



OZBILJNE IGRE O KIBERNETIČKOJ SIGURNOSTI U KURIKULUMU NASTAVE INFORMATIKE

Ivana Lovrić Senjak¹, Slavko Dukarić², Mihovil Gašić^{1,2}

¹ Sveučilište u Slavanskom Brodu, Trg I. B. Mažuranić 2, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska,
ePošta: ilovricsenjak@unisb.hr, mgasic1@unisb.hr

² Ministarstvo obrane RH, Trg kralja Petra Krešimira IV br. 1, 10000 Zagreb, Hrvatska,
ePošta: slavko.dukaric@morh.hr

Sažetak: Ovaj rad analizira mogućnosti implementacije ozbiljnih igara o kibernetičkoj sigurnosti u nastavi informatike te njihovu kurikularnu integraciju u osnovnoškolskim i gimnazijskim programima. Primijenjen je kvalitativni pristup i deskriptivna analiza osam web-baziranih igara, uz mapiranje njihovih sadržaja na ishode iz važećeg kurikuluma. Rezultati pokazuju da postoji određeni prostor za usklađenje sadržaja igara s predviđenim ishodima učenja, iako su uočena i ograničenja unutar kurikularne strukture. Ozbiljne igre prepoznate su kao potencijalno vrijedan alat za suvremeno planiranje i obogaćivanje nastave informatike.

Ključne riječi: digitalna sigurnost, gamifikacija, informatika, kurikulum, ozbiljne igre

1. Uvod

Sveprisutnost interneta i digitalnih tehnologija u svakodnevnom životu zahtijeva kompetencije koje omogućuju sigurno i odgovorno korištenje digitalnih alata. Integracija kibernetičke sigurnosti u obrazovni sustav povećava svijest o potencijalnim prijetnjama i osnažuje učenike da postanu proaktivni sudionici u zaštiti digitalnog okruženja (European Union Agency for Cybersecurity, 2023).

Jedan od inovativnih pristupa poučavanju kibernetičke sigurnosti jest korištenje ozbiljnih igara koje povećavaju angažman učenika i olakšavaju usvajanje složenih koncepata. Prema istraživanju koje je analiziralo ozbiljne igre namijenjene edukaciji o kibernetičkoj sigurnosti, gamificirani pristupi mogu poticati aktivno učenje i unaprijediti sposobnost donošenja odluka u realnim scenarijima (Jerman Blažić & Jerman Blažić 2022).

U Hrvatskoj, kurikulum informatike prepoznaje važnost kibernetičke sigurnosti (MZO, 2018) a digitalno okruženje i prisutnost računalnih prijetnji u svakodnevnom životu, zahtijevaju pedagoške pristupe koji su prilagođeni novim generacijama (Prensky, 2001).

Ovaj rad kombinira pregledni i empirijski pristup s ciljem analize ozbiljnih igara koje se bave temom kibernetičke sigurnosti te mapiranjem unutar osnovnoškolskog i gimnazijskog nastavnog plana i programa informatike. Analizom sadržaja igara nastojat će se utvrditi koje su igre tematski i didaktički najprikladnije s naglaskom na usklađenost s predviđenim ishodima učenja.

2. Metodologija

Ovaj pregledni rad koristi kvalitativni istraživački pristup temeljen na studiji slučaja, u kojem se analiziraju ozbiljne web-bazirane igre s temom kibernetičke sigurnosti u kontekstu njihove

primjenjivosti u nastavi informatike usklađene s propisanim ishodima. Korištena je metoda deskriptivne analize, pri čemu se svaka igra procjenjuje prema strukturiranim kriterijima koja omogućuje razumijevanje obrazovnog potencijala svake igre.

2.1. Analiza igara i mapiranje

Ukupno je analizirano osam web-baziranih igara koje obrađuju ključne koncepte iz područja kibernetičke sigurnosti, s naglaskom na njihovu obrazovnu primjenjivost u nastavi informatike. Odabir igara temeljen je na kriterijima besplatne dostupnosti bez financijskih ili tehničkih prepreka, te njihovom edukativnom potencijalu i tematskoj povezanosti s ishodima učenja. Svaka od igara procijenjena je pomoću unaprijed definirane tablice omogućujući strukturirano bilježenje relevantnih obilježja igara.

Nakon provedene analize, izvršeno je mapiranje obrazovnih ciljeva analiziranih igara na ishode učenja iz važećeg Kurikuluma nastavnog predmeta Informatika za osnovne škole i gimnazije (MZO, 2018; NN 22/2018). Mapiranje se

temeljilo na usporedbi tematskog sadržaja igre s predviđenim ishodima učenja unutar svih domena kurikuluma.

2.2. Ograničenja

Glavna metodološka ograničenja odnose se na subjektivnost procjene i ograničen broj analiziranih igara. Iako je analiza provedena prema strukturiranom obrascu, percepcija prikladnosti može varirati ovisno o iskustvu nastavnika, tehničkoj opremljenosti škole te kognitivnim sposobnostima učenika.

3. Rezultati i rasprava

Analizirane igre obuhvaćaju širok raspon tema iz područja kibernetičke sigurnosti, od tehničkih aspekata poput konfiguracije vatrozida i analize mrežnih prijetnji, do socijalno-pedagoških komponenti kao što su prepoznavanje prijevara i digitalna etika. Igre se razlikuju i u stupnju kognitivne složenosti: naglašavaju prepoznavanje i donošenje osnovnih sigurnosnih odluka u svakodnevnim scenarijima i zahtijevaju analitičko razmišljanje, povezivanje podataka i višestupanjsko odlučivanje.

Tablica 1. Pregled web-baziranih ozbiljnih igara

Naziv igre	Tip igre	Trajanje	Opis teme igre i link
Permission Impossible	Narativna simulacija Vizualni blokovi	15–40 min	Pravila pristupa mreži, konfiguracija vatrozida, sigurnosne politike https://tulipslab.org
CS4G Netism	Tekstualno-grafička 2D simulacija	15–60 min	IP adrese, spoofing, smurf napadi, mrežni uređaji; Računalno razmišljanje https://netsim.erinn.io
Cybersecurity Lab	Tekstualno-grafička simulacija	60–90 min	Gradacija prijetnji, zaštite, sigurnosni rizici https://www.pbs.org
KC7 – Cyber Detective	Interaktivna simulacija	30–45 min	Forenzika, analiza prijetnji, obrana sustava https://kc7cyber.com
Interland	Arkada / Grafička / Edukativna avantura	40–45 min	Zaštita podataka, lozinke, prepoznavanje prijevara, digitalna etika https://beinternetawesome.withgoogle.com
Traveling Securely	Kviz Interaktivna simulacija	3–5 min	Sigurnost u javnim prostorima https://www.terrano vasecurity.com
Cyber Awareness	Simulirani scenariji	20–30 min	Phishing, sigurnosne politike, zaštita podataka https://public.cyber.mil

Većina igara usmjerenih na tehničke aspekte izravno je primjenjiva u području

Računalnog razmišljanja, dok su igre s naglaskom na ponašanje korisnika,

sigurnosne politike i prepoznavanje prijetnji prikladnije za područje Digitalne sigurnosti i Digitalnog građanstva.

Sve igre su prikladne za izvođenje unutar jednog školska sata, osim Cybersecurity Lab, čije trajanje od 60-90 minuta u kontinuitetu zahtijeva izričito blok sat implementaciju, ili integraciju u potencijalni projektni rad u okviru ispunjenja zadatka u obliku zadaće.

Tablica 2 prikazuje mapiranje pojedinih razina igre Interland na konkretne ishode učenja i vremenska razdoblja izvođenja nastave u razrednoj nastavi. Važno je napomenuti da oznake ishoda, prema pravilima kurikula informatike (NN 22/2018), sadržavaju broj razreda kao drugi znak unutar oznake (npr. D.1.2 odnosi se na prvi razred), što omogućava jasan uvid u očekivanu razinu postignuća

učenika u određenom školskom razredu. Ta je metodologija dosljedno primijenjena, čime je osigurana transparentnost i preciznost u kurikularnom mapiranju.

Valja istaknuti da mapiranje pojedinih razina igre nije provedeno jednostavnom linearnom logikom (prvi razred – prvi nivo), već su nivoi igre pažljivo odabrani prema njihovoj tematskoj rezonanciji s ishodima i razvojnim karakteristikama učenika određenog razreda. Tako, primjerice, učenici prvog razreda ne igraju prvi nivo igre, nego drugi nivo (Kraljevstvo dobrote), budući da taj nivo tematski bolje odgovara ishodima prvog razreda i naglašava socijalno prihvatljivo i odgovorno ponašanje u digitalnom prostoru, što je ključna odgojno-obrazovna zadaća u toj razvojnoj fazi.

Tablica 2. Kurikularno mapirane igre – Osnovne Škole, razredna nastava

razred	ishod	mjesec nastave	igra	nivo
1.	D.1.2	studeni/prosinac	Interland	2 - Kraljevstvo dobrote
2.	D.2.4	siječanj/veljača	Interland	1 - Toranj s blagom
3.	D.3.2/1	rujan	Interland	3 - Rijeka Java
4.	D.4.2	rujan/listopad	Interland	4 - Dijeli pažljivo

Posebno je značajna činjenica da je igra Interland dostupna na hrvatskom jeziku, što omogućava izravnu i nesmetanu implementaciju u nastavi nižih razreda osnovne škole bez potrebe za dodatnim jezičnim posredovanjem. To je izuzetno važno u razrednoj nastavi gdje su jezične barijere još uvijek izražene, a izloženost učenika stranom jeziku može otežati razumijevanje sadržaja i smanjiti didaktičku učinkovitost aktivnosti.

Ovakav pristup ukazuje na potrebu za dubinskim razumijevanjem obrazovnih ciljeva i dizajna i sadržaja igre, što omogućuje efektivnu i smisleno integriranu uporabu digitalnih alata u ranom razdoblju školovanja. Time se ujedno podržava razvoj digitalnih kompetencija učenika na način koji je usklađen i utemeljen u njihovim kognitivnim, socijalnim i emocionalnim sposobnostima.

Tablica 3. Kurikularno mapirane igre – Osnovne Škole, predmetna nastava

razred	ishod	mjesec nastave	igra	nivo
5.	D.5.1	rujan/listopad	Traveling Securely	Kviz: javni prostori (5 situacija)
6.	A.6.2	siječanj/veljača	Permission Impossible	9 nivoa vježbi + 1 testni
7.	D.7.1	ožujak	Cybersecurity Lab	Svi nivoi + izazovi
8.	A.8.3	studeni/prosinac	CS4G Netism	5 nivoa u skupini: Basics

Tablica 3 prikazuje kurikularno mapiranje ozbiljnih igara za učenike od 5. do 8. razreda osnovne škole, gdje je vidljivo da se koriste igre na engleskom jeziku. Ova odluka temelji se na pedagoškoj pretpostavci da su učenici u ovoj

obrazovnoj dobi već razvili temeljne kompetencije u stranom jeziku, čime jezična barijera više ne predstavlja ozbiljno ograničenje za razumijevanje i izvođenje zadataka unutar igara.

Za razliku od razredne nastave, gdje je bila korištena samo jedna igra (Interland) s ciljem stvaranja osjećaja poznatog i sigurnog okruženja na koje se mogu nadovezivati, u predmetnoj nastavi uvode se raznolikije igre. Ova strategija promjene didaktičkog pristupa u višim razredima ima snažno razvojno uporište: učenike se postupno uvodi u šire i kompleksnije digitalne svjetove kroz više različitih igara.

Promjena dinamike — od ponovljivosti i sigurnosti prema raznolikosti i istraživanju — odgovara kognitivnim i emocionalnim potrebama učenika viših razreda osnovne škole. Na taj način igre

podržavaju ishode iz područja digitalne sigurnosti i računalnog razmišljanja, dok pridonose razvoju viših razina kritičkog mišljenja, sposobnosti povezivanja i razumijevanja apstraktnih koncepata.

Takvo postupno povećanje razine složenosti i raznolikosti digitalnih sadržaja je karakteristika daljnjeg mapiranja unutar kurikuluma srednjih škola, vođeno činjenicom o pridonosenju izgradnji samopouzdanja učenika u korištenju digitalnih alata, što je ključna kompetencija u suvremenom obrazovanju i informatički pismenom društvu.

Tablica 4. Opće, jezične, klasične i prirodoslovne gimnazije – 70 sati godišnje

razred	ishod	mjesec nastave	igra	nivo
1.	D.1.2	studeni	CS4G Netism	Nivo: 2 nivoa u skupini: Spoofs
2.	A.2.2	siječanj/veljača	CS4G Netism	Nivo: Man-in-the-middle u Skupini: Attacks

Tablica 5. Prirodoslovno-matematička gimnazija – 4 x 70 sati godišnje (inačica A)

razred	ishod	mjesec nastave	igra	nivo
1.	D.1.2	studeni	CS4G Netism	Nivo: 2 nivoa u skupini: Spoofs
2.	A.2.1	travanj/svibanj	CS4G Netism	Nivo: Traceroute u Skupini: Attacks
3.	B.3.6/ 5	svibanj/lipanj	CS4G Netism	Nivo: Man-in-the-middle u Skupini: Attacks

Tablica 6. Prirodoslovno-matematička gimnazija – 4 x 105 sati godišnje (inačica B)

razred	ishod	mjesec nastave	igra	nivo
1.	D.1.2	studeni	CS4G Netism	Nivo: 2 nivoa u Skupini: Spoofs
2.	A.2.1	travanj/svibanj	CS4G Netism	Nivo: Traceroute u Skupini: Attacks
2.	A.2.4	siječanj/veljača	CS4G Netism	Nivo: Man-in-the-middle u Skupini: Attacks
3.	B.3.2	siječanj-ožujak	KC7	odabrani nivoi
4.	B.4.4	siječanj-travanj	Cyber Awareness	odabrani nivoi

Tablice 4, 5 i 6 prikazuju kurikularno mapiranje ozbiljnih igara u različite gimnazijske programe. Vidljivo je da je najveći broj mapiranja usmjeren na igru CS4G Netism, čije su razine precizno povezane s ishodima.

U gimnazijskim programima zamjećuje se nedostatak dovoljno kurikularnih ishoda koji rezoniraju s razvojem vještina kibernetičke sigurnosti. Ishodi koji se odnose na tehničke aspekte i vještine informatičke pismenosti su prisutni, ali često nisu specifično usmjereni na sigurnosne kompetencije.

Očita je neusklađenost sadržaja u nekim gimnazijskim usmjerenjima: tehnički zahtjevniji ishodi pojavljuju se čak i u općim i klasičnim gimnazijama, gdje priroda programa ne podrazumijeva snažno tehničko usmjerenje. Iako dublja rasprava o prikladnosti i opravdanosti takvih kurikularnih postavki prelazi okvire ovog rada, važno je istaknuti kako ista može otežati sustavnu implementaciju tema iz kibernetičke sigurnosti u formalno obrazovanje.

Dvije igre — KC7 i Cyber Awareness — zbog svoje širine tema i opsega sadržaja ostavljene nastavnicima na slobodan

izbor razina i dijelova igre koje će uključiti u nastavu. Iako ova fleksibilnost može biti korisna zaiskusne nastavnike, ona smanjuje mogućnost standardizirane implementacije i povećava rizik da ključne teme ostanu neobrađene.

Ove igre pokrivaju značajne sadržaje u pogledu klasifikacije informacija i odgovornog rukovanja prema sigurnosnim smjernicama Ministarstva obrane SAD-a (DoD guidelines). S obzirom na važnost razumijevanja digitalne sigurnosti, njihova prisutnost u nastavnom procesu predstavlja vrijednu nadopunu obrazovanju.

4. Zaključak

Ovaj rad pokazao je da ozbiljne igre o kibernetičkoj sigurnosti mogu predstavljati vrijedan i učinkovit alat za integraciju sadržaja digitalne sigurnosti u nastavu informatike na svim razinama obrazovanja. Analiza je potvrdila širok raspon dostupnih igara koje tematski pokrivaju ključne aspekte kibernetičke sigurnosti i omogućuju razvijanje tehničkih, društvenih i kritičkih kompetencija učenika.

Mapiranje igara pokazalo je kako je moguće u značajnoj mjeri povezati obrazovne potencijale ozbiljnih igara s važećim ishodima učenja, osobito u području digitalne sigurnosti i računalnog razmišljanja. Ipak, analiza je ukazala i na strukturne izazove, poput ograničenog broja ishoda koji izravno podržavaju razvoj sigurnosnih kompetencija u gimnazijskom programu te na problem fleksibilne implementacije kod igara koje pokrivaju kompleksnije i šire teme.

Unatoč metodološkim ograničenjima, rezultati rada potvrđuju da pažljivo odabrane ozbiljne igre mogu doprinijeti suvremenijem izvođenju nastave informatike. Daljnja istraživanja i praktične implementacije trebale bi se usmjeriti na razvoj standardiziranih smjernica za integraciju ozbiljnih igara u nastavni proces te na prilagodbu

kurikuluma u svrhu sustavnijeg uključivanja sadržaja iz područja kibernetičke sigurnosti. U tom kontekstu, važnu ulogu može imati CARNET (Hrvatska akademska i istraživačka mreža), kao ključna institucija koja razvija i provodi sigurnosne smjernice u školama, čime se otvara prostor za povezivanje postojećih inicijativa s novim oblicima digitalnog obrazovanja.

5. Literatura

European Union Agency Cybersecurity. (2023). Cybersecurity Education and Skills. <https://www.enisa.europa.eu/topics/cybersecurity-education>

Jerman Blažič, B., & Jerman Blažič, A. (2022). Cybersecurity Skills among European High-School Students Sustainability, 4763. <https://doi.org/10.3390/su14084763>

Ministarstvo znanosti i obrazovanja (MZO). (2018). Kurikulum nastavnog predmeta Informatika za osnovne škole i gimnazije. Narodne novine, broj 22/2018. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_03_2_2_436.html

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon, 9(5). <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>

Erinn.io. (n.d.). CS4G Netism [Igra]. <https://netsim.erinn.io/>

Google. (n.d.). Interland – Be Internet Awesome [Igra]. https://beinternetawesome.withgoogle.com/hr_hr/interland/

KC7 Cyber. (n.d.). KC7 – Cyber Detective Game [Igra]. <https://kc7cyber.com/>

PBS. (n.d.). Cybersecurity Lab [Igra].
<https://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/lab/cyber/>

Terranova Security. (n.d.). Traveling Securely [Igra].
<https://www.terrانovasecurity.com/products/security-awareness-platform/cyber-games/play>

Tulip Lab. (2017). Permission Impossible [Igra].
<https://tulipslab.org/projects/1617/PermissionImpossible/>

U.S. Department of Defense. (n.d.). Cyber Awareness Challenge [Igra].
<https://public.cyber.mil/training/cyber-awareness-challenge/>

SERIOUS GAMES ON CYBERSECURITY IN THE COMPUTER SCIENCE CURRICULUM

Abstract: This paper analyzes the possibilities for implementing serious games on cybersecurity in computer science education and their curricular integration into primary and secondary school programs. A qualitative approach and descriptive analysis of eight web-based games were applied, mapping their content to the outcomes prescribed by the current curriculum. The results indicate that there is some potential for aligning the games' content with the expected learning outcomes, although certain limitations within the curricular structure were identified. Serious games are recognized as a potentially valuable tool for modern planning and enrichment of computer science education.

Keywords: cybersecurity, gamification, informatics, curriculum, serious games