

## ROBOTICA ȘI AUTOMATIZAREA AVANSATĂ: CARE SUNT RISCURILE ȘI OPORTUNITĂȚILE PENTRU SECURITATEA ȘI SĂNĂTATEA ÎN MUNCĂ?

Apariția unor noi tehnologii, cum ar fi sistemele robotice avansate care pot interacționa îndeaproape cu oamenii, a dus la reluarea dezbaterii privind potențialul de automatizare a locurilor de muncă și a sarcinilor, precum și consecințele acestora asupra securității și sănătății în muncă (SSM). Evoluțiile rapide și noile forme de interacțiune om-tehnologie creează noi oportunități și provocări pentru SSM odată cu această evoluție tehnologică. Robotica avansată are potențialul pentru o schimbare calitativă a oportunităților și a provocărilor în materie de SSM sau chiar pentru crearea unor beneficii și riscuri complet noi. Obținerea de cunoștințe de la ambii factori SSM privind interacțiunea om-tehnologie și includerea noilor descoperiri științifice axate pe sistemele robotice contribuie la identificarea influențelor importante atât asupra riscurilor, cât și a oportunităților, precum și a factorilor relevanți în mod specific pentru robotica avansată și roboți.

### Starea roboticii avansate

Combinăția dintre inteligența artificială sau algoritmi de inteligență și dispozitivele robotice accelerează nivelul autonomiei robotice și al funcționalităților. Cu cât constatăm mai mult integrarea software-ului de IA în hardware-ul robotic, cu atât observăm mai mult, de exemplu, un comportament mobil elaborat, în special în mediile nestructurate sau în prelucrarea limbajului natural. Totuși, sistemele robotice care nu se bazează pe IA prezintă deja o varietate de capacități avansate și sunt incluse de asemenea în acest aspect. O serie de roboți avansați diferiți, capabili să interacționeze cu oamenii, sunt tratați în literatura științifică de înaltă calitate. Aceștia pot fi clasificați în funcție de scopul lor preconizat, precum și în funcție de caracteristicile distincte, cum ar fi mobilitatea. Pentru automatizarea sarcinilor fizice, **roboții industriali** apar cel mai frecvent. Conform standardului (ISO 8373:2012) Organizației Internaționale de Standardizare (ISO), un robot industrial este un „manipulator controlat în mod automat, reprogramabil și multifuncțional, programabil pe trei sau mai multe axe”, care poate fi fix sau mobil. Această definiție este adoptată și de Federația Internațională de Robotică (IFR). Alte tipuri de sisteme robotice sunt **roboții telemanipulatori**, utilizați, de exemplu, în operațiunile de întreținere la distanță. Un al doilea grup vizibil tratat în literatura științifică este format din **roboții medicali**. Roboții medicali pentru automatizarea sarcinilor fizice se referă la sisteme precum **mergătoarele robotice**<sup>1, 2</sup> din domeniul îngrijirii persoanelor în vârstă sau cu mobilitate redusă, precum și **terapia asistată de roboți** pentru reabilitarea funcției de echilibru după un atac cerebral<sup>3</sup>. Aflați încă în etapa de dezvoltare timpurie sunt roboții medicali proiectați pentru transportul și ridicarea pacienților, denumiți uneori **roboți de îngrijire și asistență**. În domeniul **industriei prelucrătoare**, integrarea într-o măsură tot mai mare a instrumentelor cu software bazat pe IA în hardware-ul robotic conduce într-adevăr la noi generații de sisteme robotice. Pe lângă scopurile specifice, pentru a clasifica sistemele robotice a fost utilizat și gradul de mobilitate. Integrarea roboților mobili sau a **vehiculelor autonome (VA)** poate fi observată într-o serie de medii de lucru. În special în domeniul **logistic și al depozitării**, roboții devin tot mai autonomi.

Forma de interacțiune dintre oameni și roboți este descrisă din perspectiva **colaborării, a cooperării și a coexistenței**. Coexistența descrie o întâlnire episodică între oameni și roboți, în care interacțiunea este limitată în timp și spațiu. Participanții nu urmăresc un obiectiv comun în activitatea lor, iar acțiunile lor nu au o legătură temporală. Un exemplu de coexistență la locul de muncă este un robot de transport care trece pe lângă un supraveghetor într-un depozit. Cooperarea și colaborarea descriu interacțiuni mai strânse între oameni și roboți, în care aceștia urmăresc un obiectiv comun, iar sarcinile sunt corelate temporal. Într-un mediu de lucru cooperativ, ambii lucrează pentru un scop comun general, însă există o diviziune clară a sarcinilor între om și robot. Fiecare lucrează la subsarcini diferite pentru același rezultat final, iar alocarea subsarcinilor se stabilește în prealabil. Colaborarea poate fi considerată cea mai apropiată formă de interacțiune. Acțiunile omului și ale robotului au loc în același timp, asupra aceluiași obiect. De exemplu, suportul pentru ridicarea pacienților creează o formă de interacțiune colaborativă. Omul și robotul urmăresc un scop comun și este necesară o coordonare imediată. Subsarcinile sunt alocate în mod continuu și, dacă este necesar, sunt adaptate situației.

<sup>1</sup> Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A. și 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>

<sup>2</sup> Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., Bauer, J. M. și 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>

<sup>3</sup> Zheng, Q. X., Ge, L., Wang, C. C., Ma, Q. S., Liao, Y. T., Huang, P. P. și 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>

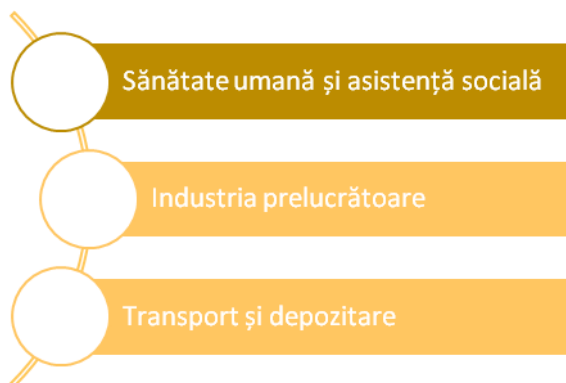
## Impactul asupra sarcinii, locurilor de muncă și sectoarelor

După cum era de așteptat, majoritatea sarcinilor fizice afectate de automatizarea roboticii avansate sunt legate de obiecte. Totuși, există și anumite sarcini fizice afectate de automatizarea sarcinilor care sunt legate de persoane. Un exemplu care apare în diferite sectoare (medicină, industria prelucrătoare și construcții), dar care este automatizat sau sprijinit la fel prin diferite tipuri de sisteme robotice, este sarcina de a ridica obiecte sau chiar persoane. Acest exemplu demonstrează modul în care este afectată aceeași sarcină în sectoare diferite și la locuri de muncă asociate diferite. Sarcinile care sunt mai susceptibile să fie automatizate sunt **sarcinile repetitive și de rutină**. Aceste sarcini pot fi programate și codificate și se poate construi un sistem care să învețe din aceste date utilizând tehnici de IA. Prin urmare, sarcinile fizice de rutină și sarcinile mai puțin complexe vor fi probabil înlocuite. Poate exista un potențial de **desființare de locuri de muncă**, în special în rândul locurilor de muncă **cu un nivel scăzut de calificare** și cu un nivel ridicat al repetitivității și al caracteristicilor de rutină. Într-o perspectivă ușor contrastantă, trebuie remarcat că **multe sarcini fizice de rutină** au fost automatizate deja prin mecanizare și că este posibil să fi rămas puține sarcini de automatizat. Utilizarea roboților colaborativi are chiar **potențialul de a crea mai multe locuri de muncă**. Aceste sisteme au potențialul de a combina forța oamenilor cu cea a mașinilor. Asocierea oamenilor cu roboții poate crește productivitatea și, prin urmare, poate fi în beneficiul organizației, care, la rândul său, poate să investească mai mult și să creeze noi locuri de muncă. Totuși, în același timp, aceste sisteme pot realiza sarcina de lucru a mai multor lucrători umani deodată. Prin urmare, vom observa o schimbare către o situație în care un om dirijează mai multe sisteme robotice.

**Sistemele robotice pot avea un impact pozitiv asupra SSM, în special în ceea ce privește așa-numitele locuri de muncă 3D (dirty, dull and dangerous – murdare, plictisitoare și periculoase).**

Analiza sarcinilor fizice automatizate în rândul sectoarelor arată un număr mare de sarcini automatizate sau asistate în sectorul **sănătății umane și asistenței sociale**. Majoritatea acestor sarcini se regăsesc în **activitățile spitalicești**.

**Figura 1: Cele trei sectoare care aplică cel mai frecvent automatizarea sarcinilor fizice (conform literaturii științifice)**



sector crește rapid.

În al doilea rând, industria **prelucrătoare** este influențată puternic. În industria prelucrătoare, **industria autovehiculelor** este menționată adesea ca fiind cea principală. Totuși, sectorul

**sănătății umane și asistenței sociale** este reprezentat puțin mai mult în literatura științifică, ceea ce se poate datora totuși unei publicări pătinoare. Sectorul **transporturilor și al depozitării** este, de asemenea, abordat destul de frecvent în literatura științifică și menționat și de experți. Observate mai puțin frecvent în literatura științifică, dar evidențiate de experți, sunt sectorul **construcțiilor și agricultura, silvicultura și pescuitul**. Aplicațiile robotice sunt utile în special pentru a prelua sau a sprijini lucrătorii cu sarcini care implică manipularea încărcăturilor grele (de exemplu, macarale automatizate). Sectorul **agriculturii, silviculturii și pescuitului** este destul de dezvoltat în ceea ce privește sistemele autonome, iar inovarea acestor tehnologii în acest

## Dimensiunile relevante pentru SSM ale interacțiunii om-robot

Pe baza cercetărilor anterioare, au fost identificate patru dimensiuni diferite pentru interacțiunea om-robot care pot fi asociate cu diferite riscuri și oportunități legate de SSM: **alocarea funcțiilor sau a sarcinilor, proiectarea sarcinilor, proiectarea interacțiunii**, precum și **exploatarea și supravegherea**. Aceste dimensiuni nu sunt strict distincte, ci prezintă interdependențe.

### Alocarea funcțiilor și proiectarea sarcinilor

Automatizarea în sine este un fapt continuu în care diferite funcții pot fi automatizate în grade diferite<sup>4</sup>. Pe măsură ce capacitățile roboticii avansate evoluează, putem observa o trecere de la procesele tradiționale de alocare a sarcinilor la unele mai dinamice. Există o serie de aspecte psihologice care trebuie luate în considerare și care pot fi influențate de alocarea ad-hoc în timp real a sarcinilor, cum ar fi **controlul perceptual**

<sup>4</sup> Parasuraman, R., Sheridan, T. B. și 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>

proceselor, efortul mental, echitatea percepută, identitatea sarcinilor și acceptarea rezultatului alocării, fluxul și autoeficacitatea sau satisfacția<sup>5</sup>. Flexibilitatea executării sarcinilor – atât ale oamenilor, cât și ale roboților – necesită un grad foarte ridicat de dezvoltare tehnologică. **Alocarea funcțiilor sau a sarcinilor** ar putea deveni mai dinamică, deoarece sistemele robotice vin cu promisiunea utilizării flexibile. Presupunând un nivel de maturitate tehnologică și cazuri de utilizare adecvate pentru această aplicare, nu numai rezultatul unui proces de alocare a funcțiilor, ci și procesul în sine vor prezenta riscuri și oportunități pentru SSM, care sunt discutate în secțiunea relevantă de mai jos. O consecință directă a procesului de alocare este sarcina de lucru rămasă (conținutul locului de muncă) pentru om. O caracteristică majoră a proiectării sarcinilor de lucru, care poate impune în sine riscuri și oportunități conexe în materie de SSM, este legată de amplexarea și calitatea libertății de decizie sau a **controlului la locul de muncă** conferit lucrătorului uman.

### Proiectarea interacțiunii

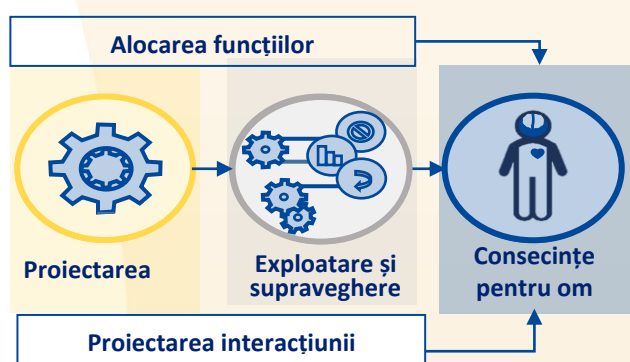
Aspectele de proiectare a roboților și proiectarea interacțiunii pot fi legate de aspectul exterior și întruchiparea sistemului robotic, de comportamentul și mișcarea sau interacțiunea roboților, precum și de stilurile și canalele de comunicații. În domeniul mișcării roboților, aspectele comportamentale precum viteza, accelerația și decelerația, traiectoriile, strategiile de apropiere sau trecere intră în domeniul de aplicare luat în considerare. Comunicarea dintre om și roboții avansați poate fi proiectată în grade diferite. Au fost efectuate cercetări privind compararea efectelor unor canale de comunicații diferite, de exemplu, eficacitatea combinării mai multor modalități precum gesturile și limbajul<sup>6</sup>. Alte tentative se axează pe scenarii specifice de interacțiune verbală, de exemplu când sistemele robotice solicită ajutorul partenerului de interacțiune uman<sup>7</sup>. Aceste aspecte diferite ale proiectării interacțiunii sunt asociate, în grade diferite, cu riscurile și oportunitățile în materie de SSM. Similitudinea din cercetarea proiectării interacțiunii constă în încercarea de a identifica atribute și caracteristici care să permită o interacțiune ușoară și naturală. Obiectivul general este de a intensifica sentimentul de **stare de bine, acceptare, încredere, emoțiile pozitive și o experiență pozitivă sau un flux de lucru pozitiv pentru utilizator**<sup>8</sup>. De asemenea, nivelurile disfuncționale ale **volumului de muncă, iritării, tensiunii sau întreruperilor** nu vor fi induse de interacțiune, dar ar trebui reduse, dacă este posibil. Totuși, aspectele legate de proiectarea roboților nu sunt considerente de sine stătătoare, ci trebuie să examineze întotdeauna contextul abordat și sarcina de lucru. De exemplu, cerințele privind interacțiunea sunt diferite pentru un robot din domeniul asistenței medicale și un robot industrial.

**În ceea ce privește interacțiunea om-robot, trebuie clarificate responsabilitatea și responsabilizarea. Lucrătorii trebuie să cunoască capacitățile și limitările unui robot.**

### Exploatarea și supravegherea

Dimensiunea exploatarea și a supravegherii unui sistem poate fi considerată o consecință directă care rezultă din procesul de alocare a funcțiilor și din proiectarea specifică a interacțiunii<sup>9</sup>. Din cauza relativei noutăți a sistemelor robotice care interacționează îndeaproape cu oamenii la locurile de muncă, forța de muncă vizată este în mod inevitabil neexperimentată și nefamiliarizată în ceea ce privește interacțiunea cu acestea. Odată cu creșterea familiarizării, noutatea acestor sisteme scade, pe măsură ce ideile preconceptuate despre capacitățile și comportamentele lor evoluează către o imagine mai realistă<sup>10</sup>. Nomura și colegii au constatat că atitudinile negative față de sistemele robotice au scăzut pe măsură ce experiențele de interacțiune cu roboții au devenit mai frecvente. Nivelurile ridicate ale **autonomiei roboților** au fost asociate, de asemenea, cu scăderea sentimentului de **responsabilitate** privind

Figura 2: Dimensiunile interacțiunii om-robot



<sup>5</sup> Tausch, A., Kluge, A. și 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>

<sup>6</sup> Berg, J. și 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>

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

<sup>8</sup> Honig, S. S. și 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>

<sup>9</sup> Robelski, S. și 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>

<sup>10</sup> Sanders, T., Kaplan, A., Koch, R., Schwartz, M. și 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>



sarcina de lucru<sup>11</sup>. Așadar, transparența proiectării și a comportamentului roboților este esențială pentru a preveni riscurile posibile, cum ar fi reducerea sentimentului de responsabilitate și a responsabilizării în raport cu sistemul. Mai mult, în mediile în care operatorii trebuie să realizeze sarcini neautomatizate în timp ce supraveghează automatizarea, poate apărea **neatenția cauzată de complăcere**<sup>12</sup>. Prin urmare, este important să se recunoască nivelul de solicitare mentală pe care o pot cauza exploatarea și supravegherea unui sistem robotic și acesta să fie inclus în orice luare în considerare a introducerii supravegherii și exploatarea cu sarcini multiple într-un mediu de lucru.

## Oportunități pentru SSM

Introducerea sistemelor robotice avansate la un loc de muncă poate oferi o serie de oportunități legate de SSM pentru lucrători. În ceea ce privește **alocarea funcțiilor sau a sarcinilor**, există o serie de aspecte psihologice de luat în considerare, cum ar fi controlul perceput al proceselor, efortul mental, echitatea percepută, identitatea sarcinilor și acceptarea rezultatului alocării, fluxul și autoeficacitatea sau satisfacția<sup>13</sup>. Totuși, dacă alocarea sarcinilor se efectuează corespunzător, aceasta poate să crească performanța sistemului, **să reducă erorile, să optimizeze volumul de muncă, să crească motivația, satisfacția și starea de bine**. În plus, **încrederea și acceptarea** este probabil să crească, deoarece atitudinile se formează prin expunerea la un sistem<sup>14</sup>.

**Principiul „controlului de către oameni” (human in control) prezintă o orientare importantă în materie de proiectare în interacțiunea om-robot, pentru a preveni scăderea nivelurilor de control la locul de muncă.**

Conceptul de **control la locul de muncă**, ce include dimensiunile libertății de decizie, gestionării timpului și controlului metodei în sine, are o istorie îndelungată în psihologia ocupațională. Efectele pozitive pe care controlul la locul de muncă le poate avea asupra stării de bine, motivației, satisfacției și sănătății mentale ale lucrătorilor, contribuind în special la compensarea exigențelor mari la locul de muncă, sunt descrise foarte bine în literatura științifică<sup>15, 16, 17</sup>. Posibilitatea ca lucrătorii să realizeze anumite sarcini de lucru cu un sistem robotic flexibil ar putea să prezinte oportunitatea de a **crește nivelurile de control la locul de muncă**, atunci când se respectă anumite recomandări de proiectare<sup>18</sup>. Principiul „controlului de către oameni” ar trebui considerat o orientare principală în materie de proiectare. Asigurarea transparenței suficiente a sistemelor sau chiar permiterea unor strategii de interacțiune individualizate poate să asigure o interacțiune fără probleme.

Pe lângă oportunitățile psihologice, robotica avansată poate să genereze și un impact pozitiv asupra **stării de bine fizice și siguranței** lucrătorilor. Utilizarea acestor sisteme în medii de lucru riscante și periculoase este o oportunitate clară, care trebuie subliniată. Sistemele robotice oferă, în primul rând, potențialul de a renunța complet la oameni în aceste circumstanțe nefavorabile. În al doilea rând, în special în sarcinile de asamblare și ridicare, sistemele robotice pot **să îmbunătățească sănătatea fizică** în cazul afecțiunilor musculoscheletice. Pe lângă acești factori, reducerea tensiunii fizice sau a muncii nefavorabile prezintă o altă oportunitate tangibilă în materie de SSM<sup>19</sup>.

## Riscuri în materie de SSM

Riscurile asociate cu alocarea funcțiilor includ o serie de consecințe pentru om, precum **efectele de neatenție din cauza complăcerii, deciziile părtinitoare, conștientizarea redusă a situației, solicitarea mentală neechilibrată, neîncrederea și încrederea excesivă**. În legătură cu **proiectarea sarcinilor** ca o consecință a procesului de alocare a funcțiilor, trebuie subliniat în special riscul de **niveluri scăzute ale controlului la locul de muncă**, asociat și cu riscul de **niveluri scăzute ale sentimentului de a deține controlul, autoeficacitate scăzută, satisfacție, motivație și stare de bine scăzute**. Nivelurile ridicate de **autonomie a roboților** sunt

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

<sup>12</sup> Parasuraman, R. și 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>

<sup>13</sup> Tausch, A., Kluge, A. și 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>

<sup>14</sup> Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., De Visser, E. J. și 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>

<sup>15</sup> 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>

<sup>16</sup> 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* (p. 34.06-34.14). Organizația Internațională a Muncii (OIM).

<sup>17</sup> Bakker, A. B. și 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>

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

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

asociate și cu riscul de **reducere a sentimentului de a deține controlul** și a sentimentului de **responsabilitate** pentru sarcina de lucru. **Legătura strânsă** a lucrătorului cu sarcina robotului are și riscul de a crește **stresul**.

În plus, lipsa principiilor de proiectare este asociată cu efecte negative. În special cerința privind transparența proiectării și a comportamentului roboților este esențială pentru a preveni riscurile posibile precum **reducerea sentimentului de responsabilitate** și a **responsabilizării**, **încrederea excesivă** sau **neîncrederea**, precum și un **sentiment de înstrăinare** sau de **pierdere a controlului**.

(Semi)automatizarea sarcinilor care erau realizate anterior de oameni ar putea să conducă, în cele din urmă, la noi structuri de formare a echipelor. Un risc posibil ar fi **scăderea sprijinului social perceput**, deoarece interacțiunea cu membrii echipei umane ar putea să scadă. Totuși, acest fenomen nu este abordat încă pe larg în literatura științifică.

Aplicarea sistemelor robotice poate prezenta riscul de **scădere suplimentară a nivelurilor de control la locul de muncă**. Lucrătorii ar putea să simtă că **nu fac decât să sprijine activitatea robotului**. Nivelurile scăzute de control și dependența de sistemele robotice sunt cunoscute și drept cuplare tehnologică în literatura științifică<sup>20</sup>. Cuplarea strânsă și neflexibilă a sarcinilor umane cu performanța robotică ar putea **să scadă flexibilitatea realizării sarcinilor** și să crească **norma de lucru determinată de mașini**. Ambele aspecte au potențialul de a fi asociate cu o serie de efecte psihosociale negative precum **epuizarea emoțională**, **nervozitatea sau iritabilitatea**, o **sănătate mintală mai precară în general** și **mai puțină satisfacție intrinsecă la locul de muncă**<sup>19</sup>. Acest lucru poate conduce la **sentimentul că lucrătorul nu face decât să sprijine munca robotului** și la **scăderea valorii subiective** a propriei activități a unei persoane. Totuși, dacă nu sunt stabilite clar granițele sarcinii și ale sistemului, ne putem confrunta cu riscul ca libertatea de decizie sau controlul la locul de muncă să crească prea mult, ceea ce poate conduce, de asemenea, la scăderea stării de bine sau la stres.

Strâns legat de cuplarea tehnologică este riscul potențial de **intensificare a muncii** prin introducerea roboticii avansate, dacă timpul necesar resursei umane pentru realizarea sarcinilor de lucru în noul sistem de lucru este alocat în mod insuficient. În plus, apare riscul potențial de **efecte de deprofesionalizare**. Deoarece sistemele robotice efectuează o parte a muncii, lucrătorii nu mai realizează integral toate sarcinile și, prin urmare, nu mai înțeleg procesul complet. **Reducerea varietății competențelor** este abordată și în polarizarea potențială a locurilor de muncă<sup>21</sup>. În esență, aceasta afirmă că, pentru locurile de muncă cu nivel scăzut al cerințelor de calificare, automatizarea sarcinilor de rutină complexe va determina axarea locului de muncă pe sarcini și mai simple, în loc să permită omului să realizeze sarcini care necesită un nivel mai ridicat de calificare.

Un fenomen frecvent legat de automatizarea sarcinilor este complăcerea generată de automatizare. Efectul este redus când fiabilitatea automatizării nu rămâne constantă în timp, ci variază. Totuși, performanța inconstantă a sistemului ar putea **să afecteze negativ încrederea** în sistemul robotic. Un al doilea fenomen de automatizare bine studiat și bine documentat care a fost abordat în literatura științifică este **riscul de părtinire legată de automatizare** și două tipuri de erori conexe – erorile prin omitere și comitere. Erorile prin omitere se produc dacă utilizatorul nu răspunde la o situație critică privind o funcție de alertă<sup>22</sup>. Erorile prin comitere sunt legate de recomandările specifice ale sistemului de automatizare și constau în a urma recomandările sistemului chiar dacă acestea sunt incorecte. Pentru a evita acest tip de risc, lucrătorii trebuie să aibă un nivel adecvat de încredere în sistemul robotic, adică nici să nu-i acorde încredere excesivă, dar nici să nu îl neglijeze. Prin urmare, este esențial ca lucrătorii să aibă cunoștință de capacitățile exacte ale sistemului robotic.

**Alocarea și proiectarea sarcinilor în mod inadecvat pot fi asociate în principal cu riscuri psihosociale precum reducerea stării de bine, epuizare emoțională, nervozitate sau iritabilitate. Defecțiunile mecanice ale roboților pot cauza prejudicii fizice.**

Alți factori de risc sunt **erorile și defecțiunile mecanice**. Mișcările neprevăzute pot cauza prejudicii fizice operatorului. Prin urmare, trebuie luate în considerare limitele forței de contact. Acest tip de erori de control poate apărea atât în etapa de proiectare, cât și în cea de exploatare, fiind atribuite adesea funcționării defectuoase a unui software, dar pot fi cauzate și de erori umane. Pentru a evita erorile mecanice, trebuie să se asigure o instalație electrică și întreținere adecvate, precum și formarea adecvată a operatorilor, pentru a evita și, dacă este necesar, a detensiona situația.

Riscul **temerii de disponibilizare** poate fi declanșat în special dacă lucrătorii nu au experiență cu sistemele robotice și procesele de introducere nu iau în considerare această teamă. Pentru a atenua acest risc, poate fi de ajutor ca lucrătorii să fie implicați de timpuriu în procesul de introducere a sistemului la locul de muncă. Unii

<sup>20</sup> 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>

<sup>21</sup> 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>

lucrători nu vor percepe aceste sisteme ca pe o tehnologie potențial benefică, ci ca pe un risc pentru locul lor de muncă, ceea ce poate duce la teama de șomaj și la insecuritate financiară<sup>22</sup>. Reichert și Tauchmann analizează nivelurile de disconfort psihologic pentru lucrătorii care se confruntă cu insecuritatea locului de muncă și au constatat că aceștia au o **sănătate psihologică mai precară**<sup>23</sup>. În plus, efectele insecurității locului de muncă sunt exacerbate pentru lucrătorii care au probleme de sănătate mintală preexistente. Lucrătorii care ocupă posturi mai înalte se tem de roboții de la locul de muncă mai puțin decât lucrătorii manuali, cu calificare joasă și persoanele cu nivel de educație mai scăzut<sup>24</sup>. Kozak și colegii subliniază că este necesară punerea în aplicare în continuare a politicilor de dezvoltare a competențelor forței de muncă, pentru a combate atât disponibilizările efective, cât și frica subiectivă de acestea. Dacă lucrătorii dobândesc noi seturi de competențe, acest lucru le-ar putea facilita simultan adaptarea la cerințele noului mediu de lucru într-o economie digitală și le-ar putea oferi un sentiment de securitate<sup>25</sup>.

## Recomandări

Introducerea roboticii avansate la locul de muncă impune luarea în considerare la nivel aprofundat atât a riscurilor, cât și a oportunităților potențiale pentru SSM.

Principalele dimensiuni care prezintă riscuri și oportunități potențiale pentru SSM în interacțiunea om-robot sunt **alocarea funcțiilor și proiectarea sarcinilor, proiectarea interacțiunii**, precum și **exploatarea și supravegherea**. Aceste dimensiuni trebuie luate în considerare în grade variabile și sunt ușor orientate către diferite părți interesate. Totuși, pentru aplicarea unui sistem robotic specific în cadrul unui sistem de lucru este necesar să se acorde atenție tuturor dimensiunilor abordate. Prin urmare, este necesar să se încurajeze și să se permită schimbul de informații și cunoștințe între părțile interesate relevante precum proiectantul, integratorul de sisteme, comitetul de întreprindere și angajații.

Un factor care permite punerea în aplicare cu succes a sistemelor robotice este **implicarea** lucrătorilor. Acest factor este important din mai multe motive. Poate să scadă teama de disponibilizare și să crească și mai mult acceptarea sistemului. În plus, ar trebui luată în considerare punerea în aplicare a politicilor privind **dezvoltarea competențelor** pentru forța de muncă, pentru a combate atât disponibilizările efective, cât și frica subiectivă de acestea.

Accentul pus pe perfecționarea și recalificarea lucrătorilor în procesul de automatizare va contracara, de asemenea, sentimentul că lucrătorul nu face decât să sprijine munca robotului.

Când se creează noi sisteme de lucru, ar trebui luate în considerare ferm principiile existente de proiectare a interacțiunii, proiectare a sarcinilor, alocare a responsabilității și responsabilizare. Ar trebui să se evite un ritm de lucru determinat de sistemul robotic sau lipsa posibilităților de întrerupere. **Principiul „controlului de către oameni”** ar trebui considerat o orientare principală în materie de proiectare la diferite niveluri, de la persoana care interacționează, până la părțile interesate relevante. Mai mult, **principiul „transparentei”** se dovedește a fi de o importanță majoră. Acțiunile și deciziile, precum și capacitățile și limitările sistemului pentru roboții avansați trebuie să fie transparente și să poată fi explicate oamenilor. Din nou, acest lucru se poate aplica interacțiunii directe individuale, precum și la diferite niveluri, cum ar fi transparența organizațională generală în legătură cu sistemul robotic.

<sup>22</sup> 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>

<sup>23</sup> Reichert, A. R. și 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>

<sup>24</sup> Dekker, F., Salomons, A. și 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>

<sup>25</sup> Kozak, M., Kozak, S., Kozakova, A. și 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>

Autori: Patricia Helen Rosen, Institutul Federal pentru Securitate și Sănătate în Muncă (BAuA), Eva Heinold, Institutul Federal pentru Securitate și Sănătate în Muncă (BAuA), Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL, Dr Sascha Wischniewski, Institutul Federal pentru Securitate și Sănătate în Muncă (BAuA).

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

Prezenta sinteză de politici a fost comandată de Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (EU-OSHA). Conținutul acesteia, inclusiv orice opinii și/sau concluzii exprimate, aparțin numai autorilor și nu reflectă neapărat punctele de vedere ale EU-OSHA.

Nici Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (EU-OSHA), nici o altă persoană care acționează în numele agenției nu este responsabilă de modul în care aceste informații ar putea fi utilizate.

© Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă, 2023

Reproducerea este autorizată cu condiția menționării sursei.

Pentru utilizarea sau reproducerea în orice fel a fotografiilor sau a altor materiale pentru care EU-OSHA nu deține drepturile de autor, trebuie să se solicite acordul direct de la deținătorii drepturilor de autor.