

DIRBTINIS INTELEKTAS, PAŽANGIOJI ROBOTIKA IR DARBO AUTOMATIZAVIMAS. TAKSONOMIJA, POLITIKA IR STRATEGIJOS EUROPOJE

Darbo pasaulis nuolat kinta. Technologinė plėtra ir inovacijos buvo ir tebėra esminiai veiksniai, dėl kurių kinta darbo pobūdis ir darbo užduotys. Dirbtiniu intelektu (DI) grindžiamos sistemos nėra visiškai naujos, tačiau informacinių ir ryšių technologijų (IRT) ir adaptyvių algoritmų kūrimas, kurį paskatino pastaraisiais metais itin padidėjusi kompiuterių galia, labai padidino DI grindžiamų taikomųjų programų prieinamumą ir veiksmingumą. Be to, naujų technologijų, pavyzdžiui, robotų sistemų, kurios gali glaudžiai sąveikauti su žmonėmis, atsiradimas ir sparti plėtra paskatino atnaujinti diskusijas apie darbų ir užduočių automatizavimo potencialą, taip pat apie jų pasekmes darbuotojų saugai ir sveikatai (DSS)¹. Technologinių pokyčių poveikis DSS galimybės ir iššūkiams visada buvo susijęs su technologijų raida. Tačiau DI grindžiamos sistemos ir pažangioji robotika gali kokybiškai pakeisti DSS galimybes ir iššūkius arba netgi atnešti visiškai naujos naudos ir rizikos. Šiuo metu nėra bendros ir galutinės DI grindžiamų sistemų ir pažangiosios robotikos, skirtų užduočių automatizavimui, apibrėžties. Du pagrindiniai suinteresuotieji subjektai – Europos Komisija ir Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (EBPO) – pateikė savo atskiras apibrėžtis šiuo klausimu. Todėl buvo sukurta taksonomija, grindžiama užduoties pobūdžiu, aukšto lygio DI grindžiamų sistemų apibrėžtimis ir technologijų savybėmis. Ši taksonomija yra pagrindas būsimiems bandymams struktūrizuoti ir įvertinti DSS galimybes ir iššūkius, susijusius su DI grindžiamomis sistemomis ir pažangiąja robotika bei užduočių automatizavimu.

Svarbiausia – užduočių pobūdis

Turint omenyje, kad (automatizavimo) technologijos padeda atlikti konkrečias funkcijas arba jas pakeičia, vertėtų dėmesį sutelkti į užduotis, o ne į patį darbą. Todėl tiriant automatizavimo potencialo poveikį, analizės pagrindas turėtų būti užduotys². Pagal Vokietijos federalinio darbuotojų saugos ir sveikatos instituto sudarytą tikslinę programą „Darbuotojų sauga ir sveikata skaitmeniniame darbo pasaulyje“ užduotys gali būti skirstomos į kategorijas pagal jų pagrindinį tikslą³. Jos yra susijusios su **objektais**, **informacija** arba **asmeniu**. Be to, užduočių pobūdžiui apibūdinti gali būti naudojama įprastinių užduočių sąvoka. Tradicinės automatizavimo technologijos dažniausiai naudojamos įprastinėms (šabloninėms) užduotims atlikti, o DI grindžiamos sistemos taip pat gali atlikti ir neįprastas užduotis. Atskiriant **įprastines** ir **neįprastas** užduotis, sukurtoje taksonomijoje nustatomas pirmasis užduočių skirstymo į kategorijas lygmuo. Įvairioms užduotims atlikti būtinos kognityvinės funkcijos, pvz., informacijos apdorojimas, ir fiziniai veiksmai, pvz., manipuliavimas objektais. Todėl taksonomija apima antrą abstraktesnį **kognityvinių** ar **fizinių užduočių**, kurios gali būti įvairiai susijusios su objektais, informacija ir su asmeniu, lygmenį. Kiekvienoje kategorijoje taip pat gali būti atliekamos įprastinės ir neįprastos užduotys.

¹ Frey, C. B., ir Osborne, M. A. (2013). *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?* („Užimtumo ateitis. Kiek darbo vietų gali būti kompiuterizuotos?“) Oksfordo Martino programa „Ateities technologijų poveikis“.

² Bisello, M., Peruffo, E., Fernández-Macías, E., ir Rinaldi, R. (2019). Kaip kompiuterizacija transformuoja darbo rinką. Įrodymai grindžiami EUROFOUND Europos darbo sąlygų tyrimu (Nr. 2019/02). JRC darbo dokumentų serija dėl darbo, švietimo ir technologijų <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc117167.pdf>

³ Tegtmeier, P., Rosen, P. H., Tisch, A., ir Wischniewski, S. (2019). *Sicherheit und Gesundheit in der digitalen Arbeitswelt*. (Vokietijos ergonomikos draugijos rudens konferencijos procesas). GfA-Press.

1 pav. Užduočių skirstymas į kategorijas su pavyzdinėmis užduotimis

Fizinės manipuliacijos	surinkti laisvas dalis	teikti terapiją	analizuoti pardavimų duomenis	Kognityvinė užduotis (fizinės manipuliacijos nėra)
	su objektu susijusi užduotis	su asmeniu susijusi užduotis	su informacija susijusi užduotis	

Šaltinis: Autorius

Pavyzdžiui, dalių surinkimas yra tipiška fizinė užduotis, susijusi su objektu, o pardavimo duomenų analizė yra tipiška su informacija susijusi kognityvinė užduotis. Su asmeniu susijusios užduotys gali būti ir kognityvinės, ir fizinės. Galima atlikti kognityvinę užduotį, pvz., teikti asmeniui terapiją, arba fizinę užduotį, pvz., pakelti asmenį (taip pat žr. 1 pav.).

DI grindžiamų sistemų skirtingos apibrėžtys

Norint padėti atlikti įvairias užduotis arba jas pakeisti kitomis funkcijomis, reikia DI grindžiamų sistemų, kurioms būdingos įvairios technologinės savybės. Kalbant apie DI arba DI grindžiamų sistemų apibrėžtį, nėra tokios bendros apibrėžties, kuri būtų visuotinai priimtina mokslininkams, specialistams ar politikos formuotojams. Įvairūs suinteresuotieji subjektai ir mokslo disciplinos pateikia įvairias apibrėžtis. EBPO⁴ ir ES Komisija⁵ pateikė savo aukšto lygio ekspertų grupių parengtas apibrėžtis. EBPO (2019 m.) DI grindžiamas sistemas apibrėžia taip:

DI sistema yra automatizuota sistema, galinti daryti poveikį aplinkai teikdama rekomendacijas, prognozes ar priimdama sprendimus dėl tam tikrų tikslų. Joje naudojami mašininiai ir (arba) žmogaus įvestiniai duomenys, skirti: i) suvokti aplinką; ii) sukurti apibendrintus modelius; ir iii) interpretuoti šiuos modelius, kad būtų galima suformuluoti rezultatų variantus. DI sistemos yra suprojektuotos taip, kad veiktų turėdamos įvairaus lygio autonomiją.

Nepriklausoma aukšto lygio ekspertų grupė dirbtinio intelekto klausimais, kurią įsteigė Europos Komisija (2019 m.), pateikia šią apibrėžtį:

Dirbtinis intelektas (DI) – tai sistemos, kurios elgiasi protingai, analizuodamos savo aplinką ir priimdamos gana savarankiškus sprendimus tikslui pasiekti. DI sistemos gali būti grindžiamos vien tik programine įranga ir veikti virtualiajame pasaulyje (pvz., balso sintezatoriai, vaizdo analizės programinė įranga, paieškos sistemos, kalbos ir veido atpažinimo sistemos) arba gali būti integruotos aparatinės įrangos įrenginiuose (pvz., pažangiuose robotuose, savaeigėse transporto priemonėse, bepiločiuose orlaiviuose ar daiktų interneto objektuose).

Abiejose DI grindžiamų sistemų apibrėžtyse bendrai teigiama, kad sistemos suvokia savo aplinką tam tikru būdu, analizuoja informaciją ir priima sprendimus. Svarbus DI grindžiamų sistemų skirtumas yra jų gebėjimas atlikti **fizines manipuliacijas** ar veiksmus savo aplinkoje. Taigi į taksonomiją įtrauktas **pradinio (įrenginio)** lygmuo. Viena iš pagrindinių sričių, kurioje pastaraisiais metais įdiegta daug inovacijų, kuriomis remiamos **fizinės manipuliacijos ir veiksmai**, yra **robotikos** sritis. Išplėstas robotų tipų spektras. Tradiciniai ir stacionarūs robotai, galintys pakelti sunkius krovinius ir sukurti veikti greitai bei tiksliai, jau nebėra robotikos pagrindas. Sistemos su mažesne apkrova, taip pat naujos kartos jutikliai ir pavaros sudarė sąlygas atsirasti naujoviškų tipų robotams. Jos sudaro sąlygas glaudesnei žmonių ir robotų sąveikai mažiau struktūrizuotoje ir sudėtingesnėje aplinkoje, nesusijusioje su tradicine gamybos pramone. Šių rūšių sistemos dažnai vadinamos **kobotais** arba **lengvaisiais robotais**.

Šiuolaikinės informacinės ir ryšių technologijos (IRT) daugiausia naudojamos **kognityvinių užduočių** palaikymui arba pakeitimui, kai **nereikia fiziškai sąveikauti su objektais ar asmenimis**. Tai gali būti **staliniai kompiuteriai** ir **mobilieji įrenginiai (išmanieji telefonai, planšetiniai kompiuteriai)** bei

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

⁵ Europos Komisija, Nepriklausoma aukšto lygio ekspertų grupė dirbtinio intelekto klausimais (2019 m.). *A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines*. („Dirbtinio intelekto apibrėžtis: pagrindiniai pajėgumai ir disciplinos“). Europos Komisija.

dėvimieji prietaisai, pvz., **išmanieji laikrodžiai** ar **išmanieji akiniai**. Daugelis šių technologijų tapo kasdienio gyvenimo dalis ne tik daugelyje darbo vietų, bet ir asmeniniame žmonių gyvenime. Kognityvinių funkcijų, kurias IRT gali remti, apimtis nuolat didėja. Naujoviškos sistemos ne tik rodo informaciją, bet ir gali lengvai stebėti veiksmus, taip pat tikruoju laiku teikti su aplinkybėmis susijusią informaciją. Tačiau išanalizavus esamas technologijas paaiškėjo, kad kognityvinėms užduotims naudojamos ne tik IRT, bet ir daugelis robotikos sistemų taip pat iš dalies arba visiškai palaiko kognityvines užduotis.

Užduotimis grindžiama taksonomija darbo vietų taikomosioms programoms ir DSS

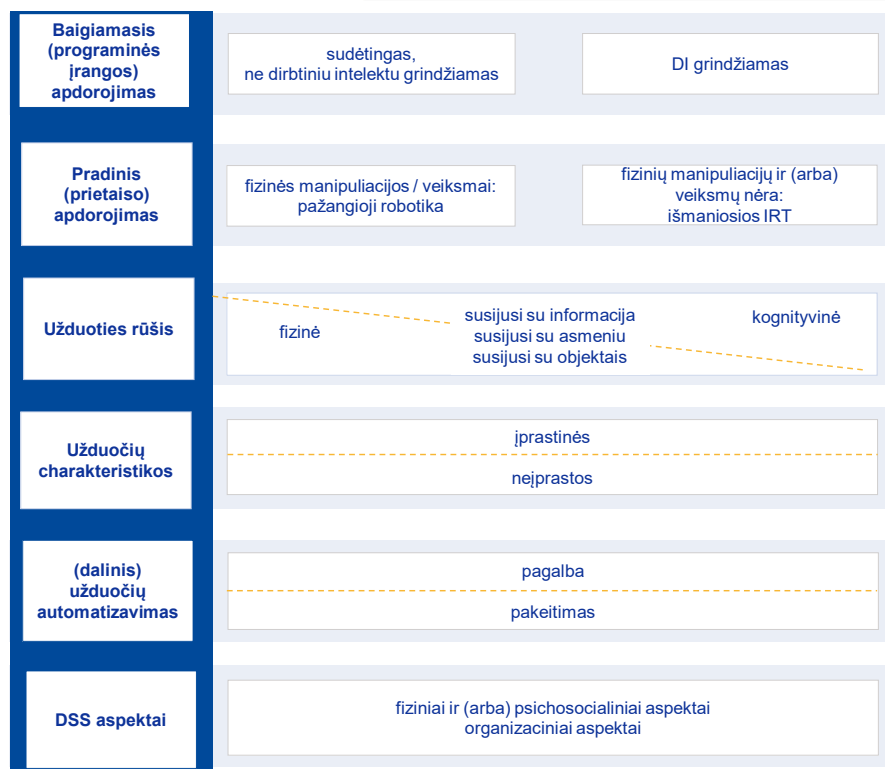
Tiek robotų taikomosioms programoms, tiek IRT, šių sistemų pajėgumai ir naudojimo potencialas priklauso nuo algoritmų sudėtingumo arba dirbtinio intelekto masto⁶. Tai reiškia taksonomijos **baigiamąjį (programinės įrangos) lygmenį**. Tačiau daugelis robotikos sistemų, naudojamų užduotims automatizuoti, nėra vien DI grindžiamos sistemos. Jos veikia atlieka planuotą užduotį, kurią būtų galima patobulinti, tačiau kiekvienas veiksmas yra iš anksto nustatytas ir apibrėžtas sistemos programavimo struktūroje. Siekiant įtraukti ir šias sistemas, baigiamasis lygmuo apima **dirbtinio intelekto ir sudėtingo (ne dirbtiniu intelektu grindžiamo) lygmens kategorijas**. Dirbtinio intelekto metodų arba duomenų analizės metodų, tokių kaip **mašinių mokymasis**, **dirbtiniai neuroniniai tinklai** arba **gilusis mokymasis** su pažangiomis mašinomis ir aparatine įranga, derinimas sudaro sąlygas kurti DI grindžiamas sistemas. Jos gali būti įvairios – nuo didesnių sistemų, pvz., pažangiosios robotikos, iki labai mažų nanotechnologijų kompiuterių lustuose, kurių našumas aukštas ir kurie yra integruoti į išmaniuosius prietaisus.

Taigi ne aparatinės įrangos technologija lemia esminius pokyčius darbo vietose ir darbuotojų bei sistemų sąveiką. Dėl konkretaus baigiamojo lygmens ir atskiro technologinio pradinio lygmens derinio DSS kyla naujų iššūkių, tačiau atsiranda naujų galimybių. Siekiant atsižvelgti į DI grindžiamų sistemų pasekmes darbuotojų saugai ir sveikatai, į bendrą taksonomiją taip pat įtraukti atitinkami **DSS aspektai**. Siekiant teikti prasmingas konsultacijas dėl DI grindžiamų IRT sistemų ir išmaniųjų robotų prevencijos, politikos ir praktikos darbo vietoje, atsižvelgiama į visus atitinkamus darbo sistemos komponentus. Tai apima fizinę ir psichosocialinę darbo aplinką, taip pat socialines ir organizacines aplinkybes⁷. Galima DSS rizika ir galimybės gali būti atitinkamai suderintos su šiais aspektais. Todėl į taksonomiją įtraukti trys globalūs DSS aspektai, t. y. **fiziniai**, **psichosocialiniai** ir **organizaciniai aspektai**. Fiziniai aspektai apima su fizine sveikata susijusius rezultatus, pvz., raumenų ir kaulų sistemos sutrikimų pasireiškimą. Su psichosocialiniu aspektu susiję rezultatai apima, pavyzdžiui, tokius veiksnius kaip gerovė, motyvacija, stresas ar nuovargis. Organizacinio aspekto rezultatai, pavyzdžiui, yra susiję su įgyvendinimo procesu arba sveikatos rodikliais, pavyzdžiui, produktyvumu ar jo nebuvimu. Visa taksonomija pateikta 2 paveiksle.

⁶ Hämäläinen, R., Lanz, M., ir Koskinen, K. T. (2018). *Collaborative systems and environments for future working life: Towards the integration of workers, systems and manufacturing environments* („Bendradarbiavimo sistemos ir aplinka būsimam profesiniam gyvenimui: siekiant integracijos tarp darbuotojų, sistemų ir gamybos aplinkos“). C. Harteis (Ed.) *The impact of digitalization in the workplace. Professional and Practice-based Learning* („Skaitmeninio poveikis darbo vietoje. Profesinis ir praktika grindžiamas mokymasis“), 12 tomas (p. 25–38). Springer, Cham.

⁷ Leka, S. ir Jain, A. (2010). *Health impacts of psychosocial hazards at work: an overview* („Psichosocialinių pavojų poveikis sveikatai darbe: apžvalga“). Pasaulio sveikatos organizacija. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44428>

2 pav. Dirbtiniu intelektu grindžiamų sistemų taksonomija ir pažangioji robotika užduočių automatizavimui



Šaltinis: Autorius

Politikos ir strategijų apžvalga

Visi pagrindiniai Europos su DSS susiję suinteresuotieji subjektai pateikia tam tikrą strategiją ar iniciatyvą dėl dirbtinio intelekto ir jo galimo poveikio darbo vietoms. Dauguma suinteresuotųjų subjektų pateikia tam tikrus reikalavimus arba poreikio principus DI pagrįstoms sistemoms, kurie turi panašumų ir bendrų vertybių. Pavyzdžiui, tokius principus pateikia EBPO⁸, ES Komisija⁹, Europos profesinių sąjungų institutas (ETUI)¹⁰, Europos profesinių sąjungų konfederacija (ETUC)¹¹ ir Europos socialinių partnerių pagrindų susitarimas dėl skaitmeninimo¹². Didžiausias konsensusas yra **systemos skaidrumas**, į kurį atsižvelgiama beveik kiekvienoje iniciatyvoje ir Europos darbuotojų saugos ir sveikatos agentūros (EU-OSHA) įžvalgų tyrime¹³. Taip pat dažnai minimas **žmogaus kontrolės arba darbuotojų autonomijos išsaugojimo** principas. Be to, EBPO ir ES Komisija reikalauja, kad DI grindžiamose sistemose būtų užtikrintas **techninės įrangos patvarumas** ir **pagarba žmogaus teisėms, įvairovė ir nediskriminavimas**. **Sąžiningumas** taip pat aiškiai paminėtas bendrame socialinių partnerių pagrindų susitarime. Šioje srityje, atsižvelgiant į ES Komisijos principus ir ETUI iniciatyvą, taip pat atkreipiamas dėmesys į **duomenų privatumo** ir **duomenų valdymo** aspektą. **Atskaitomybės** aspektas aiškiai paminėtas ETUI ir ES Komisijos. Tačiau visose

⁸ EBPO. (2019). DI principų apžvalga. Parsisiūsta 14:37, 2021 m. balandžio 28 d. iš <https://www.oecd.ai/wonk/a-first-look-at-the-oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policymakers>

⁹ Europos Komisija. (2020). Baltoji knyga „Dirbtinis intelektas. Europos požiūris į kompetenciją ir pasitikėjimą“. Parsisiūsta 11:43, 2021 m. balandžio 13 d. iš https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en

¹⁰ ETUI autoriai. (2020 m. lapkričio 5 d.). *A law on robotics and artificial intelligence in the EU?*. („Robotikos ir dirbtinio intelekto teisės aktas ES?“) Europos profesinių sąjungų institutas. Parsisiūsta 09:19, 2021 m. balandžio 13 d. iš <https://www.etui.org/publications/foresight-briefs/a-law-on-robotics-and-artificial-intelligence-in-the-eu>

¹¹ Europos profesinių sąjungų konfederacija (ETUC). (2020 m. liepos 13 d.). Rezoliucija dėl Europos dirbtinio intelekto ir duomenų strategijų. Parsisiūsta 09:45, 2021 m. balandžio 13 d. iš <https://www.etuc.org/en/document/resolution-european-strategies-artificial-intelligence-and-data>

¹² Europos profesinių sąjungų konfederacija (ETUC). (2020). Europos socialinių partnerių preliminarioji sutartis dėl skaitmeninimo. 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., ir Lye, D. (2018). Prognozės dėl naujos ir atsirandančios rizikos, susijusios su skaitmeninimu iki 2025 m. Galutinė ataskaita <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated>.

iniciatyvose, strategijose ir programose DI grindžiamos sistemos aptariamos bendresniu lygmeniu. Tačiau aptariamos vertybės ir principai tam tikru mastu yra susiję su DSS, ypač su psichosocialine rizika, todėl EU-OSHA ataskaitose jie bus nagrinėjami prioritetine tvarka: ataskaitose „Dirbtinis intelektas ir kognityvinių užduočių automatizavimas: poveikis darbuotojų saugai ir sveikatai“ ir „Robotai, kobotai ir dirbtinis intelektas fizinių užduočių automatizavimui: poveikis darbuotojų saugai ir sveikatai“, taip pat būsimoje EU-OSHA saugių darbo vietų kampanijoje dėl skaitmeninimo, kuri prasidės 2023 m.

Kalbant apie nacionalinį reglamentavimą, šiuo metu nėra rengiamas joks konkretus teisės aktas dėl DI grindžiamų sistemų ir DSS, nors vyksta ekspertų lygmens diskusijos su verslo atstovais. Bendradarbiaujant su kitais Europos standartizacijos ekspertais aptariami DI ir biometrinių duomenų standartai. Daugelis dabartinių (Europos ir valstybių narių) DSS reglamentuojančių teisės aktų tam tikru lygmeniu taikomi naudojant DI grindžiamas sistemas ir pažangiąją robotiką. Dauguma šalių praneša apie veiklą, susijusią su teisiškai neprivalomomis nacionalinėmis iniciatyvomis, programomis ar kampanijomis. Kai kurios šalys nurodo sektorines socialinių partnerių iniciatyvas arba gaires, o kitos – pagrindinių suinteresuotųjų subjektų, pvz., ministerijų, mokslinių tyrimų organizacijų, darbuotojų sąjungų, darbdavių organizacijų ar gamintojų, rekomendacijas. Įvairių suinteresuotųjų subjektų atitinkamos veiklos pavyzdys Vokietijoje pateiktas informaciniame langelyje.

Vokietija, įgyvendindama vyriausybės **DI strategiją**¹⁴ ir Federalinės švietimo ir mokslinių tyrimų ministerijos parengtą **Aukštųjų technologijų strategiją 2025**¹⁵, praneša apie pažangiosios robotikos ir pažangiųjų IRT bei jų naudojimo darbo vietoje kampanijas. Vokietija taip pat mini Vokietijos dirbtinio intelekto standartizacijos veiksmų gaires. Be to, Vokietija turi dvi atitinkamas iniciatyvas, kurias verta paminėti. Federalinė švietimo ir mokslinių tyrimų ministerija sukūrė platformą „**Lernende Systeme – Vokietijos dirbtinio intelekto platforma**“¹⁶. Jos tikslas – sutelkti mokslo, pramonės ir visuomenės žinias, konsoliduoti dabartines žinias apie savimokos sistemas ir DI. Septyniose darbo grupėse, kurias sudaro mokslo, įmonių, vyriausybės ir pilietinės visuomenės ekspertai, aptariami pokyčiai ir savimokos sistemų diegimas, nustatomos veiksmų sritys ir pateikiamos praktinės rekomendacijos. Tarp septynių darbo grupių yra, pavyzdžiui, „Darbo vietų ateitis ir žmogaus bei mašinos sąveika“, „Judumas ir pažangiosios transporto sistemos“ arba „Sveikatos priežiūra, medicinos technologijų priežiūra“. Antroji iniciatyva „**Platformų pramonė 4.0**“¹⁷ yra konkrečiai skirta apdirbamosios pramonės sektoriui. Ją taip pat pradėjo Federalinė švietimo ir mokslinių tyrimų ministerija, taip pat Federalinė ekonomikos ir energetikos ministerija. Šioje platformoje taip pat yra šešios darbo grupės, kurias sudaro įmonių, asociacijų, darbo tarybų ir akademinės bendruomenės ekspertai. Jos rengia darbo grupių koncepcijas, sprendimus ir rekomendacijas pagrindinėmis „Pramonės 4.0“ temomis. Šia iniciatyva taip pat sukuriama mažųjų ir vidutinių įmonių (MVĮ) perdavimo tinklas ir tarptautinio bendradarbiavimo tinklas.

Autoriai: Patricia Helen Rosen, Federalinis darbuotojų saugos ir sveikatos institutas (BAuA); Eva Heinold, Federalinis darbuotojų saugos ir sveikatos institutas (BAuA); Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; Prof. dr. Phoebe Moore, Lesterio universitetas, Verslo mokykla; Dr. Sascha Wischniewski, Federalinis darbuotojų saugos ir sveikatos institutas (BAuA)

Projektą administravo: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA)

© Europos darbuotojų saugos ir sveikatos agentūra, 2022

Leidžiama atgaminti nurodžius šaltinį.

Šią politikos santrauką užsakė Europos darbuotojų saugos ir sveikatos agentūra (EU-OSHA). Santrauką, įskaitant bet kokią joje išreikštą nuomonę ir (arba) pateiktas išvadas, parengė tik autoriai ir jos turinys nebūtinai atitinka EU-OSHA nuomonę.

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>