

UMETNA INTELIGENCA, NAPREDNA ROBOTIKA IN AVTOMATIZACIJA DELOVNIH NALOG: TAKSONOMIJA, POLITIKE IN STRATEGIJE V EVROPI

Svet dela se spoprijema z nenehnimi spremembami. Tehnološki razvoj in inovacije so bili in še vedno so ključni dejavniki spremembe delovnih mest in delovnih nalog. Na umetni inteligenci (UI) temelječi sistemi niso popolnoma novi, vendar je razvoj informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT) ter prilagodljivih algoritmov, podprt z izjemnim povečanjem računalniške zmogljivosti v zadnjih letih, pripomogel k neverjetnemu povečanju razpoložljivosti in delovanja na UI temelječih aplikacij. Poleg tega sta pojav in hiter razvoj novih tehnologij, kot so robotski sistemi, ki lahko neposredno komunicirajo z ljudmi, privedla do oživitve razprave o potencialu avtomatizacije delovnih mest in nalog ter posledicah tega za varnost in zdravje pri delu ⁽¹⁾. Tehnološki razvoj so vedno spremljali učinki tehnoloških sprememb na priložnosti in izzive v zvezi z varnostjo in zdravjem pri delu. Kljub temu imajo na UI temelječi sistemi in napredna robotika potencial za doseganje kakovostnega preobrata na področju priložnosti in izzivov v zvezi z varnostjo in zdravjem pri delu ali celo za ustvarjanje popolnoma novih koristi in tveganj. Trenutno ni enotne ter dokončne opredelitve na UI temelječih sistemov in napredne robotike v zvezi z avtomatizacijo nalog. Dva velika deležnika, Evropska komisija in Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD), sta predlagala neodvisni opredelitvi navedenih pojmov. Posledično je bila oblikovana taksonomija na podlagi pristopa z upoštevanjem nalog, opredelitev na UI temelječih sistemov na visoki ravni in tehnoloških značilnosti. Ta taksonomija se uporablja kot okvir za prihodnje poskuse strukturiranja ter ocenjevanja priložnosti in izzivov na področju varnosti in zdravja pri delu, povezanih z na UI temelječimi sistemi ter napredno robotiko in avtomatizacijo nalog.

Poudarek na naravi nalog

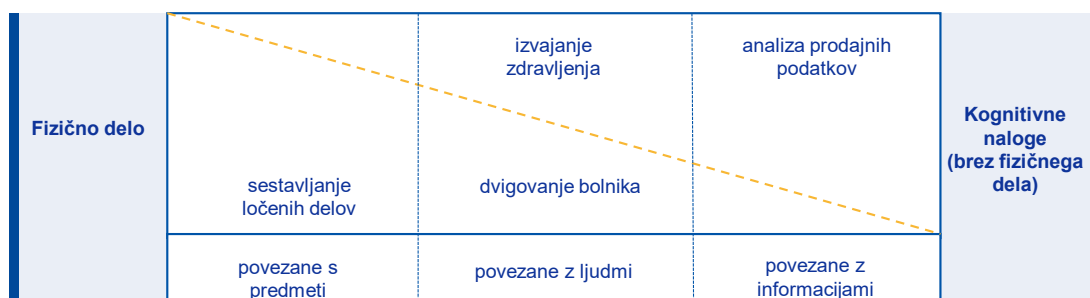
Poudarek na nalogah, ne pa delovnih mestih, je primeren pristop, saj (avtomatizacijske) tehnologije pomagajo pri posameznih funkcijah v okviru konkretnih nalog ali jih nadomeščajo. Zato so naloge boljše podlaga za analizo pri preučevanju vpliva potenciala avtomatizacije ⁽²⁾. V skladu s fokusnim programom „Varnost in zdravje pri delu v digitalnem svetu dela“, ki ga je oblikoval nemški Zvezni inštitut za varnost in zdravje pri delu, se lahko naloge razvrstijo glede na njihov glavni poudarek ⁽³⁾. Lahko so **povezane s predmeti, informacijami ali osebami**. Poleg tega se lahko za opis narave nalog uporabi pojem rutinskih nalog. Čeprav se tradicionalne avtomatizacijske tehnologije večinoma uporabljajo za rutinske naloge, lahko na UI temelječi sistemi opravljajo tudi nerutinske naloge. Razlikovanje med **rutinsko** in **nerutinsko** naravo zajema prvo raven razvrščanja nalog znotraj oblikovane taksonomije. Za izvedbo različnih nalog so potrebni kognitivne funkcije, kot je obdelava informacij, in fizična dejanja, kot je rokovanje s predmeti. Zato taksonomija vključuje drugo, abstraktnejšo raven **kognitivnih ali fizičnih nalog**, ki so v spremenljivem obsegu lahko povezane s predmeti, informacijami in osebami. Znotraj vsake skupine so lahko prisotne tako rutinske kot tudi nerutinske naloge.

⁽¹⁾ Frey, C. B., in Osborne, M. A. (2013), The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?, Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology.

⁽²⁾ Bisello, M., Peruffo, E., Fernández-Macías, E., in Rinaldi, R. (2019), How computerisation is transforming jobs: Evidence from the Eurofound's European Working Conditions Survey (No. 2019/02), JRC Working Papers Series on Labour, Education and Technology. <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc117167.pdf>

⁽³⁾ Tegtmeier, P., Rosen, P. H., Tisch, A., in Wischniewski, S. (2019), Sicherheit und Gesundheit in der digitalen Arbeitswelt, [poročilo o jesenski konferenci Nemškega ergonomskega društva], GfA-Press.

Slika 1: Razvrstitev nalog z njihovimi primeri



Vir: avtor

Npr. sestavljanje delov je tipična fizična naloga, povezana s predmeti, analiza prodajnih podatkov pa tipična kognitivna naloga, povezana z informacijami. Naloge, povezane z osebami, so lahko kognitivne in fizične. Npr. nekdo lahko opravlja kognitivno nalogo, kot je izvajanje zdravljenja osebe, ali fizično nalogo, kot je dvigovanje osebe (glej tudi sliko 1).

Različne opredelitve na UI temelječih sistemov

Na UI temelječi sistemi morajo imeti različne tehnološke značilnosti, da pri izvajanju različnih nalog zagotovijo pomoč pri funkcijah ali jih nadomestijo. Kar zadeva opredelitev sistemov umetne inteligence ali na UI temelječih sistemov, ne obstaja ena opredelitev, ki bi bila široko sprejeta med teoretiki, praktiki ali oblikovalci politik. Različni deležniki in discipline predlagajo različne opredelitve pojmov. OECD⁽⁴⁾ in Evropska komisija⁽⁵⁾ sta predlagala opredelitev, ki so jo pripravile strokovne skupine na visoki ravni. OECD (2019) opredeljuje na UI temelječe sisteme tako:

Na UI temelječ sistem je strojni sistem, ki lahko vpliva na okolje s priporočili, napovedmi ali odločitvami o določenem sklopu ciljev. Uporablja strojno in/ali človeško pridobljene vhodne podatke za: (i) zaznavanje okolij; (ii) abstrahiranje teh zaznav v modele; in (iii) razlago modelov za oblikovanje možnosti izidov. Sistemi UI so zasnovani za delovanje pri različnih stopnjah avtonomnosti.

Neodvisna strokovna skupina na visoki ravni za umetno inteligenco, ki jo je ustanovila Evropska komisija (2019), podaja naslednjo opredelitev pojma:

Umetna inteligenca (UI) pomeni sisteme, ki z analiziranjem svojega okolja in (delno samostojnim) ukrepanjem za doseganje specifičnih ciljev izkazujejo inteligentno ravnanje. Na UI temelječi sistemi lahko v celoti temeljijo na programski opremi in delujejo v virtualnem svetu (npr. glasovni pomočniki, programska oprema za analizo slik, iskalniki, sistemi za prepoznavanje govora in obraza) ali pa je UI vdelana v strojno opremo (npr. napredni roboti, avtonomni avtomobili, droni ali aplikacije za internet stvari).

Obe opredelitvi na UI temelječih sistemov splošno navajata, da sistemi na neki način zaznavajo svoja okolja ter analizirajo informacije in se nanje odzivajo. Pomemben vidik razlikovanja med na UI temelječimi sistemi je njihova zmožnost **fizičnega ravnanja** ali izvajanja dejanj v okolju. Zato je v taksonomijo vključena raven **obličja (naprav)**. Pomembno področje, na katerem je bilo v zadnjih letih uvedeno veliko inovacij v podporo **fizičnemu ravnanju in dejanjem**, je **robotika**. Nabor vrst robotov se je razširil. Tradicionalni pritrjeni roboti v kletkah, zmožni dvigovanja težkih bremen ter zasnovani za hitrost in natančnost, v robotiki niso več najpomembnejši. Sistemi za manjša bremena ter nove generacije tipal in aktuatorjev so omogočili nastanek inovativnih vrst robotov. Ti omogočajo tesnejše oblike interakcije med človekom in robotom v manj organiziranih in zapletenejših okoljih zunaj tradicionalnih proizvodnih panog. Te vrste sistemov so pogosto poimenovane **koboti** ali **lahki roboti**.

Sodobne informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT) se večinoma uvajajo, da podprejo ali nadomestijo **kognitivne naloge**, pri katerih **ni treba fizično ravnati s predmeti ali ljudmi**. Primeri IKT zajemajo od **namiznih računalnikov** in **mobilnih naprav (pametnih telefonov, tabličnih računalnikov)** do **nosljivih naprav**, kot so **pametne ure** ali **pametna očala**. Številne od teh tehnologij so postale del

⁽⁴⁾ <https://www.oecd.ai/wonk/a-first-look-at-the-oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policymakers>.

⁽⁵⁾ Evropska komisija, neodvisna strokovna skupina na visoki ravni za umetno inteligenco (2019), A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines, Evropska komisija.

našega vsakdana tako na številnih delovnih mestih kot tudi v zasebnem življenju. Obseg kognitivnih funkcij, ki jih IKT lahko podprejo, stalno narašča. Poleg tega, da prikazujejo informacije, inovativni sistemi zlahka spremljajo dejanja in v realnem času zagotavljajo informacije, ki upoštevajo okoliščine. Kljub temu je analiza obstoječih tehnologij razkrila, da se za zagotavljanje podpore pri kognitivnih nalogah ne uporabljajo le IKT, temveč da tako podpora v celoti ali deloma zagotavlja tudi več robotskih sistemov.

Na nalogah temelječa taksonomija za vrste uporabe na delovnih mestih ter varnost in zdravje pri delu

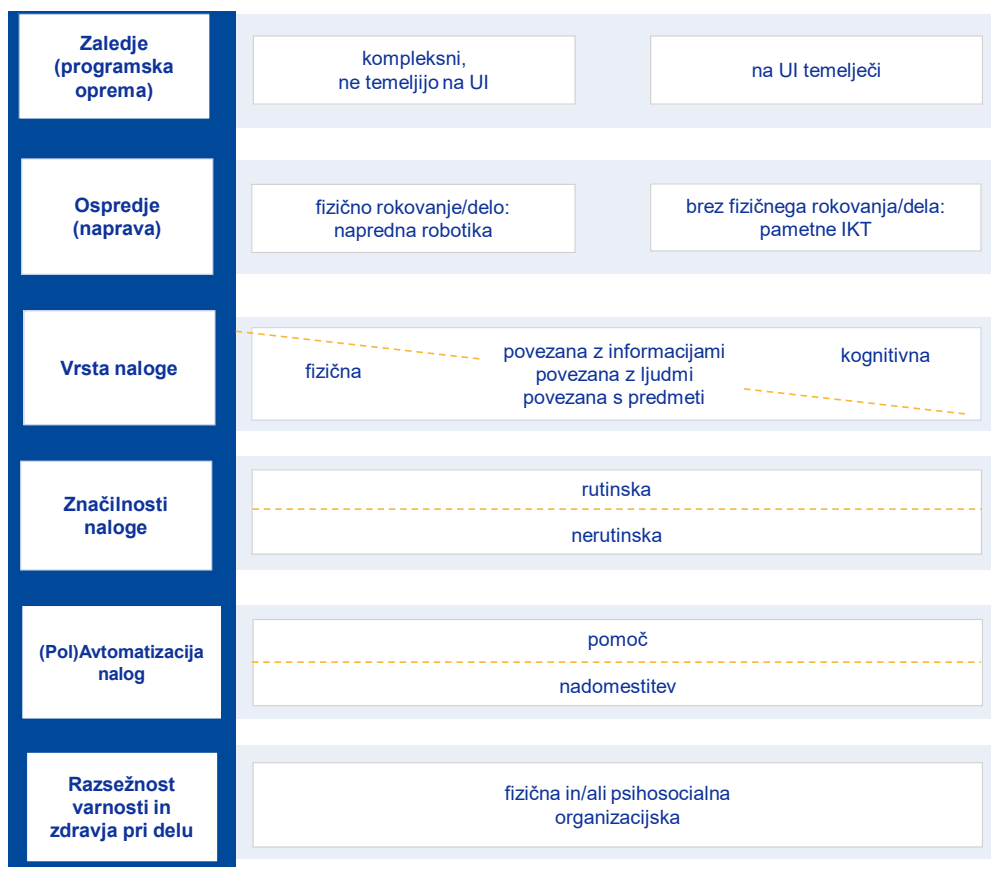
Pri vrstah robotske uporabe in IKT zapletenost algoritmov ali raven umetne inteligence, vzpostavljena v teh sistemih, določa obseg njihovih zmogljivosti in potencial za uporabo ⁽⁶⁾. To je v taksonomiji predstavljeno z ravno **zaledja (programske opreme)**. Kljub temu številni robotski sistemi, ki se uporabljajo za avtomatizacijo nalog, ne temeljijo samo na UI. Namesto tega izvajajo programirana opravila, ki so lahko sicer napredna, vendar je vsako dejanje vnaprej določeno in opredeljeno v programski arhitekturi sistema. Zaradi vključitve tudi teh sistemov sta na ravni zaledja kategoriji **tehnologij umetne inteligence in zapletenih tehnologij, ki ne temeljijo na UI**. Združevanje metod ali tehnik umetne inteligence za podatkovno analitiko, kot so **strojno učenje, nevronska omrežja** ali **globoko učenje**, z naprednimi stroji in strojno opremo omogoča nastanek na UI temelječih sistemov. Ti lahko zajemajo od večjih sistemov, kot so napredni robotski sistemi, do zelo majhnih nanotehnologij v visoko zmogljivih računalniških čipih, vgrajenih v pametne naprave.

Znatnih sprememb na delovnih mestih ter pri interakciji med delavci in sistemi zato ne povzroča tehnologija strojne opreme. Povzroča jih združevanje konkretnega zaledja s posameznim tehnološkim obličjem, ki na področju varnosti in zdravja pri delu prinaša nove izzive ter priložnosti. V celotno taksonomijo so vključene ustrezne **razsežnosti varnosti in zdravja pri delu**, ki omogočajo obravnavo posledic na UI temelječih sistemov za varnost in zdravje delavcev. Da se zagotovijo koristni nasveti glede preventive, politike in prakse v zvezi z na UI temelječimi sistemi IKT in inteligentnimi roboti na delovnem mestu, so upoštevani vsi ustrezni sestavni deli delovnega sistema. To vključuje fizično in psihosocialno delovno okolje ter socialne in organizacijske okoliščine ⁽⁷⁾. Potencialna tveganja ter priložnosti na področju varnosti in zdravja pri delu se lahko ustrezno uskladijo s temi razsežnostmi. Zato so v taksonomijo vključene tri globalne razsežnosti varnosti in zdravja pri delu v obliki **fizičnih, psihosocialnih in organizacijskih vidikov**. Fizični vidiki zajemajo izide, povezane s fizičnim zdravjem, kot je pojav kostno-mišičnih obolenj. Izidi, povezani s psihosocialno razsežnostjo, zajemajo npr. dejavnike, kot so dobro počutje, motiviranost, stres ali utrujenost. Izidi pri organizacijski razsežnosti so npr. povezani s postopkom izvajanja ali indeksi zdravja, kot sta produktivnost in odsotnost. Celotna taksonomija je prikazana na sliki 2.

⁽⁶⁾ Hämäläinen, R., Lanz, M., in Koskinen, K. T. (2018), Collaborative systems and environments for future working life: Towards the integration of workers, systems and manufacturing environments. V C. Harteis (ur.), The impact of digitalization in the workplace, Professional and Practice-based Learning, zvez. 12 (str. 25–38), Springer, Cham.

⁽⁷⁾ Leka, S., in Jain, A. (2010), Health impacts of psychosocial hazards at work: an overview, Svetovna zdravstvena organizacija. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44428>.

Slika 2: Taksonomija na UI temelječih sistemov in napredne robotike v zvezi z avtomatizacijo nalog



Vir: avtor

Pregled politik in strategij

Vsi veliki evropski deležniki, ki so upoštevní na področju varnosti in zdravja pri delu, imajo neko strategijo ali pobudo glede umetne inteligence ter njenega potencialnega vpliva na delovna mesta. Večina deležnikov ima neko obliko zahtev ali načel, ki se morajo uporabljati pri na UI temelječih sistemih ter so si podobne in temeljijo na skupnih vrednotah. Taka načela imajo npr. OECD ⁽⁸⁾, Evropska komisija ⁽⁹⁾, Evropski sindikalni inštitut ⁽¹⁰⁾ in Evropska konfederacija sindikatov ⁽¹¹⁾, določena pa so tudi v Okvirnem sporazumu evropskih socialnih partnerjev o digitalizaciji ⁽¹²⁾. Načelo, v zvezi s katerim obstaja najvišja stopnja soglasja, je **preglednost sistema**, ki je obravnavano v skoraj vseh pobudah, pa tudi v študiji predvidevanja agencije EU-OSHA ⁽¹³⁾. Pogosto se omenja tudi načelo, da je **nadzor v rokah človeka**, ali načelo **ohranitve avtonomnosti delavcev**. Poleg tega OECD in Evropska komisija v zvezi z na UI temelječimi sistemi zahtevata **tehnično robustnost** ter **spoštovanje človekovih pravic, raznolikost in nediskriminacijo**. V skupnem okvirnem sporazumu socialnih partnerjev je izrecno omenjena tudi **pravičnost**. Tu sta v okviru načel Evropske komisije in pobude Evropskega sindikalnega inštituta prav tako poudarjena vidika **zasebnosti podatkov** in **upravljanja podatkov**. Evropski sindikalni inštitut in Evropska komisija izrecno

⁽⁸⁾ OECD (2019), AI Principles overview, pridobljeno 28. aprila 2021 ob 14:37 s spletnega naslova <https://www.oecd.ai/wonk/a-first-look-at-the-oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policymakers>.

⁽⁹⁾ Evropska komisija (2020), Bela knjiga o umetni inteligenci – evropski pristop k odličnosti in zaupanju, pridobljeno 13. aprila 2021 ob 11:43 s spletnega naslova https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en.

⁽¹⁰⁾ Sodelavci Evropskega sindikalnega inštituta (5. november 2020), A law on robotics and artificial intelligence in the EU?, Evropska konfederacija sindikatov, pridobljeno 13. aprila 2021 ob 09:19 s spletnega naslova <https://www.etui.org/publications/foresight-briefs/a-law-on-robotics-and-artificial-intelligence-in-the-eu>.

⁽¹¹⁾ Evropska konfederacija sindikatov (ETUC) (13. julij 2020), Resolution on the European strategies on artificial intelligence and data, pridobljeno 13. aprila 2021 ob 09:45 s spletnega naslova <https://www.etuc.org/en/document/resolution-european-strategies-artificial-intelligence-and-data>.

⁽¹²⁾ Evropska konfederacija sindikatov (ETUC) (2020), Okvirni sporazum evropskih socialnih partnerjev o digitalizaciji, https://www.etuc.org/system/files/document/file202006/Final%2022%2006%2020_Agreement%20on%20Digitalisation%202020.pdf.

⁽¹³⁾ Stacey, N., Ellwood, P., Bradbrook, S., Reynolds, J., Williams, H., in Lye, D. (2018), Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated digitalisation by 2025 – Final report, <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated>.

omenjata vidik **odgovornosti**. Kljub temu vse pobude, strategije in programi na UI temelječe sisteme obravnavajo na bolj splošni ravni. Obravnavane vrednote in načela pa so v nekem obsegu povezani z varnostjo in zdravjem pri delu, zlasti s psihosocialnimi tveganji, zaradi česar bodo prednostno preučeni v poročilih agencije EU-OSHA: Artificial Intelligence and automation of cognitive tasks: Implications for occupational safety and health in Robots, cobots and Artificial Intelligence for the automation of physical tasks: Implications for occupational safety and health ter v prihajajoči kampanji agencije EU-OSHA v zvezi z digitalizacijo za zdrava delovna mesta, ki se začne leta 2023.

Kar zadeva nacionalno ureditev, se trenutno ne pripravlja nič konkretnega z vidika zakonodaje o na UI temelječih sistemih ter varnosti in zdravju pri delu, potekajo pa razprave s predstavniki podjetij na strokovni ravni. V sodelovanju z drugimi evropskimi strokovnjaki za standardizacijo poteka razprava o standardih za UI in biometrijo. Veliko sedanje zakonodaje (evropske zakonodaje in zakonodaje držav članic), ki ureja varnost in zdravje pri delu, se lahko na neki ravni uporabi tudi za na UI temelječe sisteme in napredno robotiko. Večina držav poroča o dejavnostih v zvezi s pravno nezavezujočimi pobudami, programi ali kampanjami. Nekatere države navajajo sektorske pobude ali smernice socialnih partnerjev, druge pa poročajo o priporočilih pomembnejših deležnikov, kot so ministrstva, raziskovalne organizacije, delavski sindikati, organizacije delodajalcev ali proizvajalci. V spodnjem informacijskem okviru je predstavljen primer ustreznih dejavnosti po različnih deležnikih za Nemčijo.

Nemčija poroča o kampanjah v zvezi z napredno robotiko ter pametno IKT in njihovo uporabo na delovnem mestu v okviru državne **strategije o UI** ⁽¹⁴⁾ in **visokotehnoške strategije do leta 2025** ⁽¹⁵⁾, ki ju je oblikovalo zvezno ministrstvo za izobraževanje in raziskave. Nemčija navaja tudi nemški časovni načrt za standardizacijo na področju umetne inteligence. Poleg tega ima dve ustrezni pobudi, ki ju velja omeniti. Zvezno ministrstvo za izobraževanje in raziskave je vzpostavilo platformo **Lernende Systeme (učeči se sistemi) – nemška platforma za umetno inteligenco** ⁽¹⁶⁾. Njen namen je zbrati strokovno znanje s področja znanosti, industrije in družbe, da se utrdi trenutno stanje na področju znanja o samoučečih se sistemih in UI. Znotraj sedmih delovnih skupin, sestavljenih iz strokovnjakov, ki prihajajo iz znanosti, gospodarskih družb, državnih organov in civilne družbe, se obravnavajo novosti in uvajanje samoučečih se sistemov, opredeljujejo področja ukrepanja in podajajo praktična priporočila. Med temi sedmimi delovnimi skupinami so npr. „Prihodnost dela ter interakcija med človekom in strojem“, „Mobilnost in inteligentni transportni sistemi“ ter „Zdravstvo, medicinska tehnologija, oskrba“. Druga pobuda, **platforma za industrijo 4.0** ⁽¹⁷⁾, je posebej osredotočena na proizvodni sektor. Vzpostavili sta jo zvezno ministrstvo za izobraževanje in raziskave ter zvezno ministrstvo za gospodarstvo in energetiko. V okviru te platforme je šest delovnih skupin, sestavljenih iz strokovnjakov, ki prihajajo iz podjetij, združenj, svetov delavcev in akademskega okolja. V teh delovnih skupinah oblikujejo koncepte, rešitve in priporočila o ključnih temah platforme „Industrija 4.0“. Pobuda zagotavlja tudi mrežo za prenos za mala in srednja podjetja (MSP) ter mrežo za mednarodno sodelovanje.

Avtorji: Patricia Helen Rosen, Zvezni inštitut za varnost in zdravje pri delu (BAuA); Eva Heinold, Zvezni inštitut za varnost in zdravje pri delu (BAuA); Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; prof. dr. Phoebe Moore, Ekonomska fakulteta Univerze v Leicesteru; dr. Sascha Wischniewski, Zvezni inštitut za varnost in zdravje pri delu (BAuA).

Projektno vodenje: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA).

© Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, 2022

Reprodukcija je dovoljena z navedbo vira.

Pripravo tega poročila o politikah je naročila Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu (agencija EU-OSHA). Njegovo vsebino, vključno z vsemi izraženimi mnenji in/ali sklepi, so prispevali samo posamezni avtorji in ne odraža nujno stališč agencije.

Prevod opravil Prevajalski center (CdT, Luksemburg), na podlagi izvirnega angleškega besedila.

¹⁴ https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/Fortschreibung_KI-Strategie_engl.pdf

⁽¹⁵⁾ https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/pdf/fortschrittsbericht-zur-hightech-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

¹⁶ <https://www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html>

¹⁷ <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Home/home.html>