

Stručni rad

# OSVIJEŠTENOST UČENIKA II. OSNOVNE ŠKOLE ČAKOVEC O PROBLEMATIČNOSTI UMJETNE INTELIGENCIJE ZA OKOLIŠ

Iva Narandža

II. osnovna škola Čakovec

**Sažetak**

U ovom radu opisuje se istraživanje o osviještenosti učenika o okolišnom otisku umjetne inteligencije koje je provedeno u prosincu 2025. godine među učenicima šestoga i sedmoga razreda II. osnovne škole Čakovec. U istraživanju je sudjelovalo 58 učenika. Istraživanjem se željelo saznati jesu li učenici osviješteni o okolišnom otisku umjetne inteligencije. Odgovori učenika prikupljeni su pomoću anonimnog online upitnika za učenike, a rezultati su prikazani zbirno. U radu se prikazuju i analiziraju rezultati istraživanja i iznose zaključci. Rezultati provedenog istraživanja pokazali su da su ispitanici donekle osviješteni o okolišnom otisku umjetne inteligencije, ali u mnogočemu su nesigurni ili nisu upoznati s temom. Budući da je umjetna inteligencija jedno je od najznačajnijih obilježja suvremenoga digitalnog doba povezivanjem odgojno-obrazovnih ciljeva nastavnoga predmeta Informatika i međupredmetnih tema, posebice međupredmetnom temom Održivi razvoj, trebalo bi razvijati svijest učenika o problematičnosti umjetne inteligencije za okoliš i navesti učenike na promišljeno razmatranje širih učinaka umjetne inteligencije.

**Ključne riječi:**

istraživanje, osnovna škola, umjetna inteligencija, okolišni otisak, održivost

# 1. Uvod

Iako se polažu velike nade da umjetna inteligencija (UI) može pomoći u rješavanju nekih od najvećih svjetskih ekoloških problema, prema sve većem broju istraživanja postoji i negativna strana rapidnog širenja umjetne inteligencije i infrastrukture koju ona zahtijeva za svoj rad. Dugoročan utjecaj UI na okoliš može biti dvojak, i pozitivan i negativan, a uvelike ovisi o načinima implementacije UI. Podatkovni centri su veliki potrošači energije i vode, proizvode ogromne količine elektroničkoga otpada i neophodne su im kritične sirovine. Sve se više raspravlja o štetnom utjecaju sustava umjetne inteligencije na okoliš do čega dolazi zbog više razloga od kojih se kao najznačajniji spominju povećavanje emisije ugljikovog dioksida, oslanjanje na fosilna goriva i brzo širenje računalne infrastrukture koje doprinosi iscrpljivanju kritičnih resursa. Bitno je prepoznati da sustavi umjetne inteligencije zahtijevaju velike prirodne resurse i dati prioritet sustavima i primjeni umjetne inteligencije koji značajno doprinose društvu, a istovremeno smanjuju štetu okolišu i razvijaju tehnologiju unutar ograničenja.

Okvir za pismenost u području umjetne inteligencije za osnovno i srednje obrazovanje (*Empowering Learners for the Age of AI - An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education*) potiče učitelje i nastavnike da ugrade pismenost u području UI kada i gdje je to moguće u skladu s njihovim predmetom i kontekstom. Između ostaloga, Okvir za pismenost u području umjetne inteligencije za osnovno i srednje obrazovanje potiče učenike da odvagaju ekološke troškove korištenja sustava UI s relevantnošću UI za specifične zadatke. Iako dugoročni učinci UI na prirodne resurse još nisu u potpunosti istraženi, tema okolišnog otiska UI predstavlja priliku za učenike da šire razmišljaju o odnosu između digitalnog i fizičkog svijeta.

U nastavu Informatike uvijek je potrebno uvoditi aktualne teme, a budući da je UI jedno od najznačajnijih obilježja suvremenog digitalnog doba i da se njena primjena izuzetno brzo širi na sva područja naših života, posljednjih godina ovoj se temi pridaje sve veći značaj i u nastavnim aktivnostima za učenike. Povezivanjem s međupredmetnim temama, posebice međupredmetnom temom Održivi razvoj, postavilo se pitanje o osviještenosti učenika o okolišnom otisku UI, odnosno o problematičnosti UI za okoliš.

## 2. Provedeno istraživanje i rezultati

### 2.1. Opis istraživanja

Izbor teme istraživanja potekao je iz potreba prakse i osobnih afiniteta istraživača, s ciljem utvrđivanja osviještenosti učenika o okolišnom otisku umjetne inteligencije i pripremi budućih nastavnih aktivnosti ili projekata. Metodologija istraživanja odabrana je s obzirom na mogućnosti provođenja bez materijalnih troškova, brzog prikupljanja podataka i omogućavanja anonimnosti ispitanicima kako bi se dobili iskreni odgovori. Svrha ovog istraživanja bila je postizanje novih spoznaja koje služe planiranju i ostvarivanju budućih nastavnih aktivnosti i

projekata. S obzirom na vremensku odrednicu, ovo istraživanje predstavlja istraživanje sadašnjosti, a s obzirom na trajanje istraživanja predstavlja transverzalno istraživanje jer istražuje presjek pojave u određenom trenutku, prosinac 2025. Za istraživanje su odabrani učenici šestoga i sedmoga razreda jer u sklopu nastave Informatike još nisu upoznati s ovom temom. Za prikupljanje podataka pripremljen je anonimni anketni upitnik kreiran kao Google obrazac koji je sadržavao ukupno dvanaest pitanja, od kojih je jedanaest pitanja bilo pripremljeno kao višestruki odabir, a jedno pitanje kao rešetka potvrdnog okvira. Sudjelovanje u istraživanju bilo je dobrovoljno, a na ispunjavanje obrasca pozvani su svi učenici šestoga razreda i učenici sedmoga razreda koji polaze izbornu nastavu Informatike u školskoj godini 2025./2026.

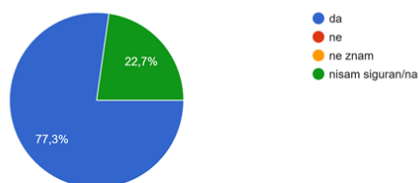
## 2.2. Rezultati istraživanja i analiza rezultata

Rezultati istraživanja prikazani su zbirno. Prikupljeno je ukupno 58 odgovora učenika, od toga 41 odgovor učenika šestoga razreda i 17 odgovora učenika sedmoga razreda. Odgovori učenika šestoga razreda prikupljeni su i prikazani odvojeno za svaki razredni odjel (6. a i 6. b) čime se dobila i mogućnost usporedbe odgovora između tih odjela. Budući da učenici sedmoga razreda izbornu nastavu Informatike polaze u kombiniranoj grupi, odgovori su prikupljeni zajedno.

Odgovori dobiveni od učenika pokazali su da najveći broj učenika (6. a razred 77,3 %, 6. b razred 63,2 %, 7. razred 70,6 %) smatra da umjetna inteligencija ima utjecaj na okoliš (Slika 1 i Slika 2).

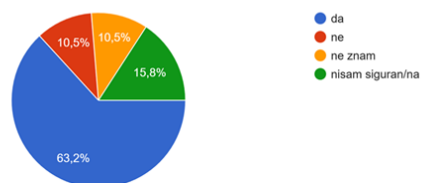
### 6. a

1) Smatraš li da umjetna inteligencija ima utjecaj na okoliš?  
22 odgovora



### 6. b

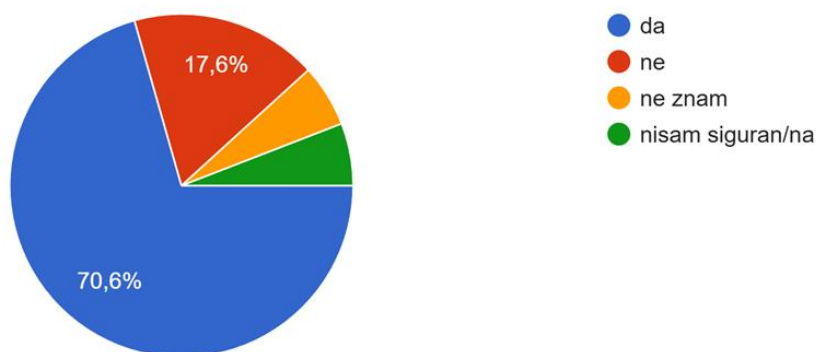
1) Smatraš li da umjetna inteligencija ima utjecaj na okoliš?  
19 odgovora



Slika 1. Odgovori učenika 6. razreda II. osnovne škole Čakovec

1) Smatraš li da umjetna inteligencija ima utjecaj na okoliš?

17 odgovora

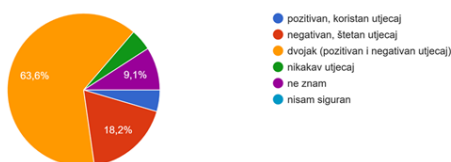


Slika 2. Odgovori učenika 7. razreda II. osnovne škole Čakovec

Na pitanje o tome kakav utjecaj na okoliš ima UI učenici 6. a i 7. razreda u najvećem broju (6. a razred 63,6 % i 7. razred 76,5 %) odgovorili su da je utjecaj dvojak (pozitivan i negativan), dok su učenici 6. b razreda u najvećem broju (47,4 %) odgovorili da UI ima negativan, štetan utjecaj na okoliš (Slika 3 i Slika 4).

6. a

2) Što misliš, kakav utjecaj na okoliš ima umjetna inteligencija?  
22 odgovora



6. b

2) Što misliš, kakav utjecaj na okoliš ima umjetna inteligencija?  
19 odgovora



Slika 3. Odgovori učenika 6. razreda II. osnovne škole Čakovec

2) Što misliš, kakav utjecaj na okoliš ima umjetna inteligencija?

17 odgovora



Slika 4. Odgovori učenika 7. razreda II. osnovne škole Čakovec

Učenici su upitani znaju li što je elektronički otpad. Najveći broj učenika odgovorio je potvrdno, a vidljivo je i da je u sedmom razredu taj postotak odgovora znatno veći (6. a 72,7 %, 6. b 68,4 % i 7. razred 94,1 %) što se moglo očekivati s obzirom na to da su o ovoj temi na nastavi Informatike svi učili u petom razredu, a sadašnji sedmi razredi temom elektroničkoga otpada bavili su se i kada su bili u šestom razredu.

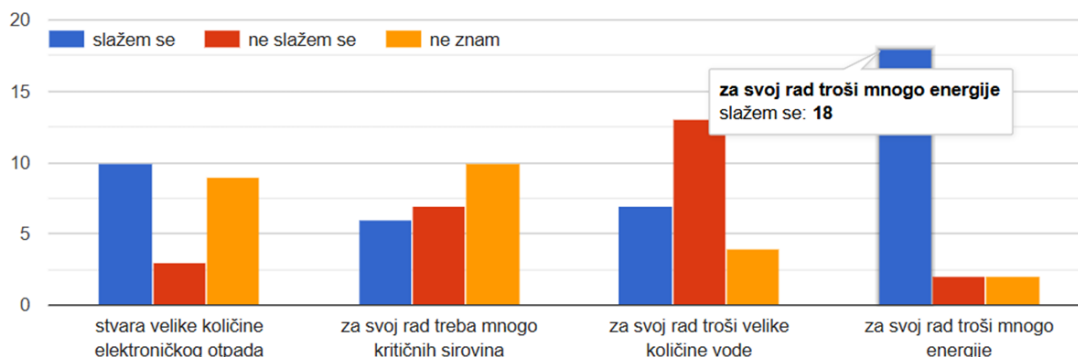
Na pitanje znaju li što su podatkovni centri tek manji broj učenika šestoga razreda odgovorio je potvrdno (6. a razred 9,1 % i 6. b razred 5,3 %), dok najveći broj učenika šestoga razreda ne zna ili nisu sigurni što su podatkovni centri. Učenici sedmoga razreda na isto su pitanje u većem broju odgovorili potvrdno (23,5 % ispitanika).

Učenici su bili pozvani da označe slažu li se s tvrdnjama ili ne znaju da umjetna inteligencija (podatkovni centri) stvara velike količine elektroničkog otpada, za svoj rad treba mnogo kritičnih sirovina, za svoj rad troši velike količine vode i za svoj rad troši mnogo energije. Iz dobivenih odgovora vidljivo je da ispitanici u najvećem broju (18 učenika 6. a razreda, 16 učenika 6. b razreda i 13 učenika 7. razreda) prepoznaju da UI za svoj rad troši mnogo energije, značajan broj ispitanika (10 učenika 6. razreda, 9 učenika 6. b razreda i 7 učenika 7. razreda) prepoznaje da UI stvara velike količine elektroničkoga otpada, a učenici sedmoga razreda u većoj mjeri se slažu i s tvrdnjom da UI za svoj rad treba mnogo kritičnih sirovina. Najmanji broj učenika šestoga razreda prepoznaje da UI za svoj rad treba mnogo kritičnih sirovina, dok najmanji broj učenika sedmoga razreda prepoznaje da UI za svoj rad troši velike količine vode (Slika 5, Slika 6 i Slika 7).

5) Označi slažeš li se s tvrdnjama.

 Kopiraj grafikon

Umjetna inteligencija (podatkovni centri):

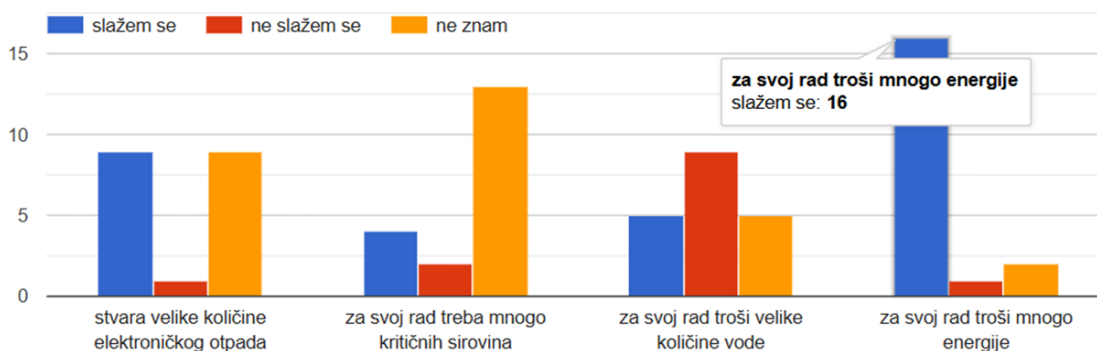


Slika 5. Odgovori učenika 6. a razreda II. osnovne škole Čakovec

5) Označi slažeš li se s tvrdnjama.

 Kopiraj grafikon

Umjetna inteligencija (podatkovni centri):

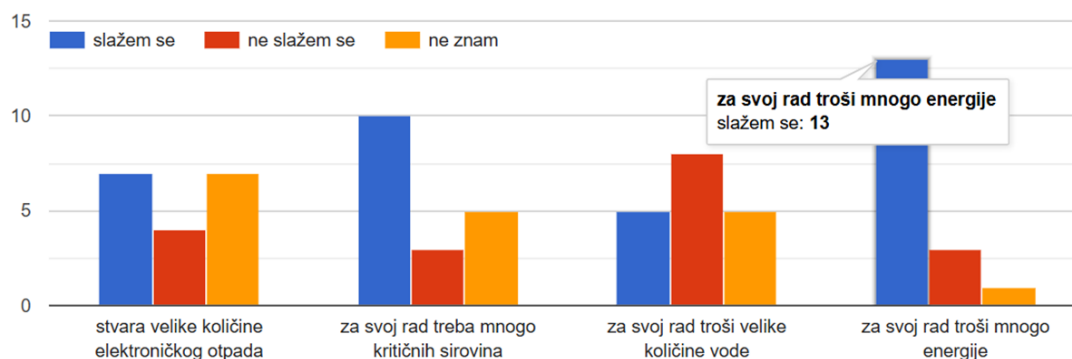


Slika 6. Odgovori učenika 6. b razreda II. osnovne škole Čakovec

5) Označi slažeš li se s tvrdnjama.

 Kopiraj grafikon

Umjetna inteligencija (podatkovni centri):



Slika 7. Odgovori učenika 7. razreda II. osnovne škole Čakovec

Iz odgovora dobivenima na pitanje o tome zbog čega UI ima utjecaj na okoliš vidljivo je da su učenici sedmoga razreda u znatno većem broju prepoznali ogromnu potrošnju energije, vode i sirovina kao uzrok (58,8 % ispitanika), dok su učenici šestoga razreda u manjem broju (6. a razred 31,8 % i 6. b razred 15,8 %) odabrali ova tri spomenuta uzroka i u značajnom broju odabrali druge ponuđene odgovore (ogromne potrošnje energije i vode; ogromnog onečišćenja zraka, zagađenja vode i tla; ne znam).

Na pitanje tko može obuzdati negativne posljedice umjetne inteligencije na okoliš dobiveni su bitno različiti odgovori od sve tri grupe ispitanika. Učenici 6. a razreda u najvećem broju (40,9 %) smatraju da bi to mogle napraviti vlade država, međunarodne organizacije i tehnološke tvrtke, dok najveći broj učenika sedmoga razreda (47,1 %) smatra da bi to mogle napraviti tehnološke tvrtke koje razvijaju UI. Odgovori učenika 6. b razreda u većoj su mjeri raspršeni, no prevladava odgovor „svi od navedenih“ (vlade država, međunarodne organizacije, tehnološke tvrtke koje razvijaju UI, pojedinci, svi građani) koji je odabralo 26,3 % učenika.

Na pitanje može li se izračunati emisiju ugljika uzrokovanu korištenjem UI za različite zadatke (npr. stvaranje slike, postavljanje upita *chatbotu*) 31,8 % učenika 6. a i 6. b razreda odgovorilo je potvrdno, dok je u sedmom razredu broj potvrdnih odgovora 41,2 %.

Na tvrdnju da generiranje slike pomoću modela UI troši jednako energije kao i potpuno punjenje pametnog telefona tek manji broj učenika šestoga razreda (6. a razred 18,2 % i 6. b razred 10,5 %) odgovorio je potvrdno, dok je nešto veći broj učenika sedmoga razreda (29,4 %) odgovorio potvrdno.

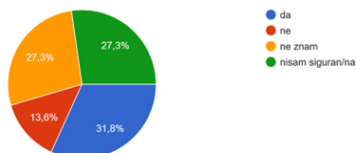
Učenici sedmoga razreda u znatno većem broju (52,9 %) od učenika šestoga razreda (6. a razred 31,8 % i 6. b razred 26,3 %) prepoznaju da korištenje modela

UI za generiranje teksta troši znatno manje energije od generiranja slike (Slika 8 i Slika 9).

**6. a**

10) Korištenje modela umjetne inteligencije za generiranje teksta troši znatno manje energije od generiranja slike.

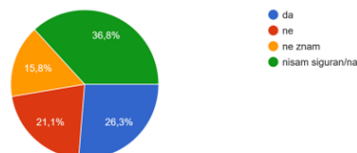
22 odgovora



**6. b**

10) Korištenje modela umjetne inteligencije za generiranje teksta troši znatno manje energije od generiranja slike.

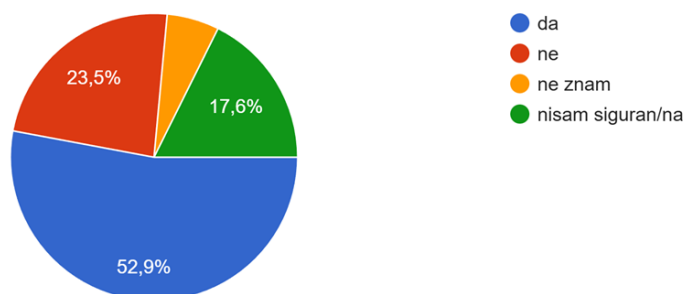
19 odgovora



Slika 8. Odgovori učenika 6. razreda II. osnovne škole Čakovec

10) Korištenje modela umjetne inteligencije za generiranje teksta troši znatno manje energije od generiranja slike.

17 odgovora



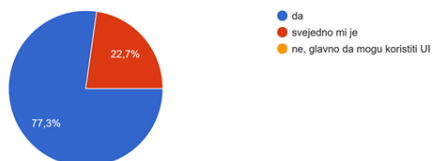
Slika 9. Odgovori učenika 7. razreda II. osnovne škole Čakovec

Na pitanje koji od navedenih zadataka UI troši najviše energije i ima najveći ugljični otisak, učenici šestoga i sedmoga razreda u najvećem broju odabrali su odgovor da je to generiranje slika (6. a razred 54,5 %, 6. b razred 47,4 % i 7. razred 76,5 %). Ponuđeni odgovori bili su generiranje teksta, generiranje slika, odgovaranje na pitanja, klasifikacija slika, dodavanje titlova i ne znam.

Najveći broj ispitanika (6. a razred 77,3 %, 6. b razred 63,2 % i 7. razred 82,4 %) odgovorio je da bi rado koristio UI na način koji je prihvatljiviji za planet Zemlju (Slika 10 i Slika 11).

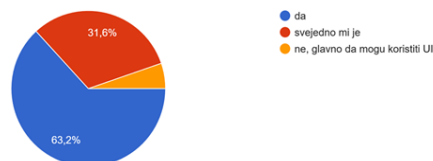
**6. a**

12) Rado bih koristio umjetnu inteligenciju (UI) na način koji je prihvatljiviji za planet Zemlju.  
22 odgovora



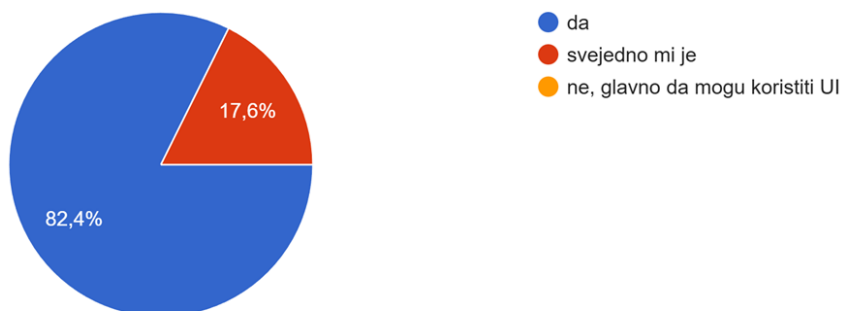
**6. b**

12) Rado bih koristio umjetnu inteligenciju (UI) na način koji je prihvatljiviji za planet Zemlju.  
19 odgovora



Slika 10. Odgovori učenika 6. razreda II. osnovne škole Čakovec

12) Rado bih koristio umjetnu inteligenciju (UI) na način koji je prihvatljiviji za planet Zemlju.  
17 odgovora



Slika 11. Odgovori učenika 7. razreda II. osnovne škole Čakovec

### 3. Zaključak

Može se zaključiti da su ispitanici donekle osviješteni o okolišnom otisku umjetne inteligencije, ali u mnogočemu su nesigurni ili nisu upoznati s temom. Usporedba odgovora 6. a i 6. b razreda pokazuje da su učenici 6. a razreda nešto bolje upoznati s utjecajem UI na okoliš. Učenici sedmoga razreda osviješteniji su o okolišnom otisku UI od učenika šestoga razreda. Ispitanici utjecaj UI na okoliš najviše povezuju s povećanom potrošnjom energije, dok su o drugim aspektima utjecaja UI na okoliš manje osviješteni. Pozitivno je što je najveći broj ispitanika odgovorio da bi rado koristio umjetnu inteligenciju na način koji je prihvatljiviji za planet Zemlju, no trebalo bi poraditi na tome da se taj broj još poveća. Učenike bi trebalo navesti na promišljeno razmatranje širih učinaka umjetne inteligencije kako na pojedince i lokalne zajednice, tako i na okoliš.

## 4. Popis literature

- [1.] Ekovjesnik – portal za održivi razvoj i uspješnu zajednicu, Umjetna inteligencija i glad za energijom: AI i budućnost koja jede struju. URL: <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/8471/umjetna-inteligencija-i-glad-za-energijom-ai-i-buducnost-koja-jede-struju> (9.1.2026.)
- [2.] European Commission, Organization for Economic Cooperation and Development (OECD): Empowering Learners for the Age of AI - An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education. URL: <https://ailiteracyframework.org/hr/> (9.1.2026.)
- [3.] European Commission: Directorate-General for Energy, Ramboll, Resilio, *Assessment of the energy footprint of digital actions and services*. Publications Office of the European Union; 2023. Available from: doi/10.2833/478689 URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3b6c0a1-1171-11ee-b12e-01aa75ed71a1> (9.1.2026.)
- [4.] Faktograf, Unutar granica: ograničenje utjecaja umjetne inteligencije na okoliš. URL: <https://faktograf.hr/2025/02/10/unutar-granica-ogranicenje-utjecaja-umjetne-inteligencije-na-okolis> (9.1.2026.)
- [5.] Massachusetts Institute of Technology (MIT), Explained: Generative AI's environmental impact. URL: <https://news.mit.edu/2025/explained-generative-ai-environmental-impact-0117> (9.1.2026.)
- [6.] MIT Technology Review, Making an image with generative AI uses as much energy as charging your phone. URL: <https://www.technologyreview.com/2023/12/01/1084189/making-an-image-with-generative-ai-uses-as-much-energy-as-charging-your-phone/> (9.1.2026.)
- [7.] UN environment programme, AI has an environmental problem. Here's what the world can do about that. URL: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/ai-has-environmental-problem-heres-what-world-can-do-about> (9.1.2026.)