ROBOTIKA AVVANZATA U AWTOMATIZZAZZJONI: X'INHUMA R-RISKJI U L-OPPORTUNITAJIET GĦAS-SAĦĦA U S-SIKUREZZA OKKUPAZZJONALI?

L-introduzzjoni ta' teknoloġiji ġodda, bħas-sistemi robotiċi avvanzati li jistgħu jinteraġixxu mill-qrib mal-bnedmin, wasslet għal tiġdid tad-dibattitu dwar il-potenzjal ta' awtomatizzazzjoni tal-impjiegi u tal-kompiti kif ukoll il-konsegwenzi tagħhom fuq is-saħħa u s-sikurezza okkupazzjonali (OSH). L-iżviluppi rapidi u l-forom ġodda ta' interazzjoni tat-teknoloġija tal-bniedem joħolqu opportunitajiet u sfidi ġodda għall-OSH flimkien ma' din l-evoluzzjoni teknoloġika. Ir-robotika avvanzata għandha l-potenzjal ta' bidla kwalitattiva fl-opportunitajiet u l-isfidi għall-OSH jew saħansitra l-ħolqien ta' benefiċċji u riskji kompletament ġodda. Il-kisba ta' għarfien kemm mill-fatturi stabbiliti tal-OSH dwar l-interazzjoni tat-teknoloġija tal-bniedem, kif ukoll mill-inklużjoni ta' sejbiet xjentifiċi ġodda ffukati fuq sistemi robotiċi, tgħin biex jiġu identifikati influwenzi importanti kemm fuq ir-riskji u l-opportunitajiet kif ukoll fuq fatturi speċifikament rilevanti għar-robotika avvanzata u r-robots kollaborattivi.

L-istat tar-robotika avvanzata

Il-kombinazzjoni ta' intelliġenza artifiċjali, jew algoritmi intelliġenti, ma' apparati robotiċi taċċellera l-livell ta' awtonomija u funzjonalitajiet robotiċi. Aktar ma nsibu integrazzjoni ta' software bbażat fuq l-IA fil-hardware robotiku, aktar ma nosservaw, pereżempju, imġiba ta' ċaqliq elaborata, speċjalment f'ambjenti mhux strutturati jew fl-ipproċessar tal-lingwi naturali. Madankollu, is-sistemi robotiċi mhux ibbażati fuq l-IA diġà juru varjetà ta' kapaċitajiet avvanzati u huma inklużi wkoll f'din il-kwistjoni. Għadd ta' apparati robotiċi avvanzati differenti li kapaċi jinteraġixxu mal-bnedmin huma indirizzati f'letteratura xjentifika ta' kwalità għolja. Dawn jistgħu jiġu kkategorizzati skont l-iskop maħsub tagħhom kif ukoll permezz ta' karatteristiċi distinti bħall-mobbiltà. Għall-awtomatizzazzjoni tal-kompiti fiżiċi, ir-**robots industrijali** jidhru l-aktar ta' spiss. Skont l-istandard tal-Organizzazzjoni Internazzjonali għall-Istandardizzazzjoni (ISO) (ISO 8373:2012), robot industrijali huwa "manipulatur multifunzjonali kkontrollat awtomatikament, riprogrammabbli u programmabbli fi tliet assi jew aktar", li jista' jkun jew fiss jew mobbli. Din id-definizzjoni hija adottata wkoll mill-Federazzjoni Internazzjonali tar-Robotika (IFR). Tipi oħra ta' sistemi robotiċi huma r-**robotika tat-teleoperazzjonijiet**, użata pereżempju f'operazzjonijiet ta' manutenzjoni mill-bogħod. It-tieni grupp notevoli li huwa indirizzat fil-letteratura xjentifika huwa r-**robots mediċi**. Ir-robots mediċi għall-awtomatizzazzjoni tal-kompiti fiżiċi jirreferu għal sistemi bħar-**rollators robotiċi**[1, 2] fil-kura tal-anzjani jew dawk indeboliti kif ukoll bħala **terapija assistita mir-robots** għar-riabilitazzjoni tal-funzjoni tal-bilanċ wara attakk ta' puplesija.[3] Fl-istadju bikri tal-iżvilupp tagħhom hemm ir-robots mediċi mfassla għat-trasport u għall-irfigħ tal-pazjenti, xi drabi msejħa **robots tal-infermerija**. Fil-qasam tal-**manifattura**, l-integrazzjoni dejjem akbar tal-għodod tas-software bbażati fuq l-IA fil-hardware robotiku twassal għal ġenerazzjonijiet ġodda ta' sistemi robotiċi. Minbarra skopijiet speċifiċi, il-grad ta' mobbiltà ntuża wkoll biex jiġu kkategorizzati s-sistemi robotiċi. L-integrazzjoni ta' robots mobbli jew ta' **vetturi awtonomi (AV)** tista' tiġi osservata f'għadd ta' ambjenti tax-xogħol. Speċjalment fil-**loġistika u l-ħżin**, ir-robots qed isiru dejjem aktar awtonomi.

Il-forma ta' interazzjoni bejn il-bnedmin u r-robots hija deskritta f'termini ta' **kollaborazzjoni**, **kooperazzjoni u koeżistenza**. Il-koeżistenza tiddeskrivi laqgħa episodika bejn il-bnedmin u r-robots fejn l-interazzjoni hija limitata fil-ħin u fl-ispazju. Il-parteċipanti ma għandhom l-ebda għan komuni fil-ħidma tagħhom u l-azzjonijiet tagħhom mhumiex relatati mal-ħin. Eżempju ta' koeżistenza fuq il-post tax-xogħol huwa robot tat-trasport li jgħaddi minn ħdejn superviżur f'maħżen. Il-kooperazzjoni u l-kollaborazzjoni jiddeskrivu interazzjonijiet aktar mill-qrib bejn il-bnedmin u r-robots li fihom jikkondividu għan u l-kompiti huma affidabbli mill-aspett tal-ħin. F'ambjent ta' ħidma kooperattiva, it-tnejn jaħdmu għal għan komuni prinċipali, iżda hemm diviżjoni ċara tal-kompiti bejn il-bniedem u r-robot. Kull wieħed jaħdem fuq kompiti sekondarji differenti tar-riżultat finali, u l-allokazzjoni tal-kompiti sekondarji tiġi ddeterminata minn qabel. Il-kollaborazzjoni tista' titqies bħala l-eqreb forma ta' interazzjoni. L-azzjonijiet tal-bniedem u dawk robotiċi jseħħu fl-istess ħin fuq l-istess oġġett. Pereżempju, l-appoġġ għall-irfigħ tal-pazjenti joħloq forma ta' interazzjoni kollaborattiva. Ir-robot u l-bniedem isegwu għan komuni u hemm bżonn ta' koordinazzjoni immedjata. Il-kompiti sekondarji jiġu allokati kontinwament u, jekk ikun meħtieġ, adattati għas-sitwazzjoni.

---

[1] Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., u 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., u 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., u Rask, M. (2019). Robot-assisted therapy for balance function rehabilitation after stroke: A systematic review and metaanalysis. *International Journal of Nursing Studies*, *95*, 7-18. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.03.015

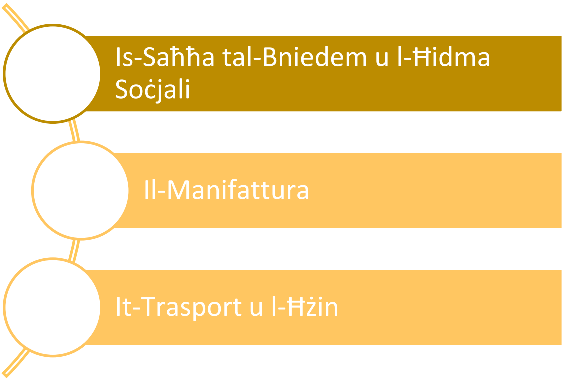
Impatt fuq il-kompitu, l-impjiegi u s-setturi

Is-sistemi robotiċi jista' jkollhom impatt pożittiv fuq l-OSH, speċjalment fir-rigward tal-hekk imsejħa impjiegi 3D (maħmuġin, tedjanti u perikolużi).

Kif wieħed jistenna, il-biċċa l-kbira tal-kompiti fiżiċi affettwati mill-awtomatizzazzjoni tar-robotika avvanzata huma relatati mal-oġġetti. Madankollu, hemm ukoll xi kompiti fiżiċi affettwati mill-awtomatizzazzjoni tal-kompiti li huma relatati mal-persuna. Eżempju, li jseħħ f'setturi differenti (mediċina, manifattura u kostruzzjoni) iżda huwa awtomatizzat jew appoġġat bl-istess mod minn tipi differenti ta' sistemi robotiċi, huwa l-kompitu tat-tneħħija ta' oġġetti jew saħansitra ta' persuni. Dan l-eżempju juri kif l-istess kompitu huwa affettwat fost setturi differenti u impjiegi assoċjati. Il-kompiti li se jkunu aktar probabbli li jiġu awtomatizzati huma **kompiti ripetittivi u ta' rutina**. Dawn il-kompiti jistgħu jiġu pprogrammati u kkodifikati u wieħed jista' jibni sistema li titgħallem minn din id-*data* bl-użu ta' tekniki tal-IA. Għalhekk, huwa aktar probabbli li jiġu sostitwiti l-kompiti fiżiċi ta' rutina u inqas kumplessi. Jista' jkun hemm il-potenzjal li jinqerdu **li jinqerdu l-impjiegi**, speċjalment fost impjiegi **b'livell baxx ta' ħiliet** u b'livelli għoljin ta' ripetittività u karatteristiċi ta' rutina. F'xenarju kemxejn f'kuntrast ma' dan, ta' min jinnota li **ħafna kompiti fiżiċi ta' rutina** diġà kienu awtomatizzati permezz ta' mekkanizzazzjoni, u li jista' jkun hemm inqas kompiti biex jiġu awtomatizzati hemmhekk. L-użu ta' robots kollaborattivi saħansitra għandu l-**potenzjal li joħloq aktar impjiegi**. Dawn is-sistemi għandhom il-potenzjal li jikkombinaw is-saħħa tal-bnedmin ma' dawk tal-magni. L-għaqda bejn il-bnedmin u r-robots tista' żżid il-produttività u għalhekk tkun ta' benefiċċju għall-organizzazzjoni, li min-naħa tagħha tkun tista' tinvesti aktar u toħloq impjiegi ġodda. Madankollu, fl-istess ħin, dawn is-sistemi jistgħu jwettqu l-kompitu tax-xogħol ta' aktar minn ħaddiem uman wieħed f'daqqa. Konsegwentement, se nkunu qed nosservaw bidla lejn sitwazzjoni li fiha l-bniedem jikkoordina diversi sistemi robotiċi.

L-analiżi tal-kompiti fiżiċi awtomatizzati fost is-setturi tiżvela għadd kbir ta' kompiti awtomatizzati jew appoġġati fis-settur tas-**saħħa tal-bniedem u l-attivitajiet ta' ħidma soċjali**. Il-biċċa l-kbira ta' dawn il-kompiti jistgħu jinsabu fl-**attivitajiet tal-isptarijiet**.

Illustrazzjoni 1: **It-tliet setturi l-aktar komuni għall-awtomatizzazzjoni tal-kompiti fiżiċi (skont il-letteratura xjentifika)**



It-tieni, is-settur tal-**manifattura** huwa influwenzat ħafna. Fis-settur tal-manifattura, l-**industrija tal-karozzi** spiss tissejjaħ bħala l-industrija ewlenija. Madankollu, is-settur tal-**attivitajiet tas-saħħa tal-bniedem u tal-ħidma soċjali** huwa rrappreżentat ftit aktar fil-letteratura xjentifika, li madankollu tista' tkun dovuta għal preġudizzju fil-pubblikazzjoni. Is-settur **tat-trasportazzjoni u l-ħżin** huwa indirizzat ukoll b'mod pjuttost frekwenti fil-letteratura xjentifika u jissemma wkoll mill-esperti. 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**. L-applikazzjonijiet robotiċi huma partikolarment utli biex jieħdu f'idejhom jew jappoġġaw lill-ħaddiema b'kompiti li jinvolvu l-immaniġġar ta' tagħbijiet tqal (eż. krejnijiet awtomatizzati). Is-settur **tal-agrikoltura, l-forestrija u s-sajd** huwa pjuttost żviluppat fir-rigward tas-sistemi awtonomi, u l-innovazzjoni ta' dawn it-teknoloġiji fis-settur qed tiżdied b'mod rapidu.

Dimensjonijiet rilevanti għall-OSH fl-interazzjoni bejn ir-robot u l-bniedem

Abbażi ta' riċerka preċedenti, ġew identifikati erba' dimensjonijiet differenti għall-HRI li jistgħu jkunu assoċjati ma' riskji u opportunitajiet differenti relatati mal-OSH: **l-allokazzjoni tal-funzjoni jew tal-kompiti, id-disinn tal-kompiti, id-disinn tal-interazzjoni** kif ukoll **l-operat u s-superviżjoni.** Dawn id-dimensjonijiet mhumiex strettament diskreti u juru dipendenzi bejniethom.

Allokazzjoni tal-funzjonijiet u tfassil tal-kompiti

L-awtomatizzazzjoni nnifisha hija sekwenza kontinwa li fiha funzjonijiet differenti jistgħu jiġu awtomatizzati bi gradi differenti[4]. Hekk kif il-kapaċitajiet tar-robotika avvanzata jiżviluppaw, nistgħu nosservaw bidla mill-proċessi tradizzjonali tal-allokazzjoni tal-kompiti għal dawk aktar dinamiċi. Hemm għadd ta' aspetti psikoloġiċi li għandhom jiġu kkunsidrati, li jistgħu jiġu influwenzati minn allokazzjoni ta' kompiti *ad hoc* f'ħin reali, **ħall-kontroll tal-proċess perċepit**, **l-isforz mentali**, **il-ġustizzja perċepita**, **l-identità tal-kompitu** u l-aċċettazzjoni tar-riżultat

[4] Parasuraman, R., Sheridan, T. B., u 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

tal-allokazzjoni, il-fluss u l-awtoeffikaċja jew is-sodisfazzjon[5]. Il-flessibbiltà fl-eżekuzzjoni tal-kompitu kemm tal-bniedem kif ukoll tar-robot tirrikjedi livell għoli ħafna ta' żvilupp teknoloġiku. **L-allokazzjoni tal-funzjoni jew tal-kompitu** tista' ssir aktar dinamika minħabba li s-sistemi robotiċi jżommu l-wegħda ta' użu flessibbli. Jekk wieħed jassumi li jkun hemm tħejjija teknoloġika xierqa u każijiet ta' użu xierqa għal applikazzjoni bħal din, mhux biss ir-riżultat ta' proċess ta' allokazzjoni tal-funzjoni iżda l-proċess innifsu se joħloq riskji u opportunitajiet għall-OSH, li huma diskussi fit-taqsima rispettiva ta' hawn taħt. Konsegwenza diretta tal-proċess ta' allokazzjoni hija l-kompitu tax-xogħol li jifdal (kontenut ta' impjieg) għall-bniedem. Karatteristika ewlenija partikolari tad-disinn ta' kompiti tax-xogħol, li fiha nnifisha tista' timponi riskji u opportunitajiet relatati mal-OSH, hija relatata mal-ammont u l-kwalità tal-latitudni tad-deċiżjoni jew tal-**kontroll tal-impjieg** mogħtija lill-ħaddiem uman.

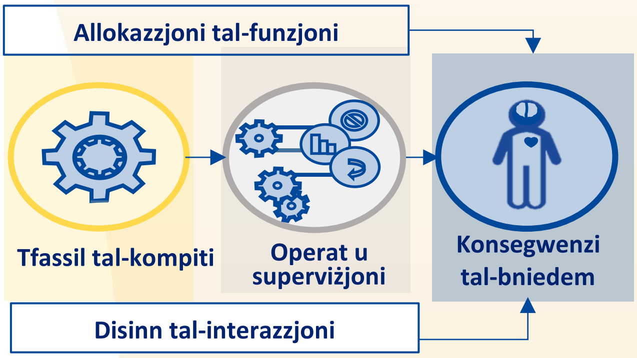
Disinn tal-interazzjoni

Ir-responsabbiltà u l-kontabbiltà jeħtieġ li jiġu ċċarati fir-rigward tal-interazzjoni bejn ir-robot u l-bniedem. Jeħtieġ li l-ħaddiema jkunu konxji tal-kapaċitajiet u l-limitazzjonijiet tar-robot.

L-aspetti tad-disinn tar-robot u d-disinn tal-interazzjoni jistgħu jkunu 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-moviment tar-robot, l-aspetti tal-imġiba bħall-veloċità, l-aċċellerazzjoni u d-deċellerazzjoni, it-trajettorji, u l-istrateġiji tal-avviċinament jew ta' qbid jaqgħu fl-ambitu tal-konsiderazzjoni. Il-komunikazzjoni bejn il-bniedem u r-robotika avvanzata tista' tkun iddisinjata fi gradi differenti. Saret riċerka dwar it-tqabbil tal-effetti ta' kanali ta' komunikazzjoni differenti, pereżempju, l-effettività tal-kombinazzjoni ta' diversi modalitajiet bħall-ġest u d-diskors[6]. Tentattivi oħra jiffokaw fuq xenarji speċifiċi ta' interazzjoni verbali, pereżempju, meta s-sistemi robotiċi jitolbu għajnuna mill-imsieħeb ta' interazzjoni tal-bniedem[7]. Dawn l-aspetti differenti tad-disinn tal-interazzjoni huma assoċjati f'ammonti differenti mar-riskji u mal-opportunitajiet tal-OSH. Ix-xebh fir-riċerka dwar id-disinn tal-interazzjoni huwa t-tentattiv li jiġu identifikati l-attributi u l-karatteristiċi li jippermettu interazzjoni bla xkiel u naturali. L-għan ġenerali huwa li jiżdied is-sens ta' **benesseri**, **aċċettazzjoni**, **fiduċja**, **emozzjonijiet pożittivi**, u **esperjenza pożittiva tal-utent jew il-fluss tax-xogħol**[8]. Bl-istess mod, il-livelli disfunzjonali **tal-ammont ta' xogħol, l-irritazzjoni, l-eżawriment jew it-tfixkil** ma għandhomx jiġu kkawżati mill-interazzjoni, iżda għandhom jitnaqqsu meta possibbli. Madankollu, l-aspetti robotiċi tad-disinn mhumiex kunsiderazzjonijiet awtonomi, u dejjem iridu jikkontemplaw il-kuntest indirizzat u l-kompitu tax-xogħol. Pereżempju, ir-rekwiżiti ta' interazzjoni jvarjaw bejn robot relatat mal-kura tas-saħħa u robot industrijali.

L-operat u s-superviżjoni

Figura 2: Dimensjonijiet tal-HRI



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[9]. In-novità relattiva tas-sistemi robotiċi li jinteraġixxu mill-qrib mal-bnedmin fuq il-post tax-xogħol twassal għal forza tax-xogħol inevitabbilment mingħajr esperjenza u mhux imdorrija fir-rigward tal-interazzjoni magħhom. 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[10]. Nomura u l-kollegi sabu li l-attitudnijiet negattivi lejn is-sistemi robotiċi naqsu hekk kif l-esperjenzi ta' interazzjoni mar-robots żdiedu. Livelli għoljin jew **awtonomija tar-robots** kienu assoċjati wkoll ma' sensazzjoni ta' **responsabbiltà** aktar baxxa fir-rigward tal-kompitu tax-xogħol[11]. Għalhekk, id-disinn u l-imġiba trasparenti tar-robots huma kruċjali biex jiġu pprevenuti riskji possibbli bħal sensazzjoni mnaqqsa ta'

[5] Tausch, A., Kluge, A., u 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., u 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., u Wischniewski, S. (2018, Settembru). Somebody help me, please?! Interaction design framework for needy mobile service robots. *2018 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)* (pp. 54-61). IEEE. https://doi.org/10.1109/ARSO.2018.8625721

[8] Honig, S. S., u 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., u 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., u 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., u Kato, K. (2011). Attitudes toward robots and factors influencing them. In K. Dautenhahn u J. Saunders (Eds.), *New Frontiers in Human-Robot Interaction* (pp. 73-88). John Benjamins Publishing. https://doi.org/10.1075/ais.2.06nom

responsabbiltà u kontabbiltà mas-sistema. Barra minn hekk, f'ambjenti li fihom l-operaturi jridu jwettqu kompiti mhux awtomatizzati filwaqt li jissorveljaw l-awtomatizzazzjoni, jista' jkun hemm **kompjaċenza**[12]. Għalhekk, huwa importanti li jiġi rikonoxxut il-livell tal-ammont ta' xogħol mentali li l-operat u s-superviżjoni fuq sistema robotika jistgħu jikkawżaw u jinkluduh fi kwalunkwe kunsiderazzjoni tal-introduzzjoni ta' superviżjoni u ta' operazzjoni b'diversi kompiti f'ambjent tax-xogħol.

Opportunitajiet għall-OSH

L-introduzzjoni ta' sistemi robotiċi avvanzati fuq post tax-xogħol tista' tiftaħ għadd ta' opportunitajiet relatati mal-OSH għall-ħaddiema. Fir-rigward tal-**allokazzjoni tal-funzjoni jew tal-kompitu**, hemm għadd ta' aspetti psikoloġiċi li għandhom jitqiesu, bħall-kontroll perċepit tal-proċess, l-isforz mentali, il-ġustizzja perċepita, l-identità tal-kompitu u l-aċċettazzjoni tar-riżultat tal-allokazzjoni, il-fluss u l-awtoeffikaċja jew is-sodisfazzjon[13]. Madankollu, jekk l-allokazzjoni tal-kompiti titwettaq tajjeb, tista' żżid il-prestazzjoni tas-sistema, **tnaqqas l-iżbalji, tottimizza l-ammont ta' xogħol, iżżid il-motivazzjoni, is-sodisfazzjon u l-benesseri**. Barra minn hekk, il-**fiduċja** u l-**aċċettazzjoni** x'aktarx jiżdiedu, billi l-attitudnijiet huma fformati minn esponiment għal sistema[14].

Il-prinċipju "bniedem fil-kontroll" jippreżenta linja gwida importanti tad-disinn fl-interazzjoni bejn ir-robot u l-bniedem biex jiġi pprevenut tnaqqis fil-livelli tal-kontroll tal-impjieg.

Il-kunċett ta' **kontroll tal-impjieg**, li jinkludi d-dimensjonijiet tal-latitudni tad-deċiżjoni, iż-żmien u l-kontroll tal-metodu nnifsu, għandu storja twila fil-psikoloġija okkupazzjonali. L-effetti pożittivi li l-kontroll tal-impjieg jista' jkollu fuq il-benesseri, il-motivazzjoni, is-sodisfazzjon u s-saħħa mentali tal-ħaddiema, speċjalment billi jgħin ħalli jikkumpensa għad-domandi għoljin tal-impjiegi, huma deskritti sew fil-letteratura xjentifika[15, 16, 17]. Il-possibbiltà li l-ħaddiema jwettqu ċerti kompiti ta' xogħol b'sistema robotika flessibbli jista' jkollha l-opportunità li **żżid il-livelli ta' kontroll tal-impjieg**, meta jiġu segwiti ċerti rakkomandazzjonijiet tad-disinn[18]. Il-prinċipju ta' "bniedem fil-kontroll" għandu jitqies bħala linja gwida ewlenija tad-disinn. Il-provvista ta' trasparenza suffiċjenti tas-sistema jew saħansitra l-possibbiltà ta' strateġiji ta' interazzjoni individwalizzati jistgħu jiżguraw interazzjoni mingħajr xkiel.

Minbarra l-opportunitajiet psikoloġiċi, robotika avvanzata tista' tikkawża wkoll impatt pożittiv fuq il-**benesseri fiżiku u s-sikurezza** tal-ħaddiema. L-użu ta' sistemi bħal dawn f'ambjenti tax-xogħol perikolużi huwa 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' rfigħ, is-sistemi robotiċi jistgħu **jtejbu s-saħħa fiżika** relatata ma' disturbi muskuloskeletali. Minbarra dawn il-fatturi, it-tnaqqis tal-istrapazz fiżiku jew tax-xogħol mhux favorevoli, joħloq opportunità tanġibbli oħra ta' OSH[19].

Riskji tal-OSH

Riskji marbuta mal-allokazzjoni tal-funzjoni jinkludu għadd ta' konsegwenzi tal-bniedem **bħall-effetti ta' kompjaċenza, preġudizzji fid-deċiżjonijiet, tnaqqis fl-għarfien tas-sitwazzjoni, ammont ta' xogħol mentali żbilanċjat, nuqqas ta' fiduċja** u **dipendenza żejda.** Fir-rigward tat-**tfassil tal-kompiti** bħala konsegwenza tal-proċess tal-allokazzjoni tal-funzjoni, speċjalment ir-riskju ta' **livelli baxxi ta' kontroll tal-impjieg**, assoċjat ukoll ma' dawk **il-livelli baxxi ta' sensazzjoni ta' kontroll, livell baxx ta' awtoeffikaċja, livell baxx ta' sodisfazzjon, 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 **s-sens ta' responsabbiltà** għall-kompitu tax-xogħol. **Akkoppjament strett** tal-ħaddiem mal-kompitu tar-robot għandu wkoll ir-riskju li jżid l-**istress**.

---

[12] Parasuraman, R., u 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., u 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., u 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 (Ed.), *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (pp. 34.06-34.14). International Labour Organization (ILO).

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

[19] Sen, A., Sanjog, J., u 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. https://doi.org/10.1080/24725838.2020.1843564

Barra minn hekk, in-nuqqas ta' prinċipji tad-disinn huwa assoċjat ma' effetti negattivi. Id-domanda għal disinn u mġiba robotika trasparenti hija kruċjali speċjalment sabiex jiġu pprevenuti riskji possibbli bħal **sensazzjoni mnaqqsa ta' responsabbiltà** u **kontabbiltà, dipendenza żejda jew dipendenza baxxa** kif ukoll **sensazzjoni ta' aljenazzjoni** jew ta' **telf ta' kontroll.**

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. Madankollu, dan il-fenomenu għadu mhuwiex indirizzat b'mod estensiv fil-letteratura xjentifika.

L-applikazzjoni ta' sistemi robotiċi tista' żżomm ir-riskju ta' **tnaqqis ulterjuri fil-livelli ta' kontroll tal-impjieg**. Il-ħaddiema jistgħu jħossuhom li **qed jappoġġaw biss ix-xogħol tar-robot**. Livelli baxxi ta' kontroll u dipendenza fuq is-sistemi robotiċi huma magħrufa wkoll bħala akkoppjament teknoloġiku fil-letteratura xjentifika[20]. Akkoppjament strett u mhux flessibbli tal-kompiti tal-bniedem għall-prestazzjoni robotika jista' **jnaqqas il-flessibbiltà tal-prestazzjoni tal-kompitu** u jżid **rata ta' xogħol iddeterminata mill-magna**. Iż-żewġ aspetti għandhom il-potenzjal li jkunu assoċjati ma' għadd ta' effetti psikosoċjali avversi **bħall-eżawriment emozzjonali**, **in-nervożità jew l-irritabbiltà**, **saħħa mentali ġenerali aktar batuta** u **sodisfazzjon anqas intrinsiku fl-impjieg**[19]. Dan jista' jwassal **għal sensazzjoni ta' appoġġ biss għax-xogħol tar-robot** u **tnaqqis fil-valur soġġettiv** tax-xogħol ta' persuna nnifisha. 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.

Marbut mill-qrib mal-akkoppjament teknoloġiku huwa r-riskju potenzjali ta' **intensifikazzjoni tax-xogħol** permezz tal-introduzzjoni ta' robotika avvanzata jekk il-ħin tar-riżorsi tal-bniedem għat-tlestija tal-kompiti tax-xogħol fis-sistema ta' ħidma l-ġdida ma jkunx allokat biżżejjed. Barra minn hekk, jirriżulta r-riskju potenzjali ta' **effetti ta' tneħħija tal-ħiliet.** Minħabba li s-sistemi robotiċi jwettqu parti mix-xogħol, il-ħaddiema ma għadhomx iwettqu l-kompiti kollha u għalhekk jitilfu l-fehim tal-proċess sħiħ. It-**tnaqqis tal-varjetà tal-ħiliet** huwa indirizzat ukoll fil-polarizzazzjoni potenzjali tal-impjiegi[21]. Essenzjalment, din tiddikjara li għal impjiegi b'rekwiżiti ta' livell baxx ta' ħiliet, l-awtomatizzazzjoni ta' kompiti kumplessi ta' rutina twassal biex l-impjieg jiffoka fuq kompiti saħansitra aktar sempliċi minflok ma jippermetti lill-bniedem iwettaq kompiti li jirrikjedu livell ogħla ta' ħiliet.

> ***L-allokazzjoni u d-disinn inadegwati tal-kompiti jistgħu jkunu assoċjati l-aktar ma' riskji psikosoċjali bħal benesseri mnaqqas, eżawriment emozzjonali, nervożità jew irritabbiltà. Ħsarat robotiċi mekkaniċi jistgħu jikkawżaw ħsara fiżika.***

Fenomenu komuni fir-rigward tal-awtomatizzazzjoni tal-kompiti huwa l-kompjaċenza tal-awtomatizzazzjoni. L-effett jitnaqqas meta l-affidabbiltà tal-awtomatizzazzjoni ma tibqax kostanti mal-ħin iżda tvarja. Madankollu, il-prestazzjoni inkonsistenti tas-sistema tista' **tħalli impatt negattiv fuq il-fiduċja** fis-sistema robotika. It-tieni fenomenu ta' awtomatizzazzjoni esplorat sew u dokumentat sew indirizzat fil-letteratura xjentifika huwa r-**riskju ta' preġudizzju fl-awtomatizzazzjoni** u żewġ tipi ta' żbalji relatati – żbalji ta' ommissjoni u tal-kummissjoni. Żbalji ta' ommissjoni jseħħu jekk l-utent ma jweġibx għal sitwazzjoni kritika rigward funzjoni ta' twissija[22]. Żbalji ta' kummissjoni huma relatati ma' rakkomandazzjonijiet speċifiċi mis-sistema ta' awtomatizzazzjoni u huma deskritti bħala li jsegwu l-parir tas-sistema għalkemm mhuwiex korrett. Sabiex jiġi evitat dan it-tip ta' riskju, il-ħaddiema jeħtieġ li juru livell adegwat ta' fiduċja lejn is-sistema robotika, la dipendenza żejda u lanqas negliġenza lejha. Għalhekk, huwa kruċjali li l-ħaddiema jkunu konxji mill-kapaċitajiet eżatti tas-sistema robotika.

Fattur ta' riskju ieħor huma **żbalji u ħsarat mekkaniċi**. Movimenti mhux previsti jistgħu potenzjalment jikkawżaw ħsara fiżika lill-operatur. Għalhekk, jeħtieġ li jitqiesu l-limiti għall-forza ta' kuntatt. Dawn it-tip ta' żbalji ta' kontroll jistgħu jseħħu kemm fl-istadju tad-disinn kif ukoll fl-istadju tat-tħaddim u spiss jiġu attribwiti għal ħsara fis-software, iżda jistgħu jiġu kkawżati wkoll minn żball tal-bniedem. Sabiex jiġu evitati żbalji mekkaniċi, jeħtieġ li jiġu żgurati installazzjoni elettrika xierqa u manutenzjoni, kif ukoll taħriġ adegwat għall-operaturi biex jevitaw u, jekk ikun meħtieġ, jtaffu t-tensjoni tas-sitwazzjoni.

Ir-riskju ta' **biża' ta' telf ta' impjieg** jista' jirriżulta speċjalment jekk il-ħaddiema ma jkollhom l-ebda esperjenza b'sistemi robotiċi u l-proċessi ta' introduzzjoni ma jqisux din il-biża'. Biex jiġi mmitigat dan ir-riskju, jista' jkun ta' għajnuna li l-ħaddiema jiġu involuti kmieni fil-proċess tal-introduzzjoni tas-sistema fuq il-post tax-xogħol. Xi ħaddiema mhux se jqisu dawn is-sistemi bħala teknoloġija potenzjalment ta' benefiċċju, iżda bħala riskju għall-

[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

impjieg tagħhom, li jista' jwassal għal biża' ta' qgħad u nuqqas ta' sigurtà finanzjarja[22]. Reichert u Tauchmann 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 batuta**[23]. 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. Il-ħaddiema f'pożizzjonijiet ogħla jibżgħu inqas mir-robots fuq ix-xogħol milli l-ħaddiema manwali u dawk li għandhom edukazzjoni aktar baxxa[24]. Kozak u l-kollegi jisħqu fuq il-ħtieġa ta' implimentazzjoni ulterjuri tal-politiki dwar l-iżvilupp tal-ħiliet għall-forza tax-xogħol biex jiġi miġġieled kemm it-telf ta' impjiegi reali kif ukoll il-biża' soġġettiva minnu. Il-forniment ta' ħiliet ġodda lill-ħaddiema jista' fl-istess ħin jiffaċilita l-adattamenti tagħhom għar-rekwiżiti tal-ambjent tax-xogħol il-ġdid f'ekonomija diġitali u jipprovdihom b'sens soġġettiv ta' sigurtà[25].

Rakkomandazzjonijiet

L-introduzzjoni ta' robotika avvanzata fuq il-post tax-xogħol teħtieġ kunsiderazzjoni wiesgħa kemm tar-riskji potenzjali kif ukoll tal-opportunitajiet għall-OSH.

Id-dimensjonijiet ewlenin li joħolqu riskji u opportunitajiet potenzjali għall-OSH fl-HRI huma **l-allokazzjoni tal-funzjonijiet** u **d-disinn tal-kompiti**, **it-tfassil tal-interazzjoni** kif ukoll **l-operat u s-superviżjoni**. Dawn id-dimensjonijiet għandhom jitqiesu fi gradi varjabbli u huma kemxejn diretti lejn partijiet ikkonċernati differenti. Madankollu, l-applikazzjoni ta' sistema robotika speċifika fi ħdan sistema ta' ħidma tirrikjedi li tingħata attenzjoni lid-dimensjonijiet indirizzati kollha. Għalhekk, huwa meħtieġ li jiġi inkoraġġut u li jkun possibbli l-iskambju u t-tagħlim mill-partijiet ikkonċernati rilevanti bħad-disinjatur, l-integratur tas-sistema, il-kunsill tal-impriża u l-impjegati.

Fattur partikolari li jippermetti l-implimentazzjoni b'suċċess tas-sistemi robotiċi huwa l-**involviment** tal-ħaddiema. Dan huwa importanti minħabba diversi raġunijiet. Dan jista' jnaqqas il-biża' ta' telf tal-impjieg, u jkompli jżid l-aċċettazzjoni tas-sistema. Barra minn hekk, l-implimentazzjoni ta' **politiki ta' żvilupp tal-ħiliet** għall-forza tax-xogħol għandha titqies bħala li tiġġieled kemm it-telf reali ta' impjiegi kif ukoll il-biża' soġġettiva minnu.

L-enfasi fuq it-titjib tal-ħiliet jew it-taħriġ mill-ġdid tal-ħaddiema fil-proċess tal-awtomatizzazzjoni se jiġġieldu wkoll is-sens li l-ħaddiem qed jappoġġa biss ix-xogħol tar-robot.

Il-prinċipji eżistenti tat-tfassil tal-interazzjoni, id-disinn tal-kompiti, l-allokazzjoni tar-responsabbiltà u l-kontabbiltà għandhom jiġu kkunsidrati b'mod qawwi meta jinħolqu sistemi ta' ħidma ġodda. Għandu jiġi evitat pass ta' xogħol determinat mis-sistema robotika jew mill-possibbiltajiet ta' interruzzjoni nieqsa. Il-**prinċipju ta' "bniedem fil-kontroll"** għandu jitqies bħala linja gwida ewlenija tad-disinn fuq livelli differenti, li jvarjaw mill-individwu li jinteraġixxi għall-partijiet ikkonċernati rilevanti. Barra minn hekk, il-**prinċipju tat-"trasparenza"** juri li huwa ta' importanza kbira. L-azzjonijiet u d-deċiżjonijiet kif ukoll il-kapaċitajiet u l-limitazzjonijiet tas-sistema li għandhom ir-robots avvanzati jeħtieġ li jkunu trasparenti u spjegati lill-bniedem. Għal darb'oħra, dan jista' japplika għall-interazzjoni diretta u individwali kif ukoll għal livelli differenti, bħat-trasparenza organizzazzjonali ġenerali fir-rigward tas-sistema robotika.

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).

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

Din in-nota ta' politika ġiet ikkummissjonata mill-Aġenzija Ewropea għas-Sigurtà u s-Saħħa fuq il-Post tax-Xogħol (EU-OSHA). Il-kontenut tagħha, inkluż kwalunkwe opinjoni u/jew konklużjoni espressa, huma dawk tal-awturi biss u mhux neċessarjament jirriflettu l-fehmiet tal-EU-OSHA.

[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

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

[24] Dekker, F., Salomons, A., u 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., u 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

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.

© 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.

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