

Smjernice

ZA ODGOVORNU I PEDAGOŠKI UTEMELJENU
PRIMJENU UMJETNE INTELIGENCIJE U OSNOVNO-
ŠKOLSKOM I SREDNJOŠKOLSKOM OBRAZOVANJU
U HRVATSKOJ



Smjernice za odgovornu i pedagoški utemeljenu primjenu umjetne inteligencije
u osnovnoškolskom i srednjoškolskom obrazovanju u Hrvatskoj

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Zagreb, veljača 2026.

Impressum

Nakladnik:

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Projekt:

„Primjena digitalnih tehnologija temeljenih na umjetnoj inteligenciji u obrazovanju – BrAln“

Urednice:

dr. sc. Jasminka Maravić (Hrvatska akademska i istraživačka mreža CARNET)

dr. sc. Klara Bilić (Hrvatska akademska i istraživačka mreža CARNET)

Mirna Babić (Hrvatska akademska i istraživačka mreža CARNET)

prof. dr. sc. Marina Merkaš (Hrvatsko katoličko sveučilište - HKS)

dr. sc. Ana Žulec Ivanković (Hrvatsko katoličko sveučilište - HKS)

Autori:

Juraj Bilić | Aleksandra Mudrinić Ribić | Božo Pavičin | doc. dr. sc. Iva Ivanković |

dr. sc. Darko Parić | izv. prof. dr. sc. Robert Kopal | Nino Buić | Anamarija Mladinić | Ana Babić

Pezo | doc. dr. sc. Odilon-Gbenoukpo Singbo | Zlata Paštar | Mirjana Franić | Antun Ivan

Kraljević | Iva Šimunović | Sara Barba | Zrinka Mužinić Bikić | Daška Leppee Pažanin |

Slavenka Markota | prof. dr. sc. Nina Begičević Ređep | dr. sc. Jasminka Maravić | Sanda

Starešina | Renata Ivanković | dr. sc. Sanja Vakanjac Ivezić

Lektura:

Nitor d.o.o.

Prijelom i grafičko oblikovanje:

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Zagreb, veljača 2026. godine

KONTAKT

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb

tel.: +385 1 6661 555

www.carnet.hr

CARNET



brain.

Izneseni stavovi i mišljenja samo su autorova i ne odražavaju nužno službena stajališta Europske unije ili Europske komisije. Ni Europska unija ni Europska komisija ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

Sadržaj

Preambula Smjernica	6
1. Umjetna inteligencija u kontekstu obrazovanja	7
1.1. Definicija pojma i vrste umjetne inteligencije	7
1.2. Mogućnosti i prednosti primjene umjetne inteligencije u obrazovanju ...	8
1.3. Izazovi primjene umjetne inteligencije u obrazovanju	9
2. Preduvjeti za primjenu tehnologija podržanih UI-jem u obrazovanju	11
2.1. Etički, pedagoški i regulatorni uvjeti pouzdane primjene UI-ja	11
2.2. Tehnička infrastruktura i održavanje sustava	13
2.3. Razvoj kompetencija nastavnika za primjenu UI-ja	13
2.4. Razvoj kompetencija učenika za primjenu umjetne inteligencije	14
2.5. Razvoj kompetencija roditelja/skrbnika za primjenu umjetne inteligencije	15
3. Ključni dionici obrazovnog sustava i njihove uloge u primjeni UI-ja	16
3.1. Uloga nadležnih sektorskih tijela i naručitelja rješenja podržanih UI-jem.	16
3.2. Uloga ravnatelja u odgovornoj primjeni umjetne inteligencije u školi	17
3.3. Uloga nastavnika u adekvatnoj primjeni UI-ja, razvoju znanja i vještina te regulaciji zaštite podataka	17
4. Uvođenje umjetne inteligencije u nastavu	19
4.1. Integracija tehnologija i alata temeljenih na UI-ju u obrazovni proces	19
4.1.1. Integracija tehnologija temeljenih na UI-ju u kurikule	19
4.1.2. Primjena alata temeljenih na UI-ju u nastavi	19
4.1.3. Odabir i korištenje alata temeljenih na UI-ju	20
4.1.4. Podrška učenicima i njihova odgovornost	20
4.1.5. Odgovornost nastavnika	21
4.1.6. Planiranje implementacije sustava podržanih UI-jem	22
4.2. Osposobljavanje nastavnika za rad s alatima temeljenih na UI-ju	23
4.3. Alati UI-ja kao podrška u osmišljavanju nastave	24
4.4. Izvanučioničko učenje pomoću alata UI-ja	24
4.5. UI kao pomoć za stjecanje temeljnih vještina (slušanje, pisanje, računanje)	25
4.6. UI kao podrška istraživačkoj, projektnoj i kreativnoj nastavi	25

4.6.1. Obrnuta učionica	26
4.6.2. Problemska i istraživačka nastava	26
4.6.3. Kreativna i interdisciplinarna nastava	26
4.7. Primjena alata temeljenih na UI-ju u vrednovanju učenika	27
4.7.1. Inovativni pristupi vrednovanju postignuća učenika	27
4.7.2. Svijest nastavnika o implikacijama uporabe UI-ja u vrednovanju ...	27
4.7.3. Odgovornost u procesu vrednovanja	27
4.7.4. Integracija alata temeljenih na UI-ju u proces vrednovanja	28
5. Smjer razvoja i budućnost primjene UI-ja u obrazovanju	29
6. Zaključci i opće preporuke Smjernica	30
7. Pojmovnik	32
8. Literatura	33
Temeljni nacionalni, međunarodni i EU dokumenti (zakonodavni i regulatorni okvir)	33
Nacionalni i projektni dokumenti (BrAln) te priručnici za primjenu	34
Izvori	34

Preambula Smjernica

Umjetna inteligencija (UI) danas predstavlja značajnu i sveprisutnu tehnologiju s nedvojbenim i rastućim utjecajem na svakodnevni život. U kontekstu obrazovanja, utječe na kreiranje javnih politika te institucionalni pristup postojećim praksama u učenju i poučavanju. Dosadašnja istraživanja o utjecaju UI-ja na obrazovanje, posebice ona koja se bave dugoročnim utjecajem na dobrobit djece i mladih, još uvijek nisu brojna. Iako Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET, u suradnji s partnerskom institucijom na projektu Podrška primjeni umjetne inteligencije u obrazovanju – BrAln, Hrvatskim katoličkim sveučilištem (dalje u tekstu HKS), provodi longitudinalno istraživanje o UI-ju u obrazovanju, budući da je riječ o longitudinalnom istraživanju, rezultati i zaključci bit će dostupni 2028. godine. Međutim, na temelju pilot-istraživanja provedenog 2024./2025. godine i na temelju rada Etičkog povjerenstva, možemo zaključiti kako je prilikom primjene i integracije alata temeljenih na UI-ju u obrazovanju, ključno zadržati kritički stav, poštivati etička načela i osigurati kontinuirani ljudski nadzor.

Svrha Smjernica za odgovornu i pedagoški utemeljenu primjenu umjetne inteligencije u osnovnoškolskom i srednjoškolskom obrazovanju u Hrvatskoj (u daljnjem tekstu, Smjernice) jest adekvatno prenijeti ključne strateške ciljeve, preporuke i etička načela javnih i regulatornih EU i međunarodnih politika u jasan i primjenjiv nacionalni okvir, prvenstveno namijenjen nastavnicima u svakodnevnoj nastavnoj praksi za njezinu odgovornu i učinkovitu primjenu, ali i drugim važnim dionicima obrazovnog sustava. Slijedom toga, cilj ovih Smjernica je osigurati podršku nastavnicima kao ključnim dionicima u sustavu odgoja i obrazovanja, pružajući im pedagoške i etičke okvire za svrhovitu integraciju UI-ja u učenje i poučavanje. Posljedično, učenicima se omogućuje usvajanje znanja za odgovornu i kritičku upotrebu UI-ja što izravno unaprjeđuje njihove obrazovne ishode, posebice digitalne kompetencije i vještine kritičkog razmišljanja.

Uzimajući u obzir da je UI skup tehnologija koji se iznimno brzo razvija i kako su ove Smjernice živi dokument, nužno je redovito pratiti opće smjernice EU-a za upotrebu UI-ja i podataka te ih, sukladno potrebama, redovito ažurirati. Prilikom izrade ovih Smjernica u obzir su uzeti aktualni nacionalni i nadnacionalni propisi i zakonodavni okvir kao i ključni međunarodni dokumenti vezani za javne politike u sustavu obrazovanja.

Smjernice je izradilo Povjerenstvo za etičnu primjenu digitalnih tehnologija u suradnji s partnerskom institucijom HKS i Službom za istraživanja CARNET-ovog Sektora za razvoj i primjenu tehnologija i inovacija u obrazovanju u okviru EU ESF+ projekta BrAln. Nastavno, ove Smjernice ujedno prate i pružaju temeljni strateški i etički okvir eksperimentalne provedbe CARNET-ovih kurikula „Umjetna inteligencija: od koncepta do primjene“ (ur. Qien Majić i Vakanjac Ivezić, 2024) realiziranih projektom BrAln. S tim u vezi, Smjernice služe kao nadopuna edukacijama za nastavnike, ali i druge dionike obrazovnog sustava, dajući širi pedagoški kontekst za korištenje UI-ja i strategija poučavanja, koje se koriste u pratećim priručnicima za primjenu novih tehnologija u obrazovanju: „Otključajte moć umjetne inteligencije – alati UI-ja koji olakšavaju svakodnevicu“ (Brajković, 2024); „Transformirajte svoje poučavanje – učenje, poučavanje i administracija uz UI“ (Knezović, 2024); „Umjetna inteligencija u učionici – alati, primjena i strategije poučavanja“¹ (Jajić, 2024). Edukacije nastavnicima pružaju konkretne alate i praktične metode uporabe, a Smjernice pružaju okvir za odgovornu, svrhovitu i kritičku primjenu umjetne inteligencije usmjerenu na razvoj digitalnih kompetencija učenika u godinama koje dolaze.

¹ Puni naziv Uredbe je Uredba (EU) 2024/1689 Europskog parlamenta i Vijeća od 13. lipnja 2024. o utvrđivanju usklađenih pravila o umjetnoj inteligenciji (Akt o umjetnoj inteligenciji)

1. Umjetna inteligencija u kontekstu obrazovanja

UI ima snažan potencijal transformirati obrazovni sektor, ali taj potencijal nije ni jednoznačno pozitivan ni automatski ostvariv. S jedne strane, tehnologije temeljene na UI-ju mogu unaprijediti kvalitetu poučavanja, omogućiti personaliziranije pristupe učenju i biti dodatna podrška radu učenika i nastavnika. S druge strane, njihova primjena otvara niz pedagoških, etičkih i društvenih pitanja koja zahtijevaju promišljen, oprezan i odgovoran pristup. Upravo ta dvostruka priroda UI-ja, koja je istodobno i pozitivna i rizična, čini nužnim njezino razmatranje u širem obrazovnom i društvenom kontekstu.

Cilj je poglavlja definirati temeljne pojmove, opisati mogućnosti primjene UI-ja u obrazovanju te identificirati izazove i rizike koji prate njezinu integraciju u svakodnevne obrazovne prakse.

1.1. Definicija pojma i vrste umjetne inteligencije

Današnja primjena UI-ja iznimno je široka i zahvaća gotovo sve aspekte društva, od zdravstva i financija do industrije i javne uprave. Obrazovanje pritom nije iznimka, već jedno od područja u kojem se učinci umjetne inteligencije mogu pokazati posebno značajnima, upravo zbog osjetljivosti populacije na koju se odnosi i dugoročnih posljedica koje obrazovne odluke imaju na životne, obrazovne i profesionalne putanje učenika.

Kako bi se moglo smisljeno govoriti o primjeni UI-ja u obrazovanju, nužno je najprije jasno definirati što se pod tim pojmom podrazumijeva. Ažurirana definicija Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj – OECD iz studenoga 2023. godine (OECD, 2023a) opisuje UI kao strojno utemeljen sustav koji na temelju ulaznih podataka generira izlazne podatke u obliku predviđanja, sadržaja, preporuka ili radnji koje mogu utjecati na fizička ili virtualna okruženja. Ta definicija posebno je relevantna za obrazovanje jer naglašava upravo onu dimenziju UI-ja koja ima najveći pedagoški značaj: sposobnost sustava da utječe na ponašanje, pruži informacije za donošenje odluka i razvoj pojedinaca.

U stručnim i akademskim raspravama često se koristi podjela umjetne inteligencije na usku, opću i super umjetnu inteligenciju (Goertzel, 2014). Ta klasifikacija, iako široko rasprostranjena, nema jedinstveni pravno obvezujući status, ali je korisna za razumijevanje opsega i ograničenja tehnologija s kojima se obrazovni sustav danas susreće. Uska umjetna inteligencija, koja je u ovom trenutku dominantna, odnosi se na sustave dizajnirane za obavljanje jasno definiranih zadataka. Takvi sustavi mogu u određenim područjima nadmašiti ljudske sposobnosti po brzini i učinkovitosti, ali ne posjeduju ni opće razumijevanje ni sposobnost djelovanja izvan zadanog okvira. Alati poput digitalnih asistenata ili generativnih jezičnih modela tipični su primjeri uske umjetne inteligencije kakva se već koristi u obrazovnom kontekstu.

Opća umjetna inteligencija, koja bi podrazumijevala sposobnost prijenosa znanja i vještina u potpuno nove kontekste, trenutačno ne postoji u praktičnoj primjeni, dok se super

UI pojavljuje isključivo kao teorijski i spekulativni koncept. Iako su te razine važne za dugoročne rasprave, Smjernice se usredotočuju na postojeće oblike uske UI, jer upravo oni već sada oblikuju obrazovne prakse i zahtijevaju jasne pedagoške i etičke okvire.

1.2. Mogućnosti i prednosti primjene umjetne inteligencije u obrazovanju

Primjena UI-ja u obrazovanju nudi niz mogućnosti koje, ako su promišljeno implementirane, mogu pridonijeti unaprjeđenju učenja i poučavanja. Za učenike, UI može predstavljati dodatnu podršku u usvajanju znanja, osobito u područjima u kojima nailaze na poteškoće. Za nastavnike, UI može biti alat za unaprjeđenje metoda poučavanja, planiranje nastave i organizaciju rada, dok obrazovnim ustanovama može pomoći u učinkovitijem upravljanju resursima i procesima.

Na temelju pregleda literature radi pripreme istraživanja o korištenju digitalnih tehnologija i dobrobiti djece i mladih u sklopu projekta BrAln, Merkaš i suradnici (2024) zabilježili su načine primjene UI-ja u obrazovanju. Iako većina radova do sada daje pregled korištenja u visokoškolskom kontekstu (fakulteti, sveučilišta), literatura pokazuje da se **UI koristi kao alat za personalizaciju učenja**, pri čemu se tempo, razina zahtjevnosti, redoslijed sadržaja i oblici podrške prilagođavaju individualnim potrebama učenika. Takvi sustavi omogućuju prilagodbu nastavnih materijala učenikovom predznanju, interesima i načinu učenja te podržavaju individualizirane obrazovne putanje unutar digitalnih okruženja za učenje.

Jedan od oblika primjene su inteligentni tutorski sustavi koji učenike vode kroz strukturirane nastavne sadržaje, pružaju povratne informacije u stvarnom vremenu i automatski prilagođavaju zadatke na temelju učenikovih odgovora. Uz to, UI se koristi za automatizirano praćenje napretka, prepoznavanje obrazaca u učenju te rano uočavanje poteškoća, čime se može omogućiti podrška učenju.

UI se također primjenjuje kroz analitiku učenja i rudarenje obrazovnih podataka, odnosno prikupljanje i analizu velikih količina podataka o učenju radi informiranja nastavnika, učenika i obrazovnih institucija. Primjerice, UI može analizirati podatke o učenju kako bi rano identificirao učenike koji su u riziku od neuspjeha, omogućujući pravovremenu intervenciju.

UI također može dati podršku za **donošenje odluka temeljenih na informacijama, unaprjeđenje nastave, prilagodbu kurikula te planiranje intervencija** na razini razreda, škole ili obrazovnog sustava te, u naprednijim sustavima, individualno prilagođene preporuke.

Dodatno, umjetna inteligencija se koristi u chatbotovima i virtualnim asistentima, sustavima za personalizirane preporuke sadržaja, digitalnim obrazovnim igrama te u razvoju adaptivnih okruženja za učenje koja kombiniraju UI s drugim tehnologijama (Merkaš i sur., 2024). U tim kontekstima **UI ima potencijal podržati samostalno učenje, interakciju učenika s digitalnim sustavima te fleksibilne i dostupne obrazovne prakse usmjerene na učenika.**

Jedan od potencijalno najznačajnijih pozitivnih učinaka UI-ja u obrazovanju odnosi se na **pristupačnost i inkluzivnost** . Tehnologije poput prepoznavanja govora, automatskog prevođenja i prilagodbe sadržaja mogu smanjiti jezične i komunikacijske barijere te

pružiti podršku učenicima s teškoćama, primjerice onima s oštećenjem sluha ili drugim specifičnim obrazovnim potrebama. Međutim potrebno je razvijati svijest da inkluzivni potencijal UI-ja nije sam po sebi zajamčen. Bez odgovarajuće pedagoške podrške, infrastrukture i obrazovanja korisnika, tehnologija može produbiti postojeće nejednakosti. Stoga se pristup obrazovanju u kontekstu UI-ja mora promatrati kao **pedagoško i društveno pitanje**, a ne isključivo kao tehnološko rješenje. Neki od navedenih i opisanih načina primjene UI-ja u obrazovanju u znanstvenoj se literaturi pretežito odnose na visokoškolsko obrazovanje (sveučilišta, fakulteti), dok se primjena UI-ja na nižim razinama obrazovanja tek počinje sustavnije istraživati (Merkaš i sur. 2024). Nadalje, važno je istaknuti da opisane primjene UI-ja u svrhu poučavanja imaju potencijal za podršku učenju isključivo ako se provode na odgovoran, etički prihvatljiv i pedagoški utemeljen način. Također, treba uzeti u obzir razlike između alata UI-ja opće namjene i specijaliziranih obrazovnih alata koji su dizajnirani isključivo za obrazovne svrhe.

Automatizacija administrativnih zadataka predstavlja dodatnu mogućnost primjene UI-ja. Rasterećenje nastavnika, odnosno obrazovnih djelatnika od rutinskih i vremenski zahtjevnih obveza, poput određenih oblika ocjenjivanja ili administrativne obrade podataka, može otvoriti prostor za veći fokus na neposredan rad s učenicima i kvalitetu poučavanja. Međutim, automatizacija u obrazovanju mora imati jasno definiranu svrhu i granice, kako ne bi dovela do pretjerane standardizacije ili smanjenja pedagoške autonomije.

1.3. Izazovi primjene umjetne inteligencije u obrazovanju

Uz prepoznavanje mogućnosti, vrlo je važno razmotriti i izazove koje donosi primjena UI-ja u obrazovanju. Jedan od temeljnih izazova odnosi se na **netransparentnost tehnologija temeljenih na UI-ju** i prijenos odgovornosti. Ako nije jasno kako sustav generira rezultate i preporuke, postoji rizik da se odgojno-obrazovne odluke počnu oslanjati na rezultate koje je teško objasniti ili osporiti. U obrazovnom kontekstu, u kojem odluke mogu utjecati na profesionalnu orijentaciju i obrazovne putanje učenika, pitanje odgovornosti zauzima središnje mjesto.

Drugi značajan izazov odnosi se na **privatnost i osjetljivost podataka**. Sustavi UI-ja mogu se oslanjati na prikupljanje i obradu velikih količina različitih podataka o učenicima. Takvo prikupljanje i obrada podataka moraju biti u skladu s važećim zakonodavstvom i etičkim smjernicama, ali i s pedagoškim načelima. Nastavnici i obrazovne ustanove moraju biti svjesni da neprimjereno unošenje ili korištenje podataka u sustavima UI-ja može dovesti do povrede prava učenika, što potvrđuju i istraživanja koja ukazuju na učestale probleme privatnosti u primjeni generativnih alata u obrazovanju (npr. Huang, 2023).

Priistranost i nepravednost predstavljaju dodatni izazov, budući da sustavi UI-ja mogu reproducirati priistranosti prisutne u podacima na kojima su trenirani. U obrazovanju to može dovesti do nepravednih odluka, povećanja nejednakosti i stereotipizacije određenih skupina učenika. Stoga je izrazito važno razviti kritički pristup i osposobiti nastavnike i učenike za prepoznavanje i testiranje priistranosti u rezultatima koje generiraju alati UI-ja (npr. Cotilla Conceição i van der Strappen, 2025; Ferrara, 2023). Posebnu pozornost zahtijeva pitanje ugrožavanja ljudske autonomije i akademskog poštenja.

Pretjerano oslanjanje na alate UI-ja može **umanjiti razvoj kognitivnih sposobnosti učenika**, osobito u područjima koja zahtijevaju samostalno razmišljanje, argumentaciju i rješavanje složenih problema. Istovremeno, bilježi se sve više slučajeva **akademskog nepoštenja**, pri čemu generativni alati omogućuju brzo stvaranje različitih oblika pisanih i drugih vrsta radova bez stvarnog procesa učenja [Merkaš i sur., 2025]. Takvi trendovi ne utječu samo na učenike, nego i na nastavničko vrednovanje, što može biti oslabljeno ako se tehnologija počne doživljavati kao zamjena za nastavničku i pedagošku stručnost [npr. Cotton i sur., 2023].

U pregledu literature izrađene za potrebe projekta BrAIIn [Merkaš i sur., 2024], istražen je i zabilježen i štetan utjecaj digitalnih tehnologija i umjetne inteligencije na dobrobit, zdravlje, emocionalni razvoj i ponašanje djece i mladih. Korištenje digitalnih tehnologija djeluje na dobrobit djece i mladih, pri čemu je prekomjerna zaokupljenost i nesvrhovito korištenje tehnologije (posebice društvenih mreža te interneta) često povezana s nižom dobrobiti i povećanim osjećajem usamljenosti. Emocionalni problemi (npr. anksioznost, depresija, stres) često su povezani s izloženošću štetnim sadržajima i rizičnim kontaktima. Problemi u ponašanju koji su zabilježeni u digitalnom okruženju manifestiraju se kroz visoku učestalost elektroničkog nasilja te druga rizična ponašanja. Umjetna inteligencija dodatno povećava rizike kroz mogućnost generiranja uvredljivog sadržaja za uznemiravanje, povrede privatnosti te smanjenje kritičkog razmišljanja zbog pretjeranog oslanjanja na algoritme. Dodatni rizik predstavlja **antropomorfizacija UI-ja**, odnosno doživljavanje UI-ja kao zamjene za stvarne ljudske odnose, što iskrivljuje percepciju stvarnosti i dodatno naglašava pitanje odgovornosti i utjecaja na razvoj djece i mladih [npr. Salles, 2020; Sun i McDaniel, 2026].

Ključne poruke poglavlja: Primjena UI-ja u obrazovanju zahtijeva etički i regulatorni okvir prilagođen obrazovanju. Praktična primjena danas se temelji na specifičnim sustavima koji zahtijevaju jasno definirane granice i pedagošku svrhu. Tehnološka rješenja moraju biti u službi ishoda učenja i razvoja učenika, uz obvezan ljudski nadzor nad svim generiranim preporukama.

2. Preuvjeti za primjenu tehnologija podržanih UI-jem u obrazovanju

UI u obrazovanju predstavlja **sustavnu promjenu** koja zahvaća odnose u sustavu obrazovanja, procese vrednovanja, upravljanje podacima i institucionalnu odgovornost. Zato se primjena UI-ja ne može svesti na pojedinačne eksperimente, entuzijizam pojedinaca ili neplansku nabavu rješenja UI-ja. S ciljem korisne, zakonski utemeljene i etički održive uporabe UI-ja u školama, potrebno je prije implementacije osigurati preuvjete koji pokrivaju tri razine: **odgojno-obrazovnu, tehničku i društveno-regulatornu**. Ove se razine u nastavku poglavlja operacionaliziraju kroz: (1) etičke, odgojno-obrazovne i regulatorne uvjete pouzdanosti sustava, (2) infrastrukturnu i organizacijsku spremnost te (3) osposobljavanje ključnih dionika obrazovnog procesa.

Posebno je važno znati da određene primjene UI-ja u obrazovanju, zbog rada s djecom i mladima te zbog utjecaja na obrazovne putanje i procjene, ulaze u kategoriju visokorizičnih sustava prema EU *Uredbi*² (Europska unija, 2024). U europskom kontekstu to uključuje i obveze zaštite osobnih podataka te očekivanja transparentnosti i odgovornosti u radu institucija (Europska komisija, 2019; Europska unija, 2016; GDPR).

2.1. Etički, pedagoški i regulatorni uvjeti pouzdane primjene UI-ja

U europskim Etičkim smjernicama za pouzdanu umjetnu inteligenciju (Europska komisija, 2019) pouzdan sustav ne definira se samo tehničkom učinkovitošću, nego kombinacijom zakonitosti, etičnosti i robusnosti, stoga Smjernice svjesno preuzimaju ovaj okvir te ga prevode u obrazovni kontekst kroz sedam međusobno povezanih uvjeta.

Prvi uvjet odnosi se na **ljudsko djelovanje i nadzor**. U obrazovanju automatizirano donošenje odluka može biti posebno osjetljivo jer UI vrlo lako može postati neformalni autoritet zbog nevidljivog prijenosa odgovornosti, što zahtijeva definiranje jasnih kriterija. Također, zbog halucinacija važno je kritički sagledati svaku informaciju kao i preporuku koju UI daje za donošenje odluka.

Drugim riječima, UI u školi može biti podrška, ali ne smije biti konačni nositelj odgojno-obrazovne odluke. Ljudski nadzor ne znači tek mogućnost isključivanja sustava, nego stvarno zadržavanje odgojno-obrazovne prosudbe koja ostaje u rukama nastavnika i škole, uključujući i mogućnost obrazloženja zašto se određena preporuka (ne) slijedi.

Drugi se uvjet odnosi na **tehničku otpornost i sigurnost**. U školama se često podcjenjuje činjenica da sustavi koji obrađuju podatke ili generiraju sadržaj postaju dio institucionalne infrastrukture i time potencijalna točka sigurnosnog rizika. Kako bi sustav bio pouzdan, on mora biti siguran, točan i otporan na pogreške i napade. U obrazovnom kontekstu „pogreška“ nije neutralna: ona može učenika usmjeriti, etiketirati, demotivirati ili nepravd-

² Puni naziv Uredbe je Uredba (EU) 2024/1689 Europskog parlamenta i Vijeća od 13. lipnja 2024. o utvrđivanju usklađenih pravila o umjetnoj inteligenciji (Akt o umjetnoj inteligenciji)

no procijeniti. U tom je smislu tehnička otpornost i briga o sigurnosti jedan od osnovnih preuvjeta za rad.

Treći se uvjet odnosi na **privatnost i upravljanje podacima**. Upravljanje podacima mora jamčiti privatnost, kvalitetu i integritet podataka, uz jasno definirane svrhe obrade i ograničenja pohrane. Ovdje se ne radi samo o usklađenosti s GDPR-om, nego o očuvanju povjerenja: učenik i roditelj/skrbnik moraju razumjeti zašto se podaci prikupljaju, tko im pristupa i što se iz njih zaključuje [Europska unija, 2016; GDPR].

Četvrti uvjet odnosi se na **transparentnost**. Transparentnost u obrazovanju nije tehnički uvid u pozadinske algoritme, nego mogućnost da se objasni što sustav radi, koje su mu granice i kako dionici obrazovnog sustava kritički propituju „objektivnost“ takvog sustava. Bitno je inzistirati na sljedivosti (mogućnosti rekonstrukcije i objašnjenja ulaznih i izlaznih podataka) i objašnjivosti u mjeri koja je razmjerna riziku: što sustav više utječe na procjenu i odluke, to mora biti jasnije kako do njih dolazi i kako se provjerava njihova pouzdanost. Međutim, generativni sustavi umjetne inteligencije u pravilu djeluju kao tzv. crne kutije (eng. black box), što znači da nije moguće u potpunosti rekonstruirati unutarnje procese zaključivanja niti jasno objasniti kako je generiran određeni izlazni rezultat. Zbog toga se potpuna transparentnost kod takvih sustava u praksi ne može ostvariti. Viša razina transparentnosti i provjerljivosti moguća je kod modela otvorenog koda i otvorenih težina (eng. *open-source* i *open-weights* modeli), budući da oni omogućuju uvid u arhitekturu sustava, podatkovne pretpostavke i ograničenja modela te olakšavaju neovisnu provjeru, evaluaciju i nadzor. U obrazovnom kontekstu, osobito kod visokorizičnih primjena, takvi modeli predstavljaju poželjnu opciju u odnosu na zatvorene, komercijalne sustave.

Peti uvjet odnosi se na **raznolikost, nediskriminaciju i pravednost**. U obrazovanju to znači da sustav ne smije stvarati ili produbljivati nejednakosti, bilo kroz pristrane podatke, bilo kroz dizajn koji zanemaruje potrebe određenih skupina učenika. U praksi se to odnosi na načelo univerzalnog dizajna i pristupačnosti, ali i na uključivanje relevantnih dionika u fazama planiranja i implementacije: škole ne smiju uvoditi sustave koji mijenjaju pedagošku praksu bez sudjelovanja korisnika tih sustava – nastavnika, stručnih službi, učenika i roditelja/skrbnika [Europska komisija, 2019].

Šesti uvjet odnosi se na **dobrobit društva i okoliša**. Ovaj se aspekt često preskače, ali u obrazovanju je važan jer škola nije izolirani sustav: ona oblikuje društvene vrijednosti i norme. UI treba imati pozitivan utjecaj na društvo, a ne postati alat standardizacije, nadzora ili komercijalne kolonizacije obrazovnog prostora. U tom smislu, održivost nije samo ekološka, nego i društvena i odnosi se na to kako UI može utjecati na kulturu učenja i odnose u školi.

Sedmi uvjet odnosi se na **odgovornost**. U obrazovanju odgovornost mora biti konkretna: moraju postojati mehanizmi provjerljivosti, dokumentiranja, smanjenja negativnih učinaka i pravne zaštite. Drugim riječima, sustav mora biti takav da se može postaviti pitanje „tko je odgovoran“ i dobiti odgovor, čime se izbjegava prebacivanje odgovornosti između škole, dobavljača i „tehnologije“. Dobavljači moraju biti transparentni s obradom podataka, treniranjem modela, ažuriranjem sustava i sekundarnim korištenjem podataka. Obrazovne ustanove ne smiju koristiti alate koji ne omogućuju ugovornu kontrolu nad tim aspektima

[vidjeti više u Etičkim smjernicama namijenjenim nastavnom osoblju za upotrebu UI-ja i podataka u poučavanju i učenju, Europska komisija, 2022).

Osim *Etičkih smjernica za pouzdanu umjetnu inteligenciju* (Europska komisija, 2019) i *Etičkih smjernica namijenjenim nastavnom osoblju za upotrebu umjetne inteligencije i podataka u poučavanju i učenju* (Europska komisija, 2022), važan izvor za etička, odgojno-obrazovna i regulatorna pitanja korištenja UI-ja u obrazovanju predstavlja i prethodno spomenuta *Uredba o umjetnoj inteligenciji* (Europska unija, 2024) kojom se reguliraju prava djece vezana uz prikupljanje podataka. Posebna razina zaštite mora se osigurati u slučajevima u kojima su sustavi UI-ja usmjereni na djecu ili se na njih odnose, uzimajući u obzir njihovu povećanu ranjivost i posebna prava zajamčena pravom Unije i međunarodnim pravom. Sustavi UI-ja u digitalnom okruženju trebaju biti dizajnirani i primjenjivani na način koji osigurava dobrobit djece te sprječava rizike za njihov razvoj i temeljna prava. Osim učinaka na temeljna prava pojedinaca, procjena rizika sustava UI-ja treba obuhvatiti i moguće štetne posljedice za zdravlje, sigurnost i okoliš, u skladu s pravom Unije na visoku razinu zaštite okoliša i relevantnim politikama Unije.

Ovi uvjeti i regulacije čine normativni i etički okvir pouzdanosti, ali se ne mogu ostvariti bez odgovarajuće tehničke i organizacijske infrastrukture, što je tema sljedećeg poglavlja.

2.2. Tehnička infrastruktura i održavanje sustava

Implementacija tehnologija podržanih UI-jem zahtijeva stabilnu i sigurnu infrastrukturu: internetsku mrežu, digitalne uređaje i programe. Nejednakost u pristupu tehnologiji povećava digitalni jaz, a UI može taj jaz dodatno produbiti.

Infrastrukturna spremnost prepoznaje se kao preduvjet odgovorne implementacije. Uvođenje alata UI-ja bez stabilne infrastrukture stvara dvostruki rizik: [1] tehnički rizik (npr. nepouzdanost, prekidi, sigurnosne ranjivosti) i [2] pedagoški rizik (npr. frustracija nastavnika, površna uporaba, gubitak povjerenja u digitalne pristupe). Dodatno, sustavi podržani UI-jem zahtijevaju kontinuirano održavanje i ažuriranje. To znači da se implementacija ne smije planirati kao jednokratna nabava, nego kao dugoročno financijsko i organizacijsko ulaganje koje uključuje podršku, sigurnosne nadogradnje, evaluaciju učinaka i upravljanje promjenama.

2.3. Razvoj kompetencija nastavnika za primjenu UI-ja

UI se može integrirati u nastavu samo ako nastavnik zna kako je koristiti na način koji doprinosi ostvarivanju ishoda učenja, što podrazumijeva vještine oblikovanja zadataka, postavljanja granica uporabe, poticanja učenika na kritičku provjeru i prilagodbu vrednovanja u doba generativnih alata.

UNESCO-ov *Okvir kompetencija u području umjetne inteligencije za nastavnike* upravo zato ne opisuje nastavnika kao „korisnika alata“, nego kao profesionalca koji razvija pristup usmjeren na čovjeka, sposobnost etičkog rasuđivanja, razumijevanje temelja i primjenu UI-ja, digitalnu pedagogiju te uporabu UI-ja za vlastito profesionalno učenje. Okvir definira

15 kompetencija raspoređenih u pet dimenzija na način da je UI pismenost nastavnika opisana kao nova profesionalna pismenost koja uključuje vrijednosti, znanje i pedagoške prakse (UNESCO, 2024b). Ove Smjernice u tom smislu postavljaju obrazovanje nastavnika kao preduvjet, a ne kao „preporuku“. Bez jasnog usmjeravanja i obrazovanja postoji mogućnost da će stavovi prema UI-ju biti ili previše nekritički (zamjena za pedagoški rad) ili previše defenzivni (prijetnja), a nijedna od te dvije mogućnosti ne predstavlja pedagošku vrijednost. Detaljne smjernice oblikovanja profesionalnog razvoja nastavnika/ca nalaze se u poglavlju 5.2.

2.4. Razvoj kompetencija učenika za primjenu umjetne inteligencije

Izrazito je važno da učenici danas, u doba UI-ja, razvijaju svoje kompetencije za odgovorno, etičko i kritičko korištenje UI-ja, ali i razumijevanje uloge tehnologije kada generira sadržaj, daje preporuke ili pomaže u učenju.

UNESCO-ov *Okvir kompetencija UI-ja za učenike* definira 12 kompetencija kroz četiri dimenzije: pristup usmjeren na čovjeka, etičnost UI-ja, tehnike i primjene UI-ja te dizajn sustava UI-ja. Posebno je važno što okvir opisuje i razine napredovanja, od razumijevanja prema primjeni do stvaranja, čime se naglašava da učenici ne bi trebali ostati samo na razini pasivnih korisnika, nego bi trebali razvijati sposobnost djelovanja i odgovornost u odnosu na tehnologiju (UNESCO, 2024a).

Obrazovanje učenika mora uključivati i njihova prava, osobito u području privatnosti i zaštite podataka. Učenici moraju razumjeti svrhu obrade podataka, moguće posljedice dijeljenja informacija i razliku između odgovornog i neodgovornog korištenja alata. To nije samo pitanje usklađenosti s regulatornim okvirom, nego dio odgojno-obrazovne uloge škole: škola mora razvijati digitalnu odgovornost, a ne samo digitalne kompetencije (Europska unija, 2016; GDPR).

Iz navedenih razloga CARNET je razvio tri kurikula, pod nazivom „Umjetna inteligencija: od koncepta do primjene“, dva za izvannastavnu aktivnost za osnovne škole, a treći za fakultativni predmet za srednje škole (CARNET, 2024a). Svrha tih kurikula upravo i je razvoj kritičkog mišljenja učenika o utjecaju UI-ja i tehnologija u nastajanju, razumijevanje prednosti i nedostataka korištenja različitih digitalnih tehnologija te razumijevanje etičkih i društvenih implikacija koje one imaju na svakodnevni život. Cilj je provedbe ovih kurikula osposobiti učenike za praktičan i kreativan rad s tehnologijama u nastajanju, a da pritom zadrže kritičan stav prema tim tehnologijama. Uz to, kurikuli namijenjeni osnovnim školama imaju svrhu obrazovanja učenika za kasnije samostalno i odgovorno korištenje UI-ja.

Za osnovne škole preporuka je da se kurikuli provode u 5. i 6. te 7. i 8. razredu, a za srednje škole preporuka je da se kurikul provodi u 2. i 3. razredu, odnosno kao prva i druga godina učenja. U skladu s organizacijskim mogućnostima škole, kurikuli se mogu provoditi i u drugim razredima.

2.5. Razvoj kompetencija roditelja/skrbnika za primjenu umjetne inteligencije

U vrijeme kada UI ulazi u obrazovni proces, roditelji/skrbnici imaju potrebu znati što se događa s podacima njihove djece, kako se alati koriste i kakvi su rizici. Ako sustav ne komunicira jasno, roditelji/skrbnici će informacije tražiti drugdje i tada slabi povjerenje u obrazovni sustav. Upravo se iz tih razloga obrazovanje roditelja/skrbnika promatra kao važan preduvjet razvoja UI pismenosti u cijelom društvu. To znači da roditelji/skrbnici moraju biti informirani o prednostima i rizicima uporabe UI-ja te dobiti jasne i razumljive informacije o tome kako se podaci o učenicima prikupljaju, koriste i dijele, koja je svrha obrade podataka te koja prava roditelji i učenici imaju u tom procesu. U praksi, to podrazumijeva organizirane oblike informiranja i radionice o svrhovitoj i odgovornoj uporabi tehnologije, ali i jasnu komunikacijsku politiku škole koja djeluje preventivno gradeći povjerenje, umjesto reaktivne uloge, odnosno djelovanja i komuniciranja tek kada nastane problem (Europska unija, 2016; GDPR).

Ključne poruke poglavlja: Primjena tehnologija temeljenih na UI-ju u obrazovanju podliježe strogim pravilima za visokorizične sustave prema Aktu o umjetnoj inteligenciji. Kvalitetna, svrhovita i odgovorna primjena zahtijeva stabilne infrastrukture te obrazovanje svih dionika obrazovanog sustava. U obrazovanju treba davati prednost onim modelima UI-ja koji omogućuju višu razinu transparentnosti i neovisne evaluacije.

3. Ključni dionici obrazovnog sustava i njihove uloge u primjeni UI-ja

Učinkovita, odgovorna i etički održiva primjena tehnologija i UI-ja u obrazovanju ne može se ostvariti fragmentirano, niti prepuštanjem odgovornosti pojedincima ili tržišnim rješenjima. Riječ je o sustavnoj promjeni koja zahvaća pedagošku praksu, upravljanje podacima, institucionalnu odgovornost i odnose povjerenja unutar obrazovne zajednice. Stoga je potrebno jasno definirati uloge pojedinih dionika obrazovnog sustava i osigurati njihovu koordinaciju. Samo jasno raspodijeljene odgovornosti, uz međusobno razumijevanje i suradnju, mogu osigurati da se potencijal UI-ja razvije u korist učenika, a ne na štetu njihove dobrobiti, prava ili obrazovnih ishoda.

3.1. Uloga nadležnih sektorskih tijela i naručitelja rješenja podržanih UI-jem

Nadležna sektorska tijela i institucije koje naručuju ili odobravaju rješenja podržana UI-jem imaju ključnu, strukturnu ulogu u uspostavi okvira unutar kojeg obrazovne ustanove djeluju. Njihova odgovornost treba pokrivati formalne okvire i podršku tehničkoj provedbi te uključuje strateško upravljanje rizicima, zaštitu prava učenika i osiguravanje jednakih uvjeta za sve sudionike obrazovnog sustava.

U skladu s **Općom uredbom o zaštiti podataka – uvodnom izjavom 38.** te smjernicama Agencije za zaštitu osobnih podataka, odnosno načelom da „Djeca zaslužuju posebnu zaštitu u pogledu svojih osobnih podataka budući da mogu biti manje svjesna rizika, posljedica i predmetnih zaštitnih mjera te svojih prava u vezi s obradom osobnih podataka. Takvo pravo na posebnu zaštitu trebalo bi se posebno odnositi na upotrebu osobnih podataka djece u svrhu marketinga ili stvaranja osobnih ili korisničkih profila te prikupljanje osobnih podataka o djeci prilikom upotrebe usluga koje se izravno nude djetetu.“ (AZOP, 2024), jedna od temeljnih odgovornosti nadležnih tijela je osiguravanje potpune transparentnosti u pogledu svrhe i načina prikupljanja, obrade i korištenja podataka učenika. To uključuje jasno definirane ciljeve obrade, razumljive informacije dostupne školama i roditeljima te usklađenost s važećim zakonodavnim okvirom. Transparentnost u ovom kontekstu treba biti preduvjet povjerenja i legitimnosti sustava.

Nadalje, nadležna tijela moraju osigurati redovitu procjenu algoritama UI-ja s ciljem prepoznavanja i ublažavanja pristranosti koje bi mogle dovesti do nepovoljnog položaja određenih skupina učenika. Posebna pažnja mora se posvetiti sustavima koji bi sudjelovali u preporukama, procjenama ili usmjeravanju učenika, jer su to visokorizični sustavi.

U skladu s načelima zaštite podataka, sektorska tijela moraju inzistirati na strogoj primjeni načela minimizacije podataka potrebno je prikupljati isključivo one podatke koji su nužni za izvođenje konkretnih obrazovnih aktivnosti. Osobni podaci ne smiju se pohranjivati

trajno bez jasnog opravdanja, a svaki sustav mora imati definiran i provediv plan brisanja podataka. Uz to, nužno je osigurati primjenu odgovarajućih tehničkih mjera zaštite, uključujući enkripciju i anonimizaciju, kako bi se smanjili sigurnosni rizici i spriječile neovlaštene obrade.

3.2. Uloga ravnatelja/ica u odgovornoj primjeni umjetne inteligencije u školi

Ravnatelji/ce imaju jednu od ključnih uloga u stvaranju institucionalnih uvjeta za odgovornu primjenu UI-ja budući da su škole nadležne kao voditelji obrade osobnih podataka te moraju poštivati standarde i načela iz Opće uredbe o zaštiti podataka (Europska unija, 2016; GDPR), vodeći računa da svrha u koju se osobni podaci obrađuju bude zakonita i opravdana te da za obradu osobnih podataka postoji pravna osnova (čl. 5. i 6. Opće uredbe o zaštiti podataka). Pojedine su škole objavile smjernice o korištenju i dijeljenju podataka i primjeni GDPR-a te je poželjno da ovakve prakse nacionalno usustave.³

Osim pridržavanja rada škole zakonskoj regulativi o zaštiti podataka, odgovornost ravnatelja/ica uključuje stvaranje okruženja u kojem svi učenici imaju jednak pristup resursima podržanim UI-jem. Ravnatelji/ce trebaju osigurati dostupnost obrazovnih resursa za učenike s teškoćama te osigurati ljudski nadzor nad donošenjem odluka, čime se štiti pravo učenika na objašnjenje i prigovor, ali i integritet obrazovnih odluka.

Važan dio uloge ravnatelja/ica jest i podrška i usmjeravanje obrazovanja nastavnika i učenika o etičkom korištenju UI-ja, kao i uključivanje stručnih službi, primjerice školskih knjižničara, psihologa i pedagoga, u obrazovanje o digitalnom svijetu i njegovim utjecajima na dobrobit djece i mladih. Nadalje, uloga ravnatelja/ica je agilno postupati u skladu s promjenjivim okruženjem i donositi odluke u skladu s promjenama koje nose nove tehnologije uključujući i UI, kako bi nastavnici i učenici stekli znanja i vještine potrebne za osobni i profesionalni razvoj.

3.3. Uloga nastavnika u adekvatnoj primjeni UI-ja, razvoju znanja i vještina te regulaciji zaštite podataka

Primjena umjetne inteligencije u obrazovanju ne predstavlja individualni projekt nastavnika, nego dio šire digitalne transformacije obrazovnog sustava. Nastavnici djeluju unutar institucionalnog i regulatornog okvira koji oblikuju nadležna tijela, škole i pružatelji tehnologije. U tom kontekstu, njihova je uloga usmjerena na integraciju UI-ja u nastavu, dok tehnički, pravni i organizacijski aspekti ostaju odgovornost sustava. Nastavnike je potrebno educirati i upoznati s načinima primjene UI-ja u učenju i poučavanju u skladu s načelima etičke, transparentne i regulatorne primjene.

³ Pojedini primjeri škola koje daju jasne smjernice o upravljanju podataka: Srednja škola kneza Branimira Benkovac <https://ssknezbranimir.hr/zastita-osobnih-podataka/>, Gimnazija Antuna Vrančića Šibenik <https://ssknezbranimir.hr/zastita-osobnih-podataka/>, Srednja strukovna škola Varaždin <https://sss-vz.hr/primjena-opce-uredbe-o-zastiti-podataka-u-nasoj-skoli/>

Profesionalna kompetencija nastavnika u području UI-ja odnosi se ponajprije na razumijevanje pedagoških mogućnosti i ograničenja alata te njihovu svrhovitu primjenu u skladu s ciljevima učenja. UNESCO-ov Okvir kompetencija za nastavnike u području umjetne inteligencije naglašava da se UI pismenost nastavnika temelji na kombinaciji znanja, etičke osjetljivosti i sposobnosti kritičke procjene (UNESCO, 2024b). To ne znači da nastavnik mora biti tehnički stručnjak, nego da treba imati dovoljno razumijevanja za donošenje informiranih pedagoških odluka.

Sustavi analitike učenja i alati UI-ja mogu biti podrška u diferencijaciji nastave, praćenju napretka i pružanju povratnih informacija. OECD ističe da uporaba podataka u obrazovanju doprinosi kvaliteti i pravednosti samo ako je dio jasno strukturiranog institucionalnog okvira koji osigurava zaštitu učenika (OECD, 2023b). U tom smislu, nastavnik koristi podatke kao dodatni izvor uvida, dok su kriteriji, pravila i tehnička rješenja definirani na razini škole ili sustava.

Zaštita podataka učenika uređena je Općom uredbom o zaštiti podataka (Europska unija, 2016) i nacionalnim smjernicama. Škole kao institucije djeluju kao voditelji obrade podataka, dok nastavnik postupa u skladu s internim pravilima i odobrenim alatima. Poznavanje osnovnih načela – svrhovitosti, minimizacije prikupljanja i dijeljenja podataka i transparentnosti – omogućuje nastavniku da djeluje odgovorno u svakodnevnoj praksi. Posebna zaštita djece kao ranjive skupine dodatno naglašava važnost jasnih institucionalnih procedura (Europska unija, 2016).

Transparentna komunikacija s učenicima i roditeljima/skrbnicima dio je šire komunikacijske politike škole. Nastavnik u tom procesu sudjeluje objašnjavajući svrhu i način korištenja alata u nastavnom kontekstu, dok je škola odgovorna za osiguravanje cjelovitih informacija o obradi podataka. Europska komisija (2022) naglašava da povjerenje u uporabu UI-ja proizlazi iz jasnih pravila i razumljivih procedura, a ne iz individualnih improvizacija.

U razvoju znanja i vještina učenika, nastavnik ima ključnu obrazovnu ulogu. Integracija UI-ja treba poticati razvoj kritičkog mišljenja, refleksije i odgovornosti za vlastiti rad. Generativni sustavi UI-ja mogu biti poticaj za istraživanje i analizu, ali se njihova uporaba treba uklapati u strategije poučavanja koje naglašavaju razumijevanje i samostalnost (UNESCO, 2023). Tehnologija je pritom sredstvo u službi učenja, dok profesionalna prosudba nastavnika ostaje temelj nastavnog procesa.

U konačnici, uloga nastavnika u području UI-ja oblikuje se kroz suradnju sa školom i sustavom. Sustav osigurava pravni okvir, tehničku infrastrukturu i smjernice, dok nastavnik smisleno koristi prednosti i kritički upozorava na ograničenja UI-ja. Takva podjela odgovornosti omogućuje da se UI koristi promišljeno, bez stvaranja dodatnog pritiska na pojedinca i uz očuvanje profesionalne autonomije nastavnika.

Ključne poruke poglavlja: Odgovorna primjena UI-ja u obrazovanju zahtijeva koordinirano djelovanje te definirane uloge i odgovornosti dionika obrazovnog sustava, što omogućuje praktičnu primjenu UI-ja u nastavnom procesu, sukladno GDPR-u i Aktu o umjetnoj inteligenciji. Svaka odluka potpomognuta UI-jem mora biti objašnjiva i podložna ljudskom prigovoru. Škole osiguravaju ravnopravan pristup tehnologiji i štite prava učenika. Tehnologija može podupirati proces učenja, ali obrazovni djelatnik i dalje nosi pedagošku odgovornost za interpretaciju rezultata temeljenih na UI-ju.

4. Uvođenje umjetne inteligencije u nastavu

UI se u nastavi mora integrirati odgovorno, kritički i pedagoški smisleno, uz stvarno razumijevanje načina primjene u nastavi i školskim procesima. Kako je već ranije navedeno, ključni naglasci su na transparentnosti, zaštiti privatnosti, jačanju digitalne pismenosti te sustavnoj podršci svim sudionicima obrazovnog procesa. U praksi to znači da se u fokusu prvenstveno nalaze nastavnici/ce jer se kroz njihovu prosudbu tehnologija ili pretvara u kvalitetnu nastavu ili predstavlja rizik za sustav. Time se posredno, ali snažno utječe na ishode učenja i sigurnosne aspekte povezane s dobrobiti učenika/ica, što u konačnici doprinosi osnaživanju inkluzivnog i etičkog pristupa obrazovanju.

4.1. Integracija tehnologija i alata temeljenih na UI-ju u obrazovni proces

4.1.1. Integracija tehnologija temeljenih na UI-ju u kurikule

Integracija UI-ja u kurikule mora biti promišljena didaktička odluka koja proizlazi iz ciljeva obrazovanja. Polazište mora biti unaprijeđenje kvalitete obrazovanja: UI se uvodi samo ondje gdje može jasno doprinijeti razumijevanju, angažmanu, diferencijaciji i napretku učenika, a ne ondje gdje samo ubrzava proizvodnju sadržaja.

U kurikularnoj integraciji važno je poticati inovativne pristupe učenju i poučavanju, ali bez gubitka temeljne pedagoške orijentacije: inovacija nije vrijednost sama po sebi, nego je vrijednost tek ako služi razvoju učenika/ca i njihovih sposobnosti. Zato se UI u kurikulu mora povezati s razvojem kritičkog mišljenja i kritičkim vrednovanjem generiranih rezultata, uključujući prepoznavanje netočnosti, pristranosti i ograničenja sustava. Ujedno, kurikularna integracija mora uključiti upravljanje izazovima pristranosti i netočnosti te osiguravanje transparentnosti i odgovornosti korištenja: učenici i nastavnici moraju znati kada se UI koristi, zašto se koristi i kako se provjerava rezultat. Sve navedeno mora se događati uz strogo poštivanje mjera zaštite privatnosti i načela minimizacije podataka, jer kurikulum ne smije biti opravdanje za neograničeno prikupljanje ili dijeljenje osobnih i osjetljivih informacija.

4.1.2. Primjena alata temeljenih na UI-ju u nastavi

U nastavi, alati temeljeni na UI-ju mogu biti podrška nastavniku u osmišljavanju nastavnih aktivnosti i izradi godišnjih izvedbenih kurikula, osobito kada se koriste za generiranje prijedloga, varijanti, diferenciranih zadataka i ideja koje nastavnik zatim kritički filtrira i prilagođava svojim potrebama. UI se može koristiti i za izradu ispita kroz primjere pitanja i rubrika za vrednovanje, pri čemu je ključno da nastavnik generira i opiše kriterije i da se korišteni sustavi vode ishodima učenja, a ne logikom pojedinog alata. Nadalje, UI može podržati individualiziranu podršku učenicima, primjerice putem generativnih chatbotova, no takva se praksa mora uvoditi uz jasna pravila: što se i kako smije pitati, što se ne smije unositi, kako se provjeravaju odgovori i kako se čuva odnos povjerenja između učenika i nastavnika, pri čemu je važno da su pravila definirana i opisana.

UI može poduprijeti i samostalno stjecanje temeljnih vještina učenika, primjerice kroz vježbanje jezika ili osnove računanja, ali uz strogo postavljene odgojno-obrazovne granice. Kao i u prethodno opisanim primjerima, i u tim se situacijama UI mora tretirati kao poticaj u radu, a ne kao zamjena za učenje. Na kraju, transparentnost predstavlja temelj odgovorne primjene UI-ja u nastavi. Učenicima treba biti jasno kada i na koji se način koristi umjetna inteligencija, koja je njezina svrha i koje su njezine granice. Transparentnost uključuje i jasno navođenje uporabe UI-ja u nastavnim materijalima i zadacima te otvoreno objašnjenje kriterija vrednovanja. Time se štiti integritet učenja, osnažuje povjerenje i razvija svijest učenika o odgovornom i kritičkom korištenju tehnologije.

4.1.3. Odabir i korištenje alata temeljenih na UI-ju

Odabir alata u obrazovanju mora biti didaktički i etički promišljen, a ne vođen popularnošću ili trendom. Nastavnici bi trebali istražiti i, gdje god je moguće, odabrati alate koji su specifično dizajnirani za obrazovne svrhe primjerene dobi učenika s kojima rade, jer takvi alati češće imaju pedagoške funkcionalnosti, jasnije postavke privatnosti i strukture koje prate ishode učenja.

Pri odabiru je potrebno procijeniti jesu li alati lokalno dostupni, imaju li otvoren pristup i jesu li ispitani ili službeno potvrđeni od strane nadležnih tijela. Jednako je važno voditi brigu o tome na kojim su podacima alati trenirani: gdje god je moguće, treba birati rješenja koja su trenirana na legalnim i javno dostupnim podacima jer se time smanjuju rizici vezani uz autorska prava i integritet sadržaja. Pri odabiru alata, nastavnik bi trebao imati na umu i provjeriti na koji način su i jesu li uopće alati temeljeni na UI-ju primjereni za upotrebu s različitim skupinama učenika, npr. učenici osnovnoškolskog uzrasta i učenici s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama.

Korištenje alata zahtijeva i novu vrstu didaktičke pismenosti: umijeće oblikovanja upita (eng. prompting) kao pedagoške strategije. Pri kreiranju upita, nastavnik treba predložiti strukturu, osloniti se na činjenično znanje, navesti primjerene nastavne strategije i jasno definirati očekivani izlaz. Što je uputa detaljnija i pedagoški preciznija, rezultat će u pravilu biti kvalitetniji. Međutim, bez obzira na kvalitetu upita, preporuka je da nastavnik provjeri točnost i prikladnost generiranog sadržaja kako bi se izbjegle dezinformacije i tzv. halucinacije.

Primjeri iz prakse pokazuju da su pojedini alati skloniji generiranju netočnih informacija, dok određeni pružaju odgovore s citiranim izvorima, što olakšava provjeru točnosti. Prilikom korištenja rezultata potrebno je provjeriti podrijetlo sadržaja i, gdje je relevantno, koristiti alate za provjeru plagiranja.

4.1.4. Podrška učenicima i njihova odgovornost

Uvođenje UI-ja u nastavu uključuje sustavnu podršku učenicima. Budući da nastavnici nadziru upotrebu UI-ja u učionici, podrška uključuje i emocionalnu i kognitivnu dimenziju. Nastavnici i roditelji/skrbnici trebaju raditi na jačanju samopouzdanja učenika kako bi se minimizirao štetan utjecaj tehnologije, osobito u kontekstu uspoređivanja, perfekcionizma ili osjećaja da „stroj uvijek zna bolje“. Jednako je važno razumjeti potencijalne psi-

hološke učinke UI-ja na učenike i prepoznati kada alat postaje izvor stresa, problematičnog ponašanja ili povlačenja iz socijalnih odnosa.

Učenike je potrebno osposobiti za kritičku procjenu vjerodostojnosti izvora budući da generirani sadržaj nije jamstvo istine. Ujedno, učenici trebaju razvijati kompetencije za transparentno i odgovorno korištenje alata, jasnim navođenjem kada su koristili alat, zašto su ga koristili i što su preuzeli kao prijedlog, a što su sami izgradili. Sve to nije moguće ostvariti bez održavanja kvalitetnog odnosa učenika i nastavnika, jer je upravo taj odnos mjesto sigurnosti, povratne informacije i smisla učenja.

4.1.5. Odgovornost nastavnika

Obrazovanje je složen odnos koji uključuje profesionalnu prosudbu, etičku odgovornost, emocionalnu podršku i razumijevanje konteksta pojedinog razreda i učenika. UNESCO naglašava da umjetna inteligencija u obrazovanju treba ostati „u službi čovjeka“ te da ljudski nadzor i profesionalna odgovornost ostaju temelj pouzdane primjene UI-ja (UNESCO, 2022; UNESCO, 2023).

Nastavnik je nositelj odgojno-obrazovnih odluka koje nisu samo tehničke, nego uključuju razumijevanje razvojne dobi, socijalne dinamike, individualnih potreba i emocionalnog stanja učenika. Sustavi UI-ja mogu analizirati podatke, generirati prijedloge ili ubrzati administrativne procese, ali ne mogu preuzeti odgovornost za pedagoške posljedice tih odluka. Europske smjernice za pouzdanu umjetnu inteligenciju ističu da ljudsko djelovanje i nadzor moraju ostati sastavni dio svakog sustava koji utječe na pojedince (Europska komisija, 2019).

Odgovornost nastavnika uključuje i zaštitu dobrobiti učenika. Pedagoški odnos temelji se na povjerenju, sigurnosti i razumijevanju, a taj odnos ne može preuzeti tehnologija. Istraživanja pokazuju da su kvalitetni odnosi između nastavnika i učenika ključni za motivaciju, angažman i uspjeh u učenju (Merkaš i sur. 2024). UI može olakšati organizaciju i ponuditi dodatne perspektive, ali ne može zamijeniti odnos koji čini temelj odgojno-obrazovnog procesa.

4.1.6. Planiranje implementacije sustava podržanih UI-jem

Implementacija UI-ja u školi mora biti planirana kao proces u kojem je prvi korak revizija trenutnih sustava, odnosno analiza postojećih alata i identifikacija specifičnih potreba škole. To uključuje pitanje infrastrukture, digitalne zrelosti nastavnika, pedagoških prioriteta i rizika. Sljedeća faza su pilot-projekti: testiranje alata s manjom skupinom učenika ili u ograničenom kontekstu, uz prikupljanje povratnih informacija nastavnika, učenika i roditelja/skrbnika. Treća faza uključuje suradnju i obrazovanje nastavnika čime se potiče i profesionalni razvoj nastavnika.

Naposljetku, komunikacija s roditeljima/skrbnicima i zajednicom također treba biti dio implementacije. Roditelji/skrbnici trebaju biti informirani o prednostima, rizicima i načinu zaštite podataka te uključeni u planiranje ondje gdje je to moguće i smisleno. Takva komunikacija gradi povjerenje i smanjuje rizik polarizacije i dezinformacija. Ovo zahtijeva planski rad i podlogu u strateškim dokumentima poput preporuka za uvođenje UI-ja u školi koje

sadrži definirane ciljeve i određene prioritete te akcijskog plana s aktivnostima, rokovima, odgovornostima te resursima.⁴

4.2. Osposobljavanje nastavnika za rad s alatima temeljenih na UI-ju

Integracija alata temeljenih na UI-ju u obrazovanju zahtijeva osposobljene nastavnike, pri čemu se ovo poglavlje nadovezuje na preduvjete iz Poglavlja 2.3. i usmjerava na praktični pristup osposobljavanja nastavnika.

Kako bi bilo cjelovito i kvalitetno, stručno osposobljavanje nastavnika trebalo bi uključivati etičku i odgovornu upotrebu UI-ja, razumijevanje etičkih dvojbi (pristranost, privatnost, intelektualno vlasništvo), stjecanje stručnih znanja za stvaranje upita (eng. *prompting*) i kritičku procjenu generiranih sadržaja te preispitivanje oblikovanja zadataka u uvjetima novih oblika plagiranja i novih načina „izbjegavanja“ procesa učenja. Drugim riječima, takvo osposobljavanje treba biti strukturirano kao kontinuirani proces profesionalnog razvoja, a ne jednokratna edukacija ili tehnička obuka za korištenje pojedinog alata.

Ključne kompetencije nastavnika za primjenu UI-ja uključuju sposobnost osmišljavanja odgojno-obrazovnih strategija koje integriraju UI, što podrazumijeva razlikovanje između tehničkih, didaktičkih i etičkih kompetencija, sposobnost procjene, odabira i prikladnog korištenja alata u nastavi te kreativnu i inovativnu uporabu koja je u službi učenika, a ne u službi tehnologije. Stručno usavršavanje treba razvijati konceptualno znanje o alatima umjetne inteligencije i vještine odabira i prilagodbe, ali i pedagošku kompetenciju: svrhovito povezivanje UI-ja i didaktike, uz stalnu sposobnost provjere i filtriranja rezultata.

Osposobljavanje, odnosno stručno usavršavanje, treba obuhvatiti i profesionalni razvoj nastavnika, pri čemu su odgovorne institucije (MZOM, AZOO, ASOO i CARNET) dužne osigurati organizaciju, vrijeme, podršku i priznanje takvog razvoja unutar sustava stručnog usavršavanja. Naime, u području vrijednosti i stavova, osposobljavanje treba promicati odgovorno korištenje UI-ja, uz jasnu poruku ljudske i društvene odgovornosti. U područjima etike i propisa, nastavnici trebaju razumjeti i primjenjivati načela, pravila i propise koji uređuju uporabu alata UI-ja.

Ako se teme osposobljavanja povežu s područjima digitalnih kompetencija, osposobljavanje nastavnika treba biti oblikovano tako da obuhvati sljedeće funkcionalne domene rada:

1. profesionalnu uključenost (razumijevanje pozitivnih i negativnih učinaka UI-ja i podataka, posebice razumijevanje etičkih aspekta, sigurnosti i pristranosti korištenja UI-ja),
2. digitalne resurse (upravljanje podacima i sadržajima uz odgovorno korištenje, privatnost i prepoznavanje rizičnih primjena),
3. poučavanje i učenje (razumijevanje ciljeva obrazovanja i ljudskog djelovanja u kontekstu UI-ja, uključujući pristranost i rizike emocionalne ovisnosti),

⁴ U planiranju UI-ja u školi, preporuka je koristiti Priručnik za strateško planiranje digitalnih tehnologija u školi izrađen u projektu e-Škole: <https://pilot.e-skole.hr/wp-content/uploads/2018/04/Strateski-plan-primjene-informacijsko-komunikacijskih-tehnologija-u-skoli.pdf>

4. automatizirane povratne informacije o učenikovu napretku (razumijevanje razlika u reakcijama učenika na automatizirane povratne informacije, pristranosti algoritama i ograničenja UI-ja u procjeni suradnje, socijalnih kompetencija i kreativnosti),
5. poticanje učenika (razumijevanje kako UI može podržati različite obrazovne potrebe i personalizaciju uz nadzor ishoda) te
6. razvoj digitalnih kompetencija učenika (osposobljavanje učenika za etičko, svrhovito i kritičko korištenje UI-ja).

4.3. Alati UI-ja kao podrška u osmišljavanju nastave

Jedna od konkretnih i neposrednih koristi alata temeljenih na umjetnoj inteligenciji odnosi se na smanjenje administrativnog opterećenja nastavnika te na podršku kreativnom procesu planiranja i pripreme nastave. UI se u tom kontekstu može koristiti kao pomoćni alat za izradu nacrtu nastavnih planova i priprema, osmišljavanje raznolikih primjera za vježbu, poput matematičkih zadataka ili rečenica za jezičnu analizu, kao i za izradu rubrika i kriterija za vrednovanje. Posebno vrijedan doprinos alata temeljenih na UI-ju očituje se u mogućnosti diferencijacije nastavnih materijala, primjerice prilagodbom složenosti teksta učenicima različitih razina predznanja i jezičnih kompetencija. Tipičan primjer takve uporabe može biti upit kojim se od alata traži izrada plana sata za određeni razred i temu, uz jasno definirane didaktičke elemente poput motivacijske aktivnosti, ključnih točaka obrade i pitanja za provjeru razumijevanja. Pritom je nužno naglasiti da nastavnik zadržava punu odgovornost za konačni sadržaj: svi materijali generirani uz pomoć UI-ja moraju biti kritički provjereni, didaktički prilagođeni i usklađeni s konkretnim razrednim kontekstom.

Osim kao podrška u pripremi nastave, alati UI-ja mogu se koristiti i za poticanje dubljeg, kritičkog i divergentnog mišljenja učenika. U tom smislu, UI može preuzeti ulogu svojevrsnog „Sokratovog sugovornika“ koji postavlja potpitanja, propituje početne pretpostavke i potiče učenike prema argumentiranom razmišljanju. Takav pristup može biti osobito koristan u fazama brainstorminga, formuliranja istraživačkih pitanja za projektne zadatke ili razmatranja različitih perspektiva i argumenata vezanih uz složene društvene i etičke teme. Primjerice, alat se može koristiti tako da učeniku postavlja niz pitanja koja ga potiču na promišljanje o prednostima i nedostacima društvenih mreža za mentalno zdravlje adolescenata. U ovakvim situacijama UI ne zamjenjuje proces mišljenja, nego ga potiče, a nastavnik ima središnju ulogu u usmjeravanju i razvoju kritičkog mišljenja učenika.

Generativna umjetna inteligencija pokazuje i značajan potencijal kao asistivna tehnologija, osobito u kontekstu inkluzivnog obrazovanja i podrške učenicima s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama. Alati temeljeni na UI-ju mogu omogućiti pretvaranje teksta u govor i govora u tekst, pojednostavljivanje složenih akademskih sadržaja na jezik primjeren učenikovoj razini razumijevanja, izradu vizualnih ili opisnih prilagodbi za učenike s oštećenjem vida te generiranje individualiziranih vježbi koje odgovaraju specifičnim obrazovnim potrebama. Primjer takve primjene može biti prilagodba zahtjevnog književnoteorijskog

odlomka u kraće rečenice, s jednostavnijim vokabularom i dodatnim objašnjenjima ključnih pojmova. Ipak, važno je jasno istaknuti da, unatoč snazi alata UI-a, individualizirani pristup, stručna procjena i stalna, ljudska stručna podrška ostaju nezamjenjivi elementi inkluzivnog obrazovanja.

Upravo zbog navedenih potencijala, ali i zbog složenosti konteksta u kojem se UI primjenjuje, nastavnici moraju biti trajno svjesni inherentnih rizika povezanih s ovom tehnologijom. Učinkovita i odgovorna uporaba UI-ja uključuje sposobnost prepoznavanja njihovih ograničenja, mogućih pristranosti i pedagoških implikacija, kako bi tehnologija uistinu služila unaprjeđenju učenja, a ne njegovu pojednostavljenju ili zamjeni.

4.4. Izvanučioničko učenje pomoću alata UI-ja

Izvanučioničko učenje i, posebice, uloga domaće zadaće u suvremenom se obrazovanju mijenjaju: vrijednost takvog rada više ne proizlazi iz količine proizvedenog sadržaja, nego iz kvalitete samih aktivnosti koje se tim radom potiču. U uvjetima dostupnosti generativnih alata umjetne inteligencije, izvanučioničko učenje mora biti oblikovano tako da zahtijeva objašnjavanje postupaka, refleksiju i povezivanje znanja, a ne reprodukciju odgovora. Istodobno, brojna neurokognitivna istraživanja potvrđuju da pisanje rukom ima važnu ulogu u razvoju pamćenja, razumijevanja i jezičnih vještina, zbog čega digitalni i alati temeljeni na UI-ju ne smiju zamijeniti domaću zadaću, nego ju promišljeno nadopunjavati (Mueller i Oppenheimer, 2014; van der Meer i van der Weel, 2017; UNESCO, 2023).

Domaća zadaća u obrazovanju predstavlja obrazovni zadatak koji učenici obavljaju izvan školskih sati kako bi ponovili, primijenili ili proširili nastavno gradivo. Sustavi umjetne inteligencije mogu biti podrška u izvršavanju domaćih zadaća, primarno učenicima u višim razredima osnovne škole i srednje škole, jer omogućuju individualizirane povratne informacije, personalizirane preporuke i pomoć pri rješavanju zadataka. Drugim riječima, alati UI-ja mogu učenicima objasniti gradivo, provjeriti točnost odgovora ili pokazati korake pri rješavanju zadataka. Nadalje, UI se može koristiti za personaliziranje domaće zadaće tako da prilagodi težinu, tempo i povratne informacije prema individualnim potrebama učenika, što može potaknuti motivaciju i angažman učenika u zadacima kod kuće, ali nastavnici moraju jasno postaviti granice i načine njihove uporabe primjerene dobi, specifičnim potrebama i individualnim obilježjima učenika.

Oblikovanje zadataka treba izvršiti na način da se klasični zadaci transformiraju u problemske i timske zadatke koji će poticati kritičko mišljenje i razvijati generičke vještine. Ključno je pomaknuti fokus s reprodukcije činjenica na analizu i evaluaciju. Učenicima treba zadati situacije iz stvarnog života koje zahtijevaju analizu situacije, donošenje odluka s evaluacijom potencijalnih alternativa, predviđanje ishoda i argumentiranje vlastitih stavova. Međutim, i pri takvom korištenju bitno je voditi se načelom transparentnosti, kao što je ranije spomenuto (vidjeti poglavlje o odgovornosti učenika), učenici moraju transparentno i odgovorno koristiti alate i jasno navesti kada, kako i s kojom su svrhom koristili UI.

4.5. UI kao pomoć za stjecanje temeljnih vještina (slušanje, pisanje, računanje)

Umjetna inteligencija može se koristiti kao potpora u razvoju temeljnih vještina, osobito kroz individualizirano vježbanje, ponavljanje i pružanje povratnih informacija. Međutim, primjena alata temeljenih na UI-ju i u ovom području zahtijeva jasno definirane uvjete. Ona mora biti dobno primjerena i ograničena, uz poseban oprez kod mlađih učenika zbog rizika neprimjerenih sadržaja i interakcija. Učenike je potrebno sustavno osposobljavati za kritičko korištenje generiranih prijedloga, jer se temeljne vještine ne razvijaju preuzimanjem gotovih rješenja, već razumijevanjem postupaka i učenja na pogreškama.

Kao i u ranijim primjerima, važnu ulogu ima nastavnik kako uporaba UI-ja ne bi oslabila intrinzičnu motivaciju učenika niti zamijenila kognitivni napor nužan za usvajanje osnovnih vještina. UI se treba koristiti kao alat za podršku učenju, a ne kao zamjena za misaoni proces učenika. Učenike je potrebno poučavati kako koristiti UI za dobivanje formativnih povratnih informacija, poput objašnjenja pogrešaka, korekcije izgovora ili postupnog vođenja kroz rješenje, a ne isključivo za dobivanje točnih odgovora. Primjena UI-ja u stjecanju temeljnih vještina mora biti pedagoški vođena, razvojno primjerena i pod stalnim ljudskim nadzorom.

4.6. UI kao podrška istraživačkoj, projektnoj i kreativnoj nastavi

Umjetna inteligencija može biti korisna podrška u istraživačkoj i projektnoj nastavi, osobito u fazama planiranja, strukturiranja i refleksije, primarno učenicima u višim razredima osnovne škole i srednje škole. U takvim oblicima rada naglasak je na postavljanju pitanja, analizi izvora, interpretaciji podataka i donošenju zaključaka, a ne na reprodukciji informacija. UNESCO u Smjernicama za generativnu umjetnu inteligenciju u obrazovanju naglašava da generativni alati mogu imati pedagošku vrijednost ako se koriste za poticanje analize i refleksije, a ne za zamjenu misaonog procesa učenika (UNESCO, 2023).

U fazi oblikovanja istraživačkog problema UI može pomoći učenicima u preciziranju teme, generiranju istraživačkih pitanja ili strukturiranju plana rada. Učenici mogu koristiti alat za sagledavanje različitih perspektiva, identificiranje ključnih pojmova ili sažimanje početne literature. OECD ističe da takva uporaba može pridonijeti personalizaciji i diferencijaciji učenja, pod uvjetom da je jasno usmjerena obrazovnim ciljevima i praćena kritičkom procjenom rezultata (OECD, 2023).

U projektnom učenju, koje podrazumijeva dulji i složeniji rad, UI može pomoći u organizaciji zadataka, izradi vremenskog plana ili sažimanju većeg broja izvora. Može poslužiti i kao alat za generiranje početne strukture izvješća ili prezentacije. Međutim, generirani sadržaj predstavlja radnu verziju koja zahtijeva doradu, provjeru i interpretaciju od strane učenika. U skladu s preporukama UNESCO-a (2023), ključno je očuvati autorski doprinos učenika i jasno razlikovati pomoć alata od vlastitog rada.

4.6.1. Obrnuta učionica

U modelu obrnute učionice učenici se s osnovnim sadržajem upoznaju prije dolaska na nastavu, dok se vrijeme u učionici koristi za raspravu, analizu i rješavanje problema. UI može podržati pripremnu fazu kroz dodatna objašnjenja, primjere ili sažetke gradiva. Nastavnik pritom osigurava da se u učionici razvijaju više razine kognitivne obrade – argumentacija, usporedba izvora i kritička rasprava – što je u skladu s preporukama OECD-a o poticanju viših kognitivnih vještina u digitalnom okruženju [OECD, 2023].

4.6.2. Problemska i istraživačka nastava

U problemskoj nastavi UI može pomoći u simuliranju različitih scenarija ili generiranju alternativnih rješenja. U prirodoslovnim predmetima učenici mogu analizirati podatke ili modelirati ishode, dok u društvenim predmetima mogu uspoređivati argumente i perspektive. Ipak, interpretacija rezultata i donošenje zaključaka ostaju u domeni učenika i nastavnika. UNESCO [2022] naglašava važnost ljudskog nadzora i odgovornosti upravo u situacijama u kojima tehnologija može utjecati na zaključivanje i procjene.

4.6.3. Kreativna i interdisciplinarna nastava

UI može potaknuti kreativnost kroz generiranje ideja, stilskih varijacija ili alternativnih pristupa zadatku. U jeziku i književnosti učenici mogu analizirati razlike između vlastitog teksta i generiranog prijedloga; u umjetničkim predmetima mogu istraživati varijacije motiva ili kompozicije; u STEM području mogu uspoređivati različite strategije rješavanja problema. OECD [2023] ističe da digitalni alati mogu podržati kreativnost i inovativnost kada su integrirani u pedagogiju koja potiče samostalno razmišljanje.

U svim navedenim oblicima rada važno je jasno definirati ulogu UI-ja, ali i prilagoditi upotrebu dobi i individualnim obilježjima učenika. Alat može pomoći u:

- planiranju i strukturiranju rada,
- generiranju ideja i istraživačkih pitanja,
- organizaciji i sažimanju informacija.

Alat ne bi trebao:

- zamijeniti provjeru izvora,
- donositi zaključke umjesto učenika,
- preuzeti autorsku odgovornost za rad.

Učenici trebaju razvijati kompetencije za kritičku procjenu dobivenih informacija, u skladu s UNESCO-ovim okvirom kompetencija za učenike u području UI-ja [UNESCO, 2024a]. Nastavnik pritom usmjerava proces, pomaže u preciziranju upita i potiče refleksiju o pouzdanosti i ograničenjima rezultata. U takvom okviru UI postaje podrška aktivnom i istraživačkom učenju, dok se odgovornost za razumijevanje, zaključivanje i autorski doprinos zadržava u središtu obrazovnog procesa.

4.7. Primjena alata temeljenih na UI-ju u vrednovanju učenika

UI se može upotrijebiti na različite načine u kontekstu vrednovanja učenika, pri čemu njegova primjena mora biti usmjerena na podršku učenju, unaprjeđenje kvalitete povratnih informacija i učinkovitije praćenje napretka učenika. Vrednovanje uz potporu UI-ja obuhvaća formativno, sumativno i dijagnostičko vrednovanje, međutim, ono ne smije dovesti do automatizacije pedagoške prosudbe niti do gubitka nadzora i odgovornosti u donošenju odluka o ishodima učenja.

4.7.1. Inovativni pristupi vrednovanju postignuća učenika

Alati temeljeni na UI-ju omogućuju izradu ispita, kvizova i interaktivnih sadržaja koji se mogu koristiti za vrednovanje, učenje i samoprocjenu. Takvi alati mogu generirati zadatke različitih razina složenosti na temelju zadanog teksta, teme ili ishoda učenja, čime se olakšava diferencijacija i prilagodba vrednovanja različitim razinama znanja. UI se može koristiti i za izradu kriterija i rubrika za vrednovanje u sva tri oblika vrednovanja.

Nadalje, moguće je koristiti alate za automatsko vrednovanje i bodovanje pisanih radova učenika, uključujući eseje i rukom pisane odgovore, uz korištenje rezultata takvog vrednovanja za analitiku učenja i izradu procjene ostvarenosti ishoda pomoću sustava za automatsko dobivanje povratnih informacija. Međutim, automatizacija vrednovanja, kao i bodovanje, posebice u svrhu formalnog ocjenjivanja, izrazito je problematična i rizična, stoga je u takvim procesima neophodno prisustvo nastavnika koji provjerava i verificira rezultate automatskih procesa.

4.7.2. Svijest nastavnika o implikacijama uporabe UI-ja u vrednovanju

Pri uporabi UI-ja u vrednovanju, poželjno je da obrazovni djelatnici, posebice nastavnici razumiju kako funkcioniraju algoritmi vrednovanja i na kojim se pretpostavkama temelje. Važno je uzeti u obzir da učenici različito reagiraju na automatizirane povratne informacije te da one mogu imati različit učinak na motivaciju, samopouzdanje i angažman učenika.

Sustavi UI-ja vrednuju napredak na temelju unaprijed definiranih modela i kriterija te u pravilu ne vrednuju suradnju, socijalne kompetencije, kreativnost i druge složene aspekte učenja koji su ključni dio obrazovnog procesa. Obrazovni djelatnici, posebice nastavnici moraju biti upoznati s mogućim neprihvatljivim pristranostima sustava te s načinima na koje se sustavima može manipulirati, kako bi se spriječile nepravedne ili netočne procjene. Neovisno o korištenju UI-ja, nastavni proces mora ostati usmjeren na učenika i aktivno učenje.

4.7.3. Odgovornost u procesu vrednovanja

U procesu vrednovanja ključno je uvesti lanac odgovornosti i stalni nadzor nad primjenom alata temeljenih na UI-ju. Nastavnici su odgovorni za praćenje rezultata koji proizlaze iz sustava UI-ja, za analizu potencijalnih koristi i rizika njihove uporabe u vrednovanju te za donošenje konačnih odluka o ishodima učenja. Pružanje završnih povratnih informaci-

ja i interpretacija rezultata ostaje u isključivoj nadležnosti nastavnika kada je riječ o radu vezanom za školske zadatke i radu u školi. UI se u tom kontekstu koristi kao pomoćni alat koji može podržati proces, ali ne može zamijeniti ljudsku prosudbu niti preuzeti krajnji autoritet nastavnika u vrednovanju postignuća učenika.

4.7.4. Integracija alata temeljenih na UI-ju u proces vrednovanja

Integracija alata temeljenih na UI-ju u proces vrednovanja započinje pažljivim odabirom alata koji su specifično dizajnirani za obrazovne svrhe, poput platformi za automatsko vrednovanje ili alata za izradu rubrika. Transparentnost je temeljni preduvjet takvog pristupa. Kriterije vrednovanja, uključujući rubrike, potrebno je objaviti unaprijed kako bi učenici znali što se od njih očekuje, kao i jasno definirati što predstavlja prihvatljivu uporabu UI-ja u vrednovanju. Alati UI-ja mogu se koristiti za brzu i pravodobnu povratnu informaciju, primjerice kroz online kvizove, ali uz redovito provođenje formativnog vrednovanja koje omogućuje praćenje napretka učenika tijekom vremena.

Potrebno je izbjegavati pretjerano oslanjanje na UI i u nastavni proces uključivati aktivnosti koje zahtijevaju rješavanje problema, analizu i argumentaciju. Primjeri iz prakse pokazuju da primjena problemske i projektne nastave potiče učenike na dublji angažman, istraživanje i analizu stvarnih situacija, umjesto preuzimanja gotovih odgovora. U tom kontekstu, važno je poticati učenike na analizu informacija i izvora koje UI generira, uz poučavanje o ograničenjima alata, mogućim netočnostima i pristranostima. Promicanje etičkih praksi uključuje korištenje primjera iz stvarnog svijeta koji ukazuju na posljedice pristranosti UI-ja te rasprave o važnosti originalnosti i pravilnog citiranja pri korištenju alata temeljenih na UI-ju.

Ključne poruke poglavlja: Tehnologije temeljene na UI-ju mogu se uvesti samo tamo gdje jasno i potvrđeno doprinose razumijevanju i angažmanu učenika, uzimajući u obzir dob, potrebe i obilježja učenika. Oblikovanje upita je vještina kojom nastavnik potvrđuje svoj autoritet nad alatom. Primjena UI-ja u obrazovanju mora biti promišljena odluka usmjerena na poticanje i razvoj kritičkog mišljenja te učenja. Drugim riječima, UI treba poticati kognitivni napor, a učenici, kao i obrazovni djelatnici, u svome radu moraju transparentno navesti svaki oblik korištenja. Rukopis i tradicionalne metode podučavanja i učenja ostaju nezamjenjive za razvoj temeljenih vještina. U vrednovanju fokus prelazi na razumijevanje i argumentaciju, a ne na gotovo rješenje zadatka, a svaki automatizirani bod mora proći kroz pregled i potvrdu obrazovnog djelatnika, primarno nastavnika u učionici.

5. Smjer razvoja i budućnost primjene UI-ja u obrazovanju

UI ima potencijal unaprijediti obrazovanje, ali je neophodna prethodna sustavna i promišljena integracija na etičan i uravnotežen način, prilagođen dobi i poticanju postignuća i dobrobiti učenika. Primjenom ovih preporuka doprinosimo adekvatnoj prilagodbi integracije UI-ja kao alata u službi obrazovnog sustava, svih njegovih dionika, kao i društva u cjelini.

Ciljevi za buduću primjenu UI-ja u obrazovanju uključuju:

1. Personalizaciju učenja: korištenje alata temeljenih na UI-ju za analizu podataka o učenju kako bi se izradili personalizirani nastavni sadržaji koji omogućuju učenicima da uče na njima najprihvatljiviji način.
2. Integraciju inteligentnih tutorskih sustava (ITS): uvođenje ITS-a kao podrške učenicima izvan školskog vremena. Ovi sustavi mogu pružati dodatna objašnjenja i odgovarati na pitanja te biti dostupni po potrebi, s vremenskim ograničenjima prikladnima dobi učenika.
3. Upotrebu UI-ja za podršku ocjenjivanju i povratne informacije: rasterećenje nastavnika u procesu ocjenjivanja. Sustavi UI-ja mogu procjenjivati točnost odgovora u ispitima i esejima te pružati detaljne povratne informacije o napretku, čime se potencijalno oslobađa vrijeme nastavnika za kreativnije aktivnosti.
4. Razvoj digitalne pismenosti i vještina za UI: uključivanje dodatnih kurikula o digitalnoj pismenosti i UI-ja u obrazovne programe. Učenici trebaju biti educirani o osnovama UI-ja, potencijalima primjene te etičkim i društvenim implikacijama.
5. Etičku upotrebu UI-ja: nastavak razvoja i primjene Smjernica koje osiguravaju zaštitu privatnosti učenika, pravednost u pristupu i transparentnost u korištenju sustava UI-ja.
6. Ograničavanje prekomjerne upotrebe UI-ja: reguliranje upotrebe UI-ja kako bi se izbjegao prekomjeran utjecaj na razvoj učenika. Potrebno je postaviti pravila o svrsi i vremenu koje učenici provode koristeći alate UI-ja kako bi se osiguralo dovoljno vremena za socijalne interakcije i fizičke aktivnosti.
7. Kontinuirano osposobljavanje nastavnika za upotrebu UI-ja u učenju i poučavanju: osiguravanje kontinuiranih programa obuke i profesionalnog razvoja kako bi nastavnici stekli vještine potrebne za učinkovitu integraciju UI-ja u učionici.

Općenito, cilj je iskoristiti pozitivan potencijal primjene UI-ja u obrazovanju uz zadržavanje pedagoškog procesa i odgojno-obrazovnih odluka pod ljudskim nadzorom, jer tehnološki napredak ne smije ići na štetu prava i dobrobiti učenika. Kroz kurikule, cilj obrazovanja je razvoj osobe koja kritički promišlja o svrhovitom i odgovornom korištenju tehnologije, kao i o njezinu upravljanju. Vizija buduće primjene UI-ja u obrazovanju uključuje personalizirano učenje uz inteligentne tutorske sustave, ali unutar etičkih granica.

6. Zaključci i opće preporuke Smjernica

Naposljetku, važno je ponoviti da UI u obrazovanju treba poslužiti kao alat za rad nastavnika i učenika, a ne kao zamjena za njihov trud i rad. U središtu obrazovanja i dalje ostaju **odnos i povjerenje**: ono što UI može učiniti jest ubrzati određene procese, ponuditi dodatne perspektive i omogućiti prilagođene sadržaje, ali ne može preuzeti odgovornost za odgojno-obrazovne odluke niti zamijeniti školsku interakciju koja gradi motivaciju, sigurnost i smisao učenja. Kroz sustavno planiranu i odgovornu implementaciju i kontinuirano učenje možemo iskoristiti potencijal UI-ja za unaprjeđenje kvalitete obrazovanja i pripremu učenika za izazove budućnosti, uz jasno postavljene granice i mehanizme zaštite.

Ove Smjernice predstavljaju temeljni okvir za odgovornu, etičku i svrhovitu primjenu tehnologija i alata temeljenih na UI-ju u nastavničkom radu. Njihova ključna poruka nije tehnološka, nego odgojno-obrazovna: umjetna inteligencija nije zamjena za profesionalnu prosudbu, nego potencijalno pomoćnik koji, ako se koristi prikladno, može dodatno osloboditi vrijeme za mentorski rad i kvalitetniju interakciju s učenicima, osmišljavanje smislenih zadataka, praćenje napretka i razvoj kritičkog mišljenja. U tom smislu, Smjernice su napisane kao uvodni okvir: one predstavljaju načela koja vrijede za sve, bez obzira na dob učenika, predmet, razinu škole ili digitalnu zrelost ustanove.

Ukratko, pet kratkih poruka za obrazovne djelatnike, primarno nastavnike, kao smjer djelovanja:

1. Povjerenje između nastavnika i učenika je nezamjenjivo, jer UI je samo alat.
2. Svaki UI rezultat treba promatrati kao radnu verziju koju treba pedagoški provjeriti.
3. Koristite isključivo provjerene alate UI-ja i minimizirajte unos osobnih podataka.
4. UI pismenost je trajan proces profesionalnog usavršavanja, kao cjeloživotno obrazovanje.
5. Otvoreno razgovarajte sa (su)dionicima obrazovnog procesa i sustava o svrsi i načinu korištenja UI-ja.

Kako bi se Smjernice djelomično operacionalizirale, na njih se nadovezuju razrađene Preporuke namijenjene pojedinim skupinama dionika, učenicima, roditeljima odnosno skrbnicima, nastavnicima, ravnateljima i stručnim službama, koje su nastale na temelju rezultata istraživanja provedenog u hrvatskim osnovnim i srednjim školama tijekom šk. god. 2024./2025. Važno je naglasiti kako su posebno izrađene Preporuke za učenike osnovnih i srednjih škola, budući da načini korištenja tehnologije, kao i razina kritičkog pristupa, odnosno digitalna kritička UI pismenost, uvelike ovise o dobi učenika.

Dodatno, kako bi se prijelaz iz načela u praksu učinio jednostavnijim i neposrednijim, priloženi praktični priručnici Transformirajte svoje učenje i poučavanje i administraciju uz UI (CARNET, 2024d), Umjetna inteligencija u učionici – alati, primjena i strategije poučavanja (CARNET, 2024e) i Otključajte moć umjetne inteligencije – alati UI koji olakšavaju svakodnevnicu (CARNET, 2024b) nude konkretne alate i strategije koje je moguće odmah primijeniti u planiranju nastave, podršci učenju i poučavanju te učinkovitijoj administraciji. Namjera tih priručnika jest ponuditi primjere te didaktički sigurne i metodički strukturirane

načine uporabe, uz naglasak da se svaki alat treba uklopiti u ishode učenja, dobnu primjerenost i etičke standarde.

U konačnici, profesionalni razvoj nastavnika i kritičko usmjeravanje upotrebe UI-ja u učionici ostaju ključni elementi koji osiguravaju da tehnologija i alati temeljeni na UI-ju doista obogaćuju obrazovni proces za svakog učenika i podupiru temeljne vrijednosti obrazovanja.

7. Pojmovnik

Adaptivno učenje: Obrazovni pristup u kojem digitalne tehnologije i UI analiziraju izvedbu učenika u stvarnom vremenu i prilagođavaju sadržaj, tempo ili metode poučavanja kako bi odgovarale individualnim potrebama svakog učenika.

Algoritamska pristranost (Bias): Situacija u kojoj modeli UI-ja daju rezultate koji su nepravedni ili favoriziraju određene skupine, često kao posljedica treniranja na nepotpunim ili pristranim podacima.

Analitika učenja (Learning Analytics): Prikupljanje, analiza i izvještavanje o podacima o učenicima i njihovim kontekstima, s ciljem razumijevanja i optimizacije učenja.

Chatbot: Računalni program dizajniran za simulaciju ljudskog razgovora, koji u obrazovanju može služiti za pružanje podrške učenicima ili odgovaranje na upite 24/7.

Digitalna i UI prava učenika odnose se na skup prava koji uključuju pravo na informiranost, privatnost, objašnjenje automatiziranih odluka, ljudsku intervenciju i zaštitu od diskriminacije u kontekstu uporabe digitalnih i UI sustava u obrazovanju.

Generativni UI: Vrsta UI-ja sposobna za stvaranje novog sadržaja (tekst, slike, zvuk).

Halucinacija (UI): Kolokvijalni pojam koji opisuje pojavu netočnih, izmišljenih ili nelogičnih odgovora koje generira alat temeljen na UI-ju, a koji su predstavljeni kao činjenice.

Inteligentni tutorski sustav (ITS): Sustav UI-ja koji pruža personalizirane upute i povratne informacije učenicima bez izravne intervencije ljudskog učitelja.

Kritička UI pismenost označava sposobnost pojedinaca da razumiju, analiziraju, propituju i odgovorno koriste sustave umjetne inteligencije, uz istodobno razumijevanje njihovih tehničkih ograničenja, društvenih učinaka, etičkih implikacija i odnosa moći koji su ugrađeni u njihov dizajn i primjenu.

Model obrade prirodnog jezika (LLM): Vrsta UI-ja, poput ChatGPT-a, trenirana na golemom korpusu teksta kako bi razumjela i generirala ljudski jezik.

Prediktivna analitika: Primjena UI-ja za analizu postojećih podataka o učenicima (npr. uspjeh, ponašanje) kako bi se identificirali učenici koji su u riziku od neuspjeha i kojima je potrebna dodatna podrška.

Problem crne kutije (Black Box): Izazov netransparentnosti kod sustava UI-ja gdje često nije moguće u potpunosti objasniti kako je model došao do određenog zaključka ili odluke.

Prompt (uputa): Tekstualna (ili slikovna/glasovna) naredba koju korisnik (nastavnik ili učenik) unosi u alat generativnog UI-ja kako bi dobio željeni odgovor ili rezultat.

Umjetna inteligencija (UI): Informatički sustav koji posjeduje sposobnost obavljanja radnji temeljenih na računalnoj inteligenciji (npr. učenje, zaključivanje, rješavanje problema), nadilazeći ljudske sposobnosti u određenim područjima.

8. Literatura

Temeljni nacionalni, međunarodni i EU dokumenti (zakonodavni i regulatorni okvir)

Agencija za zaštitu osobnih podataka. [2024]. *Primjena Opće uredbe o zaštiti podataka u školskim ustanovama*. AZOP. <https://azop.hr/primjena-opce-uredbe-o-zastiti-podataka-u-skolskim-ustanovama/>

European Commission. [2026]. *AI Act: Regulatory framework on artificial intelligence*. Shaping Europe's digital future. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>

European Union. [2016]. *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection Regulation)*. Official Journal of the European Union, L 119. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj?utm_source=chatgpt.com <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/eng>

European Union. [2024]. *Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)*. Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>

Europska komisija i Stručna skupina na visokoj razini o umjetnoj inteligenciji. [2019]. *Etičke smjernice za pouzdanu umjetnu inteligenciju*. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije. https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/JURI/DV/2019/11-06/Ethics-guidelines-AI_HR.pdf

Europska komisija. [2022]. *Etičke smjernice namijenjene nastavnom osoblju za upotrebu umjetne inteligencije i podataka u poučavanju i učenju*. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije <https://www.ampeu.hr/files/eti%C4%8Dke-smjernice-namijenjene-nastavnom-osoblju-za-NC0722649HRN.pdf>

Organisation for Economic Co-operation and Development. [2023a]. *OECD definition of an AI system (updated November 2023)*. OECD. <https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/artificial-intelligence/ai-definition.html>

Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council (Artificial Intelligence Act), Annex III (2024). Official Journal of the European Union. <https://ai-act-service-desk.ec.europa.eu/en/ai-act/annex-3>

Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council (Artificial Intelligence Act), Article 5 (2024). Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. [2022]. *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. [2024a]. *AI competency framework for students*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391105>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. [2024b]. *AI competency framework for teachers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104>

Nacionalni i projektni dokumenti (BrAIIn) te priručnici za primjenu

Blažić, A., Biliškov, I., Capan, A., Fabijan Gašparević, M., Fofonjka, M., Milić, M., Rakić, D., Runje, D. i Tomić, V. [2024]. *Kurikulum „Umjetna inteligencija: od koncepta do primjene“ [eksperimentalna provedba u okviru projekta BrAIIn]*. Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. <https://brain.carnet.hr/>

Brajković, M. [2024]. *Otključajte moć umjetne inteligencije – alati UI koji olakšavaju svakodnevicu [Praktični priručnik]*. Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. <https://www.carnet.hr/usluge/umjetna-inteligencija-u-obrazovanju/>

Jajić, V. [2024]. *Umjetna inteligencija u učionici – alati, primjena i strategije poučavanja [Praktični priručnik]*. Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. <https://www.carnet.hr/usluge/umjetna-inteligencija-u-obrazovanju/>

Knezović, Ž. [2024]. *Transformirajte svoje učenje i poučavanje i administraciju uz UI [Praktični priručnik]*. Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. <https://www.carnet.hr/usluge/umjetna-inteligencija-u-obrazovanju/>

Izvori

Cotilla Conceição, J. M. & van der Stappen, E. [2025]. *The Impact of AI on Inclusivity in Higher Education: A Rapid Review*. *Education Sciences*, 15(9), 1255. <https://doi.org/10.3390/educsci15091255>

Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. [2024]. *Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT*. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), 228–239. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>

Ferrara, E. [2024]. *Fairness and Bias in Artificial Intelligence: A Brief Survey of Sources, Impacts, and Mitigation Strategies*. *Sci*, 6(1), 3. <https://doi.org/10.3390/sci6010003>

Goertzel, Ben. [2014]. *Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects*. *Journal of Artificial General Intelligence*, 5 (1) *Artificial General Intelligence Society*, 2014, pp. 1-48. <https://doi.org/10.2478/jagi-2014-0001>

Huang, L. [2023]. *Ethics of Artificial Intelligence in Education: Student Privacy and Data Protection*. *Science Insights Education Frontiers*, 16(2), 2577–2587. <https://doi.org/10.15354/sief.23.re202>

Merkaš i sur. [2024]. *Pregled literature na temu utjecaja digitalne tehnologije na dobrobit djece i mladih za potrebe projekta BrAIIn*. Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. Neobjavljeni rukopis

Merkaš i sur. (2025). *Izvještaj o rezultatima istraživanja „Korištenje digitalne tehnologije i umjetne inteligencije i dobrobit djece i mladih“ u školskoj godini 2024./2025.* Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET https://brain.hr/wp-content/uploads/2026/03/Brain_istrazivanje_nalazi.pdf

Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M. (2014). *The pen is mightier than the keyboard: Advantages of longhand over laptop note taking.* *Psychological Science*, 25(6), 1159–1168. <https://doi.org/10.1177/0956797614524581>

Salles, A. (2020). *Anthropomorphism in AI.* *AI & Society*, 35(2), 367–375. <https://doi.org/10.1080/21507740.2020.1740350>

Sun, X., Wang, Y. i McDaniel, B. T. (2026). *AI companions and adolescent social relationships: Benefits, risks, and bidirectional influences.* *Child Development Perspectives.* Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/cdpers/aadaf009>

van der Meer, A. L. H., i van der Weel, F. R. (2017). *Only three fingers write, but the whole brain works: A high-density EEG study of writing and typing.* *Frontiers in Psychology*, 8, Article 706. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00706>