

Robotska podpora pri pouku

Violeta Rosanda

*Državni izobraževalni zavod s slovenskim učnim jezikom Cankar, Vega, Zois
prof.rosanda@gmail.com*

Andreja Istenič

*Univerza na Primorskem
andreja.istenic@pef.upr.si*

Robotska tehnologija se po ugotovitvah znanstvenikov lahko učinkovito uporablja tudi v izobraževalne namene na vseh stopnjah izobraževanja in pri vseh predmetih. Ta izobraževalna tehnologija ima nekatere značilnosti, ki jih predhodne izobraževalne tehnologije niso imele. Podpora umetne inteligence socialnim robotom omogoča nastopanje v vlogi človekovega interakcijskega partnerja v zasebnem in javnem življenju, zato socialna robotska tehnologija predstavlja tehnološko in družbeno radikalno inovacijo. V prispevku komentiramo uporabo socialnih robotov v izobraževanju na trenutni stopnji razvoja in zadrške ter potencialne prednosti uporabe le-te v izobraževanju. Predstavljamo hipotetični profil skupine bodočih učiteljev, ki to tehnologijo s pedagoškimi utemeljitvami zavračajo. V empiričnem delu smo preizkusili lestvico zadržkov, ki jih glede uporabe socialnih robotov pri pouku v osnovni šoli navajajo bodoči učitelji.

Ključne besede: izobraževalna tehnologija, socialnih roboti, izobraževanje, bodoči učitelji

Uvod

Uvajanje tehnologije v izobraževanje pogosto spremljajo velika pričakovanja, kakor da bi sama tehnologija lahko presegla človekove slabosti in pomanjkljivosti, posodobila procese, vodila v izboljšanje izobraževanja, v njegovo posodobitev ter prilagoditev potrebam obdobja in okolja. Na nek način se od tehnologije pričakuje, da bo po zaslugi racionalnosti tehnološkega napredka prispevala tudi k urejanju kompleksnih človeških situacij, v katerih je pomembna človeška interakcija, in zagotovila dosego rezultatov na zaželeni ravni. Vzporedno pa smo, zlasti ob uvedbi radikalnih tehnoloških inovacij (Rosanda, Podpečan in Istenič v tisku), priča zaskrbljenosti glede morebitnih poznanih in še zlasti neznanih učinkov uporabe tehnologije na učenje, poučevanje, medčloveške odnose ter vsestranski osebnostni in kognitivni razvoj otrok (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b). Temu smo bili v preteklosti že priča ob uvajanju, denimo, računalniških tehnologij, ki so da-

nes v pedagoški praksi izobraževalnih ustanov razvitega sveta povsem samo-umevne.

V tem tisočletju vstopamo v novo fazo razvoja izobraževalne tehnologije, v fazo umetne inteligence in socialnih robotov. Prehajamo v robotsko ero (Cheng, Sun in Chen 2018). V človekovo socialno življenje vstopajo roboti (Mathur in Reichling 2016), ki jih bomo v 21. stoletju uporabljali na vseh področjih družbenega življenja, kar bo med drugim privedlo do korenitih sprememb družbenih in medosebnih odnosov ter do drugačnih odnosov ljudi do robotov (Nikolić 2016). Z razvojem umetne inteligence in njeno vpeljavo na področje izobraževanja se porajajo vprašanja o prihodnosti učenja in poučevanja ter vlogah učitelja in učenca (Istenič 2019).

Za raziskovalce s področja socialne robotike predstavlja pomemben izziv razvoj pametnih robotov, sposobnih smiselnega sporazumevanja in vzpostavljanja socialnih odnosov z ljudmi (Linert in Kopacek 2018), v katerih roboti prevzamejo vlogo interakcijskega partnerja (Cameron idr. 2017; Sandry 2015) v človekovem zasebnem in poklicnem življenju (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a). Prizadevajo si zasnovati avtonomne (Beer idr. 2011) robote s človeško inteligenco, ki bi bili sposobni delati v »delno neznanih, spreminjajočih se in nepredvidljivih okoljih« (Veruggio 2006, 616) ter doseči simbiozo z ljudmi (Nomura 2017).

Od industrijskih k socialnim robotom

V preteklosti v šolskem okolju robotom nismo posvečali posebne pozornosti. Roboti, ki so jih morebiti uporabljali v šolah, so imeli nedvomno status učnega pripomočka in nič več. Poglejmo torej, s katerimi sposobnostmi so raziskovalci nadgradili prve robote.

Prvi roboti so bili »neinteligentni« statični industrijski roboti, ki za svoje delo niso potrebovali človeku podobnega videza. V proizvodnji so prevzeli nekatera delovna opravila tovarniških delavcev (Mori 1970). Sledijo jim inteligentni industrijski roboti s preprostimi zunanji senzori za procesiranje zbranih informacij o okolju, v katerem delujejo, in inteligentni storitveni roboti za čiščenje, pomoč invalidom ter igro (Kopacek 2014).

Nadaljnjo stopnjo v razvoju predstavljajo socialni roboti. To so fizično utelešeni roboti, ki v interakcijah oz. komunikaciji z ljudmi upoštevajo človeku ustrezno socialno vedenje in sledijo pravilom, ki so vezana na njihovo vlogo v človekovem socialnem prostoru. Danes socialni roboti že nastopajo v človeških odnosih, kjer prevzemajo nekatere do sedaj značilno človeške družbene vloge (Edwards idr. 2016; Taipale idr. 2015). Raziskovalci ugotavljajo, da k učinkovitosti socialnih robotov pomembno pripomoreta njihova fizična uteleše-

nost in fizična prisotnost v uporabnikovem prostoru (Li 2015). Njihova fizična struktura jim omogoča posnemanje človekovih telesnih gibov (Kanda idr. 2007). Robotova fizična prisotnost, podobna človeški, v uporabnikih vzbuja pričakovanje o robotovi sposobnosti človeške interakcije in vedenja (Kiesler idr. 2008).

Roboti s fizično strukturo posnemanja človeškega telesa spadajo v kategorijo humanoidov in se že intenzivno uporabljajo tudi v izobraževanju. Pri tem ni nujno, da njihova fizična prisotnost zajema celotno telo. Lahko imajo samo njegove posamezne dele, npr. od pasu navzgor, lahko tudi obraz z očmi in usti (Linert in Kopacek 2018). Julia Linert in Kopacek (2018) napovedujeta, da bodo humanoidi sposobni izražati čustva, samostojno razmišljati in se učiti z opazovanjem okolice. Danes priljubljeni humanoidi so ASIMO, NAO, PEPPER, DARWIN-OP, ROMEO, HUBO 2 PLUS, MANOI, ROBOTHESEPIAN RT4, KURATAS, ICUB.

Androidi pa so humanoidni roboti, ki so po zunanjem videzu povsem podobni ljudem (Linert in Kopacek 2018), kot npr. androidi Japonca Hiroshija Ishigure. Medtem ko je pri humanoidih že na prvi pogled jasno, da gre za stroj z videzom človeka, je pri androidih to dejstvo zabrisano. Na prvi pogled lahko celo vzbudijo vtis, da imamo opravka s človekom. Naj kot primer navedemo Geminoid F, ki lahko z obrazom posnema 36 izrazov, Geminoid DK in kitajski android Jiajia.

Prvi androidni učitelj je učiteljica Saya, ki jo je razvil Hiroshi Kobayashi. Sposobna je izraziti osnovna čustva, ki so pomembna v komunikaciji: presenečenje, strah, stud, jezo, srečo in žalost. V izobraževanju so jo uporabili leta 2009 v Tokiu za poučevanje desetletnih učencev pri predmetih naravoslovja in tehnike (Hashimoto, Kobayashi in Kato 2011).

Roboti v izobraževanju

Raziskovalci so prepričani, da ima robotska izobraževalna tehnologija velik potencial (Benitti 2012; Mubin idr. 2013; Nikolić 2016; Crompton, Gregory in Burke 2018). Ya-Wen Cheng, Sun in Chen (2018) navajajo ugotovitve, da so roboti koristen učni pripomoček, ki podpira razvoj učnih spretnosti za 21. stoletje.

Tudi socialni roboti se v izobraževanju uporabljajo čedalje pogosteje (Kennedy, Lemaignan in Belpaeme 2016). Pri podpori poučevanju in učenju so učinkoviti po zaslugi sposobnosti vzpostavljanja ter ohranjanja socialnih interakcij z uporabnikom. Raziskovalci jih preizkušajo v različnih vlogah. Rezultati kažejo, da učinkovito spodbujajo učenje na kognitivnem in afektivnem področju (Belpaeme idr. 2018; Rosanda in Istenič Starčič 2020; Tuna idr. 2019)

otrok in najstnikov (Mubin idr. 2013). Z raziskovanjem robotiziranega poučevanja na vseh ravneh izobraževanja se danes ukvarjajo psihologi, pedagogi, sociologi in učitelji.

Raziskovalci poskušajo socialne robote opremiti z inteligenco, da bi jih v izobraževanju lahko uporabljali tudi v vlogi učiteljevega pomočnika (Pachidis idr. 2019) in pri vseh kurikularnih predmetih. Ugotovitve raziskovalcev in učiteljev o uporabi socialnih robotov v izobraževanju so za sedaj omejene (Cheng, Sun in Chen 2018). Malo je znanega o učinkih robotov na razvoj znanja in sposobnosti učencev, na njihov vsestranski osebni razvoj ter o sprejetju robotov s strani pedagoških delavcev, učencev in staršev. In vendar se roboti v izobraževanju že uporabljajo. Pokrivajo dvojno vlogo: vlogo učnega orodja in vlogo interakcijskega partnerja (Ekström in Pareto 2022). Pregledne raziskave (Belpaeme idr. 2018; Rosanda in Istenič Starčič 2019; 2020) navajajo, da se socialni roboti uporabljajo v vrtcih (npr. Crompton, Gregory in Burke 2018), pri poučevanju jezikov (Cheng, Sun in Chen 2018; Mubin idr. 2013; Berghe idr. 2019), pri fiziki in matematiki, pri naravoslovju, tehnologiji in računalniškem programiranju (Mubin idr. 2013), v izobraževanju oseb s posebnimi potrebami (Cheng, Sun in Chen 2018), predvsem za delo z otroki z motnjo avtističnega spektra (Cheng, Sun in Chen 2018; Fong, Nourbakhsh in Dautenhahn 2002) ter na splošno za razvoj otrok in mladostnikov na kognitivnem področju (Mubin idr. 2013). V teh kontekstih ima v robotovi dejavnosti pomembno vlogo njegova interakcijska sposobnost. Pri poučevanju robotike in sorodnih predmetov pa je poudarjena tudi robotova vloga učnega orodja, kjer je cilj oz. sredstvo učne dejavnosti robotski artefakt (Benitti 2012; Cheng, Sun in Chen 2018; Mubin idr. 2013).

Značilnosti in omejitve socialne robotske tehnologije v izobraževanju

V izobraževanju se socialni roboti uporabljajo na majhnem številu kurikularnih področij, v kratkotrajnih, večinoma zgolj nekajminutnih intervencijah. Dejavnosti, ki so pri pouku dodeljene robotu, so vnaprej dobro pripravljene. Priprave so dolgotrajne, lahko trajajo tudi več mesecev (Rosanda in Istenič Starčič 2019). Učne dejavnosti z udeležbo robota se v večini primerov še ne izvajajo pri rednem pouku in so le redko usklajene s šolskim učnim načrtom (Rosanda in Istenič Starčič 2020).

Raziskave s pedagoško umestitvijo robota, ki je osredotočena na učenca, šele prihajajo v ospredje. Še vedno se več pozornosti namenja afektivnim učinkom in interakciji človek – robot (angl. *human-robot interaction*) kot preučevanju robotove učinkovitosti v procesu poučevanja ter učenja (Belpaeme idr. 2018; Cheng, Sun in Chen 2018). Učni načrti in učna gradiva za pedagoško

delo z vključevanjem socialne robotske tehnologije v veliki meri še niso dobro razviti (Mubin idr. 2013).

V dosedanjih raziskavah je robot učne dejavnosti izvajal v interakciji z maloštevilnimi udeleženci, najpogosteje z enim samim. Redkeje robot poučuje s pravo dinamiko učenja v razredu, vključujoč cel razred učencev (Belpaeme idr. 2018; Rosanda in Istenič Starčič 2020). Pri izvajanju nalog še vedno potrebuje tudi človekovo podporo (Rosanda in Istenič Starčič 2019).

Vloge robotov v pedagoškem procesu v glavnini raziskav določijo raziskovalci, ki večinoma niso pedagoško osredotočeni. Problematika reševanja tehnično-interakcijskih problemov je namreč prednostno narekovala usmerjenost v robotski artefakt, njegov razvoj in sprejetje interakcije z robotom s strani uporabnikov (Rosanda in Istenič Starčič 2019). Raziskovalci sicer robote preizkušajo v različnih vlogah (Fong, Nourbakhsh in Dautenhahn 2002; Belpaeme idr. 2018; Mubin idr. 2013; Rosanda in Istenič Starčič 2020; Sharkey 2016), a še vedno malo vemo o njihovi uporabi v funkcijah učiteljev, pomočnikov učiteljev in namesto učiteljev (Fernández-Llomas idr. 2020).

Navdušenje nad robotsko novostjo pri učencih po določenem času splahni, kar lahko vodi v otrokovo prekinitev interakcije z robotom (Serholt 2018), med drugim tudi zato, ker večina socialnih robotov še ni sposobna ustrezno interpretirati socialnega vedenja učencev (Belpaeme idr. 2018) in ne razume ter ne razbere socialne situacije, v kateri so udeleženi (Serholt 2018).

S premoščanjem tehničnih težav se raziskovalci v učnem procesu počasi obračajo k pristopu, ki je usmerjen v učence in posledično v iskanje ustrezne pedagoške umestitve robota v učni proces. Mnogi raziskovalci nakazujejo, da bo zaradi uvedbe socialnih robotov prišlo do spremembe učiteljeve vloge v učnem procesu ter delitve dela med učitelji in roboti (Edwards in Cheok 2018; Sumakul 2019; Ivanov 2016), pri čemer izpostavljajo, da robotu ne bi smeli dovoliti izvajati tega, kar je sposoben narediti, ampak to, kar je smiselno, da robot izvaja (Newton in Newton 2019; Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b).

Trenutno znane izsledke o delovanju robotov v pedagoškem okolju so raziskovalci pridobili z različnimi metodami in merskimi instrumenti (Bartneck idr. 2009). Učne situacije so bile najpogosteje posebej pripravljene za potrebe eksperimenta in prilagojene potrebam robota. Rezultati so bili pridobljeni na majhnih, večinoma namenskih vzorcih (Rosanda, Podpečan, Istenič v tisku). Treba jih bo torej preveriti na ustrezno velikih vzorcih, v realnih učnih situacijah in različnih kulturnih okoljih. Njihovo uporabo pa morajo spremljati tudi etični protokoli in standardi.

Pedagoških priporočil za učinkovito poučevanje s pomočjo robotov še nimamo (Verner, Polishuk in Krayner 2016). Prve smernice za organizacijo učnih

procesov z vključevanjem socialnih robotov (Newton in Newton 2019) naslavlja tri subjekte: (a) *skupnost*, ki naj presodi, katere vrednote in prepričanja bo robot prenašal pri poučevanju in v katere vidike učnega procesa ga bo pristojni učitelj vključeval; (b) *šola*, ki mora pred uvedbo robotskega poučevanja določiti pravila uporabe robota in ta pravila občasno ponovno preučiti, še zlasti, ko starega robota nadomesti zmogljivejši; (c) *učitelja*, ki naj bo odgovoren za učno okolje in za kakovost poučevanja. Presoja naj o ustreznosti robotovih odločitev v zvezi s poučevanjem in učenjem ter posledično poskrbi za spreminjanje robotovih neustreznih odločitev. Zagotavljati bo moral tudi primeren odnos otrok do robota. Centralnost vloge učitelja v robotskem poučevanju je razvidna iz smernice, ki narekuje, naj učitelj »zagotovi, da mlajši otroci vidijo, doživljajo in razmišljajo o interakciji in da se urijo v spretnostih ter veščinah medosebnega vedenja« (Newton in Newton 2019, 7). Poskrbeti bo moral tudi za »preprečevanje plitkega razmišljanja, ki izhaja iz uporabe robotov, za preprečevanje prepuščanja razmišljanja in sprejemanja odločitev robotu ter da otroci v razredu vadijo širok spekter načinov razmišljanja in višjih ravneh« (Newton in Newton 2019, 7).

Koristi in pomanjkljivosti robotov

Namen uvajanja inovacij v izobraževanje je izboljšanje kakovosti učnega procesa in učnih dosežkov učencev (Hermans idr. 2008). Amanda J. C. Sharkey (2016) navaja pet potencialnih prednosti v prid uvajanja robotov v pedagoški kontekst ter o vsakem kritično razpravlja. Tukaj jih navajamo in mestoma podpiramo z dodatno literaturo:

1. *Roboti bi lahko ljudi razbremenili nevarnih, umazanih in dolgočasnih del. Na ta način bi se ljudje lahko intenzivneje osredotočili na zanimivejše in koristnejše dejavnosti.* V pedagoškem poklicu sicer na umazana in posebno nevarna dela ne naletimo. Ivanov (2016) pa ugotavlja, da imamo kar nekaj dolgočasnih opravil, npr. različne administrativne naloge.
2. *Robote bi lahko koristno uporabljali na področjih, kjer so človeške kapacitete omejene.* Literatura tukaj navaja: sposobnost robota, da pritegne pozornost učencev vseh starosti; spodbujanje motivacije (Tuna idr. 2019); robotovo nenehno razpoložljivost za podporo poučevanju in učenju, s čimer učencem omogoča, da se lahko učijo kadar koli in kjer koli želijo, skladno z lastnim študijskim ritmom in napredkom; zmožnost poučevanja različnih predmetov, v nasprotju z učitelji, ki so specializirani za poučevanje maloštevilnih predmetov; robotovo redno posodabljanje znanja; zagotavljanje vedno enake ravni storitev vsem

uporabnikom, saj robotova uspešnost ni odvisna od njegovega čustvenega, zdravstvenega in psihološkega stanja; sposobnost prilagajanja potrebam učencev, vendar sočasno priznava, da učitelj zagotavlja višjo kakovost izobraževanja kakor robot; vztrajnost in potrpežljivost robotov, saj lahko razlago potrpežljivo neštetokrat ponovijo; učencev ne diskriminirajo; administrativno delo opravijo pravočasno in učinkovito (Ivanov 2016).

3. *Roboti lahko naredijo oz. nam omogočijo nekaj, kar nam brez njih ne bi bilo na razpolago:* otroci morda raje vadijo tuje jezike z robotom, pred katerim se ne sramujejo svojih napak.
4. *Tehnološki statusni simbol.* Robot lahko predstavlja statusni simbol tehnološkega napredka izobraževalne ustanove.
5. *Robotska tehnologija bo stroškovno učinkovitejša od učiteljev.*

Najpomembnejše pomanjkljivosti socialnih robotov predstavlja ocena širšega konteksta, vrednot in intenc človekovih dejanj. Roboti, namenjeni širši uporabi, niso programirani za delovanje v kompleksnih situacijah, v katerih bi lahko predvideli smeri razvoja dogodkov. Ne izražajo sočutja, zdravega razuma in intuicije (Heyns 2013). Področja, na katerih potencial robotov še ni dovolj raziskan, smo strnjeno navedli v Istenič, Bratko in Rosanda (2021b).

Sprejetje socialnih robotov in pogledi pedagoških delavcev

Socialno-robotska tehnologija je radikalna tehnološka inovacija. Po zaslugi oponašanja človeku lastnih interakcijskih sposobnosti predstavlja tudi radikalno družbeno inovacijo. Socialni roboti namreč polagoma vstopajo v socialne odnose, ki so bili do sedaj lastni izključno človeku. To vnaša pomembne spremembe v dinamiko človeške interakcije, za katere nimamo preteklih izkušenj niti konkretne vizije za prihodnost. V pričujočem prispevku obravnavamo poglede bodočih učiteljev, ki bodo v času svojega službovanja priča uporabi socialnih robotov na različnih področjih.

Radikalne inovacije ljudje težko sprejemamo (Beer idr. 2011; Dewar in Dutton 1986; Rosanda, Podpečan, Istenič v tisku), še zlasti v družbenih odnosih (Flensburg Damholdt idr. 2020). Glede socialnih robotov je bilo 34 % respondentov raziskave Eurobarometer, izvedene leta 2012 v 27 evropskih državah, mnenja, da bi bilo treba njihovo uporabo v izobraževanju prepovedati (European Union 2012). O mnenju staršev glede uporabe izobraževalnih robotov za poučevanje pa vemo zelo malo. Iz raziskave med starši tajvanskih učencev, starih od 13 do 15 let, ki so se z robotiko ukvarjali v okviru šolskih krožkov in poletnih taborov, je npr. razvidno, da starši odobravajo seznanitev svojih

otrok z izobraževalno robotsko tehnologijo. Manj jih privlači možnost, da bi izobraževalni roboti njihove otroke poučevali in se z njimi igrali (Lin, Liu in Huang 2012).

Ya-Wen Cheng, Sun in Chen (2018) ugotavljajo, da raziskovalci in učitelji malo vedo o uporabi robotov v izobraževanju ter o osnovnih aplikacijah za takšno uporabo. Hrastinski idr. (2019) dodajajo, da učiteljem ni jasno, zakaj naj pri pouku uporabljajo socialne robote.

Študenti – bodoči učitelji so se v raziskavi leta 2019 (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b) spraševali, zakaj naj bi bilo sploh smiselno uvajati robote v pedagoški proces. Omenjena pilotska raziskava je zajela študente – bodoče učitelje, ki se bodo na svoji poklicni poti v prihodnosti precej verjetno morali soočiti z dilemo vključitve socialnih robotov v pouk.

Znanstvena literatura je možnost zavračanja socialno-robotske tehnologije predvidela (Edwards idr. 2018). Nismo pa še naleteli na bolj poglobljeno analizo razlogov zavračanja uporabe socialnih robotov pri pouku. Nekaj pomembnih razlogov zavračanja je bilo identificiranih v pilotski raziskavi (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a). Uporaba socialnih robotov pri pouku je po mnenju udeležencev nesprejemljiva prav zaradi tistih značilnosti robotov, ki si jih raziskovalci prizadevajo čim bolj razviti in vključujejo posnemanje človekovega obnašanja, interakcije ter socialne inteligence (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a). O implementaciji robotov so udeleženci omenjene raziskave razmišljali osredotočeno na učence in sklenili, da robotov ne bi smeli uporabljati za poučevanje otrok, ker za to niso primerni. Vključevanje socialnih robotov bi po njihovem mnenju lahko ogrozilo dobro počutje učencev, njihov vsestranski osebnostni, čustveni in kognitivni razvoj (Istenič, Bratko in Rosanda 2021b).

Izsledki raziskave Andreje Istenič, Bratka in Violete Rosanda v Sloveniji (2021a) so konsistentni z izsledki nizozemske raziskave (Smakman idr. 2021). Avtorji so 515 udeležencev iz kategorij osnovnošolskih učiteljev, univerzitetnih študentov pedagogike, staršev osnovnošolskih otrok, oblikovalcev izobraževalne politike/svetovalcev, ki delajo za vlado, direktorjev/vodstev osnovnih šol in zaposlenih v robotski industriji razporedili v šest skupin glede na njihova stališča do robotov. Osnovnošolski učitelji so bili najštevilčnejše zastopani v skupini, ki je mnenja, da sta socialna interakcija in navezovanje stikov z roboti nezaželena, kar je konsistentno tudi z mnenjem udeležencev raziskave Andreje Istenič, Bratka in Violete Rosanda (2021a). Ženske udeležence nizozemske raziskave so bile najštevilčnejše zastopane v skupini, ki je mnenja, da robotov ne bi smeli uporabljati za socialno interakcijo in da ne bi smeli navezovati vezi z otroki. Tudi ta vidik je konsistenten z mnenjem udele-

žencev prej navedene raziskave (2021b), ki so bili večinoma ženskega spola. Socialne robote v učnem okolju bodoči učitelji dojemajo kot družbeno nesprejemljivo tehnologijo oz. kot tehnologijo, ki se ne bi smela uporabljati na področju socialnih kompetenc v gosti mreži družbenih odnosov. Robotski tehnologiji ne priznavajo »socialnih« značilnosti, potrebnih za vključevanje pri poučevanju v razredu. Socialne robote pri pouku zavračajo z vidika pouka, osredotočenega na učence. Njihovi zadržki so umeščeni v model, ki obsega tri skupine zadržkov: učne, socialno-čustvene in pravne (Istenič, Bratko in Rosanda 2021b).

Hipotetični profil bodočega učitelja z negativnimi stališči do uporabe socialnih robotov pri pouku

Raziskave, ki proučujejo sprejetje socialnih robotov, skušajo med drugim identificirati značilnosti in osebnostne lastnosti različno mislečih skupin uporabnikov (npr. Smakman idr. 2021; Conti, Commodari in Buono 2017). Nismo pa še naleteli na raziskave, ki bi celoviteje analizirale profil pedagoškega delavca z odklonilnimi stališči do socialnih robotov v učnem procesu. Na podlagi pilotske raziskave (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b; Rosanda in Istenič 2021) je bil v skupini bodočih učiteljev z izrazito negativnimi stališči do socialnosti socialnih robotov načrtan hipotetični profil bodočega učitelja z negativnimi stališči do uporabe socialnih robotov pri pouku. Ta hipotetični profil prvič predstavljamo v tem prispevku.

- *Pretežno ženska populacija.* V vključenem namenskem vzorcu je bilo 90,1 % žensk, kar odraža populacijo študentov pedagoških fakultet. Ti izsledki so skladni z izsledki raziskav, ki kažejo, da je odnos žensk do interakcije z roboti negativnejši kot odnos moških (Graaf in Ben Allouch 2013; Nomura 2017).
- *Brez predhodnih izkušenj s socialnimi roboti.* Udeleženci raziskave, opravljene med študenti – bodočimi učitelji v Sloveniji, ne razlikujejo posameznih robotskih vrst in robotov ne bi znali uporabljati. Zavedajo se, da na to tehnologijo še niso pripravljeni. Nimajo predstave o tem, ali bi lahko robote pri svojem delu koristno uporabljali. Skrbi jih, da bodo v prihodnosti učilnice prisiljeni deliti z roboti. Izsledki jasno kažejo, da se trenutno ne bi odločili za vključevanje robotov v pouk; mnogi celo menijo, da roboti ogrožajo vlogo učitelja (Istenič, Bratko in Rosanda 2021b).
- *Robotov se ne bojijo, vendar se jim tudi ne zdijo fascinantni.*
- *Prepričanja udeležencev raziskave Andreje Istenič, Bratka in Violete Rosanda (2021b) glede vključevanja robotov v pouk se nahajajo na razponu*

- od nevtralnih do negativnih.* Prepričani so, da učitelji pedagoško delo v razredu opravljajo bolje kot roboti, kar je konsistentno z mnenjem Ivanova (2016). Ivanov (2016) najde vrsto prednosti robotskega poučevanja, vendar ohranja mnenje, da je pedagoško delo učitelja kakovostnejše od robotskega poučevanja. Znanstvena literatura nakazuje, da bi prepričanja bodočih učiteljev glede primernosti uporabe socialnih robotov pri pouku lahko morebitno implementacijo socialnih robotov ovirala (Blackwell idr. 2013; Kennedy, Lemaignan in Belpaeme 2016). Rezultati Smitha idr. (2020) dodajajo, da so prav pozitivna čustva uporabnikov vzpodbuda za interakcijo z roboti.
- *V socialnih robotih vidijo zgolj stroje, ne pa tudi človeku primernih interakcijskih partnerjev.* Pri razumevanju in napovedovanju sprejetja robotov je še posebej težko analizirati, ali uporabniki robota zaznavajo pretežno kot stroj ali kot napravo s socialno inteligenco (Beer idr. 2011). Udeleženci slovenske raziskave so nedvoumno prepričani, da so socialni roboti stroji, ki niso primerni za pedagoške vloge. Na podlagi rezultatov raziskav Andreje Istenič, Bratka in Violete Rosanda (2021a; 2021b) je jasno, da njihov odpor do izobraževanja z uporabo socialnih robotov izhaja iz prepričanja, da so v razredu bistvene človekove socialne sposobnosti in spretnosti, ki jih izvajajo ljudje, ter da je pomembna interakcija med ljudmi (Sharkey 2016; Smakman in Konijn 2020). Ti rezultati so konsistentni s Heerinkovimi (2011) ugotovitvami, da so bolj izobraženi uporabniki robota manj pripravljeni dojemati kot napravo z družbenimi značilnostmi, in ugotovitvami Maartje M. A. de Graafove, Somaye Ben Allouchove in Dijka (2019), da ljudje nekoliko neradi sprejemajo socialno vedenje robotov. Interakcije robota s človekom pri bodočih učiteljih (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b) ne vzbujajo občutka, da je človek v interakciji z napravo s socialnimi interakcijskimi značilnostmi (Heerink idr. 2010). Socialne robote v učilnicah zavračajo predvsem zaradi posnemanja človekove socialne inteligence, čustev, občutkov, čustvenih vezi, odnosov, navezanosti, vedenja in interakcije. To kaže na kritično vrzel med prizadevanji raziskovalcev, da bi socialne robote opremili z naštetimi človeškimi značilnostmi, in uporabniki, saj bodoči učitelji (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b) zavračajo socialne robote prav zato, ker posnemajo človeškost.

Metoda

Na podlagi raziskave med študenti bodočimi učitelji leta 2019 (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b) smo leta 2021 oblikovali lestvico za analizo zadržkov

glede uporabe socialnih robotov v izobraževanju in jo preizkusili na skupini bodočih učiteljev – študentov prvega letnika Pedagoške fakultete. Postavili smo si naslednje raziskovalno vprašanje:

Katere zadržke glede uporabe socialnih robotov v izobraževanju, ki so jih navedli študenti prvega letnika Pedagoške fakultete leta 2019, potrjujejo tudi študenti prvega letnika Pedagoške fakultete leta 2021?

Udeleženci

V raziskavi je sodelovalo 132 študentov prvega letnika Pedagoške fakultete Univerze na Primorskem (UP PEF), in sicer: 53 študentov (40,2 %) študijskega programa Predšolska vzgoja, 54 študentov (40,9 %) študijskega programa Razredni pouk in 25 študentov (18,9 %) študijskega programa Pedagogika. Povprečna starost udeležencev je bila 19,57 ($SD = 0,19$; v razponu od 18 do 23 let); glede na spol je bilo 127 (96,2 %) anketirank in pet (3,8 %) anketirancev.

Postopki

V okviru izvajanja predmeta Izobraževalna tehnologija na UP PEF v študijskem letu 2021 smo študentom predstavili videoposnetke konkretne uporabe robotov pri pouku. Prikazali smo jim značilnosti socialnih robotov in njihovo uporabo v izobraževanju. Nato so izpolnili vprašalnik. Pred intervencijo so bili obveščeni o raziskavi, o tem, da je njihovo sodelovanje prostovoljno in da sodelovanje ali nesodelovanje ne bo vplivalo na njihove ocene. Podali so prostovoljno privolitev. Zagotovljena je bila anonimnost sodelovanja v raziskavi, vsak udeleženec je imel tudi možnost kadar koli odstopiti od sodelovanja. Udeleženci so izpolnili spletni vprašalnik na portalu 1KA. Zbiranje podatkov je bilo individualno in ni bilo vodeno.

Instrument

Instrument je bil razvit na podlagi raziskave, ki je bila opravljena leta 2019 in v kateri so študenti Pedagoške fakultete individualno razmišljali o vključevanju humanoidnih socialnih robotov v poučevanje (Istenič, Bratko in Rosanda 2021b). Njihove zapise smo analizirali. Rezultati kažejo, da so se osredotočili predvsem na učinke uporabe robotov na učence. Njihove zadržke glede uporabe socialnih robotov v osnovni šoli smo leta 2021 uredili v lestvico, ki smo jo poimenovali Lestvica zadržkov. V tem prispevku predstavljamo ugotovitve anketne raziskave, opravljene leta 2021.

Udeleženci so označili stopnjo strinjanja na petstopenjski lestvici (od 1 – sploh se ne strinjam do 5 – popolnoma se strinjam). Zanesljivost Lestvice za-

Preglednica 1 Predstavitev dveh faktorjev

Faktor/zadržek	(1)	(2)
(1) Roboti ne morejo nadomestiti pristnega stika učitelja z otroki. Otrok potrebuje osebo, ki ga bo dejansko razumela, mu pomagala in ga spodbujala	0,849	
Roboti ne smejo nadomestiti učiteljevega dela in interakcije z otroki	0,841	
Učitelj razume otrokova čustva in ga lahko potolaži, česar robot ne more storiti	0,783	
Robot ne more nadomestiti človeka	0,780	
Otroci za svoj socialno-čustveni razvoj potrebujejo učitelje	0,709	
V prim. z robotom lahko učitelj hitro ukrepa v primeru težav, preprirov med otroki	0,663	
(2) Ne verjamem, da je mogoče, da bi lahko ljudje in stroji med seboj komunicirali (in s tem drug drugega izobraževali)		0,804
Roboti so pretežno družbeno škodljiva tehnologija, ki lahko spremeni celoten sedanji potek vzgoje in izobraževanja		0,804
Robot ne sodi v osnovne šole, saj se morajo otroci te starosti naučiti osnov življenja, ne pa se takoj srečati s sodobno tehnologijo		0,761
Otroci bi se lahko čez nekaj časa čustveno navezali na robote, kar bi lahko predstavljalo težavo		0,706
Otroke morajo poučevati ljudje, ker če bi poslušali robote, bi se obnašali in komunicirali kot roboti	0,304	0,531

Opombe Faktorja: (1) pomanjkanje socialnih veščin, (2) neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev.

držkov z vsemi 27 postavkami ($\alpha = 0,944$) je bila zelo dobra ali vzorna (Fergig, Leskošek in Kogovšek 1995 v Cencič 2009, 49). Rezultati Kaiser-Meyer-Olkinovega preizkusa ($KMO = 0,914$) in Bartlettovega testa sferičnosti ($\chi^2 (55) = 804,845, p < 0,001$) potrjujejo upravičenost faktorske analize.

Z metodo glavnih faktorjev (PAF) z rotacijo Oblimin smo dobili dva faktorja, s katerima smo skupaj pojasnili 67,76 % variance lestvice. Prvi faktor je pojasnil 51,43 % variance, kar je več od predpostavljene spodnje meje veljavnosti (20 %) (Čagran 2004, 3). Ocenjujemo, da je instrument, ki ga predstavlja ocenjevalna Lestvica zadržkov, veljaven.

Kot prikazuje preglednica 1, ekstrahirana faktorja na našem vzorcu vsebinsko pojasnjujeta dve dimenziji zadržkov. Faktorske uteži vseh postavk so višje od 0,512, kot priporoča Stevens (2002 v Field 2009, 641) za vzorce s 100 udeleženci. Prvi faktor smo skladno s Kennedyem, Lemaignanom in Belpaajem (2016) poimenovali pomanjkanje socialnih veščin. Vsebuje šest postavk in kaže zelo dobro zanesljivost ($\alpha = 0,904$). Drugi faktor smo poimenovali neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev, pri čemer interpretiramo zadržek »Otroci bi se lahko čez nekaj časa čustveno navezali na robote, kar bi lahko predstavljalo težavo« v smislu čustvene navezanosti otroka na

učitelja, v katerem otrok najde vzornika. Vsebuje pet postavk in kaže dobro zanesljivost ($\alpha = 0,867$).

Rezultati in razprava

Rezultate smo obdelali s pomočjo statističnega paketa SPSS 28.0. Opisne statistike dvofaktorske rešitve (preglednica 2) potrjujejo strinjanje študentov z zadržki, ki so jih leta 2019 navedli njihovi predhodniki. Izrazito močno je njihovo strinjanje s faktorjem pomanjkanje socialnih veščin ($M = 4,37$; $SD = 0,66$), kar je skladno z rezultati drugih raziskav, in sicer: (a) s pogledi 35 strokovnjakov s področja izobraževanja v Veliki Britaniji glede uporabe robotov v šolah; avtorji raziskave ugotavljajo, da je ta zadržek med strokovnjaki s področja izobraževanja na drugem mestu, tik za prepričanjem, da bodo socialni roboti odvrčali pozornost učencev in da bodo moteči (angl. *source of distraction*) (Kennedy, Lemaignan in Belpaeme 2016); (b) z rezultati, ki so jih Lucy Diep, Cabibihan in Wolbring (2015) pridobili z intervjuji s šestimi specialnimi pedagogi; intervjuvani so mnenja, da roboti niso primerni za opravljanje nalog, ki vključujejo čustvene in komunikacijske potrebe; (c) s stališči 18 nizozemskih osnovnošolskih učiteljev, ki so izpostavili potrebo otrok po človeškem stiku (Ewijk, Smakmann in Konijn 2020).

Tudi strinjanje udeležencev s faktorjem neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev se tendenčno približuje vrednosti 4 (strinjam se). Njihovi zadržki so konsistentni z zaskrbljenostjo učiteljev in študentov pedagoških fakultet iz Švedske, Portugalske in Velike Britanije, da bodo otroci v interakcijah z robotom dehumanizirani (Serholt idr. 2017).

Zanimalo nas je tudi, kako se faktorja pomanjkanje socialnih veščin in neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev med seboj povezujeta. Ugotavljamo, da sta faktorja v našem vzorcu srednje močno pozitivno povezana ($r = 0,523$; statistično pomembno na ravni $<0,01$). Udeleženci, ki pripisujejo večjo pomembnost faktorju pomanjkanje socialnih veščin, pripisujejo tudi večjo pomembnost faktorju neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev.

Preglednica 2 Opisne statistike dvofaktorske rešitve

Faktor	N	M	SD	Min	Max	As	Spl
(1)	130	4,37	0,66	2,67	5,00	-0,791	-0,533
(2)	130	3,69	0,83	1,20	5,00	-0,210	-0,486

Opombe Faktorja: (1) pomanjkanje socialnih veščin, (2) neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev. *N* – numerus, *M* – aritmetična sredina, *SD* – standardna deviacija, min/max – najnižja in najvišja vrednost, *As* – asimetričnost; *Spl* – sploščenost.

Preglednica 3 Opisne statistike zadržkov, ki nasičujejo faktorja pomanjkanje socialnih veščin in neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev

Faktor/zadržek	N	M	SD	Min	Max	As	Spl
(1) Roboti ne morejo nadomestiti pristnega stika učitelja z otroki. Otrok potrebuje osebo, ki ga bo dejansko razumela, mu pomagala in ga spodbujala	130	3,88	0,97	1,00	5,00	-0,434	-0,569
Roboti ne smejo nadomestiti učiteljevega dela in interakcije z otroki.	130	4,42	0,80	2,00	5,00	-1,268	0,955
Učitelj razume otrokova čustva in ga lahko potolaži, česar robot ne more storiti	130	4,32	0,80	2,00	5,00	-0,837	-0,275
Robot ne more nadomestiti človeka	130	4,45	0,80	2,00	5,00	-1,379	1,159
Otroci za svoj socialno-čustveni razvoj potrebujejo učitelje	130	4,36	0,79	2,00	5,00	-1,127	0,753
V prim. z robotom lahko učitelj hitro ukrepa v primeru težav, preprirov med otroki	130	4,35	0,77	2,00	5,00	-0,787	-0,486
(2) Ne verjamem, da je mogoče, da bi lahko ljudje in stroji med seboj komunicirali (in s tem drug drugega izobraževali)	130	3,52	1,10	1,00	5,00	-0,201	-0,769
Roboti so pretežno družbeno škodljiva tehnologija, ki lahko spremeni celoten sedanj potek vzgoje in izobraževanja	130	3,58	1,03	1,00	5,00	-0,080	-0,964
Robot ne sodi v osnovne šole, saj se morajo otroci te starosti naučiti osnov življenja, ne pa se takoj srečati s sodobno tehnologijo	130	3,78	1,05	1,00	5,00	-0,457	-0,640
Otroci bi se lahko čez nekaj časa čustveno navezali na robote, kar bi lahko predstavljalo težavo	130	3,61	0,93	1,00	5,00	-0,202	-0,513
Otroke morajo poučevati ljudje, ker če bi poslušali robote, bi se obnašali in komunicirali kot roboti	130	3,94	0,99	1,00	5,00	-0,644	-0,400

Opombe Faktorja: (1) pomanjkanje socialnih veščin, (2) neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev. *N* – numerus; *M* – aritmetična sredina; *SD* – standardna deviacija, min/max – najnižja in najvišja vrednost; *As* – asimetričnost; *Spl* – sploščenost.

V nadaljevanju nas je zanimalo, kateri zadržki so med našimi udeleženci posebej močno prisotni. Analizirali smo posamezne zadržke, ki nasičujejo prvi in drugi faktor.

Opisne statistke zadržkov, ki nasičujejo ekstrahirana faktorja (preglednica 3), kažejo, da udeleženci v povprečju izražajo visoko stopnjo soglasja z vsemi zadržki faktorja pomanjkanje socialnih veščin. Najvišji pomen v povprečju pripisujejo trditvi »Roboti ne smejo nadomestiti učiteljevega dela in interak-

cije z otroki» ($M = 4,42$; $SD = 0,80$), kar je konsistentno z ugotovitvami primerljive raziskave Lucy Diep, Cabibihana in Wolbringa (2015);

Udeleženci raziskave menijo, da »učitelj razume otrokova čustva in ga lahko potolaži, česar robot ne more storiti« ($M = 4,32$; $SD = 0,80$), »robot ne more nadomestiti človeka« ($M = 4,45$; $SD = 0,80$), »otroci za svoj socialno-čustveni razvoj potrebujejo učitelje« ($M = 4,36$; $SD = 0,79$), »v primerjavi z robotom lahko učitelj hitro ukrepa v primeru težav, prepirov med otroki« ($M = 4,35$; $SD = 0,77$). Te trditve v povprečju presegajo vrednost 4 (strinjam se).

Visoko, a nekoliko manj izrazito je tudi strinjanje z vsemi zadržki, ki nasičujejo faktor neustreznost robotov za spodbujanje razvoja učencev in ki se tendenčno v povprečju približujejo vrednosti 4 (strinjam se). Zadržek »Ne verjamem, da je mogoče, da bi lahko ljudje in stroji med seboj komunicirali (in s tem drug drugega izobraževali)« ($M = 3,52$; $SD = 1,10$) je konsistenten z zaskrbljenostjo osmih učiteljev iz Švedske, Portugalske in Velike Britanije, da bi roboti lahko nadomestili medčloveško komunikacijo, in z njihovim dvomom o ustreznosti robotove čustvene inteligence (Serholt idr. 2014).

Zaključek

Predstavili smo robotsko izobraževalno tehnologijo, in sicer socialne robote. Pregled teoretičnih izhodišč kaže na širjenje socialnerobotske tehnologije na vseh ravneh izobraževanja in na različnih predmetnih področjih, čeprav nam še niso povsem jasni pozitivni in negativni učinki te tehnologije na učeče se. Izhajajoč iz izsledkov raziskave Amande J. C. Sharkey (2016) smo izpostavili potencialne prednosti uporabe robotov v izobraževanju.

Na podlagi analize izsledkov raziskav Andreje Istenič, Bratka in Violete Rosanda (2021a; 2021b) ter Violete Rosanda in Andreje Istenič (2021) o zadržkih do uvajanja robotov v izobraževanje smo v pričujočem prispevku predstavili hipotetični profil skupine slovenskih bodočih učiteljev, ki glede pouka z vključitvijo robotov izražajo zaskrbljenost za dobrobit učencev in socialne robote zavračajo prav zaradi tistih njihovih lastnosti, ki so za razvijalce robotske tehnologije najpomembnejši.

Z anketno raziskavo, izvedeno leta 2021 in predstavljeno v pričujočem prispevku, smo preverili zadržke, ugotovljene v raziskavi leta 2019 (Istenič, Bratko in Rosanda 2021a; 2021b). Rezultati kažejo, da študenti generacije 2021 potrjujejo zadržke svojih predhodnikov – generacije 2019.

Iz opravljenih pilotskih raziskav je razvidno, da je za bodoče učitelje problematika uvajanja socialnih robotov v poučevanje še zelo oddaljena. Morda bi lahko rekli, da se jim zdi malo verjetna, čeprav so nekateri nakazali strah, da jih bo ta situacija »doletela« proti njihovi volji.

Nasprotno sta iz pregleda najnovejše znanstvene literature razvidna naraščajoče zanimanje raziskovalcev za uporabo socialnih robotov pri pouku in intenzivno prizadevanje za odpravo ovir, ki preprečujejo njihovo množično implementacijo. Univerza l'Università Cattolica v Milanu je robota Nao povezala z umetno inteligenco ChatGPT. Na ta način je umetna inteligenca s pomočjo robota dobila telo in glas. Gledano z vidika robota je robot postal sposoben delovati, ne da bi ga bilo treba predhodno programirati, s čimer se odpira možnost široke uporabe antropomorfnih robotov v izobraževanju in s tem bi se morali bodoči učitelji med študijem seznaniti.

Literatura

- Bartneck, C., D. Kulić, E. Croft in S. Zoghbi. 2009. »Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots.« *International Journal of Social Robotics* 1 (1): 71–81.
- Beer, J. M., A. Prakash, T. L. Mitzner in W. A. Rogers. 2011. »Understanding Robot Acceptance.« Technical report HFA-TR-1103, School of Psychology — Human Factors and Aging Laboratory, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.
- Belpaeme, T., J. Kennedy, A. Ramachandran, B. Scassellati in F. Tanaka. 2018. »Social Robots for Education: A review.« *Science Robotics* 3 (21): eaat5954.
- Benitti, F. B. V. 2012. »Exploring the Educational Potential of Robotics in Schools: A Systematic Review.« *Computers and Education* 58 (3): 978–988.
- Berghe, van den R., J. Verhagen, O. Oudgenoeg-Paz, S. Van der Ven in P. Leseman. 2019. »Social Robots for Language Learning: A review.« *Review of Educational Research* 89 (2): 259–295.
- Blackwell, C. K., A. R. Lauricella, E. Wartella, M. Robb in R. Schomburg. 2013. »Adoption and Use of Technology in Early Education: The Interplay of Extrinsic Barriers and Teacher Attitudes.« *Computers and Education* 69:310–319.
- Cameron, D., S. Fernando, E. C. Collins, A. Millings, M. Szollosy, R. Moore, A. Sharkey in T. Prescott. 2017. »You Made Him Be Alive: Children's Perceptions of Animacy in a Humanoid Robot.« V *Biomimetic and Biohybrid Systems: 6th International Conference, Living Machines 2017*, uredili M. Mangan, M. Cutkosky, A. Mura, P. F. M. J. Verschure, T. Prescott in N. Lepora, 73–85. Cham: Springer.
- Cencič, M. 2009. *Kako poteka pedagoško raziskovanje: primer kvantitativne empirične neeksperimentalne raziskave*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Cheng, Y.-W., P.-C. Sun in N.-S. Chen. 2018. »The Essential Applications of Educational Robot: Requirement Analysis from the Perspectives of Experts, Researchers and Instructors.« *Computers and Education* 126:399–416.

- Conti, D., E. Commodari in S. Buono. 2017. »Personality Factors and Acceptability of Socially Assistive Robotics in Teachers with and without Specialized Training for Children With Disability.« *Life Span and Disability* 20 (2): 251–272.
- Crompton, H., K. Gregory in D. Burke. 2018. »Humanoid Robots Supporting Children's Learning in an Early Childhood Setting.« *British Journal of Educational Technology* 49 (5): 911–927.
- Dewar, R. D., in J. E. Dutton. 1986. »The Adoption of Radical and Incremental Innovations: An Empirical Analysis.« *Management Science* 32 (11): 1422–1433.
- Diep, L., J. Cabibihan in G. Wolbring. 2015. »Social Robots: Views of Special Education Teachers.« *V REHAB '15: Proceedings of the 3rd 2015 Workshop on ICTs for Improving Patients Rehabilitation Research Techniques*, uredili H. M. Fardoun, P. Gamito, V. M. R. Penichet, in D. M. Alghazzawi, 160–163. New York: Association for Computing Machinery.
- Edwards, A., C. Edwards, P. R. Spence, C. Harris in A. Gambino. 2016. »Robots in the Classroom: Differences in Students' Perceptions of Credibility and Learning between 'Teacher as Robot' and 'Robot as Teacher'.« *Computers in Human Behavior* 65:627–634.
- Edwards, B. I., in A. D. Cheok. 2018. »Why Not Robot Teachers: Artificial Intelligence for Addressing Teacher Shortage.« *Applied Artificial Intelligence* 32 (4): 345–360.
- Edwards, C., A. Edwards, P. R. Spence in X. Lin. 2018. »I, Teacher: Using Artificial Intelligence (AI) and Social Robots in Communication and Instruction.« *Communication Education* 67 (4): 473–480.
- Ekström, S., in L. Pareto. 2022. »The Dual Role of Humanoid Robots in Education: As Didactic Tools and Social Actors.« *Education and Information Technologies* 27:12609–12644.
- European Union. 2012. »Public Attitudes towards Robots.« Eurobarometer. <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/1044>.
- Ewijk, van G., M. Smakman in E. Konijn. A. 2020. »Teachers' Perspectives on Social Robots in Education: An Exploratory Case Study.« *V Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*, 273–280. New York: Association for Computing Machinery.
- Fernández-Llamas, C., M. Á. Conde, F. J. Rodríguez-Sedano, F. J. Rodríguez-Lera in V. Matellán-Olivera. 2020. »Analysing the Computational Competences Acquired by K-12 Students when Lectured by Robotic and Human Teachers.« *International Journal of Social Robotics* 12 (5): 1009–1019.
- Field, A. P. 2009. *Discovering Statistics Using SPSS*. London: Sage.
- Flensburg Damholdt, M. F., C. Vestergaard, M. Nørskov, R. Hakli, S. Larsen in J. Seibt. 2020. »Towards a New Scale for Assessing Attitudes Towards Social Robots: The Attitudes Towards Social Robots Scale (ASOR).« *Interaction Studies* 21 (1): 24–56.

- Fong, T., I. Nourbakhsh in K. Dautenhahn. 2002. »A Survey of Socially Interactive Robots: Concepts, Design, and Applications.« Technical Report CMU-RI-TR-02-29, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- Graaf, de M. M., in S. Ben Allouch. 2013. »Exploring Influencing Variables for the Acceptance of Social Robots.« *Robotics and Autonomous Systems* 61 (12): 1476–1486.
- Graaf, de M. M., S. B. Ben Allouch in J. A. G. M. van Dijk. 2019. »Why Would I Use This in My Home? A Model of Domestic Social Robot Acceptance.« *Human-Computer Interaction* 34 (2): 115–173.
- Hashimoto, T., H. Kobayashi in N. Kato. 2011. »Educational System with the Android Robot SAYA and Field Trial.« V 2011 *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2011)*, 766–771. Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Heerink, M. 2011. »Exploring the Influence of Age, Gender, Education and Computer Experience on Robot Acceptance by Older Adults.« V *Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction*, 147–148. New York: Association for Computing Machinery.
- Heerink, M., B. Kröse, V. Evers in B. Wielinga. 2010. »Assessing Acceptance of Assistive Social Agent Technology by Older Adults: The Almere Model.« *International Journal of Social Robotics* 2 (4): 361–375.
- Hermans, R., J. Tondeur, J. Van Braak in M. Valcke. 2008. »The Impact of Primary School Teachers' Educational Beliefs on the Classroom Use of Computers.« *Computers in Education* 51 (4): 1499–1509.
- Heyns, C. 2013. »Report of the Special Rapporteur on Extrajudicial, Summary or Arbitrary Executions.« Report of the Special Procedure of the Human Rights Council A/HRC/23/47, United Nations General Assembly, New York.
- Hrastinski, S., A. D. Olofsson, C. Arkenback, S. Ekström, E. Ericsson, G. Fransson, J. Jaldemark idr. 2019. »Critical Imaginaries and Reflections on Artificial Intelligence and Robots in Postdigital K-12 Education.« *Postdigital Science and Education* 1 (2): 427–445.
- Istenič, A. 2019. »Human Learning and Learning Analytics in the Age of Artificial Intelligence.« *British Journal of Educational Technology* 50 (6): 2974–2976.
- Istenič, A., I. Bratko in V. Rosanda. 2021a. »Are Pre-Service Teachers Disinclined to Utilise Embodied Humanoid Social Robots in the Classroom?« *British Journal of Educational Technology* 52 (6): 2340–2358.
- . 2021b. »Pre-Service Teachers' Concerns about Social Robots in the Classroom.« *Education and Self Development* 16 (2): 60–87.
- Ivanov, S. 2016. »Will Robots Substitute Teachers?« *Yearbook of Varna University of Management* 9:42–47.
- Kanda, T., R. Sato, N. Saiwaki in H. Ishiguro. 2007. »A Two-Month Field Trial in an Elementary School for Long-Term Human-Robot Interaction.« *IEEE Transactions on Robotics* 23 (5): 962–971.

- Kennedy, J., S. Lemaignan in T. Belpaeme. 2016. »The Cautious Attitude of Teachers Towards Social Robots in Schools.« V *IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Kiesler, S., A. Powers, S. R. Fussell in C. Torrey. 2008. »Anthropomorphic Interactions with a Robot and Robot-Like Agent.« *Social Cognition* 26 (2): 169–181.
- Kopacek, P. 2014. »Ethical and Social Aspects of Robots.« *IFAC Proceedings Volumes* 47 (3): 11425–11430.
- Li, J. 2015. »The Benefit of Being Physically Present: A Survey of Experimental Works Comparing Copresent Robots, Telepresent Robots and Virtual Agents.« *International Journal of Human-Computer Studies* 77:23–37.
- Lin, C. H., E. Z. F. Liu in Y. Y. Huang. 2012. »Exploring Parents' Perceptions Towards Educational Robots: Gender and Socio-Economic Differences.« *British Journal of Educational Technology* 43 (1): 31–34.
- Linert, J., in P. Kopacek. 2018. »Humanoid Robots Robotainment.« *IFAC-Papers-OnLine* 51 (30): 220–225.
- Mathur, M. B., in D. B. Reichling. 2016. »Navigating a Social World with Robot Partners: A Quantitative Cartography of the Uncanny Valley.« *Cognition* 146:22–32.
- Mori, M. 1970. »The Uncanny Valley.« *Energy* 7 (4): 33–35.
- Mubin, O., C. J. Stevens, S. Shahid, A. A. Mahmud in J. J. Dong. 2013. »A Review of the Applicability of Robots in Education.« *Technology for Education and Learning*. <http://doi.org/10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015>.
- Newton, D. P., in L. D. Newton. 2019. »Humanoid Robots as Teachers and a Proposed Code of Practice.« *Frontiers in Education* 4 (125). <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00125>.
- Nikolić, G. 2016. »Robotska edukacija: »Robotska pismenost« ante portas?« *Anđraški glasnik* 20 (1–2): 25–57.
- Nomura, T. 2017. »Robots and Gender.« *Gender and the Genome* 1 (1): 18–25.
- Pachidis, T., E. Vrochidou, V. G. Kaburlasos, S. Kostova, M. Bonković in V. Papić. 2019. »Social Robotics in Education: State-of-the-Art and Directions.« V *Advances in Service and Industrial Robotics*, uredili N. A. Aspragathos, P. N. Kostoumpardis in V. C. Moulitanitis, 689–700. Cham: Springer.
- Rosanda, V., in A. Istenič Starčič. 2019. »A Review of Social Robots in Classrooms: Emerging Educational Technology and Teacher Education.« *Education and Self Development* 14 (3): 93–106.
- . 2020. »The Robot in the Classroom: A Review of a Robot Role.« V *Emerging Technologies for Education: 4th International Symposium, SETE 2019*, uredili E. Popescu, T. Hao, T. C. Hsu, H. Xie, M. Temperini in W. Chen, 347–357. Cham: Springer.
- . 2021. »A Stranger in the Classroom: Pre-Service Teachers' Anxiety and Negative Attitudes Toward Humanoid Social Robots.« V *Culture and Com-*

- puting: *Design Thinking and Cultural Computing*, uredil M. Rauterberg, 461–473. Cham: Springer.
- Rosanda, V., V. Podpečan in A. Istenič. V tisku. »Social Robots as Radical Innovation: Preservice Teachers' Knowledge of Capacities and Status Attributed to the Nao Robot by 11–12 Years Old Students.« *Educational Technology Research and Development*.
- Sandry, E. 2015. »Re-Evaluating the Form and Communication of Social Robots.« *International Journal of Social Robotics* 7 (3): 335–346.
- Serholt, S. 2018. »Breakdowns in Children's Interactions with a Robotic Tutor: A Longitudinal Study.« *Computers in Human Behavior* 81:250–264.
- Serholt, S., W. Barendregt, A. Vasalou, P. Alves-Oliveira, A. Jones, S. Petisca in A. Paiva. 2017. »The Case of Classroom Robots: Teachers' Deliberations on the Ethical Tensions.« *AI and Society* 32 (4): 613–631.
- Serholt, S., W. Barendregt, I. Leite, H. Hastie, A. Jones, A. Paiva, A. Vasalou idr. 2014. »Teachers' Views on the Use of Empathic Robotic Tutors in the Classroom.« V *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 955–960. Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Sharkey, A. J. C. 2016. »Should We Welcome Robot Teachers?« *Ethics and Information Technology* 18 (4): 283–297.
- Smakman M., in E. A. Konijn. 2020. »Robot Tutors: Welcome or Ethically Questionable?« V *Robotics in Education*, uredili M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner, R. Balogh in D. Obdržálek, 376–386. Cham: Springer.
- Smakman, M. H., E. A. Konijn, P. Vogt in P. Pankowska. 2021. »Attitudes Towards Social Robots in Education: Enthusiast, Practical, Troubled, Sceptic, and Mindfully Positive.« *Robotics* 10 (1): 24.
- Smith, E. R., S. Sherrin, M. R. Fraune in S. Šabanović. 2020. »Positive Emotions, More than Anxiety or Other Negative Emotions, Predict Willingness to Interact with Robots.« *Personality and Social Psychology Bulletin* 46 (8): 1270–1283.
- Sumakul, D. T. 2019. »When Robots Enter the Classrooms: Implications for Teachers.« V *International Conference on Embedding Artificial Intelligence (AI) in Educational Policy and Practice for Southeast Asia, Jakarta, Indonesia*, uredil R. Alpha Amirrachman, 42–48. Jakarta: Southeast Asian Ministers of Education Organisation Regional Open Learning Centre.
- Taipale, S., F. de Luca, M. Sarrica in L. Fortunati. 2015. »Robot Shift from Industrial Production to Social Reproduction.« V *Social Robots from a Human Perspective*, uredili J. Vincent, S. Taipale, B. Sapio, G. Lugano in L. Fortunati, 11–25. Cham: Springer.
- Tuna, G., A. Tuna, E. Ahmetoglu in H. Kescu. 2019. »A Survey on the Use of Humanoid Robots in Primary Education.« *Cypriot Journal of Educational Science* 14 (3): 361–373.

- Verner, I. M., A. Polishuk in N. Krayner. 2016. »Science Class with RoboThespian: Using a Robot Teacher to Make Science Fun and Engage Students.« *IEEE Robotics & Automation Magazine* 23 (2): 74–80.
- Veruggio, G. 2006. »The Euron Roboethics Roadmap.« V 2006 6th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 612–617. Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

A Robot-Supported Lesson

Scientists have proven that social robots can be effectively used for educational purposes at all levels of education and in all subjects. This educational technology has some features that previous educational technologies did not present. The support of artificial intelligence enables social robots to act as a human interaction partner in private and public life, therefore social robot technology represents a technological and social radical innovation. In the paper, we discuss the use of social robots in education at the current stage of development, reservations and potential advantages of using social robots in education. We present a hypothetical profile of a group of future teachers who reject this technology on pedagogical grounds. In the empirical part, we tested the scale of reservations that future teachers state regarding the use of social robots in elementary school lessons.

Keywords: educational technology, social robots, education, future teachers