

---

## Význam rozšírenej reality a vybraných vizualizačných nástrojov v IT vzdelávaní

### The Purpose of Augmented Reality and Chosen Visualization Tools in IT Education

Zsolt Simonka<sup>1</sup>, Veronika Horniaková<sup>2</sup>, František Slaninka<sup>3</sup>

#### Abstrakt

Príspevok je venovaný rozšírenej realite (RR) ako modernému a efektívnemu prvku digitalizácie v súčasnosti. Poskytuje prehľad možností využitia rozšírenej reality vo vzdelávaní a analyzuje potenciálne výhody tejto technológie v IT vzdelávaní. Ďalej uvádza niekoľko nástrojov a platforiem, ktoré v interakcii s virtuálnymi objektami rozširujú škálu ich aplikačných možností, napr. takto prispôbené technológie môžu učitelia využiť na tvorbu interaktívnych RR učebných materiálov. Článok tým poukazuje na integráciu rozšírenej reality ako obohacujúceho prvku ich funkcionality. Okrem toho popisuje globálny trh s rozšírenou realitou a virtuálnou realitou, jeho súčasný stav a predpokladaný rast v nadchádzajúcich rokoch, pričom zdôrazňuje využitie RR v sektore zdravotnej starostlivosti a ďalších odvetviach priemyslu. Text taktiež identifikuje kľúčové faktory, ktoré budú riadiť rast trhu s VR a RR, ako sú napr. rastúca digitalizácia, lepšia dostupnosť cenovo dostupných zariadení a zvyšujúce sa používanie spotrebnej elektroniky. Článok akcentuje význam a rozmanité možnosti využitia rozšírenej reality vo vzdelávaní a poukazuje na trhový potenciál tejto technológie v budúcnosti.

#### Kľúčové slová

virtuálna realita, rozšírená realita, digitalizácia, IT vzdelávanie, trh s VR a RR

#### Abstract

The article is dedicated to augmented reality (AR) as a modern and efficient element of current digitalization. It provides an overview of the possibilities of using augmented reality in education and analyzes the potential benefits of this technology in IT education. Furthermore, it introduces several tools and platforms that, in interaction with virtual objects, expand the range of their application possibilities. For example, teachers can use such adapted technologies to create interactive AR learning materials. The article highlights the integration of augmented reality as an enriching element of its functionality. In addition, it describes the global market for augmented reality and virtual reality (VR), its current state, and the anticipated growth in the coming years, emphasizing the use of AR in the healthcare sector and other industrial sectors. The text also identifies key factors that will drive the growth of the VR and AR market, such as increasing digitalization, better availability of affordable devices, and the growing use of consumer electronics. The article emphasizes the importance and diverse possibilities of

---

<sup>1</sup> Ekonomická univerzita, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra matematiky a aktuárstva, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, zsolt.simonka@euba.sk.

<sup>2</sup> Ekonomická univerzita, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, veronika.horniakova@euba.sk.

<sup>3</sup> Ekonomická univerzita, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra matematiky a aktuárstva, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, frantisek.slaninka@euba.sk.

---

using augmented reality in education and highlights the market potential of this technology in the future

**Key words**

virtual reality, augmented reality, digitization, IT education, market with VR and AR

**JEL classification**

M15, O33

**1 Úvod**

Rozšírená realita je technológia, ktorá integruje digitálne prvky do skutočného sveta, čím obohacuje vnímanie skutočnosti používateľa. V tomto kontexte vidí používateľ okolitý svet, ktorý je doplnený o virtuálne objekty alebo informácie. RR nachádza uplatnenie v rôznych sektoroch, vrátane priemyslu, vzdelávania a navigačných systémov.

Technológia RR môže fungovať na rôznych zariadeniach. Najjednoduchší spôsob implementácie je prostredníctvom bežných mobilných zariadení, ako sú smartfóny a tablety. Pre intenzívnejší zážitok môžu byť využité špecializované zariadenia, ako sú:

- nositeľné okuliare s funkciami rozšírenej reality;
- holografické displeje;
- inteligentné zrkadlá;
- projektory a ďalšie.

Interakcia s virtuálnymi objektami je možná prostredníctvom rôznych metód, vrátane gest, dotyku alebo hlasových príkazov. Táto flexibilita umožňuje širokú škálu aplikačných možností a prispôsobenie technológie konkrétnym potrebám používateľa (Chandrasekera & Yoon, 2018).

**2 Rozšírená realita v IT vzdelávaní**

Rozšírená realita predstavuje v IT vzdelávaní významný nástroj s potenciálom obohatiť učebný proces pre študentov aj učiteľov.

Výber možností využitia RR v IT vzdelávaní

- *Vizuálna prezentácia:* RR umožňuje študentom lepšie chápať abstraktnejšie koncepty, ako sú algoritmy, sieťové protokoly alebo dátové štruktúry. Tieto koncepty môžu byť vizualizované a interaktívne skúmané.
- *Simulácie a laboratórne experimenty:* Prostredníctvom RR môžu študenti v bezpečnom a interaktívnom prostredí experimentovať s rôznymi scenármi v IT, od sieťových konfigurácií až po testovanie bezpečnostných zraniteľností.
- *Prostredie pre kolektívnu spoluprácu:* RR poskytuje platformu, kde študenti a učitelia môžu spolupracovať na rôznych IT projektoch. Virtuálne pracovné skupiny umožňujú efektívnu komunikáciu a spoločné riešenie problémov.
- *Zobrazenie dát a analýza:* RR môže študentom vizuálne zobrazit' a analyzovať rôzne typy IT dát, či už ide o dáta z počítačových sietí, výkonnosti systémov alebo big data. Táto možnosť vizualizácie prispieva k lepšiemu porozumeniu dátových vzorov a trendov.
- *Virtuálne exkurzie a terénne skúmania:* RR môže študentom umožniť virtuálne navštíviť rôzne IT zariadenia, ako sú dátové centrá, serverovne alebo vývojové laboratóriá. Taktiež môžu využiť RR na terénne skúmanie významných miest a technologických inovácií v oblasti IT.

Uvedený zoznam aplikácií RR v IT vzdelávaní je relatívne krátky, naznačuje široké spektrum možností a potenciál v prispôbení sa špecifickým edukačným potrebám v technologicky orientovanom prostredí.

### 3 Aplikácia rozšírenej reality vo vyučovaní informačných technológií

Rozšírená realita v kontexte vyučovania informačných technológií (IT) predstavuje inovatívny prístup, ktorý môže obohatiť vzdelávací proces o interaktívne a vizuálne prvky.

Tento moderný pedagogický nástroj nachádza uplatnenie v nasledujúcich oblastiach:

- *Vizualizácia abstraktných konceptov a komplexných procesov:* Študenti majú možnosť interagovať s virtuálnymi modelmi, ktoré reprezentujú počítačové siete, databázové štruktúry, algoritmy, alebo architektúry softvérových systémov.<sup>4</sup>
- *Simulácia reálnych IT scenárov a prostredí:* Študenti môžu experimentovať s nastavením a konfiguráciou sieťových zariadení, riešiť problémy v rámci virtuálneho serverového prostredia, alebo programovať virtuálneho robota. Tieto simulácie poskytujú príležitosť prakticky sa angažovať a získať skúsenosti bez potreby fyzických zariadení alebo prostredí.
- *Výučba údržby a opráv IT systémov:* Študenti môžu využiť RR zariadenia na zobrazenie virtuálnej vrstvy informácií na skutočné fyzické zariadenie. Tieto informácie môžu zahŕňať návody na opravu, schémy zapojenia, diagnostické informácie alebo iné užitočné pokyny pre údržbu a iné. (Heberlein et al., 2016)

#### 3.1 Nástroje využiteľné na vizualizáciu virtuálnych modelov počítačových sietí v kontexte rozšírenej reality

Pri zvažovaní, ktoré nástroje by boli vhodné na začlenenie do edukačného procesu s využitím rozšírenej reality v IT vzdelávaní, sme na základe vlastných pedagogických skúseností dospeli k výberu troch konkrétnych nástrojov: Packet Tracer, NetSim a GNS3. Tento výber je motivovaný ich špecifickými charakteristikami, ktoré podporujú rôzne aspekty vzdelávacieho procesu a na základe našich skúseností sú pre študentov akceptovateľnou voľbou. V podrobnejšom opise každého produktu sa zameriame na základné vlastnosti.

##### Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer je simulačný nástroj od spoločnosti Cisco, ktorý je primárne zameraný na podporu študentov v oblasti sieťových technológií (Kravec, 2020).

V kontexte rozšírenej reality by tento nástroj mohol priniesť nasledujúce inovácie:

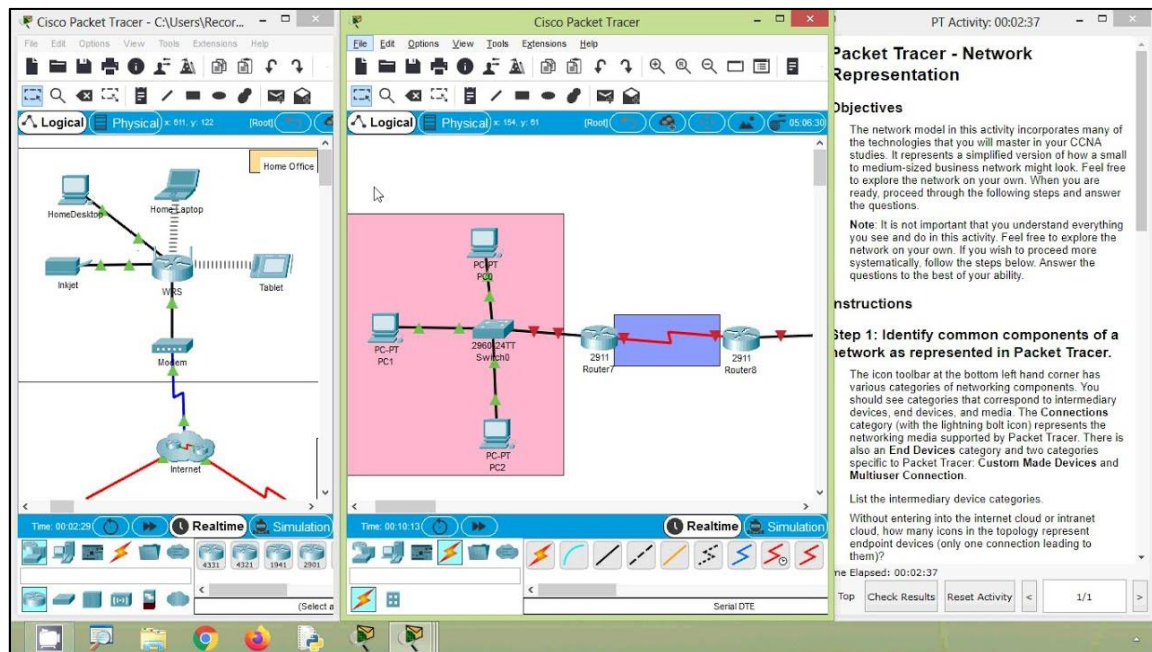
- *Interaktívna vizualizácia:* S využitím rozšírenej reality by Packet Tracer mohol poskytnúť ešte intuitívnejšie a interaktívnejšie vizualizácie počítačových sietí a sieťových zariadení.
- *Virtuálne konfiguračné prostredie:* Rozšírená realita by mohla umožniť používateľom vytvárať a konfigurovať sieťové topológie v reálnom prostredí, kde by boli vizualizované aj fyzické aspekty sieťových zariadení (obr. 1).
- *Rozšírené monitorovanie:* RR by mohla pridať novú dimenziu k monitorovaniu toku dát, umožňujúc tak používateľom sledovať sieťovú komunikáciu v reálnom čase v kontexte fyzického prostredia.
- *Podpora rôznych protokolov a technológií:* V kontexte RR by Packet Tracer mohol poskytnúť vizualizácie a simulácie rôznych sieťových protokolov a technológií, vrátane Ethernetu, WiFi a ďalších, v interaktívnom a vizuálne bohatom prostredí.

<sup>4</sup> Viac o informačných a počítačových sieťach: Schmidt, 2017.

Hlavné okno Packet Traceru by v kontexte RR mohlo zahrnúť ovládacie prvky a ikony pre pridávanie nových inštancií sieťových prvkov, ako sú smerovače a prepínače, v reálnom prostredí. Program je dostupný na oficiálnych stránkach pre platformy Windows a Linux (Ubuntu, Fedora) a je zadarmo po prihlásení do NetAcad účtu. (Barker, 2011)

Takáto integrácia rozšírenej reality by mohla značne obohatiť funkcionality Cisco Packet Traceru a poskytnúť používateľom nové možnosti pre interaktívne a efektívne vyučovanie a testovanie počítačových sietí.

Obr. 1: Cisco Packet Tracer – model siete.



Zdroj: (Barker, 2011)

### NetSim

NetSim, komerčný produkt od spoločnosti Boson Software, predstavuje významný nástroj pre profesionálnych sieťových inžinierov a študentov IT.

V kontexte RR by tento softvérový simulátor mohol priniesť nasledujúce výhody:

- *Interaktívna vizualizácia a analýza:* S integráciou rozšírenej reality by NetSim mohol poskytnúť interaktívne vizualizácie a analýzy rôznych typov počítačových sietí.
- *Virtuálne konfiguračné prostredie:* RR by mohla umožniť používateľom vytvárať, konfigurovať a testovať virtuálne siete a sieťové prvky v intuitívnom a vizuálne bohatom prostredí.
- *Podpora rôznych protokolov a technológií:* V kontexte RR by NetSim mohol poskytnúť vizualizácie a simulácie rôznych sieťových protokolov a technológií, vrátane Ethernetu, WiFi, MPLS a IPv6.
- *Simulácia a testovanie v reálnom čase:* RR by mohla umožniť používateľom sledovať v reálnom čase tok dát a správanie sietí, ktoré zahŕňajú smerovače, prepínače, uzly a rôzne sieťové aplikácie.

Takáto integrácia rozšírenej reality by mohla značne obohatiť funkcionality NetSimu a poskytnúť používateľom nové možnosti pre interaktívne a efektívne vyučovanie a testovanie počítačových sietí (Boson Software, n.d.).

### GNS3

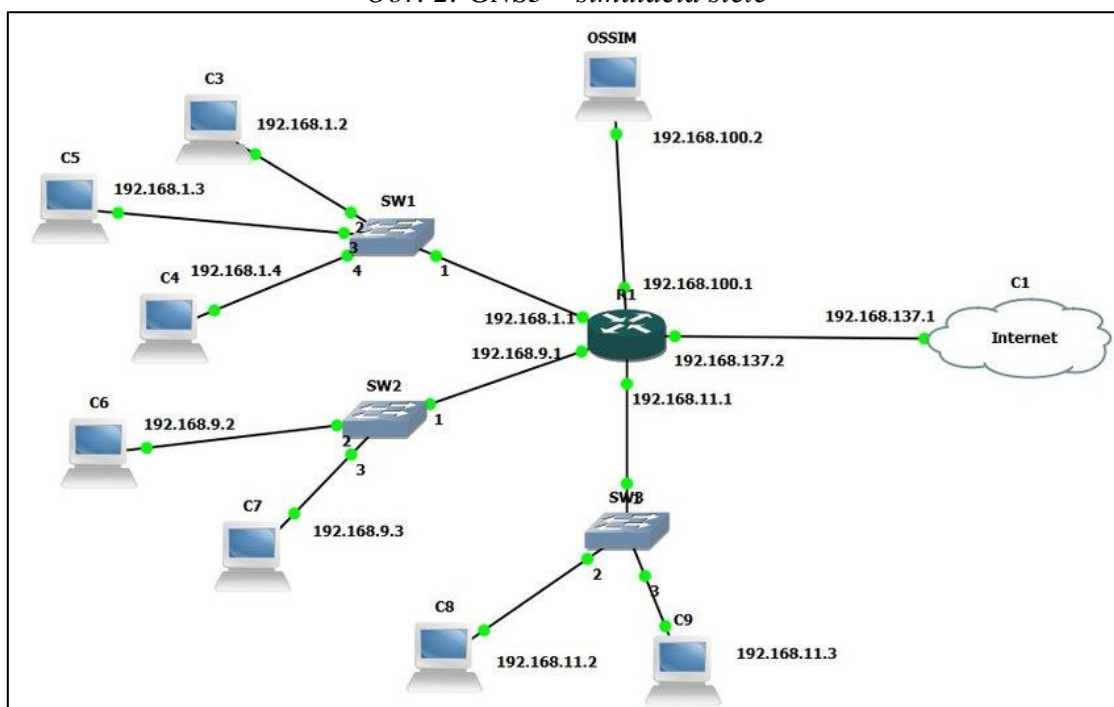
GNS3, ako open-source nástroj na vizualizáciu a simuláciu sietí, ponúka široké možnosti v oblasti sieťového inžinierstva.

V kontexte rozšírenej reality by GNS3 mohol priniesť nasledujúce inovácie:

- *Interaktívna vizualizácia:* Rozšírená realita by mohla poskytnúť používateľom GNS3 možnosť interaktívneho prehliadania a manipulácie so sieťovými topológiami v reálnom prostredí, čím by sa zvýšila úroveň zrozumiteľnosti a interaktivity.
- *Simulácia v reálnom prostredí:* S využitím RR by bolo možné integrovať reálne operačné systémy pre smerovače a prepínače do fyzického prostredia, čo by umožnilo simulovať ešte zložitejšie a realistické siete (obr. 2).
- *Komunitná podpora:* V kontexte rozšírenej reality by rozsiahla komunita okolo GNS3 mohla prispieť k vytváraniu a zdieľaniu nových RR modelov a simulácií, ktoré by mohli byť využité pre výučbu a testovanie.
- *Výučba a profesionálny rozvoj:* RR by mohla poskytnúť nové metódy a nástroje pre študentov a profesionálov v oblasti sieťového inžinierstva, vrátane systémových administrátorov a sieťových inžinierov, na lepšie pochopenie a testovanie sieťových technológií.

Takáto integrácia RR by mohla značne obohatiť funkcionality GNS3 a otvoriť nové možnosti pre interaktívne a efektívne vyučovanie a testovanie v oblasti sieťového inžinierstva.

Obr. 2: GNS3 – simulácia siete



Zdroj: Podľa (Kent, 2015)

#### 4 Vybrané nástroje na vytváranie učebných materiálov s využitím rozšírenej reality

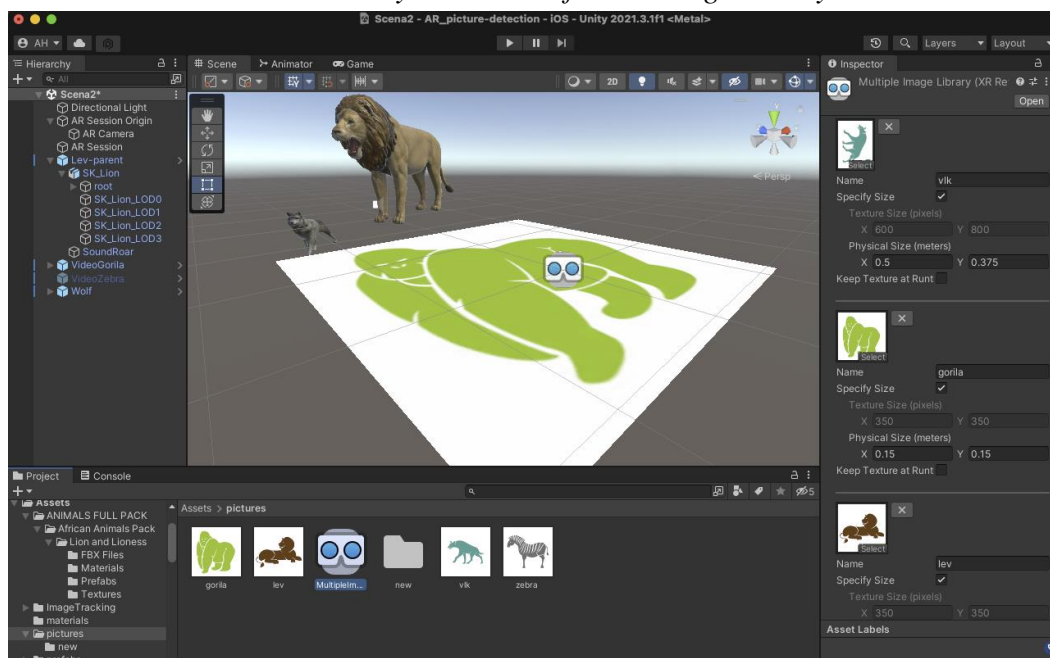
Využitie rozšírenej reality v edukácii otvára dvere pre inovatívne a interaktívne učebné metódy. Pre učiteľov, ktorí sa rozhodnú integrovať RR do svojich vyučovacích procesov, je k dispozícii množstvo nástrojov a platforiem, ktoré podporujú efektívnu a angažujúcu tvorbu RR učebných materiálov. V nasledujúcej časti sa venujeme predstaveniu vybraných nástrojov a ich

potenciálnemu využitiu v edukačných aplikáciách. Pri zvažovaní širokej škály dostupných RR nástrojov sme sa rozhodli sústrediť na štyri konkrétne aplikácie: Unity 3D, A-Frame, Blender a ZapWorks. Tento výber bol motivovaný kombináciou ich unikátnych vlastností, schopností a adaptability na edukačné potreby.

### Unity 3D

Unity 3D je integrované vývojové prostredie (IDE), ktoré je často používané v hernom priemysle a je známe svojou schopnosťou tvoriť 2D a 3D vizuálne aplikácie. Jeho hlavnou charakteristikou je multiplatformový vývoj, čo znamená, že hry a aplikácie vytvorené v Unity 3D môžu byť nasadené na rôznych operačných systémoch a herných konzolách. Vývoj v Unity 3D je založený na programovacom jazyku C#, čo umožňuje implementáciu komplexných herných mechaník a funkcií.

Obr. 3: Unity Editor – Referenc Image library



Zdroj: unity.com

Pri tvorbe 3D vizuálnych prostredí v Unity 3D (obr. 3) je častým postupom využitie shaderov na dosiahnutie realistických efektov vrátane osvetlenia a tieňovania. Toto vývojové prostredie tiež poskytuje rozsiahlu knižnicu preddefinovaných komponentov, uľahčujúc integráciu fyzikálnych, kolíznych a AI systémov do herných aplikácií (Schmalstiega & Hollerera, 2016). Ďalšou výhodou Unity 3D je schopnosť reálneho časového spolupracovať, čo umožňuje vývojárom efektívne spolupracovať pri vývoji hier a aplikácií. Jeho schopnosť tvoriť interaktívne virtuálne svety a simulácie ho robí cenným nástrojom pre tréningové programy a edukačné aplikácie (Uderbayeva & Schmidt, 2023). Navyše, Unity 3D nachádza uplatnenie aj mimo herného priemyslu, napríklad v architektúre a návrhu interiérov na vizualizáciu budúcich projektov. Pre vývojárov je k dispozícii Unity Asset Store, kde môžu nájsť rôzne herné aktíva a plugíny, čím sa zrýchli vývoj ich hier a aplikácií. Unity 3D sa tiež aktívne využíva v oblasti rozšírenej reality a virtuálnej reality na tvorbu interaktívnych RR/VR aplikácií. Jeho schopnosť generovať vysoko kvalitné grafické efekty a animácie ho robí dôležitým nástrojom v oblasti vizuálneho spracovania a filmového priemyslu.

### **A-Frame**

A-Frame, open-source framework pre vývoj aplikácií rozšírenej a virtuálnej reality, využíva znalosti z webového vývoja a umožňuje vytvárať RR zážitky s použitím HTML elementov. Svojim deklaratívnym prístupom k tvorbe scén umožňuje A-Frame jednoduchú a intuitívnu tvorbu RR scén, analogicky k tvorbe tradičných webových stránok. Krížová kompatibilita A-Frame zabezpečuje, že aplikácie vytvorené týmto nástrojom môžu byť vykonávané na rôznych zariadeniach a prehliadačoch na podporu RR. Aktívna komunita vývojárov pravidelne prispieva novými komponentami a rozšíreniami, čo umožňuje prispôsobenie RR aplikácií špecifickým potrebám a požiadavkám. A-Frame tiež podporuje integráciu 3D modelov a animácií, poskytujúc tvorcom priestor pre kreativitu a realistické vizualizácie RR. A-Frame, ako framework pre vývoj rozšírenej a virtuálnej reality, bol koncipovaný s ohľadom na maximálnu užívateľskú prívetivosť a jednoduchosť, čo predstavuje kľúčový atribút pre jeho prístupnosť pre začínajúcich vývojárov. Tento aspekt je zásadný, keďže umožňuje aj jedincom s obmedzenými skúsenosťami v oblasti RR a VR rýchlo si osvojiť základné vývojové princípy a efektívne implementovať vlastné aplikácie. Platforma poskytuje vývojárom komplexný súbor nástrojov, ktoré umožňujú tvorbu interaktívnych a vizuálne atraktívnych digitálnych zážitkov.

### **Blender**

Blender ako open-source 3D grafický program, ponúka nástroje aj v kontexte rozšírenej reality. Vývoj RR aplikácií je dôležitým vedeckým a technologickým odvetvím, ktoré má potenciál zmeniť spôsob, akým vnímame a využívame naše fyzické prostredie. Blender umožňuje precízne modelovanie materiálov a osvetlenia, čo je kľúčové pre integráciu virtuálnych objektov do reálneho prostredia. Blender ponúka robustné nástroje na modelovanie a animáciu, čo je nevyhnutné pre tvorbu digitálnych objektov v RR prostredí. Jedným z kľúčových prvkov RR je sledovanie polohy a orientácie používateľa, čo je dôležité pri vytváraní modelov, ktoré sú správne zarovnané s reálnym svetom. S jeho schopnosťou pracovať s rôznymi súradnicovými systémami a kalibrovať kamery môže byť výskum a vývoj RR aplikácií efektívnejší. Blender taktiež poskytuje možnosti pre textúrovanie a osvetlenie 3D objektov, čo je dôležité pre dosiahnutie realistickej vizuálnej integrácie virtuálnych objektov do reálneho prostredia. V rámci vedeckého výskumu v oblasti RR je kritické mať nástroj, ktorý umožňuje presné modelovanie materiálov a osvetlenia. Okrem toho má Blender silný renderovací engine, ako je Cycles, ktorý umožňuje vytvárať realistické vizualizácie, čo je nevyhnutné pre RR aplikácie. Tieto vizualizácie môžu byť použité na testovanie a vyhodnocovanie výkonnosti RR systémov a algoritmov. Vzhľadom na svoju otvorenú povahu a aktívnu komunitu ponúka Blender aj priestor na spoluprácu a zdieľanie RR projektov a skúseností. To je dôležité pre výskumníkov, ktorí chcú spolupracovať na vývoji RR technológií a aplikácií (Kent, 2015).

Blender je významným nástrojom vedeckého výskumu v oblasti rozšírenej reality, pre svoje schopnosti vytvárať 3D modely, vizualizácie a animácie, ktoré sú kľúčové pre vývoj RR aplikácií a technológií.

### **ZapWorks**

ZapWorks reprezentuje pokročilú platformu na tvorbu aplikácií rozšírenej reality, ktorá je navrhnutá tak, aby umožňovala vývojárom a výskumníkom implementáciu interaktívnych RR aplikácií a obsahu bez potreby pokročilých programovacích zručností. Platforma poskytuje širokú škálu nástrojov na tvorbu obsahu pre RR a virtuálnu realitu, ktorý môže byť nasadený na rozmanité zariadenia, vrátane mobilných telefónov a tabletov. Z hľadiska vedeckého výskumu je ZapWorks cenený pre svoju schopnosť poskytnúť rýchly a efektívny proces vývoja,

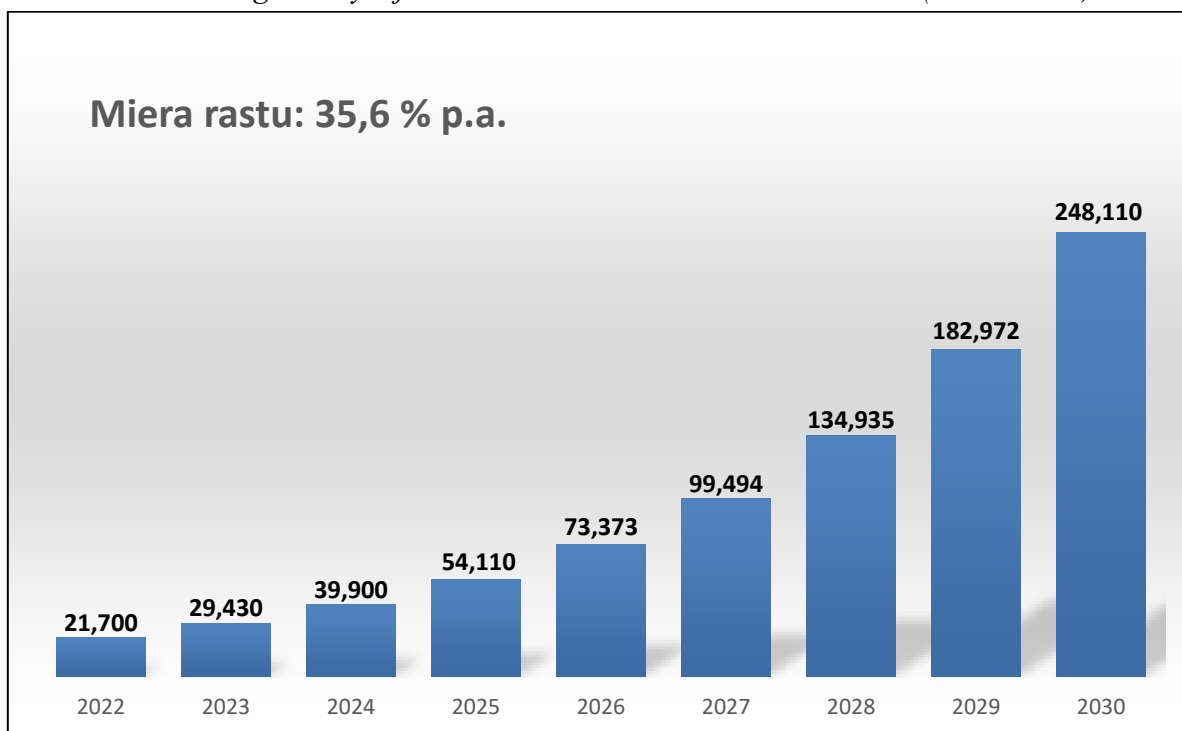
čo je zásadné pre výskumníkov, ktorí potrebujú promptne testovať a hodnotiť svoje koncepty v oblasti RR.

Platforma zahŕňa vizuálny editor, ktorý umožňuje tvorbu dynamických scén a integráciu 3D modelov, zvukov, animácií a ďalších interaktívnych prvkov bez potreby zložitého kódovania. ZapWorks podporuje technológie sledovania polohy a rozpoznávania markerov, čo je kľúčové pre vytváranie aplikácií, ktoré sú schopné interakcie s reálnym svetom. Táto funkcionálna je nevyhnutná pre presné zarovnanie virtuálnych objektov s fyzickým prostredím, čo je kritický aspekt vedeckého výskumu v oblasti RR. Platforma tiež umožňuje spoluprácu medzi výskumnými tímami, čo je dôležité pre riešenie komplexných výskumných úloh v oblasti RR. V kontexte neustále sa rozvíjajúceho oboru RR poskytuje ZapWorks výskumníkom nástroje pre experimentovanie s novými spôsobmi interakcie a rozvoj RR aplikácií, čím prispieva k rozvoju tohto dynamického oboru. Svojou jednoduchosťou a flexibilitou, ZapWorks predstavuje cenný nástroj pre vedecký výskum v oblasti rozšírenej reality, poskytujúc platformu pre skúmanie a testovanie inovatívnych RR technológií a aplikácií (Zapworks, n.d.).

## 5 Trh s rozšírenou a virtuálnou realitou

Globálny trh s rozšírenou realitou a virtuálnou realitou dosiahol v roku 2022 hodnotu 21,70 miliardy USD a predpokladá sa, že do roku 2030 dosiahne hodnotu 248,16 miliardy USD pri predpokladanej ročnej miere rastu 35,60 % počas prognózovaného obdobia (vid' obr. 4).

Obr. 4: Prognóza vývoja veľkosti trhu VR a RR v 2022 až 2030 (v mld. USD).



Zdroj: Spracované podľa (Vantage Market Research, 2022)

Rozšírená realita predstavuje oblasť počítačového výskumu, ktorá sa zaoberá spojením dát generovaných počítačom s reálnym svetom. V rámci RR je možné vytvárať údaje v reálnom čase, čo by malo zvýšiť dopyt po tejto technológii v nadchádzajúcich rokoch. RR nachádza uplatnenie v rôznych oblastiach, ako je prezentácia, televízia, simulácie (napríklad letové simulátory, autoškoly) a videohry s možnosťou fyzickej interakcie s 3D modelmi.



Zvlášť treba spomenúť nárast využívania RR v sektore zdravotnej starostlivosti, čo predstavuje jednu z hlavných hnacích síl rastu na trhu RR v prognózovanom období. Rastúci dopyt po zariadeniach s rozšírenou realitou v sektore zdravotnej starostlivosti, ako aj v odvetviach maloobchodu a elektronického obchodu, je významným faktorom podporujúcim rast tohto trhu. V nadchádzajúcich rokoch bude rast trhu s rozšírenou a virtuálnou realitou ovplyvnený kľúčovými faktormi, ktoré zahŕňajú dostupnosť cenovo efektívnych zariadení pre obe tieto technológie. Zvyšujúce sa používanie Head-Mounted Displays (HMD) naprieč rôznymi sektormi spoločne s rastúcou digitalizáciou a technologickým pokrokom prispievajú k expanzii RR a VR aplikácií. Okrem toho, významné investície do vývoja a výskumu v oblasti RR a VR podporujú inovácie a rozširovanie týchto technológií. Tieto faktory kolektívne určujú dynamický rast trhu s RR a VR v prognózovanom období, čím naznačujú ich stále rastúci význam v modernom digitálnom svete.

## 6 Záver

Článok ponúka analýzu významu rozšírenej reality v rámci digitalizačných procesov v súčasnej spoločnosti. Zameriava sa na aplikácie RR v edukačnom sektore, s osobitným dôrazom na oblasť informačných technológií. Skúma rôzne nástroje pre vizualizáciu virtuálnych modelov počítačových sietí, poskytuje ich charakteristiku a zdôrazňuje integráciu RR ako prínosného prvku ich funkcionality.

V kontexte vzdelávania je RR prezentovaná ako inovatívny nástroj, ktorý umožňuje interaktívne zážitky, simulácie, kolaboratívne prostredia, vizualizáciu dát, virtuálne exkurzie a praktické učenie pre študentov informatiky a matematiky. Článok ďalej rozoberá rôzne nástroje na tvorbu vzdelávacích materiálov s použitím RR, ako sú Unity 3D, A-Frame, Blender a ZapWorks, a naznačuje, ako môžu byť tieto nástroje využité učiteľmi na prispôbenie obsahu ich špecifickým edukačným potrebám. Nedá sa tu nespomenúť tiež ARKit a ARCore - dva kľúčové nástroje pre rozšírenú realitu, ktoré umožňujú vytvárať pôsobivé AR aplikácie na iOS a Android zariadeniach. Budú však predmetom ďalšieho výskumu.

Ďalej je analyzovaný globálny trh s RR a virtuálnou realitou, kde predpovede naznačujú signifikantný rast v nasledujúcich rokoch. Tento rast je poháňaný faktormi, ako sú rozšírené využitie v zdravotníctve, pokračujúca digitalizácia, dostupnosť cenovo efektívnych zariadení a zvyšujúce sa využitie v oblasti spotrebnej elektroniky.

V závere článku je zdôraznené, že RR má potenciál transformovať vzdelávacie procesy, poskytovať inovatívne metódy učenia, zvyšovať zapojenie a otvárať nové príležitosti pre učiteľov i študentov. Potenciálny vplyv RR na globálny trh poukazuje na nutnosť neustáleho monitorovania a sledovania vývoja v tejto rýchlo sa rozvíjajúcej oblasti.

**Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 026UK-4/2022 *Koncepcia konštrukcionizmu a rozšírenej reality v STEM vzdelávaní (CEPENSAR)*.**

## Literatúra

- [1] Barker, K. (2011). Cisco Academy's Packet Tracer. Cisco Learning Network. <https://learningnetwork.cisco.com/s/blogs/a0D3i000002SKHaEAO/cisco-academys-packet-tracer>
- [2] Boson Software. (n.d.). NetSim™ Network Simulator™ & Router Simulator. <https://www.boson.com/netsim-cisco-network-simulator>
- [3] GNS3. (n.d.). GNS3 documentation. GNS3 Documentation. <https://docs.gns3.com/>
- [4] Heberlein, L., Cowgill, J., & Levchenko, K. (2016). Network Visualization: Techniques, Advantages, and Challenges.

- 
- [5] Chandrasekera, T., & Yoon, S.-Y. (2018). The effect of augmented and virtual reality interfaces in the creative design process. *International Journal of Virtual and Augmented Reality*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.4018/ijvar.2018010101>
- [6] Kent, B. R. (2015). *3D Scientific Visualization with Blender*. Morgan & Claypool Publishers.
- [7] Kravec, A. (2020). Vytváranie simulátorových Zadaní v Cisco Packet Tracer. *Magazín KPI*. <https://magazin.kpi.fei.tuke.sk/2020/08/vytvaranie-zadani-v-cisco-packet-tracer/>
- [8] Schmalstiega, D., & Hollerera, T. (2016). Augmented reality – principles and practice tutorial. *2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct)*, xxviii–xxviii. <https://doi.org/10.1109/ismar-adjunct.2016.0015>
- [9] Schmidt, P. (2017). *Základy informačných sietí*. AZ Print.
- [10] Uderbayeva, N. K., & Schmidt, P. (2022). The Use of Modern Digital Technologies in Education. In *TIEES 2022: Trends and Innovations in E-Business, Education and Security* [elektronický zdroj]: Tenth International Scientific Web-conference of Scientists and PhD. Students or Candidates: Reviewed Proceedings, November 18, 2022.
- [11] Vantage Market Research. (2022). Augmented reality and virtual reality market size USD 248.16 billion by 2030. <https://www.vantagemarketresearch.com/industry-report/augmented-reality-and-virtual-reality-market-1448>
- [12] Zapworks. (n.d.). Zapworks for education. *Zapworks for Education: Developing The Future AR Creators*. <https://zap.works/education/>