

TEACHING DIGITAL TECHNOLOGY IN MINECRAFT EDUCATION AT A SECONDARY VOCATIONAL SCHOOL

Petr BREIT, Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika

Filip FRANK*, Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika

Jan BEZDĚKA, Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika

Přijato: 18. 9. 2025 / Akceptováno: 15. 4. 2026

Typ článku: Výzkumný článek

DOI: 10.5507/jtie.2026.001

Abstract: Digital technology is a key part of technical education, yet students often perceive it as abstract and unengaging. The article presents an innovative teaching approach using Minecraft Education, which combines game elements with the visualization of logic circuits and encourages students' creative involvement. The tested set of tasks gradually develops knowledge from basic logic functions to a seven-segment display. Testing at a vocational secondary school showed that working in a game-based environment increases both motivation and understanding of the relationship between Boolean algebra theory and practical circuit construction.

Key words: digital electronics, Minecraft, task set, high school, electrical engineering.

VÝUKA ČÍSLICOVÉ TECHNIKY V PROSTŘEDÍ MINECRAFT EDUCATION NA STŘEDNÍ ODBORNÉ ŠKOLE

Abstrakt: Číslicová technika je klíčovou součástí technického vzdělávání, ale studenti ji často vnímají jako abstraktní a málo motivující. Článek představuje inovativní výuku prostřednictvím Minecraft Education, která kombinuje herní prvky s vizualizací logických obvodů a podporuje kreativní zapojení studentů. Testovaná sada úloh postupně rozvíjí znalosti od základních logických funkcí po segmentový displej. Výsledky testování na střední odborné školy ukázaly, že práce v herním prostředí zvyšuje motivaci i porozumění vztahu mezi teorií Booleovy algebry a praktickou konstrukcí obvodů.

Klíčová slova: číslicová technika, Minecraft, sada úloh, střední škola, elektrotechnika.

*Autor pro korespondenci: frankf@kv.d.zcu.cz

1 Úvod

Číslicová technika představuje na středních odborných školách a vyšších odborných školách se zaměřením na informační technologie a elektrotechniku klíčovou součást odborného vzdělávání, neboť vytváří teoretický základ pro porozumění principům moderních digitálních technologií. Didaktická zkušenost však ukazuje, že výuka tohoto předmětu bývá studenty vnímána spíše negativně. Častým důvodem je abstraktní povaha probíraných témat a omezené možnosti praktické aplikace. Tradiční formy výuky se navíc často opírají o specializované simulační programy (např. Multisim), které jsou licenčně omezené a obvykle nepřístupné mimo školní prostředí. To komplikuje možnost samostatného procvičování a snižuje motivaci žáků k hlubšímu studiu.

V reakci na uvedené skutečnosti lze v posledních letech pozorovat rostoucí zájem o využívání vzdělávacích prostředí, která jsou pro žáky přirozená, snadno dostupná a současně podporují konstruktivní a kreativní přístup k řešení úloh. Jedním z těchto prostředí je Minecraft Education, jenž je v rámci licencí Microsoft Office 365 A3 běžně dostupný na většině českých škol. Prostřednictvím herních prvků, jako je „Redstone“ (v českém překladu rudit), v kombinaci s dalšími bloky a komponenty, umožňuje tato platforma vizuální reprezentaci logických obvodů a poskytuje prostor pro vytváření základních logických funkcí i složitějších struktur. Jeho začlenění do výuky na školách s technickým zaměřením tak může usnadnit propojení abstraktních teoretických konceptů s interaktivní zkušeností a zároveň přispět ke zvýšení motivace žáků k učení, rozvoji jejich kreativity a hlubšímu zapojení do studia.

Integrace Minecraft Education do výuky STEM předmětů se objevuje v řadě studií, které zdůrazňují jeho potenciál při zprostředkování komplexních konceptů. Sulaiman et al. doložili, že využití Minecraftu při výuce solárních fotovoltaických systémů na středních školách významně přispělo k lepšímu porozumění a uchování klíčových poznatků (Sulaiman et al., 2024). Podobně Kersanszki et al. prokázali pozitivní vliv Minecraftu na motivaci a učení žáků ve věku 10–16 let v rámci aktivit zaměřených na obnovitelné zdroje energie (Krsanszki et al., 2024). V souladu s těmito zjištěními uvádějí Nkadameng a Ankiewicz, že mechanismy hry jsou žákům přirozeně blízké, a proto je lze efektivně využít při osvojování abstraktních pojmů (Nkadameng & Ankiewicz, 2022). Tento přístup byl ověřen při výuce atomové struktury, kde žáci díky prvkům simulujícím chemické procesy

mohli interaktivně zkoumat prostředí, které by za běžných podmínek bylo obtížně dostupné či zcela nereálné.

Významným přínosem Minecraft Education je také jeho schopnost podporovat motivaci a aktivní zapojení studentů. Tablatin et al. ukázali, že herní prostředí může žákům usnadnit porozumění obsahu a zvýšit jejich zájem o STEM obory, zároveň však upozorňují na závislost efektivitu na míře osobního zájmu o téma (Lourrine et al., 2023). Handak et al. (Handak et al., 2024) ve své systematické analýze zdůrazňují, že Minecraft nabízí pohlcující formu vzdělávání, které motivují žáky zvyšují kritické myšlení, zatímco Alawajee a Delafield-Butt (Alawajee & Delafield-Butt, 2021) shrnují výsledky 42 studií a uvádějí nejen přínosy pro učení a sociální angažovanost, ale i rizika spojená s věkovou vhodností a bezpečností technologie. To může nabízet širší možnosti pro pedagogické transformační metody či zlepšení spolupráce mezi žáky ve výuce, ale i doma.

Vedle přímého osvojení obsahu lze Minecraft Education vnímat také jako prostředek rozvoje tzv. dovedností 21. století. Hewett et al. prokázali, že zapojení do projektů v tomto prostředí podporuje spolupráci, kritické myšlení, kreativitu a schopnost řešit problémy (Hewett et al., 2020). Tyto aspekty jsou zvláště významné v kontextu technicky orientovaných oborů, kde je žádoucí nejen znalost teorie, ale i schopnost její aplikace v praktických situacích a týmové spolupráci.

Současně je nutné reflektovat i limity implementace Minecraftu do výuky. Manahan a Rodrigo upozorňují na překážky, které učitelé identifikovali při jeho zavádění, například časovou náročnost, nedostatečné technické zázemí nebo problémy s plánováním a řízením výuky (MANAHAN & RODRIGO, 2023). Z pohledu výuky číslicové techniky je podnětná studie Flores-Nicolás et al. která ukazuje, že Minecraft Education může usnadnit chápání Booleovy algebry a logických funkcí, ale zároveň odhaluje riziko vzniku konceptuálních nejasností, pokud žáci nemají pevné základy v binární aritmetice a digitálních signálech (Flores-Nicolás et al., 2023). Tyto poznatky naznačují, že efektivní využití Minecraft Education vyžaduje pečlivě strukturovaný didaktický rámec, jenž propojí hru s formální výukou.

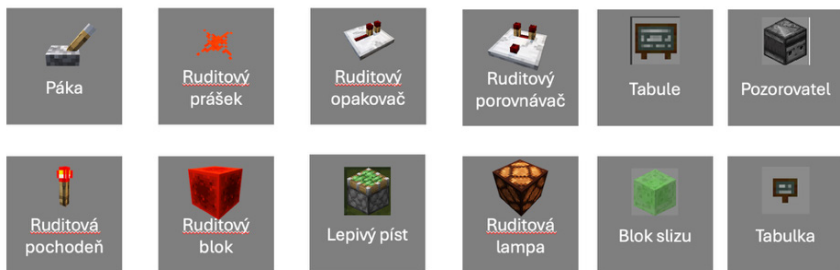
Současný stav výzkumu ukazuje, že Minecraft Education představuje perspektivní nástroj pro podporu výuky v technických i přírodovědných oborech. Převládající důkazy potvrzují jeho potenciál zvyšovat motivaci žáků, usnadňovat porozumění komplexním konceptům a rozvíjet dovednosti potřebné pro 21. století, jako jsou spolupráce, kreativita či kritické myšlení. Zároveň je však zřejmé, že efektivita využití této platformy je podmíněna řadou faktorů, mezi něž patří

zejména připravenost učitele, dostupnost technického zázemí a vhodné didaktické uchopení obsahu.

Specificky v oblasti výuky číslicové techniky se ukazuje, že Minecraft Education může sloužit jako prostředí pro vizualizaci abstraktních pojmů a logických funkcí. Studie zároveň upozorňují, že bez předchozího zvládnutí základních principů, například binární aritmetiky či digitálních signálů, hrozí riziko vzniku konceptuálních nejasností. Z toho vyplývá, že pro efektivní začlenění Minecraft Education do odborného vzdělávání je nezbytné vytvořit metodicky propracovaný rámec, který propojí herní prostředí s tradiční výukou a umožní studentům lépe porozumět vztahům mezi teorií a praxí.

2 Testovací úlohy

Sada úloh pro výuku číslicové techniky byla navržena jako reakce na potřebu zvýšit motivaci žáků a jejich aktivní zapojení do výuky. Tato potřeba se ukázala již v dřívější publikaci na toto téma z roku 2023, kde byly realizovány tři vyučovací bloky využívající prostředí Minecraft Education. Výsledky prokázaly, že žáci vnímali výuku jako zábavnější, vykazovali vyšší míru motivace a dosahovali efektivnějších výsledků než při tradičně pojaté výuce. Pro výuku je potřeba využít základní bloky/itemy (komponenty) pro stavění logických obvodů ve hře (viz obr. 1). (Breit & Bezděka, 2023)



Obr. 1 Seznam komponent potřebných pro výuku (základní komponenty pro tvorbu L0)

Na uvedené poznatky navázalo návrhové a pilotní testování rozšířené sady úloh na střední odborné škole se zaměřením na elektrotechniku a informační

technologie. Sada zahrnovala úlohy uspořádané od realizace základních logických funkcí přes polosčítačku a úplnou sčítačku, komparátory a klopné obvody (RS/RST) až po jednoduchý registr a závěrečnou úlohu se sedmisegmentovým displejem. Cílem bylo ověřit didaktickou použitelnost scénářů a zkontrolovat, zda začlenění Minecraft Education podporuje porozumění vztahům mezi Booleovou algebrou a konstrukcí logických obvodů i motivaci k učení. Získaná zpětná vazba od žáků i vyučujícího vedla k drobným úpravám úloh s cílem zvýšit jejich efektivitu v didaktické transformaci a přístupnost pro žáky.

Původní sada příkladů, která byla ověřena v dřívější publikaci z roku 2023, zahrnovala úlohy od realizace základních logických funkcí přes polosčítačku až po úplnou binární sčítačku (Breit & Bezděka, 2023). Tyto úlohy byly do nové podoby sady převzaty beze změn, jelikož jejich didaktická účinnost byla již experimentálně potvrzena. Jedinou výjimku tvořil příklad zaměřený na klopný obvod RS, který byl podstatně přepracován. Nová verze se soustředila nejen na samotnou realizaci logického obvodu, ale také na schopnost žáků interpretovat trojrozměrný model vytvořený v prostředí Minecraft Education a převést jej do standardizovaného schématu podle evropské normy. Tento krok se ukázal jako klíčový z hlediska propojení vizuální a formální reprezentace, avšak během testování se projevil jako výrazně náročný – žádná skupina žáků nedokázala navrhnout správné schéma na první pokus a opakovaně se vyskytovaly chyby v označení negace či kreslení propojení.

Kromě úprav původních příkladů byla sada rozšířena o nové úlohy, které postupně prohlubovaly znalosti žáků v oblasti číslicové techniky a posouvaly jejich práci směrem ke komplexnějším strukturám. Chronologicky na sebe navazovaly takto:

1. Realizace logických funkcí – úvodní příklad, jehož cílem bylo ověření základního chápání Booleovy algebry prostřednictvím implementace elementárních logických hradel v prostředí Minecraft Education.
2. Realizace binární polosčítačky a úplné sčítačky – v této úloze žáci v prostředí Minecraft Education nejprve sestavovali obvod polosčítačky, který umožňuje sčítání dvou bitů bez přenosu. Následně rozšířili zapojení o úplnou sčítačku, kde museli správně zapojit i vstupní přenos.
3. Realizace binární sčítačky a odčítačky – úloha směřující k upevnění znalostí binární aritmetiky, rozšířená o možnost odčítání.

4. Realizace komparátorů rovnosti a datových slov – příklad, v němž žáci konstruovali obvody umožňující porovnání binárních hodnot a vyhodnocování shody.
5. Realizace klopných obvodů RS a RST – přepracovaný příklad z testování 2023, který prověřoval nejen schopnost realizace klopného obvodu, ale také převod vizuálního 3D modelu do standardizovaného schématu. Rozšířená verze zahrnovala i variaci s obvodem RST, která měla zvýraznit gradaci obtížnosti.
6. Realizace úplné binární sčítačky a jednoduchého registru – komplexnější příklad spojující aritmetické operace s paměťovými prvky, zaměřený na uchovávání a zpracování dat.
7. Závěrečná práce – realizace segmentového displeje – úloha završující celou sadu, v níž studenti aplikovali dosud získané znalosti při konstrukci obvodu zobrazujícího číselné hodnoty prostřednictvím sedmisegmentového displeje.

Každý příklad je navržen ve třech úrovních obtížnosti. První a druhá úroveň představují jádro výukového cíle a měly by být žáky splněny v rámci jednoho dvouhodinového praktického bloku. Jejich zvládnutí indikuje naplnění očekávaných výstupů dané hodiny (od základní realizace funkčního obvodu po jeho smysluplnou úpravu či rozšíření). Třetí úroveň je koncipována jako rozšiřující (bonusová) – umožňuje žákům obvod optimalizovat, modifikovat nebo kreativně rozvíjet (např. zefektivnění zapojení, přidání podpůrné signalizace, úspora místa), a slouží k diferenciaci pro rychlejší či pokročilejší žáky.

Z hlediska časového rozvrhu se osvědčilo, aby praktickému dvouhodinovému bloku předcházela teoretická lekce (≈ 45 minut), v níž jsou vyloženy potřebné pojmy (např. pravdivostní tabulky, symbolika hradel, význam přenosu u sčítaček, funkce komparátorů, principy RS/RST, schématické značky dle norem). Teprve poté následuje práce v Minecraft Education, kde žáci tyto koncepty aplikují: na 1. úrovni realizují minimální funkční verzi obvodu podle zadání, na 2. úrovni obvod upravují či integrují (např. přidají řízení, vstup/výstup, indikaci, zátěž), a na 3. úrovni obvod dále rozvíjejí či optimalizují (např. náhrada hradel ekvivalentní strukturou, kompaktnější layout, rozšíření obvodu).

Organizace práce ve hře vychází z práce ve dvojicích, přičemž každá dvojice vytváří a spravuje vlastní herní svět. Tento model minimalizuje rizika spojená se sdíleným světem (neúmyslné zásahy do cizí stavby, ztráta postupu) a umožňuje vyučujícímu poskytovat formativní zpětnou vazbu přímo u jednotlivých týmů (průběžná kontrola funkčnosti, dotazy k návrhu, doporučení k úpravám). Sdílený

svět celé třídy je vhodný pro pokročilé vyučující se silnější zkušeností s platformou, která nabízí centrální správu parametrů, ale klade vyšší nároky na řízení třídy. V obou režimech je důležité, aby členové dvojice seděli vedle sebe a měli každý vlastní zařízení – snižuje se tím komunikační šum a urychluje rozhodování při návrhu.

Podpory a podklady k úlohám (zadání, příklady schémat, které si vyučující může k příkladu přidat) jsou žákům zpřístupněny přes cloud. Doklad funkčnosti obvodu je ideálně předváděn v hodině (on-site verifikace učitelem); alternativně lze použít krátké video-záznamy či snímky klíčových částí obvodu, aby bylo možné postup zpětně zkontrolovat bez exportu celého světa (například pro domácí úkoly). Reflexe hodiny probíhá na závěr bloků – formou řízené diskuse nebo s podporou jednoduchých nástrojů (např. Kahoot!, Padlet apod.), se zaměřením na: Co se podařilo? Kde nastaly obtíže (typicky převod mezi 3D modelem a schématem)? Jaké úpravy by zvýšily srozumitelnost či efektivitu řešení?

3 Testování úloh

Testování probíhalo na střední odborné škole, maturitního oboru mechanik elektrotechnik – informační technologie. Výuky se účastnila část třídy tvořená celkem 16 žáky, kteří již měli základní znalosti číslicové techniky od logických funkcí až po klopné obvody a dekodér. Experimentální výuka probíhala v rámci předmětu „číslicová technika“. Testování bylo realizováno v období od 4. března do 1. dubna 2025 formou pěti dvouhodinových bloků, přičemž každý blok byl věnován jednomu ze zadaných příkladů.

V rámci této studie nejsou detailně rozebírány výsledky testování prvního a druhého příkladu (realizace logických funkcí a binární polosčítačky s úplnou sčítačkou). Tyto úlohy byly již ověřeny v předchozí publikaci z roku 2023 (Breit & Bezděka, 2023), kde se prokázala jejich didaktická účinnost a vhodnost pro zařazení do výuky číslicové techniky. Novější verze obsahovaly pouze dílčí úpravy vycházející ze zpětné vazby žáků a vyučujících, které se týkaly zejména zpřesnění zadání a drobného zlepšení přehlednosti úloh. Zároveň došlo ke změně jejich pořadí v rámci testování, a to z důvodu, že žáci se s prostředím Minecraft Education setkali po delší časové prodlevě a předchozí teoretická hodina tematicky navazovala právě na uvedené příklady. Z tohoto důvodu bylo v rámci aktuálního testování zaměřeno primárně na nově zařazené nebo výrazněji modifikované příklady.

První vyučovací jednotka – Realizace komparátoru rovnosti a datových slov

Úvodní vyučovací blok byl zahájen krátkým seznámením s prostředím Minecraft Education a základními funkcionalitami ruditových komponent, které bylo vzhledem k potřebám třídy do metodiky zařazeno výjimečně, aby si žáci po delší době zopakovali funkcionalitu herního prostředí. Žáci následně pracovali na příkladu realizace komparátoru rovnosti a datových slov. Již v první úrovni se objevila nesrovnalost v zadání, kdy žáci zaměnili výkres určený pro vyšší úroveň. Po vysvětlení instrukcí dokázali úspěšně postupovat a plnit zadání. Druhá úroveň nepředstavovala výraznější obtíže a byla splněna všemi skupinami. Ve třetí úrovni, zaměřené na 2bitový komparátor, se žáci setkali s většími problémy a část z nich nedokončila obvod v časovém limitu. Reflexe hodiny ukázala, že žáci dokázali sami identifikovat nesrovnalosti ve svých výkresech a celkově hodnotili výuku jako zábavnou a podnětnou.

Druhá vyučovací jednotka – Realizace klopných obvodů RS a RST

Ve druhé hodině žáci již bez úvodního vysvětlování prostředí Minecraft Education přistoupili k realizaci úloh zaměřených na klopné obvody. První úroveň zvládli bez větších problémů, v druhé se objevily obtíže spojené s implementací hodinového signálu, které však nakonec všechny skupiny překonaly. Ve třetí úrovni pracovali s 3D modelem dostupným prostřednictvím QR kódu, který měli interpretovat a obhájit. Přestože se objevily drobné kázeňské problémy (sabotáž části obvodu jedním žákem), skupina byla schopna stavbu obnovit a úspěšně dokončit i třetí úroveň. Reflexe žáků ukázala, že právě druhá úroveň pro ně byla nejpřínosnější, neboť jim pomohla lépe pochopit uchování informace v obvodu. Někteří žáci deklarovali, že díky úloze dokázali propojit své herní zkušenosti s reálnými principy číslicové techniky.

Třetí vyučovací jednotka – Realizace binární úplné sčítačky a odčítačky

Třetí hodina byla zaměřena na konstrukci vícebitové binární sčítačky a její následnou úpravu na obvod umožňující také odčítání. V první úrovni žáci navrhovali 3bitovou úplnou sčítačku, přičemž největší obtíže působilo správné propojení vyšších řádů a využití ruditových loučí pro přenos signálu. Chyby byly často spojeny s nesprávnou logikou při vícenásobné negaci. Po zpětné vazbě se žákům podařilo obvod opravit a splnit požadavky první úrovně. Druhá úroveň, spočívající v doplnění funkce odčítání, již nepředstavovala zásadní obtíže. Třetí

úroveň, orientovaná na optimalizaci a efektivní realizaci stavby, z časových důvodů nebyla žádnou skupinou plně dokončena. Reflexe hodiny ukázala, že žáci ocenili praktickou konfrontaci s problémy přenosu a negace a mnozí poprvé plně porozuměli principům převodu do vyšších řádů.

Čtvrtá vyučovací jednotka – Realizace úplné sčítačky a registru

Čtvrtá hodina představila pro žáky první příklad, kde bylo nutné kombinovat dvě odlišné komponenty – sčítačku a registr. První úroveň zvládla většina skupin bez větších problémů, i když se objevily kázeňské potíže spojené s nesprávným využitím herního prostředí, které vyžadovaly zásah vyučujícího. Druhá úroveň, zaměřená na práci s registrem, byla pro žáky náročnější: potýkali se především s implementací resetu a správným uložením dat do paměťového bloku. Časté problémy způsobovalo nesprávné nebo nadměrné využívání ruditových opakovacích, které vedlo k oscilacím obvodu. Přesto všichni žáci dokázali úspěšně dokončit druhou úroveň. Třetí úroveň se pokusila řešit pouze jedna skupina, která ji však z časových důvodů nedokončila. Reflexe ukázala, že žáci si uvědomili limity využití RS klopných obvodů ve vícebitových registrech a sami navrhli alternativní řešení s využitím obvodu JK, který znali z teorie.

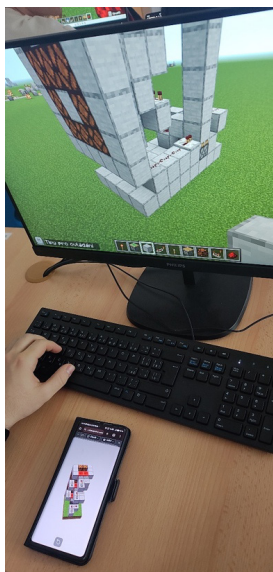
Pátá vyučovací jednotka – Realizace segmentového displeje s dekodérem

Závěrečná hodina byla vnímána žáky jako nejnáročnější. Jejím cílem bylo vytvořit převodník, který zobrazí binární čísla na sedmisegmentovém displeji. Polovina skupin vycházela z nalezených schémat na internetu, zatímco druhá polovina postupovala cestou vlastního návrhu. Výsledky ukázaly, že větší úspěšnost měli žáci, kteří pracovali s vlastním návrhem, neboť importovaná schémata často neodpovídala požadovaným parametrům či byla určena pro jiné počty vstupů. Pouze jedna skupina dokázala dokončit plně funkční dekodér, ostatní dosáhly částečné úspěšnosti. Přesto žáci hodnotili aktivitu jako podnětnou a zábavnou a někteří projevíli zájem dokončit své řešení i mimo vyučování. Tento fakt byl pozitivně vnímán i vyučujícím, neboť ukázal, že i při vysoké náročnosti lze u žáků vzbudit motivaci k dalšímu samostatnému zkoumání.

4 Závěr

Testování připravené sady úloh ukázalo, že integrace prostředí Minecraft Education do výuky číslicové techniky má potenciál zvýšit motivaci žáků a posílit jejich aktivní zapojení do hodin. V závěrečné reflexi žáci uváděli, že výuka prostřednictvím hry pro ně byla atraktivnější než tradiční formy a že se dokázali lépe soustředit na řešený problém. Zvláště oceňovali možnost vizuálně sledovat činnost obvodů a vyzkoušet si jejich funkčnost v prostředí, které bylo pro většinu z nich přirozené a známé i z volnočasových aktivit. Nadšení se projevovalo nejen u žáků, kteří již měli s Minecraftem zkušenosti, ale také u těch, kteří se s prostředím setkali poprvé – ti zdůraznili intuitivnost ovládání a významnou podporu od spolužáků při rychlé adaptaci.

Pozitivně byla hodnocena také různorodost řešení úloh a možnost využít mobilního telefonu pro práci s QR kódy a zobrazení 3D modelů obvodů (viz obr. 2). Tato metoda žákům usnadnila porozumění zadání a nabídla jim nový způsob interakce s učivem. Významným přínosem testování bylo zjištění, že žáci dokázali nově získané poznatky z hodin přenést i do vlastních herních aktivit mimo školu (žáci se pochlubili v závěrečné diskusi), čímž se ukázalo, že propojení výuky s volnočasovými činnostmi může mít dlouhodobější efekt na jejich učení.



Obr. 2 Využití mobilního telefonu pro zobrazení 3D modelu
v prostředí OneDrive

Z hlediska oblíbenosti mezi úlohami vynikla realizace komparátoru a klop-ného obvodu RS/RST, které žáci hodnotili jako nejzajímavější a nejprínosnější. Naopak poslední dvě úlohy, zahrnující práci s registry a sedmisegmentovým displejem, byly vnímány jako nejnáročnější. Žáci je označili za skutečnou výzvu, avšak i přes obtížnost vyjadřovali motivaci úkoly dokončit, přičemž někteří deklarovali zájem pokračovat v jejich řešení i mimo vyučovací hodiny. Tento výsledek naznačuje, že vyšší úroveň obtížnosti nemusí působit demotivačně, pokud je propojena s atraktivní formou výuky.

Během testování se objevily i některé komplikace. Žáci upozornili na riziko práce ve dvojicích, kde se partner nechtěl plně zapojit, případně se věnoval záškodnickým aktivitám v herním prostředí (např. používání TNT bloků). Tento problém byl identifikován jako organizační a do budoucna řešitelný vhodným nastavením herního světa ze strany vyučujícího. Minecraft Education nabízí možnosti, jak podobným situacím předejít, ať už omezením konkrétních bloků, nebo správou jednoho společného herního prostředí učitelem.

Celkově lze konstatovat, že testování potvrdilo didaktickou použitelnost sady úloh a přineslo cenné poznatky pro její další rozvoj. Minecraft Education se osvědčil jako prostředí podporující nejen porozumění abstraktním pojmům číslíkové techniky, ale také rozvoj tvořivosti, spolupráce a motivace žáků. Získané zkušenosti ukazují, že pečlivě strukturované úlohy a vhodné metodické vedení mohou výrazně přispět k efektivní integraci herních prvků do odborného vzdělávání.

5 Literatura

- Alawajee, O., & Delafield-Butt, J. (2021). Minecraft in Education Benefits Learning and Social Engagement. *International Journal of Game-Based Learning*, 11(4), 19–56.
- Breit, P., & Bezděka, J. (2023). Experimentální využití Minecraft Education pro výuku číslíkové techniky. *Inovace a technologie ve vzdělávání*, 6(2), 19–26.
- Flores-Nicolás, M., Martínez-Reyes, M., & Matías-Torres, F. de J. (2023). The Graded Multidisciplinary Model: Fostering Instructional Design for Activity Development in STEM/STEAM Education. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 8(5), 55–61.
- Hewett, K., Zeng, G., & Pletcher, B. (2020). The Acquisition of 21st-Century Skills Through Video Games: Minecraft Design Process Models and Their Web of Class Roles. *Simulation & Gaming*, 51(4), 336–364.
- Kamarul Azman Sulaiman, M., Mohamad Yasin, R., Halim, L., Mohd Arsad, N., & Ali Samsudin, M. (2024). Empowering the Next Generation: Using Minecraft Education to Teach Solar Photovoltaic Concepts in Secondary School. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(14), 976–987.

- Krsanszki, T., Márton, Z., Fenyvesi, K., Lavicza, Z., & Holik, I. (2024). Minecraft in STEAM education – applying game-based learning to renewable energy. *Interaction Design and Architecture(s) Journal – IxD&A*, 8(60), 194–213.
- Lourrine S. Tablatin, C., D. L. Casano, J., & Mercedes T. Rodrigo, M. (2023). Using Minecraft to cultivate student interest in STEM. *Frontiers in Education*, 8.
- Marie Antoinette B. Manahan, D., & Mercedes T. Rodrigo, M. (2023). Factors Affecting Sustainable Use of Minecraft-based Lessons. *ICCE 2023: 31st International Conference on Computers in Education. Asia-Pacific Society for Computers in Education*, 628–633.
- Nkadimeng, M., & Ankiewicz, P. (2022). The Affordances of Minecraft Education as a Game-Based Learning Tool for Atomic Structure in Junior High School Science Education. *Journal of Science Education and Technology*, 31(5), 605–620.
- Syifa Karai Handak, I., Rizqiyah, N., Ayu Handayani, P., Arfadilaa, A., & Permata Sari, I. (2024). The Minecraftedu Application Utilization to Create Immersive Learning in Education 4.0. *Jurnal PTK Dan Pendidikan*, 10(1), 11–19.