

## OSVRT NA BUDUĆNOST RADA: ROBOTIKA

### 1 Uvod

Strojevi su dugo bili dio ljudske stvarnosti, no industrijska revolucija obilježila je veliki pomak u njihovoj upotrebi. U to vrijeme važnost strojeva općenito je prepoznata, no ljudi su različito reagirali: neki su strojeve vidjeli kao prijatelju, dok su drugi u njima vidjeli obećavajuće prilike. U današnje vrijeme sveprisutne tehnologije i usred prijelazne faze nalazimo se u sličnoj situaciji, no ovaj puta radi se o pametnim strojevima i procesima.

Kao što će biti opisano u nastavku, „sveprisutna r/evolucija” uvest će doba u kojem se strojevi i oprema mogu instalirati bilo gdje – čak i u ljudskom tijelu; roboti će postati pomoćnici ljudima, a s vremenom i njihovi kolege.

### 2 Što je robot?

Prema njihovoj primjeni, roboti se mogu svrstati u industrijske i uslužne robote:

- Međunarodno udruženje za robote definira **industrijskog robota** kao „automatski upravljano, reprogramirljivo, višenamjenskog manipulatora s najmanje tri programirljive osi, koje mogu biti nepomične ili pomične, za upotrebu u industrijskoj automatizaciji”. (prema definiciji iz norme ISO 8373: 1994)
- **Uslužni roboti** konstruirani su da pomažu ljudima, prate ih i njeguju, dijele s njima okolinu i pokazuju osnovno inteligentno ponašanje za obavljanje dodijeljenih zadataka. Postoje tri vrste uslužnih robota: Roboti 1. vrste zamjenjuju ljude na radu u prljavoj i opasnoj okolini te na zamornim radnjama, roboti 2. vrste rade u ljudskoj blizini da bi ljudima povećali ugodu, npr. zabavljanjem, pomaganjem starijima, brigom za pacijente ili radom s ljudima, a roboti 3. vrste rade na ljudima, npr. medicinski roboti za dijagnostiku, operaciju, liječenje i rehabilitaciju.

Roboti su u početku napravljeni za obavljanje jednostavnih radnih zadataka, no sve češće ih se konstruira da razmišljaju, s pomoću **umjetne inteligencije** (UI).

Postoje dvije vrste umjetne inteligencije: slaba i jaka. Slaba UI odnosi se na stroj koji ovisi o softveru napravljenom za određeni problem da bi vodio njegovu istragu ili reakciju. Nema svijest, no u osnovi rješava probleme na ograničenom polju primjene (npr. prepoznavanje teksta i slike, ekspertni sustavi i šahovsko računalo). S druge strane, jaka se UI odnosi na hipotetski stroj koji pokazuje jednako vješto i fleksibilno ponašanje kao ljudi.

Relativna prednost robota i pametnih strojeva povezana je s njihovom sposobnošću da izvedu razne pokrete i „misle” beskrajno i neprestano. U današnje je vrijeme fokus pri konstruiranju robota na njihovoj sposobnosti da slijede obrasce, a kao rezultat toga općenito su vrlo specijalizirani. U bližoj će se budućnosti to promijeniti i roboti će moći obavljati širok raspon zadataka te imitirati i parafrazirati ljude. Taj će razvoj djelomično biti moguć zahvaljujući golemom povećanju u kapacitetu memorije robota i aplikacija umjetne inteligencije, što omogućuje pristup velikoj količini podataka i njihovu upotrebu u različitim radnim zadacima.

### 3 Opseg robotike i planovi za budućnost

Društvo se općenito mijenja iz informacijskog društva u društvo znanja te iz njega u društvo „sveprisutnog znanja”. U društvu „sveprisutnog znanja” uloga pametnih i autonomnih strojeva bit će ključno pitanje za kreatore politike. Pažnja će se morati usmjeriti na „tehnološke valove” poput digitalizacije, informacijske i komunikacijske tehnologije i robotike, ključnih elemenata u razvoju ovog novog društva sveprisutnog znanja.

Strategija Europske unije za robotiku 2020 na sljedeći način opisuje trenutačna zbivanja:

*„Robotička će tehnologija postati dominantna u nadolazećem desetljeću. Utjecat će na svaki aspekt života na poslu i kod kuće. Robotika može promijeniti živote i radnu praksu, poboljšati učinkovitost i razinu sigurnosti, pružiti višu razinu usluge te stvoriti radna mjesta. Njezin će utjecaj s vremenom rasti, kao i interakcija između robota i ljudi.”*

Između šezdesetih i devedesetih godina 20. stoljeća većina je robota, a i robotika općenito, bila ograničena na industrijsku primjenu. U današnje vrijeme roboti imaju izuzetne sposobnosti i robusnost te će robotika i umjetna inteligencija imati velike posljedice u raznim sektorima, poput vojne industrije, sigurnosnih službi, zdravstva, prijevoza i logistike, službe za korisnike i održavanja doma. U području uslužne robotike nedavna su zbivanja u medicinskoj i osobnoj zdravstvenoj zaštiti bila značajna, a nije daleko ni još viši stupanj autonomije i složenosti sustava, zajedno s primjenama koje će biti više usmjerene na ljude.

U sveprisutnom će svijetu, kao i sada, ljudi komunicirati jedni s drugima (čovjek-čovjek) i strojevi s ljudima (čovjek-stroj), no strojevi (uključujući i robote) će također komunicirati jedni s drugima (stroj-stroj). Očekuje se da će broj uređaja uključenih u komunikaciju između strojeva eksponencijalno rasti sve do 2020. godine, kad će broj „pametnih predmeta” koji mogu međusobno razgovarati i raditi zajedno s ljudima doseći približno 50 milijardi.

Ti će razvoji u komunikaciji dovesti do očekivanog „**interneta stvari**” (engl. *Internet of Things*, IoT) kojim se opisuje sustav koji se oslanja na autonomnu komunikaciju između fizičkih predmeta. Robotika će se u mnogočemu povezivati s internetom stvari i taj će proces povezivanja uvelike promijeniti „staro” umreženo društvo. Način na koji su mobilni telefoni i nosiva računala poput uređaja za praćenje aktivnosti postali dijelom našeg svakodnevnog života ukazuje na to da će ljudi uskoro živjeti u „sveprisutnom svijetu” u kojem će svi uređaji (uključujući i robote) biti potpuno umreženi. U tekućoj revoluciji interneta stvari ravnomjerno širenje robota u mnoge aktivnosti svakodnevnog života čini primjenu robotike potpomognute internetom stvari opipljivom stvarnošću.

U budućnosti će napredak u robotici dovesti do razvoja partnera, pomoćnika, robota u kućanstvu, robota u zdravstvu, robota u građevinarstvu, robota ljubimaca, teleprisutnih robota i robota igračaka. Te će primjene robota imitirati ljudsko i životinjsko ponašanje i internet stvari te će im sveprisutne primjene omogućiti da komuniciraju jedni s drugima.

Sve će ove kvantitativne promjene potaknuti kvalitativne promjene, koje je gotovo nemoguće predvidjeti zbog složenosti pitanja. Brzi računalni sustavi već su uvidjeli prilike za brže, pouzdanije i preciznije donošenje odluka i djelovanje, no iz ovako brzog razvoja mogu proizaći i prijetnje i rizici, poput skokova na tržištu dionica uzrokovanih brzim trgovanjem. Događa li se razvoj možda prebrzo? Može li rastuća brzina sveprisutnog i ostalog tehnološkog napretka uzrokovati veće rizike za ekonomiju i društvo?

## 4 Robotika i budućnost rada

Što se tiče budućnosti rada, važno je razmotriti u kojoj mjeri roboti mogu zamijeniti ili nadopuniti i poboljšati rad ljudi. Budućnost u kojoj se roboti i dalje razvijaju uglavnom kao nadopuna ljudima predstavljala bi najmanji izazov za društvo jer se ljudi ne bi trebali natjecati s robotima i automatima te bi tradicionalne uloge bile uglavnom zadržane. Međutim, ekonomski pritisak i pritisak produktivnosti vjerojatno će umjesto toga rezultirati pristupom zamjene, pri čemu pojedince i skupine u njihovom radu mijenja robotika i automatizacija. Općenito će manje radnika biti potrebno za rutinske poslove ili poslove s jasno definiranim zadaćama jer će njih obavljati industrijski i uslužni roboti. Rezultat ove tehničke promjene bit će relativan rast u potražnji za visokoobrazovanim radnicima i smanjena potražnja za niže obrazovanim radnicima koji inače obavljaju rutinske kognitivne i manualne zadatke. Ovo takozvano „pražnjenje” srednješkoloranih radnika mogla bi u nadolazećim desetljećima dovesti do gubitka jedne trećine svih trenutačnih poslova.

Ova dvojba između komplementarnosti i substituiranosti te ravnoteža između očuvanja posla i nezaposlenosti potaknute tehnologijom velik je izazov za kreatore politike, poslovanje i šire građansko društvo. Šire implikacije načina na koji će robotika promijeniti tržište rada, ekonomiju i društvo potežu teška društvena i politička pitanja. Rasprava o pametnim strojevima i utjecaju robota i sveprisutne tehnologije na društvo, ekonomiju i zaposlenost dosad je bila prilično pasivna i nije razrađeno mnogo dobro strukturiranih ideja o tome koliko se može razviti robotizirano i automatizirano društvo.

Strah od nezaposlenosti potaknute tehnologijom star je barem koliko i prosvjedi radnika u tekstilnoj industriji u 19. stoljeću, Luddita, protiv gubitka posla zbog nove tehnologije industrijske revolucije. Međutim, strahovi da bi tehnologija u razvoju mogla zamijeniti velik dio ljudskog rada i dovesti do trajne strukturne nezaposlenosti nebrojeno su puta dokazani neutemeljenima te za mnoge ekonomiste to predstavlja nezamislivu ideju. Štoviše, tehnološki napredak općenito je značio rast bogatstva i više posla, barem dugoročno, a na novu se tehnologiju i znanstvene izume općenito gledalo vrlo pozitivno. No novo doba robotike i umjetne inteligencije moglo bi predstavljati promjenu dosad neviđenih razmjera, a u tom se pogledu o mogućem utjecaju na zaposlenost, uništenje poslova i ekonomiju raspravljao vrlo malo. Mnogi konvencionalni ekonomisti vjeruju da će mehanizmi tržišta opet moći dugoročno uravnotežiti probleme. No hoće li to zaista uvijek biti tako?

## 5 Posljedice robotike na sigurnost i zdravlje na radu

Kao što je već raspravljeno, širenje inovacija u robotici ima važne posljedice za budućnost rada. Roboti nude mogućnost zadržavanja visokih razina proizvodnje u državama s visokim troškovima rada. Također će omogućiti proizvodne djelatnosti i zadatke koje ne mogu obavljati ljudi, poput analiziranja, revidiranja i uređivanja masovnih podataka ili rada u okruženjima koja su preteška ili preopasna. Nadalje, u sadašnjem kontekstu starenja stanovništva roboti pružaju rješenje rastućem nedostatku – i vrijednosti – manualnog rada.

Iz perspektive sigurnosti i zdravlja na radu (OSH) širenje robotike predstavlja prilike, ali i izazove.

Najveće prednosti sigurnosti i zdravlja na radu koje proizlaze iz šire upotrebe robotike trebale bi biti zamjena za ljude koji rade u nezdravim ili opasnim okruženjima. U svemirskoj, obrambenoj ili nuklearnoj industriji, ali i u logistici, održavanju i nadzoru, autonomni roboti posebno su korisni za zamjenu ljudskih radnika koji obavljaju prljave, zatupljujuće ili nesigurne zadatke, čime se izbjegava izlaganje opasnim sredstvima i uvjetima te se smanjuju fizički, ergonomski i psihosocijalni rizici. Na primjer, roboti su već navikli obavljati ponavljajuće i monotone zadatke, rukovati radioaktivnim materijalom ili raditi u eksplozivnom okruženju. U budućnosti će roboti obavljati mnoge druge ponavljajuće, riskantne ili neugodne zadatke u raznim sektorima poput poljoprivrede, građevinarstva, prijevoza, zdravstva, vatrogasne zaštite ili usluga čišćenja.

Usprkos tim dostignućima postoje određene vještine u kojima će ljudi i dalje neko vrijeme biti prikladniji nego strojevi i pitanje je kako postići najbolju kombinaciju ljudskih i robotskih vještina. Prednosti robotike uključuju teške precizne i ponavljajuće poslove, dok prednosti ljudi uključuju kreativnost, donošenje odluka, fleksibilnost i prilagodljivost. Potreba za spajanjem optimalnih vještina rezultirala je suradničkim robotima i ljudima koji bliže dijele radni prostor i dovela do razvoja novih pristupa i standarda jamstva sigurnosti „udruživanja čovjeka i robota”. Neke europske države uključuju robotiku u svoje državne programe i pokušavaju promicati sigurnu i fleksibilnu suradnju robota i tehničara za postizanje bolje produktivnosti. Na primjer, njemački Državni institut za sigurnost i zdravlje na radu (BAuA) organizira godišnje radionice na temu „suradnja između čovjeka i robota”.

U budućnosti će se suradnja između robota i ljudi promijeniti kako će roboti povećati svoju autonomiju i suradnja između ljudi i robota poprimit će sasvim novi oblik. Trenutačni pristupi i tehnički standardi namijenjeni zaštiti zaposlenika od rizika rada sa suradničkim robotima morat će se izmijeniti da bi se pripremio za takav razvoj.

Postoje drugi izazovi povezani sa sigurnošću i zdravlju na radu u vezi s budućim pojavljivanjem autonomnih robota i uslužne robotike koji će se morati raspraviti:

- Robotika ima važnu ulogu u zdravstvenim inovacijama i u pružanju njege starijima (uključujući i starijim radnicima). Tehnologija robotike usko je povezana s razvojem na području protetike i implantologije te se ta dva područja snažno oslanjaju na neuroznanost i informacijsku znanost. Sučelja mozak-računalo (BCI), proteze povezane sa živčanim sustavom, umjetan vid, ICT implantati, pa čak i neuročipovi (još uvijek u ranoj fazi) neka su od najnovijih dostignuća.

Ova i ostala unaprjeđivanja u robotici omogućavaju razvoj tehnologija ljudskog poboljšanja, koje se ne dotiču samo invaliditeta, već i poboljšavaju sposobnosti zdravih pojedinaca. Na primjer, egzoskeleti ili „nosivi roboti” povećavaju sposobnost radnika da nose terete, no upotrebljavaju se i kao rehabilitacijski ili pomoćni uređaji koji omogućuju pristup poslu ili povratak na posao za ljude s invaliditetom. Uvođenje tehnologija ljudskog poboljšanja stavlja pred upravljanje zdravljem i sigurnošću nove zahtjeve za

nadziranjem rizika u nastajanju, ali i postavlja nova pravna i etička pitanja.

- Velika većina ljudi nema iskustva u interakciji s robotima, no to će se promijeniti s povećanjem interakcije između stroja i čovjeka u radu. Neizravan utjecaj komunikacije između strojeva nije veoma poznat, no mogao bi biti važan. Potrebno je novo testiranje ergonomske i logističke organizacije autonomnih robota, a sustavi testiranja u industriji i uslužnom sektoru te prilagođeni programi osposobljavanja moraju se pružiti radnicima koji će programirati, održavati, dijeliti radno mjesto ili upravljati njime zajedno s tim robotima.
- Utjecaj robotike na motivaciju i dobrobit radnika i vođitelja nije posve poznat. Psihocosijalni čimbenici povezani s robotikom zahtijevat će više pozornosti u području sigurnosti i zdravlja.
- Zbog razlike u zrelosti između područja primjene nije moguće pružiti uniformirane smjernice za sigurnost i upravljanje rizikom. U nekim se primjenama pitanjima sigurnosti upravlja profesionalno, no postoje neke primjene robotike koje su možda manje sigurne. Trebalo bi postojati više analiza za identificiranje rizičnih i nesigurnih aktivnosti autonomne robotike, posebice u poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji, uslugama skrbi, domaćim uslugama, granama proizvodnje, profesionalnim uslugama i prijevozu.
- Budući da je profesionalna uslužna robotika relativno novo područje, pitanje je pravne odgovornosti u slučaju nezgoda na javnom prostoru nejasno. Potrebno je napraviti više zakonodavnih analiza u vezi s odgovornošću prije nego se tehnologija stavi na tržište.

Stoga postoje tematske potrebe za razvojem okvira za sigurnost za autonomnu industrijsku robotiku i uslužnu robotiku. Ključne strateške teme uključuju (1) plan upravljanja, (2) uređivanje i dobro upravljanje i (3) korisnička sučelja i iskustva. Postoji potreba za širom podjelom europske baze znanja o metodama sigurnosti za manje inteligentne sustave (npr. vozila i automobile) da bi ih se prilagodilo uslužnoj robotici i autonomnoj robotici, koja će u budućnosti biti mnogo „pametnija”.

## 6 Završne primjedbe

Povijest je pokazala da nove tehnologije ne pružaju samo prednosti i nove mogućnosti, već i nove troškove i prijetnje. Postoji opće slaganje oko toga da se promjena ubrzano događa te da će nam budućnost brže postati nepoznata, posebice u području robotike i umjetne inteligencije, gdje se novi izumi i inovacije predstavljaju gotovo svaki tjedan. Neke od prednosti tih zbivanja jesu poboljšano zdravlje, udobnost, produktivnost, sigurnost i mnogo korisnih podataka, informacija i znanja za ljude i organizacije. Moguće mane izazovi su za osobnu privatnost i zaštitu podataka, pretjerana očekivanja i rastuća tehnološka složenost.

Postoji potreba za povećanom europskom suradnjom u sljedećim područjima: (1) Sigurnosni zahtjevi robotike (skupine zahtjeva, pravila sigurnog upravljanja i najbolja praksa), (2) smjernice za oblikovanje za ergonomiju i robotiku, (3) metode poboljšanja primjene sigurnosti i zdravlja robotike, (4) tehnike provjere i kontrole (metode za testiranje ispravne primjene zahtjeva i smjernica), (5) iskustva usmjerena prema korisniku i ponašanje s robotikom, (6) edukativni modeli osposobljavanja radnika za rad s robotima, (7) najbolja praksa uređenja u području industrijske (posebice autonomnih robota) i uslužne robotike (posebice roboti za skrb) i (8) tehnološke mogućnosti za stvaranje sigurnih sustava uklanjanjem ili smanjivanjem mogućih rizika robotike.

*Ovaj dokument za raspravu temelji se na sažetku većeg članka koji je EU-OSHA naručila od Jarija Kaivo-oje te uključuje doprinos mreže središnjica agencije sa [seminara](#) koji se održao 11. lipnja 2015. godine u Bilbau.*