

HUMANOIDNI ROBOT ALPHA MINI KOT ORODJE ZA INTERAKTIVNO UČENJE V RAZREDU

¹dr. Maja Kerneža, ²Daniel Hari, ³Matevž Bratina, ⁴Dejan Zemljak

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

³Lab4Pay d.o.o., Slovenia

⁴Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Povzetek

Ključne besede:

humanoidni robot, Alpha Mini, interaktivno učenje, skupinsko delo, razredna stopnja

Keywords:

Alpha Mini, group work, humanoid robot, interactive learning, primary school

Prispevek predstavlja raziskavo o vplivu humanoidnega robota Alpha Mini na interaktivno učenje, sodelovalne veščine in občutek odgovornosti učencev pri skupinskem delu. Cilj raziskave je analizirati, ali in kako lahko humanoidni roboti prispevajo k izboljšanju sodelovanja med učenci ter povečanju njihove angažiranosti pri učnih dejavnostih. Raziskava temelji na kvazi-eksperimentalnem raziskovalnem načrtu z metodo študije primera, pri čemer je sodelovalo 30 učencev razredne stopnje, razdeljenih v heterogene skupine. Z uporabo opazovanja in anketnega vprašalnika so analizirani dinamika sodelovanja, vrsta zastavljenih vprašanj in subjektivne zaznave učencev. Rezultati kažejo, da humanoidni robot pozitivno vpliva na motivacijo učencev in spodbuja aktivno sodelovanje v skupinskem delu, čeprav so opazne razlike v samozavesti pri postavljanju vprašanj. Med interakcijo učenci razvijajo strategije za bolj učinkovito komunikacijo, pri čemer se potrjuje, da robot ne le spodbuja sodelovalne veščine, temveč tudi kritično mišljenje. Raziskava potrjuje potencial humanoidnih robotov kot učnih pripomočkov, hkrati pa izpostavlja potrebo po didaktičnih prilagoditvah za enakomernejšo vključenost vseh učencev.

THE HUMANOID ROBOT ALPHA MINI AS A TOOL FOR INTERACTIVE LEARNING IN THE CLASSROOM

Abstract

The study examines the impact of the humanoid robot Alpha Mini on interactive learning, collaborative skills, and students' sense of responsibility in group work. The aim of the research is to analyze whether and how humanoid robots contribute to improving student collaboration and increasing their engagement in learning activities. The study is based on a quasi-experimental research design using a case study method, involving 31 primary school students divided into heterogeneous groups. Observation and survey questionnaire are used to analyze the dynamics of collaboration,

Copyright: © 2025

Avtorji/The author(s). To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons CC BY Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna. Uporabnikom je dovoljeno tako nekomercialno kot tudi komercialno reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev in predelava avtorskega dela, pod pogojem, da navedejo avtorja izvirnega dela. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



the types of questions asked, and students' subjective perceptions. The results indicate that the humanoid robot positively influences students' motivation and encourages active participation in group work, although differences in confidence when asking questions are observed. During the interaction, students develop strategies for more effective communication, confirming that the robot not only enhances collaborative skills but also fosters critical thinking. The study confirms the potential of humanoid robots as teaching aids while highlighting the need for pedagogical adaptations to ensure the equal inclusion of all students.

1 UVOD

V zadnjih letih se v osnovnošolskem izobraževanju vse bolj uveljavljajo sodobne tehnologije, ki omogočajo inovativne pristope k poučevanju. Ena izmed tehnoloških rešitev, ki vzbuja veliko zanimanja, so humanoidni roboti, saj združujejo elemente umetne inteligence, gibanja in govora ter tako omogočajo interaktivno učenje (npr. Okonkwo in Ade-Ibijola, 2021; van Straten idr., 2020). Raziskave kažejo, da lahko robotski asistenti v učnem procesu pozitivno vplivajo na motivacijo učencev (Lee idr., 2024, Yang idr., 2023), sodelovalno učenje (De Carvalho in De Mazalhães Netto, 2021; Jimenez idr., 2020) in razvoj komunikacijskih spretnosti (Pandey, 2022).

Prispevek preučuje uporabo humanoidnega robota Alpha Mini in učinke njegove uporabe na poučevanje na razredni stopnji. Poseben poudarek je namenjen vlogi omenjenega humanoidnega robota kot orodja za spodbujanje interaktivnega učenja, krepitev sodelovalnih veščin ter razvijanje odgovornosti pri skupinskem delu, pri čemer se raziskava osredotoča na naslednje raziskovalno vprašanje:

- Kako uporaba humanoidnega robota Alpha Mini vpliva na interaktivno učenje, sodelovalne veščine in občutek odgovornosti učencev pri skupinskem delu.

Cilj raziskave je analizirati, ali in kako lahko humanoidni roboti prispevajo k izboljšanju sodelovanja med učenci ter povečanju njihove angažiranosti pri učnih dejavnostih.

V prvem delu prispevka je predstavljeno teoretično ozadje uporabe robotov v izobraževanju, s poudarkom na njihovem vplivu na socialno interakcijo in kognitivne procese. Nato je opisana metodologija raziskave, vključno z eksperimentalnim načrtom in načini zbiranja podatkov. V poglavju Rezultati so analizirani rezultati opazovanj in kvalitativnih meritev, ki so interpretirani v kontekstu obstoječih študij na tem področju.

2 RAZISKOVALNI OKVIR

V nadaljevanju je predstavljen raziskovalni okvir študije, ki zajema teoretično ozadje, pregled sorodnih raziskav ter metodološki pristop. Osredotočen je na vpliv humanoidnega robota Alpha Mini na interaktivno učenje in sodelovalne veščine učencev razredne stopnje.

2.1 TEORETIČNO OZADJE UPORABE HUMANOIDNIH ROBOTOV V IZOBRAŽEVANJU

Razvoj humanoidnih robotov, opremljenih z napredno umetno inteligenco, je v zadnjih letih prinesel nove možnosti za poučevanje in učenje v osnovnih šolah. Ti roboti lahko posnemajo človeško vedenje, se odzivajo na govorne ukaze in sodelujejo v učnem procesu kot interaktivni asistenti (Wang et al., 2024). Raziskave potrjujejo, da njihova uporaba v izobraževalnem procesu prinaša številne prednosti, kot so kritično razmišljanje (Blanchard idr., 2010), spodbujanje socialnih spretnosti učencev (Shimada idr., 2012), računalniško mišljenje (Lee idr., 2011), pozitiven odnos do učenja (Chen idr., 2023) individualizacija učnega procesa (LeTendre in Gray, 2023) ter druge pedagoške koristi.

Poleg tega raziskave potrjujejo pozitiven učinek humanoidnih robotov na interaktivno učenje, saj podpirajo dinamično interakcijo med učenci, kar izboljšuje njihove kognitivne procese (Li idr., 2024). Papadopoulou idr. (2022) so ugotovili, da humanoidni roboti prispevajo k boljšemu razumevanju učne snovi z aktivnim vključevanjem učencev v učne naloge. Tarres-Puertas idr. (2023) so v študiji, ki je vključevala 212 učencev, pokazali, da interakcija z roboti izboljšuje sposobnost reševanja problemov in spodbuja kritično mišljenje. O pozitivnih učinkih uporabe humanoidnih robotov za doseganje učnih ciljev poročata tudi So in Lee (2023).

Ti izsledki kažejo, da humanoidni roboti predstavljajo obetavno orodje za izboljšanje interaktivnega učenja, saj omogočajo dinamično sodelovanje med učenci in tehnologijo. To pozitivno vpliva na njihove kognitivne procese, sodelovalne veščine ter občutek odgovornosti pri skupinskem delu. Z njihovo sposobnostjo personaliziranega poučevanja in interaktivne komunikacije lahko humanoidni roboti prispevajo k bolj učinkovitemu učenju. Njihova vloga se ne odraža le v izboljšanju akademskih rezultatov, temveč tudi v razvoju socialnih kompetenc in timskega dela, kar je ključno za sodobne pedagoške pristope.

2.2 UPORABA HUMANOIDNIH ROBOTOV V PRAKSI

Humanoidni roboti postajajo vse bolj prisotni v izobraževanju, pri čemer raziskave poudarjajo njihove potenciale in izzive. Crompton idr. (2018) so v raziskavi uporabe robota NAO v predšolskih ustanovah ugotovili, da lahko humanoidni roboti podpirajo razvoj jezikovnih, kognitivnih, socialno-čustvenih in motoričnih spretnosti otrok. Učitelji so poročali o visoki stopnji angažiranosti otrok, izboljšani komunikaciji in večji radovednosti pri učenju. Kljub temu so opozorili na tehnične omejitve, kot so težave pri prepoznavanju glasu, ter na potrebo po dodatnem strokovnem usposabljanju za učinkovito integracijo robotov v učni proces. Podobne ugotovitve prinaša tudi večprimerjalna študija Chalmersa idr. (2022), ki je raziskovala uporabo humanoidnih robotov v desetih šolah od predšolskega do srednješolskega izobraževanja. Študija je pokazala, da so roboti spodbudili razvoj ključnih kompetenc, kot so kritično mišljenje, reševanje problemov in sodelovanje, pri čemer je bil najučinkovitejši konstruktivistični in raziskovalni učni pristop. Učenci so razvili močno čustveno navezanost na robota, kar je dodatno povečalo njihovo motivacijo za učenje. Kljub pozitivnim učinkom so se učitelji soočali z izzivi, povezanimi s tehničnimi omejitvami robotov, njihovo razpoložljivostjo in potrebo po prilagajanju pedagoških strategij. Karousou idr. (2024) so izvedli raziskavo v formalnem šolskem okolju, kjer so ocenjevali sprejemanje in angažiranost dijakov pri pouku, v katerem je sodeloval humanoidni robot. Ugotovili so, da večina učencev robota dojema kot zanimivega in prijetnega učnega partnerja, kar je pozitivno vplivalo na njihovo osredotočenost in pripravljenost na sodelovanje. Posebej so izpostavili, da so učenci pokazali večje zanimanje za naloge, ki jih je vodil robot, v primerjavi s klasično razlago učitelja. Poleg tega so zaznali povečano socialno interakcijo med učenci in pozitiven vpliv na vzdušje v razredu. Avtorji opozarjajo, da je za doseg optimalnega učinka ključna ustrezna priprava učiteljev in razumevanje tehnoloških omejitev robota. Chen, Lin in Chung (2023) so v študiji o uporabi izobraževalnih robotov z igrami pokazali, da lahko robotski asistenti pomembno povečajo motivacijo učencev pri STEM predmetih. Učenci, ki so sodelovali v programu z robotom, so kazali več kreativnosti pri reševanju nalog in večjo pripravljenost na sodelovanje. Robotska interakcija je vključevala kvize, odgovarjanje na vprašanja in sprotno povratno informacijo, kar je učencem omogočilo aktivno vključenost. Raziskovalci zaključujejo, da je igrifikacija v kombinaciji z roboti močno orodje za dvig zanimanja za tehnične vsebine in za razvoj ustvarjalnosti.

Vse raziskave potrjujejo, da lahko humanoidni roboti predstavljajo dragoceno učno orodje, če so ustrezno integrirani v izobraževalni proces in podprti z ustreznim usposabljanjem učiteljev.

2.3 METODOLOGIJA

Vzorec

Vzorec zajema 30 učencev razredne stopnje, starih 7–9 let, ki so bili razdeljeni v 6, glede na starost, spol in predznanje, homogenih skupin, pri čemer so bili v 4 skupinah po 4 učenci, v 2 skupinah pa po 5 učencev. Učenci so se s humanoidnim robotom srečali prvič.

Raziskovalni pristop

Študija temelji na kvazi-eksperimentalnem raziskovalnem načrtu, ki vključuje študijo primera, pri čemer je bila analizirana interakcija skupin učencev z robotom Alpha Mini v učilnici. V okviru metode dela so učenci najprej spoznali pravila za delo z robotom, osnovne funkcionalnosti robota, temu pa je sledila uvodna predstavitev in demonstracija rokovanja z njim.

Učenci so nato v manjših skupinah načrtovali vprašanja, ki so jih zastavili robotu, kar je omogočilo aktivno sodelovanje vseh skupin. Vprašanja, ki so jih zastavljali, niso bila omejena na predmetna področja, temveč so učenci lahko zastavljali poljubna vprašanja, kar je omogočilo tudi spremljanje narave vprašanj, ki jih učenci zastavljajo humanoidnemu robotu v nestandardiziranih situacijah.

Takšna oblika dela je omogočila razvijanje komunikacijskih in sodelovalnih veščin ter krepila občutek odgovornosti pri delu v skupini.

Postopek zbiranja podatkov

Podatki so bili zbrani z več metodami, ki omogočajo kombinirano analizo kvantitativnih in kvalitativnih vidikov interakcije z robotom. Celotna interakcija je bila zvočno posneta, kar je omogočilo podrobno analizo komunikacije, vključno z vrstami vprašanj, ki so jih učenci zastavljali robotu.

Vprašanja, ki so jih učenci zastavljali robotu, so bila naknadno razvrščena v vnaprej določene kategorije, ki temeljijo na predhodnih raziskavah o interakciji učencev z umetno inteligenco in robotskimi asistenti. Na tej podlagi so bile pred izvedbo raziskave opredeljene naslednje tematske kategorije vprašanj: osebna vprašanja o robotu (vprašanja, povezana z identiteto in osebnimi lastnostmi robota), tehnična vprašanja o robotu (vprašanja, povezana z umetno inteligenco, zmožnostmi in načinom delovanja), vsebinska (znanstvena, poučna) vprašanja (vprašanja, ki se nanašajo na splošno znanje, ki ga lahko robot ponudi), socialna in etična vprašanja (vprašanja, ki se nanašajo na robotovo zavedanje, čustva in interakcijo z ljudmi), eksperimentalna vprašanja (vprašanja, kjer učenci preizkušajo meje robotovega razumevanja ali se igrajo z odgovori). Vnaprejšnja

kategorizacija je bila uporabljena z namenom omogočanja bolj strukturirane analize odgovorov učencev ter lažje primerjave s prejšnjimi raziskavami na tem področju. Pred samo izvedbo raziskave učenci s kategorijami niso bili seznanjeni.

Učenci so bili pri delu opazovani s strani dveh raziskovalcev, ki sta spremljala njihovo interakcijo in vključenost v skupinsko delo. Stopnja vključenosti je bila beležena na 3-stopenjski lestvici za vsakega učenca (1 – pasiven, 2 – občasno, 3 – vedno).

Ob koncu srečanja so učenci izpolnili še starostni stopnji prilagojen anketni vprašalnik o dožemanju sodelovanja in odgovornosti pri skupinskem delu, kjer so na 5-stopenjski lestvici označili svoje občutke odgovornosti pri skupinskem delu (1 – sploh ne drži, 5 – popolnoma drži) za trditve: Čutil/-a sem odgovornost za uspeh naše skupine; Prevezel/-a sem svojo vlogo in naloge v skupini; Če sem videl/-a, da kdo ne sodeluje, sem ga poskusil/-a vključiti. Prav tako so v okviru anketnega vprašalnika o subjektivnih zaznavah interakcije z robotom na 5-stopenjski lestvici (1 – sploh ne drži, 5 – popolnoma drži) ocenili še svoje počutje ob interakciji oz. delu z robotom glede na naslednje trditve: Med delom z robotom sem se počutil/-a sproščeno; Delo z robotom mi je bilo zabavno in prijetno; Počutil/-a sem se samozavestno pri postavljanju vprašanj robotu; Po interakciji z robotom sem se počutil/-a motivirano za nadaljnje učenje; Če bi imel/-a več priložnosti za delo z robotom, bi to z veseljem ponovil/-a.

3 REZULTATI

Poglavje predstavlja analizo rezultatov raziskave, ki se osredotočajo na učinek humanoidnega robota Alpha Mini na interakcijo učencev, razvoj sodelovalnih in komunikacijskih veščin ter subjektivne zaznave učencev o izkušnji dela z robotom. Slika 1 prikazuje robota Alpha Mini, medtem ko Slika 2 prikazuje robota Alpha mini s klobučkom, ki so mu ga med delom izdelali učenci.



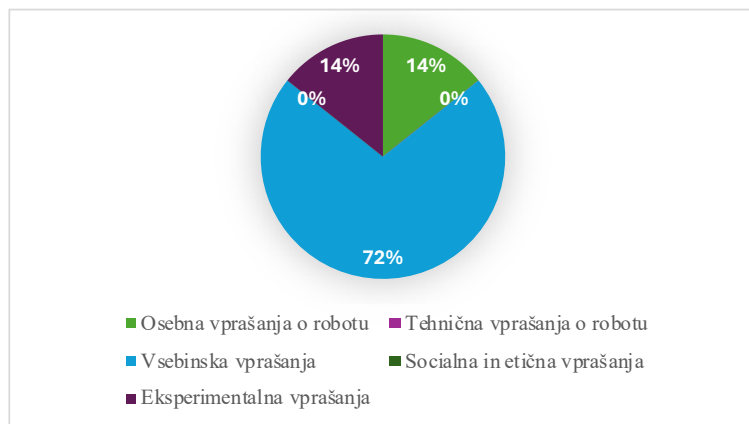
Slika 1: Robot Alpha Mini



*Slika 2: Robot Alpha Mini s klobučkom,
ki so mu ga izdelali učenci*

3.1 INTERAKCIJA UČENCEV Z ROBOTOM

V prvem delu raziskave je bilo analizirano, kako s učenci komunicirali z Alpha Minijem, kakšne vrste vprašanj so zastavljali ter kako so potekale njihove interakcije v skupini in z robotom.



Slika 3: Tematika vprašanj, zastavljenih robotu

Slika 3 prikazuje tematske kategorije vprašanj, za katere je bilo predvidevano, da jih bodo učenci zastavljali robotu. Ena skupina učencev je kot prvo vprašanje zastavila osebno vprašanje o imenu robota, vendar so kasnejše skupine ta vidik preskočile in se osredotočile na vsebinska vprašanja: »Katera je največja ladja na svetu?«, »Kdo je najboljši nogometaš na svetu?«, »Kdo je najboljši slovenski športnik?«, »Katero je največje letalo na svetu?«, »Kateri dan je danes?«. Dodatno je bilo postavljeno vprašanje: »Koliko je $321 + 49$?«, ki se je nanašalo na robotovo razumevanje.

Opazovanje interakcije je pokazalo, da so učenci z veseljem postavljali vprašanja, pri čemer je bil ključni dejavnik odzivni čas robota. Pogosto se je zgodilo, da je robot zaznal šume iz učilnice, kar je podaljšalo čas njegovega odziva. Med čakanjem so učenci pogosto izražali radovednost, razpravljali o možnih odgovorih robota in se med seboj spodbujali.

Zaradi tehničnih omejitev robota se je v nekaj primerih zgodilo, da je robot najprej odgovoril na prvotno zastavljeno vprašanje in nato nenamerno zaznal pogovor učencev, kar je vplivalo na tekočnost komunikacije. To je pri nekaterih skupinah povzročilo hitro zaključitev interakcije.

Učiteljeva intervencija je bila potrebna predvsem pri zagotavljanju (popolnega) miru v učilnici, da bi zmanjšali motnje v delovanju robota. Učenci so se sicer vedli spoštljivo, zbrano poslušali odgovore robota in jih vrednotili glede na lastno znanje. Opazovanje

drugih skupin jim je omogočilo sproten vpogled v delovanje robota, kar je vplivalo na oblikovanje njihovih lastnih vprašanj in strategij za komunikacijo.

3.2 VPLIV NA SODELOVALNE IN KOMUNIKACIJSKE VEŠČINE

Učenci so pri skupinskem delu izkazali visoko stopnjo angažiranosti, saj so vsi želeli sodelovati pri oblikovanju vprašanj in prevzemali enakovredne vloge.

Tabela 1: Stopnja vključenosti učencev v skupinsko delo

Pogostost sodelovanja Skupina	Vedno		Občasno		Pasiven	
	f	f %	f	f %	f	f %
Skupina 1 4 učenci	4	100,0	0	0,0	0	0,0
Skupina 2 4 učenci	3	75,0	1	25,0	0	0,0
Skupina 3 4 učenci	4	100,0	0	0,0	0	0,0
Skupina 4 4 učenci	4	100,0	0	0,0	0	0,0
Skupina 5 4 učencev	2	50,0	1	25,0	1	25,0
Skupina 6 5 učencev	5	100,0	0	0,0	0	0,0
Skupina 7 5 učencev	4	80,0	1	20,0	0	0,0
Skupaj 31 učencev	26	86,7	3	10,0	1	3,3

Rezultati v Tabeli 1 kažejo, da je bila večina učencev aktivno vključena v skupinsko delo, saj jih je 86,7 % vedno sodelovalo, 10 % občasno, medtem ko je bil le en učenec (3,3 %) pasiven. Skupine 1, 3, 4 in 6 so bile popolnoma homogeno aktivne, saj so vsi učenci neprekinjeno sodelovali. V skupini 2 je eden izmed učencev sodeloval le občasno (25 %), a v skupini ni bilo pasivnih učencev. Skupina 5 izstopa kot edina skupina, kjer je bila vključenost izrazito neenakomerna, saj je polovica učencev vedno sodelovala, eden je bil občasno aktiven, eden pa je ostal pasiven. V skupini 7 je bil delež učencev, ki so vedno sodelovali, nekoliko nižji (80 %), eden izmed učencev pa je sodeloval občasno. Ti rezultati kažejo, da je bila uporaba humanoidnega robota Alpha Mini učinkovita pri spodbujanju sodelovalnih veščin, saj se je večina učencev aktivno vključevala v delo. Kljub temu nekatere skupine kažejo, da so razlike v dinamiki vplivale na enakomerno porazdelitev sodelovanja, kar nakazuje potrebo po bolj strukturiranih pristopih za vključitev vseh učencev v skupinsko delo.

Skupine so večinoma delovale samostojno in niso potrebovale usmerjanja učitelja. Učenci so se ustno dogovorili za vprašanja, na koncu pa so jih zapisali. Pri prevzemanju pobude

so pazili na enakomerno sodelovanje, in kadar je kdo želel prevladovati, so ga preostali člani opozorili. Učenci so zaradi motiviranosti in želje sodelovanja z robotom brez težav in usklajeno snovali vprašanja in odločali o končni obliki vprašanj. Komunikacija je potekala večinoma ustno, na koncu so skupine zapisale predloge. Učenci so lepo in skladno sodelovali, strukturirano prevzemali pobudo in skrbeli, da so vsi sodelovali. V primeru, da je kdo želel prevzeti prevlado v skupini, so preostali člani skupine hitro ga opozorili in lepo so sodelovali naprej.

Skupine so bile oblikovane homogeno glede na starost, spol in predznanje in velikokrat se je pokazalo, da bi učenci želeli zastaviti različna vprašanja, zatto bi bilo zanimivo opazovati, kako bi vprašanja izbirale in zastavile heterogene skupine ter kakšne vrste vprašanj bi zastavili v tem primeru učenci. Med učenci se niso kazale razlike v komunikativnosti. Vsi so želeli biti enakovreden partner v skupini.

3.3 SUBJEKTIVNE ZAZNAVE UČENCEV

Ob koncu aktivnosti so učenci ocenili svoje počutje pri delu z robotom. Rezultati so prikazani v Tabeli 2.

Tabela 2: Povprečne ocene počutja

Vidik počutja	Povprečna ocena	Standardni odklon
Počutil/-a sem se sproščeno.	4,4	0,7
Delo z robotom mi je bil zabavno in prijetno.	4,8	0,5
Počutil/-a sem se samozavestno pri postavljanju vprašanj.	3,9	1,1
Aktivnost me je motivirala za nadaljnje učenje.	4,5	0,6
Z veseljem bi ponovil/-a delo z robotom.	4,8	0,4

Rezultati kažejo, da so učenci delo z Alpha Mini doživeli kot zelo pozitivno in motivacijsko izkušnjo, saj so vse postavke ocenili z visoko povprečno oceno nad 4,0. Najvišje ocenjena vidika sta bila »*Delo z robotom mi je bilo zabavno in prijetno*« (4,8) ter »*Z veseljem bi ponovil/-a delo z robotom*« (4,8), kar kaže, da je interakcija z robotom vzbudila močno zanimanje in navdušenje med učenci. Najnižjo oceno (3,9) je imela postavka »*Počutil/-a sem se samozavestno pri postavljanju vprašanj*«, kar pomeni, da so nekateri učenci ob interakciji z robotom morda občutili določeno mero negotovosti ali zadržanosti. Ta postavka je imela tudi največji standardni odklon (1,1), kar nakazuje, da so bile razlike med učenci pri občutku samozavesti večje kot pri drugih vidikih. Občutek sproščenosti (4,4) in motivacija za nadaljnje učenje (4,5) sta prav tako dosegla visoke ocene, kar potrjuje, da je bil pristop k učenju ne le zanimiv, temveč tudi spodbuden za nadaljnjo radovednost učencev.

Standardni odkloni so pri vseh postavkah relativno nizki (pod 1,0), kar pomeni, da so bili odgovori učencev med seboj razmeroma usklajeni, izjema je le samozavest pri postavljanju vprašanj, kjer so bile razlike bolj izrazite.

Na podlagi neposrednega opazovanja učencev med delom z Alpha Mini robotom se potrjuje, da je robot deloval kot močno motivacijsko orodje, saj so učenci pokazali izjemno visoko stopnjo angažiranosti. Njihova telesna govorica in čustveni odzivi (nasmehi, radovedni pogledi, medsebojno spodbujanje) so nakazovali, da so bili navdušeni nad interakcijo z robotom in močno vključeni v proces. Večina učencev je med aktivnostjo delovala sproščeno in samozavestno, kar sovпада z visoko povprečno oceno motivacije in uživanja v aktivnosti.

Na splošno rezultati kažejo, da je uporaba humanoidnega robota Alpha Mini pri pouku ustvarila pozitivno in prijetno učno okolje, učenci pa so izkušnjo ocenili kot motivacijsko, kar potrjuje potencial robotike kot orodja za interaktivno učenje. Kljub temu bi bilo smiselno pri prihodnjih aktivnostih posvetiti več pozornosti spodbujanju samozvesti učencev pri postavljanju vprašanj, morda z dodatnimi strukturiranimi pristopi ali s postopnim navajanjem na interakcijo z robotom.

4 ZAKLJUČEK

Raziskava analizira vpliv uporabe humanoidnega robota Alpha Mini na interaktivno učenje, sodelovalne veščine in občutek odgovornosti učencev pri skupinskem delu. Rezultati nakazujejo, da lahko robotika v izobraževanju pomembno prispeva k spodbujanju motivacije, aktivnega učenja in razvijanju socialnih kompetenc, kar potrjujejo tudi predhodne raziskave (Okonkwo in Ade-Ibijola, 2021; van Straten idr., 2020). Učenci so interakcijo z robotom ocenili kot pozitivno in zabavno izkušnjo, pri čemer so pokazali visoko stopnjo angažiranosti, kar je skladno z ugotovitvami Lee idr. (2024) in Yang idr. (2023), ki izpostavljajo vlogo robotov pri dvigu motivacije učencev.

Pomemben prispevek raziskave je analiza sodelovalnega vidika, kjer so učenci v večini skupin aktivno in enakomerno sodelovali, pri čemer so razvijali komunikacijske spretnosti in občutek odgovornosti za skupno delo. Ti rezultati potrjujejo ugotovitve De Carvalho in De Mazalhães Netto (2021) in Jimenez idr. (2020), ki prav tako poudarjajo vlogo robotskih asistentov pri sodelovalnem učenju. Kljub temu podatki kažejo na razlike med skupinami, saj so v določenih primerih posamezni učenci prevladovali pri oblikovanju vprašanj, medtem ko so bili drugi manj aktivni. Podobne ugotovitve je predstavil Pandey (2022), ki poudarja, da lahko razlike v komunikacijskih spretnostih vplivajo na nekoliko neenakomerno vključenost učencev.

Nepričakovano je opaziti, da so učenci sproti prilagajali svoja vprašanja glede na odgovore robota, kar nakazuje na razvoj metakognitivnih strategij in razumevanje interakcije z umetno inteligenco. Prav tako so hitro prepoznali omejitve robota (odzivni čas, zaznavanje govora) in razvili strategije za bolj učinkovito komunikacijo, kar dokazuje, da humanoidni roboti ne vplivajo zgolj na sodelovalne in komunikacijske spretnosti, temveč tudi na kritično mišljenje in digitalno pismenost, kar se dokazuje tudi v preteklih raziskavah (Papadopoulou idr., 2022; Tarres-Puertas idr., 2023).

V prihodnje bi bilo smiselno raziskati, kako heterogene skupine (učenci z različnimi stopnjami samozavesti in komunikacijskih veščin) vplivajo na dinamiko sodelovanja. Prav tako bi lahko raziskava vključevala daljše časovno obdobje, da bi se ugotovili dolgoročni učinki uporabe humanoidnih robotov na socialne in kognitivne veščine učencev. Poleg tega bi veljalo primerjati učinke uporabe humanoidnih robotov pri različnih učnih predmetih, saj so pretekle raziskave (Blanchard idr., 2010; Shimada idr., 2012; Lee idr., 2011) poudarile prispevek humanoidnih robotov k spodbujanju kritičnega mišljenja, razvoju računalniškega mišljenja in individualizaciji učnega procesa.

Na podlagi ugotovitev bi bilo koristno razviti didaktične pristope, ki podpirajo učence z nižjo samozavestjo pri javnem izražanju, ter strukturirati vloge v skupinah, da bi zagotovili bolj enakomerno porazdelitev odgovornosti. Na ta način bi lahko humanoidni roboti postali še učinkovitejše orodje za razvijanje sodelovalnih, komunikacijskih in digitalnih kompetenc v razredu.

LITERATURA

- Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. J. P.-S. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks. *Innovative Potential of Technology*, 2, 2851–2857.
- Chen, T.-I., Lin, S.-K., & Chung, H.-C. (2023). Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in STEM education. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 427–438. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.427>
- Chalmers, C., Keane, T., Boden, M., & Williams, M. (2022). Humanoid robots go to school. *Education and Information Technologies*, 27(6), 7563–7581. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10913-z>
- Crompton, H., Gregory, K., & Burke, D. (2018). Humanoid robots supporting children's learning in an early childhood setting. *British Journal of Educational Technology*, 49(5), 911–927. <https://doi.org/10.1111/bjet.12654>
- Jimenez, F., Kanoh, M., Yoshikawa, T., & Nakamura, T. (2020). Learning effect of collaborative learning with robots speaking a compliment. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 24(3), 396–403. <https://doi.org/10.20965/jaciii.2020.p0396>
- Karousou, A., Makris, N., Sarafis, I., Chatzichristofis, S. A., & Amanatiadis, A. (2024). Evaluating student acceptance and engagement with a humanoid robot tutor in a formal learning environment. *2024 32nd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, 394–399. <https://doi.org/10.1109/MED61351.2024.10566196>
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L. J. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37.
- Lee, Y. N., & Chiu, F. Y. (2024). A study on primary school students' English learning motivation through international robot competitions. *2024 12th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)*, 232–236. <https://doi.org/10.1109/ICIET60671.2024.10542817>
- LeTendre, G., & Gray, R. (2023). Social robots in a project-based learning environment: Adolescent understanding of robot-human interactions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(1), 192–204. <https://doi.org/10.1111/jcal.12872>
- Li, S., Liu, Z., Qiu, M., Huang, J., Zheng, J., & Ding, G. (2024). Examining the effects of communication features of educational robots on students' cognitive load, attitudes, and learning performance. *Journal of Educational Computing Research*, 62(4), 984–1009. <https://doi.org/10.1177/07356331231226422>
- Moraes de Carvalho, J., & Francisco de Magalhães Netto, J. (2021). IGARA: A proposal for a pedagogical approach to apply educational robotics through collaborative learning. *2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637380>
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>

- Pandey, D., Subedi, A., & Mishra, D. (2022). Improving language skills and encouraging reading habits in primary education: A pilot study using NAO robot. *2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)*, 827–832. <https://doi.org/10.1109/SII52469.2022.9708843>
- Shimada, M., Kanda, T., & Koizumi, S. (2012). How can a social robot facilitate children's collaboration? In *Social Robotics: 4th International Conference, ICSR 2012, Chengdu, China, 29–31 October 2012; Proceedings 4* (pp. 98–107). Springer.
- So, S., & Lee, N. (2023). Pedagogical exploration and technological development of a humanoid robotic system for teaching to and learning in young children. *Cogent Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2179181>
- van Straten, C., Peter, J., & Kühne, R. (2020). Child-robot relationship formation: A narrative review of empirical research. *International Journal of Social Robotics*, 12, 325–344. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00569-0>
- Wang, H., Luo, N., Zhou, T., & Yang, S. (2024). Physical robots in education: A systematic review based on the technological pedagogical content knowledge framework. *Sustainability*, 16(12), 4987. <https://doi.org/10.3390/su16124987>
- Yang, Q., Guan, Y., Chen, W., & Chen, W. (2023). An intelligent English teaching system for humanoid applications. *2023 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ROBIO58561.2023.10355010>
- Karousou, A., Makris, N., Sarafis, I., Chatzichristofis, S. A., & Amanatiadis, A. (2024). Evaluating student acceptance and engagement with a humanoid robot tutor in a formal learning environment. *Proceedings of the 32nd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, 394–399. <https://doi.org/10.1109/MED61351.2024.10566196>
- Chen, T.-I., Lin, S.-K., & Chung, H.-C. (2023). Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in STEM education. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 427–438. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.427>

ZAHVALA

Raziskavo je financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), številka dotacije P5-0433, za raziskovalni program Digitalno prestrukturiranje deficitarnih poklicev za družbo 5.0 (Industrijo 4.0).