

Naslov članka/Article:

Sodobni inteligentni sistemi poučevanja matematike v Sloveniji in na Kitajskem: primerjalna analiza učinkov učne podpore z umetno inteligenco

Comparative Analysis of AI-Supported Mathematics Teaching in Slovenia and China

Avtor/Author:

Livija Smrkolj

DOI:

CC licenca



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



Matematika v šoli št. 1/2025, letnik 31

ISSN 1318-010X

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2025

Spletna stran revije:

<https://www.zrss.si/strokovne-revije/matematika-v-soli/>

Sodobni inteligentni sistemi poučevanja matematike v Sloveniji in na Kitajskem: primerjalna analiza učinkov učne podpore z umetno inteligenco

Comparative Analysis of AI-Supported Mathematics Teaching in Slovenia and China

Livija Smrkolj

Dijakinja Škofijske klasične gimnazije Ljubljana

Izvleček

Članek obravnava uporabo umetne inteligence pri poučevanju matematike v dveh različnih izobraževalnih okoljih: na Kitajskem in v Sloveniji. Predstavljena je primerjalna analiza dveh inteligentnih učnih sistemov – Squirrel AI, ki temelji na tehnologiji strojnega učenja (SU; angl. *machine learning* – ML), ter Astre AI, slovenskega orodja, ki temelji na velikih jezikovnih modelih (VJM; angl. *large language models* – LLM). Kitajska študija z 203 srednješolci je eksperimentalno potrdila večjo učinkovitost učenja z uporabo Squirrel AI v primerjavi s klasičnim poučevanjem. V slovenskem primeru gre za refleksijo dijakinje, ki je redno uporabljala Astro AI za samostojno učenje. Rezultati potrjujejo, da umetna inteligenca prispeva k boljši individualizaciji, večji motivaciji in hitrejšemu usvajanju vsebin. Analiza poudari tudi razlike med tehnologijama SU in VJM, nakaže prednosti in omejitve uporabe teh orodij ter opozori na nekatere etične dileme.

Ključne besede: inteligentni sistemi poučevanja, učenje matematike, srednješolsko izobraževanje, učna orodja, samostojno učenje

Abstract

The article explores the use of artificial intelligence in mathematics education across two distinct educational contexts: China and Slovenia. It presents a comparative analysis of two intelligent learning systems - Squirrel AI, which is based on machine learning (ML) technology, and Astra AI, a Slovenian tool powered by large language models (LLMs). A Chinese study involving 203 high school students experimentally demonstrated that learning with Yixue Squirrel AI was more effective than traditional teaching methods. The Slovenian case study presents a reflective account by a student who regularly used Astra AI for independent learning. The findings indicate that artificial intelligence enhances individualisation, increases motivation, and accelerates content acquisition. The analysis also underscores the differences between ML and LLM technology, outlines the strengths and limitations of these tools, and raises ethical dilemmas related to their application.

Keywords: artificial intelligence, mathematics education, secondary education, learning tools, self-directed learning

Umetna inteligenca kot izziv in priložnost za srednješolsko mladino

Umetna inteligenca (UI) se vse hitreje uveljavlja v izobraževanju kot orodje za individualizacijo učenja, analizo napredka in izboljšanje dostopnosti znanja. V

zadnjih letih smo priča prehodu od tradicionalnih digitalnih orodij k naprednejšim sistemom, podprtim z umetno inteligenco, zlasti z razvojem velikih jezikovnih modelov. Kot kažejo aktualni trendi, se razvoj umetne inteligence pomika tudi v smer umetne splošne inteligence (USI; angl. *artificial general intelligence* – AGI), tj. oblike UI, ki bi lahko v prihodnjih de-

setih ali več letih dosegla zmožnost učenja, prilagajanja in razmišljanja, podobno človekovi. Takšni sistemi bodo temeljito preoblikovali podporne vloge UI pri učenju in poučevanju, saj bodo sposobni kompleksne analize, avtonomnega razmišljanja ter empatičnega odzivanja na učne potrebe posameznikov. Z zanimanjem bom spremljala, kako se bo to odražalo v

razvoju novih, še zmogljivejših izobraževalnih orodij.

Matematika velja za enega od zahtevnejših predmetov v osnovnošolskem in srednješolskem izobraževanju, zlasti zaradi svoje abstraktnosti in zahtev po postopnem reševanju nalog. V Sloveniji se kar 61 % srednješolcev matematike ne uči z veseljem, medtem ko je ta delež v tujini le 33 % (Sirnik in Jerko, 2024). V kontekstu teh izzivov postajajo digitalna orodja in UI vse pomembnejši dejavniki podpore učenju. Ta članek primerja dva primera uvedbe UI v podporo učenju matematike: kitajski sistem Squirrel AI in slovensko aplikacijo Astra AI.

Na Kitajskem je leta 2018 potekala eksperimentalna študija, v kateri so uporabili sistem Squirrel AI, ki temelji na tehnologiji strojnega učenja, za podporo poučevanju matematike. V Sloveniji pa se vse bolj uveljavlja Astra AI – sodobno učno orodje, ki temelji na modelih VJM in ponuja personalizirano učenje v realnem času. Ugotovitve iz obeh okolij kažejo, da lahko inteligentni učni sistemi pomembno pripomorejo k izboljšanju učnih rezultatov in samostojnosti učencev.¹

V tem članku želim kot dijakinja gimnazije osvetliti, kako sta se moje razumevanje in znanje matematike postopno izboljšala ob uporabi digitalnih učnih orodij, predvsem aplikacije Astra AI, ki temelji na modelih VJM. Gre za osebno izkušnjo samoiniciativne uporabe umetne inteligence pri učenju matematike, podkrepljeno z reflektivno analizo prednosti, izzivov, omejitev in etičnih vprašanj, ki jih takšna orodja odpirajo v sodobnem pedagoškem kontekstu.

V prvih treh letnikih srednje šole nisem imela dostopa do inteligentnih orodij, vendar sem se redno srečevala z matematičnimi razlagami prek brezplačnih videov na YouTube, ki jih je pripravil avtor aplikacije Astra AI Andrej P. Škraba. Jeseni 2024 sem začela redno uporabljati plačljivo različico omenjene aplikacije, saj sem želela v 4. letniku izboljšati svoje razumevanje vsebin pri pripravi na maturi. Prelomen trenutek v mojem pristopu k učenju je bila prav uvedba digitalnih orodij, kot so specializirana programska oprema za upravljanje učenja (angl. *learning management system* – LMS) (npr.

eMatura) in inteligentni pogovorni (klopetalni) asistenti, npr. ChatGPT in Astra AI. Sodobna orodja so mi omogočila razlage, prilagojene mojemu razumevanju, interaktivne vaje brez časovnih omejitev ter strukturirano pripravo na ocenjevanja.

Astro AI sem uporabljala kot glavno učno podporo pri samostojnem delu, saj sem ugotovila, da lahko z njeno pomočjo hitro in učinkovito utrjujem vsebine, preverjam razumevanje in prepoznavam napake. Do marca 2025 sem v uporabo aplikacije vložila manj kot 80 EUR, kar je zanemarljivo v primerjavi s stroški individualnih inštrukcij. Moja izkušnja ni osamljen primer – opažam, da se tudi drugi dijaki vedno pogosteje zatekajo k uporabi podobnih orodij, kar potrjuje rastoč trend v digitalizaciji učenja in poučevanja. V prispevku poleg slovenske izkušnje predstavim tudi primer tuje prakse – uporabo sistema Squirrel AI na Kitajskem, ki temelji na algoritmičnih SU in je empirično dokazal višjo učinkovitost v primerjavi s tradicionalnim poukom.

Oba sistema, čeprav temeljita na različnih tehnoloških pristopih (starejši SU in novejši zmogljivejši VJM), kažeta pomemben potencial pri podpori učencem, zlasti pri predmetih, ki zahtevajo postopnost, razumevanje in samostojno utrjevanje. Cilj članka je s primerjalno analizo osvetliti možnosti, ki jih ponuja integracija UI v srednješolsko izobraževanje, ter poudariti potrebo po strokovno vodeni in etično uravnoteženi uporabi teh tehnologij v šolskem prostoru.

Ko opazujem družbo okoli sebe, vidim, da moja osebna učna izkušnja ni osamljen primer, temveč napoved širših trendov v izobraževanju in povečanju učinkovitosti učenja. UI postaja pomemben pomočnik pri učenju (RTV Slovenija, 2024a). Moja lastna izkušnja in obstoječe raziskave (Selaković, 2025) nakazujejo prihodnje možnosti za poučevanje matematike in drugih teoretskih šolskih predmetov z vključevanjem UI in digitalnih orodij. Razmišljam o prednostih, izzivih in etičnih dilemah UI ter o preobrazbi učnega procesa posameznika in kako koristna je lahko v izobraževalnem procesu na splošno. Zdi se mi, da UI na gimnaziji, ki jo obiskujem, pedagogi še ne uporabljajo pri poučevanju, morda z njo analizirajo naše rešene teste, pripravijo povprečno oceno

nalog ter prepoznajo naše učne primanjkljaje. Strinjam se s strokovnjaki (Selaković, 2024), da UI-tutorji ne smejo nadomestiti ali popolnoma zamenjati učitelja v šoli, ki je naš mentor, redni kontrolor znanja in včasih tudi vzornik. Dejstvo pa je, da uporaba teh orodij nakazuje pomembne prednosti učne podpore dijakom.

Metodologija

Članek temelji na kombinaciji študije primera in primerjalne analize, pri čemer sta me usmerila računalničar in študentka matematike. Vključuje empirične ugotovitve kitajske raziskave (Cui idr., 2019), ki je eksperimentalno primerjala učinke sistema Squirrel AI pri učenju matematike, ter reflektivno samoevalvacijo redne uporabnice Astre AI v Sloveniji. Metoda temelji na sistematičnem dokumentiranju in analiziranju moje osebne izkušnje, ko sem se med septembrom 2024 in marcem 2025 samostojno učila z uporabo aplikacije Astra AI. Uporabila sem dnevniško metodo spremljanja učnega procesa, dopolnjeno z analitično refleksijo uporabnosti orodja, napak ter odziva uporabnice na razlago vsebin.

Glede na to, da je jeseni 2024 še primanjkovalo orodij, ki bi v slovenskem prostoru delovala v velikih jezikovnih modelih (VJM), je bila izbira orodja Astra AI naravna odločitev. Bila sem že seznanjena z avtorjem platforme in vsebinami prek brezplačnih videorazlag na YouTube kanalu, kar je dodatno spodbudilo preizkus naprednejše plačljive različice. Moj pristop temelji tudi na raziskovalni radovednosti in osebni zanimanju za didaktična e-orodja.

Inteligentna orodja za učenje matematike: dostopnost in učinkovitost

Astra AI

Ena izmed najbolj razširjenih rešitev je slovenska plačljiva aplikacija Astra AI, ki jo je leta 2024 razvil Andrej P. Škraba. Aplikacijo je na začetku leta 2025 po poročanju razvijalca uporabljalo več kot 70 000 dijakov, v spomladanskem delu is-

¹ Izraz učenci je uporabljen takrat, ko gre za učence in dijake hkrati, kadar pa gre le za dijake, se uporablja izraz dijaki.

tega leta pa že več kot 170 000. Uporaba med učenci narašča tudi zaradi pobude razvijalca, da vsem učiteljem matematike omogoči brezplačen dostop do orodja (Siol.net, 2025; Najdi.si, 2024, 2025; SBC, 2025). Razvoj aplikacije je delno omogočil tudi slovenski poslovni klub (SBC, 2025). Čeprav številni učitelji in inštruktorji še ne uporabljajo UI-tutorjev v vsakodnevni praksi, mlajši uporabniki že potrjujejo njihovo uporabnost in učinkovitost.

Astra AI temelji na naprednih VJM, ki omogočajo dialog, prilagajanje jezika in naravno interakcijo z uporabnikom. Pri tem ponuja personalizirano podporo pri učenju matematike, angleščine, fizike, kemije in nemščine, ob tem pa vključuje še videorazlage, načrte učenja in več kot 2 000 vnaprej pripravljenimi nalogami za pripravo na maturo in nacionalno preverjanje znanja.

Moje izkušnje potrjujejo, da aplikacija omogoča takojšnje razlage matematičnih problemov — uporabnik lahko nalogo fotografira in dobi po korakih razloženo rešitev. Zanesljivost Astre AI je v večini primerov zadovoljiva, vendar sem zaznala pogostejše napake pri obrestnoobrestnih računih in integralih. Aplikacija včasih uporablja meni neznane metode reševanja, zato sta pri uporabi nujna lastna presoja in preverjanje rezultatov. Kljub temu Astra AI nudi pomembno pomoč, še posebej kadar je učenec sam pri učenju in nima neposredne učiteljeve podpore.

Primerjalna analiza s Squirrel AI

Astro AI sem v članku primerjala s kitajsko rešitvijo Squirrel AI, razvito leta 2016 v Šanghaju. V zadnjem desetletju se je uveljavila kot eden vodilnih sistemov na osnovi strojnega učenja v izobraževanju (za učenje matematike in angleščine kitajskih srednješolcev). Sistem je zasnovan tako, da s pomočjo diagnostičnih testov analizira predznanje učenca in nato samodejno oblikuje prilagojen načrt učenja. Po definiciji je strojno učenje veja UI, ki omogoča, da sistemi na podlagi podatkov prepoznavajo vzorce in optimizirajo lastne izračune brez vnaprejšnjega programiranja (Cui idr., 2019).

V znani študiji (Cui idr., 2019), izvedeni z 203 kitajskimi dijaki, so dijake razdelili v dve skupini — ena je uporabljala sistem Squirrel AI, druga pa tradicionalni pouk. Po treh dneh preizkusa in zaključnih te-

stih se je izkazalo, da je skupina z inteligentnim sistemom dosegla 4,19-krat večji napredek kot kontrolna skupina. Glavne prednosti Squirrel AI so bile strukturirane učne poti, sprotne povratne informacije in osredotočenost na šibka področja znanja.

V primerjavi s Squirrel AI se Astra AI zanaša na novejšo tehnologijo VJM, kar pomeni večjo fleksibilnost, odprt dialog z uporabnikom, višjo stopnjo personalizacije in možnost učenja v naravnem jeziku. Medtem ko kitajski sistem temelji bolj na diagnostičnih preizkusih in povratnem prilagajanju, Astra AI deluje bolj interaktivno ter temelji na dialogu, kar lahko pozitivno vpliva na učenčevo razumevanje in motivacijo.

Kljub različnim tehnološkim pristopom oba sistema kažeta na potencial adaptivnega učenja pri izboljšanju učnih rezultatov. Medtem ko Squirrel AI uporablja bolj strukturiran pristop z jasno definiranimi znanstvenimi točkami, Astra AI ponuja večjo fleksibilnost in naravnejšo interakcijo zaradi naprednih jezikovnih modelov.

Pomembno je poudariti, da Kitajska na tem področju hitro napreduje. Poleg Squirrel AI, ki je v času nastanka omenjene raziskave temeljil še na SU, je v zadnjem času Kitajska predstavila tudi orodje DeepSeek-V3 (Daaily.dev, 2025), ki že uporablja tehnologijo VJM, tako kot tudi aktualna verzija Squirrel AI (za rezultate slednje pa med znanstvenimi raziskavi v angleškem jeziku še ni na voljo novega članka o učinkih). To kaže, da Kitajska tudi v izobraževalni uporabi VJM hitro dohiteva ali celo prehiteva evropske rešitve.

Podrobna analiza uporabe sodobnih učnih orodij, ki so na voljo v Sloveniji

Astra AI

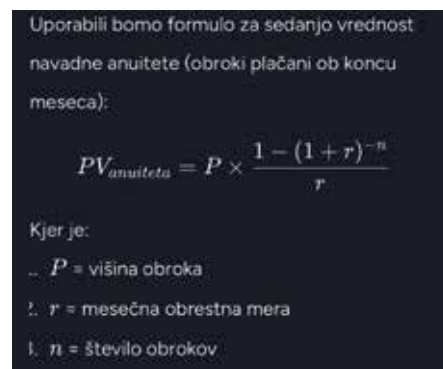
Uporaba inteligentnih učnih sistemov, kot je Astra AI, postaja vse bolj razširjena alternativa tradicionalnim oblikam individualnih inštrukcij učencev. Spletna in mobilna različica te slovenske aplikacije omogoča celovito učno podporo pri različnih predmetih, zlasti pri matematiki, kjer ponuja tudi videorazlage, interak-

tivne naloge in strukturiran načrt učenja, prilagojen potrebam posameznika. Kot izhaja iz moje izkušnje, je bila aplikacija ključna pri razumevanju in utrjevanju učne vsebine, predvsem ko sem bila odsotna od pouka ali ko nisem imela možnosti pomoči od učitelja ali inštruktorja.

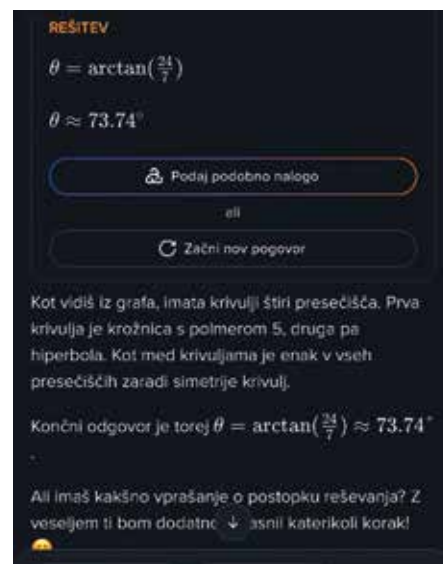
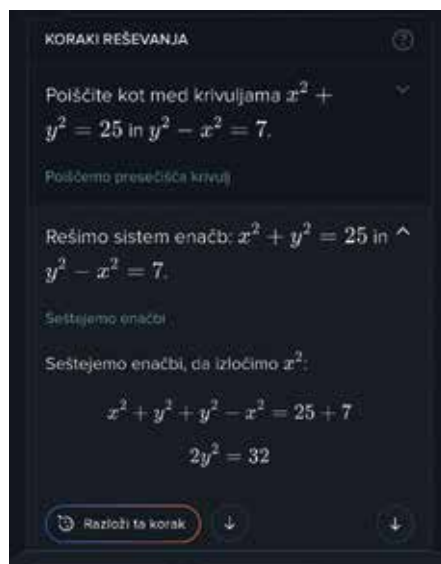
Astra AI temelji na velikih jezikovnih modelih, kar ji omogoča dialog z uporabnikom ter razlago matematičnih postopkov na način, ki posnema interakcijo z učiteljem. V konkretnih primerih se je aplikacija izkazala kot zanesljiv pripomoček, zlasti pri nalogah, kjer je bila potrebna razlaga po korakih. Pomanjkljivosti pa so se pokazale na področju obrestnoobrestnih računov, kjer so bile rešitve pogosto netočne ali pa uporabljeni postopki reševanja niso bili skladni s postopki, ki se običajno izvajajo pri pouku. To opozarja na pomen kritičnega preverjanja rezultatov, ki jih podaja orodje VJM.

Kljub posameznim pomanjkljivostim, kot je odsotnost možnosti poglobljenega nadzora nad pravilnostjo uporabljenih postopkov reševanja ali manjša sistemsko baza pri določenih temah, uporabniška izkušnja kaže na visoko motivacijsko vrednost in povečano učinkovitost učenja. Pomembno je poudariti, da tudi ChatGPT, sicer širše uporabljano orodje, po moji uporabniški izkušnji ne dosega natančnosti in matematične zanesljivosti sistema Astra AI.

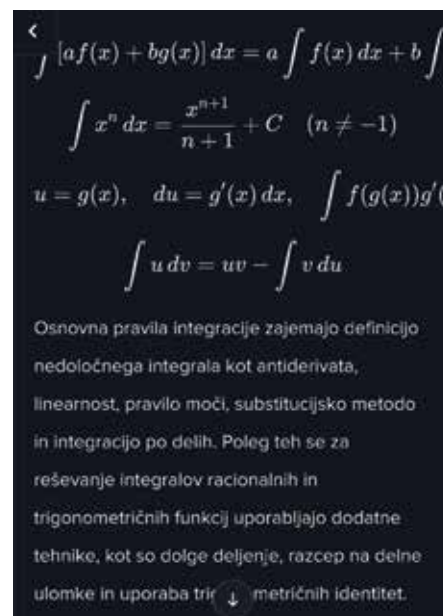
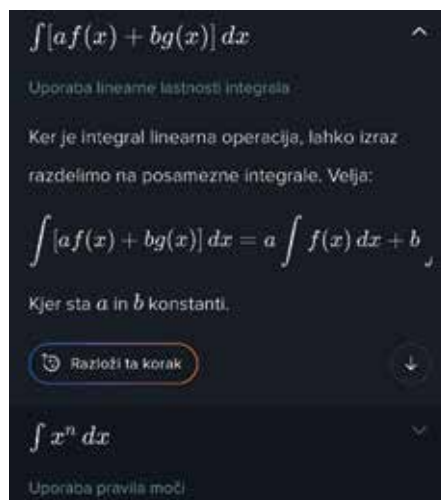
Moje izkušnje kažejo, da se Astra AI lahko moti pri obrestnoobrestnih računih (Slika 1). Le-te je namreč pogosto izračunala napačno in po drugačnih strategijah reševanja, kot smo jih vajeni pri pouku z učiteljem matematike; tu Astra AI ne



Slika 1: Posnetek zaslona primera neznane formule, ki je vodila v napačen rezultat naloge z obrestnoobrestnim računom v aplikaciji Astra AI.



Slike 2, 3, 4: Posnetek zaslona primera reševanja naloge v aplikaciji Astra AI.



Slike 5, 6, 7: Posnetek zaslona primera razlage vsebine integralov v aplikaciji Astra AI.

izpolni pričakovanj. Razlogi za to so verjetno v nepopolno zasnovani sistemski bazi podatkov modela. Uporabnik mora pri uporabi te inteligentne učne aplikacije posebno pozornost nameniti kritičnemu preverjanju podanih rezultatov.

Astra AI nudi kakovostno pomoč pri začetnem razumevanju novih vsebin in pripravi zapiskov za izbrano vsebino ter se je do zdaj v tem pogledu dobro izkazala (Slike 5, 6 in 7). Večkrat jo tudi prosim za pripravo dodatnih nalog pri določeni vsebini, da jih rešim samostojno ali s pomočjo in razlago v aplikaciji (Slike 2, 3 in 4).

eMatura

Podobna spletna učna platforma, eMatura, ponuja celovito pomoč pri pripravi na splošno maturo z uporabo sodobnih tehnologij: ponuja videorazlage celotne vsebine vseh maturitetnih predmetov, interaktivne naloge in kvize za sprotno preverjanje znanja ter rešene maturitetne pole preteklih let in zbrane zapiske vsebin. Omogoča dostop do celovitega nabora izobraževalnih vsebin, vključno z videorazlagami celotnega vsebinskega obsega vseh maturitetnih predmetov, interaktivnimi vajami in kvizi za sprotno preverjanje

znanja ter z arhivom rešenih maturitetnih pol in strukturiranimi zapiski v obliki dokumentov pdf. Videorazlage, ki jih pripravlja več različnih profesorjev, temeljijo na enosmerni podaji vsebine prek zaslona, kar kljub dostopnosti ne omogoča neposredne interakcije z učencem.

V primerjavi z orodjem Astra AI, ki na podlagi dialoga omogoča personalizirano interakcijo na osnovi umetne inteligence, se eMatura izkaže za manj fleksibilno in prilagodljivo. Uporabniška izkušnja nakazuje, da tovrstne platforme ne ustrezajo enako vsem profilom dijakov – nekaterim so razlage preobsežne ali prehitre, dru-

gim premalo poglobljene. Vendar njihova glavna prednost ostaja časovna razpoložljivost: dijaki lahko vsebine pregledujejo in ponavljajo kadar koli, skladno z zakupljeno naročnino.

V empiričnem kontekstu lahko kot primer navedem uporabo platforme za pripravo eseja iz slovenščine, pri čemer je bil poudarek na analizi in primerjavi aktualnih literarnih del (npr. *In ljubezen tudi ter Strah in pogum*). V tem primeru so bile vsebine dostopne brezplačno zaradi pridobljene nagrade, sicer pa so cene paketov za uporabo platforme razmeroma visoke, in sicer od 35 do 600 evrov (eMatura, 2024).

Pomembna omejitev platforme eMatura je njeno pomanjkljivo pokrivanje potreb srednješolcev, ki obiskujejo strokovne programe, ter nezmožnost naslavljanja ročnih, tehniških ali komunikacijsko-emocionalnih kompetenc, ki jih digitalni sistemi le redko vključujejo. V naprednejših okoljih so za te namene že uveljavljene rešitve na osnovi razširjene resničnosti, kot so virtualna, obogatena in mešana resničnost. V Sloveniji ti pristopi še niso sistematično integrirani v formalno izobraževanje.

Globalni inteligentni sistemi kot učni tutorji prihodnosti

Mednarodni napredek na področju umetne inteligence je prinesel številne novosti, med katerimi izstopata dva generativna jezikovna modela – ameriški ChatGPT in kitajski Deepseek-V3. Oba modela omogočata odprt in brezplačen dostop do interaktivnega dialoga na podlagi naprednih arhitektur VJM. Deepseek kot mlajši sistem še ni bil podrobneje testiran, vendar ga številni viri že primerjajo s ChatGPT po odzivnosti in analitičnih sposobnostih (Daily.dev, 2025).

Poleg omenjenih sistemov obstajajo tudi drugi komercialni modeli, kot so Gemini, Grok, Copilot, Perplexity in Claude, ki jih še nisem preizkusila. Njihova skupna lastnost je razmeroma visoka dostopnost ter potencial za integracijo v formalno izobraževanje. Pomembna priložnost se kaže v predlogu, da bi učenci v okviru brezplačnih izobraževalnih licenc (npr. O365) pridobili tudi urejen dostop do UI-tutorjev (npr. Copilot), kar bi lahko pomembno izboljšalo učno podporo in zmanjšalo digitalni razkorak.

Povratne informacije razvijalcev in uporabnikov kažejo na pozitivne učinke uporabe aplikacije Astra AI na učno uspešnost, zlasti pri matematičnih predmetih, kjer sta postopnost in ponavljanje ključnega pomena (Siol.net, 2025). Uporabniški podatki potrjujejo, da inteligentne aplikacije omogočajo interaktivno učenje z vodenim pristopom: aplikacija vodi učenca skozi reševanje nalog ter ponuja razlago po korakih, skladno z njegovim razumevanjem.

Na ravni širšega pedagoškega sistema takšen način učenja rešuje enega največjih izzivov tradicionalnega pouka – pomanjkanje časa za individualno obravnavo in heterogenost učnih skupin. Digitalna orodja, ki temeljijo na umetni inteligenci, s svojo strukturirano odzivnostjo in analitičnimi funkcijami ponujajo obetavno dopolnilo formalnemu izobraževanju, zlasti v okoljih, kjer poučevanje poteka v velikih skupinah z omejenimi viri.

Prednosti učenja s sodobnimi inteligentnimi orodji

Digitalna učna orodja, ki temeljijo na UI, kot je specializirana aplikacija Astra AI, in generični modeli, kot je ChatGPT, predstavljajo novo generacijo interaktivnih tutorjev, ki so zmožni prilagajanja ravni razlage predhodnemu znanju uporabnika. Ključni element uspešne komunikacije z UI-tutorji je kakovost zastavljenega vprašanja. Osebna izkušnja kaže, da bolj natančno in kontekstualno vprašanje vodi do bolj ustreznega in poglobljenega odgovora. Primer učinkovite komunikacije z UI je vprašanje, zastavljeno v obliki: »Ali lahko še enkrat razložiš korake reševanja te enačbe, kot bi jih razlagal devetošolec?« – tako vprašanje praviloma sproži strukturirano, postopno in razumljivo razlago, medtem ko splošna vprašanja, kot je »Ne razumem«, pogosto vodijo do manj informativnih rezultatov.

Tak pristop potrjujejo tudi strokovna gradiva projekta Digitalni most (2024a, 2024b), ki opozarjajo na pomen natančno strukturiranih vprašanj pri uporabi inteligentnih sistemov. Dodatno podporo pri formuliranju vprašanj nudijo t. i. generatorji pozivov (angl. *prompt generators*), ki omogočajo sistematično izdelavo navodil za generativna inteligentna orodja (Feedough, 2024). Kljub temu se je izkazalo,

da tudi ob ponavljajoči se uporabi istega vprašanja UI-tutorji ne zagotavljajo vedno enotnega odgovora – kar zahteva kritično presojo pravilnosti rezultatov. Na primer: pri reševanju nalog iz obrestno-obrestnega računa je bilo treba večkrat eksplicitno pojasniti želene izračune, preden je sistem podal pravilen postopek in rešitev.

Ena izmed osrednjih pedagoških prednosti inteligentnih orodij je njihova zmožnost personalizacije, diferenciacije in individualizacije učnega procesa, kar izpostavlja tudi Štefanc (2024). V tradicionalnem izobraževalnem okolju, zlasti pri pouku v razredih s številčnimi skupinami, je težko udejanjiti prilagojeno razlago za vsakega posameznega učenca. Uporaba orodij, kot je Astra AI, omogoča ravno to – prilagoditev tempa, globine in načina razlage glede na trenutne potrebe učenca.

Personalizacija se odraža v tem, da UI-tutor na zahtevo pripravi individualiziran načrt učenja ali nabor vaj, kar presega zmožnosti učitelja, ki je omejen z obsegom razpoložljivega časa in številom učencev. Individualizacija pomeni, da lahko učenec samostojno izbira čas, tempo in način učenja brez nujne prisotnosti pedagoga ali inštruktorja. Diferenciacija pa omogoča, da orodje upošteva različne učne sloge in stopnje predznanja – kar je še posebej pomembno v heterogenih učnih okoljih, kakršna so gimnazijska (Štefanc, 2024).

Zelo pomembna funkcionalnost UI-tutorjev je tudi njihova stalna razpoložljivost – dostopni so 24 ur na dan vse dni v tednu, kar omogoča učenje tudi zunaj šolskega urnika. V praksi se to izkaže kot ključna prednost za dijake, ki se učijo zvečer, ko učitelji in inštruktorji niso več dosegljivi. Poleg tega sodobne inteligentne aplikacije omogočajo takojšnjo povratno informacijo, kar prispeva k hitrejši odpravi napačnih predstav in utrjevanju pravih postopkov (Kovač Polajnk, Jereb in Cugelj, 2024).

Pedagoško izstopa tudi funkcija sprotne spremljanja napredka – interaktivni kvizi in samopreverjanja v aplikaciji Astra AI uporabniku omogočajo hitro prepoznavanje šibkih področij. Uporabniški vpogled v osebni napredek krepi motivacijo za nadaljnje učenje, saj učenec sam zaznava napredek in ugotavlja, kje je potrebna dodatna vaja.

Naslednja izjemno pomembna lastnost UI-tutorjev je njihova neomejena potrpežljivost in emocionalna nevtralnost. Učenec lahko eno in isto vprašanje zastavi večkrat, brez strahu pred negativnimi reakcijami, sramom ali posmehom, kar še dodatno zmanjšuje učne zavore in spodbuja pogum pri raziskovanju zahtevnejših vsebin. Ta pristop je posebej učinkovit pri konceptu učenja iz napak, ki ga podpirajo tudi digitalne učne platforme, kot je Astra AI – sistem učenje nadaljuje, dokler učenec vsebine ne razume v celoti.

Nazadnje med ključne dejavnike dostopnosti spada tudi cenovna ugodnost. Medtem ko so inštrukcije v živo pogosto cenovno nedosegljive za del populacije, so osnovne funkcionalnosti večine inteligentnih učnih orodij brezplačne ali bistveno cenejše. Uporabnik tako za nizko ceno ali brezplačno prejme virtualnega tutorja, ki zagotavlja primerljivo pomoč kot človeški mentor, kar potencialno zmanjšuje učno neenakost in demokratizira dostop do dodatne učne podpore (Digitalni most, 2024b; Siol.net, 2025).

Izzivi in omejitve pri učenju matematike

Kljub številnim prednostim, ki jih UI prinaša v izobraževalni proces, je nujno kritično ovrednotiti tudi njene izzive in omejitve. Eden ključnih izzivov je zanesljivost generativnih modelov, kot sta ChatGPT ali aplikacija Astra AI. Kot ugotavljajo tudi avtorji prispevkov strokovne konference na Gospodarski zbornici Slovenije (GZS, 2024), ti sistemi lahko podajajo odgovore, ki so vsebinsko napačni ali nelogični, čeprav so oblikovani v samozavestnem in tekočem jeziku. V praksi to pomeni, da učenec pogosto ne more takoj prepoznati napake, saj UI odgovarja zelo prepričljivo.

Osebna uporabniška izkušnja potrjuje, da so inteligentni sistemi pri reševanju matematičnih problemov – zlasti pri bolj strukturiranih temah, kot je obrestnoobrestni račun – večkrat uporabili alternativne postopke reševanja, ki niso usklajeni z običajnimi, pri pouku spoznanimi postopki reševanja, ali pa so postopki reševanja napačni in posledično vodijo do napačne rešitve. Pogosto pride tudi do napačnih interpretacij decimalnih števil zaradi razlik med evropskim in ameriškim

načinom zapisovanja števil (npr. vejica proti piki). Take vsebinske in sistemske pomanjkljivosti kažejo na potrebo po kritičnem preverjanju rezultatov in neodvisnem potrjevanju pravilnosti postopkov, ki jih predlaga UI (Astra AI, 2025).

Za učinkovito usvajanje matematičnih vsebin so temeljnega pomena natančno zapisovanje, strukturirano reševanje nalog in osebno reflektiranje vsebine. Strokovne raziskave poudarjajo, da pisanje z roko pomembno prispeva k boljšemu pomnjenju in razumevanju (Slovenske novice, 2025). Tudi lastne učne izkušnje potrjujejo, da zgolj pasivno sledenje razlagi, ki jo poda UI, brez aktivnega kognitivnega angažmaja, ni dovolj za dolgoročno utrjevanje znanja. Razumevanje matematičnih konceptov se vzpostavi le, če učenec razlago analitično obdeli, jo preizkusi z vajami in nato reflektira.

Nadalje velja opozoriti na odsotnost sistemske motivacijske podpore v inteligentnih orodjih. Za razliko od človeškega učitelja ali inštruktorja, ki s svojo prisotnostjo, pozornostjo in povratno informacijo spodbuja učenčevo redno delo, inteligentni sistemi pogosto ne vključujejo funkcij, kot so avtomatski opomniki ali pogojna blokada dostopa, ki bi okrepili učenčevo samodisciplino. Uporabniški predlog vključuje implementacijo funkcionalnosti, ki bi omejila dostop do drugih funkcij naprave v primeru neizpolnjevanja učnih nalog – podobno kot pri starševskih nadzorih mobilnih naprav. Tak pristop bi lahko izboljšal učne navade in odgovornost pri uporabi inteligentnih orodij za izobraževanje.

Omejitev dostopnosti zaznavam tudi pri platformski neenakosti – trenutno Astra AI ni dostopna za operacijski sistem iOS, kar pomeni, da dijaki z napravami iPhone nimajo enake možnosti uporabe kot tisti z napravami Android. Razvoj za več platform je običajno dražji in časovno zahtevnejši, kar pa vpliva na razširjenost uporabe in enakost dostopa do orodja.

Poseben izziv je tudi vprašanje zasebnosti in varovanja podatkov. Uporabniki pogosto niso dovolj seznanjeni s pogoji uporabe inteligentnih aplikacij in z obsegom zbiranja osebnih podatkov, vključno z vsebinami nalog in vprašanji, ki bi lahko bila občutljiva. Obstaja potencialno tveganje, da bi se posameznikovo začasno znanje ali neznanje matematičnih konceptov uporabilo proti njemu, če bi podatki ušli

iz zaprtega sistema. V tej luči postajajo aktualne razprave o etičnih vidikih uporabe UI, s katerimi se ukvarjajo tudi pobude, kot je Strateški svet za digitalizacijo pri GZS (GZS, 2024).

V nadaljnji razmislek je pomembno vključiti še sistemsko pripravljenost izobraževalnih institucij. Čeprav si strokovni organi prizadevajo za večjo integracijo digitalnih orodij v učni proces, v praksi to pogosto naleti na omejitve: preobremenjen urnik, pomanjkanje tehnične opreme in pomanjkanje usposobljenosti učnega kadra. Sama namera digitalizacije je pozitivna, vendar kratkoročno v številnih okoljih še neizvedljiva brez dodatnih vlaganj in strateške podpore.

Nekateri visokošolski zavodi, kot je Univerza v Ljubljani, že pripravljajo konkretne smernice glede etične in funkcionalne uporabe umetne inteligence v visokošolskem izobraževanju (Univerza v Ljubljani, 2024). Spodbuja se razvoj globalnih učilnic in ustvarjalne rabe vizualnih orodij, ki bi lahko v prihodnosti nadgradila klasične oblike poučevanja. Vendar ostaja ključno vprašanje, kako zagotoviti uravnoteženo integracijo UI, ki ne bi nadomestila pedagoškega odnosa, temveč bi ga podprla in okrepila.

Premislek srednješolke o etičnih vidikih uporabe umetne inteligence

UI kot podporna tehnologija v izobraževanju je odprla številne nove poti pri učenju, zlasti pri samostojnem utrjevanju znanja in pridobivanju razlag, ki so prilagojene posamezniku. Na tej osnovi se postavljajo tudi pomembna etična vprašanja, ki zadevajo pravičnost, dostopnost in dolgoročne učinke uporabe teh tehnologij v srednješolskem okolju.

Osebna izkušnja z uporabo plačljivih inteligentnih orodij za matematično učenje odpira vprašanje učne pravičnosti: ali s tem dijaki, ki imajo dostop do naprednih orodij, v znanju nepravilno prehitevajo vrstnike, ki takšnega dostopa nimajo? Ta razmislek se navezuje na širšo dilemo digitalne neenakosti, ki v izobraževalnem kontekstu lahko vodi do poglobljanja razlik med učenci z različnimi socialno-ekonomskimi ozadji (UNESCO, 2023). Poleg tega se poraja vprašanje, ali je znanje,

pridobljeno hitreje in z uporabo UI, enako trajno in poglobljeno kot znanje, ki je bilo nekoč pridobljeno skozi dolgotrajne procese klasičnega učenja brez digitalne podpore.

Uporaba inteligentnih orodij pa ne vpliva zgolj na učni rezultat, temveč tudi na psihološki vidik učenčeve samopodobe. Ugotavljam, da mi je uporaba orodij, kot je Astra AI, okrepila samozavest in občutek kompetentnosti na področju matematike, kar vpliva tudi na moje poklicne odločitve. Če ne bom sprejeta na želeni visokošolski študij, razmišljam o nadaljnji poti v smeri matematično naravnanih disciplin.

Hkrati se zavedam, da se inteligentne tehnologije hitro razvijajo, s čimer narašča tudi potreba po etičnem upravljanju, nadzoru in regulaciji teh sistemov. Skrb vzbuja scenarij, po katerem bi nepravil-

no nadzorovani inteligentni algoritmi pridobili vpliv nad procesi odločanja brez ustreznega človeškega nadzora. Tako imenovana algoritemska pristranskost ali nenamerni učinki avtomatiziranih odločitev lahko povzročijo napačno usmerjanje informacij, diskriminacijo ali manipulacijo uporabnika (Binns, 2018; Eubanks, 2017).

Za srednješolske uporabnike je ključno, da kritično razmišljajo o uporabi umetne inteligence – ne le v smislu tehnične uporabe, temveč predvsem v smislu razumevanja mogočih posledic, ki jih imajo algoritmi na učenje, vedenje in razumevanje sveta. V tem kontekstu bi morali šolski kurikulumi vključevati tudi razprave o etičnih vprašanjih digitalnih tehnologij, kar potrjujejo tudi aktualne pobude na nacionalni ravni, kot je dokument Uni-

verze v Ljubljani o uporabi UI v izobraževanju (Univerza v Ljubljani, 2024).

Z vidika dijakinje lahko zaključim, da se vračanje k izključno klasičnim metodam poučevanja in učenja v tem trenutku zdi skoraj neizvedljivo – ne zaradi objektivne kakovosti teh metod, temveč zaradi privlačnosti, prilagodljivosti in dostopnosti inteligentnih orodij. UI smo dijaki hitro ponotranjili kot nepogrešljivega digitalnega zaveznika, vendar ob tem hkrati izražamo skrb, da bi v prihodnosti izgubili nadzor nad tehnologijami, ki jih danes nekritično sprejemamo.

Zato ostaja ključno vprašanje prihodnosti: kako lahko UI ostane zanesljiv, nadzorovan in etično utemeljen podporni element izobraževalnega sistema – ne kot zamenjava učitelja, temveč kot kakovostno dopolnilo človeškega pedagoškega odnosa.

Zaključek: Učenje z UI kot pot k samozavesti in odgovornosti

Uporaba umetne inteligence pri učenju matematike kaže pomembne učinke na motivacijo, razumevanje in individualizacijo učnega procesa. V prispevku sta bila analizirana dva pristopa: kitajski sistem Squirrel AI, zasnovan na metodah strojnega učenja, in slovenski sistem Astra AI, ki temelji na naprednih velikih jezikovnih modelih. Rezultati randomizirane raziskave (Cui idr., 2019), izvedene z 203 kitajskimi srednješolci, so pokazali, da je skupina, ki se je učila s Squirrel AI, dosegla štirikrat večji napredek v znanju kot skupina s tradicionalnim poukom. Takšni rezultati potrjujejo izjemen potencial s SU podprtih sistemov pri personalizaciji in diferenciaciji poučevanja.

Podobne učinke razberem tudi iz slovenske študije primera, ki temelji na moji osebni izkušnji. Aplikacija Astra AI, ki uporablja najnovejšo tehnologijo VJM, omogoča naraven dialog, takojšnjo povratno informacijo in učenje brez časovnih in prostorskih omejitev. Poleg povečanja učinkovitosti in prilagajanja individualnim potrebam ta pristop tudi pozitivno vpliva na samomotivacijo in samozavest učenca. Uporabniški vidik kaže, da je uspešnost sistema še posebej visoka pri tistih učencih, ki imajo razvite veščine samouravnavanega učenja.

Oba sistema kažeta potencial za izboljšanje učnih izidov. Squirrel AI deluje bolj strukturirano in ciljno glede na načrt učenja, medtem ko Astra AI omogoča več naravne jezikovne interakcije, sproti pojasnjevanje konceptov ter boljšo uporabniško izkušnjo pri učenju iz lastnih napak. V tem pogledu je pomembno, da se v prihodnje razišče možnost hibridnih pristopov, ki bi združevali zanesljivost in strukturiranost sistemov SU z dialoško interaktivnostjo modelov VJM.

Čeprav tehnologiji SU in VJM izhajata iz različnih arhitektur in pristopov, imata skupen cilj: individualizirano in poglobljeno učenje. Razlika je predvsem v komunikacijskem vmesniku – VJM omogoča večmodalnost, konverzacijo in bolj kontekstualizirano razlago, kar lahko dijaku pomaga pri razumevanju zahtevnejših matematičnih konceptov. Kitajska že prehaja s pristopa SU (npr. Squirrel AI) na novejšo modele VJM, kot je Deepseek-V3, kar nakazuje, da bo kmalu razpolagala z ekosistemom orodij, ki bo morda tako kot leta 2018 spet presegal trenutni evropski razvoj orodij.

Ugotavljam, da inteligentni sistemi na osnovi umetne inteligence že danes pomembno prispevajo k izboljšanju učnih procesov. Squirrel AI kot sistem SU ponuja zanesljive, strukturirane učne poti, medtem ko Astra AI s pristopom VJM ponuja več interaktivnosti in večjo dostopnost v lokalnem izobraževalnem okolju. Priporočam nadaljnje raziskave in uporabo hibridnih pristopov, ki bodo kombinirali strukturiranost SU in fleksibilnost ter intuitivnost sistemov VJM.

V prihodnosti bo ključno nadaljnje raziskovanje učinkov uporabe UI v formalnem izobraževanju, še posebej ob upoštevanju etičnih izzivov, vprašanj zanesljivosti rezultatov, vpliva na vlogo učitelja ter dostopnosti tehnologij za vse dijake. Priporočam tudi razvoj pedagoško integriranih UI-tutorjev, ki bodo nudili večplastno podporo učencu, izboljšali povezavo z učnim načrtom in prispevali k razumevanju ter utrjevanju učnih vsebin. Osebna izkušnja, predstavljena v tem članku, dokazuje, da lahko tovrstna orodja močno prispevajo k izboljšanju učnega uspeha, dvigu samozavesti in splošnega zadovoljstva z učenjem.

Viri

- A. J. (25. 3. 2025). Pisanje za možgane: pisanje na roko izboljšuje spomin. *Slovenske novice*. <https://www.slovenskenovice.si/ona/aktivni-in-zdravi/pisanje-za-mozgane-pisanje-na-roko-izboljsuje-spomin>
- Astra AI ponuja brezplačen dostop do prvega AI tutorja za matematiko vsem učiteljem v Sloveniji. (16. 11. 2024). *Najdi.si*. <https://novice.najdi.si/novica/62a940db86431aeea4e7f822ccc934d5/lokalno-si/astra-ai-ponuja-brezplacen-dostop-do-prvega-ai-tutorja-za-matematiko-vsem-uciteljem-v-sloveniji>
- AstraAI. (20. 5. 2025). Challenges and opportunities – AstraAI Layer 1 Protocol. <https://docs.astra-ai.org/challenges-and-opportunities>
- Binns, R. (2018). Fairness in machine learning: Lessons from political philosophy. *Proceedings of Machine Learning Research. Conference on Fairness, Accountability and Transparency* (str. 149–159). <https://proceedings.mlr.press/v81/binns18a/binns18a.pdf>
- C. R. (14. 2. 2024). Če želite začeti uporabljati orodja umetne inteligence, jih dajte skupaj z otroki in jih naučite. *RTV Slovenija*. <https://www.rtvsl.si/znanost-in-tehnologija/ce-zelite-zacet-uporabljati-orodja-umetne-inteligence-jih-dajte-skupaj-z-otroki-in-jih-naucite/735876>
- Cui, W., Xue, Z., in Thai, K.-P. (2019). Performance comparison of an AI-based Adaptive Learning System in China. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1901.10268>
- Eubanks, V. (2018). *Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor*. St. Martin's Press. <https://us.macmillan.com/books/9781250074317/automatinginequality>
- Gerčar, J. (20. 3. 2025). Pomembnost učnih gradiv pri gradnji boljše prihodnosti. *Media GZS*. <https://media.gzs.si/pomembnost-ucnih-gradiv-pri-gradnji-boljse-prihodnosti>
- Kramer, N. (22. 1. 2025). Deepseek: Everything you need to know about this new LLM in one place. *Daily.dev*. <https://daily.dev/blog/deepseek-everything-you-need-to-know-about-this-new-llm-in-one-place>
- Miao, F. in Holmes, W. (7. 9. 2023). Guidance for generative AI in education and research. *Unesco*. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
- Pomurska gospodarska zbornica (2024). ChatGPT 3.5 – Uvod in ChatGPT. *Digitalni most*. <https://www.digi-most.si/programi/chatgpt-3-5---uvod-v-chatgpt>
- Pomurska gospodarska zbornica (2024). O projektu – Gradiva tečajev. *Digitalni most*. <https://www.digi-most.si/o-projektu>
- Procademy d. o. o. (4. 10. 2024). AI kot tutor – Kako se učinkovito učiti s pomočjo umetne inteligence. *E-Matura*. <https://www.ematura.si/2024/10/04/ai-tutor>
- Procademy d. o. o. (2024). Trgovina. *eMatura*. <https://www.ematura.si/trgovina>
- Selaković, K. (25. 3. 2025). Razmah umetne inteligence v šolah odpira številna etična vprašanja. *AIDEA podcast*. <https://svet24.si/es-trada/film-in-tv/aidea-klemen-selakovic-umetna-inteligenca-sola-1806218>
- Sirnik, M. in Jerko, A. (2024). Prenova pouka matematike v srednji šoli: Opolnomočenje dijakov za izzive. V *KUPM 2024*. Zavod RS za šolstvo. https://kupm.zrss.si/wp-content/uploads/sites/3/2024/11/PPT-KUPM-2024-Sirnik-Jerko_popravljeno.pdf
- Slaček, N. (29. 3. 2024). UI faktor – Kako umetna inteligenca posnema možgane? *RTV Slovenija*. <https://365.rtvsl.si/arhiv/ui-faktor/175120252>
- Slovenian Business Club. (19. 4. 2024). To je prvi AI inštruktor matematike v Sloveniji, med ključnimi podporniki so člani SBC. *Sbc.si*. <https://www.sbc.si/novice/2024/04/je-prvi-ai-instruktor-matematike-v-sloveniji-med-kljucnimi-podporniki-so-clani-sbc>
- Sta, M. V. (27. 5. 2025). Slovenski startup leta 2025 je Astra AI. *24ur.com*. <https://www.24ur.com/novice/slovenija/slovenski-startup-leta-2025-je-astra-ai.html>
- Štefanc, D. (2024). Individualizacija, diferenciacija in personalizacija učenja v Sloveniji: Nekateri historični in konceptualni vidiki. *Sodobna pedagogika*, 75(3), 118–133. <https://www.sodobna-pedagogika.net/arhiv/nalozi-clanek/?id=2380>
- The Free ChatGPT Prompt Generator*. (Marec 2024). *Feedough*. <https://www.feedough.com/chatgpt-prompt-generator>
- Univerza v Ljubljani. (2024). UI v izobraževanju na UL. <https://www.uni-lj.si/assets/Center-Digitalna-UL/Pristopi/Smernice-UI-v-izobrazevanju/Porocilo-UI-v-izobrazevanju-pregled-stanja-in-metodologija.pdf>
- Urbančič, M. (2024). Umetna inteligenca v izobraževanju: primerjava odzivov različnih velikih jezikovnih modelov. *Sodobna pedagogika*, 75(1), 113–130. https://www.sodobna-pedagogika.net/clanki/04-2024_umetna-inteligenca-v-izobrazevanju-primerjava-odzivov-razlicnih-velikih-jezikovnih-modelov