Stručni rad

ENERGETSKI OTISAK UMJETNE INTELIGENCIJE

Aleksandra Hohnjec
Ekonomska i birotehnička škola Bjelovar

Jadranka Dorešić
Srednja škola Ivan Švear Ivanić Grad

Sažetak

Umjetna inteligencija posljednjih je godina postala sastavni dio svakodnevnog života te se sve intenzivnije primjenjuje u obrazovanju, poslovanju, znanosti i javnoj upravi. Njezina sposobnost brzog generiranja tekstova, analiza, slika i programskog koda donosi brojne prednosti korisnicima, no istodobno otvara pitanja o održivosti takvih tehnologija. Iako se umjetna inteligencija najčešće promatra kroz mogućnosti koje pruža, znatno se manje govori o njezinoj potrošnji električne energije i vode potrebne za rad podatkovnih centara u kojima se obrađuju milijuni korisničkih zahtjeva. Razvoj velikih jezičnih modela i njihova svakodnevna uporaba zahtijevaju sve veće računalne kapacitete, što dovodi do povećane potrošnje prirodnih resursa i otvara pitanje odgovornog korištenja digitalnih tehnologija. U obrazovnom sustavu, u kojem učenici i nastavnici svakodnevno koriste alate umjetne inteligencije, potrebno je razvijati svijest o njihovim prednostima, ali i o utjecaju koji imaju na okoliš. U radu se prikazuje pojam energetskog otiska umjetne inteligencije, razmatraju se uzroci povećane potrošnje energije i vode te se ističe važnost razvoja digitalne odgovornosti kao sastavnog dijela suvremenih kompetencija učenika.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, podatkovni centri, električna energija, održivi razvoj, digitalna odgovornost

1. Uvod

Umjetna inteligencija u vrlo je kratkom vremenu postala jedan od najznačajnijih tehnoloških alata suvremenoga društva. Brojni digitalni sustavi omogućuju korisnicima izradu tekstova, analizu podataka, prevođenje, programiranje, obradu fotografija i stvaranje multimedijskih sadržaja u svega nekoliko sekundi. Takve mogućnosti značajno mijenjaju način rada u gospodarstvu, javnoj upravi, znanosti i obrazovanju, zbog čega se umjetna inteligencija sve češće smatra jednom od ključnih tehnologija budućnosti. U školama učenici i nastavnici svakodnevno koriste različite generativne alate kao potporu učenju, pripremi nastavnih materijala, istraživanju i rješavanju problemskih zadataka. Rasprave o umjetnoj inteligenciji najčešće su usmjerene na njezine mogućnosti, etička pitanja, zaštitu autorskih prava ili pouzdanost generiranih sadržaja. Međutim, znatno se rjeđe govori o činjenici da svaki korisnički upit zahtijeva obradu u velikim podatkovnim centrima koji troše značajne količine električne energije te vode potrebne za hlađenje računalne opreme. Razvoj umjetne inteligencije prati ubrzana izgradnja novih podatkovnih centara čiji broj iz godine u godinu raste. Istodobno rastu i potrebe za električnom energijom, rashladnim sustavima i infrastrukturom koja omogućuje neprekidan rad milijuna poslužitelja. Takav razvoj otvara pitanje održivosti digitalnih tehnologija te njihove povezanosti s klimatskim promjenama, upravljanjem prirodnim resursima i odgovornim korištenjem energije. Obrazovni sustav ima važnu ulogu u razvoju digitalnih kompetencija učenika, ali jednako tako i u razvoju njihove svijesti o održivom korištenju tehnologije. Digitalna pismenost danas više ne podrazumijeva samo učinkovito korištenje umjetne inteligencije, nego i razumijevanje njezina energetskog i okolišnog utjecaja. Razvijanje takvih kompetencija pridonosi odgovornijem odnosu prema digitalnim tehnologijama i njihovoj primjeni u svakodnevnom životu.

2. Razrada

Brzi razvoj umjetne inteligencije posljednjih godina doveo je do naglog povećanja broja podatkovnih centara koji predstavljaju temelj suvremenih digitalnih usluga. U njima se nalaze tisuće poslužitelja i specijaliziranih procesora koji neprekidno obrađuju zahtjeve korisnika iz cijeloga svijeta. Svaki razgovor s generativnim modelom, izrada slike, analiza dokumenata ili prijevod teksta pokreće složene računalne procese koji zahtijevaju znatno više energije od uobičajenoga internetskog pretraživanja. Za razliku od tradicionalnih informacijskih sustava, modeli umjetne inteligencije obrađuju goleme količine podataka koristeći grafičke procesore visokih performansi. Takvi sustavi rade neprekidno, a tijekom rada razvijaju veliku količinu topline koju je potrebno kontinuirano odvoditi kako bi se osigurala stabilnost i pouzdanost rada. Upravo zbog toga podatkovni centri zahtijevaju složene rashladne sustave koji, osim velike količine električne energije, troše i znatne količine pitke vode.

Prema procjenama Međunarodne agencije za energiju, podatkovni centri danas sudjeluju s približno 1,5 posto u ukupnoj svjetskoj potrošnji električne energije, dok se očekuje da će se njihove potrebe do kraja ovoga desetljeća više nego udvostručiti. Glavni razlog takvog rasta upravo je ubrzani razvoj umjetne inteligencije i sve veći

broj korisnika koji svakodnevno koriste generativne sustave. Istodobno raste i potreba za izgradnjom novih podatkovnih centara, osobito u državama koje raspolažu razvijenom energetskom infrastrukturom i povoljnim uvjetima za njihovo funkcioniranje. Jedan od najvećih izazova predstavlja potrošnja vode koja je nužna za hlađenje podatkovnih centara. Poslužitelji koji obrađuju velike količine podataka proizvode znatnu količinu topline pa je za njihov siguran i neprekidan rad potrebno učinkovito hlađenje. U mnogim podatkovnim centrima za tu se svrhu koristi pitka voda koja cirkulira kroz rashladne sustave. Procjenjuje se da podatkovni centri na globalnoj razini godišnje potroše više od 560 milijardi litara vode, a prema procjenama ta bi se količina do 2030. godine mogla povećati na približno 1200 milijardi litara. Poseban problem predstavlja činjenica da se velik dio vode tijekom procesa hlađenja izgubi isparavanjem ili se zbog kemijske obrade više ne može koristiti za ljudsku potrošnju ili navodnjavanje. Time podatkovni centri ne troše samo velike količine pitke vode nego istodobno smanjuju raspoloživost toga vrijednog prirodnog resursa.

Dodatni izazov predstavlja smještaj podatkovnih centara. Velik broj novoizgrađenih ili planiranih objekata nalazi se upravo u područjima koja se već suočavaju s nestašicom vode ili povećanim rizikom od suše. Razlog tomu često je dostupnost jeftinijih izvora električne energije ili povoljniji uvjeti za razvoj tehnološke infrastrukture. Takav razvoj izaziva sve češće rasprave o odgovornom upravljanju prirodnim resursima jer lokalno stanovništvo i tehnološke kompanije postaju konkurenti u korištenju pitke vode. Posljednjih godina u pojedinim državama organizirani su i prosvjedi građana zbog planirane izgradnje novih podatkovnih centara, pri čemu su u središtu rasprave bili upravo zaštita okoliša, očuvanje vodnih resursa i kvaliteta života lokalne zajednice.

Istodobno, umjetna inteligencija otvara i pitanje povećanih emisija stakleničkih plinova. Iako tehnološke kompanije ulažu značajna sredstva u korištenje obnovljivih izvora energije, rast broja podatkovnih centara povećava ukupnu potražnju za električnom energijom. Međunarodna agencija za energiju procjenjuje kako će upravo umjetna inteligencija biti jedan od glavnih pokretača povećanja potrošnje električne energije tijekom sljedećih godina. To znači da će razvoj elektroenergetske infrastrukture morati pratiti ubrzani razvoj digitalnih tehnologija kako bi se osigurala stabilna opskrba energijom uz istodobno smanjenje negativnih utjecaja na okoliš.

2.1. Energetski otisak umjetne inteligencije u obrazovanju

Umjetna inteligencija danas je postala sastavni dio obrazovnoga procesa. Nastavnici koriste generativne alate pri pripremi nastavnih materijala, izradi prezentacija, osmišljavanju aktivnosti i vrednovanju učenika, dok ih učenici primjenjuju za istraživanje, učenje, prevođenje, programiranje i izradu različitih školskih zadataka. Takva primjena donosi brojne prednosti, ali istodobno zahtijeva razvijanje svijesti o odgovornom korištenju digitalnih tehnologija.

Digitalna pismenost više ne podrazumijeva samo poznavanje rada s računalima i primjenu umjetne inteligencije. Ona uključuje razumijevanje načina na koji digitalni sustavi funkcioniraju te njihov utjecaj na društvo, gospodarstvo i okoliš. Učenike je potrebno poučiti da svaki upit upućen generativnom modelu zahtijeva rad podatkovnih centara koji troše električnu energiju i prirodne resurse. Cilj nije

obeshrabriti uporabu umjetne inteligencije, nego razvijati odgovornost pri njezinu korištenju te poticati promišljanje o tome kada je njezina primjena doista opravdana.

Upravo zato obrazovni sustav ima važnu ulogu u razvoju digitalne odgovornosti. Nastava informatike, računalstva, ekonomskih predmeta, ali i međupredmetne teme Održivi razvoj pružaju mogućnost povezivanja sadržaja o umjetnoj inteligenciji s temama zaštite okoliša i racionalnog korištenja energije. Učenici mogu analizirati energetski otisak digitalnih tehnologija, uspoređivati različite izvore energije te raspravljati o mogućnostima razvoja održivijih tehnoloških rješenja. Takav pristup pridonosi razvoju kritičkoga mišljenja i osposobljava učenike za odgovorno sudjelovanje u digitalnom društvu.

3. Zaključak

Umjetna inteligencija predstavlja jednu od najznačajnijih tehnoloških inovacija današnjice te ima velik potencijal unaprijediti obrazovanje, gospodarstvo i svakodnevni život. Međutim, njezin ubrzani razvoj istodobno povećava potrebe za električnom energijom, vodom i računalnom infrastrukturom, zbog čega energetski otisak umjetne inteligencije postaje sve važnije pitanje održivoga razvoja. Razumijevanje načina na koji funkcioniraju podatkovni centri i resursa potrebnih za njihov rad predstavlja novu dimenziju digitalne pismenosti. Uloga škole nije samo osposobiti učenike za korištenje suvremenih tehnologija nego ih potaknuti na odgovorno i promišljeno korištenje digitalnih alata uz uvažavanje njihovih društvenih i okolišnih posljedica. Razvijanjem digitalne odgovornosti učenici stječu kompetencije koje će im omogućiti da umjetnu inteligenciju koriste učinkovito, kritički i održivo. Na taj način obrazovni sustav pridonosi stvaranju odgovornih građana koji razumiju da tehnološki napredak nije moguć bez odgovornoga odnosa prema energiji, vodi i drugim prirodnim resursima.

4. Literatura

[1.] https://www.ekovjesnik.hr/clanak/8471/umjetna-inteligencija-i-glad-za-energijom-ai-i-buducnost-koja-jede-struju (8. 7. 2026.)

[2.] https://klimatski.hr/2025/05/12/ai-podatkovni-centri-gutaju-sve-vise-vode-i-energije/ (8. 7. 2026.)