

NAPREDNA ROBOTIKA I AUTOMATIZACIJA: KOJI SU RIZICI I MOGUĆNOSTI ZA SIGURNOST I ZDRAVLJE NA RADU?

Pojava novih tehnologija kao što su napredni robotski sustavi koji su u mogućnosti biti u bliskoj interakciji s ljudima dovela je do ponovnog pokretanja rasprave o potencijalu automatizacije poslova i zadataka, kao i o njihovim posljedicama za sigurnost i zdravlje na radu. Pored ove tehnološke revolucije, i brz razvoj i novi oblici interakcije između ljudi i tehnologije stvaraju nove mogućnosti i izazove za sigurnost i zdravlje na radu. Napredna robotika ima potencijal dovesti do kvalitativne promjene mogućnosti i izazova za sigurnost i zdravlje na radu ili čak stvoriti potpuno nove koristi i rizike. Stjecanje saznanja o interakciji između ljudi i tehnologije iz utvrđenih čimbenika sigurnosti i zdravlja na radu te uzimanje u obzir novih znanstvenih otkrića usmjerenih na robotske sustave pomažu utvrditi važan utjecaj na rizike i mogućnosti, kao i posebno relevantne čimbenike za naprednu robotiku i kobotu.

Stanje napredne robotike

Kombinacija umjetne inteligencije ili pametnih algoritama i robotskih uređaja ubrzava stupanj robotske samostalnosti i funkcionalnosti. Što se više susrećemo s integracijom softvera temeljenih na umjetnoj inteligenciji u robotske hardvere, to više primjećujemo, među ostalim, njihova razrađena ponašanja, posebice u nestrukturiranim okruženjima ili obradi prirodnog jezika. Ipak, i robotski sustavi koji se ne temelje na umjetnoj inteligenciji imaju razne napredne sposobnosti, pa su i oni obuhvaćenim ovom tematikom. Ozbiljna znanstvena literatura bavi se raznim naprednim robotima sposobnima za interakciju s ljudima. Oni se mogu razvrstati prema namjeni i posebnim obilježjima kao što je mobilnost. Za automatizaciju fizičkih zadataka najčešće se upotrebljavaju **industrijski roboti**. Prema normi ISO 8373:2012 Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO), industrijski je robot „automatski kontroliran višenamjenski manipulator s mogućnošću reprogramiranja koji se može programirati u tri ili više osi“ te može biti pokretan ili nepokretan. Ovu je definiciju usvojio je i Međunarodni savez za robotiku (IFR). Druge su vrste robotskih sustava **daljinski roboti** koji se, među ostalim, upotrebljavaju u postupcima daljinskog održavanja. Još jedna važna skupina kojom se bavi znanstvena literatura odnosi se na **medicinske robote**. Medicinski roboti za automatizaciju fizičkih zadataka sustavi su poput **robotskih rolatora**¹.² u pružanju skrbi starijim osobama ili osoba s nekom vrstom oštećenja, kao i poput **robotski potpomognute terapije** za rehabilitaciju funkcije ravnoteže nakon moždanog udara³. Medicinski roboti osmišljeni za nošenje i podizanje pacijenata koji se ponekad nazivaju i **robotskim medicinskim tehničarima** još su uvijek su u ranoj fazi razvoja. Sve veća integracija softverskih alata temeljenih na umjetnoj inteligenciji u robotske hardvere u području **proizvodnje** dovodi do novih generacija robotskih sustava. Osim posebnih namjena, za kategorizaciju robotskih sustava upotrebljava se i njihov stupanj mobilnosti. U brojnim radnim okruženjima dolazi do integracije pokretnih robota ili **autonomnih vozila**. Roboti postaju sve samostalniji, posebice u području **logistike i skladištenja**.

Oblici interakcije između ljudi i robota mogu obuhvaćati **suradnju** i **suživot**. Suživot se odnosi na epizode koje uključuju susrete između ljudi i robota tijekom kojih je interakcija ograničena u vremenu i prostoru. Sudionici nemaju zajednički cilj u svom radu, a njihovi postupci nisu vremenski povezani. Primjer suživota na radnom mjestu transportni su roboti koji prolaze pored nadzornika u skladištu. Suradnja opisuje bliže interakcije između ljudi i robota koji dijele zajednički cilj i čiji su zadaci vremenski povezani. U okruženju koje uključuje suradnju ljudi i roboti rade zajedno u svrhu ostvarenja sveobuhvatnog zajedničkog cilja, no postoji i jasna podjela zadataka između ljudi i robota. Ljudi i roboti rade na različitim podzadacima radi postizanja krajnjeg rezultata, a dodjela podzadataka određuje se unaprijed. Suradnja bi se mogla smatrati najbližim oblikom interakcije jer se postupci koje obavljaju ljudi i oni koje obavljaju roboti odvijaju u isto vrijeme i na istom predmetu. Primjerice, pružanje podrške u obliku podizanja pacijenata dovodi do suradničke interakcije. Ljudi i roboti tada surađuju radi ostvarenja zajedničkog cilja te je stoga potrebna brza koordinacija. Podzadaci se neprekidno dodjeljuju, a po potrebi se i prilagođavaju situaciji.

¹ Werner C., Ullrich P., Geravand M., Peer A. i Hauer K. (2016.). Evaluation studies of robotic rollators by the user perspective: A systematic review. *Gerontology*, 62(6), 644 – 653. <https://doi.org/10.1159/000444878>

² Werner C., Ullrich P., Geravand M., Peer A., Bauer J. M. i Hauer K. (2018.). A systematic review of study results reported for the evaluation of robotic rollators from the perspective of users. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(1), 31 – 39. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1278470>

³ Zheng Q. X., Ge L., Wang C. C., Ma Q. S., Liao Y. T., Huang P. P. i Rask M. (2019.). Robot-assisted therapy for balance function rehabilitation after stroke: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 95, 7 – 18. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.03.015>

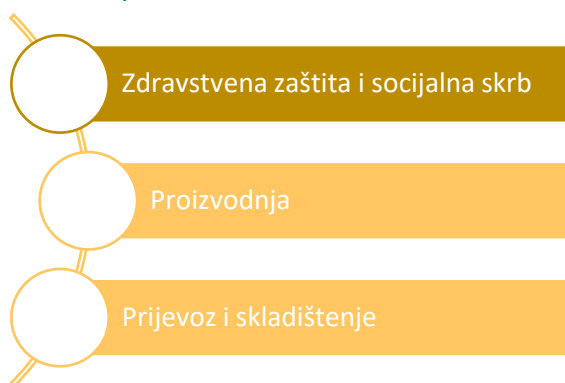
Utjecaj na zadatke, poslove i sektore

Kao što se može i očekivati, većina fizičkih zadataka na koje utječe automatizacija napredne robotike povezana je s predmetima. Međutim, postoje i određeni fizički zadaci povezani s osobama na koje utječe automatizacija zadataka. Primjer koji se pojavljuje u različitim sektorima (medicini, proizvodnji i građevinarstvu) i koji je automatiziran ili na neki sličan način potpomognut raznim vrstama robotskih sustava zadatak je podizanja predmeta ili čak ljudi. Ovaj primjer pokazuje koji se sve utjecaji pojavljuju u različitim sektorima i povezanim poslovima za isti zadatak. Zadaci za koje je vjerojatnije da će biti automatizirani **ponavljaju su i rutinski zadaci**. Ti se zadaci mogu programirati i kodirati, a moguće je i izgraditi sustav koji uči iz tih podataka s pomoću metoda umjetne inteligencije. Stoga postoji veća vjerojatnost da će biti zamijenjeni fizički rutinski zadaci i manje složeni zadaci. Moglo bi doći i do **ukidanja poslova**, posebice onih za koje su potrebne niže kvalifikacije i koji su vrlo ponavljajuće i rutinske prirode. S druge strane, treba napomenuti da su **brojni rutinski fizički zadaci** već automatizirani mehanizacijom te da je vjerojatno ostalo manje zadataka za automatizaciju. Uporaba suradničkih robota **potencijalno čak može stvoriti više poslova**. Takvi sustavi mogli bi kombinirati snagu ljudi i snagu strojeva. Udruživanje ljudi s robotima može povećati produktivnost te time biti od koristi organizacijama jer će one stoga moći više ulagati i stvoriti nove poslove. S druge strane, ti sustavi također mogu obavljati radne zadatke više ljudskih radnika odjednom. S tim u vezi, svjedočit ćemo promjenama u okviru kojih će jedna osoba upravljati s više robotskih sustava.

Robotski sustavi mogu pozitivno utjecati na sigurnost i zdravlje na radu, posebice u sklopu tzv. „3D“ poslova (prljavih, dosadnih i opasnih, eng. dirty, dull and dangerous).

Analizom automatiziranih fizičkih zadataka među sektorima otkriven je velik broj automatiziranih ili podržanih zadataka u sektoru **djelatnosti zdravstvene zaštite i socijalne skrbi**. Većina se tih zadataka odnosi na **bolničke djelatnosti**.

Slika 1: tri najčešća sektora u kojima se fizički zadaci automatiziraju (prema znanstvenoj literaturi)



Drugo, došlo je do snažnih utjecaja i u **proizvodnom** sektoru. Unutar proizvodnog sektora **automobilska industrija** često se navodi kao glavna industrija na koju se to odnosi. Ipak, sektor **djelatnosti zdravstvene zaštite i socijalne skrbi** nešto se više spominje u znanstvenoj literaturi, što bi mogla biti posljedica pristranosti pri objavljivanju. I sektor **prijevoza i skladištenja** često se obrađuje u znanstvenoj literaturi, a spominju ga i stručnjaci. **Građevinski** sektor i sektori **poljoprivrede, šumarstva i ribarstva** rjeđe se spominju u znanstvenoj literaturi, ali ih ističu stručnjaci. Robotske aplikacije posebno su korisne za potrebe preuzimanja ili podrške radnicima pri obavljanju zadataka koji uključuju rukovanje teškim teretima (npr. automatizirane dizalice). Sektor **poljoprivrede, šumarstva i ribarstva** prilično je razvijen u pogledu autonomnih sustava, a inovacije takvih tehnologija u tom sektoru brzo se unapređuju.

Relevantne dimenzije za sigurnost i zdravlje na radu u interakciji između ljudi i robota

Na temelju prethodnih istraživanja utvrđene su četiri različite dimenzije interakcije između ljudi i robota koje se mogu povezati s različitim rizicima i mogućnostima za sigurnost i zdravlje na radu. Riječ je o **dodjeli funkcija ili zadataka, oblikovanju zadataka, oblikovanju interakcija i radu i nadzoru**. Navedene dimenzije nisu strogo odvojene te pokazuju ovisnost jedna o drugoj.

Dodjela funkcija i oblikovanje zadataka

Automatizacija predstavlja cjelinu u okviru koje se različite funkcije mogu automatizirati u različitoj mjeri⁴. S obzirom na to da sposobnosti napredne robotike napreduju, svjedočimo prelasku s tradicionalnih na dinamičnije postupke dodjele zadataka. Postoje razni psihološki aspekti koje je potrebno razmotriti, na koje može utjecati *ad hoc* dodjela zadataka u stvarnom vremenu, primjerice **percipirana kontrola postupka, mentalni napor, percipirana pravednost, stupanj obavljanja cjelokupnog zadatka**, prihvaćanje ishoda dodjele, tijek i samoučinkovitost ili zadovoljstvo⁵. Fleksibilnost u izvršavanju zadataka ljudi i robota zahtijeva vrlo visok stupanj

⁴ Parasuraman R., Sheridan T. B. i Wickens C. D. (2000.). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 30(3), 286 – 297. <https://doi.org/10.1109/3468.844354>

⁵ Tausch A., Kluge A. i Adolph L. (2020.). Psychological effects of the allocation process in human-robot interaction – A model for research on ad hoc task allocation. *Frontiers in Psychology*, 11, 2267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564672>

tehnološkog razvoja. **Dodjela funkcija ili zadataka** mogla bi postati dinamičnija s obzirom na to da će se robotske sustave moći koristiti fleksibilno. Uz pretpostavku odgovarajuće tehnološke spremnosti i prikladnih slučajeva uporabe za takvu primjenu, ishod postupka dodjele funkcija i sam postupak dovest će do rizika i mogućnosti za sigurnost i zdravlje na radu opisanih u nastavku. Izravne posljedice postupka dodjele preostali su radni zadaci (sadržaj posla) za ljude. Jedna od glavnih značajki oblikovanja radnih zadataka koja sama po sebi može dovesti do rizika i mogućnosti za sigurnost i zdravlje na radu povezana je s razinom i kvalitetom slobode odlučivanja ili **kontrole posla** koja je na raspolaganju ljudskim radnicima.

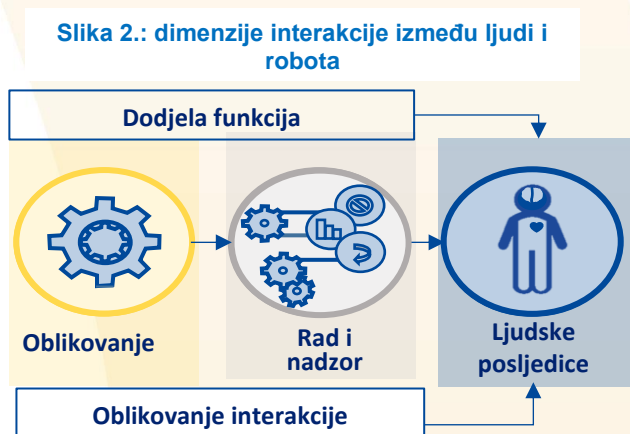
Oblikovanje interakcije

Aspekti dizajniranja robota i oblikovanje interakcije mogu biti povezani s vanjskim izgledom i utjelovljenjem robotskog sustava, robotskim ponašanjem i kretanjem ili interakcijom, kao i komunikacijskim stilovima i kanalima. U okviru područja robotskih ponašanja razmatraju se aspekti kao što su brzina, ubrzanje i usporavanje, putanje i strategije približavanja ili mimoilaženja. Komunikacija između ljudi i napredne robotike može se oblikovati u različitim stupnjevima. Provedena su i istraživanja o usporedbi učinaka različitih komunikacijskih kanala, primjerice učinkovitosti kombiniranja nekoliko načina komunikacije, kao što su pokreti i govor⁶. Drugi naponi usmjereni su na posebne scenarije koji uključuju verbalnu interakciju, primjerice situacije kad robotski sustavi traže pomoć od ljudskog partnera⁷. Ti različiti aspekti oblikovanja interakcije u različitim su opsezima povezani s rizicima i mogućnostima za sigurnost i zdravlje na radu. Sličnost različitih istraživanja o oblikovanju interakcije pokušaj je utvrđivanja značajki i obilježja koja omogućavaju nesmetanu i prirodnu interakciju. Opći je cilj povećati osjećaj **dobrobiti, prihvaćanja, povjerenja**, kao i **pozitivne emocije te pozitivno korisničko iskustvo ili tijek rada**⁸. Isto tako, gdje je to moguće, disfunkcionalne razine **radnog opterećenja, iritacije, naprezanja ili smetnji** ne smiju biti izazvane interakcijom, nego se čak trebaju i smanjiti. Međutim, aspekti dizajniranja robota nisu zasebna razmatranja, nego moraju uvijek u obzir uzeti kontekst i radni zadatak na koji se odnose. Primjerice, zahtjevi za interakciju razlikuju se za robote povezane sa zdravstvenom skrbi i industrijske robote.

U interakciji između ljudi i robota potrebno je razjasniti odgovornosti. Radnici moraju biti svjesni sposobnosti i ograničenja robota.

Rad i nadzor

Dimenzija rada i nadzora sustava može se smatrati izravnom posljedicom koja proizlazi iz postupka dodjele funkcija i oblikovanja specifičnih interakcija⁹. Zbog toga što su robotski sustav koji su u bliskoj interakciji s ljudima na radnom mjestu relativna novina, dolazi do neizbježno neiskusne i nenaviknute radne snage kad je riječ o interakciji s robotima. Kako se povećava razina poznavanja, novina tih sustava smanjuje se, a unaprijed oblikovane zamisli o njihovim sposobnostima i ponašanju realnije se razvijaju¹⁰. Nomura i suradnici ustanovili su da je negativnih stavova prema robotskim sustavima manje što je veća interakcija s robotima. Visoke razine **samostalnosti robota** povezane su i sa smanjenim osjećajem **odgovornosti** u odnosu na radne zadatke¹¹. Stoga je transparentno dizajniranje i ponašanje robota ključno kako bi se spriječili mogući rizici kao što je smanjen osjećaj odgovornosti povezan sa sustavom. Osim toga, u okruženjima u kojima rukovatelji moraju obavljati neautomatizirane zadatke dok nadziru automatizaciju može doći do **nezainteresiranosti**¹². Iz tog je



⁶ Berg J. i Lu S. (2020.). Review of interfaces for industrial human-robot interaction. *Current Robotics Reports*, 1(2), 27 – 34. <https://doi.org/10.1007/s43154-020-00005-6>

⁷ Backhaus N., Rosen P. H., Scheidig A., Gross H. M. i Wischniewski S. (rujan 2018.). Somebody help me, please?! Interaction design framework for needy mobile service robots. *2018 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)* (str. 54 – 61). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ARSO.2018.8625721>

⁸ Honig S. S. i Oron-Gilad T. (2018.). Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development. *Frontiers in Psychology*, 9, 861. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00861>

⁹ Robelski S. i Wischniewski S. (2018.). Human-machine interaction and health at work: a scoping review. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 5(2), 93 – 110. <https://doi.org/10.1504/IJHFE.2018.092226>

¹⁰ Sanders T., Kaplan A., Koch R., Schwartz M. i Hancock P. A. (2019.). The relationship between trust and use choice in human-robot interaction. *Human Factors*, 61(4), 614 – 626. <https://doi.org/10.1177/0018720818816838>

¹¹ Nomura T., Suzuki T., Kanda T., Yamada S. i Kato K. (2011.). Attitudes toward robots and factors influencing them. Izvor: K. Dautenhahn & J. Saunders (urednici), *New Frontiers in Human-Robot Interaction* (str. 73 – 88). John Benjamins Publishing. <https://doi.org/10.1075/ais.2.06nom>

¹² Parasuraman R. i Manzey D. H. (2010.). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors*, 52(3), 381 – 410. <https://doi.org/10.1177/0018720810376055>

razloga važno prepoznati razinu psihičkog opterećenja koje rad i nadzor nad robotskim sustavom može uzrokovati i uključiti je u razmatranja o uvođenju nadzora i obavljanja više zadataka u radno okruženje.

Mogućnosti za sigurnost i zdravlje na radu

Uvođenje naprednih robotskih sustava na radno mjesto radnicima može otvoriti brojne mogućnosti za sigurnost i zdravlje na radu. Što se tiče **odjela funkcija ili zadataka**, postoji niz psiholoških aspekata koje je potrebno razmotriti, primjerice percipiranu kontrolu postupka, mentalni napor, percipiranu pravednost, stupanj obavljanja cjelokupnog zadatka, prihvaćanje ishoda dodjele, tijek i samoučinkovitost ili zadovoljstvo¹³. Ako se dodjela zadataka obavi dobro, ona može povećati radne značajke sustava, **smanjiti pogreške, optimizirati radno opterećenje i povećati motivaciju, zadovoljstvo i dobrobit**. Osim toga, vjerojatno će se povećati razina **povjerenja i prihvaćanja** jer se stavovi oblikuju izlaganjem sustavu¹⁴.

Načelo „čovjeka koji ima kontrolu“ predstavlja važnu smjernicu za oblikovanje interakcije između ljudi i robota kako bi se spriječilo smanjenje razine kontrole posla.

Koncept **kontrole posla**, koji uključuje dimenzije slobode odlučivanja, vrijeme i samu kontrolu metode, ima dugu povijest u psihologiji rada. Pozitivni učinci koje kontrola posla može imati na dobrobit, motivaciju, zadovoljstvo i psihičko zdravlje radnika, posebno kad je riječ o pomaganju u kompenziranju radnih zahtjeva visoke razine, dobro su opisani u znanstvenoj literaturi^{15, 16, 17}. Mogućnost da radnici obavljaju određene radne zadatke s pomoću fleksibilnih robotskih sustava mogla bi im omogućiti **veću kontrolu posla** ako se slijede određene preporuke za oblikovanje¹⁸. Načelo „čovjeka koji ima kontrolu“ potrebno je smatrati vodećom smjernicom tijekom oblikovanja. Osiguravanje dovoljne transparentnosti sustava ili čak individualiziranih strategija za interakciju može osigurati neometanu interakciju.

Osim psiholoških koristi, napredna robotika može pozitivno utjecati i na **fizičko dobrobit i sigurnost** radnika. Uporaba takvih sustava u opasnim i rizičnim radnim okruženjima mogućnost je koju je potrebno naglasiti. Prvo, robotski sustavi nude potencijal za potpuno uklanjanje ljudi iz tih nepovoljnih okolnosti. Drugo, posebno u zadacima montaže i podizanja, robotski sustavi mogu **poboljšati fizičko zdravlje** povezano s mišićno-koštanim poremećajima. Uz ove čimbenike, smanjenje fizičkog napora ili nepovoljnih radnih uvjeta predstavlja još jednu konkretnu mogućnost za sigurnost i zdravlje na radu¹⁹.

Rizici za sigurnost i zdravlje na radu

Rizici povezani s dodjelom funkcija uključuju niz ljudskih posljedica kao što su **nezainteresiranost, pristranosti u odlučivanju, smanjena svijest o situaciji, neravnomjerno psihičko opterećenje, nepovjerenje i pretjerana neovisnost**. U vezi s **oblikovanjem zadataka** kao posljedicom postupka dodjele funkcija, posebno je potrebno naglasiti **rizik od niske razine kontrole posla** i s time povezane **niske razine osjećaja kontrole, samoučinkovitosti, zadovoljstva, motivacije i dobrobiti**. Visoke razine **autonomije robota** povezane su i s rizikom od **smanjivanja osjećaja kontrole** i osjećaja **odgovornosti** za radni zadatak. **Čvrsta povezanost** radnika sa zadatkom robota nosi i rizik od povećanja **stresa**.

Osim toga, nepostojanje načela oblikovanja povezano je sa štetnim učincima. Potreba za transparentnim dizajnom i ponašanjem robota posebno je ključna za sprječavanje mogućih rizika kao što su **smanjen osjećaj odgovornosti, pretjerana ili nedovoljna samostalnost**, kao i **osjećaj otuđenosti ili gubitak kontrole**.

(Polu)automatizacija zadataka koje su prije obavljali ljudi mogla bi na kraju dovesti i do novih struktura timova. Mogući rizik mogao bi biti **smanjenje percipirane socijalne podrške** jer bi se interakcija s ljudskim članovima tima mogla smanjiti. Međutim, navedeno još nije opširno obrađeno u znanstvenoj literaturi.

¹³ Tausch A., Kluge A. i Adolph L. (2020.). Psychological effects of the allocation process in human-robot interaction – A model for research on ad hoc task allocation. *Frontiers in Psychology*, 11, 2267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564672>

¹⁴ Hancock P. A., Billings D. R., Schaefer K. E., Chen J. Y., De Visser E. J. i Parasuraman R. (2011.). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human Factors*, 53(5), 517 – 527. <https://doi.org/10.1177/0018720811417254>

¹⁵ Karasek R. A. (1979.). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job design. *Administrative Science Quarterly*, 24, 285 – 308. <https://doi.org/10.2307/2392498>

¹⁶ Karasek R. A. (1998.). Demand/control model: A social, emotional, and physiological approach to stress risk and active behaviour development. Izvor: J. M. Stellman (urednik), *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (str. 34.06 – 34.14). Međunarodna organizacija rada (ILO).

¹⁷ Bakker A. B. i Demerouti E. (2007.). The job demands-resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22, 309 – 328. <https://doi.org/10.1108/02683940710733115>

¹⁸ Rosen P. H. i Wischniewski S. (srpanj 2017.). Task design in human-robot-interaction scenarios – Challenges from a human factors perspective. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (str. 71 – 82). Springer, Cham.

¹⁹ Sen A., Sanjog J. i Karmakar S. (2020.). A comprehensive review of work-related musculoskeletal disorders in the mining sector and scope for ergonomics design interventions. *IIEE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 8(3), 113 – 131. <https://doi.org/10.1080/24725838.2020.1843564>

Primjena robotskih sustava može predstavljati rizik od **još većeg smanjivanja razine kontrole posla**. Radnici bi mogli imati dojam da **samo pružaju potporu radu robota**. Niska razina kontrole i ovisnost o robotskim sustavima u znanstvenoj literaturi poznata je i kao tehnološka ovisnost²⁰. Strogo i nefleksibilno kombiniranje ljudskih zadataka s robotskim radom moglo bi **smanjiti fleksibilnost obavljanja zadatka** i povećati **radni tempo koji određuje stroj**. Oba navedena aspekta mogu biti povezana s brojnim štetnim psihosocijalnim učincima kao što je **emocionalna iscrpljenost, nervoza ili razdražljivost, općenito slabije psihičko zdravlje i manje unutarnjeg zadovoljstva povezanog s poslom**¹⁹. To može dovesti do **osjećaja da se samo podržava rad robota i manje subjektivne vrijednosti** vlastitog rada. Međutim, ako granice zadataka i sustava nisu jasne, pojedinac se može suočiti s rizikom da kontrola posla ili sloboda odlučivanja postanu prevelike, što opet može dovesti do smanjene dobrobiti ili stresa.

S tehnološkom ovisnošću usko je povezan mogući rizik od **intenziviranja posla** zbog uvođenja napredne robotike ako se vrijeme za ljudsko obavljanje radnih zadataka u novom radnom sustavu ne raspodijeli dostatno. Osim toga, dolazi do mogućeg rizika od **dekvalifikacije**. Budući da robotski sustavi obavljaju dio posla, radnici više ne obavljaju sve zadatke te stoga njihovo razumijevanje cjelokupnog postupka slabi. U mogućoj polarizaciji poslova razmatra se i **smanjivanje raznolikosti vještina**²¹. U osnovi, za poslove s niskom razinom vještina navodi se da će se zbog automatizacije složenih rutinskih zadataka poslovi usredotočiti na još jednostavnije zadatke umjesto da se ljudima omogući da obavljaju zadatke koji zahtijevaju višu razinu vještina.

Uobičajena pojava povezana s automatizacijom zadataka jest nezainteresiranost za automatizaciju. Učinak se smanjuje kad pouzdanost automatizacije ne ostaje stalna tijekom vremena, već se mijenja. Međutim, nedosljedne radne značajke sustava mogu **negativno utjecati na povjerenje** u robotski sustav. Još jedna dobro istražena i dobro dokumentirana pojava povezana s automatizacijom kojom se bavi znanstvena literatura **rizik je od pristranosti povezane s automatizacijom** i dviju vrsta s tim povezanih pogrešaka – pogrešaka koje se odnose na propuste i pogrešaka koje se odnose na postupanje. Do pogrešaka koje se odnose na propuste dolazi ako korisnik ne reagira na kritičnu situaciju povezanu s funkcijom upozorenja²². Pogreške koje se odnose na postupanje povezane su s određenim preporukama automatiziranog sustava, a opisuju se kao praćenje savjeta sustava, iako su ti savjeti netočni. Kako bi se izbjegla ova vrsta rizika, radnici moraju imati odgovarajuću razinu povjerenja prema robotskom sustavu, a ne se pretjerano oslanjati na njega ili ga zanemarivati. Stoga je ključno da radnici budu svjesni točnih sposobnosti robotskog sustava.

Neodgovarajuća dodjela i oblikovanje zadataka uglavnom se mogu povezati s psihosocijalnim rizicima kao što je smanjena dobrobit, emocionalna iscrpljenost, nervoza ili razdražljivost. Mehanički kvarovi robota mogu uzrokovati fizičke ozljede.

Još jedan faktor rizika **pogreške su i mehanički kvarovi**. Nepredviđena ponašanja mogu uzrokovati tjelesne ozljede rukovatelja. Stoga je potrebno razmotriti ograničenja sile kontakta. Do navedene vrste pogrešaka u upravljanju može doći u fazi dizajniranja ili rada. Te se pogreške često pripisuju pogrešnom radu softvera, no mogu biti uzrokovane i ljudskim pogreškama. Kako bi se izbjegle mehaničke pogreške, potrebno je osigurati ispravnu električnu instalaciju i održavanje, kao i odgovarajuće osposobljavanje za rukovatelje da se izbjegniju prema potrebi smire takve situacije.

Do rizika od **straha od gubitka posla** može doći prije svega ako radnici nemaju iskustva s robotskim sustavima te ako postupci uvođenja ne uzmu u obzir taj strah. Kako bi se ublažio ovaj rizik, rano uključivanje radnika u postupak uvođenja sustava na radno mjesto može biti koristan. Neki radnici ove sustave neće doživljavati kao potencijalno korisnu tehnologiju, nego kao rizik za svoj posao, što može dovesti do straha od nezaposlenosti i financijske nesigurnosti²². Reichert i Tauchmann istražili su razine psihičke uznemirenosti radnika s nesigurnim radnim mjestima te su otkrili da ti radnici pate od **slabijeg psihičkog zdravlja**²³. Osim toga, učinci nesigurnosti radnog mjesta dodatno se pogoršavaju kad je riječ o radnicima koji već imaju problema s psihičkim zdravljem. Radnici na višim položajima manje se boje robota na radnom mjestu od fizičkih radnika, radnika u proizvodnji i ljudi s nižom razinom obrazovanja²⁴. Kozak i suradnici naglašavaju potrebu za daljnjom provedbom politika za razvoj vještina kako bi se radna snaga borila protiv stvarnog gubitka radnog mjesta i subjektivnog straha od takvog

²⁰ Corbett J. M. (1987.). A psychological study of advanced manufacturing technology: The concept of coupling. *Behaviour & Information Technology*, 6(4), 441 – 453. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/01449298708901855>

²¹ Hirsch-Kreinsen H. (2016.). Digitization of industrial work: development paths and prospects. *Journal for Labour Market Research*, 49(1), 1 – 14. <https://doi.org/10.1007/s12651-016-0200-6>

²² McClure P. K. (2018.). "You're fired," says the robot: The rise of automation in the workplace, technophobes, and fears of unemployment. *Social Science Computer Review*, 36(2), 139 – 156. <https://doi.org/10.1177/0894439317698637>

²³ Reichert A. R. i Tauchmann H. (2011.). *The causal impact of fear of unemployment on psychological health* (br. 266). Izvor: T. K. Bauer (urednik.), *Ruhr Economic Papers*. <http://hdl.handle.net/10419/61355>

²⁴ Dekker F., Salomons A. i Waal J. V. D. (2017.). Fear of robots at work: the role of economic self-interest. *Socio-Economic Review*, 15(3), 539 – 562. <https://doi.org/10.1093/ser/mwx005>

gubitka. Osiguravanje novih skupova vještina radnicima moglo bi istovremeno olakšati njihovu prilagodbu zahtjevima novog radnog okruženja u digitalnom gospodarstvu te im pružiti subjektivan osjećaj sigurnosti²⁵.

Preporuke

Uvođenje napredne robotike na radna mjesta zahtijeva posvećivanje dostatne pozornosti potencijalnim rizicima i mogućnostima za sigurnost i zdravlje na radu.

Glavne dimenzije koje predstavljaju moguće rizike i mogućnosti za sigurnost i zdravlje na radu u interakciji između ljudi i robota **odjeljka su funkcija i oblikovanje zadataka, oblikovanje interakcije, kao i rad i nadzor**. Navedene se dimenzije moraju uzeti u obzir u različitoj mjeri te su u određenoj mjeri usmjerene na različite dionike. Ipak, primjena određenog robotskog sustava u sklopu radnog sustava zahtijeva obraćanje pozornosti na sve obrađene dimenzije. Stoga je potrebno poticati i omogućiti razmjenu informacija među relevantnim dionicima i učenje od njih, primjerice od osoba koje dizajniraju i integriraju sustav, kao i od radničkog vijeća i zaposlenika.

Jedan od čimbenika koji omogućavaju uspješnu provedbu robotskih sustava **uključivanje** je radnika. To je važno iz nekoliko razloga. Uključivanje može smanjiti strah od gubitka posla i dodatno povećati prihvaćanje sustava. Osim toga, potrebno je razmotriti provedbu politika za **razvoj vještina** kako bi se radna snaga borila protiv stvarnog gubitka radnog mjesta i subjektivnog straha od takvog gubitka.

Stavljanje naglaska na usavršavanje ili prekvalifikaciju radnika u postupku automatizacije suzbit će i osjećaj da radnik samo podržava rad robota.

Pri stvaranju novih radnih sustava potrebno je ozbiljno uzeti u obzir postojeća načela oblikovanja interakcije, oblikovanja zadataka i dodjele odgovornosti. Potrebno je izbjegavati tempo rada koji određuju robotski sustavi ili izostavljanje mogućnosti prekida. **Načelo „čovjeka koji ima kontrolu“** potrebno je smatrati vodećom smjernicom tijekom oblikovanja na različitim razinama – od pojedinca koji je u interakciji sa sustavom do relevantnih dionika. Osim toga, **načelo „transparentnosti“** pokazalo se načelom od velike važnosti. Postupci i odluke, kao i sposobnosti sustava i ograničenja naprednih robota moraju biti transparentni te ih je potrebno moći objasniti ljudima. Ponavljamo da se navedeno može odnositi na izravnu individualnu interakciju i na različite razine kao što je sveukupna organizacijska transparentnost u odnosu na robotski sustav.

Autori: Patricia Helen Rosen, Savezni institut za sigurnost i zdravlje na radu (BAuA); Eva Heinold, Savezni institut za sigurnost i zdravlje na radu (BAuA); Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; dr. Sascha Wischniewski, Savezni institut za sigurnost i zdravlje na radu (BAuA).

Upravljanje projektom: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA).

Ovaj sažetak politike naručila je Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu (EU-OSHA). Njegov sadržaj, uključujući sva iznesena mišljenja i/ili zaključke, pripada samo autorima i ne odražava nužno stavove Europske agencije za sigurnost i zdravlje na radu.

Ni Europska agencija ni osobe koje djeluju u njezino ime nisu odgovorne za način upotrebe navedenih informacija.

© Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu, 2023

Umnožavanje je dopušteno pod uvjetom da se navede izvor.

Za svaku uporabu ili reprodukciju fotografija ili drugog materijala koji nije zaštićen autorskim pravom EU-OSHA-e potrebno je zatražiti dopuštenje izravno od nositeljâ autorskih prava.

²⁵ Kozak M., Kozak S., Kozakova A. i Martinak D. (2020.). Is fear of robots stealing jobs haunting European workers? A multilevel study of automation insecurity in the EU. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17493 – 17498. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2160>