

INTELLIGENS DIGITÁLIS NYOMON KÖVETÉSI RENDSZEREK A MUNKAVÉDELEM TERÜLETÉN: LEHETŐSÉGEK ÉS KIHÍVÁSOK

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek szerepe

A digitális rendszerek és technológiák átalakítják a munka világát a munkáltatók és a munkavállalók számára egyaránt. Megjelenésük a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének irányítását és javítását, valamint a munka jellegét, helyét és szervezését is befolyásolja.

A munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek egyre gyakrabban használnak digitális technológiákat (IKT, kamerák, viselhető eszközök, intelligens egyéni védőeszközök, mesterséges intelligencia stb.) a munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre vonatkozó adatok gyűjtésére és elemzésére.¹

Az új típusú digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek számos lehetőséget kínálnak a munkavédelem érdemi javítására, beleértve a következőket: a munkavállalók biztonság- és egészségtudatosságának növelése; a feladat- és műszakbeosztás javítása; a balesetek megelőzése és csökkentése; a jólét növelése; a megoldások egyedi igényekre szabása; a munkahelyi stressz vagy sérülések csökkentése; a balesetek következményeinek minimalizálása; a döntések feletti ellenőrzés stb. Számos ismert és potenciális előnyük ellenére az új munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek fizikai és biztonsági kockázatokat, pszichoszociális kockázatokat, a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi felelősség elmosódását vagy a képzéssel kapcsolatos korlátokat válthatnak ki, illetve növelhetik azokat.

Az európai munkahelyek egyre gyakrabban használnak digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszereket, különösen azokban az iparágakban, ahol a munkavállalók bizonyos (veszélyes) környezetek miatt magasabb szintű munkavédelmi kockázatoknak vannak kitéve, de ezek elterjedése összességében továbbra is viszonylag lassú és korlátozott.² Az olyan tényezők, mint a technológiai fejlődés és a digitális átállás mértéke, a vállalat mérete, a technológiai változásokkal és a munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági vonatkozásokkal kapcsolatos jogszabályok és szabványosítás, valamint a szervezeti tényezők befolyásolják a digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek elterjedését.

E mögöttes feltételek ellenére az e rendszerek és az általuk alkalmazott technológiák használatával és hatékonyságával kapcsolatos bizonyítékok hiánya korlátozza a munkáltatókat abban, hogy tájékozott döntéseket hozzanak arról, hogy a munkavállalók munkavédelmének javítása érdekében igénybe vegyenek-e a szervezetükben ilyen rendszereket, illetve hogy milyen rendszert használjanak.

Ez a szakpolitikai tájékoztató az új munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek néhány kulcsfontosságú lehetőségét és kihívását tárgyalja, és felvázolja a szakpolitikai döntéshozók és a döntéshozók számára a rendszerek előnyeinek fokozása és a szervezeti szintű használatukból eredő lehetséges hátrányok minimalizálása érdekében követendő legfontosabb tanulságokat. A szakpolitikai tájékoztató az EU-OSHA digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerekről és a munkahelyi biztonságról és egészségvédelemről szóló jelentésének kutatási eredményeire támaszkodik.

A károk felderítése és megelőzése (proaktív megközelítés)

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek a kármegelőzést pontos és átfogó adatok gyűjtése révén támogathatják, amelyek elemezhetők és felhasználhatók a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását célzó munkahelyi kiigazításokhoz – például az ergonómiai veszélyeknek való kitettség mérése és az üzemekkel és helyiségekkel kapcsolatos veszélyek azonosítása révén. A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek azáltal is megelőzhetik a károkat, hogy azonosítják a veszélyes munkavállalói magatartást és támogatják a személyre szabott képzést, hogy lehetővé tegyék ezeknek a rendszereknek a jobb használatát. Azonosítani tudják továbbá a nem megfelelő egyéni egészséget és jólétet, és

¹ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Intelligens digitális nyomon követési rendszerek a munkahelyi biztonság és egészségvédelem területén: felhasználási lehetőségek és kihívások*, 2023.

Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-digital-monitoring-systems-occupational-safety-and-health-uses-and-challenges>.

² Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Az új munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomon követési rendszerek bevezetésének mozgatórugói és akadályai*, 2023, n.d..

támogathatják az online kockázatértékeléseket és a távellenőrzéseket. Az alábbi táblázat összefoglalja a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomon követési rendszerek által a munkahelyen és a távoli helyeken okozott károk megelőzésére kínáló lehetőségek fő típusait.

1. táblázat A digitális munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomon követési rendszerek használatához kapcsolódó lehetőségek típusai

A lehetőségek típusai	A lehetséges előnyök rövid leírása	Példák a munkavédelem nyomon követésére szolgáló rendszerekre és technológiákra
Az egyéni vagy kollektív káros expozíció és a környezeti szintek mérése	A digitális munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomonkövetési rendszerek támogathatják az ártalmak megelőzését azáltal, hogy mérik az egyéni és kollektív munkavállalók rutinszerű és nem rutinszerű káros kitettségét , többek között távolról (olyan ágazatokban, mint a bányászat, az alagútépítés és a vegyi üzemek).	- A viselhető eszközök és az intelligens egyéni védőeszközök (intelligens szemüvegek, védősisak-készletek, intelligens szalagok, intelligens cipők és védőruhákat, okostelefonokhoz és okosórákhoz kapcsolódó intelligens elektronikai részekkel) vagy hőkamerák valós időben mérhetik az egyéni veszélyes expozíciót (pl. gáz³, higany⁴, UV-sugárzás⁵, magas hőszint⁶). - A tárgyak internetével (IoT) összekapcsolt érzékelőkkel ellátott kitzűzők lehetővé tehetik a sugárzási szintek rögzítését, figyelmeztethetik a munkavállalókat és tanácsolhatják nekik, hogy távolodjanak el egy adott területről. - A vezeték nélküli érzékelőhálózatok⁷ és drónok⁸ észlelhetik az olyan káros környezeti feltételeket, mint a rosszul szellőztetett területeken lévő mérgező por, a robbanásveszélyes gázok, a sugárzási szivárgások, a vegyi anyagok és biológiai anyagok, valamint a magas páratartalom.⁹
Az ergonómiai veszélyeknek való kitettség mérése	A digitális munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági nyomon követési rendszerek segíthetnek megelőzni a munkavégzéssel összefüggő váz- és izomrendszeri megbetegedéseket és az ismétlődő megterhelés okozta sérüléseket, amelyek a rossz testtartásból eredhetnek. Ez különböző típusú munkahelyekre és ágazatokra vonatkozik (pl. irodai vagy távmunka, építőipar,	- A gyorsulásmérőket, a dolgok internetét, a mobil alkalmazásokat és a biomechanikus külső vázakat használó viselhető eszközök képesek mérni a mozgások számát, sebességét, típusát és megfelelőségét, hogy észleljék a nem biztonságos vagy káros mozgásokat, valós idejű biológiai visszajelzést biztosítsanak a felhasználóknak, és megelőzzék a hosszú távú súlyos egészségügyi problémákat. - A viselhető eszközök arra is figyelmeztethetik a munkavállalót, hogy meg kell szakítania egy bizonyos tevékenységet, amelyre vonatkozóan elérték egy adott küszöböt: például le kell állítania a

³ Binajaj, A., Sheltami, T., Aliyu, F., & Kaosar, M. (2018). Design and implementation of a wearable gas sensor network for oil and gas industry workers. *Journal of Computers*, 13(3), 300-308. <https://doi.org/10.17706/jcp.13.3.300-308>

⁴ Mattoli, V., Mazzolai, B., Raffa, V., Mondini, A., & Dario, P. (2007). Design of a new real-time dosimeter to monitor personal exposure to elemental gaseous mercury. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 123(1), 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2006.08.004>

⁵ Bongers, C. C., Hopman, M. T., & Eijsvogels, T. M. (2015). Using an ingestible telemetric temperature pill to assess gastrointestinal temperature during exercise. *Journal of Visualized Experiments*, (104), 53258. cikk <https://doi.org/10.3791%2F53258>

⁶ Banerjee, S., Hoch, E. G., Kaplan, P. D., & Dumont, E. L. A. (2017). A comparative study of wearable ultraviolet radiometers. *2017 IEEE Life Sciences Conference (LSC)* (9-12. o.). IEEE. <https://doi.org/10.1109/LSC.2017.8268131>

⁷ Cheung, W. F., et al, (2018). A real-time construction safety monitoring system for hazardous gas integrating wireless sensor network and building information modeling technologies. *Sensors*, 18(2), 436. cikk <https://doi.org/10.3390/s18020436>

⁸ Burgués, J., & Marco, S. (2020). Environmental chemical sensing using small drones: A review. *Science of The Total Environment*, 748, 141172. cikk <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141172>

Hollenbeck, D., Zulevic, D., & Chen, Y. (2021). Advanced leak detection and quantification of methane emissions using sUAS. *Drones*, 5(4), 117. cikk <https://doi.org/10.3390/drones5040117>

⁹ Bakke, B., Stewart, P., Ulvestad, B., & Eduard, W. (2001). Dust and gas exposure in tunnel construction work. *American Industrial Hygiene Association*, 62(4), 457-465. <https://doi.org/10.1080/15298660108984647>

Muduli, L., Mishra, D. P., & Jana, P. K. (2018). Application of wireless sensor network for environmental monitoring in underground coal mines: A systematic review. *Journal of Network and Computer Applications*, 106, 48-67. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.12.022>

A lehetőségek típusai	A lehetséges előnyök rövid leírása	Példák a munkavédelem nyomon követésére szolgáló rendszerekre és technológiákra
	bányászat, gyártás, hajógyártás, mezőgazdaság, mezőgazdaság, hulladékgazdálkodás, vendéglátás, szállítás és raktározás, valamint egészségügyi és szociális ellátás). ¹⁰	dinamikus emelést. ¹¹ Ennek eredményeként az intézkedések úgy alakíthatók ki, hogy kiküszöböljék vagy csökkentsék a kockázati tényezőknek való kitettségét. ○ A kinematikus adatokat felhasználó gépi tanulási algoritmusok felhasználhatók a megbízhatóság növelésére a helyes és helytelen testhelyzetek megkülönböztetése terén.¹²
A létesítményekkel és a helyiségekkel kapcsolatos veszélyek azonosítása	Számos munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomonkövetési rendszer képes észlelni és értesíteni a munkavállalókat, ha veszélyes területre lépnek . A veszélyek kapcsolódhatnak csúszáshoz, botláshoz, eséshez, tárgyoncákhöz, valamint gépek vagy járművek használata és/vagy az azokkal való interakció során előforduló, ütközésekhez és balesetekhez.	Az érzékelők (GPS, WSN ¹³) használhatók a közelség azonosítására, annak mérésére, hogy a sebesség meghaladja-e a biztonsági küszöbértékeket, vagy a vészhelyzeti leállítási gombok aktiválására. • A viselhető eszközök a múltbeli adatok elemzésével felismerhetik a feszültségveszélyeket és a legtöbb balesetveszélyes esést okozó helyeket.¹⁴ • Az intelligens ruházatra szerelt látásrendszerek használhatók az emberek és gépek ütközésének elkerülésére¹⁵, csakúgy, mint a drónok és a vezeték nélküli érzékelőhálózatok (WSN), például a precíziós mezőgazdaságban.¹⁶
A veszélyes munkavállalói magatartás azonosítása és a személyre szabott képzés támogatása	A digitális munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre vonatkozó nyomonkövetési rendszerek lehetőséget nyújtanak arra is, hogy a munkavállalókat a berendezések helyes használatával kapcsolatban képezzék, és a képzést azokra a munkavállalókra alakítsák, akiknek rögzített adatai azt mutatják, hogy	• A CCTV-k, a viselhető eszközök, az intelligens egyéni védőeszközök, az RFID és a videokamerák felhasználhatók a sérülést okozó nem biztonságos viselkedés észlelésére vagy akár előrejelzésére, valamint a biztonságos gyakorlatok azonosításának megkönnyítésére. • Az RFID¹⁷ és a mélytanulás¹⁸ lehetővé teszi a felszerelések (pl. munkaeszközök vagy fej-, fül- és lábvédő eszközök) ellenőrzését, illetve annak ellenőrzését, hogy a (védő)felszerelést megfelelően viselik-e. • A szállítás, a bányászat és az építőipar területén viselhető munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomon

¹⁰ Khakurel, J., Melkas, H., & Porras, J. (2018). Tapping into the wearable device revolution in the work environment: A systematic review. *Information Technology & People*, 31(3), 791-818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

Zhu, Z., Dutta, A., & Dai, F. (2021). Exoskeletons for manual material handling – A review and implication for construction applications. *Automation in Construction*, 122, 103493. cikk <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103493>

Ziaei, M., Choobineh, A., Ghaem, H., & Abdoli-Eramaki, M. (2021). Evaluation of a passive low-back support exoskeleton (Ergo-Vest) for manual waste collection. *Ergonomics*, 64(10), 1255-1270. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1915502>

¹¹ Ranavolo, A., Draicchio, F., Varrecchia, T., Silvestri, A. és Iavicoli, S. (2018). Wearable monitoring devices for biomechanical risk assessment at work: Current status and future challenges—A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 2001. cikk <https://doi.org/10.3390/ijerph15092001>

¹² Conforti, I., Mileti, I., Del Prete, Z., & Palermo, E. (2020). Measuring biomechanical risk in lifting load tasks through wearable system and machine-learning approach. *Sensors*, 20(6), 1557. cikk <https://doi.org/10.3390/s20061557>

¹³ Wireless sensor networks (WSNs).

¹⁴ Baka & Uzunoglu (2016) és Yang & Shen (2015): Khakurel, J., Melkas, H., & Porras, J. Tapping into the wearable device revolution in the work environment: A systematic review. *Information Technology & People*, 31(3), 791-818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

¹⁵ Lásd: <https://www.retenua.com/en/products/emitrace/>

¹⁶ Popescu, D., Stoican, F., Stamatescu, G., Ichim, L., & Dragana, C. (2020). Advanced UAV-WSN system for intelligent monitoring in precision agriculture. *Sensors*, 20(3), 817. cikk <https://doi.org/10.3390/s20030817>

¹⁷ Mahmad, M. K. N., MAZ, M. R. R., & Baharun, N. (2016). Applications of radio frequency identification (RFID) in mining industries. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 133) (012050. cikk). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/133/1/012050>

Dachry, W., & Bensassi, B. (2021). Toward a real-time personal protective equipment compliance control system based on RFID technology. F. Saeed, T. Al-Hadhrani, F. Mohammed, & E. Mohammed (Szerk.), *Advances on Smart and Soft Computing* (553-565. o.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6048-4_48

¹⁸ Nath, N. D., Behzadan, A. H., & Paal, S. G. (2020). Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment. *Automation in Construction*, 112, 103085. cikk <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103085>

Fang, Q., Li, H., Luo, X., Ding, L., Luo, H., Rose, T. M., & An, W. (2018). Detecting non-hardhat-use by a deep learning method from far-field surveillance videos. *Automation in Construction*, 85, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.09.018>

A lehetőségek típusai	A lehetséges előnyök rövid leírása	Példák a munkavédelem nyomon követésére szolgáló rendszerekre és technológiákra
	általában nem biztonságos magatartást tanúsítanak . Ezek a rendszerek számos különböző ágazatban alkalmazhatók, többek között a feldolgozóiparban, a fémiparban, az építőiparban, a bányászatban, a vegyiparban és a közlekedésben.	követési rendszereket alkalmaznak a fizikai, izom- és mentális fáradtság, a stressz, az álmoság, az alacsony éberség és a reakcióidő vagy a csökkent döntéshozatal korai jeleinek észlelésére. ¹⁹ • A viselhető mozgásérzékelők és a biomechanikai elemzés információkat nyújthat a munkavállalóknak a helyes testtartásról . ²⁰
A rossz egyéni egészség és jólét azonosítása	A digitális munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomonkövetési rendszerek lehetőséget teremtenek az olyan adatok gyűjtésére és elemzésére, amelyek holisztikusan értékelhetik az adott személyt.	• A gyorsulásmérők használata a SurPASS projekt részeként, amelynek célja, hogy értékkeljen egy olyan elektronikus rendszert , amely a napi (24/7) fizikai viselkedést (fizikai aktivitás, mozgásszegény magatartás és alvás) méri a dolgozó felnőtt munkahelyén és a munkaidőn kívüli időszakban. ²¹ Hasonló projektek indultak, például a foglalkozási és szabadidős UV-sugárzás mérésére . ²²
Az online kockázatértékelések és távellenőrzések támogatása	Egyes digitális munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomonkövetési rendszerek kifejezetten a digitális és dinamikus kockázatértékelésekre és ellenőrzésekre összpontosítanak. ²³	• Az OIRA egy uniós szintű online interaktív kockázatértékelési eszköz , amely lehetővé teszi a kockázatok előrejelzését. ²⁴ Nemzeti szinten léteznek más hasonló átfogó eszközök is, mint például: BeSmart.ie; Rie.nl; és Prevencion10.es. Léteznek eszközök bizonyos kockázati tényezőkre, például a zajra vagy a vegyi anyagokra vonatkozóan. ²⁵ • Az érzékelőhálózatok és az AR lehetővé teszik a távellenőrzést , például a mezőgazdaság és erdőgazdálkodás, az olaj- és gázipar, a bányászat és az építőipar területén. ²⁶

- ¹⁹ Jung, S.-J., Shin, H.-S., & Chung, W.-Y. (2014). Driver fatigue and drowsiness monitoring system with embedded electrocardiogram sensor on steering wheel. *IEEE Intelligent Transport Systems*, 8(1), 43-50. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2012.0032>
- de Naurois, C. J., Bourdin, C., Stratulat, A., Diaz, E., & Vercher, J. L. (2019). Detection and prediction of driver drowsiness using artificial neural network models. *Accident Analysis & Prevention*, 126, 95-104. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.038>
- Lee, B. G., Lee, B. L., & Chung, W. Y. (2015). Smartwatch-based driver alertness monitoring with wearable motion and physiological sensor. *2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (6126-6129. o.). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2015.7319790>
- Li, J., Li, H., Umer, W., Wang, H., Xing, X., Zhao, S., & Hou, J. (2020). Identification and classification of construction equipment operators' mental fatigue using wearable eye-tracking technology. *Automation in Construction*, 109, 103000. cikk <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.103000>
- Aryal, A., Ghahramani, A. és Becerik-Gerber, B., 2017. Monitoring fatigue in construction workers using physiological measurements. *Automation in Construction*, 82, 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.003>
- ²⁰ Svertoka, E., Saafi, S., Rusu, A., Burget, R., Marghescu, I., Hosek, J., & Ometov, A. (2021). Wearables for industrial work safety: A survey. *Sensors*, 21, 3844. cikk <https://doi.org/10.3390/s21113844>
- ²¹ Lásd: https://nfa.dk/da/forskning/strategiske-forskningsomraader/om-msb/om_msb_researchers
- ²² Strehl, C., Heepenstrik, T., Knuschke, P., & Wittlich, M. (2021). Bringing light into darkness—Comparison of different personal dosimeters for assessment of solar ultraviolet exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9071. cikk <https://doi.org/10.3390/ijerph18179071>
- ²³ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *A dinamikus kockázatértékelés kidolgozása és annak munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre gyakorolt hatásai*, 2021. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/development-dynamic-risk-assessment-and-its-implications-occupational-safety-and-health>
- ²⁴ Lásd: <https://oiraproject.eu/en>
- OSHWiki, OIRA and other online risk assessment tools in national OSH strategies and legislation. (Az OIRA és más online kockázatértékelési eszközök a nemzeti munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi stratégiákban és jogszabályokban), 2021. Elérhető: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/oira-and-other-online-risk-assessment-tools-national-osh-strategies-and-legislation>
- ²⁵ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *A dinamikus kockázatértékelés kidolgozása és annak munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre gyakorolt hatásai*, 2021. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/development-dynamic-risk-assessment-and-its-implications-occupational-safety-and-health>
- ²⁶ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Digitalizáció és munkahelyi biztonság és egészségvédelem - Az EU-OSHA kutatási programja*, 2019. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osh-research-programme> - EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *A mesterséges intelligencia hatása a munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre*, 2021. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/impact-artificial-intelligence-occupational-safety-and-health>
- Howard, J., Murashov, V., & Branche, C. M. (2017). Unmanned aerial vehicles in construction and worker safety. *American Journal of Industrial Medicine*, 61(1), 3-10. <https://doi.org/10.1002/ajim.22782>

A lehetőségek típusai	A lehetséges előnyök rövid leírása	Példák a munkavédelem nyomon követésére szolgáló rendszerekre és technológiákra
Alkalmazások a Covid19 világjárvány során	A viselhető eszközökre, a tárgyak internetére, a mesterséges intelligenciára (AI) és a gépi tanulásra (ML) támaszkodó intelligens munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomonkövetési rendszerek vagy a nyomkövető eszközök segíthetnek a biztonságosabb munkahelyek biztosításában olyan helyzetekben, amikor a betegségek terjedése elleni intézkedésekre van szükség.	- Ezek a rendszerek képesek mérni a hőmérsékletet és a lehetséges fertőzések egyéb korai figyelmeztető jeleit, és biztosítani, hogy a munkavállalók megfelelő megelőző higiéniai intézkedéseket fogadjanak el, valamint, hogy mérjék és kezeljék az olyan környezeti tényezőket, mint a levegőminőség és a szellőztetés. A maszkok viselése könnyebben kikényszeríthető az arcmaszkok felismerésére szolgáló módszerekkel.²⁷ Az arcfelismerés segíthet azon személyek azonosításában is, akiket például a Covid19-világjárvány miatt karanténba kell helyezni.²⁸

A balesetek következményeinek minimalizálása, valamint a nyomozás és a jelentéstétel javítása (reaktív megközelítés)

A digitális munkavédelmi nyomon követési rendszerek számos lehetőséget kínálnak a balesetek vagy vészhelyzetek következményeinek minimalizálására, mivel lehetővé teszik a gyors beavatkozást, valamint a balesetek bejelentését és kivizsgálását. Ezek a rendszerek a lehető legkisebbre csökkenthetik a károkat azáltal, hogy vészhelyzetet jeleznek és pontos helymeghatározási adatokat küldenek, és javasolják a munkavállalóknak, hogyan viselkedjenek veszélyes helyzetben. Segítenek továbbá a balesetek gyors, biztonságos és hatékony kivizsgálásában, és lehetővé teszik a balesetek hatékony bejelentését és kevésbé stigmatizáló jellegűek.

A vészhelyzetek jelzése és lokalizálása

A GPS-követésen alapuló munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek lehetővé teszik, hogy a **gyorsan és pontosan megtalálják és biztonságba helyezték azokat a munkavállalókat, akiket egyébként halálos vagy súlyos sérülés veszélye fenyegetne**. Ez használható például bajba jutott teherautó-vezetők, tűzoltók számára, akik tűz, füst és magas hőmérséklet miatt veszélyes mentési területre lépnek, vagy bányászok és építőmunkások számára, akik csapdába estek vagy lezuhantak.

A munkavédelmi ellenőrző rendszerek lehetővé teszik a **vészhelyzet automatikus jelzését**, például gyorsulásmérők segítségével történő lezuhanásérzékeléssel. Ezek automata pánikriasztást is küldhetnek, még akkor is, ha a munkavállaló nem tud segélyhívást indítani. Mivel a munkavállalók pontosan lokalizálhatók, a **mentési műveletek kevesebb időt vehetnek igénybe**.²⁹

Léteznek új **viselhető** megoldások az elszigetelt munkakörnyezetben dolgozó munkavállalók számára, amelyek **a munkások veszélyhelyzetbe kerülését jelző funkcióval rendelkeznek** digitális fülhallgatóba integrálva, amelyet eszméletvesztés vagy fogyatékosságot okozó sérülések esetén lehet használni.³⁰ **A WSN-eken keresztül összekapcsolt bányák** lehetővé teszik a munkavállalók azonnali lokalizálását és annak felmérését, hogy mozognak-e vagy sem. Ezt a valós idejű felügyeletet a Bluetooth, a WiFi állomások és a földalatti Wi-Fi vagy 5G teszi lehetővé. **A pilóta nélküli légi járművek (UAV-k)** szintén jelentős lehetőségeket kínálnak a keresés és mentés terén, mind a földfelszínen, mind a föld alatt. Az autonóm drónok eligazolhatják a veszélyeket a föld alatti

²⁷ Loey, M., Manogaran, G., Taha, M. H. N., & Khalifa, N. E. M. (2021). Hibrid mély átviteli tanulási modell gépi tanulási módszerekkel az arcmaszk felismerésére a Covid19 világjárvány idején. *Measurement*, 167, 108288. cikk <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108288>

²⁸ Európai Szakszervezetek Szövetsége. (2020). COVID-19 Watch ETUC briefing on new technologies allowing more surveillance at work. https://www.etuc.org/sites/default/files/publication/file/2020-12/20200930_covid-19%20Briefing%20on%20surveillance%20technologies.pdf

²⁹ Lawson, F. (2020. július 31.). *How apps with GPS tracking ensure worksite safety*. Industry Today. <https://industrytoday.com/how-apps-with-gps-tracking-ensure-worksites-safety/>
Khakurel, J., Melkas, H., és Porras, J. (2018). Tapping into the wearable device revolution in the work environment: A systematic review. *Information Technology & People*, 31(3), 791-818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

³⁰ Guilbeault-Sauvé, A., De Kelper, B., & Voix, J. (2021). Man down situation detection using an in-ear inertial platform. *Sensors*, 21(5), 1730. cikk <https://doi.org/10.3390/s21051730>

bányászati környezetben,³¹ vagy felhasználhatók a petrokémiai ágazatban az áldozatok azonosítására és felkutatására.³²

Reagálás vészhelyzetekre vagy balesetekre

A munkavédelemmel kapcsolatos digitális nyomonkövetési rendszerek a vészhelyzetek vagy balesetek kezelése során is segíthetnek. **A viselhető eszközök és AR** lehetővé teszik, hogy a **információk** (videó, hang, kép, szöveg) gyorsan és könnyen elérhetővé váljanak, például intelligens szemüvegeken keresztül, így a dolgozó megalapozottabb döntést hozhat arról, hogyan reagáljon a legjobban a helyzetre, amellyel szembesül.

A tűzoltók esetében az **intelligens egyéni védőeszközöknek aktív hűtőrendszerei** vannak. Bár a kéz és az alkar hideg vízbe merítése a legegyszerűbb és leghatékonyabb módja a hőterhelés csökkentésének³³, a jövő intelligens egyéni védőeszközei esetében az automatikus hűtőrendszerek az előnyben részesített eszközök körébe tartoznak.

A drónok nem csak a keresési és mentési műveletek során tudják megadni a dolgozók helyzetét, hanem a használt berendezések hibáit is észlelhetik. Ez hasznos lesz azok számára, akik módszereket dolgoznak ki a lehetséges károk minimalizálására, valamint az esetleg szükséges **új berendezések, például légzőkészülékek biztosítására** is, például bányászati vészhelyzetben dolgozók számára.³⁴

Balesetek kivizsgálása és bejelentése

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek támogathatják a balesetek kivizsgálását azáltal, hogy **adatokat** szolgáltatnak arról, hogy hol történt a baleset, ki volt jelen, és kik voltak az áldozatok, milyen intézkedések és/vagy feltételek vezettek ahhoz, és mi történt a baleset és az azt követő mentési műveletek során (szükség esetén). Ez segíthet az események láncolatának megismerésében.³⁵

Pontos és elfogulatlan baleseti adatok gyorsan és hatékonyan szerezhetők a digitális munkavédelmi megfigyelőrendszerek használatával, amelyek elegendőek lehetnek vizsgálati célokra, vagy jó alapot nyújthatnak további vizsgálatokhoz, illetve azok kiegészítéséhez. A különböző típusú veszélyeknek való kitettségről **dózismérők, rádiómérők, akcelerométerek, WSN-k** vagy **AR** révén lehet adatokat gyűjteni. Az adatok formátumai lehetnek **földrajzi helymeghatározás, képek, hangok és mozgás** alapúak is.

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszereken keresztül gyűjtött adatok betekintést nyújthatnak abba is, hogy a **mentési műveletek hogyan javíthatók** a válaszadási idő és a meghozott intézkedések tekintetében.

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek szintén **lehetőséget biztosítanak a gyors és pontos jelentéstételre**³⁶. Például az (intelligens) alkalmazások helyettesíthetik a munkaigényes papíralapú jelentéseket, amelyeket szintén könnyebb archiválni és visszakeresni. Ugyanez a helyzet a baleseti helyszínről készített hang- és képfelvételek esetében is, amelyeket automatikusan el lehet küldeni a munkahelyi biztonságért és egészségvédelemért felelős tisztviselőnek³⁷. A digitális technológia nélkül ez gyakran hosszadalmas és nehézkes folyamat, ami tovább fokozhatja a balesetet átélt személy vagy annak szemtanúja által átélt stresszt.

Aluljelentés, ami a hosszadalmas és nehézkes jelentéstételi folyamatnak tudható be. Mivel a balesetben való részvétel miatti stigmatizáció és szégyenérzet a digitális technológia segítségével enyhíthető a helyszíni és/vagy automatikus jelentéstétel következményeként.³⁸

³¹ Hennage, D. H., Nopola, J. R., & Haugen, B. D. (2019). *Fully autonomous drone for underground use*. Az 53. amerikai kőzetmechanikai/geomechanikai szimpóziumon bemutatott tanulmány. OnePetro.

³² Gamulescu, O. M., Rosca, S. D., Panaite, F., Costandoiu, A., & Riurean, S. (2020). Accident sites management using drones. *MATEC Web of Conferences* (Vol. 305) (00004. cikk). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202030500004>

³³ Giesbrecht, G. G., Jamieson, C., & Cahill, F. (2007). Cooling hyperthermic firefighters by immersing forearms and hands in 10°C and 20°C water. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 78(6), 561-567. <https://www.ingentaconnect.com/contentone/asma/asem/2007/00000078/00000006/art00004>

³⁴ Barr, D., Reilly, T., & Gregson, W. (2011). The impact of different cooling modalities on the physiological responses in firefighters during strenuous work performed in high environmental temperatures. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 959-967. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1714-1>

³⁵ Hennage, D. H., Nopola, J. R., & Haugen, B. D. (2019). *Fully autonomous drone for underground use*. Az 53. amerikai kőzetmechanikai/geomechanikai szimpóziumon bemutatott tanulmány. OnePetro.

³⁶ Probst, T. M., Bettac, E. L., & Austin, C. T. (2019). Accident under-reporting in the workplace. R. J. Burke & A. M. Richardsen (szerk.), *Increasing occupational health and safety in workplaces* (30–47. o.). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788118095.00009>

³⁷ Lásd: <https://osha.europa.eu/en/blog/world-day-safety-and-health-work>

³⁸ Hussin, M. F. B., Jusoh, M. H., Sulaiman, A. A., Abd Aziz, M. Z., Othman, F., & Ismail, M. H. B. (2014). Accident reporting system using an iOS application. *2014 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC 2014)* (13-18. o.). IEEE.

³⁹ Black, K. J., Munc, A., Sinclair, R. R., & Cheung, J. H. (2019). Megbélyegzés a munkahelyen: A biztonságos munkavégzésre irányuló nyomás pszichológiai költségei és előnyei. *Journal of Safety Research*, 70, 181-191. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2019.07.007>

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek használatának lehetséges kihívásai

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek használatának számos elismert és potenciális előnye ellenére továbbra is vannak kihívások. Ezek az esetleges kompromisszumokból erednek, amelyeket a rendszerek előnyei és kockázatai mérlegelésével kell megvalósítani. Használatuk hatással van az adatgyűjtésre és -védelemre, a munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek valós környezetben való működésére, a munkakapcsolatokra, valamint a munkavédelmi felelősségre és a korlátokat érintő kérdésekre.

Fizikai kockázatok

A mesterséges külső vázak által végzett ellenőrzés alkalmazása, amely a test egyes részeiben jelentkező nyomás csökkentésével módosíthatja az erő kifejtés újraelosztását, új biomechanikai korlátok és a váz- és izomrendszeri megbetegedések (MSD-k) kockázati tényezőinek megjelenéséhez vezethet.³⁹ A mesterséges külső vázak akadályozhatják a mozgást és ütközésekhez vezethetnek terjedelmes szerkezetük miatt, kellemetlen érzést, bőrirritációt okozhatnak, növelhetik a szív- és érrendszeri terhelést és a stresszt, vagy a dolgozókat túlzottan magabiztossá tehetik képességeikben, a sebezhetetlenség érzését keltve bennük, ami balesetekhez vezethet.⁴⁰ A VR és az AR dezorientációt, tengeribetegséget (más néven kiberbetegséget) és szemfáradtságot okozhat, ami nagyrészt a hardver, a tartalom és az emberrel kapcsolatos tényezőknek tudható be.⁴¹

A munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek valós környezetben való működésével kapcsolatos kihívások

Még ha a technológiákat tanúsítják is, a pontos adatok gyűjtésére szolgáló **pontosságukat először laboratóriumi környezetben értékelik**, amely nem feltétlenül tükrözi valószerűen a kedvezőtlen munkakörülményeket.⁴² Ez különösen azokra a munkakörnyezetekre igaz, **amelyek korlátozzák az érzékelők pontosságát**, vagy olyan beállításokban, ahol a technológiák váratlan kihívásokkal szembesülhetnek: például előfordulhat, hogy a drónrendszerekben található termikus kamerák nem tudják a munkavállalót megtalálni.⁴³ Az ember-gép interfészek (arc, gesztusok, hang, szemmozgás, agyi jelek) félreértelmezhetik a hibás vagy gyenge jeleket - például az elemek lemerülése vagy interferencia miatt.⁴⁴

Az új digitális technológiák meghibásodásokat okozhatnak. Az **akkumulátorok** nem csak hatástalanok lehetnek, vagy nehéz környezeti helyzetekben leállhatnak, hanem túlmelegedhetnek, kigyulladhatnak vagy felrobbanhatnak.⁴⁵ A **szenzoros mellény** érzékenyvé válhat, ha az elektromos részekbe víz hatol be, ami rövidzárlatot vagy áramütést okozhat. Az **UAS** a rendszer hibás működése vagy kibertámadások miatt biztonsági kockázatot jelenthet a közelben tartózkodó munkavállalók számára. Ez különösen igaz a nem emberek által működtetett félautonóm vagy autonóm pilóta nélküli légi járművekre.⁴⁶

A munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek szintén **fokozhatják a munka intenzitását**, és ezáltal potenciálisan kárt okozhatnak a munkavállalóknak. Mivel a munkavédelmi nyomonkövetési rendszereknek pénzügyi vonzatai vannak: egyes vállalatok esetleg a munkavédelmi funkcióikat a termelékenység növelését és ezáltal a költségek csökkentését célzó funkciókkal kívánják összekapcsolni (pl. munkavállalók elbocsátásával vagy felvételének

³⁹ INRS. (2020). *Using exoskeletons at work: The message of prevention*. <https://en.inrs.fr/news/exoskeletons-6-critical-points.html>

⁴⁰ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Digitalizáció és munkahelyi biztonság és egészségvédelem - Az EU-OSHA kutatási programja*, 2019. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme>

⁴¹ Chang, E., Kim, H. T., & Yoo, B. (2020). Virtual reality sickness: A review of causes and measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(17), 1658-1682. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>

⁴² Khakurel, J., Melkas, H., & Porras, J. (2018). Tapping into the wearable device revolution in the work environment: A systematic review. *Information Technology & People*, 31(3), 791-818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

⁴³ Burke, C., McWhirter, P. R., Veitch-Michaelis, J., McAree, O., Pointon, H. A., Wich, S., & Longmore, S. (2019). A termikus drónokra vonatkozó követelmények és korlátozások a hatékony kutatás és mentés érdekében a tengeri és part menti területeken. *Drones*, 3(4), 78. cikk <https://doi.org/10.3390/drones3040078>

⁴⁴ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025 (Előretékinés 2025-ig a digitalizációval összefüggő új és újonnan felmerülő munkahelyi biztonsági és egészségi kockázatokra)*, 2018. Elérhető: <https://data.europa.eu/doi/10.2802/515834>

⁴⁵ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Intelligens egyéni védőeszközök: intelligens védelem a jövő számára* (2020). Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-personal-protective-equipment-intelligent-protection-future/view>

⁴⁶ EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025 (Előretékinés 2025-ig a digitalizációval összefüggő új és újonnan felmerülő munkahelyi biztonsági és egészségi kockázatokra)*, 2018. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/summary-foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated-1>

EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Cobotok, robotok és drónok: a digitális technológia hatása a munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre a mezőgazdaságban és az erdőszetben*, 2021. Elérhető: <https://osha.europa.eu/en/publications/cobots-robots-and-drones-impact-digital-technology-osh-agriculture-and-forestry>

Howard, J., Murashov, V., & Branche, C.M. (2017). Unmanned aerial vehicles in construction and worker safety. *American Journal of Industrial Medicine*, 61(1), 3-10. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajim.22782>

mellőzésével)⁴⁷. Ilyen esetekben előfordulhat, hogy egy már dolgozó munkavállalónak további munkaterheléssel kell megbirkóznia.

Az adatgyűjtéssel és az adatvédelemmel kapcsolatos kihívások

A digitális nyomonkövetési rendszerek a pontos adatgyűjtés és a tendenciák összesített szinten történő érdemi elemzése révén támogathatják a munkavédelem és biztonság javítását, de a munkavállalók magánéletébe való behatolásnak is tekinthetők, ami stresszt okozhat, és munkahelyi elidegenedéshez vezethet.⁴⁸

A munkavédelmi rendszerek kialakításához és használatához kapcsolódóan számos fontos kérdés merül fel **az adatok védelmével, a tulajdonjoggal és a biztonsággal** kapcsolatban, mivel a digitális eszközök hatalmas mennyiségű adatot gyűjtenek, amelyek érzékeny személyes adatok lehetnek (pl. etnikai származással, egészséggel, genetikai és biometrikus adatokkal kapcsolatosak). Ezért a munkavállalók és a munkavállalók képviselői számára fontos megérteni, hogy kinek van joga látni és használni az adatokat, milyen típusú adatokat gyűjtenek, hogyan tárolják és továbbítják azokat harmadik feleknek, például külső szolgáltatóknak, és hogyan vagy mikor törlik az adatokat. Emellett fennáll az adatbiztonság megsértésének és az adatlopásnak a kockázata is. Fontos, hogy a munkavállalók megértsék, milyen típusú biztonsági intézkedések védik őket az adatokhoz való illetéktelen hozzáféréssel szemben, és hogy bevonják őket azokba a folyamatokba, amelyek a munkahelyi vagy távoli helyszíneken működő digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek használatáról döntenek.

Egy másik figyelembe veendő szempont az adatok felhasználásának a céljai. Vannak például olyan esetek, amikor a digitális megfigyelés a **munka intenzívebbé tételéhez** kapcsolódik.⁴⁹ A munkavállalók és képviselőik néha úgy érzik, hogy a vezetés az egyre nagyobb kihívást jelentő célok összefüggésében a munkavédelem nyomon követésére szolgáló rendszereket használ a munkavállalók teljesítményének fokozottabb ellenőrzésére.⁵⁰ A távmunkásokra vonatkozó munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek magukban foglalhatják a teljesítmény nyomon követésével kapcsolatos kockázatokat és kihívásokat is. Az összegyűjtött adatok alapján a munkáltatók megtudhatják, hogy a munkavállalók hol vannak, mit csinálnak, hogyan (szárazok) érzik magukat, vagy hogy alszanak-e. Azt is megtudhatják, hogy valaki mennyi időt tölt a végén.⁵¹ Ez szorongást és stresszt generálhat az „**állandó kapcsolódás**” kultúrája⁵² és az **anticipatív nyomon követési félelem** miatt,⁵³ például olyan esetekben, amikor a digitális technológia gyakran küld riasztásokat, figyelmeztetéseket és emlékeztetőket, ami stresszes lehet, mivel az állandó felügyelet érzetét kelti.

A **mesterséges intelligencia, az ML, a mélytanulás és az algoritmusok** szintén **káros** hatással lehetnek a munkavállalókra. Ha például érzékelhetően épp egy baleset fog bekövetkezni, a mesterséges intelligencia feladata lehet olyan döntések meghozatala, amelyek életet menthetnek, ezért fontos, hogy ezek a rendszerek megbízható, pontos és elfogulatlan adatokkal rendelkezzenek; hogy megfelelő „intelligenciával” rendelkezzenek az összetett célok eléréséhez; és hogy képesek legyenek csökkenteni a kockázatokat anélkül, hogy több kárt okoznának.⁵⁴

⁴⁷ A tanulmányhoz 2021 novembere és 2022 februárja között készített Ecorys-interjúk.

⁴⁸ Carpenter, D., McLeod, A., Hicks, C., & Maasberg, M. (2018). Privacy and biometrics: An empirical examination of employee concerns. *Information Systems Frontiers*, 20, 91-110. <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9667-5>

EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Megfigyelési technológia: a 21. századi jóléti törekvések szolgálatában?*, 2017. Elérhető:

https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/369002/VandenBroek17_Workers_monitoring_and_well_being.pdf?sequence=1&isAllo wed=y

Európai Bizottság, Európai Politikai Stratégiai Központ, és Servoz, M. (2019). *AI, the future of work? : Work of the future! : On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe*. Az Európai Unió Kiadóhivatala.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/096526d7-17d8-11ea-8c1f-01aa75ed71a1>

⁴⁹ Európai Bizottság, Közös Kutatóközpont, és Ball, K. 2021. *Electronic monitoring and surveillance in the workplace : Literature review and policy recommendations*. Az Európai Unió Kiadóhivatala. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1cbf6cdf-1c19-11ec-b4fe-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>

⁵⁰ Európai Szakszervezetek Szövetsége. (2018). *Digitalisation and workers participation. What trade unions, company level workers and online platform workers in Europe think*. https://www.etuc.org/sites/default/files/publication/file/2018-09/Voss_Report_EN2.pdf

⁵¹ Bender, G., & Söderqvist, F. *How to negotiate an algorithm: A case study on voice and automation in Swedish mining*. Blekinge Institute of Technology (előkészületben).

⁵² A tanulmányhoz 2021 novembere és 2022 februárja között készített Ecorys-interjúk.

⁵³ Samek Lodovici, M. et al. (2021). *The impact of teleworking and digital work on workers and society*. Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies (Gazdasági, Tudományos és Életminőségi Politikák Szakpolitikai Osztálya), Európai Parlament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662904/IPOL_STU\(2021\)662904_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662904/IPOL_STU(2021)662904_EN.pdf)

⁵⁴ Eliot, L. (2020. július 27.). AI ethicists clash over real-world aptness of the controversial trolley problem, but for self-driving cars it is the real deal. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/lanceeliot/2020/07/27/ai-ethicists-clash-over-real-world-aptness-of-the-controversial-trolley-problem-but-for-self-driving-cars-it-is-the-real-deal/?sh=18f7754a5095> Eliot, L. (2020. március 7.). If AI has human rights, some are worried that self-driving cars might turn on us. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/lanceeliot/2020/03/07/if-ai-has-human-rights-some-are-worried-that-self-driving-cars-might-turn-on-us/?sh=e6c3b344548e> Lásd: <https://www.aitrends.com/ai-insider/self-driving-car-mother-ai-projects-moonshot/> Castelvelli, D. (2020). Is facial recognition too biased to be let loose? *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03186-4>

A vállalatirányítás esetében az összegyűjtött és értelmezésre szoruló adatok nagy mennyisége **kognitív túlterhelést** eredményezhet, kivéve, ha a folyamat automatizált.⁵⁵ Ez azokra a munkavállalókra is vonatkozik, akik a VR/AR használata során nagy mennyiségű adatot/tartalmat kaphatnak.⁵⁶

A munkakapcsolatokkal kapcsolatos kihívások

Az **algoritmikus irányításra való áttérés** hatással lehet a munkakapcsolatokra, a kommunikációra és a bizalomra. Az AI-menedzsment csökkentheti a vezetés és a munkavállalók, valamint a munkatársak közötti kapcsolatot. Ezért alááshatja a munkahelyi kapcsolatokat és a motivációt. A feladatok rotációjának és változatosságának szűkülése a munkahelyi elégedetlenség növekedéséhez is vezethet, például a magányos, monoton és ismétlődő munkát végző munkavállalók esetében. Emellett a nem átlátható és nyitott algoritmikus döntéshozatal igazságtalanság és elidegenedés érzékeléséhez vezethet, és ennek következtében korlátozhatja a kreativitást és az autonómiát.⁵⁷ A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek használata **frusztrációt és a technológia meghibásodásától való félelmet** okozhat vagy nem kényelmes, vagy nem könnyen személyre szabható.⁵⁸

Elmosódott munkavédelmi felelősség és korlátok

A gyakorlatban a digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek többféle módon is elmoshatják a munkavédelemért való felelősséget, valamint a magánélet és a munka közötti határokat.

- A munkáltatók **egyre inkább** függővé válhatnak tőlük, **más munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi intézkedések rovására.**
- Előfordulhat, hogy a munkáltatók nem végeznek **megfelelő kockázatértékelést, és nem fogadnak el korrekciós intézkedéseket** a digitális technológia segítségével gyűjtött adatok alapján, ami hamis munkahelyi biztonságérzetet kelthet.
- **Nagyobb hangsúlyt fektethetnek az egyéni munkavédelmi nyomonkövetési intézkedésekre, mint a kollektív intézkedésekre:** a kollektív védelmi intézkedések az összes munkavállalót védik, nem csak egy adott időpontban, de a védelmi intézkedések e két szintje egymást kiegészítő, nem pedig egymást kizáró intézkedések, és az egyéni ellenőrzési intézkedések további védelmi szintet biztosítanak a ⁵⁹**fennmaradó kockázatok** tekintetében.
- **Elmosódott határok a magánélet és a munka között:** a viselhető eszközök használata elmoshatja a magánélet és a munka közötti különbséget, ha az adatokat a hét minden napján, napi 24 órában rögzítik. A viselhető eszközök figyelmeztethetik a munkavállalókat, hogy alváshiányban szenvednek, és a kapcsolódó jóléti programok rámutathatnak a meghozható egyéni intézkedésekre (pl. megfelelőbb étrend, korai lefekvés, kevesebb kávéfogyasztás, nagyobb fizikai aktivitás stb.), amikor ezek helyett inkább munkahelyi (vagy akár közegészségügyi) intézkedésekre lehet szükség.
- A munkavállalók és a vezetők **megfelelő képzésének**⁶⁰ hiánya, amely lehetővé teszi a munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek hatékony használatát, korlátozhatja a potenciális előnyöket, sőt növelheti a kár kockázatát.

A digitális munkavédelmi nyomon követési rendszerek előnyei. Fő tanulságok a szakpolitikai és egyéb döntéshozók számára

A digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek nagymértékben hozzájárulhatnak a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi kockázatok azonosításához és értékeléséhez, a károk megelőzéséhez és/vagy minimalizálásához, valamint a munkavédelem előmozdításához. Ezért alapvető eszközként segíthetik a szervezeteket abban, hogy javítsák a munkavállalók munkahelyi biztonságát és egészségvédelmét, a berendezések és folyamatok biztonságát, valamint az egészségirányítási rendszereket. A különböző szervezeti, ágazati és jogi környezetben történő gyakorlati használatukra és

⁵⁵Hosman, A. (2017. július 17.). *How wearables could disrupt workplace safety*. EHS Today.

<https://www.ehstoday.com/ppe/article/21919117/how-wearables-could-disrupt-workplace-safety>

⁵⁶EU-OSHA – Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, *Digitalizáció és munkahelyi biztonság és egészségvédelem - Az EU-OSHA kutatási programja*, 2019. <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme>

⁵⁷Európai Szakszervezetek Szövetsége. (2020. július 13.). *Resolution on the European strategies on artificial intelligence and data*.

<https://www.etuc.org/en/document/resolution-european-strategies-artificial-intelligence-and-data>

Zednik, C. (2021). Solving the black box problem: A normative framework for explainable artificial intelligence. *Philosophy & Technology*, 34, 265-288. <https://doi.org/10.1007/s13347-019-00382-7>

⁵⁸A tanulmányhoz 2021 novembere és 2022 februárja között készített Ecorys-interjúk.

⁵⁹HASpod. (2019). Residual risk: How to manage the risks you can't stop. Elérhető: <https://www.haspod.com/blog/management/residual-risk>

⁶⁰Európai Bizottság, Európai Politikai Stratégiai Központ, és Servoz, M. (2019). AI, the future of work? : Work of the future! : On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe. Az Európai Unió Kiadóhivatala. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/096526d7-17d8-11ea-8c1f-01aa75ed71a1>

alkalmazkodásukra vonatkozó további bizonyítékok lehetővé teszik a munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre gyakorolt hatásuk mélyebb megértését, beleértve a konkrét előnyöket és a fennmaradó kihívásokat is.

Mindezek fényében a digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek előnyeinek fokozása és a használatukhoz kapcsolódó lehetséges hátrányok minimalizálása érdekében a következő kulcsfontosságú tanulságok kínálkoznak.

1. következtetés: Az EU digitális egységes piacán belül bizonyítékokon alapuló szabványok kidolgozása, amelyek ösztönzik a bevezetést.

A munkavédelem nyomon követésére szolgáló digitális rendszerek használatát gyakran a meglévő jogi előírásoknak való megfelelés vezérli. A jogszabályi fejlesztések azonban gyakran elmaradnak a technológiai fejlődés mögött. Az intelligens munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi nyomonkövetési rendszerek szabványosítása számos olyan kihívást jelent, amelyek potenciális akadályát képezik a rendszerek szervezeti szintű bevezetésének. Az EU egységes digitális piacán olyan szabványok létrehozása, amelyek megfelelő keretet és határokat biztosítanak, de nem maradnak le a technológiai fejlődés gyors üteméhez képest, kihívást jelent, de az erőfeszítéseket folytatni kell. Ez megfelelő jogi környezetet biztosít a tervezők számára, hogy folytathassák az innovációt, és a munkáltatók számára, hogy a digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszereket a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi fejlesztések ösztönzésére használják.

2. következtetés: A munkavédelem nyomon követésére szolgáló digitális rendszerek igazítása a vállalatok és a munkavállalók igényeihez

A munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek használatára vonatkozó döntéseket a meglévő igényeknek és a munkavállalók munkahelyi biztonságának, egészségének és jólétének javítására irányuló szándéknak is meg kell határozni, nem csupán a jogi követelményeknek. Míg az általános munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek bizonyos ágazatokban vagy munkahelytípusokban való használatra alkalmasnak bizonyulhatnak, a megoldásoknak a munkahelyi és a munkavállalói igényekhez való igazítása növelheti azok hatékonyságát és maximalizálhatja a pozitív hatásokat. Az ilyen rendszerek hatékonyságának növelésének egyik módja az, hogy a tervezési szakaszban figyelembe vesszük az egyedi igényeket, valamint a digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek bevezetésének lehetséges pozitív és negatív hatásait.

3. következtetés: Megfelelő támogatás biztosítása a szervezetek, különösen a kkv-k számára

E rendszerek hatékonyságára és arra vonatkozó konkrét példák, hogy milyen kiigazítások végezhetők az előnyök további növelése érdekében, biztosítanak a döntéshozók számára az ilyen rendszerek elfogadásához szükséges bizonyítékokat. Ezek a bizonyítékok a jelenlegi tervezőktől és felhasználóktól függenek, akik információkat gyűjtenek, felülvizsgálják és nyilvánosan osztanak meg a munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek hatásáról és a nagyobb hatékonyságot lehetővé tevő kiigazításokról. A bevált és ígéretes gyakorlatok széles körű megosztása tovább fokozhatná e rendszerek elterjedését. Az ilyen erőfeszítések azonban költségesek lehetnek a nyomonkövetési rendszerek kialakítása és kiigazítása mellett, amelyek jelentős kihívást jelentenek a munkáltatók, különösen a kkv-k számára.

A (pénzügyi támogatási eszközökhöz kapcsolódó) digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek tervezését, beszerzését és értékelését támogató közpolitikai intézkedések javíthatják e rendszerek használatát, és megerősíthetik a tudományos alapot a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi kockázatok megelőzésére vagy csökkentésére gyakorolt hatásuk, valamint a szükséges kiigazítások tekintetében.

4. következtetés: Konzultálni az érintett felekkel, és megállapodni arról, hogyan kell alkalmazni az intelligens munkavédelmi nyomonkövetési rendszereket (munkáltatók, munkavállalók képviselői, munkavédelmi szakemberek)

A munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek bevezetése előtt a munkáltatóknak, a munkavállalók képviselőinek és a munkahelyi biztonsággal és egészségvédelemmel foglalkozó szakembereknek meg kell vitatniuk és megállapodásra kell jutniuk a rendszerek használatának módjáról, a munkavállalókkal pedig megfelelően konzultálni és tájékoztatni kell őket. Ez alapvető lépés a tudatosság növeléséhez, a részvétel biztosításához, valamint e rendszerek produktív, hatékony és eredményes használatának lehetővé tételéhez, amely szervezeti szinten a munkavédelemmel kapcsolatos konkrét szükségletekre irányul.

5. következtetés: A vállalatvezetés és a munkavállalók megfelelő tájékoztatása és képzése a digitális munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek használatáról.

A munkavállalók munkahelyi biztonságára és egészségvédelmére gyakorolt konkrét hatásokra vonatkozó korlátozott bizonyítékok, valamint a különböző ágazatokban, munkahelytípusokban és a különböző munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi kultúrájú országokban a szervezeti szintű biztonsági folyamatok korlátozhatják a munkáltatók hajlandóságát a munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek kialakítására és/vagy alkalmazására. Ezt tovább súlyosbítja, hogy nem áll rendelkezésre elegendő információ az e rendszerek megtervezéséhez, bevezetéséhez és kiigazításához szükséges rövid és hosszú távú költségekről. A munkavédelemre gyakorolt hatásokra vonatkozó, korlátozott bizonyítékok szintén csökkenthetik a munkavállalók ilyen eszközökbe vetett bizalmát.

A megfelelő tájékoztatási és figyelemfelkeltő kampányok hozzájárulhatnak ezen eszközök szélesebb körű és alaposabb megértéséhez. A munkahelyi erőforrások (pl. képzési útmutatók, vállalati politikák) és az e rendszerek használatából levont tanulságokról szóló rendszeres kommunikáció elősegíthetik e rendszerek előnyeinek és korlátaik jobb megértését. Biztosíthatják azt is, hogy összhangban legyenek a már meglévő kockázatfigyelési és más kockázatértékelési folyamatokkal, például a munkahelyi egészségi átvilágítással.

6. következtetés: A munkavédelmi nyomon követési digitális rendszereknek vannak korlátai, amelyeket egyértelműen meg kell határozni és kommunikálni kell.

Az intelligens vagy digitális munkavédelmi nyomon követési rendszerek olyan eszközök, amelyek a munkahelyi átalakítások, kiigazítások, korrekciós intézkedések, a munkavállalók képzése, valamint a bizalom és részvétel megerősített kultúrája révén javítják és előmozdítják a munkahelyi biztonságot és egészségvédelmet. A nyomon követési technológiák optimalizálhatók és hozzáigazíthatók a különböző szervezeteknél tervezett felhasználásukhoz, de eredendő korlátokkal rendelkeznek az alkalmazott technológiához, a kockázatok megelőzésének vagy korlátozásának mértékéhez, az adatok gyűjtésének és értelmezésének módjához, valamint a folyamatból eredő lehetséges hibákhoz kapcsolódóan.

A munkavédelmi nyomonkövetési rendszerek előre meghatározott paraméterekről szolgáltatnak információkat, és elsősorban a rendszerek *támogatására* szolgálnak, amelyek szervezeti szinten hoznak döntéseket a munkahelyi biztonsággal és egészségvédelemmel kapcsolatban. Nem önállóan járnak el és nem helyettesítik a döntéshozókat, mivel a nyomon követési technológia nem képes figyelembe venni olyan külső vagy kontextuális tényezőket, amelyek befolyásolják az összegyűjtött adatok értelmezését és a korrekciós intézkedésekkel kapcsolatos döntéseket.

7. következtetés: Mérlegelni az adatgyűjtési és adatvédelmi vonatkozásokat, és megfelelően tájékoztatni a munkavállalókat.

A modern adatkezelés és -elemzés jelentős előnyökkel jár a szervezeti szintű döntéshozatali folyamatok számára, beleértve azokat is, amelyek a munkavédelem javítására irányulnak, és hatékonyabb kockázatcsökkentést eredményezhet a munkahelyen. Egyértelműsége, átláthatósága és adatvédelmi protokollokra van szükség azzal kapcsolatban, hogy hogyan használják fel az e rendszerek által gyűjtött adatokat, milyen típusú adatokat használnak fel, ki férhet hozzá ehhez, milyen célokra és hogyan biztosított az adatbiztonság.

Szerzők: Dareen Toro, Monica Andriescu, Mario Battaglini, Kyrillos Spyridopoulos (Ecorys)

Projektvezetők: Annick Starren, Ioannis Anyfantis (EU-OSHA)

Ez a szakpolitikai tájékoztató az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség (EU-OSHA) megbízásából készült. Tartalmáért, beleértve a benne megfogalmazott véleményeket és/vagy következtetéseket, kizárólag a szerzők felelnek, és az nem feltétlenül tükrözi az EU-OSHA álláspontját.

© Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség, 2023