

VIRTUÁLNÍ REALITA A UMĚLÁ INTELIGENCE JAKO ZÁSADNÍ FENOMÉNY ODBORNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ

Pavel Pecina¹, Peter Marinič¹

¹Mendelova univerzita, Institut celoživotního vzdělávání, Oddělení sociálních věd, Zemědělská 5/665, 613 00 Brno, Česká republika

Abstrakt

S rozvojem virtuální reality (VR) a umělé inteligence (AI) dochází k implementaci těchto fenoménů jak ve vědeckém výzkumu, tak v soukromém životě i v oblasti vzdělávání. Mnozí autoři v této souvislosti mluví o novém paradigmatu vzdělávání. Příspěvek si klade za cíl zhodnotit příležitosti a hrozby implementace těchto oblastí do odborného vzdělávání. Po vymezení řešeného tématu je pozornost zaměřena na specifika využití VR a AI v odborném vzdělávání. Následuje zhodnocení příležitostí a hrozeb těchto koncepcí v oblasti odborného vzdělávání.

Klíčová slova: virtuální realita v odborném vzdělávání, umělá inteligence v odborném vzdělávání, simulační programy v odborném vzdělávání

Abstract

VIRTUAL REALITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS PHENOMENA OF PROFESSIONAL EDUCATION

With the development of virtual reality (VR) and artificial intelligence (AI), these phenomena are being implemented both in scientific research and in private life and in the field of education. In this context, many authors talk about a new paradigm of education. The contribution aims to evaluate the opportunities and threats of the implementation of these areas in vocational education. After defining the addressed topic, attention is focused on the specifics of using VR and AI in vocational education. This is followed by an evaluation of the opportunities and threats of these concepts in the field of vocational education. In the preparation of the contribution, an analysis of available domestic and foreign sources on the issue, comparison and synthesis with the drawing of critical conclusions and opinions was used. Then modeling. The use of virtual reality in the teaching of a specific field is demonstrated on the example of a simulator for teaching a professional technical subject in the field of engineering. The main result is an evaluation of the specifics of the use of virtual reality and

artificial intelligence in vocational education at secondary schools, both in the area of teaching vocational technical subjects and in the area of teaching trade and services.

Keywords: virtual reality in vocational education, artificial intelligence in vocational education, simulation programs in vocational education

ÚVOD

V posledních deseti letech dochází k intenzivnímu pronikání elektronického vzdělávání do všech vzdělávacích oblastí. S rozvojem multimediální techniky a prostředků virtuální reality se tyto prostředky stávají dostupnější a pronikají do vzdělávacích oblastí. Vyučování a učení se tak ve stále větší míře odehrává v on-line prostoru a stává se předmětem zájmu i profesního a celoživotního vzdělávání. Na tento fakt poukazuje mnoho domácích i zahraničních autorů, kteří se zaměřují na výzkum v oblasti využití virtuální reality ve vzdělávání, Internetu věcí (IoT) a interaktivních výukových pomůcek a programů (Adamec, 2021, Bajtoš, 2020, Turek, 2014, Pecina & Hrmo, 2023, Svoboda *et al.*, 2020, Boyles, 2017, Pecina & Andriusiusas, 2023 a další). S využíváním virtuální reality ve výuce a dalšími vzdělávacími činnostmi je dnes systematicky spojována i umělá inteligence (AI). V dalším textu se zaměříme na tyto fenomény, které mají potenciál zásadním způsobem změnit pojetí odborného vzdělávání ve všech podobách a oblastech.

1. CÍLE

Cílem předložené přehledové studie je vymezit tyto konstrukty a zhodnotit přínosy a rezervy využití virtuální reality (dále VR) a umělé inteligence (dále AI) v podmínkách odborného vzdělávání.

2. TEORETICKÝ RÁMEC

Z hlediska širšího kontextu patří *virtuální realita* do rámce elektronického vzdělávání a konektivismu ve vzdělávání (Vaněček *et al.*, 2016, Zounek *et al.*, 2021). Konektivismus představuje vznik, sdílení a úpravu informací, které vznikají v digitálním prostředí. Jak poukazuje Zounek *et al.*, mnoho informací dnes vzniká právě v digitálním prostředí a velká část učení se odehrává v tomto prostoru (Svoboda *et al.*, 2020, Zounek *et al.*, 2021). Stejní autoři konstatují, že konektivismus je nové paradigma vzdělávání. Konektivismus je soudobá vzdělávací teorie, která se zaměřuje na učení lidí v digitálním věku. Podle konektivismu je učení procesem vzniku a udržování spojení mezi různými skupi-

nami lidí, sdílení nápadů a zdrojů informací a technologií. Konektivismus zdůrazňuje velký význam sítí a digitálních technologií v celém procesu učení. Další dominantou je fakt, že učení se dnes neomezuje jen na formální vzdělávací instituce a oblasti. Lidé se zcela běžně učí v neformálních a nenaplánovaných situacích, jako jsou sociální sítě, diskusní fóra a ostatní online komunitní platformy.

Virtuální realita (dále VR) představuje interaktivní trojrozměrné prostředí, které je založené na reálných základech nebo vytvořeno zcela uměle. Lochmannová upřesňuje, že máme dvě kategorie virtuální reality – projekční virtuální realita a desktop virtuální realita. Projekční virtuální realita představuje trojrozměrné virtuální modely, které jsou promítány do prostoru místnosti a lze je sledovat z různých perspektiv. Desktop virtuální realita je znázorňována na obrazovce počítače s využitím speciálních brýlí (Lochmannová, 2020). Hlavním úkolem tohoto prostředí je přiblížit toto vytvořené prostředí reálné skutečnosti tak, jak ho vnímají smysly člověka. V současné době se virtuální realita využívá jak ve výzkumných a vývojových pracovištích, tak v zábavním průmyslu a ve vzdělávání. Známe programy pro potřeby virtuální výuky ve zdravotnictví, architektuře, armádě, stavebnictví, strojírenství a gastronomii (<https://vyuka.o2chyt-raskola.cz/clanek/51/virtualni-realita-vr-ve-vzdelavani/10712>). Do virtuální reality ve vzdělávání v našem širším pojetí řadíme následující nástroje a prostředky, které jsou produktem virtuální reality:

- Interaktivní pomůcky, které využívají dynamického obrazu, zvuku a animačních prvků (např. titulky, popisky apod.). Např. výukové animace, simulace apod.
- Využití 3D technologie a 4D technologie ve vzdělávání s využití speciálních brýlí a dalších prostředků, pomocí kterých se osoby přenesou do virtuální reality.
- Virtuální výukové nástroje (Virtuální zedník, virtuální automechanik, simulátor vaření, simulátor v chirurgii).
- Prostředky rozšířené reality, kdy se kombinují existující prvky a objekty s novou realitou (např. virtuálně vytvořený objekt zasazený do existujícího prostředí, virtuální prvky v mapových podkladech, které se promítají v dopravních prostředcích, např. na sklo vozidla apod.).

Jak je patrné, virtuální realita představuje velmi rozmanitou a relativně novou dimenzi edukační reality, která využívá všech vizualizačních prvků, které zapojují všechny smysly (zrak, sluch, hmat, čich, pohyb, dotyk). Virtuální realita a další prostředky informačních technologií tak vnesly do edukace tzv. mediální názornost, což je další a pokročilý stupeň názornosti (Vaněček, 2008, Vaněček, 2011). V dnešní době tyto systémy běžně používají náhlavní soupravy, které umožňují lidem dívat se a pohybovat se v kompletně virtuálním světě. Existují i zařízení, která umožňují dotykovou odezvu.

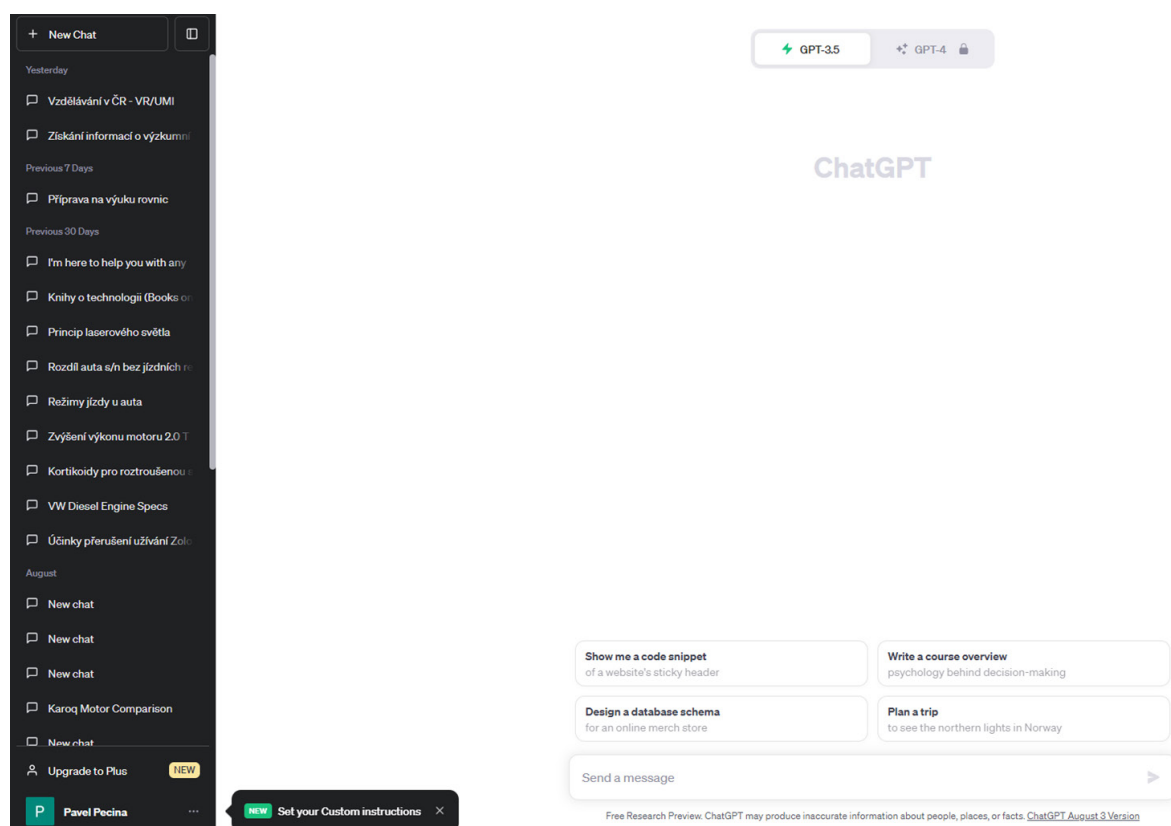
Z pohledu technologie výuky možnosti využití virtuální reality ve vzdělávání výstižně shrnuje Lorenzová (2020). Uvádí, že lze využívat virtuální simulace, virtuální hry, zážitkové učení ve virtuálních prostorech, 3D modely ve výuce, virtuální učebny a třídy, virtuální laboratoře, vzdálené laboratoře a virtuální asistenty (Lorenzová, 2020, s. 140–142). V podmínkách České republiky existují celé vzdělávací obory, které jsou realizovány on-line formou a s využitím virtuální reality. Příkladem je obor „Design informačních služeb“ na filosofické fakultě Masarykovy univerzity v Brně.

Umělá inteligence (Artificial Intelligence, ve zkratce AI) je vymezována jako celý obor informatiky, který

se zabývá vývojem systémů, které řeší různorodé úlohy (výpočty, klasifikace, rozpoznávání, zpracování textu apod.). Podle jiné definice se jedná o schopnosti počítačových systémů napodobovat lidské kognitivní funkce, jako je učení a řešení problémových úloh. Do umělé inteligence zahrnujeme expertní systémy, chatboty, osobní asistenty i strojové učení. (<https://azure.microsoft.com/cs-cz/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-artificial-intelligence/#how>). V oblasti vzdělávání a výuky lze využít jazykové modely (chatboty) i systémy, které umí generovat obrázky, komunikovat a řešit další úlohy. V době psaní této studie (září 2023) existuje aktuální verze jazykového modelu od Open AI Chat GPT 4. V prosinci roku 2023 je očekávána verze 5. Na obrázku 1 vidíme prostředí relativně oblíbeného chatbota verze 3.5., který je k dispozici zdarma. Verze 4 je aktuálně za poplatek 20 dolarů měsíčně.

2.1 Výzkumy využití virtuální reality a umělé inteligence ve vzdělávání

Umělá inteligence je bezesporu nadoborové téma, které ovlivňuje všechny oblasti a obory. Na její dynamický vývoj je třeba pružně reagovat



Obrázek 1: Prostředí chatbota GPT 3.5

Zdroj: <https://chat.openai.com/>

a zabývat se potenciálem jejího využití v oblasti pedagogiky. K problematice umělé inteligence existuje mnoho zahraničních i domácích studií, které se však zaměřují zejména na technickou stránku tohoto fenoménu. Objevují se však již i články, studie a vzdělávací kurzy, které se zaměřují na využití umělé inteligence ve vzdělávání (<https://chatify.cz/blog/moznosti-vyuziti-umele-inteligence-ve-vzdelavani>).

Výzkumy elektronického vzdělávání mají bohatou tradici zejména v USA a západní Evropě. Jak jsme uvedli na jiném místě, výzkumy v této oblasti zaznamenáváme i v afrických zemích a Asii (Pecina & Hrmo, 2023). Mezi zahraniční autory, kteří se zabývali virtuální realitou ve vzdělávání, patří například Bailenson (2018), profesor na Stanfordově univerzitě a zakladatel Virtual Human Interaction Lab, který se zaměřuje na výzkum interakce člověka s virtuálními prostředími. Dalšími autory prací v této oblasti jsou Eck (2018), Young (2017) a Dede (2009). Eck se zabývá vývojem výukových her a simulátorů pro potřeby výuky. Young z University of Connecticut se zabývá využitím virtuální reality ve výuce chemie. Dede z Harvard University se specializuje na využití technologií pro vzdělávání a učení v digitálním věku (Dede, 2009). K problematice AI ve vzdělávání existuje velké množství časopiseckých studií v mnoha zemích světa (např. Roll & Wylie, 2016; Chen *et al.*, 2020; Ouyang & Jiao, 2021; Chen *et al.*, 2022 a další).

V podmínkách odborného technického vzdělávání se na tuto oblast zaměřují zahraniční práce Dobrego *et al.*, (2020), Lidermana *et al.*, (2013) a Tiwariho *et al.*, (2019). Práce zmiňovaných autorů se zabývají využitím virtuální reality v inženýrském vzdělávání, ve výcviku a ve výrobě (Dobre *et al.*, 2020; Liderman *et al.*, 2013).

V podmínkách České republiky se touto oblastí zabývají zejména odborníci na vysokých školách technického směru. Problematikou umělé inteligence se zabývá prof. Vladimír Mařík (Mařík, 2013). V oblasti využití virtuální reality a umělé inteligence ve vzdělávání máme v podmínkách České republiky relativně mnoho článků, webinářů, kurzů a graduačních prací. Příkladem graduační práce na toto téma je bakalářská práce Evy Kubové (Kubová, 2021). Autorka se v práci zabývá didaktickými aspekty využití virtuální reality ve výuce, jejími výhodami a rezervami i výzkumem virtuální reality ve výuce v podmínkách střední odborné školy (Kubová, 2021). Umělou inteligenci ve vzdělávání se ve své graduační práci zabývá např. Vítězslav Rathouz, který svou pozornost zaměřil na modelování studentů, počítačové zpra-

cování přirozeného jazyka a dialog, pedagogické agenty a zpětnou vazbu v inteligentních výukových systémech. (Rathouz, 2017). Další výzkumy využití virtuální reality v odborném vzdělávání jsou zaměřeny zejména na využití interaktivních výukových programů. Jak poukazují mnozí autoři, velký potenciál pro využití virtuální reality mají všechny oblasti odborného technického vzdělávání (Vaněček, 2016; Dostál *et al.*, 2017).

Z dříve uvedeného je patrné, že virtuální realita ve vzdělávání je žádoucím způsobem syntetizována s didaktickými hrami v podmínkách elektronického vzdělávání. Didaktické hry jsou žádaným motivačním nástrojem a prostředkem zapojení žáků do výuky. Pokud se didaktická hra lokalizuje do uměle vytvořeného trojrozměrného prostředí, je to ideální propojení virtuální reality s motivačními a aktivizačními procesy ve výchově a vzdělávání.

2.2 Vztah virtuální reality a umělé inteligence ve vzdělávání

Virtuální realita v podobě vzdělávacího programu může a nemusí být navázána na umělou inteligenci. V případě, že není navázána na umělou inteligenci, subjekt učení nedostává od programu zpětnou vazbu. Jak jsme uvedli dříve, tuto činnost musí udělat školitel. Pokud je vzdělávací program propojen s umělou inteligencí, všechny úkony jsou vyhodnocovány a hodnoceny. V tom případě není k této činnosti školitele třeba. Odborníci však poukazují na to, že v tomto případě se umělá inteligence musí všechno naučit, což je spojeno s většími náklady na vývoj a realizaci takových virtuálních programů. (<https://www.praceamzda.cz/clanky/virtualni-realita-dalsi-trendy-ve-vzdelavani-zamestnancu>). Obecně tedy doporučujeme mít interaktivní vzdělávací programy vybavené umělou inteligencí.

2.3 Přínos a rezervy virtuální reality a umělé inteligence ve vzdělávání

Virtuální realita představuje bezesporu novou dimenzi vzdělávací reality, která má své výhody i rezervy. V České republice na výhody výuky a výcviku s využitím VR poukázal Výzkumný ústav bezpečnosti práce, který poukazuje na aktivizaci účastníků vzdělávání zcela přirozeně v bezpečném prostředí a velmi realisticky (<https://vubp.cz/>). Dalšími výhodami je levný provoz a maximální názornost výuky.

Hlavní výhody využití VR ve vzdělávání proto lze shrnout do následujících argumentů:

- Bezpečnost. Ve virtuální realitě nám nehrozí žádný pracovní úraz. Lze vyzkoušet nebezpečné

a riskantní úkony a činnosti bez ohrožení zdraví a života svého i spolupracovníků. Nejsou zde ani finanční rizika spojená s poškozením drahého vybavení a pomůcek.

- Maximální názornost. Ve virtuální realitě lze zapojit všechny smysly, ukázat věci a děje doslova ze všech úhlů pohledu a v různých situacích a nastaveních.
- Měřitelný progres ve vzdělávání. Virtuální realita umožňuje efektivnější osvojování intelektových i psychomotorických dovedností.
- Využití prvků gamifikace. Simulační a interaktivní programy jsou zároveň počítačovými hrami a využívají tedy výhod didaktických her v elektronickém prostředí. Tedy hlavně zábavnou činnost ve výuce, jejíž součástí je učení.
- Ekonomičnost. Ve virtuální realitě nepotřebujeme drahý spotřební materiál ani nákup drahých pomůcek a příslušenství. Lze namítnout, že interaktivní vzdělávací programy jsou samy o sobě drahé. To je pravda, avšak pokud si je vzdělávací instituce pořídí, není nutné dokupovat žádné další příslušenství. Vše se děje ve virtuálním prostoru. (<https://vyuka.o2chytraskola.cz/clanek/51/virtualni-realita-vr-ve-vzdelavani/10712>)

Jako každá technologie a vzdělávací koncepce má i VR své rezervy. Hlavní rezervou je fakt, že se jedná právě o virtuální realitu odtrženou od skutečné reality. Ve VR nelze bezproblémově simulovat některé faktory, např. vliv opotřebení nástrojů na práci, měnící se podmínky při různých teplotách, okolních vlivech apod. Při chybě nedochází k úrazům ani materiálním škodám na vybavení. Prostě se jen „resetuje simulátor“ a můžeme pracovat dál (<https://www.praceamzda.cz/clanky/virtualni-realita-dalsi-trendy-ve-vzdelavani-zamestnancu>). Rezervy využití VR ve vzdělávání lze sledovat v následujícím:

- Virtuální realita je vlastně názorným předstupně odborné přípravy pro reálný výkon dané činnosti. Je stále jen „věrnou náhradou reality“ za cílem efektivnější a ekonomičtější odborné přípravy na výkon dané odbornosti.
- VR nevyřeší vše, je to simulace činností a úkonů. Reálný svět vypadá jinak a může se chovat také jinak. Vždy jsou situace a okolnosti, které nelze simulovat a předstírat.
- Pokud není VR navázána na umělou inteligenci, nedojde k automatickému vyhodnocení jednotlivých kroků a úkonů učícího se subjektu. V tom případě musí být k dispozici vyškolený expert (školicitel), který to udělá sám.
- Relativně vysoká cena vybavení a nutnost zaškolení pedagogického sboru.

Jak je z uvedeného patrné, výuka s využitím virtuální reality je spojována jak s názorností a bezpečnou výukou, tak s prožitkem a propojením s didaktickými hrami v on-line prostředí. Didaktické hry ve virtuální realitě jsou velmi vhodným motivačním prvkem pro zapojení žáků do výuky (Pecina, 2022).

V případě *umělé inteligence* se autoři shodují na tom, že vnáší do vzdělávání velké až revoluční změny, se kterými pedagogové musí pracovat a využívat jejich kladný potenciál (<https://chatify.cz/blog/moznosti-vyuziti-umele-inteligence-ve-vzdelavani>). Není jednoduché relativně komplexně postihnout přínosy a rezervy využití AI ve výuce, protože se tato oblast rychle mění a vyvíjí. I přesto jsme se o to pokusili. Předpokládáme, že příslušná vzdělávací instituce má k dispozici odpovídající technické vybavení. V tom případě lze shrnout přínosy AI do následujících oblastí:

- Individualizace vzdělávání. Na této přednosti se shodují domácí i zahraniční autoři. AI ve výuce umožňuje vytvořit individuální učební plány a analyzovat pokrok žáka ve výuce a reagovat na něj. Tím se stává AI osobním asistentem žáka v procesu vzdělávání. Učení se tak stává efektivnějším. (Ouyang, & Jiao, 2021, Možnosti využití umělé inteligence ve vzdělávání, 2023).
- Návrh písemných prací, rychlé a správné opravy a vyhodnocení písemných prací. Pedagogové mohou AI využívat k rychlejšímu návrhu didaktických testů a jejich opravám a vyhodnocení.
- Lepší aktivizace žáků. AI umožňuje rozmanitou kognitivní aktivizaci žáků ve výuce. Lze tak aplikovat problémové a badatelsky orientované metody ve výuce (Pecina & Marinič, 2022).
- Rychlé a efektivní vyhledávání informací. S využitím AI lze rychle vyhledávat, selektovat a kombinovat faktické informace. Je však třeba jejich verifikace.
- Náznorná výuka s propojením virtuální a rozšířené reality. O tomto benefitu jsme se zmínili již dříve.
- Příprava učitele na výuku. AI umožňuje rychlou a efektivní pomoc učitele při přípravě písemných příprav na výuku. Naše předběžné výzkumy v této oblasti potvrzují, že AI je učiteli v tomto směru stále častěji využívána.

V souvislosti s benefity AI ve výuce dále autoři zmiňují personalizaci a kolaboraci v učení, rychlý přístup k informacím, adaptivní vzdělávací programy, rozvoj dovedností budoucnosti a další pozitiva. (Možnosti využití umělé inteligence ve vzdělávání, 2023).

V mediálním prostoru i odborných komunitách jsou dále diskutovány rezervy AI ve vzdělávání

i v jiných oblastech. Hlavní premisy této oblasti lze shrnout do následujících oblastí:

- Téměř neodhalitelné plagiátorství. AI generuje originální texty a na stejný dotaz opakovaně vygeneruje různá řešení. Pokud ji zadáme podrobné zadání i s požadavky na rozsah, dostaneme materiál, který je téměř neodhalitelný.
- Rychlé řešení rozmanitých úloh v rámci elektronického podvádění. S využitím smartphonů, tabletů i chytrých hodinek se elektronické podvádění stává relativně snadné.
- Rychlá tvorba a šíření dezinformací ve všech oblastech.
- Určitá chybovost a jazykové rezervy (GPT 3.5). AI v určitých situacích vymýšlí neexistující informace nebo správně nepochopí otázku (autoři tuto nevýhodu nazývají jako halucinace).
- Negativní dopad na lidské znalosti a schopnosti. Pocit marnosti a nepotřebnosti oproti schopnostem AI. Pokud je AI v procesu vzdělávání využívána nevhodně, nedochází k rozvoji odpovídajících schopností a znalostí. Nelze s ní pracovat tak, že udělá za žáka a člověka úplně všechno.
- Technologie jako náhrada člověka (odborníka, pedagoga ale i pracovníka v mnoha jiných oblastech).
- Kybernetické hrozby všeho druhu. (Mašek, 2023, Pecina, 2023)

Z výše uvedené je zřejmé, že potenciál využití AI ve vzdělávání je velký. S ohledem na rizika je však třeba rozvíjet relativně novou oblast pedagogiky a didaktik a to je právě využití AI ve vzdělávání. I když k danému tématu existuje mnoho článků a pojednání, systematické prameny jako odborné knihy a učební materiály jsou v této oblasti zatím na začátku svého vývoje.

3. DISKUZE

Virtuální realita a umělá inteligence jsou tak významné fenomény, že výrazným způsobem mění a ovlivňují podobu vzdělávání ve všech oblastech. Autoři z celého světa se snaží postihnout jak jejich kladný potenciál, tak jejich potenciální rizika a hrozby. Efektivní vzdělávací strategie předpokládají kombinaci tradičních metod, forem a prostředků i zapojení virtuální a rozšířené reality a umělé inteligence (Svoboda *et al.*, 2020; Pecina & Andriusius, 2023). Eliminovat je třeba dříve zmíněné rezervy virtuální reality i umělé inteligence ve vzdělávání. V této oblasti máme mnoho otazníků a výzkumných výzev. Až dlouhodobější aplikace ve vzdělávání a odpovídající pedagogické výzkumy napoví, které postuláty a předpoklady budou potvrzeny.

ZÁVĚR

Potenciál využití virtuální reality a AI ve vzdělávání se velice rychle rozšiřuje. Jak je patrné, vnáší tyto oblasti do výuky maximální názornost, dynamiku, silný prožitek i snazší cestu k pochopení relativně složitých jevů, procesů a systémů. Je však třeba mít na paměti i rezervy a nedostatky tohoto fenoménu, což je zejména fakt, že se jedná o uměle vytvořené prostředí, které není reálné a některé věci nemůže napodobit ani demonstrovat. V dalším vývoji lze očekávat širší implementaci VR do vzdělávání všech oborů, tedy i technických. Další generace přístrojů a vybavení poskytnou dokonalejší prožitek a širší možnosti. Odborníci v této souvislosti hovoří o trávení více času ve virtuálních světech (Učitelův průvodce virtuální realitou.). Bude třeba provést revizi systému didaktiky odborného vzdělávání ve vztahu k tomuto fenoménu, protože zřejmě vzniká nové paradigma odborného technického vzdělávání.

V naší přehledové studii jsme se pokusili zhodnotit přínosy a rezervy virtuální reality a umělé inteligence v odborném vzdělávání. Věříme, že se nám to aktuálně podařilo, i když se jedná o oblast velmi dynamickou. V další práci máme ambici realizovat výzkum, ve kterém budeme zjišťovat, v jakém rozsahu a jak se využívá virtuální realita a umělá inteligence ve vybraných oborech v odborném vzdělávání na středních školách v České republice a na Slovensku.

LITERATURA

- Adamec, P. (2021). The Importance of ICT Competencies Development Within the Pregradual Education of Future Teachers in the Current Situation Context. In J. Veteška (ed.), *Vzdělávání dospělých 2020 - reflexe, realita a potenciál virtuálního světa: sborník z 10. mezinárodní virtuální vědecké konference* (s. 23–30). Česká andragogická společnost, dostupné z: https://kamv.cz/public/storage/downloads/konf-2020/sbornik_VD2020.pdf

- Bailenson, J. N. (2018). *Experience on Demand: What Virtual Reality is, how it Works, and what it can do*. WW Norton & Company.
- Bajtoš, J. (2020). *Didaktika vysokej školy*. Bratislava: Wolters Kluwer SR s.r.o.
- Boyles, B. (2017). Virtual Reality and Augmented Reality in Education. Dostupné z: https://www.westpoint.edu/sites/default/files/inline-images/centers_research/center_for_teching_excellence/PDFs/mtp_project_papers/Boyles_17.pdf
- Co je umělá inteligence?. Dostupné z: <https://azure.microsoft.com/cs-cz/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-artificial-intelligence/#how>
- Co je umělá inteligence a jak ji využíváme?. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20200827STO85804/umela-inteligence-define-a-vyuziti>
- Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 323(5910), 66–69.
- Dede, C., Ketelhut, D. J., Clarke, J., Nelson, B., & Bowman, C. (2005). Students' Motivation and Learning of Science in a Multi-user Virtual Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 32(3), 265–293.
- Dobre, C., Essaaidi, M., & García-Alonso, J. et al. (2020) *Augmented and Virtual Reality in Education and Training*. Springer International Publishing (eBook)
- Dostál, J. et al. (2017). *Technické vzdělávání na základních školách v kontextu společenských a technologických změn*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- EDUin.(2023). *Umělá inteligence vstupuje do škol. Jak využít její potenciál?*. Dostupné z: <https://www.eduin.cz/clanky/umela-inteligence-vstupuje-do-skol-jak-vyuzit-jeji-potencial/>
- Chatbot GPT 4. Dostupné z: <https://chat.openai.com/chat>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two Decades of Artificial Intelligence in Education: Contributors, Collaborations, Research Topics, Challenges, and Future Directions. *Educational Technology & Society*, 25 (1), 28-47.
- Chmelík, J., & Hnízdil, M. (2016). Využití virtuální reality v ekonomickém vzdělávání. In *Proceedings of the 2016 Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 53–58).
- Jak lze do vzdělávání začlenit umělou inteligenci?. Dostupné z: <https://www.schooleducationgateway.eu/cz/pub/resources/tutorials/ai-in-education-tutorial.htm>
- Kubová, E. (2021). *Virtuální realita ve vzdělávání*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/46462/kubov%20a1_2021_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lindeman, R. W., Duchowski, A., & Bowman, D. A. et al. (2013). *Virtual Reality in Engineering Education: VREE 2013. Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing.
- Lochamnnová, A. (2020). *Adaptace a vzdělávání pracovníků v prostředí výrobních podniků – nové trendy*. Dostupné z: <https://doi.org/10.24132/PI.2020.09693.110-137>
- Mařík, V. (2013). *Umělá inteligence (6)*. Praha: Academia
- Mašek, J. (2023). *5 největších rizik generativní AI*. Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/23482/5-NEJVETSICH-RIZIK-GENERATIVNI-AI.html?nahled=>
- Možnosti využití umělé inteligence ve vzdělávání (2023)*. Dostupné z: <https://chatify.cz/blog/moznosti-vyuziti-umele-inteligence-ve-vzdelavani>
- Ouyang, F., & Jiao P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. In *Computers and Education: Artificial Intelligence 2* (2021) 100020. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/journal/computers-and-education-artificial-intelligence>
- Pecina, P. & Marinič, P. (2022). Teacher's competence for problem-based and research-oriented teaching of vocational subjects in the conditions of digital education and connectivism. In Petr Adamec, Michal Šimáně, Martina Miškelová (Eds.). *TRENDS AND COMPETENCIES IN VOCATIONAL EDUCATION*. London: Sciemcee Publishing is part of SCIEEMCEE, s. 163–182, 19 s.
- Pecina, P. (2022). *Didaktika odborných předmětů a praktického vyučování - cvičení II*. Výuková opora. Brno: MU
- Pecina, P. (2023). *Didaktika odborných předmětů a praktického vyučování - cvičení IV*. Výuková opora. Brno: MU
- Pecina & Hrmo. (2023). *Problematika učebních pomůcek a výukových materiálů v odborném vzdělávání na středních školách*. Dubnica nad Váhom: Vyská škola DTI (publikace v tisku)
- Pecina, P. & Andriusianas, J. (2023). Virtual Reality as a New Paradigm of Technical Education. *Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research*, volume 13, issue 01. <https://doi.org/10.33543/1301>
- Rathouz, V. (2017). *Vybrané kapitoly z umělé inteligence ve vzdělávání*. Brno: Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/s1taq/DP_Rathouz.pdf
- Roll, I. & Wylie, R. (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. *Int J Artif Intell Educ* 26, 582–599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>

- Sam Kavanagh, Andrew Luxton-Reilly, Burkhard Wuensche, Beryl Plimmer (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119
- Svoboda, P. et al. (2020). *Digitální kompetence učitelů středních odborných škol jako výzva současného vzdělávání*. Brno: Paido
- Tiwari, M. K., García Zubía, J., & Holst, S. et al. (2018). *Virtual Reality and the Built Environment*. Springer International Publishing, 160 p.
- Turek, I.(2014). *Didaktika*. Praha: Wolters Kluwer
- Učitelův průvodce virtuální realitou. Dostupné z: <https://vupi.cz/aktuality/uciteluv-pruvodce-virtualni-realitou/>
- Umělá inteligence ve školství a v práci učitele (2019). Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/22033/UMELA-INTELIGENCE-VE-SKOLSTVI-A-V-PRACI-UCITELE.html?nahled=>
- Van Eck, R. (2006). Digital Game-based Learning: It's not Just the Digital Natives Who are Restless. *EDUCAUSE review*, 41(2), 16–30.
- Van Eck, R., & Hung, W. (2018). VR and AR in Education: A Brief Review of the Research. In *Virtual and Augmented Reality in Education*, 1–19.
- Vaněček, D. (2008). *Informační a komunikační technologie ve vzdělávání*. Praha: České vysoké učení technické v Praze.
- Vaněček, D. (2011). *Elektronické vzdělávání*. Praha: České vysoké učení technické v Praze.
- Vaněček, D. et al., (2016). *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: ČVUT
- Virtuální realita (VR) ve vzdělávání. Dostupné z: <https://vyuka.o2chytraskola.cz/clanek/51/virtualni-realita-vr-ve-vzdelavani/10712>
- Virtuální realita a další trendy ve vzdělávání zaměstnanců. Dostupné z: <https://www.praceamzda.cz/clanky/virtualni-realita-dalsi-trendy-ve-vzdelavani-zamestnancu>
- Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i. Dostupné z: <https://vubp.cz/>
- Young, M. R., & Sacher, J. A. (2017). Virtual reality and simulations in chemistry education: Beyond the flatlands of paper. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1355–1360.
- L. Chen, P. Chen and Z. Lin (2020) „Artificial Intelligence in Education: A Review“. *IEEE Access*, vol. 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>.
- Zounek, J. et al. (2021). *E- learning. Učení (se) s digitálními technologiemi*. Praha: Wolters Kluwer ČR.

Kontakt

Doc. Mgr. Pavel Pecina, Ph.D.: pavel.pecina@mendelu.cz

Ing. Peter Marinič, Ph.D.: peter.marinic@mendelu.cz