

## ATEITIES DARBO APŽVALGA: ROBOTŲ TECHNIKA

### 1 Įžanga

Technika jau ilgą laiką tarnauja žmonėms, tačiau po pramonės revoliucijos mašinų ir technikos naudojimas pasiekė kitą lygmenį. Tuo metu jų nauda ir svarba buvo visuotinai pripažįstama, tačiau žmonės reagavo labai skirtingai: kai kurie manė, kad technika kelia grėsmę, o kiti ją vertino kaip naujų galimybių šaltinį. Šiandien, universalių technologijų eroje ir pereinamojo laikotarpio įkarštyje susiklostė panaši situacija, tačiau dabar technika ir procesai tapo „išmanūs“.

Toliau išsamiau aprašoma universali (r)evoliucija, kuri atveria galimybes techniką ir įrangą sumontuoti bet kurioje vietoje – net ir žmogaus kūne; robotai taps žmonių pagalbininkais, o ilgainiui ir bendradarbiais.

### 2 Kas yra robotas?

Robotas, atsižvelgiant į jo pradinę paskirtį, gali būti klasifikuojamas kaip pramoninis arba paslaugų robotas:

- tarptautinė robotų technikos asociacija **pramoninį robotą** apibūdina, kaip „automatiškai kontroliuojamą, perprogramuojamą, daugiavfunkcij manipuliatorių, turintį ne mažiau kaip tris programuojamas stacionarias arba judinamas ašis ir kuris naudojamas pramoniniuose automatizavimo įrenginiuose“ (kaip apibrėžta pagal ISO 8373: 1994 standartą).
- **Paslaugų robotai** yra suprojektuoti taip, kad padėtų, lydėtų ir rūpintųsi žmonėmis, kartu su žmonėmis veiktų bendroje aplinkoje, elgtųsi pagal pagrindinius racionalaus elgesio principus ir įvykdytų jiems pavestas užduotis. Šie robotai skirstomi į tris klases: 1 klasės robotai pakeičia žmones dirbant purvinoje ir pavojingoje aplinkoje, taip pat atliekant monotoniškas operacijas; 2 klasės robotai veikia artimai sąveikaudami su žmonėmis, kad užtikrintų didesnę patogumą, pvz., pramoginiai robotai, vyresnio amžiaus žmonėms padedantys robotai, ligonius pervežantys arba kartu su žmonėmis dirbantys robotai; 3 klasės robotai tiesiogiai veikia žmones, pvz., medicininiai diagnozės, operavimo, gydymo ir reabilitacijos robotai.

Iš pradžių robotai buvo kuriami paprastoms darbo užduotims atlikti, tačiau vis dažniau jie kuriami tam, kad naudojant **dirbtinį intelektą** (DI) galėtų mąstyti.

DI yra dviejų rūšių: silpnas ir stiprus. Silpnas DI reiškia, kad mechanizmo veikimas priklauso nuo programinės įrangos, sukurtos atsižvelgiant į konkrečią problemą, ši įranga padeda robotui tirti aplinką arba reaguoti į konkrečius aplinkos veiksnius. Jis neveikia sąmoningai, tačiau iš esmės veikia kaip problemos sprendėjas tam tikrose srityse, kuriose jis pritaikomas (pvz., teksto ir atvaizdo atpažinimas, ekspertizės sistemos ir šachmatų kompiuteriai). Priešingai, stiprus DI reiškia hipotetinį mechanizmą, kuris elgiasi taip pat protingai ir lanksčiai kaip ir žmogus.

Santykinis robotų ir „protingų“ mechanizmų pranašumas yra susijęs su jų gebėjimu atlikti įvairius judesius ir „mąstyti“ be galo ir nenuilstamai. Šiandien kuriant robotus daugiausia dėmesio skiriama robotų gebėjimui vadovautis nustatytais elgesio modeliais ir dėl šios priežasties jie paprastai atlieka ypač specializuotas funkcijas. Netolimoje ateityje ši praktika turi keistis, nes bus kuriami robotai, galintys vykdyti įvairias užduotis ir imituoti bei atkartoti žmonių elgesį. Iš dalies šis pokytis bus įmanomas dėl gerokai padidėjusios robotų atminties talpos ir DI taikomųjų programų, suteikiančių prieigą prie milžiniško duomenų, kurie naudojami įvairioms darbo užduotims, kiekio.

### 3 Robotų technikos mastas ir ateities įžvalgos

Apskritai šiuo metu informacinę visuomenę keičia žinių visuomenė, o žinių visuomenę keičia universali žinių visuomenė. Universalioje visuomenėje išmanios ir nepriklausomos technikos atliekamas vaidmuo bus vienas svarbiausių politikos formuotojų sprendžiamų klausimų. Dėmesį reikės nukreipti į

„technologijų bangas“, pvz., skaitmeninimą, informacines ir ryšių technologijas ir robotų techniką, nes visa tai yra esminiai šios naujos universalios visuomenės vystymosi aspektai.

2020 m. ES robotų technikos strategijoje apibendrinamos dabartinės tendencijos:

*„Per artimiausią dešimtmetį robotų technikos technologija taps dominuojanti. Ji darys įtaką darbo ir namų aplinkai visais aspektais. Robotų technika gali pakeisti gyvenimą ir darbo praktiką, didinti efektyvumą ir saugumo lygį, užtikrinti aukštesnį paslaugų lygį ir padėti kurti darbo vietas. Ilgainiui jos poveikis, kaip ir robotų ir žmonių sąveika, tik didės.“*

XX a. 7–10 dešimtmečiais dauguma robotų ir robotų technikos iš esmės buvo taikomi tik pramoniniuose įrenginiuose. Dabar robotai pasižymi išskirtiniais gebėjimais ir patikimumu, o robotų technika ir DI daro milžinišką poveikį įvairiems sektoriams, pvz., karo pramonei, saugumo tarnyboms, sveikatos priežiūrai, transportui ir logistikai, klientų aptarnavimui ir namų priežiūrai. Paslaugų robotų technikos srityje ypač pastebimi naujaisi pokyčiai, susiję su medicinine ir asmenine sveikatos priežiūra, o netrukus sulauksime dar savarankiškesnės technikos ir sudėtingesnių sistemų, įskaitant labiau į žmones orientuotus įrenginius.

Kaip ir dabartiniame, taip ir universaliame pasaulyje žmonės bendraus tarpusavyje (žmogus–žmogus), o technika su žmonėmis (žmogus–technika), tačiau technika (įskaitant robotus) taip pat bendraus tarpusavyje (technika–technika). Tikimasi, kad prietaisų, padedančių užtikrinti technikos tarpusavio bendravimą, skaičius proporcingai didės tol, kol 2020 m. „išmanių objektų“, galinčių bendrauti tarpusavyje ir sąveikauti su žmonėmis, skaičius pasieks apytiksliai 50 mlrd.

Dėl šių pokyčių komunikacijos srityje bus galutinai sukurtas visuotinai lauktas **daiktų internetas** (angl. IoT), kuris pagrįstas sistema, kurioje kliaujamasi savarankiška fizinių objektų komunikacija. Robotų technika daugeliu atžvilgiu bus susijusi su daiktų internetu ir dėl šio sąveikos proceso senojėje tinklo visuomenėje įvyks nemažai pokyčių. Visuotinis mobiliųjų telefonų ir ant kūno nešiojamųjų kompiuterių įrenginių, pvz., išmaniųjų apyrankių, naudojimas kasdieniame gyvenime reiškia, kad žmonės netrukus gyvens universaliame pasaulyje, kuriame visi prietaisai (įskaitant robotus) bus visapusiškai susieti tinklais. Daiktų interneto revoliucija reiškia nuolatinį robotų naudojimą įvairių rūšių kasdienėje veikloje, todėl daiktų internetu pagrįstos robotų technikos įrenginiai tampa apčiuopiama realybe.

Ateityje darant pažangą robotų technikos srityje bus kuriami robotai partneriai, pagalbininkai, namų ūkio robotai, sveikatos priežiūros robotai, statybos robotai, robotai gyvūnai augintiniai, nuotolinio dalyvavimo robotai ir robotai žaislai. Ši robotų technika imituos žmonių ir gyvūnų elgesį, o daiktų interneto ir universalūs įrenginiai sudarys sąlygas robotams bendrauti tarpusavyje.

Visi šie kiekybiniai pokyčiai lems teigiamus kokybinius pokyčius, kurių beveik neįmanoma nuspėti, nes aptariamas klausimas yra pernelyg sudėtingas. Didelės spartos kompiuterinėse sistemose jau išnaudojamos galimybės priimti sprendimus ir veikti greičiau, patikimiau ir tiksliau, tuo tarpu dėl šios greitos pažangos taip pat gali kilti grėsmė ir rizika, pvz., akcijų rinkos svyravimai dėl dažnų trumpalaikių prekybos sandorių sudarymo. Ar pažanga nėra pernelyg sparti? Ar pagreitį įgaunanti universalė ir kita technologinė pažanga gali sukelti didesnę riziką ekonomikai ir visuomenei?

## 4 Robotų technika ir darbas ateityje

Kalbant apie darbą ateityje, svarbu išnagrinėti, kokia apimtimi robotai gali pakeisti arba papildyti ir pagerinti žmonių atliekamą darbą. Scenarijus, kai ateityje robotai iš esmės būtų tobulinami, kad atliktų tik pagalbinį vaidmenį, visuomenei nesukeltų didelių iššūkių, nes tokiu atveju žmonės neturėtų konkuruoti su robotais ir automatizuotomis sistemomis, o įprastos darbo funkcijos iš esmės būtų išsaugotos. Tačiau tikėtina, kad dėl ekonominių ir našumo reikalavimų požiūris į įprastas darbo vietas pasikeis taip, kad pirmenybė bus teikiama robotų technikai ir automatizuotoms sistemoms, kurios darbo vietose pakeis atskirus asmenis ir jų grupes. Apskritai kalbant, monotoniškam darbui arba darbui, kuriame reikia atlikti aiškiai apibrėžtas užduotis, reikės mažiau darbuotojų, nes juos pakeis pramoniniai ir paslaugų robotai. Dėl šio techninio pokyčio šiek tiek padidės aukštąjį išsilavinimą turinčių darbuotojų paklausa ir sumažės mažiau išsilavinusių darbuotojų, įprastai atliekančių monotoniškas kognityvines ir rankines darbo užduotis, poreikis. Tokiomis aplinkybėmis per artimiausius dešimtmečius vidutinius įgūdžius turintys darbuotojai gali būti išstumti iš darbo rinkos, o tai sudarytų maždaug vieną trečdajį visų dabartinių darbo vietų.

Ši papildomumo ir pakeičiamumo dilema ir darbo vietų išsaugojimo ir technologijų sukuriama nedarbo pusiausvyros užtikrinimas yra sudėtingas klausimas, kurį turi spręsti politikos formuotojai, įmonės ir plačioji pilietinė visuomenė. Atsiradus platesnio masto pasekmėms, susijusioms su robotų technikos įtaka darbo rinkos, ekonomikos ir visuomenės pokyčiams, kyla sudėtingi socialiniai ir politiniai klausimai. Diskusijos apie „protingą“ techniką ir robotų technikos ir universalių technologijų poveikį visuomenei, ekonomikai ir užimtumui iki šiol buvo gana pasyvios, o gerai išplėtotų idėjų, kaip toli galima žengti kuriant robotizuotą ir automatizuotą visuomenę, nėra daug.

Baimė dėl technologijų sukeliama nedarbo yra tokia pat sena kaip ir XIX a. vykę Anglijos tekstilės darbuotojų (ludity) protestai dėl darbo vietų, kurios buvo panaikintos pramoninės revoliucijos metu įdiegus naujas technologijas. Tačiau baimė, kad tobulinamos technologijos galėtų pakeisti didžiąją dalį žmogaus darbo ir lemti nuolatinį struktūrinį nedarbą, jau daug kartų pasirodė nepagrįsta, be to, dauguma ekonomistų mano, kad tokia padėtis yra beveik neįsivaizduojama. Tiesą sakant, technologinė pažanga paprastai reiškia didėjančią gerovę ir didesnį darbo vietų skaičių, bent jau ilgalaikiu laikotarpiu, o naujos technologijos ir moksliniai išradimai paprastai vertinami labai teigiamai. Tačiau naujoje robotų technikos ir dirbtinio intelekto eroje gali įvykti dideli pokyčiai, su kuriais anksčiau nebuvo susidurta; be to, šiomis aplinkybėmis tikėtinas poveikis užimtumui, darbo vietų naikinimo ir ekonomikos klausimai kol kas aptarti labai paviršutiniškai. Dauguma tradicinių pažiūrų ekonomistų mano, kad rinkos mechanizmai ilgai padės dar kartą atkurti pusiausvyrą. Tačiau, ar iš tikrųjų rinkos savireguliacija vėl išspręs visus klausimus?

## 5 Robotų technikos poveikis darbuotojų saugai ir sveikatai

Kaip jau aptarta, robotų technikos inovacijų plėtra sukelia svarbių padarinių darbui ateityje. Robotų naudojimas suteikia galimybę išlaikyti intensyvią pramoninę gamybą šalyse, kuriose darbo jėga yra brangi. Robotai taip pat leidžia vykdyti gamybinę veiklą ir užduotis, kurių negali atlikti žmonės, pvz., analizuoti, audituoti ir redaguoti milžinišką duomenų kiekį arba dirbti pernelyg sudėtingomis ar pavojingomis sąlygomis. Be to, dabartinėmis senėjančios visuomenės sąlygomis, robotai padeda spręsti didėjančio rankinio darbo darbuotojų trūkumo ir didėjančios jų darbo kainos problemą.

Darbuotojų saugos ir sveikatos (DSS) požiūriu robotų technikos plėtra reiškia ir naujas galimybes, ir iššūkius.

Didžiausia nauda darbuotojų saugai ir sveikatai, kurią duoda platesnis robotų technikos naudojimas, turėtų būti susijusi su kenksmingomis arba pavojingomis sąlygomis dirbančių darbuotojų pakeitimu. Kosmoso, gynybos, saugumo arba branduolinės pramonės sektoriuose, taip pat logistikos, priežiūros ir patikrinimų srityse savarankiškai veikiantys robotai yra ypač naudingi, nes pakeičia purviną, nuobodų arba nesaugų darbą atliekančius darbuotojus, ir padeda darbuotojams išvengti pavojingų cheminių medžiagų ir darbo sąlygų keliamo pavojaus, bei sumažina fizinę, ergonominę ir psichosocialinę riziką. Pavyzdžiui, robotai jau naudojami pasikartojančioms ir monotoniškoms užduotims atlikti, radioaktyviosioms medžiagoms tvarkyti arba dirbti aplinkoje, kurioje yra didelė sprogimo tikimybė. Ateityje daugumą kitų nuolat pasikartojančių, pavojingų ar nemalonių užduočių atliks įvairiuose, pvz., žemės ūkyje, statyboje, transporto, sveikatos priežiūroje, gaisrų gesinimo arba valymo, sektoriuose veikiantys robotai.

Nepaisant šių laimėjimų, yra tam tikrų įgūdžių, kuriuos žmonės kurį laiką vis tiek geriau išnaudos nei technika, todėl šiuo atveju reikia spręsti klausimą, kaip geriausiai suderinti žmonių ir robotų įgūdžius. Robotų technika pranašesnė atliekant sunkius darbus, kuriuose reikia atlikti tikslius ir nuolat pasikartojančius veiksmus, tuo tarpu žmonės pranašesni dėl kūrybiškumo, sprendimų priėmimo lankstumo ir gebėjimo prisitaikyti. Tenkinant šį poreikį suderinti geriausius žmonių ir robotų įgūdžius, pradėti kurti pagalbiniai robotai, kuriuos žmonės betarpiškai naudoja savo darbo vietoje, todėl atsirado nauji metodai ir standartai, kuriais garantuojamas žmogaus ir roboto sąveikos saugumas. Kai kurios Europos šalys su robotų technika susijusius klausimus įtraukė į savo nacionalines programas ir stengiasi skatinti saugų ir lankstų robotų ir operatorių bendradarbiavimą siekiant didesnio našumo. Pavyzdžiui, Vokietijos federalinis darbuotojų saugos ir sveikatos institutas (BAuA) rengia metinius praktinius seminarus žmogaus ir robotų bendro darbo klausimais.

Ateityje robotų ir žmonių bendradarbiavimas taps įvairesnis, nes robotai taps vis savarankiškesni, o žmogaus ir roboto bendras darbas įgauna visiškai naujas formas. Tam, kad būtų pasirengta šiems pokyčiams, reikės peržiūrėti dabartinius metodus ir techninius standartus, kuriais siekiama apsaugoti darbuotojus nuo bendro darbo su pagalbiniais robotais keliamos rizikos.

Yra ir kitų DSS uždavinių, susijusių su ateityje veikiančiais savarankiškais robotais ir paslaugų robotais, kuriuos reikės spręsti.

- Robotų technika atlieka svarbų vaidmenį su sveikatos priežiūra susijusių inovacijų srityje ir rūpinantis vyresnio amžiaus žmonėmis (įskaitant vyresnio amžiaus darbuotojus). Robotų technika yra glaudžiai susijusi su protezų ir implantų technologijomis, o šiose dvejose srityse remiamasi pažanga neurologijos ir informacinio mokslo srityje. Smegenų ir kompiuterių sąsajos, su nervų sistema sujungti protezai, dirbtinis regėjimas, IRT implantai ir net neuromikroschemos (kurios dar yra ankstyvojoje kūrimo stadijoje) atspindi naujausias tendencijas.

Šie ir kiti laimėjimai robotų technikos srityje sudaro sąlygas kurti žmonių gyvenimą palengvinančias technologijas, kurios padeda ne tik pašalinti negalią, bet ir pagerina sveikų žmonių gebėjimus. Pavyzdžiui, egzoskeletai arba dėvimi robotai padidina darbuotojų gebėjimus nešti krovinius, be to, jie taip pat naudojami reabilitacijos arba pagalbinuose prietaisuose, kurie leidžia neįgaliesiems ieškoti darbo arba grįžti į darbo rinką. Diegiant žmonių gyvenimą palengvinančias technologijas, atsiranda nauji saugos ir sveikatos valdymo reikalavimai, susiję su naujai atsirandančios rizikos stebėseną, be to, kyla ir nauji teisiniai bei etiniai klausimai.

- Didžioji dauguma žmonių visiškai neturi sąveikos su robotais patirties, tačiau ši padėtis keisis, nes žmonėms vis dažniau teks dirbti su technika. Netiesioginis technikos prietaisų tarpusavio bendravimo poveikis dar nėra visuotinai žinomas, tačiau jis galėtų būti labai svarbus. Pramonės ir paslaugų sektoriuose naudojamų savarankiškų robotų ergonomines ir logistines veikimo sąlygas reikia patikrinti taikant naujas testavimo ir bandymų taisykles, be to, šiuos robotus programuojančius, valdančius, prižiūrinčius ar kartu su jais dirbančius darbuotojus reikėtų išmokyti pagal specialiai pritaikytas mokymo programas.
- Robotų technikos poveikis darbuotojų ir vadovų motyvacijai bei gerovei dar nėra plačiai žinomas. Su robotų technika susijusius psichosocialinius veiksnius ir jų įtaką darbuotojų saugai ir sveikatai reikės išnagrinėti atidžiau.
- Kadangi robotų technika vienoje srityje jau naudojama ilgą laiką, o kitose pradėta naudoti visai neseniai, dar neįmanoma pateikti bendrų saugumo ir rizikos valdymo rekomendacijų. Kai kuriose robotų technikos taikymo srityse darbuotojų saugos ir sveikatos klausimai išspręsti profesionaliai, tačiau kai kurių rūšių robotų technika vis dar yra ne tokia saugi. Siekiant nustatyti su savarankiška robotų technika susijusių pavojingą ir nesaugią veiklą, visų pirma žemės ūkio ir maisto pramonėje, teikiant priežiūros ar buitines paslaugas, gamybos sektoriuose, teikiant profesionalias ir vežimo paslaugas, reikėtų atlikti išsamesnę analizę.
- Robotų technikos naudojimas teikiant profesionalias paslaugas yra gana nauja praktika, todėl teisinės atsakomybės klausimai, kylantys nelaimingo atsitikimo viešoje erdvėje atveju, nėra iki galo aiškūs. Prieš pradėdant diegti technologiją, reikia atlikti išsamesnę teisės aktų, kuriais reglamentuojama atsakomybė, analizę.

Todėl norint sukurti savarankiškos pramoninės robotų technikos ir paslaugų robotų technikos saugumo sistemą, reikia aptarti tris teminius poreikius. Svarbiausios strateginės temos yra: 1) technologijų valdymas, 2) reglamentavimas ir geras valdymas, ir 3) naudotojų sąsajos ir patirtis. Taip pat reikia sukurti plačiau naudojamą Europos žinių apie ne tokioms „protingoms“ sistemoms (pvz., transporto priemonėms ir automobiliams) taikomus saugumo metodus bazę, kad juos būtų galima pritaikyti paslaugų robotų technikai ir savarankiškai robotų technikai, kuri ateityje bus daug „protingesnė“.

## 6 Baigiamosios išvados

Iš istorinės perspektyvos matyti, kad naujos technologijos suteikia ne tik naujus privalumus ir naujas galimybes, bet ir pareikalauja daugiau išlaidų bei kelia naujas grėsmes. Visuotinai sutariama, kad pokyčiai vyksta sparčiau, o ateities tendencijas, visų pirma robotų technikos ir DI srityse, bus vis sunkiau numatyti, kadangi nauji išradimai ir inovacijos kuriami beveik kiekvieną savaitę. Dėl šios pažangos žmonės ir organizacijos naudojami tam tikrais privalumais, susijusiais su pagerėjusia sveikata, didesniu patogumu, našumu, saugumu, naudingesniais duomenimis, informacija ir žiniomis. Tikėtini neigiami aspektai yra susiję su asmens privatumo ir duomenų apsaugos uždaviniais, pernelyg dideliais lūkesčiais ir didėjančiu technologijų sudėtingumu.

Europos lygmeniu reikia aktyviau bendradarbiauti šiose srityse: 1) robotų technikos saugumo reikalavimai (reikalavimų rinkiniai, saugaus eksploatavimo normos ir geriausia patirtis), 2) robotų technikos ergonomikos projektavimo gairės, 3) metodai, kuriais pagerinamas robotų technikos pritaikymas prie saugos ir sveikatos reikalavimų, 4) patvirtinimo ir tikrinimo būdai (metodai, kuriais patikrinama, ar tinkamai taikomi reikalavimai ir rekomendacijos), 5) naudotojų patirtis ir elgesys dirbant su robotų technika, 6) švietimo modeliai, kurių paskirtis – išmokyti darbuotojus dirbti su robotų technika, 7) geriausia reglamentavimo patirtis pramoninės (visų pirma savarankiškų robotų) ir paslaugų robotų technikos (visų pirma priežiūros ir gerovės robotų) srityse ir 8) technologinės galimybės kurti saugias sistemas pašalinant arba sumažinant robotų technikos keliamą riziką.

*Šis diskusijoms skirtas dokumentas yra pagrįstas ilgesnio straipsnio, kurį EU-OSHA užsakymu parengė dr. Jari Kaivo-oja, santrauka ir jame pateikiamos pastabos, kurias 2015 m. birželio 11 d. Bilbao mieste įvykusiame seminare pateikė Agentūros ryšių punktų tinklas.*