

## PAŽANGIOJI ROBOTIKA IR AUTOMATIZAVIMAS. KOKIE YRA PAVOJAI IR GALIMYBĖS DARBUOTOJŲ SAUGAI IR SVEIKATAI?

Naujų technologijų, pvz., pažangiųjų robotikos sistemų, kurios gali glaudžiai sąveikauti su žmonėmis, atsiradimas paskatino atnaujinti diskusijas apie darbų ir užduočių automatizavimo galimybes, taip pat apie jų pasekmes darbuotojų saugai ir sveikatai (DSS). Sparti plėtra ir naujos žmogaus ir technologijų sąveikos formos atveria naujų galimybių ir kelia naujų uždavinių DSS srityje. Pažangioji robotika gali kokybiškai pakeisti galimybes ir uždavinius DSS srityje, ar duoti visiškai naujos naudos ir lemti naujos rizikos atsiradimą. Įžvalgos apie žmogaus ir technologijų sąveikos DSS veiksmus ir nauji moksliniai atradimai, susiję su robotizuotomis sistemomis, padeda nustatyti svarbius rizikos ir galimybių veiksmus, taip pat veiksmus, susijusiems būtent su pažangiąja robotika ir kobotais.

### Pažangiosios robotikos raida

Derinant dirbtinį intelektą (arba išmaniuosius algoritmus) ir robotikos prietaisus, didinamas robotikos autonomiškumo ir funkcionalumo lygis. Atrasdami vis daugiau būdų į robotų aparatinę įrangą integruoti DI grindžiamą programinę įrangą, sužinome vis daugiau, pvz., pastebime laipsniškai tobulėjančią elgseną, visų pirma nestruktūrizuotoje aplinkoje arba natūralios kalbos apdorojimo srityje. Tačiau robotikos sistemos, kurios nėra grindžiamos DI, jau pasižymi įvairiais pažangiais gebėjimais ir jos taip pat aptariamos sprendžiant šį klausimą. Įvairios pažangiosios robotikos sistemos, galinčios sąveikauti su žmonėmis, aptariamos kokybiškoje mokslinėje literatūroje. Jas galima skirstyti pagal numatytą paskirtį, taip pat pagal atskirus požymius, pvz., judumą. Fizinėms užduotims automatizuoti dažniausiai naudojami **pramoniniai robotai**. Remiantis Tarptautinės standartizacijos organizacijos (ISO) standartu (ISO 8373:2012), pramoninis robotas – tai „automatiškai kontroliuojamas, perprogramuojamas universalus manipulatorius, programuojamas pagal tris ar daugiau ašių“, kuris gali būti stacionarus arba judrus. Šią apibrėžtį taip pat patvirtino Tarptautinė robotikos federacija (IFR). Kitų rūšių robotikos sistemos yra **nuotoliniu būdu veikiančys robotai**, kurie naudojami, pvz., nuotoliniu būdu atliekant techninės priežiūros operacijas. **Medicininiai robotai** yra antra mokslinėje literatūroje dažnai aptariama robotų grupė. Medicininiai fizinių užduočių automatizavimo robotai – tai tokios sistemos kaip **robotinės riedančios vaikštynės**<sup>1, 2</sup>, padedančios pagyvenusiems arba sutrikimų turintiems žmonėms, taip pat **robotizuota terapija** pusiausvyros funkcijai po insulto reabilituoti<sup>3</sup>. Pacientams nešti ir kelti pritaikyti medicininiai robotai, kartais vadinami **slaugos robotais**, dar tik kuriami. **Gamybos** srityje į robotinę aparatinę įrangą vis dažniau integruojant DI grindžiamos programinės įrangos funkcijas einama prie naujos robotikos sistemų kartos. Robotikos sistemos skirstomos ne tik pagal konkrečią paskirtį, bet ir pagal judumo laipsnį. Galima pastebėti, kad įvairiose darbo aplinkose integruojami mobilieji robotai arba **autonominės transporto priemonės (ATP)**. Ypač **logistikos ir sandėliavimo** srityje robotai tampa vis savarankiškesni.

Žmogaus ir roboto sąveika apibūdinama vartojant **bendradarbiavimo ir sambūvio sąvokas**. Sambūviui (angl. *co-existence*) būdingi epizodiniai žmogaus ir roboto susitikimai, kai sąveika ribota tiek laiko, tiek erdvės atžvilgiu. Žmogus ir robotas nesiekia jokie bendro tikslo darbe ir jų veiksmai laiko požiūriu nesusiję. Sambūvio darbo vietoje pavyzdys – transportavimo robotas, pravažiuojantis pro jį prižiūrintį asmenį sandėlyje. Bendradarbiavimu (angl. *cooperation, collaboration*) apibūdinama glaudesnė žmogaus ir roboto sąveika, kuriai būdingas bendras tikslas ir laiko atžvilgiu susietos užduotys. Žmogus ir robotas bendradarbiauja siekdami bendro tikslo, tačiau žmogaus ir roboto užduotys yra aiškiai atskirtos. Žmogus ir robotas, siekdami galutinio rezultato, vykdo skirtingas dalines iš anksto paskirtas užduotis. Bendradarbiavimas (angl. *collaboration*) gali būti laikomas glaudžiausia sąveikos forma. Žmogaus ir robotų veiksmai atliekami vienu metu ir su tuo pačiu objektu. Pavyzdžiui, pagalba keliant pacientus yra bendradarbiavimu grindžiamos sąveikos forma. Žmogus ir robotas siekia bendro tikslo ir veiksmai turi būti tiesiogiai koordinuojami. Dalinės užduotys skirstomos nuolat ir prireikus pritaikomos prie situacijos.

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

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

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

## Poveikis užduotims, darbui ir sektoriams

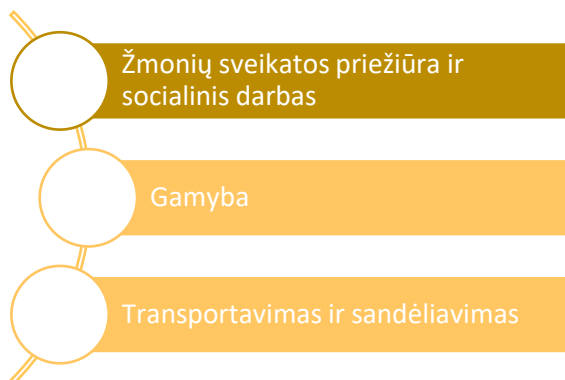
Kaip galima tikėtis, fizinio pobūdžio užduotys, kurios dažniausiai automatizuojamos pasitelkiant pažangiosios robotikos sistemas, yra susijusios su objektu. Tačiau taip pat esama tam tikrų fizinių su asmeniu susijusių užduočių, kurioms įtaką daro užduočių automatizavimas. Įvairiuose sektoriuose (medicinos, gamybos ir statybos) pasitaikantis automatizuojamos arba įvairiomis sistemomis robotizuojamos užduoties pavyzdys – daiktų ar net žmonių kėlimas. Iš šio pavyzdžio matyti, kaip įvairiuose sektoriuose ir atitinkamose darbo vietose automatizuojama ta pati užduotis.

**Robotikos sistemos gali turėti teigiamos įtakos DSS, ypač atliekant purvinus, nuobodžius ir pavojingus darbus.**

**Pasikartojančių ir įprastinių užduočių** automatizavimo tikimybė yra didesnė. Šios užduotys gali būti programuojamos ir koduojamos, taip pat galima sukurti sistemą, kuri mokysis iš šių duomenų naudodama DI metodus. Todėl tikėtina, kad įprastinės fizinės ir ne tokios sudėtingos užduotys bus pakeistos. Tai gali lemti **darbo vietų panaikinimą**, visų pirma tai pasakytina apie **žemos kvalifikacijos** darbo vietas, kuriose atliekama daug pasikartojančių ir įprastinių užduočių. Laikantis šiek tiek kitokio požiūrio, reikia pažymėti, kad **daugelis įprastinių fizinių užduočių** jau buvo automatizuotos jas mechanizuojant, todėl automatizuotinų užduočių gali būti likę mažiau. Bendradarbiaujančių robotų naudojimas, **gali paskatinti naujų darbo vietų kūrimą**. Šios sistemos leidžia išvien panaudoti žmogaus ir mašinos jėgą. Žmonėms ir robotams bendradarbiaujant gali padidėti našumas, o tai gali būti naudinga organizacijai, kuri gali daugiau investuoti ir sukurti naujų darbo vietų. Tačiau šios sistemos gali atlikti darbo užduotis, kurias paprastai vykdo keli žmonės. Todėl stebėsime, kaip pereinama prie situacijos, kai vienas žmogus valdys kelias robotikos sistemas.

Išanalizavus automatizuotas fizines užduotis įvairiuose sektoriuose, paaiškėjo, kad daug užduočių automatizuota arba iš dalies automatizuota **žmonių sveikatos priežiūros ir socialinio darbo** sektoriuje. Dauguma šių užduočių vykdomos **ligoninėse**.

### 1 pav. Trys sektoriai, kuriuose fizinės užduotys automatizuojamos dažniausiai (mokslinės literatūros duomenimis)



Antra, didelė įtaka daroma ir **gamybos** sektoriui. **Automobilių pramonės sektorius** dažnai įvardijamas kaip pagrindinis. Tačiau **žmogaus sveikatos priežiūros ir socialinio darbo** sektoriui mokslinėje literatūroje skiriama šiek tiek daugiau dėmesio, o taip gali būti susiję su publikacijų tendencingumu. Mokslinėje literatūroje taip pat gana dažnai aptariamas ir ekspertų buvo minimas **transportavimo ir sandėliavimo** sektorius. Mokslinėje literatūroje rečiau minimi, tačiau ekspertų buvo pabrėžiami **statybos ir žemės ūkio, miškininkystės ir žuvininkystės** sektoriai. Robotai ypač naudingi tuomet, kai reikia perimti arba darbuotojui padėti atlikti darbą su sunkiais kroviniais (pvz., automatiniai kranai). **Žemės ūkio, miškininkystės ir žuvininkystės** sektorius yra gana išvystytas atsižvelgiant į autonomines sistemas ir šių technologijų naujovių šiame sektoriuje sparčiai daugėja.

## DSS svarbūs žmogaus ir roboto sąveikos aspektai

Remiantis ankstesniais moksliniais tyrimais, nustatyti keturi skirtingi žmogaus ir roboto sąveikos aspektai, kuriuos galima susieti su įvairiais pavojais ir galimybėmis DSS srityje: **funkcijų arba užduočių paskirstymas, užduočių planavimas, sąveikos projektavimas**, taip pat **valdymas ir priežiūra**. Šie aspektai nėra visiškai nesusiję ir jiems būdinga tarpusavio priklausomybė.

### Funkcijų paskirstymas ir užduočių planavimas

Automatizavimas – tai tęstinis procesas, kai skirtingais laipsniais galima automatizuoti įvairias funkcijas<sup>4</sup>. Plečiantis pažangiosios robotikos galimybėms, galime pastebėti perėjimą nuo įprastų užduočių paskirstymo procesų prie dinamiškesnių užduočių paskirstymo procesų. Yra įvairių psichologinių aspektų, į kuriuos reikia atsižvelgti ir kuriems įtaką gali daryti tikroju laiku vykdomas *ad hoc* užduočių paskirstymas, pvz., **tai, kaip suprantama proceso kontrolė, protinės pastangos, tai, kaip suprantamas teisingumas, užduoties tapatumas** ir pritarimas užduočių paskirstymo rezultatui, darbų srautas ir pasitikėjimas savimi bei pasitenkinimas<sup>5</sup>. Žmogaus ir roboto užduočių vykdymo lankstumas reikalauja aukšto technologinės pažangos

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

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

lygio. **Funkcijų ar užduočių paskirstymas** gali tapti dinamiškesnis, nes robotikos sistemas galima bus naudoti lanksčiai. Darant prielaidą, kad technologinė parengtis ir tinkami tokio naudojimo atvejai yra ne tik funkcijų paskirstymo proceso rezultatas, bet ir pats procesas kels riziką ir suteiks galimybių DSS, kurios aptariamose atitinkamame skyriuje toliau. Tiesioginė paskirstymo proceso pasekmė – žmogui likusi darbo dalis (darbo turinys). Vienas pagrindinių darbo užduočių planavimo ypatumų, dėl kurio gali kilti su DSS susijusi rizika ir atsirasti galimybių, susijęs su žmogui suteikiamos laisvės spręsti arba **darbo kontrolės** mastu ir kokybe.

### Sąveikos projektavimas

Robotų projektavimo aspektai ir sąveikos projektavimas gali būti susiję su robotikos sistemos išvaizda ir įkūnijimu, roboto elgsena ir judėjimu ar sąveika, taip pat su bendravimo stiliais ir kanalais. Robotų judėjimo srityje nagrinėjami tokie aspektai kaip greitis, pagreitis ir lėtėjimas, trajektorijos, artėjimo ar aplenkimo strategijos. Žmogaus ir pažangiųjų robotų bendravimas gali būti suprojektuotas įvairiais laipsniais. Buvo atlikti tyrimai, siekiant palyginti skirtingų komunikacijos kanalų poveikį, pavyzdžiui, kelių būdų, tokių kaip gestas ir kalba, derinimo veiksmingumas<sup>6</sup>. Kitos pastangos yra orientuotos į konkrečius verbalinės sąveikos scenarijus, pvz., kai robotikos sistemos prašo sąveikaujančio žmogaus partnerio pagalbos<sup>7</sup>. Šie skirtingi sąveikos projektavimo aspektai įvairiais mastais susiję su DSS rizika ir galimybėmis. Palyginamais sąveikos projektavimo tyrimais bandoma nustatyti požymius ir ypatumus, kurie sudarytų sąlygas sklandžiai ir savaiminei sąveikai. Bendras tikslas – stiprinti **gerovės, pripažinimo, pasitikėjimo, teigiamų emocijų** pojūtį ir užtikrinti **teigiamą naudotojo patirtį arba darbo srautą**<sup>8</sup>. Be to, sąveika neturi sukelti disfunkcinio **darbo krūvio, dirginimo, įtampos ar trikdžių** – jei įmanoma, jie turėtų būti mažinami. Vis dėlto robotikos projektavimo aspektai nėra atskirai vertintini aspektai ir visada turi atspindėti atitinkamą kontekstą ir darbo užduotį. Pavyzdžiui, sveikatos priežiūros srityje robotų ir pramoninių robotų sąveikos reikalavimai yra skirtingi.

**Projektuojant žmogaus ir roboto sąveiką, reikia aiškiai apibrėžti atsakomybę ir atskaitomybę. Darbuotojai turi žinoti roboto gebėjimus ir ribas.**

### Valdymas ir priežiūra

Sistemos valdymo ir priežiūros aspektas gali būti laikomas tiesiogine pasekme, atsirandančia paskirstant funkcijas ir projektuojant konkrečią sąveiką<sup>9</sup>. Kadangi robotikos sistemos, glaudžiai sąveikaujančios su žmonėmis darbo vietoje, yra santykinai naujos, darbuotojai dar nėra patyrę ir įpratę su jomis sąveikauti. Kai su šiomis sistemomis susipažįstama labiau, jos nebeatrodo tokios naujoviškos, nes išankstinį įsivaizdavimą apie jų galimybes ir elgseną keičia realusis vaizdas<sup>10</sup>. T. Nomura ir kt. priėjo prie išvados, kad neigiamo požiūrio į robotikos sistemas sumažėjo dėl to, kad padaugėjo sąveikos su robotais patirties. Didelis **robotų autonomiškumas** taip pat buvo siejamas su ne tokiu stipriu **atsakomybės** už darbo užduotį jausmu<sup>11</sup>. Taigi skaidrus robotų projektavimas ir elgsena turi esminę reikšmę siekiant užkirsti kelią galimiems pavojams, pvz., atsakomybės ir atskaitomybės jausmo silpnėjimui naudojant sistemą. Be to, kai operatoriai vienu metu turi vykdyti neautomatizuotas užduotis ir prižiūrėti automatizuotus procesus, jie gali būti linkę **pernelyg kliautis automatizuotais procesais**<sup>12</sup>. Todėl svarbu pripažinti psichinio darbo krūvio lygį, kurį gali lemti robotikos sistemos valdymas ir priežiūra, ir jį atsižvelgti darbo aplinkoje nustatant įvairių užduočių priežiūrą ir veiklą.

2 pav. Žmogaus ir roboto sąveikos aspektai



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

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

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

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

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

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

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



## Galimybės darbuotojų saugai ir sveikatai

Darbo vietoje įdiegtos pažangiosios robotikos sistemos darbuotojams gali atverti daugybę su DSS susijusių galimybių. Dėl **funkcijų ar užduočių paskirstymo** pažymėtina, kad esama įvairių psichologinių aspektų, į kuriuos reikia atsižvelgti, pvz., suvokiama proceso kontrolė, protinės pastangos, suvokiamas teisingumas, užduoties tapatumas ir pritarimas užduočių paskirstymo rezultatui, darbų srautas ir pasitikėjimas savimi bei pasitenkinimas<sup>13</sup>. Tačiau jei užduotys paskirstomos tinkamai, rezultatas gali būti didesnis sistemos našumas, **mažesnis klaidų skaičius, optimalus darbo krūvis, didesnė motyvacija, pasitenkinimas ir gerovė**. Be to, tikėtina, kad didesnis **pasitikėjimas** ir **pritarimas**, nes požiūris formuojamas remiantis sistemos poveikiu<sup>14</sup>.

**Principas „žmogus kontroliuoja“ yra svarbi žmogaus ir roboto sąveikos projektavimo gairė, siekiant užkirsti kelią mažėjančiam darbo kontrolės lygiui.**

**Darbo kontrolės** sąvoka, apimanti sprendimų priėmimo laisvės, laiko ir paties metodo kontrolės aspektus, darbo psichologijoje vartojama seniai. Mokslinėje literatūroje labai išsamiai aprašytas teigiamas darbo kontrolės poveikis darbuotojų gerovei, motyvacijai, pasitenkinimui ir psichikos sveikatai, padedantis atlaikyti aukštus darbo reikalavimus<sup>15, 16, 17</sup>. Galimybė darbuotojams atlikti tam tikras darbo užduotis naudojant lanksčią robotikos sistemą, leidžia **didinti darbo kontrolės lygius**, vadovaujantis tam tikromis projektavimo rekomendacijomis<sup>18</sup>. Principas „žmogus kontroliuoja“ turėtų būti laikomas pagrindine projektavimo gaire. Pakankamo sistemos skaidrumo užtikrinimas arba net galimybių įgyvendinti individualias sąveikos strategijas sudarymas gali padėti užtikrinti sklandžią sąveiką.

Be psichologinių galimybių, pažangioji robotika taip pat gali turėti teigiamą poveikį darbuotojų **fizinei gerovei ir saugai**. Naudojant tokias sistemas kenksmingoje ir pavojingoje darbo aplinkoje, atsiranda galimybių, apie kurias reikia kalbėti. Robotizuotos sistemos pirmiausia suteikia galimybę visiškai atsisakyti žmogaus dalyvavimo tokioje nepalankioje aplinkoje. Antra, robotizuotos sistemos gali **pagerinti fizinę sveikatą**, susijusią su raumenų ir kaulų sistemos sutrikimais, ypač atliekant surinkimo ir kėlimo užduotis. Be šių veiksnių, fizinės įtampos ar nepalankaus darbo krūvio mažinimas atveria kitą apčiuopiamą galimybę DSS srityje<sup>19</sup>.

## Rizika darbuotojų saugai ir sveikatai

Su funkcijų paskirstymu susijusi rizika apima daugybę pasekmių žmonėms, pvz., **per didelį nusiraminimo poveikį, sprendimų šališkumą, prastesnę situacijos suvokimą, neproporcingą protinio darbo krūvį, nepasitikėjimą ir pernelyg didelį pasitikėjimą**. Kalbant apie **užduočių planavimą**, kuris yra funkcijų paskirstymo proceso pasekmė, visų pirma reikia pabrėžti **žemo darbo kontrolės lygio riziką ir su tuo susijusį žemą kontrolės jausmo lygį, menką pasitenkinimą, motyvaciją ir gerovę**. Didelė **robotų autonomija** taip pat siejama su rizika, kad **silpnės kontrolės ir atsakomybės** už darbo užduotį jausmas. Dėl **glaudaus darbuotojo susiejimo** su roboto atliekama užduotimi kyla didesnio **streso** rizika.

Be to, neigiamas poveikis daromas ir dėl planavimo principų nebuvimo. Visų pirma siekiant išvengti galimų pavojų, pvz., **susilpnėjusio atsakomybės ir atskaitomybės jausmo, per didelio ar per mažo pasitikėjimo**, taip pat **susvetimėjimo ar kontrolės praradimo jausmo**, labai svarbus robotų projektavimo ir elgsenos skaidrumo reikalavimas.

Užduočių, kurias anksčiau atlikdavo žmonės, (dalinis) automatizavimas ilgainiui taip pat gali lemti naujų komandų struktūrų atsiradimą. Gali būti, kad **socialinio palaikymo jausmas silpnės**, nes bus mažiau bendraujama su žmonėmis – komandos nariais. Tačiau šis reiškinys mokslinėje literatūroje dar nėra išsamiai aptartas.

Robotikos sistemų naudojimas gali **dar labiau sumažinti darbo kontrolės lygį**. Darbuotojai gali jaustis tik **pagalbine roboto darbo priemone**. Mokslinėje literatūroje žemas kontrolės lygis ir priklausomybė nuo robotikos

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

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

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

<sup>16</sup> R. A. Karasek „Demand/control model: A social, emotional, and physiological approach to stress risk and active behaviour development“, 1998, skelbiama J. M. Stellman (red.) *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (p. 34.06–34.14) Tarptautinė darbo organizacija (TDO).

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

<sup>18</sup> P. H. Rosen ir S. Wischniewski „Task design in human-robot-interaction scenarios – Challenges from a human factors perspective“, 2017 m. liepos mėn., *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (p. 71–82) Springer, Cham.

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

sistemų taip pat vadinamas technologiniu susiejimu (angl. *technological coupling*)<sup>20</sup>. Griežtas ir nelankstus žmogaus vykdomų užduočių susiejimas su robotų veikla gali **sumažinti užduočių vykdymo lankstumą** ir padidinti **mašinų lemiamą darbo tempą**. Abu aspektai gali būti susieti su įvairiomis neigiamomis psichologinėmis ir socialinėmis pasekmėmis, pvz., **emociniu išsekimu, nervingumu ar susierzinimu, apskritai prastesne psichikos sveikata ir mažesniu vidiniu pasitenkinimu darbu**<sup>19</sup>. Dėl šios priežasties darbuotojas gali jaustis **tik roboto atliekamo darbo pagalbininku**, taip pat gali **mažėti subjektyvi** asmens dirbamo darbo **vertė**. Kita vertus, jei užduočių ir sistemos ribos neaiškios, gali kilti pavojus, kad darbo kontrolė ar sprendimų priėmimo laisvė taps per didelė, o tai vėlgi gali pabloginti savijautą ar sukelti stresą.

Diegiant pažangiąją robotiką su technologiniu susiejimu glaudžiai susijusi potenciali **darbo intensyvinimo** rizika, jeigu naujoje darbo sistemoje žmogui skiriama nepakankamai laiko darbo užduotims užbaigti. Be to, kyla potenciali **įgūdžių praradimo** rizika. Kai dalį darbo atlieka robotikos sistemos, darbuotojai nebevykdo visų užduočių ir todėl praranda supratimą apie visą procesą. **Įgūdžių įvairovės praradimas** taip pat aptariamas nagrinėjant potencialią darbų vietų poliarizaciją<sup>21</sup>. Iš esmės tai reiškia, kad, kalbant apie žemos kvalifikacijos darbus, sudėtingų įprastinių užduočių automatizavimas lems tai, kad žmogui teks vykdyti dar paprastesnes užduotis, o ne aukštesnio įgūdžių lygio reikalaujančias užduotis.

Dažnas reiškinys, susijęs su užduočių automatizavimu, yra pasitikėjimas automatizavimu. Poveikis sumažinamas tuomet, kai automatizacijos patikimumas ilgainiui išlieka ne pastovus, bet kinta. Tačiau nenuoseklus sistemos veikimas gali daryti **neigiamą poveikį pasitikėjimui** robotikos sistema. Antras mokslinėje literatūroje išsamiai išnagrinėtas ir dokumentuotas automatizacijos reiškinys yra **automatizacijos šališkumo rizika** ir dviejų rūšių susijusios klaidos – neveikimo (angl. *omission*) ir vykdymo (angl. *commission*) – klaidos. Neveikimo klaida padaroma tada, kai naudotojas kritinėje situacijoje, susijusioje su perspėjimo funkcija, nereaguoja<sup>22</sup>. Vykdyto klaidos susijusios su konkrečiomis automatizavimo sistemos rekomendacijomis ir apibūdinamos kaip vadovavimasis sistemos patarimu, nors jis yra neteisingas. Norint išvengti tokios rizikos, darbuotojo pasitikėjimo robotikos sistema lygis turi būti tinkamas – nei per didelis, nei per mažas. Vadinas labai svarbu, kad darbuotojai tiksliai žinotų robotikos sistemos gebėjimus.

**Netinkamas užduočių paskirstymas ir planavimas dažniausiai susijęs su psichosocialine rizika, pvz., prastesne savijauta, emociniu išsekimu, nervingumu ar susierzinimu. Mechaniniai robotų gedimai gali padaryti fizinę žalą.**

Kitas rizikos veiksnys – **klaidos ir mechaniniai gedimai**. Dėl nenumatyto judėjimo operatorius gali patirti fizinę žalą. Todėl reikia apsvarstyti sąlyčio jėgos ribas. Tokių kontrolės klaidų gali pasitaikyti projektavimo ir veiklos etape ir jas dažnai lemia netinkamas programinės įrangos veikimas, tačiau jas gali lemti ir žmogaus klaida. Siekiant išvengti mechaninių klaidų, būtina užtikrinti tinkamą elektros sistemų įrengimą ir priežiūrą, taip pat mokyti operatorius, kaip išvengti tokios situacijos ir prireikus ją sušvelninti.

**Baimė prarasti darbą** gali kilti ypač tuomet, kai darbuotojai neturi jokios darbo su robotikos sistemomis patirties ir diegiant procesus į šią baimę neatsižvelgiama. Ši rizika bus mažesnė, jei darbuotojai dalyvaus ankstyvame sistemos diegimo darbo vietoje etape. Kai kurie darbuotojai šias sistemas vertins ne kaip naudingą technologiją, bet kaip pavojų savo užimtumui, dėl kurio gali kilti nedarbo ir finansinio nesaugumo baimė<sup>22</sup>. A. R. Reichert ir H. Tauchmann ištyrė neužtikrintumą dėl darbo jaučiančių darbuotojų psichologinio streso lygį ir nustatė, kad jie pasižymi **prastesne psichologine savijauta**<sup>23</sup>. Be to, neužtikrintumo dėl darbo vietos poveikis dar didesnis tiems darbuotojams, kurie jau turi psichikos sveikatos problemų. Aukštesnes pareigas užimančios darbuotojai darbe naudojamų robotų baiminasi mažiau nei fizinį darbą atliekantys darbininkai ir žemesnį išsilavinimą turintys asmenys<sup>24</sup>. M. Kozak ir kiti pažymi, jog reikia toliau įgyvendinti darbo jėgos įgūdžių ugdymo politiką, kad būtų galima susidoroti ir su situacija realiai praradus darbą, ir su subjektyvia jo praradimo baime. Naujų įgūdžių įgijusiems darbuotojams gali būti lengviau prisitaikyti prie naujos darbo aplinkos skaitmeninės ekonomikos sąlygomis ir pajauti subjektyvų saugumo jausmą<sup>25</sup>.

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

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

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

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

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

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

## Rekomendacijos

Diegiant pažangiosios robotikos sistemas darbo vietoje reikia atsižvelgti į daugybę aspektų, susijusių su galima rizika ir galimybėmis darbuotojų saugai ir sveikatai.

Pagrindiniai žmogaus ir roboto sąveikos aspektai, susiję su galima rizika ir galimybėmis darbuotojų saugai ir sveikatai, yra **funkcijų paskirstymas ir užduočių planavimas, sąveikos projektavimas**, taip pat **valdymas ir priežiūra**. Į šiuos aspektus reikia atsižvelgti įvairiais laipsniais ir paisant įvairių suinteresuotųjų subjektų interesų. Vis dėlto, darbo sistemoje taikant konkrečią robotikos sistemą, dėmesį reikia atkreipti į visus aptartus aspektus. Todėl atitinkamiems suinteresuotiesiems subjektams, pvz., projektuotojui, sistemos integruotojui, darbo tarybai ir darbuotojams, būtina sudaryti sąlygas keistis žiniomis ir patirtimi ir skatinti juos tai daryti.

Vienas veiksnys, padedantis sėkmingai įgyvendinti robotikos sistemas, yra darbuotojų **dalyvavimas**. Tai svarbu dėl kelių priežasčių. Jis gali padėti sumažinti darbo praradimo baimę ir padidinti pritarimą sistemai. Be to, turėtų būti įgyvendinamos darbuotojų **įgūdžių ugdymo** priemonės, padedančios susidoroti ir su situacija realiai praradus darbą, ir su subjektyvia jo praradimo baime.

Jeigu automatizuojant procesus daugiau dėmesio bus skiriama darbuotojų įgūdžių tobulinimui arba perkvalifikavimui, jie nesijaus atliekantys tik roboto pagalbininko vaidmenį.

Kuriant naujas darbo sistemas, reikėtų atidžiai išnagrinėti esamus sąveikos projektavimo principus, užduočių planavimą, atsakomybės ir atskaitomybės paskirstymą. Reikėtų vengti robotikos sistemų, kurios diktuoja darbo tempą arba kurios neleidžia daryti pertraukų. Principas „**žmogus kontroliuoja**“ turėtų būti laikomas pagrindine projektavimo gaire įvairiais lygmenimis, pradedant sąveika su asmeniu, baigiant sąveika su atitinkamais suinteresuotaisiais subjektais. Be to, akivaizdu, kad **skaidrumo principas** yra labai svarbus. Pažangiųjų robotų veiksmai ir sprendimai, taip pat sistemos pajėgumai ir ribos turi būti skaidrūs ir paaiškinami žmonėms. Vėlgį, šią nuostatą galima taikyti tiek tiesioginei, individualiai sąveikai, tiek skirtingiems lygmenims, pavyzdžiui, bendram organizacijos skaidrumui robotikos sistemos atžvilgiu.

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“; dr. Sascha Wischniewski, Federalinis darbuotojų saugos ir sveikatos institutas („BAuA“).

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

Šią politikos apžvalgą užsakė Europos darbuotojų saugos ir sveikatos agentūra (EU-OSHA). Jos turinys ir visos joje pateiktos nuomonės ir (arba) išvados yra išdėstytos autorių ir nebūtinai atitinka EU-OSHA nuomonę.

Nei Europos agentūra, nei joks jai atstovaujantis asmuo negali būti laikomas atsakingu už toliau pateiktos informacijos panaudojimą.

© Europos darbuotojų saugos ir sveikatos agentūra (EU-OSHA), 2023

Leidžiama atgaminti nurodžius šaltinį.

Norint naudoti arba dauginti nuotraukas arba kitą medžiagą, kurios autorių teisės priklauso ne EU-OSHA, būtina gauti tiesioginį autorių teisių turėtojų leidimą.