale identifikovat
klíčové perspektivy, které je nezbytné zvážit, pokud chceme přistoupit k vývoji
vlastních řešení. Záměrně se budeme soustředit na nové studie (publikované od
roku 2021 dále), protože vnímáme, že dochází k proměně jak sociální reality, tak
i technických možností spojených s designem VR.



Obr. 1 Interdisciplinární průnik oblastí, na které se studie zaměřuje

Cílem této studie je na základě přehledu literatury a současného výzkumného diskursu analyzovat možnosti gamifikace, které se mohou specificky uplatnit při výuce STEM předmětů v prostředí imersní virtuální reality. Tato zjištění mohou pomoci designérům – ať už autorům a vývojářům vzdělávacích aplikací a prostředí, ale také vzdělavatelům (kteří taková prostředí využívají) – v pochopení klíčových principů a zásad, které se v této oblasti objevují. Na základě přehledu literatury stanovujeme doporučení v následujících oblastech:

- Silné stránky
- Slabé stránky
- Klíčová doporučení
- Klíčové konstrukční prvky gamifikace
- Herní principy

Jde o oblasti, které jsou zásadní pro samotný návrh řešení. Vycházíme v jejich konceptualizaci jak z předloženého souboru studií, tak i z vlastní expertízy jak v oblasti využití VR v edukaci, tak i v learning designu. První dva body odpovídají shrnutí, které může poskytovat SWOT analýza ve své levé a pravé části. Další tři body směřují do praxe – tedy do analýzy toho, jak konkrétně je možné s gamifikací v oblasti STEM výuky, která je realizovaná pracovat. Postupuje od abstraktního ke konkrétnímu, tak jak by s tématem pracoval learning designer.

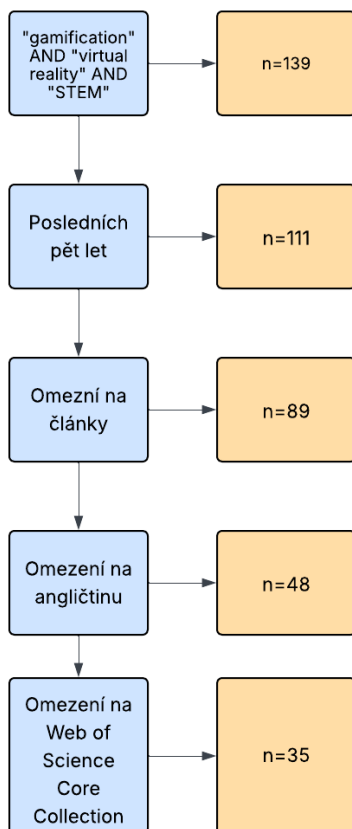
2 Metodologie

Pro účely formulace doporučení pro learning design (Gonnermann-Müller & Krüger, 2025; Kavashev, 2025; Scheer et al., 2012) volíme přehledovou studii (Mareš, 2013), jejímž cílem bude formulovat výše popsaných pět oblastí, které jsou pro praktický vývoj vzdělávacích prostředí využívajících gamifikaci ve virtuální realitě pro výuku STEM předmětů zásadní. Pro účely přehledové studie pracujeme s databází Web of Science, která představuje v mezinárodním kontextu integrální výběrový filtr pro výzkumné studie.

2.1 Výběr vzorku

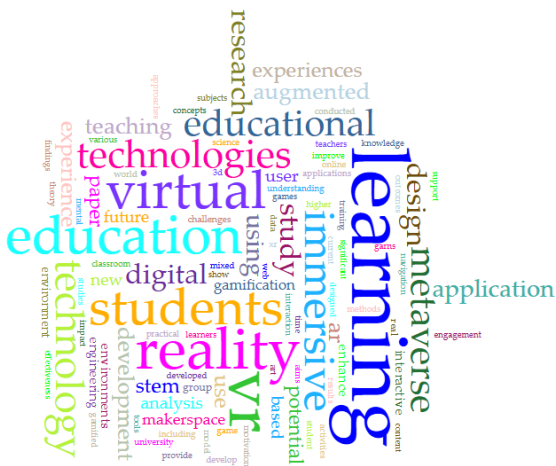
Pro vyhledávání jsme zvolili klíčová slova: „gamification“ AND „virtual reality“ AND „STEM“, takže hledáme studie, které obsahují všechna tři slova v názvu, klíčových slovech nebo v abstraktu. Dále omezujeme studie na roky 2021–2025,

protože vzhledem k dynamickému vývoji virtuální reality nemá smysl do doporučení pro aktuální vývoj zahrnovat starší studie. Další omezení se týkalo toho, že nepracujeme s preprinty, ale pouze s vydanými články, a to v angličtině. Redukci výsledků zachycuje obrázek 2 podle tradičního schématu modelu PRISMA. Data byla sbírána 10. 11. 2025 a aktualizována 22. 12. 2025.



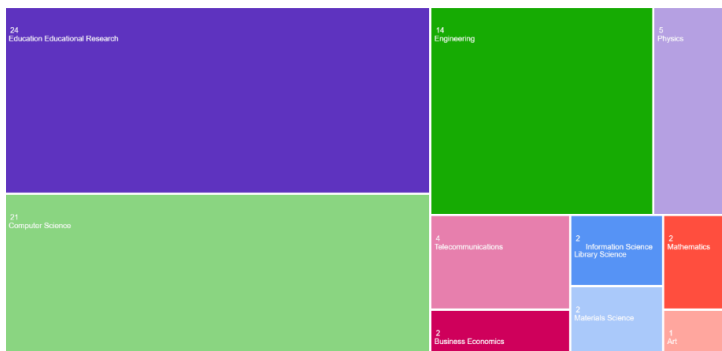
Obr. 2 Prisma diagram

V databázi WoS je možné najít 35 studií z let 2021-2025, které se věnují vztahu mezi STEM, gamifikací a virtuální realitou. Nejčastěji používané pojmy (tedy s výskytem vyšším než $n=9$) z abstraktů studií zachycuje obrázek č. 3.



Obr. 3 Nejčastější slova z abstraktů 35 studií z WoS získaná exportem a zpracovaná ve Voyant Tools

Interdisciplinaritu tématu pak zachycuje obrázek č. 4, který ilustruje téma na pomezí vzdělávání a počítačových věd s dalšími obory, jako jsou inženýrství, telekomunikace, matematika, fyzika, materiálové inženýrství, umění, ale i knihovnictví a ekonomie. Tento obrázek také ilustruje poměr jednotlivých témat a přístupů v rámci STEM ve virtuální realitě, který je v tomto kontextu zřetelně příkloněný k fyzice (v českém prostředí by se k ní vztahovaly inženýrství, materiálové inženýrství a vlastní fyzika) oproti biologii a chemii, ale i matematice.



Obr. 3 Rozložení dle vědních disciplín ve WoS

Nejvíce studií v našem souboru pochází z Číny (12), USA (8), Itálie (3), Malajsie (3) a Španělska (3). Z hlediska časové distribuce je ve zvoleném období relativně vyvážená; nejde o zcela trendové téma, ale o téma uchováající si svou závažnost a zajímavost.

Pro účely obsahové analýzy a doporučení jsme vybrali 12 studií (cca $\frac{1}{3}$), které byly vyhodnoceny jako tematicky relevantní. Soubor 35 zdrojů jsme ručně prošli a identifikovali studie, které se skutečně relevantně vztahovaly k tématu a cílům studie. Poslední krok výběru ($n = 12$ – viz tabulka č. 1) může být částečně subjektivní a vychází z konstrukce abstraktů jednotlivých studií.

Nejde tedy o systematickou přehledovou studii, ale spíše o integrativní studii (Mareš, 2013). Integrativní studie mají obvykle na výstupu charakter tabulek nebo diagramů; v našem případě jsme zvolili vymezení bodů vždy na začátku každého identifikovaného tématu s ohledem na oblasti definované v úvodu studie. Tato studie umožňuje kombinovat různé výzkumné designy analyzovaných studií a typy zdrojů, ale současně usiluje o transparentnost výběru, jak ji zachycuje model PRISMA (Obrázek č. 2). Cílem je hlubší pochopení fenoménu gamifikace STEM předmětů skrze virtuální realitu, propojení různých teoretických směrů a empirických zjištění a identifikace prakticky využitelných zkušeností pro design gamifikovaných vzdělávacích prostředí STEM kurzů ve virtuální realitě. Na rozdíl od systematické přehledové studie neusiluje o úplný a detailní popis celého znalostního pole, ale spíše o zodpovězení předem stanovených otázek, které v našem případě míří do learning designerské praxe.

Tyto studie byly následně opakovaně čteny a poznámky z nich byly strukturované do předem připravených kategorií a následně integrativně interpretovány. Čtyři studie jsou smíšené, tři kvalitativní a tři kvantitativní; dvě jsou syntézy literatury. Také z metodologického hlediska jde o dobrý poměr pro integrativní studii. Tím, že všechny studie prošly recenzním řízením spojeným s možností publikování v databázi WoS, lze očekávat jejich bazální kvalitu a spolehlivost. Současně je třeba říci, že všechny kvantitativní studie jsou založené na výzkumných souborech s menším počtem než 200 respondentů, což souvisí s náročností sběru dat.

2.2 Limity studie

Předložená studie zahrnuje několik limitů, které je nezbytné vzít v potaz při čtení jejich doporučení. Předně jde o samotnou metodu práce – využíváme studie s vysokým akademickým dopadem, ale současně je aplikujeme do prostředí learning designu, tedy do praktických doporučení. Teorie a praxe nemusí být ve svých pojetích nebo důrazech dostatečně komplementární. Současně chybí porovnání s reálnými projekty využívajícími virtuální realitu ke gamifikovanému učení STEM předmětů.

Studie se omezila na jazyk publikace (angličtinu), čímž omezila svou šíři (viz obrázek č. 2) na jeden jazykový úzus. Současně je možné, že v souboru dat, který jsme vyfiltrovali, byly studie v angličtině, ale jako neindexované. Gamifikace i edukace jsou senzitivní na kulturní prostředí, konkrétní vzdělávací systémy a stupně, což tato studie také nebere v úvahu. Očekáváme, že doporučení jsou horizontálně (napříč věkem a stupni vzdělávání) i vertikálně (napříč státy a cílovými skupinami) přenositelná, což ale nelze snadno dokázat. Přesto věříme, že většina doporučení je natolik abstraktní, že tyto parametry splňuje.

Třetím limitem je velikost výsledně analyzovaného vzorku ($n = 12$), což odpovídá spíše menší přehledové studii. Opět s ohledem na to, že usilujeme o integrativní přehled, věříme, že důraz na interpretativní pojetí a kvalitativní přístup opravňuje výběr právě takového omezeného vzorku.

3 Výsledky a analýza

Jak již bylo řečeno, tato kapitola se dělí na pět oblastí, které jsou pro learning design zásadně důležité. Cílem výsledků a analýzy není popis celého výzkumného pole, ale identifikace jednotlivých konceptů a bodů, které je možné v learning designu využít. Na začátku každé oblasti jsou uvedeny body (3–5), které shrnují klíčové výsledky, a následuje integrativní a interpretační komentář.

V tabulce 1 uvádíme jednotlivé analyzované studie s rokem vydání, zemí dle afiliace autorů uvedených ve studii a počtem citačních ohlasů v databázi WoS k 22. 12. 2025.

Autorský kolektiv	Rok vydání	Citačních ohlasů ve WoS	Země dle afiliace autora
AlGerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., & Wijaya, T. T.	2023	152	Čína
Băluțoiu, M. A., Morar, A., Moldoveanu, A., Grădinaru, A., Asavei, V., Anghel, M., & Lambru, C.	2025	0	Rumunsko
Beheshti, M., Shah, S. A., Zhang, H., Barnett, M., & Hira,	2024	3	USA
Buragohain, D., Chaudhary, S., Punpeng, G., Sharma, A., Am-In, N., & WuttisittikulKij, L.	2023	27	Thajsko, Indie
Chandramouli, M., Zafar, A., & Williams, A.	2025	0	USA
Criollo-C, S., Cerezo Uzcátegui, J. E., Guerrero-Arias, A., Dwingo Samala, A., Rawas, S., & Luján-Mora, S.	2024	3	Ekvádor, Indonésie, Libanon, Španělsko
Kim, T., Planey, J., & Lindgren,	2023	19	USA
Mallek, F., Mazhar, T., Shah, S. F. A., Ghadi, Y. Y., & Hamam, H.	2024	36	Kanada, Pákistán, SAE, Tunisko, Jihoafrická republika, Somálsko
Monk, E. F., Cantor, W., Antonucci, Y., & Park, E. E.	2025	0	USA
Wong, J. Y., Azam, A. B., Cao, Q., Huang, L., Xie, Y., Winkler, I., & Cai, Y. (	2024	15	Singapur, Velká Británie, Brazílie
Yin, Z., & Tsai, S.-B.	2021	22	Čína
Zhang, Y., & Yu, Z.	2025	1	Čína

Tab. 1 Přehled kvalitativně analyzovaných studií

S čím může gamifikace pomoci:

- Imerse
- Motivace
- Výsledky učení
- Týmová dynamika
- Pochopení kontextů

Obecně můžeme říci, že pracovat s VR v oblasti STEM má gamifikovaně smysl ve dvou základních oblastech. Tou první je možnost vtáhnout účastníky vzdělávání do procesu učení a „hraní si“, což může být v kontextu relativně nízké oblíbenosti přírodních věd a matematiky klíčovým benefitem (Mallek et al., 2024; Zhang & Yu, 2025). Lze říci, že existuje zřetelná poptávka po tom, aby se studenti a žáci STEM věnovali, ale současně jim samotné vzdělávání nepřipadá dostatečně zajímavé a atraktivní (Zhang & Yu, 2025), což se nezdá být problémem primárně těchto vědních disciplín, ale způsobu jejich výuky.

Gamifikace ve VR může tedy nabídnout jak prostředí, které bude studující motivovat (Zhang & Yu, 2025) a vtáhne je do procesu učení a nahlížení na problémy, tak jim umožnit lepší pochopení kontextů a souvislostí (Beheshti et al., 2024) díky vyšší míře názornosti a vizuality, což může vést ke zlepšení výsledků učení (Wong et al., 2024), což je opět důležitý motivátor.

V tomto poli se tak jeví jako zásadní navrhovat design vzdělávacího procesu s ohledem na motivaci a názornost, aktualitu a interaktivitu, které umožní pochopení komplexních jevů a umožní žákům dosahovat lepších výsledků učení (Monk et al., 2025; Wong et al., 2024). Zdá se, že diskuse vedená ohledně znalostí a kompetencí, respektive jejich poměru, zde má jasnou formu v tom, že studující si potřebují vybudovat dovednosti pro řešení úkolů, které jsou před ně ve VR kladeny (Băluțoiu et al., 2025; Buragohain et al., 2023), což s sebou nesporně nese jak schopnosti spolupracovat a řešit problémy, tak relativně robustní znalostní bázi, kterou mohou využívat v jednotlivých úkolech.

V čem mohou být slabiny:

- Kognitivní zátěž
- Nestimuluje sebedůvěru (self-efficacy)
- Rizika spojená s nevhodným designem

Také rizika můžeme shrnout do dvou celků. První se týká procesu učení – pokud zvolíme nevhodný design (Kim et al., 2023), tedy takový, který odebírá pozornost, upozorňuje sám na sebe, rozptyluje nebo je náročný na ovládnutí, můžeme hovořit o nárůstu kognitivní zátěže (Criollo-C et al., 2024; Zhang & Yu, 2025). Jestliže se o STEM hovoří jako o kognitivně náročné oblasti vzdělávání, a to jak o racionální, tak i o kreativní a observační funkci, pak každá zbytečná kognitivní zátěž představuje zásadní bariéru v procesu učení (Kim et al., 2023; Yin & Tsai, 2021). Je proto nezbytné hledat způsoby, jak maximalizovat podíl pozitivních efektů VR a současně s ním nespojovat zbytečnou kognitivní zátěž v žádné její dimenzi. Platí, že každá aktivita či prvek by měl směřovat k plnění vzdělávacích cílů.

Druhé riziko je spojené s tím, že ani úspěchy v tomto prostředí sami o sobě nevedou ke stimulaci sebedůvěry (self-efficacy), která je zásadní pro výsledný proces učení (Zhang & Yu, 2025). Self-efficacy lze chápat jako přesvědčení jedince, že dokáže splnit určitý úkol. Zdá se, že některé úkoly ve VR mohou být příliš vzdálené od evaluačních úkolů, kterým jsou studující vystaveni, nebo že vedou ke způsobům představ a řešení, které nejsou snadno přenositelná do „fyzického“

světa. Zde lze říci, že klíčovou roli sehrává learning design, který chápe práci ve VR jako součást procesu učení, ale současně ji zasazuje do širšího rámce celého procesu vzdělávání, kombinuje ji s dalšími přístupy a problémy a nabízí také nové záramování, které umožňuje studentům systematicky růst. Současně platí, že dobře zvolený design této oblasti může významně posilovat (AlGerafi et al., 2023; Chandramouli et al., 2025; Mallek et al., 2024; Yin & Tsai, 2021).

Klíčová doporučení:

- Sladění gamifikace a vzdělávacího cíle
- Snížení a promyšlení kognitivní zátěže
- Vyhýbání se zbytečným animacím a efektům
- Přiměřenost
- Postupné úkoly

Jak jsme již naznačili, gamifikace ve VR v kontextu edukace STEM musí sledovat dva důležité rozměry. Tím prvním jsou vzdělávací cíle – není účelem aktivit vytvořit něco, co bude hezké nebo komplexní, ale nebude sledovat konkrétní vzdělávací cíle. Ty musí být jasně měřitelné a pro jejich dosažení musí existovat konkrétní situace ve VR. Ze studií se zdá, že tento přístup, který akcentuje explicitní vzdělávací cíle, pro které je obsah vytvářen, funguje podstatně lépe než opačný přístup, kdy vznikne aplikace a následně v ní hledáme možné vzdělávací cíle (Băluțoiu et al., 2025; Buragohain et al., 2023; Criollo-C et al., 2024). Iterační vzdělávací přístupy jsou možné, ale musí vycházet z explikovaných cílů nebo očekávaných výstupů z učení. Ty by měly být pro studenta (v souladu se zásadami obecných metodik vzdělávání) dosažitelné a postupně gradující tak, aby vytvářely pocit porozumění a růstu, aby nedocházelo k ustrnutí na nějakém úkolu nebo neřešitelném problému. V ideálním případě předchází edukace v VR diagnostika, která umožní vybrat správný typ úloh a zadání, se kterými budou studující pracovat s ohledem na své prekoncepty (Criollo-C et al., 2024; Mallek et al., 2024; Wong et al., 2024).

Druhá skupina doporučení z literatury se týká designu s ohledem na kognitivní zátěž (Chandramouli et al., 2025; Kim et al., 2023; Yin & Tsai, 2021). Pro designery může být lákavé vytvářet drobné dílčí animace nebo „legrace“, které mají za cíl podpořit vtažení studujících (imersi, tedy jednu ze silných stránek využití VR v oblasti STEM vzdělávání), což se může podařit, ale má to negativní dopady na vlastní učení (Criollo-C et al., 2024; Kim et al., 2023; Zhang & Yu, 2025). Tím se nechce říci, že by bylo vždy nutné využívat minimalistický design nebo absenci

zábavy, ale vždy je třeba balancovat mezi tím, co vede k soustředění se na plnění aktivit a vytváření znalostní či kompetenční báze, a tím, co jde o něco navíc.

Právě sladění gamifikace a vzdělávacích cílů představuje klíčovou výzvu, se kterou se musí learning design v této oblasti vypořádat. Opět se tak vracíme k tomu, co bylo uvedeno výše – cílem VT v oblasti STEM je podpora představitvosti (AlGerafi et al., 2023; Kim et al., 2023; Yin & Tsai, 2021), schopnost porozumět kontextu a získání určité formy zkušenosti. A k těmto cílům je nezbytné navrhovat gamifikaci.

Klíčové konstrukční prvky gamifikace:

- Body, odznaky a žebříčky
- Systémy skórování a úspěchy
- Okamžitá zpětná vazba
- Nastavení si vlastních cílů

V zásadě lze říci, že se v oblasti gamifikace ve VR v STEM využívají standardní přístupy, které známe z dalších oblastí vzdělávání. V zásadě je možné je rozdělit do dvou skupin. První jsou mechanismy pracující s vnější motivací a určitou strukturací práce stanovenou vnějšími aktéry. Jde především o sbírání bodů, zlepšování avatarů a získávání odměn nebo o různé žebříčky (Băluțoiu et al., 2025; Beheshti et al., 2024; Buragohain et al., 2023; Zhang & Yu, 2025). Diskusi lze vést o míře kompetitivnosti jednotlivých řešení. Zde bychom se přikláněli spíše ke kolaborativním přístupům (Buragohain et al., 2023; Kim et al., 2023; Wong et al., 2024), a to s ohledem na další parametry edukace především v oblasti kompetencí a postojů.

Jako zásadní se jeví okamžitá zpětná vazba, která umožňuje studentovi přehodnotit svůj postoj a nezůstávat v miskoncepci, anebo ho naopak podpořit v tom, že způsob jeho heuristického přístupu je správný a může ho využít pro další růst (Băluțoiu et al., 2025; Criollo-C et al., 2024; Mallek et al., 2024; Zhang & Yu, 2025). Okamžitá zpětná vazba by měla být součástí learning designu a může představovat zajímavý most mezi vnitřní a vnější motivací (Monk et al., 2025).

Zajímavou možností je pak práce s vnitřní motivací – student si nastaví vlastní vzdělávací cíle a následně je plní, což předpokládá, že sám student ví, co a proč se chce naučit (AlGerafi et al., 2023; Criollo-C et al., 2024). Jde o klíčový předpoklad spojený s kompetencemi k učení, který se tradičně objevuje již v reformních

pedagogikách (např. Daltonské plány) a je možné v digitálním prostředí relativně snadno a efektivně uplatňovat.

Herní přístupy:

- Úrovně a obtížnost
- Úkoly a mise, minihry
- Kontrolní body
- Příběhy a vyprávění
- Kolaborativní hry

S ohledem na doporučení se ke klíčovým herním přístupům řadí určitá fragmentace většího obsahu a diferenciací obtížnosti (Băluțoiu et al., 2025; Criollo-C et al., 2024; Chandramouli et al., 2025). V této oblasti můžeme vidět práci s úrovněmi, jejichž obtížnost postupně narůstá (typicky lineární pojetí edukace), případně více rozvětvený přístup, který propojuje možnost studenta volit si různé oblasti edukace (vzdělávací cesty) prostřednictvím misí nebo miniher, které mají za cíl dosáhnout konkrétních vzdělávacích cílů. I ty přitom mohou být dále strukturovány podle úrovně a obtížnosti, takže lze říci, že jde o potenciálně komplementární přístupy. Specifickou roli v rozvětvených modelech učení mohou hrát kontrolní body (Băluțoiu et al., 2025), které mohou integrovat znalosti a kompetence v VR a v fyzickém světě a sloužit jako ověření určité úrovně znalostí, dovedností či kompetencí (Chandramouli et al., 2025; Kim et al., 2023).

Specifickou roli má také pojetí spojené s vyprávěním příběhu, tedy plnění nějakého komplexního úkolu v procesu vzájemně navazujících narativních kroků (AlGerafi et al., 2023; Buragohain et al., 2023; Criollo-C et al., 2024; Zhang & Yu, 2025). Toto pojetí může být velice užitečné například při virtuální rekonstrukci procesu určitých objevů nebo v situacích zdůrazňujících inženýrský rozměr STEM – tedy v práci se schopností vyřešit určitý problém s omezenými prostředky (např. stavba mostu s omezeným materiálem).

Poslední bod, který bychom rádi zmínili, je využití kolaborativních úloh. Týmová dynamika byla zmíněna již u prvků, které v STEM gamifikaci fungují. Klíčové je, že jak STEM, tak jednotlivé vědní disciplíny, kterým tematické oblasti v kurikulu odpovídají, jsou zásadním způsobem spojené se schopností spolupracovat. Vytvářet mentální modely spolupráce je tak nezbytným předpokladem pro schopnost studentů se v této oblasti uplatnit. VR může prostřednictvím různých gratifikačních přístupů pomáhat budovat silné spolupracující komunity, které

společně plní určité úkoly. Právě rozměr spolupráce (Buragohain et al., 2023; Kim et al., 2023; Wong et al., 2024) by měl být jedním z pilířů kompetenčního přístupu ke STEM.

4 Diskuse

Tato studie nabízí pohled na využití gamifikace ve virtuální realitě (Lampropoulos & Kinshuk, 2024), přičemž se zaměřuje na STEM předměty v oblasti vzdělávání (Acevedo et al., 2024; Pellas et al., 2020) and instructors and designers should consider using available tools to teach practical STEM (science, technology, engineering, and mathematics). Jde o téma, které představuje významný prvek vzdělávání s velkým aplikačním i edukačním potenciálem. Současně se ukazuje, že aby takový potenciál byl naplněn, je zásadní pracovat s vybranými přístupy spojenými s learning designem (Allen, 2006; Fudholi et al., 2020; Gonnermann-Müller & Krüger, 2025). Tato studie tak usilovala o vytvoření určitého souboru perspektiv, které je v této oblasti třeba zvažovat.

Jako zásadní se jeví sladění vzdělávacích cílů a komponent gamifikace (Bălutoiu et al., 2025; Buragohain et al., 2023; Criollo-C et al., 2024) – gamifikace není něčím navíc, ozdobou nebo ornamentem, nehraje roli atomické motivace, ale musí být integrální součástí celého vzdělávacího systému. Gamifikace nepředstavuje komponentu, kterou by bylo možné navrhovat samostatně, ale měla by být prostředkem specifické podpory vybraných struktur učení a plnění vzdělávacích cílů. Jen v takovém případě může vést k efektivní práci s kognitivní zátěží (Criollo-C et al., 2024; Zhang & Yu, 2025), což představuje jedno ze zcela ústředních témat našeho výzkumu. Usilovat o kvalitní vzdělávací produkt v této oblasti znamená současně systematicky pracovat s náročným psychologickým výzkumem. Obecné rady nebo doporučení v takto komplexním poli nejsou snadno dostupné. Lze říci, že špatně navržené rozhraní (Chandramouli et al., 2025; Střechová et al., 2025) přetěžuje studující a brání jim v osvojování si látky.

Zásadní diskuse se vede také okolo konceptu self-efficacy, kde se značná část autorů domnívá, že právě kvalitně promyšlený vzdělávací design může vést k vyššímu pocitu sebedůvěry, což je nezbytný předpoklad pro smysluplnost STEM výuky (AlGerafi et al., 2023; Chandramouli et al., 2025; Mallek et al., 2024; Yin & Tsai, 2021), která stojí na schopnosti člověka řešit problémy v reálném světě (Sayary et al., 2015). Zkušenost autorů studie se zde s teoretickými závěry zásadně shoduje a zdůrazňuje, že právě pocit sebedůvěry představuje základní předpoklad,

aby někoho mohla výuka STEM těšit a aby byl ochotný v ní případně dále pokračovat, například na vyšších stupních výuky.

Velký potenciál je možné vidět v tom, že virtuální prostředí poskytuje rychlou zpětnou vazbu (Yin & Tsai, 2021; Zhang & Yu, 2025), což je fenomén běžně spojovaný s klíčovým předpokladem pro učení. Současně je možné akcentovat téma týmové spolupráce a kolaborativního učení (Paulsen et al., 2024), které bude spojené s gamifikačními přístupy (Buragohain et al., 2023; Kim et al., 2023; Wong et al., 2024) a může být důležitou součástí vzdělávacích inovací.

V kontextu práce s virtuální realitou a STEM je nezbytné zdůraznit také potenciál vizualizačních přístupů (Monk et al., 2025; Wong et al., 2024) a možnosti gradačních úloh (Băluțoiu et al., 2025; Criollo-C et al., 2024; Wong et al., 2024). Tyto komponenty je možné obecně vnímat jako zcela klíčové pro didaktiku STEM předmětů a námi popsané aplikační pole s nimi může dobře pracovat. Z naší zkušenosti je třeba také uvažovat o konkrétních implementacích gradačních úloh tak, aby pro studující s vyššími akademickými potřebami a znalostmi byly dostupné rychle, cíleně a efektivně, a nikoli pouze jako „bonus navíc“ poté, co projdou celým vzdělávacím celkem od začátečníka po pokročilého.

Vybraná doporučení jasně dokládají, že využití gamifikačních prvků ve virtuální realitě v této oblasti má své místo a může proces edukace významným způsobem zatraktivnit a zefektivnit. Klíčové je zdůraznit myšlenku, na kterou upozorňuje AlGerafi: zatímco u nejlepších studentů nebyly změny ve výsledcích markantní, pro slabší studující v oblasti STEM představovala edukace ve virtuální realitě s gamifikačními prvky cestu ke snížení abstrakce, lepšímu porozumění pojmům a konceptům a zásadně lepším výsledkům (AlGerafi et al., 2023). Podobně hovoří o možnostech posílení dovedností také Băluțoiu (2025), který hovoří o možnostech specifické podpory formou dalšího vysvětlení určeného specificky slabším studujícím, nebo Zhang a Yu (2025), kteří zdůrazňují možnost dělení učiva na malé edukačně zvládnutelné části s možností jasné kontroly a podpory.

Pokud jde o vlastní herní mechaniky, v obecném přístupu se neliší od běžných konceptů spojených s gamifikací (Zeybek & Saygi, 2024), což dokládají i další studie (Lampropoulos & Kinshuk, 2024). Poslední zmiňovaná studie současně ukazuje na klíčový prvek uvažování o learning designu v této oblasti – učení musí vést k zapojení studujících, k jejich komplexní (emoční i racionální, vizuální i somatické) zkušenosti, ve které dochází k učení (Johnson et al., 2017; Johnson-Glenberg et al., 2016). Současně lze říci, že tam, kde je learning design provedený kvalitně, dochází ke zlepšení výsledků učení (Criollo-C et al., 2024;

Johnson-Glenberg et al., 2016; Lampropoulos & Kinshuk, 2024; Wong et al., 2024; Zhang & Yu, 2025).

Zkušenost autora studie se zde s teoretickými závěry zásadně shoduje. Gamifikace představuje nástroj pro plnění konkrétních vzdělávacích cílů, nikoli cíl sám o sobě. Specificky bychom rádi upozornili na existenci limitů, které z naší studie nejsou tak patrné – je nezbytné specificky senzitivně přistupovat k osobám s různými formami tělesného či mentálního znevýhodnění nebo s poruchami pozornosti, úzkosti atp. Citlivý design, který bude pamatovat také na tyto studující, je v současné školní i univerzitní populaci zcela nezbytný.

Do úvahy je také nezbytné zařadit otázky etické v nejširším smyslu slova. Předně může být využívání těchto technologií pro část studujících diskriminační, protože je nemohou využívat z ekonomických, zdravotních nebo jiných důvodů. Součástí designu vzdělávacích aktivit by v této oblasti měla být také práce s alternativními scénáři nebo například hledání variant pro desktop či mobilní telefon. Gamifikace může být někdy v těsném dilematu s tím, co je eticky a kulturně přijatelné nebo vhodné v edukačním prostoru realizovat a vést diskusi o hodnotách vzdělávacích her je i v této oblasti nezbytné.

Limity, které jsme explicitně nezmínily, ale mohou hrát významnou roli, jsou technické aspekty řešení. Jednak v rovině škálování, ale také technické compatibility, údržby, ekonomických nákladů atp. Vývoj jednotlivých verzí zařízení pro práci s VR je rychlý a dynamický a udržovat velké množství zařízení v různých verzích může být například ve školním prostředí mimořádně nákladné a složité, stejně jako dobíjení zařízení, jejich konfigurace atp., a především kompatibilita verzí systémů a zařízení. Tato oblast může představovat významný praktický implementační limit. Užívání většího množství zařízení současně může být i prostorově náročné.

Zdá se, že otázka genderu a jeho vlivu jak na vztah ke STEM, tak na gamifikaci nebyla součástí analýzy námi identifikovaných studií, ale současně může být podstatná pro výsledný efekt vzdělávání.

5 Závěr

Předložená studie formuluje doporučení pro learning designery, kteří chtějí vytvářet vzdělávací objekty využívající gamifikační prvky v oblasti vzdělávání ve STEM oborech. S ohledem na české vzdělávací prostředí lze říci, že v českých základních a středních školách stále převládá pojetí podstatně bližší předmětnému konceptu

(Palouš, 2008) spojené s představou izolovaných vědních disciplín (Latour, 1993). Přesto se domníváme, že i v českém prostoru se bude (z mnoha důvodů) postupně rozšiřovat a uplatňovat STEM výuka. Výzkum jasně ukazuje velký edukační potenciál, pokud bude vývoj systémů spojený s kvalitním pedagogicko-psychologickým výzkumem a podporou.

Práce v tomto prostředí může podpořit méně výkonné žáky a žákyně v dané oblasti, posílit motivaci a pocit sebedůvěry při řešení úloh, působit zábavně a akcentovat pocit vyšší míry studijní autonomie a kontroly nad studiem, ale také podpořit spolupráci. Dobře provedený design příliš nezvyšuje kognitivní zátěž ani roztržistěnost pozornosti, ale vede studující k plnění konkrétních vzdělávacích cílů.

Poděkování

Studie vznikla v rámci řešení projektu Gamifikovaná vzdělávací platforma využívající 3D, XR a AI pro personalizaci a zefektivnění výuky ve STEM oborech (OP TAK CZ.01.01.01/01/24_062/0007576).

Použitá literatura

- Acavedo, P., Magana, A. J., Benes, B., & Mousas, C. (2024). A Systematic Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education: Advantages and Disadvantages on Learning and User Experience. *IEEE Access*, 12, 189359–189386. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3489233>
- Akhunova, N. K. K. (2021). Possibilities of using virtual reality technologies in education. *Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR)*, 10(3), 549–555.
- AlGerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., & Wijaya, T. T. (2023). Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics*, 12(18), 3953. <https://doi.org/10.3390/electronics12183953>.
- Allen, W. C. (2006). Overview and evolution of the ADDIE training system. *Advances in Developing Human Resources*, 8(4), 430–441. <https://doi.org/10.1177/1523422306292942>
- Araiza-Alba, P., Keane, T., Therese, & Kaufman, J. (2022). Are we ready for virtual reality in K-12 classrooms? *Technology, Pedagogy and Education*, 31(4), 471–491. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2022.2033307>
- Băluțoiu, M. A., Morar, A., Moldoveanu, A., Grădinaru, A., Asavei, V., Anghel, M., & Lambru, C. (2025). TeachAR—An Interactive AR-Based Learning Platform. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3604765>.
- Beheshti, M., Shah, S. A., Zhang, H., Barnett, M., & Hira, A. (2024). Affordances of Technology for Sustainability-Oriented K–12 Informal Engineering Education. *Sustainability*, 16(16), 6719. <https://doi.org/10.3390/su16166719>.
- Buragohain, D., Chaudhary, S., Punpeng, G., Sharma, A., Am-In, N., & WuttisittikulKij, L. (2023). Analyzing the Impact and Prospects of Metaverse in Learning Environments Through Systematic and Case Study Research. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3340734>.

- Criollo-C, S., Cerezo Uzcátegui, J. E., Guerrero-Arias, A., Dwinggo Samala, A., Rawas, S., & Luján-Mora, S. (2024). Analysis of the Mental Workload Associated With the Use of Virtual Reality Technology as Support in the Higher Educational Model. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3445301>.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining „gamification“. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 75–88. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.75>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Fudholi, D. H., Kurniawan, R., Jalaputra, D. P. E., & Muhimmah, I. (2020). Development of virtual reality applications with the ADDIE model for prospective educators of children with autism. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(4), 672–681. <https://doi.org/10.29207/resti.v4i4.2092>
- Gonnermann-Müller, J., & Krüger, J. M. (2025). Unlocking Augmented Reality Learning Design Based on Evidence From Empirical Cognitive Load Studies—A Systematic Literature Review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(1), e13095. <https://doi.org/10.1111/jcal.13095>
- Chandramouli, M., Zafar, A., & Williams, A. (2025). A Detailed Review of the Design and Evaluation of XR Applications in STEM Education and Training. *Electronics*, 14(19), 3818. <https://doi.org/10.3390/electronics14193818>.
- Johnson, M., Schuster, M., Le, Q. V., Krikun, M., Wu, Y., Chen, Z., & Hughes, M. (2017). Google's multilingual neural machine translation system: Enabling zero-shot translation. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 5, 339–351. https://doi.org/10.1162/tacl_a_00065
- Johnson-Glenberg, M. C., Megowan-Romanowicz, C., Birchfield, D. A. S.-R., & C. (2016). Effects of embodied learning and digital platform on the retention of physics content: Centripetal force. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01819>
- Kavashev, Z. (2025). Heutagogical Design Principles for Online Learning: A Scoping Review. *American Journal of Distance Education*, 39(1), 95–112. <https://doi.org/10.1080/08923647.2024.2303355>
- Kim, T., Planey, J., & Lindgren, R. (2023). Theory-driven design in metaverse virtual reality learning environments: Two illustrative cases. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(6), 1141–1153.
- Lampropoulos, G. & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 72(3), 1691–1785. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10351-3>
- Latour, B. (1993). *We have never been modern*. Harvard University Press.
- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S. a J., & E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*, 95, 174–187.
- Mallek, F., Mazhar, T., Shah, S. F. A., Ghadi, Y. Y., & Hamam, H. (2024). A review on cultivating effective learning: Synthesizing educational theories and virtual reality for enhanced educational experiences. *PeerJ Computer Science*, e2000. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2000>.
- Mareš, J. (2013). Přehledové studie: Jejich typologie, funkce a způsob vytváření. *Pedagogická orientace*, 23(4), 427–454. <https://doi.org/10.5817/PedOr2013-4-427>

- Monk, E. F., Cantor, W., Antonucci, Y., & Park, E. E. (2025). Immersing students: The impact of virtual reality on student engagement and team dynamics in a business simulation. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 24(Article 17). <https://doi.org/10.28945/5608>.
- Palouš, R. (2008). *Heretická škola: O filosofii výchovy ve světověku a Patočkově pedagogice čili filipika proti upadlé škole*. Oikoymenh.
- Paulsen, L., Dau, S., & Davidsen, J. (2024). Designing for collaborative learning in immersive virtual reality: A systematic literature review. *Virtual Reality*, 28(1), 63. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-00975-4>
- Pellas, N., Dengel, A., & Christopoulos, A. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 748–761. <https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3019405>
- Sayary, A. M. A. E., Forawi, S. A., & Mansour, N. (2015). STEM education and problem-based learning. In *The Routledge International Handbook of Research on Teaching Thinking*. Routledge.
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3).
- Střechová, M., Černý, M., Šašinka, Č., Stachoň, Z., Šašinková, A., Holubec, F., & Švédová, H. (2025). Collaborative Immersive Virtual Environments in Geography Education on Climate Zones: A UX Case Study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 14(12), 455. <https://doi.org/10.3390/ijgi14120455>
- Šašinka, Č., Černý, M., Šašinková, A., Fořtová, N. C., Rambousek, J., Stachoň, Z., Šašinková, A., Černý, M., Košatka, D., Košatková, M., Fořtová, N. C., Johecová, K., Švedová, H., Stachoň, Z., Šašinka, Č., & Dohnálková, A. (2023). Learning and Teaching in Virtual Reality. In *Munispace – čítárna Masarykovy univerzity*. Masarykova univerzita. <https://munispace.muni.cz/library/catalog/book/2317>
- Toda, A. M., Klock, A. C. T., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I., Gasparini, I., Isotani, S., & Cristea, A. I. (2019). Analysing Gamification Elements in Educational Environments Using an Existing Gamification Taxonomy. *Smart Learning Environments*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0106-1>
- Tytler, R. (2020). STEM Education for the Twenty-First Century. In J. Anderson & Y. Li (Ed.), *Integrated Approaches to STEM Education: An International Perspective* (s. 21–43). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3
- Wong, J. Y., Azam, A. B., Cao, Q., Huang, L., Xie, Y., Winkler, I., & Cai, Y. (2024). Evaluations of Virtual and Augmented Reality Technology-Enhanced Learning for Higher Education. *Electronics*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/electronics13081549>.
- Yin, Z., & Tsai, S.-B. (2021). Research on Virtual Reality Interactive Teaching under the Environment of Big Data. *Mathematical Problems in Engineering*, Article 7980383. <https://doi.org/10.1155/2021/7980383>.
- Zeybek, N., & Saygi, E. (2024). Gamification in Education: Why, Where, When, and How?—A Systematic Review. *Games and Culture*, 19(2), 237–264. <https://doi.org/10.1177/15554120231158625>
- Zhang, Y., & Yu, Z. (2025). Turning Play into Progress: Unveiling the Effect of Gamified VR on Learning Through Meta-Analysis. *International Journal of Serious Games*, 12(3). <https://doi.org/10.17083/9a0nx770>.