

EDISTYNYT ROBOTIIKKA JA AUTOMAATIO: MITKÄ OVAT RISKIT JA MAHDOLLISUUDET TYÖTERVEYDELLE JA -TURVALLISUUDELLE?

Uusien teknologioiden – kuten ihmisten kanssa läheisessä vuorovaikutuksessa olevien edistyneiden robotiikkajärjestelmien – luominen on herättänyt uudelleen keskustelua työpaikkojen ja tehtävien automaatiomahdollisuuksista sekä niiden seurauksista työterveydelle ja -turvallisudelle. Teknologian nopea kehitys sekä ihmisten ja koneiden välisen vuorovaikutuksen uudet muodot luovat uusia mahdollisuuksia ja haasteita työterveydelle ja -turvallisudelle. Edistyneessä robotiikassa on potentiaalia muuttaa työterveyteen ja -turvallisuuheen liittyvien mahdollisuuksien ja haasteiden luonnetta tai jopa luoda täysin uudenlaisia hyötyjä ja haittoja. Kun ymmärretään paremmin ihmisten ja koneiden väliseen vuorovaikutukseen liittyviä vakiintuneita työterveys- ja työturvallisuustekijöitä sekä saadaan robotiikkajärjestelmistä uutta tieteellistä tutkimustietoa, voidaan tunnistaa merkittäviä vaikutuksia niin riskeihin kuin mahdollisuuksiinkin sekä tekijöitä, jotka ovat olennaisia edistyneen robotiikan ja yhteistyörobottien kannalta.

Edistynyt robotiikka

Yhdistämällä robotiikkalaitteisiin tekoälyä tai älykkäitä algoritmeja lisätään robottien autonomian tasoa ja toimintoja. Mitä enemmän tekoälypohjaisia ohjelmistoja integroidaan robotiikkalaitteistoihin, sitä enemmän voidaan saada yksityiskohtaista tietoa esimerkiksi liikkumiskäyttäytymisestä, etenkin järjestämättömissä ympäristöissä tai luonnollisen kielen käsittelyssä. Muissakin kuin tekoälypohjaisissa robotiikkajärjestelmissä on jo monenlaisia kehittyneitä ominaisuuksia, ja myös ne on sisällytetty tähän aihepiiriin. Edistynyttä robotiikkaa, joka pystyy vuorovaikutukseen ihmisten kanssa, on käsitelty laadukkaassa tieteellisessä kirjallisuudessa. Aiheen tarkastelu voidaan luokitella aiotun käyttötarkoituksen ja erottuvien ominaisuuksien, kuten liikkuvuuden, perusteella. Fyysisten tehtävien automatisoinnissa käytetään useimmiten **teollisuusrobotteja**. Kansainvälisen standardisointijärjestön (ISO) standardin (ISO 8373:2012) mukaan teollisuusrobotti on automaattisesti ohjattu, uudelleenohjelmoitava monikäyttöinen robottikäsi tai vastaava, joka voidaan ohjelmoida vähintään kolmella akselilla. Ne voivat olla joko kiinteitä tai liikkuvia. Kansainvälinen robotiikkaliitto on myös hyväksynyt tämän määritelmän. Muun tyyppiset robotiikkajärjestelmät ovat **kauko-ohjattavia**, ja niitä käytetään esimerkiksi etähuollossa. Toinen merkittävä ryhmä, jota käsitellään tieteellisessä kirjallisuudessa, on **lääkinnälliset robotit**. Ne on tarkoitettu fyysisten tehtävien automatisointiin. Niillä tarkoitetaan muun muassa vanhuksille ja liikuntarajoitteisille tarkoitettuja **rollaattorirobotteja**¹² sekä **robottivusteista terapiaa**, jota käytetään tasapainoon liittyvässä kuntoutuksessa aivoverenkierron häiriön³ jälkeen. **Hoivaroboteiksikin** kutsutut, lääkinälliset robotit, jotka on suunniteltu potilaiden siirtämiseen ja nostamiseen, ovat vielä varhaisessa kehitysvaiheessa. **Tuotannossa** yleistyvä tekoälypohjaisten ohjelmistotyökalujen yhdistäminen robotiikkalaitteistoihin johtaa uusiin robotiikkajärjestelmien sukupolviin. Käyttötarkoitusten lisäksi liikkuvuutta on käytetty robottijärjestelmien luokitteluun. Mobiilirobottien tai **itseohjautuvien ajoneuvojen** integrointia tapahtuu useissa työympäristöissä. Roboteista on tulossa entistä autonomisempia etenkin **logistiikan ja varastoinnin alalla**.

Ihmisten ja robottien välisen vuorovaikutuksen muotoa kuvataan käsitteillä **yhteistoiminta, yhteistyö ja rinnakkaiselo**. Rinnakkaiselolla tarkoitetaan ihmisten ja robottien ajoittaista kohtaamista, jossa vuorovaikutus on ajan ja tilan suhteen rajallista. Osapuolilla ei ole yhteistä työhön liittyvää tavoitetta, eivätkä niiden toimet ole ajallisesti yhteydessä toisiinsa. Esimerkki rinnakkaiselosta työpaikalla on kuljetusrobotti, joka kulkee valvojan ohi varastossa. Yhteistyöllä ja yhteistoiminnalla tarkoitetaan lähempää vuorovaikutusta ihmisten ja robottien välillä. Tällaisissa tilanteissa ihmisillä ja roboteilla on yhteinen tavoite, ja tehtävät ovat toisistaan ajallisesti riippuvaisia. Yhteistyötyyppisessä ympäristössä molemmat pyrkivät kohti yhteistä tavoitetta, mutta ihmisten ja robottien tehtävienjako on selkeä. Kumpikin työskentelee lopputuloksen eteen eri osatehtävien parissa, ja osatehtävien jako määritetään ennakoon. Yhteistoiminta voidaan katsoa läheisimmäksi vuorovaikutuksen muodoksi. Ihmisten ja robottien tekemä työ on samanaikaista saman kohteen parissa. Esimerkiksi potilasnostojen tukeminen on vuorovaikutuksen yhteistoiminnallinen muoto. Ihmisellä ja robotilla on yhteinen tavoite, jonka saavuttaminen edellyttää välitöntä koordinoitua. Osatehtäviä jaetaan jatkuvasti, ja niitä mukautetaan tarvittaessa tilanteeseen.

¹ Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., & 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., & 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., & 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>

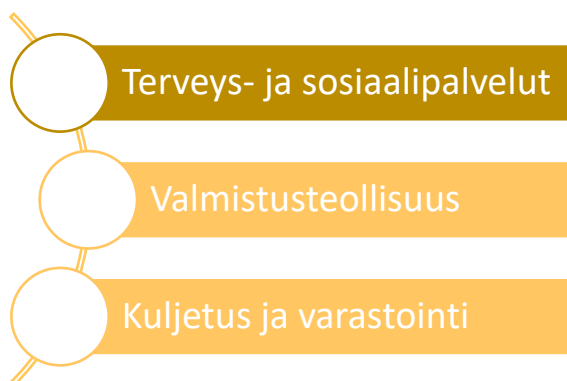
Tehtäviin, työpaikkoihin ja toimialoihin kohdistuvat vaikutukset

Kuten arvata saattaa, suurin osa fyysisistä tehtävistä, joihin edistyneen robotiikan automatisointi vaikuttaa, liittyy esineisiin. Tehtävien automatisointi vaikuttaa kuitenkin myös joihinkin fyysisiin tehtäviin, jotka liittyvät ihmisiin. Esimerkki eri aloilta (lääketieteestä, valmistusteollisuudesta ja rakentamisesta) löytyvästä tehtävästä, joka on automatisoitu tai jota tukevat vastaavasti erityyppiset robotiikkajärjestelmät, on esineiden tai jopa ihmisten nostaminen. Tämä esimerkki osoittaa, kuinka automatisointi vaikuttaa samaan tehtävään eri aloilla ja niihin liittyvissä työpaikoissa. Tehtävät, jotka todennäköisimmin automatisoidaan, ovat **toistuvia ja rutiinomaisia tehtäviä**. Tällaiset tehtävät voidaan ohjelmoida. On myös mahdollista rakentaa järjestelmä, joka oppii tällaisista tiedoista tekoälytekniikoita hyödyntäen. Niinpä fyysiset rutiinomaiset ja vähemmän monimutkaiset tehtävät todennäköisemmin korvataan. **Työpaikkakato** on mahdollinen etenkin **matalan osaamistason** töissä, joissa on paljon toistoa ja rutiinomaisuutta. On kuitenkin huomattava, että **monet rutiinomaiset fyysiset tehtävät** on jo automatisoitu koneellistamisen myötä, eikä automatisoitavia tehtäviä välttämättä ole niin paljon jäljellä. Yhteistoimintarobottien käytöllä on jopa **mahdollista luoda lisää työpaikkoja**. Näiden järjestelmien avulla on kenties mahdollista yhdistää ihmisten ja koneiden vahvuudet. Ihmisten ja robottien sijoittaminen samaan ryhmään voi lisätä tuottavuutta ja näin ollen hyödyttää organisaatiota, joka pystyy tekemään enemmän investointeja ja luomaan uusia työpaikkoja. Toisaalta kyseiset järjestelmät voivat suorittaa useamman kuin yhden ihmisen työtehtävän kerrallaan. Tämän vuoksi ollaan siirtymässä tilanteeseen, jossa yksi ihminen johtaa useiden robotiikkajärjestelmien toimintaa.

Robotiikkajärjestelmillä voi olla myönteisiä vaikutuksia työterveyteen ja -turvallisuuteen, ja tämä koskee etenkin likaisia, yksitoikkoisia ja vaarallisia töitä.

Automatisoitujen fyysisten tehtävien analysointi eri toimialoilla osoittaa, että automatisoituja tai tuettuja tehtäviä on paljon **terveys- ja sosiaalipalveluissa**. Suurin osa näistä tehtävistä on **sairaalapalveluissa**.

Kuva 1: Kolme tieteellisissä tutkimuksissa yleisimmin mainittua toimialaa, joilla fyysisiä tehtäviä on automatisoitu



Lisäksi automatisointia käytetään paljon **valmistusteollisuudessa**. Etenkin **autoteollisuus** mainitaan usein keskeisenä alana. **Terveys- ja sosiaalipalvelut** mainitaan kuitenkin hivenen useammin tieteellisessä kirjallisuudessa, mikä voi tosin johtua vinoumasta julkaisemisessa. **Kuljetus- ja varastointialaa** käsitellään myös melko usein tieteellisessä kirjallisuudessa, ja asiantuntijat myös mainitsevat sen usein. **Rakennusala** sekä **maa-, metsä- ja kalatalousala** mainitaan harvemmin tieteellisessä kirjallisuudessa, mutta asiantuntijat antavat niille painoa. Robottisovellukset ovat hyödyllisiä etenkin silloin, kun ne ottavat hoitaakseen työntekijöiltä tehtäviä, joihin kuuluu raskaiden kuormien käsittelyä, tai tukevat työntekijöitä kyseisissä tehtävissä (esimerkiksi automatisoidut nosturit). **Maa-, metsä- ja kalatalousala** on melko pitkälle kehittynyt autonomisissa järjestelmissä, ja kyseisten teknologioiden innovointi on nopeasti lisääntymässä alalla.

Työterveyden ja -turvallisuuden kannalta olennaiset näkökohdat ihmisten ja robottien välisessä vuorovaikutuksessa

Aiemman tutkimuksen perusteella on tunnistettu neljä eri näkökohtaa, jotka voidaan yhdistää työterveyteen ja -turvallisuuteen liittyviin erilaisiin riskeihin ja mahdollisuuksiin: **toimien tai tehtävien jako, tehtävien suunnittelu, vuorovaikutuksen suunnittelu** sekä **toiminta ja valvonta**. Nämä näkökohdat eivät ole täysin erillisiä, ja ne ovat toisistaan riippuvaisia.

Tehtävien jakaminen ja suunnittelu

Automaatio on jo itsessään jatkumo, jossa eri toimet voidaan automatisoida eri asteisesti⁴. Kun edistyneen robotiikan valmiudet paranevat, perinteisistä tehtävien jakoprosesseista siirrytään entistä dynaamisempiin prosesseihin. On otettava huomioon useita psykologisia näkökohtia, joihin voi vaikuttaa reaaliaikainen tilapäinen tehtävien jako. Tällaisia näkökohtia ovat muun muassa **koettu toimintaprosessinvalvonta, henkinen ponnistelu, koettu oikeudenmukaisuus, tehtävien luonne** ja jaon tuloksen hyväksyminen, työnkulku ja oma

⁴ Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & 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>

tehokkuus tai tyytyväisyys⁵. Niin ihmisten kuin robottienkin tehtävien joustava toteuttaminen edellyttää teknologisen kehityksen erittäin korkeaa tasoa. **Toimien tai tehtävien jaosta** voi tulla entistä dynaamisempaa, kun robotiikkajärjestelmiä voidaan käyttää joustavasti. Jos tätä varten on asianmukainen teknologinen valmius ja käytölle soveltuvat kohteet, tehtävänjakoprosessin tuloksen lisäksi itse prosessi luo sekä riskejä että mahdollisuuksia työtervedelle ja -turvallisuudelle. Asiaan palataan jäljempänä. Suora seuraus tehtävänjaosta on ihmisen tehtäväksi jäävä työ (työn sisältö). Työtehtävien suunnittelun yksi keskeinen piirre, joka itsessään voi aiheuttaa riskejä ja mahdollisuuksia työtervedelle ja -turvallisuudelle, liittyy siihen, missä määrin ja minkälaista päätöksenteon liikkumavaraa tai **vaikutusmahdollisuutta** työntekijälle työssä annetaan.

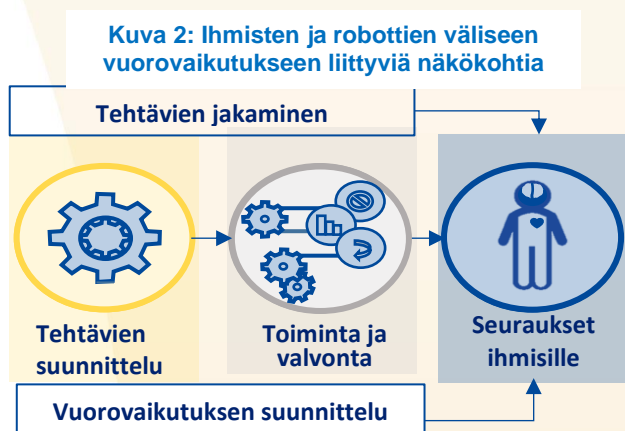
Vuorovaikutuksen suunnittelu

Robottien ja niiden vuorovaikutuksen suunnittelu voivat liittyä robotiikkajärjestelmän näkyvään muotoon ja toteutukseen, robotin käyttäytymiseen ja liikkumiseen tai vuorovaikutukseen sekä viestintätyyleihin ja -kanaviin. Robotin käyttäytymiseen liittyvät näkökohdat, kuten nopeus, kiihtyvyys ja hidastuminen, liikeradat, lähestymis- tai ohitusstrategiat, kuuluvat huomioitaviin seikkoihin. Ihmisten ja kehittyneiden robottien välinen viestintä voidaan suunnitella eri tasoiseksi. On tehty tutkimuksia eri viestintäkanavien vaikutusten vertaamisesta, kuten eleiden ja puheen yhdistämisen tehokkuudesta⁶. Tutkimuksissa on keskitytty tiettyihin verbaalisen vuorovaikutuksen tilanteisiin esimerkiksi silloin, kun robotiikkajärjestelmät pyytävät apua vuorovaikutuksessa olevalta ihmiseltä⁷. Nämä erilaiset vuorovaikutuksen suunnittelun näkökohdat liittyvät vaihtelevassa määrin työterveyteen ja -turvallisuuteen kohdistuviin riskeihin ja mahdollisuuksiin. Vuorovaikutuksen suunnittelua koskevan tutkimuksen samankaltaisuus johtuu pyrkimyksestä tunnistaa ominaisuuksia ja piirteitä, joilla on mahdollista varmistaa sujuva ja luonnollinen vuorovaikutus. Yleisenä tavoitteena on lisätä **hyvinvointia, hyväksyntää, luottamusta, myönteisiä tunteita ja myönteistä käyttäjäkokeemusta tai työnkulkua**⁸. Vuorovaikutuksella ei myöskään saa lisätä **työkuorman, ärtymyksen, paineiden tai keskeytysten** määrää tarpeettomasti, vaan niitä olisi mahdollisuuksien mukaan vähennettävä. Robottien suunnittelun näkökohdat eivät kuitenkaan ole erillisiä seikkoja, vaan niissä on aina otettava huomioon asiayhteys ja työtehtävä. Esimerkiksi terveydenhoitoon liittyvän robotin ja teollisuusrobotin vuorovaikutusta koskevat vaatimukset poikkeavat toisistaan.

Vastuukysymyksiä on selvennettävä ihmisten ja robottien välisessä vuorovaikutuksessa. Työntekijöiden on oltava tietoisia robottien kyvyistä ja rajoituksista.

Toiminta ja valvonta

Järjestelmän tehtävienjakoprosessi ja sille ominainen vuorovaikutuksen muoto vaikuttavat suoraan järjestelmän toiminnan ja valvonnan tapoihin⁹. Se, että robotiikkajärjestelmät, jotka ovat vuorovaikutuksessa ihmisten kanssa työpaikalla, ovat melko uusia tuotteita, johtaa väistämättä tilanteeseen, jossa työntekijöillä ei ole kokemusta tai tottumusta vuorovaikutuksesta niiden kanssa. Kun järjestelmät tulevat tutummiksi, ennakkokäsitykset robottien kyvyistä ja käytöksestä kehittyvät entistä todemmiksi ja niiden uutuusarvo vähenee¹⁰. Nomura ym. havaitsivat, että kielteiset asenteet robotiikkajärjestelmiä kohtaan vähenivät sitä mukaa, kun kokemukset vuorovaikutuksesta robottien kanssa lisääntyivät. **Robottien autonomian** korkea taso liitettiin myös vähentyneeseen **vastuuntuntoon** kyseisen työtehtävän osalta¹¹. Näin ollen avoin robotiikkasuunnittelu ja käyttäytyminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta estetään järjestelmän kanssa työskentelyn mahdolliset riskit, kuten vähäisempi vastuuntunto. Lisäksi



⁵ Tausch, A., Kluge, A., & 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>

⁶ Berg, J., & 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., & Wischniewski, S. (syyskuu 2018). Somebody help me, please?! Interaction design framework for needy mobile service robots. *2018 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)* (s. 54–61). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ARSO.2018.8625721>

⁸ Honig, S. S., & 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., & 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., & 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., & Kato, K. (2011). Attitudes toward robots and factors influencing them. In K. Dautenhahn & J. Saunders (toim.), *New Frontiers in Human-Robot Interaction* (s. 73–88). John Benjamins Publishing. <https://doi.org/10.1075/ais.2.06nom>

ympäristöissä, joissa toimijoiden on tehtävä muita kuin automatisoituja tehtäviä samalla, kun he valvovat automatisoituja tehtäviä, voidaan olla **huolettomia**¹². Siksi on tärkeää tunnistaa henkisen työkuorman määrä, jonka robotiikkajärjestelmän toiminta ja valvonta voivat aiheuttaa, ja ottaa se huomioon, kun harkitaan useamman tehtävän valvonnan ja toiminnan käyttöönottoa työympäristössä.

Työterveyteen ja -turvallisuuteen kohdistuvia mahdollisuuksia

Edistyneiden robotiikkajärjestelmien käyttöönotto työpaikoilla saattaa synnyttää useita työterveyteen ja -turvallisuuteen liittyviä mahdollisuuksia työntekijöille. **Toimien tai tehtävien jaon** osalta on useita huomioon otettavia psykologisia näkökohtia, kuten koettu prosessinvalvonta, henkinen ponnistelu, koettu oikeudenmukaisuus, tehtävien luonne ja jaon tuloksen hyväksyminen, työnkulku ja oma tehokkuus tai tyytyväisyys¹³. Jos tehtävien jako suoritetaan kuitenkin hyvin, se voi lisätä järjestelmän suorituskykyä, **vähentää virheitä, optimoida työn määrää, lisätä motivaatiota, tyytyväisyyttä ja hyvinvointia**. Edellä mainitun lisäksi **luottamus** ja **hyväksyntä** todennäköisesti lisääntyvät, sillä mielipiteet muovautuvat sitä mukaa kuin järjestelmän kanssa on tekemisissä¹⁴.

Ihmisen ja robottien välisen vuorovaikutuksen suunnittelussa on tärkeitä huomioida ”ihmisen hallinnan” periaate, jotta työn hallinta ei heikkenisi.

Työn hallinnan käsite sisältää liikkumavaran päätöksenteossa, ajoituksen sekä menetelmien hallinnan, ja sillä on pitkä historia työterveyspsykologiassa. Tieteellisessä kirjallisuudessa kuvataan varsin hyvin myönteisiä vaikutuksia, joita työssä olevilla vaikutusmahdollisuuksilla voi olla työntekijöiden hyvinvointiin, motivaatioon, tyytyväisyyteen ja mielenterveyteen, etenkin kun ne auttavat vähentämään työn vaatavuutta^{15, 16, 17}. Kun työntekijät voivat suorittaa tietyt tehtävät joustavan robotiikkajärjestelmän kanssa, sillä voidaan **lisätä vaikutusmahdollisuuksia työssä**, mikäli noudatetaan tietyt suunnitteluun liittyviä suosituksia¹⁸. Ihmisen hallinnan periaatetta olisi pidettävä suunnittelussa ensisijaisena. Jotta voidaan varmistaa sujuva vuorovaikutus, järjestelmän olisi oltava riittävän avoin ja yksilöllisiä vuorovaikutusstrategioita pitäisi voida sallia.

Psykologisten mahdollisuuksien lisäksi edistyneellä robotiikalla voi olla myönteinen vaikutus myös työntekijöiden **fyysiseen hyvinvointiin ja turvallisuuteen**. Tällaisten järjestelmien käyttäminen vaarallisissa työympäristöissä on mainitsemisen arvoinen mahdollisuus. Robotiikkajärjestelmien ansiosta ihmisen ei välttämättä tarvitse työskennellä kyseisenlaisissa epäsuotuisissa olosuhteissa. Toiseksi robotiikkajärjestelmät voivat **suojata** tuki- ja liikuntaelinten **terveyttä** etenkin kokoamis- ja nostotehtävissä. Näiden tekijöiden lisäksi fyysisen kuormituksen tai epäsuotuisan työn vähentyminen on yksi konkreettinen työtervedelle ja -turvallisuudelle tarjoutuva mahdollisuus¹⁹.

Työterveyteen ja -turvallisuuteen kohdistuvat riskit

Tehtävien jakoon liittyvät vaarat ja haitat sisältävät useita ihmisiin kohdistuvia seurauksia, kuten **huolimattomuuden vaikutukset, päätöksenteon puoluellisuus, vähentynyt tilannetietoisuus, henkisen työkuorman epätasapaino, epäluottamus ja liiallinen tukeutumisen järjestelmään**. Kun on kyse **tehtävien suunnittelusta** automatisoidun tehtävänjakoprosessin seurauksena, korostuu etenkin **vaara vaikutusmahdollisuuksien vähentymisestä työssä**. Siihen liittyy myös **hallinnan tunteen vähentyminen, oman tehokkuuden tunteen heikentyminen, heikompi tyytyväisyys, motivaatio ja hyvinvointi**. **Robotin autonomian** korkeaan tasoon liittyy myös riski työtehtävään liittyvästä **vähäisemmästä hallinnan tunteesta ja vastuuntunteesta**. Työntekijän **sitouttaminen tiiviisti** robotin kanssa työskentelemiseen sisältää **vaaran stressin** lisääntymisestä.

¹² Parasuraman, R., & 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>

¹³ Tausch, A., Kluge, A., & 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., & 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. In J. M. Stellman (toim.), *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (s. 34.06–34.14). International Labour Organization (ILO).

¹⁷ Bakker, A. B., & 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., & Wischniewski, S. (heinäkuu 2017). Task design in human-robot-interaction scenarios – Challenges from a human factors perspective. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (s. 71–82). Springer, Cham.

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

Lisäksi on haittaa siitä, jos suunnittelun periaatteita ei noudateta. Erityisesti vaatimus läpinäkyvyydestä robottien käyttäytymisessä ja toiminnassa on elintärkeää riskien, kuten **vähentyneen luottamuksen ja vastuuntunteen** sekä **liiallisen tai liian vähäisen luottamuksen** sekä **vieraantumisen tai hallinnan tunteen menetyksen**, ennaltaehkäisemisen näkökulmasta. Sellaisten tehtävien puoliautomatisointi tai automatisointi, joista on aiemmin vastannut ihminen, voi myös johtaa uudenlaisiin ryhmänmuodostuksen rakenteisiin. Mahdollinen riski on **koetun sosiaalisen tuen vähentyminen**, kun vuorovaikutus työryhmään kuuluvien ihmisten kanssa voi vähentyä. Tätä ilmiötä ei kuitenkaan vielä käsitellä kovin laajasti tieteellisessä kirjallisuudessa.

Robottiikajärjestelmien käyttöön liittyy riski siitä, **että vaikutusmahdollisuudet entisestään vähenevät työssä**. Työntekijöille voi tulla tunne, että **he ainoastaan tukevat robotin työtä**. Kontrollin vähäisyyttä ja riippuvuutta robotiikajärjestelmistä kutsutaan myös teknologiseksi yhteenliittämiseksi (technological coupling) tieteellisessä kirjallisuudessa²⁰. Ihmisten tehtävien tiukka ja joustamaton sitominen robottien suoritukseen voi **vähentää tehtävien suorittamisen joustavuutta** ja lisätä **koneen määrittämää työtahtia**. Molemmat voivat aiheuttaa useita haitallisia psykososiaalisia vaikutuksia, kuten **henkistä uupumusta, hermostuneisuutta tai ärtyisyyttä, yleisesti heikentää mielenterveyttä ja työn itsensä tuottamaa tyytyväisyyttä**¹⁹. Tämä voi aiheuttaa **tunteen siitä, että ainoastaan tuetaan robotin työtä ja vähennetään ihmisen oman työn subjektiivista arvoa**. Mikäli tehtävän ja järjestelmän rajoja ei tehdä selviksi, vaarana voi olla, että työssä koettujen vaikutusmahdollisuuksien tai päätöksenteon liikkumavara kasvaa liian suureksi. Tämä voi puolestaan vähentää hyvinvointia tai aiheuttaa stressiä.

Työn haitallinen tehostuminen voi olla **riskinä**, kun edistynyttä robotiikka otetaan käyttöön, eikä työn suorittamiseen uudenlaisen teknologisen kokonaisuuden kanssa ole varattu työntekijöille riittävästi aikaa. Lisäksi syntyy riski siitä, että **työn sisältö voi köyhtyä**. Koska robotiikajärjestelmät suorittavat osan työstä, työntekijät eivät enää suorita kaikkia tehtäviä kokonaan, jolloin he menettävät ymmärryksen koko prosessista. **Taitojen monipuolisuuden vähenemistä** käsitellään myös työpaikkojen polarisoitumisen yhteydessä²¹. Lähinnä siinä todetaan, että työpaikoissa, joissa ammattitaitoa ei juurikaan tarvita, monimutkaisten rutiinitehtävien automatisointi voi johtaa siihen, että työpaikassa keskitytään entistä yksinkertaisempiin tehtäviin sen sijaan, että työntekijöiden annettaisiin suorittaa tehtäviä, jotka edellyttävät enemmän ammattitaitoa.

Tehtävien automatisoinnille on yleistä automaatioon liittyvä passiivisuus. Tämä ilmiö vähenee, kun automaatioon tukeudutaan vaihtelevasti. Järjestelmän epävakaa suorituskky voi kuitenkin **heikentää** robotiikajärjestelmää kohtaan koettua **luottamusta**. Toinen tieteellisessä kirjallisuudessa paljon tutkittu ja dokumentoitu automaatioon liittyvä ilmiö on **automaatiovoinoumien vaara** ja siihen liittyvät kahdenlaiset virheet – tekemättä jättämisestä johtuvat virheet ja tekemisestä johtuvat virheet. Tekemättä jättämisestä johtuvat virheet tapahtuvat, kun käyttäjä ei reagoi kriittiseen tilanteeseen hälytyksen aikana²². Tekemisestä aiheutuvat virheet liittyvät tiettyihin automaatiojärjestelmän suosituksiin, ja ne tarkoittavat järjestelmän antamien neuvojen noudattamista, vaikka ne ovat virheellisiä. Jotta vältetään tällainen vaara, työntekijöiden on luotettava robotiikajärjestelmään niin, että siihen ei tukeuduta liikaa muttei myöskään olla piittaamatta siitä. Näin ollen on ensiarvoisen tärkeää, että työntekijät ovat tietoisia robotiikajärjestelmän kyvyistä.

Riittämätön tehtävien jako ja suunnittelu voidaan useimmiten yhdistää psykososiaalsiin riskeihin, kuten vähentyneeseen hyvinvointiin, henkiseen uupumukseen, hermostuneisuuteen tai ärtyisyyteen. Robotin mekaaniset viat voivat aiheuttaa fyysisistä haittaa.

Toinen riskitekijä ovat **virheet ja mekaaniset viat**. Ennakoimattomat liikkeet voivat vahingoittaa järjestelmän käyttäjää. Tämän vuoksi kontaktin määrän rajoittamista on harkittava. Tällaisia valvontavirheitä voi tapahtua sekä suunnittelu- että toimintavaiheessa, ja ne johtuvat usein ohjelmiston toimintahäiriöstä, mutta toisinaan myös inhimillisestä virheestä. Mekaanisten häiriöiden välttämiseksi järjestelmät on asennettava asianmukaisesti ja niiden ylläpito on varmistettava, samoin kuin käyttäjien asianmukainen koulutus, jotta vältetään ja voidaan tarvittaessa purkaa tällainen tilanne.

Työnmenetyksen pelon riski voi syntyä erityisesti silloin, jos työntekijöillä ei ole kokemusta robotiikajärjestelmistä eikä käyttöönottoprosesseissa huomioida kyseistä pelkoa. Jotta tätä riskiä voidaan lievittää, työntekijät kannattaa ottaa mukaan varhaisessa vaiheessa, kun järjestelmää otetaan käyttöön työpaikalla. Jotkut työntekijät eivät pidä kyseisiä järjestelmiä hyödyllisinä teknologioina vaan työpaikkaansa kohdistuvana vaarana, mikä voi johtaa työttömyyden ja taloudellisen epävarmuuden pelkoon²². Reichert ja Tauchmann tutkivat psykologisen stressin tasoja työntekijöillä, joiden työpaikka oli epävarma. He havaitsivat, että

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>

kyseisten henkilöiden **psykkinen terveys oli heikompi**²³. Lisäksi työpaikkaan liittyvän epävarmuuden seuraukset korostuvat työntekijöillä, joilla on jo entuudestaan mielenterveysongelmia. Korkeammassa asemassa olevat työntekijät pelkäävät robottijärjestelmiä vähemmän kuin suorittavaa työtä tekevät ja vähemmän koulutetut.²⁴ Kozak ym. painottavat tarvetta toteuttaa lisää taitojen kehittämistä koskevia käytäntöjä työntekijöille, jotta voidaan puuttua tosiasialliseen työpaikkojen katoon ja sitä koskevaan subjektiiviseen pelkoon. Uusien taitojen tarjoaminen työntekijöille voi samalla helpottaa uuden työympäristön vaatimuksiin mukautumista digitaalisessa taloudessa ja antaa subjektiivista turvallisuudentunnetta²⁵.

Suosituks

Kehittyneiden robottien käyttöönotto työpaikalla edellyttää työterveyteen ja -turvallisuuteen kohdistuvien mahdollisten riskien ja mahdollisuuksien huolellista tarkastelua.

Keskeisimmät näkökohdat, jotka voivat luoda työterveyteen ja -turvallisuuteen kohdistuvia riskejä ja mahdollisuuksia ihmisten ja robottien välisessä vuorovaikutuksessa, **ovat tehtävien jakaminen ja tehtävien suunnittelu, vuorovaikutuksen suunnittelu sekä toiminta ja valvonta**. Näitä näkökohtia on tarkasteltava eri tavoin, ja ne on suunnattu osittain eri sidosryhmille. Erityisten robotiikkajärjestelmien käyttäminen työjärjestelmässä edellyttää kuitenkin kaikkien käsiteltävien näkökohtien huomioimista. Näin ollen on syytä tarjota mahdollisuus siihen, että voidaan vaihtaa kokemuksia ja oppia muilta, työntekijöiltä sekä järjestelmän suunnittelijalta, integroijalta ja työpaikkaneuvostolta.

Robotiikkajärjestelmien onnistuneen toteuttamisen kannalta on olennaista, että työntekijät **otetaan mukaan** prosessiin. Tämä on tärkeää monestakin syystä. Se voi vähentää työn menettämisen pelkoa ja lisätä järjestelmän hyväksymistä. Lisäksi työntekijöille tarkoitettujen **osaamisen kehittämistä koskevien käytäntöjen** toteuttamista olisi harkittava, jotta työpaikkojen menetystä ja sitä koskevaa subjektiivista pelkoa voidaan torjua.

Työntekijöiden päivityskoulutukseen tai uudelleen koulutukseen keskittyminen automaatioprosessissa kumoaa myös tunteen siitä, että työntekijän tehtävänä on ainoastaan tukea robotin työtä.

Nykyisiä vuorovaikutuksen suunnitteluperiaatteita, tehtävien suunnittelua ja vastuiden jakamista olisi tarkasteltava vakavasti, kun luodaan uusia työjärjestelmiä. Robotiikkajärjestelmän määrittämää työtahtia tai keskeytysmahdollisuuksien puutetta olisi vältettävä. **Ihmisen hallinnassa -periaatetta** olisi pidettävä etusijalla suunnittelussa eri tasoilla aina vuorovaikutuksessa olevasta ihmisestä asiaankuuluviin sidosryhmiin. Lisäksi **avoimuuden periaate** on osoittautunut erittäin tärkeäksi. Toimien ja päätösten, samoin kuin järjestelmän kykyjen ja kehittyneiden robottien rajoitusten, on oltava avoimia ja ihmisten ymmärrettävissä. Tämä koskee sekä suoraa ihmistenvälistä vuorovaikutusta että eri tasoja, kuten yleistä organisatorista avoimuutta suhteessa robotiikkajärjestelmään.

²³ Reichert, A. R., & Tauchmann, H. (2011). *The causal impact of fear of unemployment on psychological health* (No 266). In T. K. Bauer (toim.), *Ruhr Economic Papers*. <http://hdl.handle.net/10419/61355>

²⁴ Dekker, F., Salomons, A., & 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>

²⁵ Kozak, M., Kozak, S., Kozakova, A., & 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>

Laatijat: Patricia Helen Rosen, Saksan liittovaltion työturvallisuudesta ja -terveydestä vastaava laitos (BAuA); Eva Heinold, Saksan liittovaltion työturvallisuudesta ja -terveydestä vastaava laitos (BAuA); Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; Sascha Wischniewski, Saksan liittovaltion työturvallisuudesta ja -terveydestä vastaava laitos (BAuA).

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

Tämän toimintapolitiisen katsauksen tilasi Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto (EU-OSHA). Sen sisältämät näkemykset, mahdolliset mielipiteet ja päätelmät ovat kirjoittajien omia näkemyksiä, eivätkä ne välttämättä edusta EU-OSHA:n mielipiteitä.

Euroopan unionin virasto tai viraston puolesta toimiva henkilö ei ole vastuussa siitä, miten näitä tietoja mahdollisesti käytetään.

© Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto, 2023

Jäljentäminen on sallittua, jos lähde mainitaan.

Sellaisten kuvien tai muun aineiston jäljentämiseen tai käyttämiseen, jotka eivät kuulu EU-OSHA:n tekijänoikeuteen, on pyydettävä lupa suoraan tekijänoikeuden haltijalta.