L-Aġenzija Ewropea għas-Sigurtà u s-Saħħa fuq il-Post tax-Xogħol

Robotika avvanzata u awtomatizzazzjoni: Implikazzjonijiet għas-sikurezza u s-saħħa okkupazzjonali

Sommarju

European Agency for Safety and Health at Work

Safety and health at work is everyone's concern. It's good for you. It's good for business.

Awturi: Patricia Helen Rosen, l-Istitut Federali għas-Sikurezza u s-Saħħa Okkupazzjonali (BAuA); Eva Heinold, l-Istitut Federali għas-Sikurezza u s-Saħħa Okkupazzjonali (BAuA); Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; Sascha Wischniewski, l-Istitut Federali għas-Sikurezza u s-Saħħa Okkupazzjonali (BAuA)

Ġestjoni tal-proġett: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA).

Dan huwa sommarju ta' rapport li kien ikkummissjonat mill-Aġenzija Ewropea għas-Sigurtà u s-Saħħa fuq il-Post tax-Xogħol (EU-OSHA). Il-kontenut tiegħu, inkluż kwalunkwe opinjoni u/jew konklużjoni espressi, huma dawk tal-awturi biss u mhux neċessarjament jirriflettu l-fehmiet tal-EU-OSHA.

Traduzzjoni pprovduta miċ-Ċentru ta' Traduzzjoni (CdT, Lussemburgu), bbażata fuq test oriġinali bl-Ingliż.

La l-aġenzija Ewropea u l-ebda persuna oħra li taġixxi f'isem l-Aġenzija mhija responsabbli għall-użu li jista' jsir mill-informazzjoni li ġejja.

© L-Aġenzija Ewropea għas-Saħħa u s-Sigurtà fuq il-Post tax-Xogħol, 2023

Ir-riproduzzjoni hija awtorizzata bil-kondizzjoni li s-sors jiġi rikonoxxut.

Għal kwalunkwe użu jew riproduzzjoni ta' ritratti jew materjal ieħor li ma jaqax taħt id-drittijiet tal-awtur talEU-OSHA, għandu jinkiseb permess direttament mingħand id-detenturi tad-drittijiet tal-awtur.

Werrej

Werrej ... 2

1 Introduzzjoni u objettivi ... 3

2 Metodoloġija ... 3

3 Robotika avvanzata u tipi ta' kompiti ... 3

3.1 Awtomatizzazzjoni sħiħa (sostituzzjoni) avvanzata tal-kompiti bbażata fuq ir-robotika ... 3

3.1.1 Relatata mal-persuna ... 3

3.1.2 Relatati mal-oġġett ... 4

3.2 Semiawtomatizzazzjoni (assistenza) avvanzata tal-kompiti bbażata fuq ir-robotika ... 4

3.2.1 Relatati mal-persuna ... 4

3.2.2 Relatati mal-oġġett ... 4

3.2.3 Relatati mal-informazzjoni ... 5

3.3 Impatt fuq l-impjiegi ... 5

3.4 Impatt fuq is-setturi ... 5

4 Implikazzjonijiet tal-OSH ... 6

4.1 Effetti psikosoċjali ... 6

4.1.1 Tfassil tal-kompiti ... 6

4.1.2 Disinn tal-interazzjoni ... 7

4.1.3 L-operat u s-superviżjoni ... 8

4.2 Effetti fiżiċi ... 8

4.3 Effetti organizzattivi ... 9

4.4 Standards ... 10

4.5 Valutazzjoni tar-riskji ... 10

5 Sommarju u konklużjoni ... 11

Referenzi ... 13

1 Introduzzjoni u objettivi

Din il-ħidma hija parti mir-riċerka tal-EU-OSHA: "Overview of Policies, Research and Practices in Relation to Advanced Robotics and AI-based Systems for Automation of Tasks and OSH" (Ħarsa ġenerali lejn il-Politiki, ir-Riċerka u l-Prattiki fir-rigward ta' Sistemi Avvanzati tar-Robotika u bbażati fuq l-IA għall-Awtomatizzazzjoni tal-Kompiti u l-OSH). L-għan ta' dan ir-rapport huwa, wara t-tassonomija żviluppata fir-rapport tal-EU-OSHA "Advanced robotics, artificial intelligence and the automation of tasks: definitions, uses, policies and strategies and occupational safety and health" (EU-OSHA, 2022a), sabiex jiġu ppreżentati sfidi u opportunitajiet relatati mas-sikurezza u s-saħħa okkupazzjonali (OSH) rigward l-awtomatizzazzjoni tal-kompiti fiżiċi permezz ta' sistemi robotiċi. Sabiex jiġu appoġġati jew sostitwiti l-kompiti fiżiċi, it-teknoloġiji robotiċi moderni, bħar-robots mobbli, ir-robots tal-assemblaġġ u r-robots esoskeletriċi, jintużaw prinċipalment u l-ambitu tal-kompiti u l-funzjonijiet fiżiċi li jistgħu jappoġġaw jikber b'mod stabbli. Dan ir-rapport jiddeskrivi wkoll varjetà ta' setturi ekonomiċi u impjiegi li fihom il-kompiti fiżiċi huma kompletament awtomatizzati jew semiawtomatizzati. Fl-aħħar, l-impatt tal-awtomatizzazzjoni tagħhom permezz ta' sistemi robotiċi fuq aspetti fiżiċi, psikosoċjali u organizzazzjonali tal-OSH relatati max-xogħol u, b'hekk, l-isfidi kif ukoll l-opportunitajiet għall-OSH sal-lum u fil-futur, huwa deskritt.

2 Metodoloġija

Il-metodoloġija applikata u s-sorsi ewlenin tad-*data* użati għal dan ir-rapport jinkludu rieżamijiet u metaanaliżijiet sistematiċi kif ukoll rieżami tal-letteratura griża u t-tiftix ta' kwotazzjoni bil-quddiem sabiex jiġi identifikat xogħol xjentifiku addizzjonali. L-oqsma ewlenin koperti fir-rieżamijiet kienu l-intelliġenza artifiċjali (IA), l-interazzjoni bejn ir-robots u l-bniedem (HRI) u l-awtomatizzazzjoni tal-kompiti, u sekwenza speċifikata tal-eżitu tal-esponiment tal-popolazzjoni. Ġew skrinjati numru kkombinat ta' 4 070 riżultat, li 111 minnhom kien fihom informazzjoni rilevanti għal dan il-proġett. Sabiex jiġu kkumplimentati s-sejbiet, saret riċerka addizzjonali fil-letteratura dwar varjetà ta' setturi. Barra minn hekk, saru intervisti semistrutturati ta' grupp magħżul ta' esperti fil-qasam tar-robotika avvanzata sabiex tinkiseb informazzjoni intuwittiva kwalitattiva addizzjonali dwar l-awtomatizzazzjoni tal-kompiti fiżiċi. Saru total ta' disa' intervisti.

3 Robotika avvanzata u tipi ta' kompiti

Ir-riżultati tar-riċerka mbagħad ġew ikkategorizzati f'kompiti relatati mal-persuna, mal-informazzjoni u mal-oġġett, u jekk il-kompitu inkwistjoni huwiex kompletament awtomatizzat jew semiawtomatizzat. Fuq livell addizzjonali, il-kompiti awtomatizzati kienu maqsuma f'kompiti ta' rutina jew mhux ta' rutina, jekk kienu identifikabbli bħala tali. Ir-riżultati juru li fil-letteratura rieżaminata mhux kull taħlita possibbli ta' dawn il-kategoriji hija rrappreżentata. Bħalissa, is-sistemi disponibbli jappoġġaw prinċipalment kompiti ta' rutina. Madankollu, hekk kif jiżviluppaw il-kapaċitajiet teknoloġiċi futuri, l-awtomatizzazzjoni ta' kompiti aktar mhux ta' rutina se ssir aktar probabbli.

3.1 Awtomatizzazzjoni sħiħa (sostituzzjoni) avvanzata tal-kompiti bbażata fuq ir-robotika

3.1.1 Relatata mal-persuna

Fi ħdan kompitu relatat mal-persuna hemm xi forma ta' interazzjoni bejn persuna u t-teknoloġija. Din l-interazzjoni ma hijiex limitata għall-utent u t-teknoloġija speċifikament, iżda tista' testendi wkoll lil hinn minn dawn il-parteċipanti. Is-sistemi robotiċi li jgħinu lill-infermiera sabiex jerfgħu lill-pazjenti huma eżempju ewlieni tal-awtomatizzazzjoni ta' kompitu relatat mal-persuna.

Kompitu ta' rutina

Sabiex jiġi kklassifikat bħala kompitu ta' rutina, il-proċess awtomatizzat irid ikollu element ripetittiv fil-passi tiegħu, li ma jinbidlux bejn l-implimentazzjoni. Id-definizzjoni ta' rutina minn perspettiva teknoloġika hija ħafna iżgħar minn dik minn perspettiva umana. Eżempji ta' kompiti fiżiċi ta' rutina relatati mal-persuna jistgħu jinstabu primarjament fis-settur tal-**kura tas-saħħa**. **Infermiera assistenti** robotiċi jgħinu lill-infermiera billi jwettqu kompiti mhux kritiċi għalihom, u jinfluwenzaw kemm l-ammont ta' xogħol mentali kif ukoll dak fiżiku. Xogħol minnhom huwa l-inserzjoni tal-labra, jew sabiex **jiġbdu d-demm** jew sabiex jagħmlu injezzjoni tal-mediċina. Ir-robots tal-infermerija speċjalizzati jistgħu **jerfgħu l-pazjenti**

minn sodda għal siġġu tar-roti jew jgħinuhom iqumu bilwieqfa, mingħajr l-għajnuna ta' infermiera (Kyrarini et al., 2021). **Il-mixi tal-pazjenti u li jġibu l-oġġetti** jistgħu jkunu wkoll kompletament awtomatizzati. L-assistenza **għax-xorb u għall-ikel** tifforma kompitu ieħor li normalment ikun intensiv ħafna fil-ħin u fix-xogħol fil-kura tas-saħħa (Kyrarini et al., 2021). **Ir-robots kirurġiċi** speċjalizzati jassistu u jappoġġaw lill-professjonisti mediċi f'varjetà ta' kompiti. L-issettjar tas-suturi matul il-kirurġija jsir b'mod regolari mill-kirurgi u fattur vitali fis-suċċess ġenerali tal-intervent (Manolesou et al., 2021).

3.1.2 Relatati mal-oġġett

Il-kompiti fiżiċi relatati mal-oġġetti x'aktarx li huma l-forma l-aktar magħrufa ta' applikazzjoni għas-sistemi robotiċi. Ir-robots industrijali li jwettqu kompiti ta' għażla u tqegħid kienu waħda mill-ewwel sistemi kompletament awtomatizzati introdotti fil-post tax-xogħol.

Kompitu ta' rutina

Kompiti bħall-**iwweldjar, l-assemblaġġ, l-isprej taż-żebgħa, l-imballaġġ u l-arranġament, il-qtugħ, iċ-ċaqliq u l-ixkatlar** bħala kompiti industrijali jistgħu jkunu awtomatizzati bis-sħiħ minn sistemi robotiċi (Iqbal et al., 2016). Dan huwa konformi mal-kompiti rrapportati mill-esperti intervistati, li semmew ukoll attivitajiet **ta' rfigħ ta' oġġetti tqal** u preċiżi bħall-**kompiti ta' għażla u tqegħid**, u l-produzzjoni ta' oġġetti ta' assemblaġġ ta' volum żgħir f'taħlita kbira ta' prodotti/xogħlijiet ta' preċiżjoni. **Il-kompiti tal-loġistika u tat-trasport** huma applikazzjonijiet komuni fl-imħażen, fl-isptarijiet u fis-supermarkets. L-applikazzjonijiet tar-robotika **fil-minjieri** huma wiesgħa u jinkludu t-tħaddim ta' makkinarju tqil u l-kompiti ta' **rfigħ, gafef, skavar u trasport tal-merkanzija** robotiċi, kif ukoll it-**tħaffir** robotiku u possibbilment **l-immaniġġjar tal-isplussivi** (Plotnikov et al., 2020).

3.2 Semiawtomatizzazzjoni (assistenza) avvanzata tal-kompiti bbażata fuq ir-robotika

Filwaqt li xi sistemi robotiċi diġà għandhom is-sofistikazzjoni teknoloġika sabiex iwettqu kompiti b'mod kompletament awtonomu, hemm numru ta' kompiti li jibbenefikaw minn awtomatizzazzjoni parzjali, li fihom il-bniedem għadu involut b'mod attiv fil-proċess, iżda mhux fi rwol superviżorju.

3.2.1 Relatati mal-persuna

Kompitu ta' rutina

L-ambjent tax-xogħol mediku fih numru ta' kompiti fiżiċi żgħar li jitwettqu għall-pazjenti b'mod regolari. Kompiti oħrajn relatati mal-infermerija li għalihom ir-robots intużaw sabiex jgħinu fihom huma **l-kompiti tat-tlibbis u ta' iġjene personali** (Kyrarini et al., 2021). Filwaqt li l-proċess innifsu jista' jvarja minn pazjent għal pazjent, l-immaniġġjar manwali tal-pazjent fil-forma ta' ċaqliq u **rfigħ** huwa kompitu li jirrikjedi ħafna ħaddiema u li jseħħ ta' spiss. Meta tintuża s-sistema robotika, il-persunal tal-infermerija jista' sempliċiment jassisti lill-pazjent f'każ ta' riskju ta' waqgħat jew korriment (Hu et al., 2011). Filwaqt li dawn il-kompiti jistgħu jkunu kompletament awtomatizzati, bħalissa sistemi semiawtomatizzati huma aktar prevalenti fil-qasam.

3.2.2 Relatati mal-oġġett

Kompitu ta' rutina

Speċjalment fl-issettjar tal-manifattura, xi kompiti jiġu mċaqalqa intenzjonalment minn l-ebda awtomatizzazzjoni lejn stat semiawtomatizzat, permezz tal-introduzzjoni ta' sistemi robotiċi. Ir-robotika avvanzata f'ambjenti industrijali u tal-manifattura twettaq diversi kompiti li jvarjaw mill-**ġbir, l-ippakkjar** u **t-tqegħid fuq pallets, l-iwweldjar, l-assemblaġġ ta' oġġetti** u **l-immaniġġjar tal-materjali** sal-**ispezzjoni tal-prodott** (Matheson et al., 2019). Bħalissa, dawn it-tipi ta' kompiti jitwettqu b'livell differenti ta' involviment jew superviżjoni mill-bniedem, li jvarjaw mill-involviment kollaborattiv sas-superviżjoni. Uħud minn dawn il-kompiti huma relatati mill-qrib mal-qasam tax-xogħol tal-kostruzzjoni. Eżempji ta' tali kompiti huma **t-tqegħid tal-briks, l-irfigħ ta' oġġetti tqal** awtomatizzati robotiċi bi driegħ robotiku u gripper imħaddma minn ħaddiem tal-kostruzzjoni, u pompi tal-konkrit mgħammra b'sensuri speċjalizzati li jippermettu l-kejl ta' varjabbli operazzjonali kritiċi bħall-orjentazzjoni, l-angoli, il-fond u d-distanzi.

3.2.3 Relatati mal-informazzjoni

Kompitu ta' rutina

Kif imsemmi għall-każ ta' kompiti kompletament awtomatizzati, fil-letteratura rieżaminata, ma hemm l-ebda każ riċerkat ta' kompiti fiżiċi relatati mal-informazzjoni mwettqa minn sistemi robotiċi avvanzati. Madankollu, l-investigazzjoni tal-implimentazzjonijiet attwali tas-sistemi robotiċi, identifikat sistemi robotiċi li jużaw sensuri sabiex jiġbru l-informazzjoni mill-ambjent filwaqt li jkollhom kapaċitajiet ta' pproċessar, kif ukoll li jistgħu jippermettulhom jissuġġerixxu azzjonijiet, iwettqu azzjonijiet jew sempliċiment idoqqu allarm. Filwaqt li hemm każijiet ta' użu għal dan it-tip ta' użu relatat mal-informazzjoni ta' sistemi robotiċi avvanzati, hemm nuqqas ta' riċerka dwar l-impatt tagħhom fuq l-OSH, kemm fuq livell konjittiv kif ukoll fuq livell fiżiku.

3.3 Impatt fuq l-impjiegi

Meta wieħed iħares lejn medda ta' għaxar snin, it-tkabbir fl-impjiegi seħħ għal gruppi okkupazzjonali b'livell għoli ta' edukazzjoni b'enfasi aktar analitika u li għandhom il-ħiliet sabiex jitgħallmu malajr u jadattaw għal avvanzi teknoloġiċi ġodda. It-taħriġ u t-tiġdid mill-ġdid tal-ħaddiema jitqiesu kemm bħala konsegwenza kif ukoll bħala pass meħtieġ sabiex jitkompla t-tkabbir fl-industrija (de Vries et al., 2020). Dan huwa mbagħad marbut man-narrattiva li terġa' sseħħ li l-bidliet attwali minħabba sistemi robotiċi se jwasslu sabiex jiġu kkunsidrati mill-ġdid l-għanijiet edukattivi tal-impjegati, titrawwem l-idea ta' tagħlim kontinwu, u jiġu żviluppati l-ħiliet it-tajbin, adattivi u ġodda (Kim & Park, 2020).

In-nies li jaħdmu f'impjiegi relatati mal-**kura tas-saħħa** se jħossu l-impatt tal-awtomatizzazzjoni fiżika tal-kompiti. L-impjiegi fl-isptarijiet, li ma jeħtiġux mill-anqas grad ta' baċellerat, instabu li kienu qegħdin jisparixxu, u dan jindika bidla lejn xogħol ibbażat aktar fuq l-għarfien u l-konjizzjoni (Terminino & Rimbau Gilabert, 2018). L-impatt ewlieni li mistenni li se jkollu l-awtomatizzazzjoni fiżika tal-kompiti permezz ta' sistemi robotiċi fuq l-infermiera hija li l-eżawriment fiżiku ġenerali tagħhom jonqos (Denault et al., 2019). Ir-riċerka ta' Sen et al. (2020) dwar id-disturbi muskuloskeletali relatati max-xogħol fis-settur tal-**minjieri** żvelat li l-impjiegi tal-minjieri speċifikament jibbenefikaw mill-awtomatizzazzjoni sabiex jitnaqqsu d-disturbi muskuloskeletali u r-riskju ġenerali fuq il-post tax-xogħol. L-**imħażen** jistgħu jkunu wkoll ambjenti perikolużi. Il-perikli komuni għas-sikurezza għall-impjegati huma ż-żliq, it-tgerbib u l-waqgħat mill-għoli. Bl-użu tar-robots sabiex titnaqqas il-ħtieġa li l-impjegati jaħdmu fl-għoli jew li joperaw tagħmir ta' riskju kbir bħal forklifts, l-operaturi jistgħu jiksbu benefiċċju sinifikanti għas-sikurezza. Għall-ħaddiema tal-**kostruzzjoni**, wieħed mill-vantaġġi ewlenin tal-użu tar-robotika jinsab fil-potenzjal tagħhom li jassistu matul kompiti ta' kostruzzjoni ripetittivi jew perikolużi. Madankollu, din il-bidla tfisser ukoll li l-gruppi kollha ta' ħaddiema se jkollhom jiksbu ħiliet ġodda dwar kif jimmaniġġjaw u kif jissorveljaw il-magni.

3.4 Impatt fuq is-setturi

L-analiżi tal-kompiti fiżiċi awtomatizzati fost is-setturi tiżvela numru kbir ta' kompiti awtomatizzati jew appoġġati fis-settur tas-**saħħa tal-bniedem u l-attivitajiet ta' ħidma soċjali**. Hawnhekk, il-biċċa l-kbira tal-kompiti jinsabu fl-attivitajiet tal-isptarijiet. L-għadd kbir ta' applikazzjonijiet possibbli għal sistemi robotiċi jindika li fil-futur qarib, l-installazzjoni ta' robots f'dan l-ambjent tax-xogħol se tieħu spinta. Fuq livell settorjali, il-kura tas-saħħa u l-ħidma soċjali x'aktarx li jkomplu jikbru fl-importanza tagħhom u wkoll bħala qasam ewlieni ta' applikazzjoni għas-sistemi robotiċi.

It-tieni, is-settur tal-**manifattura** huwa affettwat ħafna. L-esperti qablu dwar il-fatt li s-settur tal-manifattura huwa s-settur ewlieni fir-rigward tal-użu tar-robotika avvanzata bħalissa. Hemm diversi eżempji ta' konfigurazzjonijiet tal-fabbrika kważi awtomatizzati kompletament f'oqsma bħall-industrija tal-karozzi.

Is-settur ġenerali tat-**trasport u l-ħżin** huwa indirizzat ukoll b'mod pjuttost frekwenti fil-letteratura xjentifika u jissemma wkoll mill-esperti. B'mod partikolari, is-suq tal-loġistika għaddej minn bidliet rapidi minħabba ż-żieda fil-kummerċ elettroniku, l-adattament tal-massa u l-filosofija fil-ħin preċiż. Il-proċess tas-sostituzzjoni tax-xogħol mill-awtomatizzazzjoni u r-robotika qiegħed jiżdied fil-proċessi moderni tal-**minjieri** . Osservati b'mod anqas frekwenti fil-letteratura xjentifika iżda enfasizzati mill-esperti huma s-setturi tal-**kostruzzjoni** u **l-agrikoltura**, **il-forestrija u s-sajd**.

4 Implikazzjonijiet tal-OSH

4.1 Effetti psikosoċjali

Ħafna aspetti psikoloġiċi huma diskussi wkoll b'mod indipendenti mit-tip ta' kompitu speċifiku u jistgħu, sa ċertu punt, jiġu applikati wkoll għal kompiti fiżiċi bl-istess mod. Ir-rieżami tal-ambitu dwar l-interazzjoni bejn il-bniedem u l-magna u s-saħħa fuq il-post tax-xogħol jippreżenta kategoriji rilevanti ta' interazzjonijiet bejn il-bniedem u l-magna għall-analiżi tal-konsegwenzi fir-rigward tal-awtomatizzazzjoni tal-kompiti. Il-kategoriji rilevanti huma "*allokazzjoni tal-funzjoni*, *disinn tal-interfaċċa u tal-interazzjoni* kif ukoll *operat u superviżjoni tal-magni u tas-sistemi"* (Robelski & Wischniewski, 2018). L-aspett tal-allokazzjoni tal-funzjoni fi ħdan l-awtomatizzazzjoni tal-kompiti jirrikjedi li l-kompitu ta' ħidma nnifsu jiddetermina l-allokazzjoni tal-funzjoni bejn il-bnedmin u l-magni, f'dan il-każ sistemi robotiċi avvanzati (Robelski & Wischniewski, 2018). Fenomenu komuni fir-rigward tal-awtomatizzazzjoni tal-kompiti huwa l-kompjaċenza tal-awtomatizzazzjoni. L-istudji juru li l-għarfien espert u t-taħriġ ma għandhomx effetti ta' mitigazzjoni fuq l-okkorrenza tal-kompjaċenza. Kif miġbur fil-qosor minn Parasuraman and Manzey (2010), hemm qbil fil-letteratura xjentifika li hemm tliet fatturi ewlenin li jikkontribwixxu għall-okkorrenza tal-preġudizzju fl-awtomatizzazzjoni. L-ewwel wieħed jirreferi għal tendenza tal-bnedmin osservati fil-proċessi tat-teħid tad-deċiżjonijiet, li jsegwu t-triq bl-anqas sforz konjittiv. It-tieni fattur jiddeskrivi t-tendenza tal-utenti li jistmaw iżżejjed il-prestazzjoni u l-awtorità tas-sistemi ta' awtomatizzazzjoni. It-tielet fattur li jikkontribwixxi għall-preġudizzju fl-awtomatizzazzjoni huwa fenomenu li huwa osservabbli wkoll f'kompiti umani kondiviżi. Din hija d-diffużjoni tar-responsabbiltà li twassal għal "indolenza soċjali", tendenza tal-bnedmin li jnaqqsu l-isforz tagħhom stess meta jaħdmu ma' oħrajn (Parasuraman & Manzey, 2010).

Fiduċja

Ammont konsiderevoli ta' studji investigaw lill-anteċedenti għall-fiduċja fis-sistemi robotiċi. Hemm kunsens li l-anteċedenti li jinfluwenzaw b'mod sinifikanti l-fiduċja tal-bniedem lejn sistemi robotiċi jistgħu jkunu relatati mal-bniedem, mar-robot jew mal-kuntest, u għalhekk iridu jitqiesu bir-reqqa meta jintużaw sistemi robotiċi għall-awtomatizzazzjoni tal-kompiti (Hancock et al., 2011; Hancock et al., 2020). Fi ħdan l-anteċedenti relatati mar-robots, l-attributi tar-robot u l-prestazzjoni tiegħu għandhom l-akbar impatt fuq il-fiduċja. Huwa importanti li mhux biss jiġu kkunsidrati aspetti li jsaħħu l-fiduċja, iżda li wieħed iżomm f'moħħu wkoll li xi aspetti jista' jkollhom effetti detrimentali fuq it-tlestija tal-kompiti jew fuq kwistjonijiet oħrajn (Hancock et al., 2020). Antropomorfiżmu mhux adattat jista' jwassal għal sitwazzjonijiet perikolużi bħal imġiba mhux mistennija, in-nuqqas ta' rikonoxximent ta' ħsara fl-awtomatizzazzjoni jew reazzjonijiet baxxi wisq għall-ħsara fl-awtomatizzazzjoni (Papadimitriou et al., 2020).

4.1.1 Tfassil tal-kompiti

Kontroll tal-impjiegi

Il-kunċett ta' kontroll tal-impjiegi, li jinkludi d-dimensjonijiet tal-latitudni tad-deċiżjonijiet, it-twaqqit u l-kontroll tal-metodu nnifsu, għandu storja twila fil-psikoloġija okkupazzjonali. L-effetti pożittivi li l-kontroll tal-impjiegi jista' jkollu fuq il-benesseri, il-motivazzjoni, is-sodisfazzjon u s-saħħa mentali tal-ħaddiema, speċjalment sabiex jgħin sabiex jingħelbu d-domandi għoljin tal-impjiegi, huma deskritti sew fil-letteratura xjentifika (Bakker & Demerouti, 2007; Karasek, 1979, 1998). Fir-rigward tat-tibdil fil-karatteristiċi tal-kompitu u tal-livelli mibdula ta' kontroll tal-impjiegi meta tintuża robotika avvanzata għall-awtomatizzazzjoni (semi) tal-kompiti, l-esperti intervistati semmew ukoll ir-riskju ta' nuqqas ta' awtoeffikaċja li jirriżulta minn kompiti ġodda jew modifikati. Madankollu, jekk il-konfini tal-kompiti u tas-sistema ma jkunux ċari, wieħed jista' jiffaċċja r-riskju li l-kontroll tal-impjiegi jew il-latitudni tad-deċiżjonijiet jitħallew isiru kbar wisq, li għal darb'oħra jistgħu jirriżultaw fi tnaqqis fil-benesseri jew fl-istress.

Sensazzjoni ta' kontroll

Il-karatteristiċi tal-kompitu definiti mil-livell ta' kontroll tal-impjiegi jistgħu jiġu perċepiti b'mod differenti mill-ħaddiema umani. Għalhekk, marbut mill-qrib mal-kunċett ta' kontroll tal-impjiegi huwa s-sens suġġettiv ta' kontroll, li huwa wkoll kunċett stabbilit sew fil-psikoloġija (Spector, 1998). L-awtonomija dejjem akbar tas-sistemi robotiċi tista' tinċentiva lill-ħaddiema sabiex jallokaw il-kompiti lejhom, li s-sistema hija kapaċi twettaq, mingħajr ma jitilfu s-sens ta' kontroll tagħhom fuq is-sitwazzjoni. Ir-riskju li jintilef il-kontroll, kemm jekk ikun sensazzjoni suġġettiva kif ukoll ċirkostanza oġġettiva, issemma wkoll

b'mod espliċitu mill-esperti intervistati. L-esperti enfasizzaw ukoll li l-prinċipju ta' "uman fil-kontroll" għandu jitqies bħala linja gwida ewlenija tad-disinn.

L-intensità tax-xogħol u n-nuqqas ta' ħiliet

Fir-rigward tat-tfassil tal-kompiti tax-xogħol, kundizzjoni psikosoċjali tax-xogħol diskussa u indirizzata ta' spiss hija l-aspett tal-intensità tax-xogħol, pereżempju kif deskritt fir-rigward tal-kontroll tal-impjiegi fil-Job-Demand-Control Model (Mudell ta' Kontroll tad-Domanda għall-Impjieg) (Karasek, 1979, 1998) jew il-Job-Demand-Resources Model (Mudell tar-Riżorsi tad-Domanda għall-Impjieg) usa' (Demerouti et al., 2001). It-tnaqqis fil-varjetà tal-ħiliet huwa indirizzat ukoll fil-polarizzazzjoni potenzjali tal-impjiegi, ipoteżi diskussa fir-rigward tal-awtomatizzazzjoni tal-kompiti u d-diġitalizzazzjoni tas-sistemi tax-xogħol. B'mod simplifikat, din tiddikjara li għal impjiegi b'rekwiżiti ta' livell baxx ta' ħiliet, l-awtomatizzazzjoni ta' kompiti kumplessi ta' rutina tikkawża li l-impjieg jiffoka fuq kompiti saħansitra aktar sempliċi minflok ma jippermetti lill-bniedem iwettaq kompiti li jeħtieġu livell ogħla ta' ħiliet.

4.1.2 Disinn tal-interazzjoni

Fil-letteratura xjentifika hemm numru ta' aspetti tad-disinn robotiku tal-interazzjoni li huma diskussi fir-rigward ta' aspetti differenti tal-OSH. L-aspett tad-disinn robotiku u d-disinn tal-interazzjoni jistgħu jkunu assoċjati ma' attributi differenti. Dawn jistgħu, pereżempju, ikunu relatati mad-dehra ta' barra u mal-inkorporazzjoni tas-sistema robotika, mal-imġiba robotika u mal-moviment jew mal-interazzjoni kif ukoll mal-istili u l-kanali ta' komunikazzjoni. Fil-qasam tal-imġiba robotika tal-moviment, aspetti bħall-veloċità, l-aċċellerazzjoni u d-deċellerazzjoni, it-trajettorji, u l-avviċinament jew it-trasferiment tal-istrateġiji jaqgħu fl-ambitu tal-kunsiderazzjoni. Il-komunikazzjoni bejn il-bnedmin u r-robotika avvanzata tista' tkun iddisinjata fi gradi varji. Aspetti differenti tad-disinn tal-interazzjoni huma assoċjati f'ammonti differenti mar-riskji u mal-opportunitajiet tal-OSH. Barra minn hekk, l-għan ġenerali huwa li jiżdied is-sens ta' benesseri, aċċettazzjoni, fiduċja, emozzjonijiet pożittivi, u esperjenza pożittiva tal-utent jew fluss tax-xogħol (pereżempju, ara Honig et al., 2018). Bl-istess mod, il-livelli tal-ammont ta' xogħol disfunzjonali, l-irritazzjoni, l-eżawriment jew it-tfixkil ma għandhomx jiġu kkawżati mill-interazzjoni jew saħansitra jitnaqqsu, fejn ikun possibbli. Madankollu, l-aspetti robotiċi tad-disinn ma humiex kunsiderazzjonijiet awtonomi, u dejjem iridu jikkontemplaw il-kuntest u l-kompitu ta' ħidma indirizzat.

Disinn antropomorfiku tar-robot

L-aspett tal-inkorporazzjoni u b'mod aktar preċiż tad-disinn robotiku antropomorfiku huwa indirizzat fil-biċċa l-kbira fil-letteratura xjentifika. Id-disinn antropomorfiku tar-robots jista' jkollu effetti pożittivi fuq il-fiduċja lejn ir-robots. Karatteristiċi tad-disinn bħall-għajnejn jew l-espressjonijiet tal-wiċċ jistgħu jrawmu interazzjoni, aċċettazzjoni u interess naturali, speċjalment fir-robotika soċjali (Fink, 2012). Madankollu, jista' jkun hemm konsegwenzi negattivi tad-disinn antropomorfiku. Dawn il-karatteristiċi tad-disinn se jwasslu għal aspettattivi umani fir-rigward tal-kapaċitajiet u l-imġiba robotiċi (Złotowski et al., 2015). Jekk sistema jkollha karatteristiċi bħall-għajnejn, nistennew li r-robot ikun jista' jipproċessa informazzjoni viżwali. Id-disinn antropomorfiku jista' jkun relatat ukoll ma' movimenti robotiċi jew ma' strateġiji ta' komunikazzjoni. Diskrepanza tista' tirriżulta f'irritazzjoni jew saħansitra f'affidabbiltà aktar baxxa perċepita b'mod sinifikanti f'ambjenti industrijali (Roesler et al., 2020). Madankollu, b'mod ġenerali, jekk karatteristika ta' disinn antropomorfiku ma sservix għan funzjonali, din ma għandhiex tiġi inkluża.

Prinċipji ta' djalogu fl-HRI

Standard wieħed li għandu jiġi kkonsultat meta jiġi indirizzat id-disinn tal-interazzjoni huwa l-prinċipji ta' interazzjoni (li qabel imsejħa prinċipji ta' djalogu) fformulati f'EN ISO 9241-110. Il-prinċipji ta' interazzjoni u r-rakkomandazzjonijiet ġenerali tad-disinn jistgħu jiggwidaw l-iżvilupp u l-evalwazzjoni tal-interfaċċi tal-utenti, li jwasslu għal titjib fl-użu. Dawn ġew identifikati bħala importanti u utli għat-tfassil tal-interazzjoni tas-sistema fil-kuntest ta' "Industrija 4.0" (Fischer et al., 2017) u wrew li huma għodda adegwata għall-evalwazzjoni tal-utenti tas-sistemi robotiċi (Rosen et al., 2018). B'mod partikolari, il-grad ġdid ta' awtonomija li s-sistemi bbażati fuq l-IA u r-robotika avvanzata jġibu f'post tax-xogħol jintroduċi kwalità ġdida għall-interazzjoni, li tista' tiġi vvalutata u mtejba billi jiġu applikati l-prinċipji ta' djalogu kmieni fil-proċess ta' żvilupp.

Trasparenza fl-HRI

B'mod speċjali hekk kif is-sistemi robotiċi jespandu fil-kapaċitajiet u fl-awtonomija, l-iżviluppaturi u kif ukoll il-leġiżlaturi jeħtieġ li jikkunsidraw l-aspett tar-responsabbiltà u l-obbligu ta' rendikont fl-interazzjoni.

Il-bnedmin iżommu lir-robots responsabbli mill-iżbalji tagħhom (Kahn et al., 2012), tal-anqas aktar minn oġġetti oħrajn. L-utenti jagħtu tort akbar lir-robot u anqas tort lil oħrajn meta jseħħu l-iżbalji fil-proċess ta' ħidma. Madankollu, wieħed ma għandux sempliċement jassumi li aktar informazzjoni pprovduta mis-sistema hija neċessarjament aħjar għall-utent. Wisq informazzjoni tista' ma żżidx it-trasparenza ta' sistema, iżda twassal għal eċċess ta' informazzjoni u tirriżulta f'inkapaċità li tagħżel u tipproċessa informazzjoni kritika (Finomore et al., 2011). Għalhekk, il-ħolqien ta' biżżejjed trasparenza huwa sforz importanti iżda kkumplikat.

4.1.3 L-operat u s-superviżjoni

Id-dimensjoni tat-tħaddim u tas-superviżjoni ta' sistema tista' titqies bħala konsegwenza diretta li tirriżulta mill-proċess tal-allokazzjoni tal-funzjoni u mid-disinn tal-interazzjoni speċifiku (Robelski & Wischniewski, 2018).

L-attitudni u l-esperjenza lejn u mar-robots

In-novità relattiva tas-sistemi robotiċi li jinteraġixxu mill-qrib mal-bnedmin fuq il-post tax-xogħol twassal għal forza tax-xogħol inevitabbilment inesperjenzata u mhux imdorrija fir-rigward tal-interazzjoni magħhom. Dan in-nuqqas ta' familjarità jista' jinfluwenza l-attitudni tagħhom lejhom u jdawwal l-esperjenza inizjali tagħhom. Aħna nafu li l-użu u l-esperjenza jistgħu jbiddlu l-perċezzjonijiet tal-ħaddiema u l-attitudni lejn is-sistemi robotiċi. B'aktar familjarità, in-novità ta' dawn is-sistemi tonqos hekk kif ideat maħsuba minn qabel dwar il-kapaċitajiet u l-imġiba tagħhom jevolvu lejn stampa aktar realistika (Sanders, 2019.). Kemm il-fiduċja kif ukoll l-aċċettazzjoni x'aktarx li jiżdiedu hekk kif l-attitudnijiet huma fformati minn esponiment għal sistema (Hancock et al., 2011). Nomura et al. (2011) sab li l-attitudnijiet negattivi lejn ir-robots naqsu hekk kif l-esperjenzi ta' interazzjoni magħhom żdiedu.

Sostenn soċjali

Is-sostenn soċjali fuq il-post tax-xogħol, pereżempju mill-membri tat-tim u mill-kollegi, jitqies bħala fattur ewlieni li jinfluwenza l-benesseri jew is-sodisfazzjon. Ir-riċerka wriet il-mitigazzjoni tal-effetti tas-sostenn soċjali fuq fatturi perċepiti ta' stress relatati max-xogħol u tnaqqis tal-eżawriment esperjenzat (Viswesvaran et al., 1999). L-awtomatizzazzjoni (semi) tal-kompiti li qabel kienu jitwettqu mill-bnedmin tista' eventwalment twassal għal strutturi ġodda ta' tim. Riskju possibbli jista' jkun tnaqqis fis-sostenn soċjali perċepit peress li l-interazzjoni mal-membri tat-tim uman tista' tonqos.

Il-biża' ta' telf ta' impjiegi

Xi ħaddiema mhux se jipperċepixxu sistemi robotiċi bħala teknoloġija ta' benefiċċju, iżda bħala riskju potenzjali għall-impjieg tagħhom. Reichert and Tauchmann (2011) investigaw il-livelli ta' diffikultà psikoloġika għall-ħaddiema b'nuqqas ta' sigurtà fl-impjiegi u sabu li l-impjegati bi ftit sigurtà fl-impjiegi jbatu minn saħħa psikoloġika aktar ħażina. Barra minn hekk, l-effetti tan-nuqqas ta' sigurtà fl-impjiegi huma aggravati għall-ħaddiema li għandhom problemi ta' saħħa mentali li kienu jeżistu diġà. Kozak et al. (2020) ivvaluta li n-nuqqas ta' sigurtà fl-impjiegi minħabba l-awtomatizzazzjoni permezz ta' sistemi robotiċi ma huwiex biża' irrazzjonali ta' dak li ma huwiex magħruf, iżda pjuttost riflessjoni razzjonali tar-riskji tal-awtokapaċità tal-kompiti li għalihom huma esposti l-ħaddiema. Huma jenfasizzaw il-ħtieġa għal implimentazzjoni ulterjuri tal-politiki dwar l-iżvilupp tal-ħiliet għall-forza tax-xogħol sabiex jiġi miġġieled kemm it-telf ta' impjiegi attwali kif ukoll il-biża' soġġettiva tiegħu.

4.2 Effetti fiżiċi

L-impatt fiżiku tal-awtomatizzazzjoni tal-kompiti permezz ta' sistemi robotiċi jista' jiġi kkategorizzat fil-benefiċċji potenzjali u dawk maħsuba li ġejjin, u fir-riskji possibbli. Fi ħdan il-kategorija ta' impatt pożittiv, naraw qasam ewlieni wieħed li huwa t-tbegħid tal-ħaddiema umani minn ambjenti perikolużi jew ta' strapazz (Gharbia et al., 2019; Sen et al., 2014). Il-grupp l-ieħor ta' effetti pożittivi ġej minn sistemi robotiċi li jappoġġaw fiżikament lill-ħaddiema f'kompiti speċifiċi, li fihom l-eżawriment fiżiku kontinwu jew ripetut joħloq riskju għas-saħħa (Kyrarini et al., 2021). Ħafna kompiti ġeneriċi awtomatizzati permezz ta' sistemi robotiċi, bħall-irfigħ ta' biċċa xogħol jew saħansitra t-trasport ta' oġġett madwar il-post tax-xogħol, jistgħu jaqgħu taħt din il-kategorija. L-uġigħ u l-korrimenti muskuloskeletali relatati max-xogħol huma komuni fost l-infermiera. Għalhekk, l-awtomatizzazzjoni ta' kompiti partikolarment ta' strapazz tista' tkun ta' benefiċċju kbir għas-saħħa tagħhom. Huwa rrakkomandat li r-raggruppament tax-xogħol għandu jippermetti tnaqqis fl-ammont ta' xogħol fiżiku billi jibdel iċ-ċiklu ta' ħidma u l-prestazzjoni tas-sistema tar-robot skont il-kundizzjonijiet fiżiċi tal-operatur. Dan sabiex ikun ta' benefiċċju għall-benesseri fiżiku

tal-ħaddiem, f'konformità mal-interpretazzjoni tal-persuni intervistati dwar kif robot jista' jkollu impatt fuq ħaddiem.

Minbarra bidliet pożittivi fir-rigward tal-kundizzjoni fiżika ta' ħaddiem, l-esperti jindikaw ukoll li teknoloġija ġdida tista' twassal għal tipi ġodda ta' perikli fiżiċi. Peress li ħafna sistemi robotiċi bħalissa jwettqu kompitu li b'xi mod jinvolvi l-moviment, possibbilment il-moviment b'tagħbija fiżika addizzjonali, ir-riskji ta' kolliżjoni ġew enfasizzati ripetutament. Filwaqt li ħabta bejn ħaddiem u sistema robotika nnifisha diġà toħloq riskju għas-saħħa, il-potenzjal għal korriment jiżdied meta r-robot ikun qiegħed jittrasporta oġġett jew ikollu gripper ippuntat jew jaqta' mwaħħal miegħu. Il-movimenti mhux intenzjonati jistgħu jolqtu lill-bniedem jew jaqbdu lill-persuna bejn ir-robot u parti fissa, pereżempju, billi jagħsru l-id. Għalhekk, jeħtieġ li jiġu meqjusa l-limiti għall-forza ta' kuntatt. Fattur ta' riskju ieħor huwa l-fallimenti mekkaniċi: jekk ma jkun hemm l-ebda manutenzjoni xierqa, jista' jkun hemm żball, li possibbilment iwassal għall-istess eżiti bħal żball tal-kontroll.

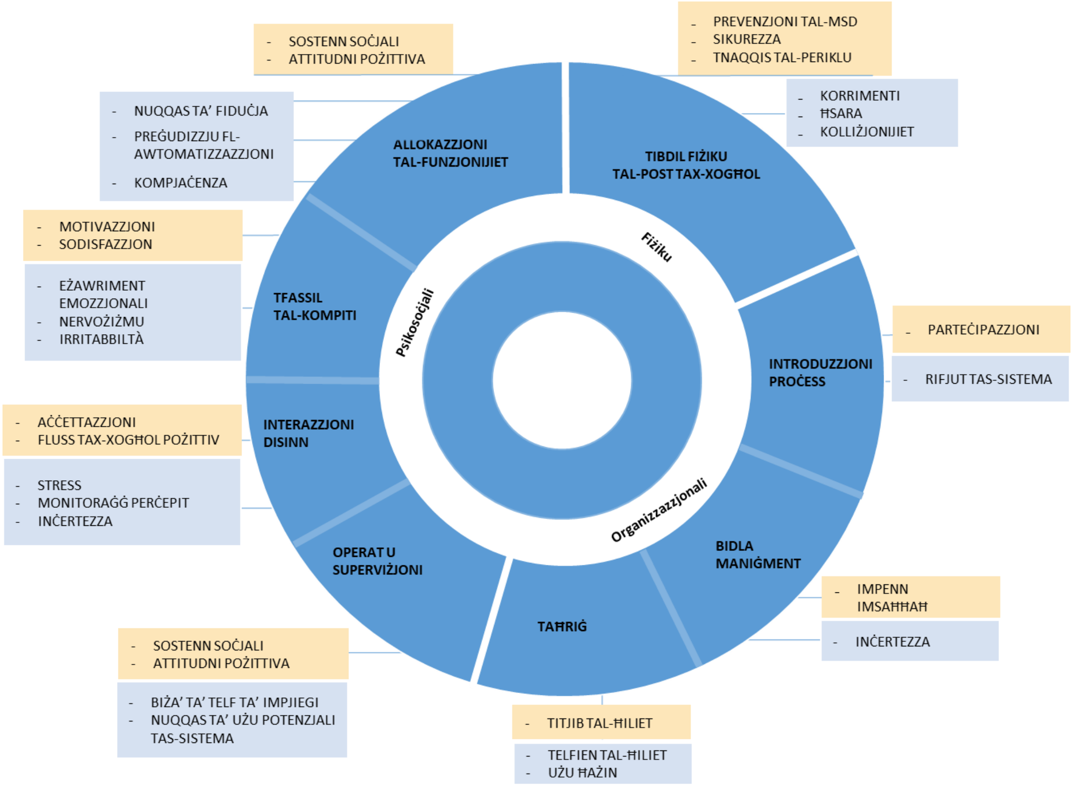
4.3 Effetti organizzattivi

Il-komunikazzjoni ta' bidliet futuri lill-impjegati tista' tnaqqas is-sens ta' inċertezza lejn ir-raġuni wara l-bidla. Barra minn hekk, instabet ukoll komunikazzjoni ċara u diretta li tippromwovi l-bidla u l-imġiba ta' sostenn mill-ħaddiema (Bordia et al., 2004). Minbarra l-komunikazzjoni qabel l-implimentazzjoni, jeħtieġ li l-qasam tax-xogħol li fih se jintuża r-robot jiġi rranġat mill-ġdid u li l-kompiti tal-ħaddiema jiġu ddefiniti mill-ġdid. B'mod speċjali, ġie enfasizzat l-aspett tal-valutazzjonijiet tar-riskju mill-esperti intervistati. Barra minn hekk, l-esperti semmew it-taħriġ tal-impjegati, l-evalwazzjoni u s-superviżjoni tas-sit tax-xogħol, u l-proċeduri għal manutenzjoni tajba bħala għodod potenzjali.

Waħda mill-akbar bidliet organizzattivi li dawn l-ambjenti tax-xogħol se jkollhom jiffaċċjaw hija d-domanda għal tiġdid u titjib tal-ħiliet. Dan jinvolvi t-taħriġ tal-persunal fil-ħidma fit-teknoloġija robotika l-ġdida, filwaqt li fl-istess ħin jiġi evitat in-nuqqas ta' ħiliet u t-telf ta' kompetenzi kruċjali oħrajn. Meta wieħed jikkunsidra dawn il-fatturi u jiġu pprovduti l-opportunitajiet meħtieġa għall-impjegati, dan jista' jżid ukoll il-parteċipazzjoni tagħhom fil-bidliet organizzattivi. Il-parteċipazzjoni tal-impjegati fl-implimentazzjoni u fit-teħid tad-deċiżjonijiet instabet li tgħin fl-imġiba ta' sostenn mill-impjegati (Gagne et al., 2000).

L-Illustrazzjoni 1 tippreżenta ħarsa ġenerali lejn id-dimensjonijiet identifikati rilevanti fir-rigward tal-aspetti psikosoċjali, fiżiċi u organizzattivi u r-riskji u l-benefiċċji assoċjati relatati mal-OSH possibbli.

Illustrazzjoni 1: Ħarsa ġenerali lejn id-dimensjonijiet u l-effetti rilevanti għall-OSH



4.4 Standards

Minbarra l-istandards tat-Tip A (standards bażiċi ta' sikurezza) u l-istandards tat-tip B (standards ġeneriċi ta' sikurezza) li japplikaw ukoll jekk rilevanti, bħalissa hemm tliet standards ta' sikurezza tal-magni (standards tat-Tip C) għas-sistemi robotiċi. Il-lista sħiħa tista' tinstab fir-rapport. Sabiex jinġabru fil-qosor l-opinjonijiet tal-esperti dwar l-istandards fir-rigward tas-sistemi robotiċi, ta' min jinnota li dawn jaraw lok għal titjib fl-istandards eżistenti fir-rigward ta' aspetti speċifiċi. Madankollu, bħalissa ma hemm l-ebda ħtieġa għal standards addizzjonali, kif espress mill-esperti. Dan jirrifletti n-numru attwali ta' applikazzjonijiet tal-HRI kompletament integrati li qegħdin nosservaw bħalissa fl-Ewropa, bħal, pereżempju, indikat mir-riżultati tad-*data* ta' ESENER-3 (EU-OSHA, 2022a). Fi ħdan ir-riċerka ta' dan il-proġett, ġew identifikati riskji speċifiċi tal-OSH tar-robotika avvanzata u tas-sistema bbażata fuq l-IA. Filwaqt li hemm riskji speċifikament assoċjati mal-użu ta' robotika avvanzata, l-għodod ta' valutazzjoni tar-riskju li jkopru kemm l-identifikazzjoni tar-riskju kif ukoll l-analiżi tar-riskju għalihom bħalissa huma rari u ta' spiss ma jkunux faċilment disponibbli.

4.5 Valutazzjoni tar-riskji

L-impatt speċifiku tal-OSH tal-introduzzjoni ta' sistema avvanzata bbażata fuq ir-robotika jew l-IA fuq il-post tax-xogħol spiss ikun diffiċli li jitkejjel u jvarja skont is-sistema speċifika, il-kompitu awtomatizzat u l-ambjent. L-istess japplika għar-riskju ġenerali tal-introduzzjoni u l-implimentazzjoni ta' tali sistemi fuq il-post tax-xogħol. F'dawn l-aħħar snin, kien hemm l-ewwel abbozzi ta' għodod ta' valutazzjoni tar-riskju speċifiċi għar-robots kollaborattivi (eż. Stone et al., 2021; Raza et al., 2021), madankollu hemm ftit għodod ittestjati u ppubblikati disponibbli għall-pubbliku. L-għodod tal-valutazzjoni tar-riskju jiffaċċjaw ukoll sfida addizzjonali, marbuta ma' bidliet frekwenti fl-ambjent li fih joperaw ħafna robots kollaborattivi. Madankollu, valutazzjoni tar-riskju preċiża u fil-fond ta' teknoloġija fuq il-post tax-xogħol hija vitali sabiex tiġi żgurata l-OSH, u n-nuqqas ta' għodod ta' valutazzjoni li kapaċi jipprovdu dan għal sistemi robotiċi avvanzati, sistemi bbażati fuq ir-robots kollaborattivi u l-IA għall-kompiti ta' awtomatizzazzjoni, jeħtieġ li jitqiesu fil-ġejjieni.

5 Sommarju u konklużjoni

Meta nanalizzaw it-tipi ta' kompiti u l-grad ta' awtomatizzazzjoni li għalihom bħalissa jintużaw applikazzjonijiet avvanzati tar-robotika, naraw enfasi qawwija fuq kompiti ta' rutina relatati mal-persuni u dawk relatati mal-oġġetti għas-semiawtomatizzazzjoni u għall-awtomatizzazzjoni sħiħa, rispettivament. Fi ħdan il-kompiti relatati mal-persuna, insibu diversi kompiti tal-infermerija, inkluż l-irfigħ jew l-assistenza b'ikel jew xorb lill-pazjenti. Barra minn hekk, il-kompiti kirurġiċi u kompiti mediċi oħrajn huma appoġġati parzjalment jew bis-sħiħ. Fi ħdan il-kompiti relatati mal-oġġetti hemm enfasi qawwija fuq il-kompiti komuni fis-settur tal-manifattura, fil-ħżin u fis-snajja'. Barra minn hekk, insibu l-imballaġġ kif ukoll il-kompiti tat-trasport u tal-konsenja f'oqsma differenti bħall-manifattura, l-isptarijiet u l-imħażen li huma kompletament awtomatizzati. Il-kompiti tal-assemblaġġ huma kompiti relatati mal-oġġetti, li huma parzjalment assistiti minn robotika avvanzata.

Sejba primarja waħda hija li fil-letteratura xjentifika bħalissa r-riskji u l-opportunitajiet tal-OSH ma jqisux jew rarament iqisu approċċ ta' kompitu. Hemm nuqqas ċar fi studji li jindirizzaw l-HRI u r-riskji u l-opportunitajiet marbuta tal-OSH f'kompiti purament fiżiċi. Għalhekk, is-sejbiet li jiġu ppreżentati jistgħu jitqiesu bħala sejbiet ġenerali sa ċertu punt, applikabbli għall-applikazzjonijiet robotiċi kollha.

Mil-letteratura xjentifika, stajna nidentifikaw erba' dimensjonijiet differenti għall-HRI li jistgħu jkunu assoċjati ma' riskji u opportunitajiet differenti relatati mal-OSH: allokazzjoni tal-funzjoni jew tal-kompiti, disinn tal-kompiti u disinn tal-interazzjoni kif ukoll operat u superviżjoni.

Fir-rigward tad-dimensjoni tal-funzjoni jew tal-allokazzjoni tal-kompiti, naraw li dawn il-proċessi jistgħu jsiru aktar dinamiċi minħabba li s-sistemi robotiċi jippromettu użu flessibbli. Jekk it-tnejn jitwettqu tajjeb, dan jista' jżid il-prestazzjoni tas-sistema, inaqqas l-iżbalji, jottimizza l-ammont ta' xogħol, u jżid il-motivazzjoni, is-sodisfazzjon u l-benesseri. Madankollu, ir-riskji marbuta mal-allokazzjoni tal-funzjoni jinkludu numru ta' konsegwenzi umani bħall-effetti ta' kompjaċenza, preġudizzji fid-deċiżjonijiet, tnaqqis fis-sensibilizzazzjoni tas-sitwazzjoni, ammont ta' xogħol mentali żbilanċjat, nuqqas ta' fiduċja u dipendenza żejda Gradi ogħla ta' awtomatizzazzjoni jistgħu jnaqqsu l-ammont ta' xogħol mentali ta' operatur, iżda jistgħu jirriżultaw ukoll f'telf ta' sensibilizzazzjoni tas-sitwazzjoni u prestazzjoni ta' falliment agħar (Onnasch et al., 2014).

Fir-rigward tat-tfassil tal-kompiti bħala konsegwenza tal-proċess tal-allokazzjoni tal-funzjoni, speċjalment ir-riskju ta' livelli baxxi ta' kontroll tal-impjiegi u, assoċjat ma' dak, il-livelli baxxi ta' sensazzjoni ta' kontroll, l-awtoeffikaċja baxxa, is-sodisfazzjon baxx, il-motivazzjoni u l-benesseri jridu jiġu enfasizzati. Livelli għoljin ta' awtonomija tar-robot kienu assoċjati wkoll mar-riskju li jitnaqqas is-sens ta' kontroll u, barra minn hekk, is-sens ta' responsabbiltà għall-kompitu tax-xogħol. Akkoppjament strett tal-ħaddiem mal-kompitu tar-robot għandu wkoll ir-riskju li jżid l-istress.

L-applikazzjoni ta' prinċipji ta' disinn magħrufa sew se tkun ta' benefiċċju għall-proċess ġenerali ta' interazzjoni. In-nuqqas tagħhom huwa marbut ma' effetti negattivi. L-importanza ta' xi prinċipji tad-disinn tista' tinbidel, speċjalment peress li d-domanda għal disinn u mġiba robotika trasparenti hija kruċjali sabiex jiġu evitati riskji possibbli bħal sensazzjoni mnaqqsa ta' responsabbiltà u obbligu ta' rendikont, dipendenza żejda jew dipendenza baxxa kif ukoll sensazzjoni ta' aljenazzjoni jew ta' telf ta' kontroll.

Bl-użu tar-robotika avvanzata speċjalment f'ambjenti tax-xogħol perikolużi u ta' ħsara, hemm opportunità ċara li għandha tiġi enfasizzata. Is-sistemi robotiċi l-ewwel nett jipprovdu l-potenzjal li l-bnedmin jitneħħew kompletament minn dawn iċ-ċirkostanzi mhux favorevoli. It-tieni, speċjalment fil-kompiti ta' assemblaġġ u ta' tneħħija, is-sistemi robotiċi jistgħu jtejbu s-saħħa fiżika relatata ma' disturbi muskuloskeletali. Jissemmew ukoll ir-riskji fiżiċi bħall-kolliżjoni jew dawk relatati ma' ħsarat mekkaniċi jew elettriċi.

Fir-rigward tal-effetti organizzazzjonali, naraw b'mod speċjali r-rilevanza tal-proċess ta' introduzzjoni, jew il-proċess ta' bidla marbut mal-introduzzjoni ta' robots avvanzati fuq il-post tax-xogħol. Jekk dan il-proċess ma jiġix ikkunsidrat bir-reqqa f'termini ta' analiżi adegwata tal-kompitu, il-parteċipazzjoni tal-ħaddiema, l-istrateġija ta' komunikazzjoni, u proċess kontinwu ta' evalwazzjoni u monitoraġġ, il-kumpaniji se jiffaċċjaw ir-riskju ta' aċċettazzjoni baxxa, rifjut u nuqqas ta' użu tas-sistema. Huwa importanti wkoll l-aspett ta' taħriġ xieraq għall-ħaddiema sabiex jiġi evitat ir-riskju ta' nuqqas ta' ħiliet u t-telf ta' kompetenzi kruċjali.

Il-fiduċja ġiet studjata sa grad straordinarju ogħla fl-HRI. Il-fatt li kooperazzjoni b'suċċess hija influwenzata mill-fiduċja bejn il-partijiet kooperanti huwa magħruf sew (Costa et al., 2001). Fir-rigward

tal-fiduċja, il-karatteristiċi robotiċi bħall-mobbiltà, id-disinn antropomorfiku jew żoomorfiku, il-possibbiltajiet ta’ interazzjoni multimodali, u l-użu għal skopijiet diversi għal applikazzjonijiet prossimali u remoti jistgħu jissuġġerixxu li l-fiduċja tal-bniedem lejn ir-robots tvarja meta mqabbla mal-fiduċja lejn teknoloġija ta’ awtomatizzazzjoni regolari (Hancock et al., 2011; Hancock et al., 2020). In-nuqqas ta’ fiduċja biżżejjed f’sistema robotika jista’ jkollu konsegwenzi negattivi għall-interazzjoni. B’kuntrast ma’ nuqqas ta’ fiduċja, wieħed jista’ jassumi li fiduċja għolja ħafna fis-sistema robotika għandha effetti pożittivi. Jekk ikun hemm fiduċja eċċessiva, id-dmir ta’ kura lejn ir-robot, pereżempju, jiġi injorat (Hancock et al., 2011), li jista’ jwassal għal aktar ħsara jew, jekk ma jiġix innotat difett, ħsara lill-biċċa tax-xogħol jew korrimenti tan-nies. Jekk il-grad ta’ fiduċja li jitqiegħed fir-robot jaqbel mal-kapaċitajiet tar-robot, tista’ ssir kollaborazzjoni effiċjenti u sikura (Hancock et al., 2011).

Stajna nidentifikaw id-dimensjonijiet tal-HRI rilevanti li minnhom ġew derivati riskji u opportunitajiet speċifiċi relatati mal-OSH. Dawn l-osservazzjonijiet aktar ġenerali tal-OSH dwar is-sistemi robotiċi jgħinu sabiex jinftiehem li irrispettivament mill-kuntest tal-applikazzjoni, għandhom jiġu kkunsidrati xi kriterji fundamentali. Anke jekk l-effetti uniċi tad-dimensjonijiet indirizzati jvarjaw minn fuq il-post tax-xogħol għal ieħor, huwa rrakkomandat li dejjem jiġu kkunsidrati. F’dak il-kuntest, l-infurzar jista’ jsir verament ta’ sfida għall-ispettorati tax-xogħol tradizzjonali. Valutazzjoni tar-riskju preċiża u fil-fond ta’ teknoloġija fuq il-post tax-xogħol hija vitali sabiex tiġi żgurata l-OSH. It-teħid f’kunsiderazzjoni bir-reqqa tar-riskji u l-benefiċċji tal-OSH indirizzati se jirriżulta f’applikazzjoni ċċentrata fuq il-bniedem tar-robotika avvanzata għall-awtomatizzazzjoni tal-kompiti.

Referenzi

Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The job demands-resources model: State of the art. Journal of Managerial Psychology, 20(7), 743-757. doi:10.1108/02683940710733115

Bordia, P., Hobman, E., Jones, E., Gallois, C., & Callan, V. J. (2004). Uncertainty during organisational change: Types, consequences and management strategies. *Journal of Business and Psychology, 18*(4), 507-532. doi:10.1023/B:JOBU.0000028449.99127.f7

Costa, A. C., Roe, R. A., & Taillieu, T. (2001). Trust within teams: The relation with performance effectiveness. *European Journal of Work and Organizational Psychology, 10*(3), 225-244. doi:10.1080/13594320143000654

Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., & Schaufeli, W. B. (2001). The job demands-resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology, 86*(3), 499-512. doi:10.1037/0021-9010.86.3.499

Denault, M. H., Péloquin, F., Lajoie, A. C., & Lacasse, Y. (2019). Automatic versus manual oxygen titration in patients requiring supplemental oxygen in the hospital: A systematic review and metaanalysis. *Respiration, 98*(2), 178-188. doi:10.1159/000499119

de Vries, G. J., Gentile, E., Miroudot, S., & Wacker, K. M. (2020). The rise of robots and the fall of routine jobs. *Labour Economics, 66*, Article 101885. doi:10.1016/j.labeco.2020.101885

EU-OSHA – L-Aġenzija Ewropea għas-Sigurtà u s-Saħħa fuq il-Post tax-Xogħol, *Ir-robotika avvanzata, l-intelliġenza artifiċjali u l-awtomatizzazzjoni tal-kompiti: definizzjonijiet, użi, politiki u strateġiji u sigurtà u saħħa fuq il-post tax-xogħol*, 2022a. Disponibbli fuq: https://osha.europa.eu/en/publications/advanced-robotics-artificial-intelligence-and-automation-tasks-definitions-uses-policies-and-strategies-and-occupational-safety-and-health

Fink, J. (2012). Anthropomorphism and human likeness in the design of robots and human-robot interaction. F'*International Conference on Social Robotics* (pp. 199-208). Springer. doi:10.1007/978-3-642-34103-8_20

Finomore, V., Satterfield, K., Sitz, A., Castle, C., Funke, G., Shaw, T., & Funke, M. (2012). Effects of the multi-modal communication tool on communication and change detection for command & control operators. Fi *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 56, Nru 1) (pp. 1461-1465). SAGE Publications. doi:10.77/1071181312561410

Fischer, H., Engler, M., & Sauer, S. (2017). A human-centered perspective on software quality: Acceptance criteria for work 4.0. F'*International Conference of Design, User Experience, and Usability* (pp. 570-583). Springer. doi:10.1007/978-3-319-58634-2_42

Gagne, M., Koestner, R., & Zuckerman, M. (2000). Facilitating acceptance of organizational change: The importance of self-determination. *Journal of Applied Social Psychology, 30*(9), 1843-1852. doi:10.1111/j.1559-1816.2000.tb02471.x

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. doi:10.1177/0018720811417254

Hancock, P. A., Kessler, T. T., Kaplan, A. D., Brill, J. C., & Szalma, J. L. (2020). Evolving trust in robots: Specification through sequential and comparative meta-analyses. *Human Factors, 63*(7):1196-1229. doi:10.1177/001872082092208

Honig, S. S., & Oron-Gilad, T. (2018). Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development. *Frontiers in Psychology, 9*, Artikolu 861. doi:10.3389/fpsyg.2018.00861

Hu, J., Edsinger, A., Lim, Y. J., Donaldson, N., Solano, M., Solochek, A., & Marchessault, R. (2011). An advanced medical robotic system augmenting healthcare capabilities-robotic nursing assistant. F'*2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pp. 6264-6269). IEEE Press. doi:10.1109/ICRA.2011.5980213

Iqbal, T., Rack, S., & Riek, L. D. (2016). Movement coordination in human–robot teams: A dynamical systems approach. *IEEE Transactions on Robotics, 32*(4), 909-919. doi:10.1109/TRO.2016.2570240

Karasek, R. A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job design. *Administrative Science Quarterly, 24*(2), 285-308. doi:10.2307/2392498

Karasek, R. A. (1998). Demand/control model: A social, emotional, and physiological approach to stress risk and active behaviour development. F'J. M. Stellman (Ed.), *Encyclopaedia of occupational health and safety* (pp. 34.06-34.14). Organizzazzjoni Internazzjonali tax-Xogħol.

Kim, J., & Park, C. Y. (2020). Education, skill training, and lifelong learning in the era of technological revolution: A review. *Asian-Pacific Economic Literature, 34*(2), 3-19. doi:10.1111/apel.1229

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. doi:10.1016/j.ifacol.2020.12.2160

Kyrarini, M., Lygerakis, F., Rajavenkatanarayanan, A., Sevastopoulos, C., Nambiappan, H. R., Chaitanya, K. K., & Makedon, F. (2021). A survey of robots in healthcare. *Technologies, 9*(1), Article 8. doi:10.3390/technologies9010008

Manolesou, D. G., Georgiopoulos, G., Lazaris, A. M., Schizas, D., Stamatelopoulos, K. S., Khir, A. W., & Papaioannou, T. G. (2021). Experimental devices versus hand-sewn anastomosis of the aorta: A systematic review and metaanalysis. *Journal of Surgical Research, 258*, 200-212. doi:10.1016/j.jss.2020.08.060

Matheson, E., Minto, R., Zampieri, E. G., Faccio, M., & Rosati, G. (2019). Human–robot collaboration in manufacturing applications: A review. *Robotics, 8*(4), Artikolu 100. doi:10.3390/robotics804010

Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., Yamada, S., & Kato, K. (2011). Attitudes toward robots and factors influencing them. F'K. Dautenhahn & J. Saunders (Eds), *New frontiers in human-robot interaction* (pp. 73-88). John Benjamins Publishing Company. doi:10.1075/ais.2.06nom

Onnasch, L., Wickens, C. D., Li, H., & Manzey, D. (2014). Human performance consequences of stages and levels of automation: An integrated meta-analysis. *Human Factors, 56*(3), 476-488. doi:10.1518/107118110X1282936920199

Papadimitriou, E., Schneider, C., Tello, J. A., Damen, W., Vrouenraets, M. L., & Ten Broeke, A. (2020). Transport safety and human factors in the era of automation: What can transport modes learn from each other? *Accident Analysis & Prevention, 144*, Artikolu 105656. doi:10.1016/j.aap.2020.105656

Parasuraman, R., & Manzey, D. H. (2010). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors, 52*(3), 381-410. doi:10.1177/0018720810376055

Plotnikov, N. S., Kolokoltseva, E. U., & Volkova, Y. V. (2020). Technical review of robotic complexes for underground mining. F'*IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 459, Nru 4) (Artikolu 042025). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/459/4/04202

Raza, M., Malik, A. A., & Bilberg, A. (2021). Virtual Modeling as a Safety Assessment Tool for a Collaborative Robot (Cobot) Work Cell Based on ISO/TS 15066: 2016. F'*Towards Sustainable Customization: Bridging Smart Products and Manufacturing Systems,* 233-241. doi:10.1007/978-3-030-90700-6_26

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

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. doi:10.1504/IJHFE.2018.092226

Roesler, E., Onnasch, L., & Majer, J. I. (2020). The effect of anthropomorphism and failure comprehensibility on human-robot trust. Fi *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 64, Nru 1) (pp. 107-111). SAGE Publications. doi:10.1177/1071181320641028

Rosen, P. H., Sommer, S., & Wischniewski, S. (2018). Evaluation of human-robot interaction quality: A toolkit for workplace design. Fi *Proceeding of the 20th Congress of the International Ergonomics Association* (pp. 1649-1662). Springer. doi:10.1007/978-3-319-96071-5_169

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. doi:10.1177/0018720818816838

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. *IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors, 8*(3), 113-131. doi:10.1080/24725838.2020.1843564

Stone, R. T., Pujari, S., Mumani, A., Fales, C., & Ameen, M. (2021, Settembru). Cobot And Robot Risk Assessment (CARRA) method: an Automation Level-Based Safety Assessment Tool to Improve Fluency in Safe Human Cobot/Robot Interaction. Fi *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* ,65(1), 737-741. doi: 10.1177/1071181321651024

Spector, P. E. (1998). A control theory of the job stress process. F'C. L. Cooper (Ed), *Theories of organizational stress* (pp. 153-169). Oxford University Press.

Terminio, R., & Rimbau Gilabert, E. (2018). The digitalization of the working environment: The advent of robotics, automation and artificial intelligence (RAAI) from the employees perspective - A scoping review. F'M. Coeckelbergh, J. Loh, M. Funk, & J. Seibt, & M. Nørskov (Eds), *Envisioning robots in society - Power, politics and public space* (pp. 166-176). IOS Press. doi:10.3233/978-1-61499-931-7-166

Viswesvaran, C., Sanchez, J. I., & Fisher, J. (1999). The role of social support in the process of work stress: A meta-analysis. *Journal of Vocational Behavior, 54*(2), 314-334. doi:10.1006/jvbe.1998.1661

Złotowski, J., Proudfoot, D., Yogeeswaran, K., & Bartneck, C. (2015). Anthropomorphism: Opportunities and challenges in human–robot interaction. *International Journal of Social Robotics, 7*(3), 347-360. doi:10.1007/s12369-014-0267-6

L-Aġenzija Ewropea għas-Sigurtà u s-Saħħa fuq il-Post tax-Xogħol (EU-OSHA) hija impenjata li tagħmel lill-Ewropa post tax-xogħol aktar sikur, aktar f'saħħtu u aktar produttiv. L-Aġenzija tirriċerka, tiżviluppa u tqassam informazzjoni affidabbli, ibbilanċjata u imparzjali dwar is-sigurtà u s-saħħa u torganizza kampanji pan-Ewropej ta' sensibilizzazzjoni. Stabbilita mill-Unjoni Ewropea fl-1994 u bbażata f'Bilbao, Spanja, l-Aġenzija tlaqqa' flimkien rappreżentanti mill-Kummissjoni Ewropea, il-gvernijiet tal-Istati Membri, l-organizzazzjonijiet tal-impjegaturi u tal-ħaddiema, kif ukoll l-esperti ewlenin f'kull wieħed mill-Istati Membri tal-UE u lil hinn minnhom.

L-Aġenzija Ewropea għas-Sigurtà u s-Saħħa fuq il-Post tax-Xogħol

Santiago de Compostela 12

48003 - Bilbao, Spanja

E-mail: information@osha.europa.eu

https://osha.europa.eu

Publications Office of the European Union