

PAMETNI DIGITALNI SISTEMI ZA SPREMLJANJE VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU: PRILOŽNOSTI IN IZZIVI

Vloga digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu

Digitalni sistemi in tehnologije spreminjajo svet dela tako za delodajalce kot za delavce. Njihov pojav vpliva tudi na upravljanje in izboljšanje varnosti in zdravja na delovnem mestu ter na naravo, kraj in organizacijo dela.

Sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu vse pogosteje uporabljajo digitalne tehnologije (IKT, kamere, nosljive naprave, pametno osebno varovalno opremo, umetno inteligenco itd.) za zbiranje in analizo podatkov o varnosti in zdravju pri delu.¹

Te nove vrste digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu ponujajo številne možnosti za bistvene izboljšave na področju varnosti in zdravja pri delu, vključno z izboljšanjem ozaveščenosti delavcev o varnosti in zdravju pri delu, boljšim dodeljevanjem nalog in razporejanjem izmen, preprečevanjem in zmanjševanjem števila nezgod pri delu, izboljšanjem dobrega počutja, prilagoditvijo rešitev posebnim potrebam, zmanjšanjem stresa ali poškodb pri delu, zmanjšanjem posledic nezgod pri delu, nadzorom nad odločitvami itd. Kljub številnim znanim in možnim koristim lahko ti novi sistemi spremljanja sprožijo ali povečajo tveganja za fizično zdravje in varnost, psihosocialna tveganja, zameglitev odgovornosti za varnost in zdravje pri delu ali določene omejitve glede usposabljanja.

Na evropskih delovnih mestih se vse pogosteje uporabljajo digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu, zlasti v gospodarskih dejavnostih, v katerih so delavci zaradi posebnih (nevarnih) okolij izpostavljeni višjim stopnjam tveganja za varnost in zdravje pri delu, vendar je njihovo uvajanje na splošno še vedno razmeroma počasno in omejeno.² Na uvedbo digitalnih sistemov spremljanja varnosti in zdravja pri delu vplivajo različni dejavniki, kot so obseg tehnološkega napredka in digitalnega prehoda, velikost podjetja, zakonodaja in standardizacija v zvezi s tehnološkimi spremembami in posledicami za varnost in zdravje pri delu ter organizacijski dejavniki.

Ne glede na te osnovne pogoje pa pomanjkanje dokazov o uporabi in učinkovitosti teh sistemov in tehnologij, na katerih temeljijo, delodajalce omejuje pri sprejemanju informiranih odločitev o tem, ali in katere sisteme bi lahko uporabili v svoji organizaciji za izboljšanje varnosti in zdravja pri delu.

Ta kratka predstavitev politike obravnava nekatere ključne priložnosti in izzive novih sistemov spremljanja varnosti in zdravja pri delu ter opisuje ključne ugotovitve za oblikovalce politik in odločevalce, da bi povečali njihove koristi in zmanjšali morebitne slabosti njihove uporabe na organizacijski ravni. Temelji na ugotovitvah EU-OSHA raziskave o digitalnih sistemih za spremljanje varnosti in zdravja pri delu ter varnosti in zdravju pri delu kot taki.

Odkrivanje in preprečevanje škode (proaktivni pristop)

Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko pomagajo pri preprečevanju škode z zbiranjem natančnih in celovitih podatkov, ki jih je mogoče analizirati in uporabiti za prilagoditve na delovnem mestu z namenom izboljšanja varnosti in zdravja pri delu delavcev – na primer z merjenjem izpostavljenosti ergonomskim pomanjkljivostim ter ugotavljanjem nevarnosti, povezanih z obrati in prostori. Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko preprečijo škodo tudi s prepoznavanjem nevarnega vedenja delavcev in podpiranjem prilagojenega usposabljanja, ki omogoča boljšo uporabo teh sistemov. Prav tako lahko prepoznajo slabo zdravstveno stanje in počutje posameznikov ter so v pomoč pri spletnem ocenjevanju tveganja in pregledih na daljavo. Glavne vrste priložnosti za preprečevanje škode, ki jih lahko sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu prinesejo na delovna mesta in oddaljene lokacije, so povzete v spodnji preglednici.

¹ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Pametni digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu: njihove uporabe in izzivi*, 2023. Na voljo na spletnem naslovu: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-digital-monitoring-systems-occupational-safety-and-health-uses-and-challenges>.

² Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Gonila in ovire za sprejetje novih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu*, 2023, n.d.

Preglednica 1. Vrste priložnosti, povezane z uporabo digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu

Vrste priložnosti	Kratek opis možnih koristi	Primeri sistemov in tehnologij za spremljanje varnosti in zdravja pri delu
Merjenje posameznih ali kolektivnih ravni škodljive izpostavljenosti in okolja	Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko pomagajo pri preprečevanju škode z rednim in izrednim merjenjem škodljive izpostavljenosti na individualni in kolektivni ravni , vključno z izpostavljenostjo na daljavo (v dejavnostih, kot so rudarstvo, gradnja predorov in kemični obrati).	- Nosljive naprave in pametna osebna varovalna oprema (pametna očala, kompleti čelad, pametni trakovi, pametni čevlji in zaščitna oblačila, s pametnimi elektronskimi deli, povezanimi s pametnimi telefoni in pametnimi urami) ali toplotne kamere lahko izmerijo individualno nevarno izpostavljenost v realnem času (npr. plinu³, živemu srebru⁴, UV-sevanju⁵, visokim temperaturam⁶). - Značke s senzorji, povezanimi z internetom stvari, lahko omogočijo zajemanje ravni sevanja, opozarjajo delavce in jim svetujejo, naj se umaknejo z določenega območja. - Omrežja brezžičnih senzorjev⁽⁷⁾ in brezpilotnih zrakoplovov⁽⁸⁾ lahko zaznajo škodljive okoljske razmere, kot so strupen prah v slabo prezračenih prostorih, eksplozivni plini, uhajanje sevanja, kemijski in biološki dejavniki ter visoka vlažnost⁽⁹⁾.
Merjenje izpostavljenosti ergonomskim nevarnostim	Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko pomagajo preprečevati z delom povezana kostno-mišična obolenja in poškodbe zaradi ponavljajočih se obremenitev, ki so lahko posledica slabe drža. To velja za različna delovna mesta in različne dejavnosti (npr. v pisarnah ali pri delu na daljavo, v gradbeništvu, rudarstvu, predelovalnih dejavnostih, ladjedelništvu, kmetijstvu, ravnanju z odpadki, hotelirstvu in gostinstvu, prometu in	- Nosljive naprave, ki uporabljajo merilnike pospeška, internet stvari, mobilne aplikacije in eksoskelete, lahko merijo število gibov, njihovo hitrost, vrsto in primernost, da odkrijejo nevarne ali škodljive gibe, uporabniku zagotovijo povratne informacije v realnem času in preprečijo dolgotrajna hujša obolenja. - Nosljive naprave lahko tudi opozorijo, da mora delavec prenehati z določeno dejavnostjo, za katero je bil dosežen določen prag, na primer ustaviti dinamično dvigovanje bremen.¹¹ Posledično se lahko oblikujejo ukrepi za odpravo ali zmanjšanje izpostavljenosti dejavnikom tveganja. - Algoritmi strojnega učenja, ki uporabljajo kinematične podatke, se lahko uporabijo za povečanje zanesljivosti pri razlikovanju med pravilno in nepravilno držo.¹²

³ Binajaj, A., Sheltami, T., Aliyu, F. in Kaosar, M. (2018). Zasnova in izvedba nosljive mreže senzorjev za plin za delavce v naftni in plinski industriji. *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. in Dario, P. (2007). Zasnova novega dozimetra za spremljanje osebne izpostavljenosti elementarnemu plinastemu živemu srebru v realnem času. *Senzorji in aktuatorji B: Chemical*, 123(1), 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2006.08.004>

⁵ Bongers, C. C., Hopman, M. T. in Eijsvogels, T. M. (2015). Uporaba jedilne tablete za merjenje temperature prebavil med telesno vadbo na daljavo. *Journal of Visualized Experiments*, (104), članek 53258. <https://doi.org/10.3791%2F53258>

⁶ Banerjee, S., Hoch, E. G., Kaplan, P. D. in Dumont, E. L. A. (2017). Primerjalna študija nosljivih ultravijoličnih radiometrov. Predstavljeno na 2017 IEEE Life Sciences Conference (LSC) (str. 9–12). IEEE <https://doi.org/10.1109/LSC.2017.8268131>

⁷ Cheung, W. F., et al. (2018). Sistem za spremljanje varnosti gradnje v realnem času za nevarni plin, ki vključuje omrežje brezžičnih senzorjev in tehnologije informacijskega modeliranja stavb. *Sensors*, 18(2), članek 436. <https://doi.org/10.3390/s18020436>

⁸ Burgués, J. in Marco, S. (2020). Zaznavanje kemikalij v okolju s pomočjo majhnih brezpilotnih zrakoplovov: pregled. *Science of The Total Environment*, 748, članek 141172. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141172>

Hollenbeck, D., Zulevic, D. in Chen, Y. (2021). Napredno odkrivanje uhajanja metana in količinska opredelitev njegovih emisij z uporabo majhnih brezpilotnih zrakoplovov. *Drones*, 5(4), članek 117. <https://doi.org/10.3390/drones5040117>

⁹ Bakke, B., Stewart, P., Ulvestad, B. in Eduard, W. (2001). Izpostavljenost prahu in plinom pri gradnji predorov. *American Industrial Hygiene Association*, 62(4), 457–465. <https://doi.org/10.1080/15298660108984647>

Muduli, L., Mishra, D. P. in Jana, P. K. (2018). Uporaba brezžičnega senzorskega omrežja za spremljanje okolja v podzemnih rudnikih premoga: sistematični pregled. *Journal of Network and Computer Applications*, 106, 48–67. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.12.022>

¹¹ Ranavolo, A., Draicchio, F., Varrecchia, T., Silvetti, A. in Iavicoli, S. (2018). Nosljive naprave za spremljanje ocene biomehanskih tveganj pri delu: trenutno stanje in prihodnji izzivi – sistematični pregled. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), članek 2001. <https://doi.org/10.3390/ijerph15092001>

¹² Conforti, I., Mileti, I., Del Prete, Z. in Palermo, E. (2020). Merjenje biomehanskih tveganj pri dvigovanju bremen prek nosljivih sistemov in pristopa strojnega učenja. *Sensors*, 20(6), članek 1557. <https://doi.org/10.3390/s20061557>

Vrste priložnosti	Kratek opis možnih koristi	Primeri sistemov in tehnologij za spremljanje varnosti in zdravja pri delu
	skladiščenju, zdravstvu in socialnem varstvu). ¹⁰	
Prepoznavanje nevarnosti, povezanih z obratom in prostori	Številni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko zaznajo in obvestijo delavce, ko vstopijo na nevarno območje . Nevarnosti se lahko nanašajo na zdrse, spotike in padce, viličarje, trke in nezgode pri uporabi in/ali delovanju strojev ali vozil.	Senzorji (GPS, WSN¹³) se lahko uporabljajo za prepoznavanje bližine, za merjenje, ali hitrost presega varnostne pragove, ali za aktiviranje gumbov za zaustavitev v sili. - Nosljive naprave lahko z analizo preteklih podatkov zaznajo nevarnosti visoke napetosti in mesta, kjer najpogosteje prihaja do skorajšnjih padcev.¹⁴ - Sistemi strojnega vida, nameščeni na pametna oblačila, se lahko uporabljajo za preprečevanje trkov med človekom in strojem¹⁵, kar lahko omogočijo tudi brezpilota letala in brezžična senzorska omrežja (WSN), na primer v preciznem kmetijstvu.¹⁶
Prepoznavanje nevarnega vedenja delavcev in podpora usposabljanju po meri	Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu zagotavljajo tudi priložnost za usposabljanje delavcev o pravilni uporabi opreme ter usmerjanje in prilagajanje usposabljanja delavcem, katerih evidence kažejo, da se lahko v povprečju nevarno vedejo. Ti sistemi se lahko uporabljajo v številnih različnih gospodarskih dejavnostih, na primer v predelovalnih dejavnostih, kovinski industriji, gradbeništvu,	- CCTV, nosljive naprave, pametna osebna varovalna oprema, radiofrekvenčna identifikacija (RFID) in videokamere se lahko uporabljajo za odkrivanje ali celo napovedovanje nevarnega vedenja, ki lahko povzroči poškodbe, pa tudi za lažje prepoznavanje varnih praks. - RFID¹⁷ in globoko učenje¹⁸ omogočata preverjanje ustreznosti opreme (npr. delovnih orodij ali zaščite glave, ušes in nog) ali tega, da se (varovalna) oprema pravilno uporablja. - Sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu, ki temeljijo na nosljivih napravah, se uporabljajo v prometu, rudarstvu in gradbeništvu, da se zaznajo zgodnji znaki fizične, mišične in psihične utrujenosti, stresa, zaspanosti, nezbranosti in počasnejših reakcijskih časov ali slabše sposobnosti odločanja (¹⁹).

¹⁰ Khakurel, J., Melkas, H. in Porras, J. (2018). Izkoriščanje pojava nosljivih naprav v delovnem okolju: sistematični pregled. *Information Technology & People*, 31(3), 791–818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

Zhu, Z., Dutta, A., in Dai, F. (2021). Eksoskeleti za ročno ravnanje z materialom – pregled in posledice za uporabo v gradbeništvu. *Automation in Construction*, 122, članek 103493. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103493>

Ziaei, M., Choobineh, A., Ghaem, H. in Abdoli-Eramaki, M. (2021). Ocena pasivnega eksoskeleta za podporo križu (Ergo-Vest) pri ročnem pobiranju odpadkov. *Ergonomics*, 64(10), 1255–1270. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1915502>

¹³ Brezžična senzorska omrežja (WSN).

¹⁴ Baka in Uzunoglu (2016) ter Yang in Shen (2015) v: Khakurel, J., Melkas, H. in Porras, J. Izkoriščanje pojava nosljivih naprav v delovnem okolju: sistematični pregled. *Information Technology & People*, 31(3), 791–818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

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

¹⁶ Popescu, D., Stoican, F., Stamatescu, G., Ichim, L. in Dragana, C. (2020). Napredni sistem brezpilota zrakoplovov–brezžična senzorska omrežja za inteligentno spremljanje v preciznem kmetijstvu. *Sensors*, 20(3), članek 817. <https://doi.org/10.3390/s20030817>

¹⁷ Mahmad, M. K. N., MAZ, M. R. R. in Baharun, N. (2016). Uporaba radiofrekvenčne identifikacije (RFID) v rudarskih industrijah. V *seriji konferenc IOP: Materials Science and Engineering* (zvezek 133) (članek 012050). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/133/1/012050>

Dachry, W. in Bensassi, B. (2021). Na poti k sistemu za nadzor skladnosti osebne varovalne opreme v realnem času, ki temelji na tehnologiji RFID. Objavljeno v F. Saeed, T. Al-Hadhrani, F. Mohammed in E. Mohammed (Eds), *Advances on Smart and Soft Computing* (str. 553–565). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6048-4_48

¹⁸ Nath, N. D., Behzadan, A. H. in Paal, S. G. (2020). Globoko učenje za varnost na gradbišču: zaznavanje osebne varovalne opreme v realnem času. *Automation in Construction*, 112, članek 103085. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103085>

Fang, Q., Li, H., Luo, X., Ding, L., Luo, H., Rose, T. M. in An, W. (2018). Odkrivanje uporabe netrde čelade z metodo globokega učenja iz videoposnetkov terenskega nadzora. *Automation in Construction*, 85, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.09.018>

¹⁹ Jung, S.-J., Shin, H.-S. in Chung, W.-Y. (2014). Sistem za spremljanje utrujenosti in zaspanosti voznika z vgrajenim elektrokardiogramskim senzorjem na volanu. *IET 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. in Vercher, J. L. (2019). Odkrivanje in napovedovanje zaspanosti voznika z uporabo modelov umetne nevronske mreže. *Accident Analysis & Prevention*, 126, 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.038>

Lee, B. G., Lee, B. L. in Chung, W. Y. (2015). Spremljanje budnosti voznika s pomočjo pametne ure z nosljivim senzorjem gibanja in fiziološkim senzorjem. Leta 2015 na 37. mednarodni konferenci društva IEEE za inženiring v medicini in biologiji (EMBC) (str. 6126–6129). IEEE <https://doi.org/10.1109/EMBC.2015.7319790>

Li, J., Li, H., Umer, W., Wang, H., Xing, X., Zhao, S. in Hou, J. (2020). Prepoznavanje in razvrščanje duševne utrujenosti upravljalcev gradbene opreme z uporabo nosljive tehnologije za sledenje očem. *Automation in Construction*, 109, članek 103000. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.103000>

Aryal, A., Ghahramani, A. in Becerik-Gerber, B., 2017. Spremljanje utrujenosti pri gradbenih delavcih z uporabo fizioloških meritev. *Automation in Construction*, 82, 154–165. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.003>

Vrste priložnosti	Kratek opis možnih koristi	Primeri sistemov in tehnologij za spremljanje varnosti in zdravja pri delu
Prepoznavanje slabega zdravja in počutja posameznikov	rudarstvu, proizvodnji kemikalij in dejavnosti prometa. Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu ustvarjajo priložnosti za zbiranje in analizo podatkov, ki omogočajo celovito oceno posameznika.	- Nosljivi senzorji gibanja in biomehanska analiza lahko delavcem zagotovijo informacije o pravilni drži.²⁰ - Uporaba merilnikov pospeška v okviru projekta SurPASS, katerega cilj je ovrednotiti e-sistem, ki meri vsakodnevno (24 ur na dan, 7 dni v tednu) telesno vedenje (telesna dejavnost, sedenje in spanje) na delovnem mestu in v prostem času zaposlenih odraslih.²¹ Uvedeni so bili podobni projekti, na primer za merjenje ultravijoličnega sevanja pri delu in v prostem času.²²
Podpora spletnemu ocenjevanju tveganja in inšpekcijskim pregledom na daljavo	Nekateri digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu se osredotočajo zlasti na digitalno in dinamično ocenjevanje tveganja in inšpekcijske preglede . ²³	- OIRA je spletno interaktivno orodje za ocenjevanje tveganja na ravni EU, ki omogoča napovedovanje tveganj.²⁴ Na nacionalni ravni obstajajo še druga podobna celovita orodja, kot so: BeSmart.ie; Rie.nl; in Prevencion10.es. Na voljo so orodja za posebne dejavnike tveganja, kot so hrup ali kemikalije.²⁵ - Senzorska omrežja in nadgrajena resničnost omogočajo preglede na daljavo, na primer v kmetijstvu in gozdarstvu, naftni in plinski industriji, rudarstvu in gradbeništvu.²⁶
Uporaba med pandemijo covida-19	Pametni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu, ki temeljijo na nosljivih napravah, internetu stvari, umetni inteligenci in strojnem učenju ali napravah za sledenje, lahko pomagajo zagotoviti varnejša delovna mesta v primerih, ko so potrebni ukrepi za preprečevanje prenosa bolezni.	- Ti sistemi lahko merijo temperaturo in druge zgodnje opozorilne znake morebitne okužbe ter zagotavljajo, da delavci sprejmejo ustrezne preventivne higienske ukrepe ter se merijo in upoštevajo okoljski vidiki, kot sta kakovost zraka in prezračevanje. Nošenje mask je lažje uveljavljati z metodami zaznavanja obraznih mask.²⁷ Prepoznavanje obrazov bi lahko pomagalo tudi pri prepoznavanju oseb, ki bi jih bilo na primer treba zaradi pandemije covida-19 osamiti.²⁸

²⁰ Svertoka, E., Saafi, S., Rusu, A., Burget, R., Marghescu, I., Hosek, J. in Ometov, A. (2021). Nosljive naprave za varnost pri delu v industriji: raziskava. *Sensors*, 21, članek 3844. <https://doi.org/10.3390/s21113844>

²¹ Glej: https://nfa.dk/da/forskning/strategiske-forskningsomraader/om-msb/om_msb_researchers.

²² Strehl, C., Heepenstrik, T., Knuschke, P. in Wittlich, M. (2021). Razsvetljenje teme – primerjava različnih osebnih dozimetров za ocenjevanje izpostavljenosti sončnemu ultravijoličnemu sevanju *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), članek 9071. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179071>

²³ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Razvoj dinamične ocene tveganja in njenih posledic za varnost in zdravje pri delu*, 2021. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/development-dynamic-risk-assessment-and-its-implications-occupational-safety-and-health>

²⁴ Glej: <https://oiraproject.eu/en>.

OSHWiki, OIRA in druga spletna orodja za ocenjevanje tveganja v nacionalnih strategijah in zakonodaji na področju varnosti in zdravja pri delu, 2021. Na voljo na: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/oira-and-other-online-risk-assessment-tools-national-osh-strategies-and-legislation>

²⁵ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Razvoj dinamične ocene tveganja in njenih posledic za varnost in zdravje pri delu*, 2021. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/development-dynamic-risk-assessment-and-its-implications-occupational-safety-and-health>

²⁶ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Digitalizacija ter varnost in zdravje pri delu – raziskovalni program EU-OSHA*, 2019. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme>
EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Vpliv umetne inteligence na varnost in zdravje pri delu*, 2021. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/impact-artificial-intelligence-occupational-safety-and-health>

Howard, J., Murashov, V. in Branche, C. M. (2017). Brezpilotni zrakoplovi v gradbeništvu in varnost delavcev. *American Journal of Industrial Medicine*, 61(1), 3–10. <https://doi.org/10.1002/ajim.22782>

²⁷ Loey, M., Manogaran, G., Taha, M. H. N. in Khalifa, N. E. M. (2021). Hibridni model prenosa globokega učenja z metodami strojnega učenja za odkrivanje obraznih mask med pandemijo covida-19. *Measurement*, 167, članek 108288. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108288>

²⁸ Evropska konfederacija sindikatov. (2020). *Covid-19 Oglejte si informativni sestanek Evropske konfederacije sindikatov o novih tehnologijah, ki omogočajo večji nadzor na delovnem mestu*. https://www.etuc.org/sites/default/files/publication/file/2020-12/20200930_covid-19%20Briefing%20on%20surveillance%20technologies.pdf

Zmanjševanje posledic nezgod pri delu ter izboljšanje preiskav in poročanja (reaktivni pristop).

Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu ponujajo številne priložnosti za zmanjšanje posledic nezgod pri delu ali izrednih razmer, saj omogočajo hitro posredovanje ter poročanje o nezgodah in njihovo preiskavo. Ti sistemi lahko zmanjšajo škodo z opozarjanjem na izredne razmere in pošiljanjem točnih podatkov o kraju nezgode, s čimer se delavcem predlaga, kako bi morali ravnati v nevarnih okoliščinah. Pomagajo tudi pri hitrem, varnem in učinkovitem preiskovanju nezgod pri delu ter omogočajo učinkovito in manj stigmatizirano poročanje o njih.

Signalizacija in določanje kraja izrednih razmer

Sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu, ki temeljijo na sledenju GPS, omogočajo, da delavce, ki bi bili sicer življenjsko ogroženi ali izpostavljeni tveganju resnih poškodb, **hitro in natančno locirajo ter jih pripeljejo na varno**. To se lahko uporablja na primer pri voznikih tovornjakov, ki so v stiski, gasilcih, ki vstopajo na nevarno območje reševanja zaradi ognja, dima in visokih temperatur, ali rudarjih in gradbenih delavcih, ki so ujeti ali so padli.

Sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu omogočajo **samodejno signaliziranje izrednih razmer**, na primer z zaznavanjem padcev z merilniki pospeška. Pošljejo lahko tudi samodejen poziv na pomoč, četudi delavec ne more opraviti klica v sili. Ker je lokacija delavca natančno določena, lahko **reševalna akcija steče hitreje**.²⁹

Obstajajo nove **nosljive** rešitve za delavce v izoliranih delovnih okoljih, ki imajo v digitalno slušalko vgrajeno funkcijo o onesposobljenosti človeka (**man-down**) za uporabo v primeru izgube zavesti ali poškodbe, ki onesposobi gibljivost.³⁰ **Rudniki, ki so povezani prek omrežij WSN**, prav tako omogočajo takojšnjo lokacijo delavcev in oceno, ali se premikajo ali ne. Nadzor v realnem času omogočajo Bluetooth, brezžične postaje in podzemni Wi-Fi ali 5G. **Brezpilotni zrakoplovi (UAV)** prav tako ponujajo pomembne zmogljivosti pri iskanju in reševanju, tako nad zemljo kot pod zemljo. Avtonomni brezpilotni zrakoplovi se lahko uspešno premikajo med nevarnostmi v podzemnih rudarskih okoljih³¹ ali se uporabljajo v petrokemični industriji za prepoznavanje in lociranje žrtev.³²

Odzivanje na izredne razmere ali nezgode pri delu

Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko pomagajo tudi pri obvladovanju izrednih razmer ali nezgod pri delu. **Nosljive naprave in nadgrajena resničnost** omogočajo **hitro posredovanje informacij** (video, zvočnih, slikovnih, besedilnih) in enostaven dostop do njih, na primer prek pametnih očal, tako da lahko delavec sprejme bolj premišljeno odločitev o tem, kako se najbolje odzvati na položaj, v katerem se je znašel.

V primeru gasilcev ima **pametna osebna varovalna oprema aktivne hladilne sisteme**. Medtem ko je potapljanje dlani in podlakti v hladno vodo najpreprostejši in najučinkovitejši način za zmanjšanje toplotne obremenitve³³, pa so sistemi samodejnega hlajenja ena od prednostnih lastnosti pametne osebne varovalne opreme prihodnosti.

Brezpilotni zrakoplovi lahko ugotovijo lokacijo delavca med akcijami iskanja in reševanja, prav tako pa lahko odkrijejo okvare na uporabljeni opremi. To bo v pomoč pri načrtovanju načinov za zmanjšanje možnosti za nastanek škode in tudi pri **dobavi nove opreme**, ki bo morda potrebna, kot so dihalni aparati za delavce v rudnikih v nujnih primerih (³⁴).

Preiskovanje nezgod pri delu in poročanje o njih

²⁹ Lawson, F. (31. julij 2020). *Kako aplikacije z GPS-sledenjem zagotavljajo varnost na gradbišču*. Industry Today.

<https://industrytoday.com/how-apps-with-gps-tracking-ensure-worksites-safety/>

Khakurel, J., Melkas, H. in Porras, J. (2018). Izkoriščanje pojave nosljivih naprav v delovnem okolju: sistematični pregled. *Information Technology & People*, 31(3), 791–818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

³⁰ Guilbeault-Sauvé, A., De Kelper, B. in Voix, J. (2021). Zaznavanje okoliščin, ko je človek onesposobljen, s pomočjo inercialne platforme v ušesu. *Sensors*, 21(5), članek 1730. <https://doi.org/10.3390/s21051730>

³¹ Hennage, D. H., Nopola, J. R. in Haugen, B. D. (2019). *Popolnoma avtonomen brezpilotni zrakoplov za podzemno uporabo*. Prispevek predstavljen na 53. simpoziju o mehaniki kamnin/geomehaniki v ZDA. OnePetro.

³² Gamulescu, O. M., Rosca, S. D., Panaite, F., Costandoiu, A. in Riurean, S. (2020). Lociranje nezgod s pomočjo brezpilotnih zrakoplovov. Objavljeno v *MATEC Web of Conferences* (zvezek 305) (članek 00004). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202030500004>

³³ Giesbrecht, G. G., Jamieson, C. in Cahill, F. (2007). Hlajenje pregretim gasilcev s potopitvijo podlakti in rok v vodo s temperaturo 10 °C in 20 °C. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 78(6), 561–567.

<https://www.ingentaconnect.com/contentone/asma/asem/2007/00000078/00000006/art00004>

Barr, D., Reilly, T. in Gregson, W. (2011). Vpliv različnih načinov hlajenja na fiziološke odzive gasilcev med napornim delom, ki se izvaja pri visokih temperaturah okolja. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 959–967. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1714-1>

³⁴ Hennage, D. H., Nopola, J. R. in Haugen, B. D. (2019). *Popolnoma avtonomen brezpilotni zrakoplov za podzemno uporabo*. Prispevek predstavljen na 53. simpoziju o mehaniki kamnin/geomehaniki v ZDA. OnePetro.

Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko pomagajo pri preiskavi nezgod, saj zagotavljajo **podatke** o tem, kje se je ta zgodila, kdo je bil prisoten in kdo so bile žrtve, katera dejanja in/ali pogoji so pripeljali do nje, ter kaj se je zgodilo med samo nezgodo in poznejšimi reševalnimi operacijami (če so potrebne). To lahko pomaga pri ugotavljanju časovnega zaporedja dogodkov³⁵.

Točne in nepristranske podatke o nezgodah pri delu je mogoče **hitro in učinkovito pridobiti** s pomočjo digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu, ki lahko zadostujejo za preiskovalne namene ali zagotavljajo dobro podlago za nadaljnjo preiskavo. Podatke o izpostavljenosti različnim vrstam nevarnosti je mogoče zbirati s pomočjo **dozimetrov, radiometrov, merilnikov pospeška, WSN ali obogatene resničnosti (AR)**. Podatki so lahko tudi v obliki **geolokacije, slik, zvokov in gibanja**.

Podatki, zbrani prek digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu, lahko tudi zagotovijo vpogled v to, **kako je mogoče izboljšati reševalne akcije** v smislu odzivnega časa in sprejetih ukrepov.

Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu zagotavljajo tudi **možnost hitrega in natančnega poročanja**³⁶. Aplikacije za (pametne telefone) lahko na primer nadomestijo obremenjujoča poročila v papirni obliki, ki jih je prav tako lažje arhivirati in najti.³⁷ To velja tudi za zvočne in vizualne posnetke s kraja nezgode pri delu, ki se lahko samodejno pošljejo osebi, odgovorni za varnost in zdravje pri delu. Brez digitalne tehnologije je to pogosto dolgotrajno in težavno, saj lahko še poveča stres delavca, ki je doživel nezgodo pri delu ali ji je bil priča.

Nezadostno poročanje, ki je lahko posledica dolgotrajnega in težavnega postopka poročanja. Digitalna tehnologija lahko ublaži tudi stigmatizacijo in sram, ki ju spremlja udeležba v nezgodi pri delu, zaradi poročanja na kraju samem in/ali samodejnega poročanja.³⁸

Morebitni izzivi pri uporabi digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu

Kljub številnim priznanim in možnim koristim uporabe digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu izzivi ostajajo. Ti izhajajo iz morebitnih kompromisov, ki jih je treba najti med koristmi in tveganji teh sistemov. Njihova uporaba vpliva na zbiranje in zaščito podatkov, delovanje sistemov spremljanja varnosti in zdravja pri delu v resničnih okoljih, delovne odnose ter odgovornosti in meje na področju varnosti in zdravja pri delu.

Fizična tveganja

Uporaba spremljanja z eksoskeleti, ki lahko z zmanjšanjem pritiska v nekaterih delih telesa spremeni prerezporeditev napora, lahko povzroči nastanek novih biomehanskih omejitev in dejavnikov tveganja za kostno-mišična obolenja.³⁹ Eksoskeleti lahko tudi ovirajo gibanje in povzročijo trke zaradi svoje okorne strukture, lahko povzročijo nelagodje, draženje kože, povečujejo obremenitev srca in ožilja ter stres ali pa so zaradi njih delavci preveč samozavestni in preveč verjamejo v svoje sposobnosti, kar jim lahko daje občutek nedotakljivosti, zaradi česar lahko pride do nezgod pri delu.⁴⁰ Virtualna in obogatena resničnost (VR in AR) lahko povzročita izgubo orientacije, slabost zaradi premikanja (imenovano tudi kibernetska slabost) in obremenitev oči, predvsem zaradi strojne opreme, vsebine in človeških dejavnikov⁴¹.

Izzivi, povezani s tem, kako sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu delujejo v resničnem življenjskem okolju

Tudi ko so tehnologije certificirane, se njihova **natančnost za zbiranje natančnih podatkov najprej oceni v laboratorijskih okoljih**, ki morda ne posnemajo povsem neugodnih delovnih razmer.⁴² To še zlasti velja v

³⁵ Probst, T. M., Bettac, E. L. in Austin, C. T. (2019). Nezadostno poročanje o nezgodah na delovnem mestu. Objavljeno v R. J. Burke in A. M. Richardsen (Eds), *Povečanje varnosti in zdravja na delovnem mestu* (str. 30–47). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788118095.00009>

³⁶ Glej: <https://osha.europa.eu/en/blog/world-day-safety-and-health-work>.

³⁷ Hussin, M. F. B., Jusoh, M. H., Sulaiman, A. A., Abd Aziz, M. Z., Othman, F. in Ismail, M. H. B. (2014). Sistem za poročanje o nezgodah s pomočjo aplikacije iOS. Objavljeno v *2014 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC 2014)* (str. 13–18). IEEE

³⁸ Black, K. J., Munc, A., Sinclair, R. R. in Cheung, J. H. (2019). Stigmatizacija na delovnem mestu: psihološke posledice in koristi pritiska za varno delo. *Journal of Safety Research*, 70, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2019.07.007>

³⁹ INRS. (2020). *Uporaba eksoskeletov pri delu: preventivno sporočilo*. <https://en.inrs.fr/news/exoskeletons-6-critical-points.html>

⁴⁰ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. *Digitalizacija ter varnost in zdravje pri delu – raziskovalni program EU-OSHA*, 2019. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme>

⁴¹ Chang, E., Kim, H. T. in Yoo, B. (2020). Slabost zaradi navidezne resničnosti: pregled vzrokov in meritve. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(17), 1658–1682. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>

⁴² Khakurel, J., Melkas, H. in Porras, J. (2018). Izkoriščanje uvedbe nosljivih naprav v delovnem okolju: sistematični pregled. *Information Technology & People*, 31(3), 791–818. <https://doi.org/10.1108/ITP-03-2017-0076>

delovnih okoljih, ki lahko omejujejo natančnost senzorjev, ali v okoljih, kjer se tehnologije lahko srečujejo z nepričakovanimi izzivi: na primer toplotne kamere v sistemih brezpilotnih zrakoplovov morda ne bodo mogle locirati delavca.⁴³ Vmesniki človek-stroj (obraz, kretnje, glas, gibanje oči, možganski signali) bi lahko napačno razlagali prekinjajoče ali šibke signale, na primer zaradi izpraznjenih baterij ali motenj.⁴⁴

Nove digitalne tehnologije lahko delujejo nepravilno. V neugodnih okoljskih razmerah so **baterije** lahko neučinkovite ali prenehajo delovati, lahko pa se tudi pregrejejo, zagorijo ali eksplodirajo.⁴⁵ **Jopič s senzorji** je lahko občutljiv za vdor vode v električne dele, kar lahko povzroči kratek stik ali električni udar. **Sistemi brezpilotnih zrakoplovov** lahko zaradi nepravilnega delovanja ali kibernetskih napadov predstavljajo varnostno tveganje za delavce v bližini. To še zlasti velja za delno avtonomne ali avtonomne brezpilotne zrakoplove, ki jih ne upravljajo ljudje.⁴⁶

Zaradi sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu se lahko **poveča intenzivnost dela**, kar lahko škoduje delavcem. Ker imajo sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu finančne posledice, želijo morda nekatera podjetja združiti funkcije na področju varnosti in zdravja pri delu s funkcijami za povečanje produktivnosti in tako zmanjšati stroške (npr. z odpuščanjem delavcev ali nezaposlovanjem novih) (⁴⁷). V takih primerih bo obstoječega delavca morda doletela dodatna delovna obremenitev.

Izzivi, povezani z zbiranjem in varstvom podatkov

Digitalni sistemi spremljanja lahko pripomorejo k izboljšanju varnosti in zdravja pri delu z natančnim zbiranjem skupnih podatkov in smiselno analizo trendov, vendar jih lahko delavci dojemajo tudi kot vdor v zasebnost, kar je lahko stresno in vodi v odtujenost pri delu.⁴⁸

Z zasnovo in uporabo sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu obstajajo številna pomembna vprašanja v zvezi z **zasebnostjo, lastništvom in varnostjo podatkov**, saj digitalne naprave zbirajo velike količine podatkov, ki so lahko občutljivi osebni podatki (npr. povezani z etničnim poreklom ali zdravstveni, genetski in biometrični podatki). Zato je za delavce in predstavnike delavcev pomembno, da razumejo, kdo ima pravico do vpogleda in uporabe podatkov, katere vrste podatkov se zbirajo, kako se shranjujejo in prenašajo tretjim osebam, kot so zunanji ponudniki storitev, ter kako in kdaj bodo izbrisani. Poleg tega obstaja tudi nevarnost kršitev in kraje podatkov. Pomembno je, da delavci razumejo, kateri varnostni ukrepi so vzpostavljeni za njihovo zaščito pred nepooblaščenim dostopom do podatkov, in da so vključeni v postopke, v katerih lahko odločajo o uporabi digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu na delovnem mestu ali na težko dostopnih lokacijah.

Drug vidik, ki ga je treba upoštevati, je namen, za katerega se podatki uporabljajo. Obstajajo na primer primeri digitalnega nadzora, povezanega s **povečano intenzivnostjo dela**.⁴⁹ Delavci in njihovi predstavniki včasih menijo, da vodstvo uporablja sisteme spremljanja varnosti in zdravja pri delu za povečanje nadzora nad uspešnostjo delavcev v okviru vse bolj zahtevnih ciljev.⁵⁰ Sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu za delavce, ki delajo na daljavo, lahko vključujejo tudi tveganja in izzive, povezane s spremljanjem opravljanja dela.

⁴³ Burke, C., McWhirter, P. R., Veitch-Michaelis, J., McAree, O., Pointon, H. A., Wich, S. in Longmore, S. (2019). Zahteve in omejitve toplotnih brezpilotnih zrakoplovov za učinkovito iskanje in reševanje na morskimi in obalnih območjih. *Drones*, 3(4), članek 78. <https://doi.org/10.3390/drones3040078>

⁴⁴ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Napovedi glede novih in nastajajočih tveganj za varnost in zdravje pri delu, povezanih z digitalizacijo do leta 2025*, 2018. Na voljo na: <https://data.europa.eu/doi/10.2802/515834>

⁴⁵ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Pametna osebna varovalna oprema: pametna zaščita za prihodnost*, 2020. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-personal-protective-equipment-intelligent-protection-future/view>

⁴⁶ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Povzetek – Predvidevanje novih in nastajajočih tveganj za varnost in zdravje pri delu, povezanih z digitalizacijo do leta 2025*, 2018. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/summary-foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated-1>

EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Koboti, roboti in brezpilotni zrakoplovi: vpliv digitalne tehnologije na varnost in zdravje pri delu v kmetijstvu in gozdarstvu*, 2021. Na voljo na: <https://osha.europa.eu/en/publications/cobots-robots-and-drones-impact-digital-technology-osh-agriculture-and-forestry>

Howard, J., Murashov, V. in Branche, C.M. (2017). Brezpilotni zrakoplovi v gradbeništvu in varnost delavcev. *American Journal of Industrial Medicine*, 61(1), 3–10. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajim.22782>

⁴⁷ Razgovori, ki jih je družba Ecorys opravila za to študijo od novembra 2021 do februarja 2022.

⁴⁸ Carpenter, D., McLeod, A., Hicks, C. in Maasberg, M. (2018). Zasebnost in biometrični podatki: empirični pregled pomislekov zaposlenih. *Information Systems Frontiers*, 20, 91–110. <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9667-5>

EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Spremljanje tehnologije: gonja za dobrobitjo 21. stoletja?*, 2017. Na voljo na: https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/369002/VandenBroek17_Workers_monitoring_and_well_being.pdf?sequence=1&isAllo wed=y

Evropska komisija, Evropsko središče za politično strategijo in Servoz, M. (2019). *Umetna inteligenca, prihodnost dela: delo prihodnosti! : O tem, kako umetna inteligenca, robotika in avtomatizacija spreminjajo delovna mesta in gospodarstvo v Evropi*. Urad za publikacije Evropske unije. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/096526d7-17d8-11ea-8c1f-01aa75ed71a1>

⁴⁹ Evropska komisija, Skupno raziskovalno središče in Ball, K. (2021). *Elektronsko spremljanje in nadzor na delovnem mestu: pregled literature in priporočila politike*. Urad za publikacije Evropske unije. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1cbf6cdf-1c19-11ec-b4fe-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>

⁵⁰ Evropska konfederacija sindikatov. (2018). *Digitalizacija in dobro počutje delavcev: kaj menijo sindikati, delavci na ravni podjetij in delavci na spletnih platformah v Evropi?* https://www.etuc.org/sites/default/files/publication/file/2018-09/Voss_Report_EN2.pdf

Na podlagi zbranih podatkov lahko delodajalci vedo, kje so delavci, kaj počnejo, kako (utrujeno) se počutijo in ali spi. Ugotovijo lahko tudi, kako dolgo oseba preživi na stranišču.⁵¹ To lahko povzroči tesnobo in stres zaradi **kulture nenehne pripravljenosti**⁵² in **strahu pred predvidevanjem nadzora**,⁵³ na primer v primerih, ko digitalna tehnologija pogosto pošilja opozorila, svarila in opomnike, kar je lahko stresno, saj daje občutek stalnega nadzora.

Umetna inteligenca, strojno učenje, globoko učenje in algoritmi lahko prav tako **negativno** vplivajo na delavce. Na primer, ko se bo zgodila nezgoda pri delu, bo umetna inteligenca morda morala sprejeti odločitve, ki lahko rešijo življenja, zato je pomembno, da imajo ti sistemi zanesljive, točne in nepristranske podatke, da imajo ustrezno „inteligenco“ za doseganje zapletenih ciljev in da lahko zmanjšajo tveganja, ne da bi povzročili večjo škodo.⁵⁴

Pri upravljanju podjetja lahko velika količina zbranih podatkov, ki jih je treba razložiti, povzroči **kognitivno preobremenitev**, razen če je postopek avtomatiziran.⁵⁵ To velja tudi za delavce, ki lahko prejmejo veliko količino podatkov/vsebine, kadar uporabljajo virtualno ali obogateno resničnost (AR in VR)⁵⁶.

Izzivi, povezani z delovnimi odnosi

Prehod na **algoritemsko upravljanje** lahko vpliva na delovne odnose, komunikacijo in zaupanje. Upravljanje s pomočjo umetne inteligence lahko zmanjša stike med vodstvom in delavci ter med sodelavci. Zato lahko ogrozi povezanost in motivacijo na delovnem mestu. Manjše možnosti za kroženje delovnih nalog in raznolikost lahko prav tako vodijo v večje nezadovoljstvo na delovnem mestu, na primer pri delavcih, ki opravljajo izolirano, monotono in ponavljajoče se delo. Poleg tega lahko algoritemsko odločanje, ki ni pregledno in odprto, povzroči občutek nepravilnosti in odtujenosti ter posledično omejuje ustvarjalnost in avtonomijo.⁵⁷ Uporaba digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko povzroči **frustracijo in strah pred slabim delovanjem tehnologije** ali se izkaže za neudobno oziroma težko prilagodljivo.⁵⁸

Zamegljena odgovornost za varnost in zdravje pri delu ter meje

V praksi lahko digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu na več načinov zabrišejo odgovornost za varnost in zdravje pri delu ter mejo med zasebnim in poklicnim življenjem.

- Delodajalci lahko postanejo **vse bolj odvisni od njih** na račun **drugih ukrepov na področju varnosti in zdravja pri delu**.
- Delodajalci morda ne bodo izvedli **ustreznih ocen tveganja ali sprejeli popravilnih ukrepov** na podlagi podatkov, zbranih z digitalno tehnologijo, kar bi lahko ustvarilo lažen občutek varnosti pri delu.
- Morda je **večji poudarek na individualnih ukrepih spremljanja varnosti in zdravja pri delu kot na kolektivnih ukrepih**: kolektivni zaščitni ukrepi ščitijo vse delavce in ne le enega v danem trenutku, vendar se ti dve ravni varnostnih ukrepov dopolnjujeta in ne medsebojno izključujeta, pri čemer individualni varnostni ukrepi pomenijo dodatno raven zaščite za *preostala tveganja*⁵⁹.
- **Zabrisane meje med zasebnim in poklicnim življenjem**: uporaba nosljivih naprav lahko zabriše mejo med zasebnim in poklicnim življenjem, če se podatki beležijo 24 ur na dan, 7 dni na teden. Nosljive naprave lahko delavce opozorijo, da jim primanjkuje spanca, s tem povezani programi dobrega počutja pa lahko opozorijo na posamezne ukrepe, ki jih je mogoče sprejeti (npr. boljša prehrana, zadostna količina

⁵¹ Bender, G. in Söderqvist, F. *Kako se pogajati o algoritmu: študija primera o glasu in avtomatizaciji v švedskem rudarstvu*. Tehnološki inštitut Blekinge (v pripravi).

⁵² Razgovori, ki jih je družba Ecorys opravila za to študijo od novembra 2021 do februarja 2022.

⁵³ Samek Lodovici, M. et al. (2021). *Vpliv dela na daljavo in digitalnega dela na delavce in družbo*. Tematski sektor za gospodarsko in znanstveno politiko ter kakovost življenja, Evropski 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. (27. julij 2020). Etiki na področju umetne inteligence se sporečejo o primernosti spornega problema pobeglega vlaka v resničnem svetu, kar je dejansko za samovozeče avtomobile. *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. (7. marec 2020). Če ima umetna inteligenca človekove pravice, so nekateri zaskrbljeni, da se bodo samovozeči avtomobili obrnili proti nam. *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> Glej: <https://www.aitrends.com/ai-insider/self-driving-car-mother-ai-projects-moonshot/> Castelvacci, D. (2020). Ali je prepoznavanje obraza preveč pristransko, da bi se lahko uporabljalo brez nadzora? *Narava*. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03186-4>

⁵⁵ Hosman, A. (17. julij 2017). *Kako bi nosljive naprave lahko ogrozile varnost na delovnem mestu*. EHS Today. <https://www.ehstoday.com/ppe/article/21919117/how-wearables-could-disrupt-workplace-safety>

⁵⁶ EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje, *Digitalizacija ter varnost in zdravje pri delu – raziskovalni program EU-OSHA*, 2019.: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-and-occupational-safety-and-health-eu-osha-research-programme>

⁵⁷ Evropska konfederacija sindikatov. (13. julij 2020), *Resolucija o evropskih strategijah o umetni inteligenci in podatkih*.

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

Zednik, C. (2021). Reševanje problematike črne skrinjice: normativni okvir za razložljivo umetno inteligenco. *Philosophy & Technology*, 34, 265–288. <https://doi.org/10.1007/s13347-019-00382-7>

⁵⁸ Razgovori, ki jih je družba Ecorys opravila za to študijo od novembra 2021 do februarja 2022.

⁵⁹ HASpod. (2019). *Preostalo tveganje: kako obvladovati tveganja, ki jih ne morete preprečiti*. Na voljo na: <https://www.haspod.com/blog/management/residual-risk>.

spanca, zmanjšanje vnosa kave, večja telesna aktivnost itd.), čeprav so namesto tega morda potrebni ukrepi na delovnem mestu (ali celo javnozdravstveni ukrepi).

- **Pomanjkanje ustreznega usposabljanja**⁶⁰ delavcev in vodstva, ki bi omogočilo učinkovito uporabo sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu na delovnem mestu, lahko omeji morebitne koristi in celo poveča tveganje za škodo.

Krepitev prednosti digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu: ključni poudarki za oblikovalce politik in odločevalce

Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu lahko obsežno prispevajo k prepoznavanju in ocenjevanju tveganj za varnost in zdravje pri delu, preprečevanju in/ali zmanjševanju škode ter spodbujanju varnosti in zdravja pri delu. Zato so lahko bistveno orodje za pomoč organizacijam pri izboljšanju varnosti in zdravja pri delu, varnosti opreme in postopkov ter sistemov upravljanja zdravja. Nadaljnji dokazi o njihovi praktični uporabi in prilagajanju v različnih organizacijskih, sektorskih in pravnih okvirih bodo omogočili globlje razumevanje njihovega vpliva na varnost in zdravje pri delu, vključno s konkretnimi koristmi in preostali izzivi.

Glede na navedeno so ponujene naslednje ključne ugotovitve, da bi se povečale koristi digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu ter zmanjšale morebitne pomanjkljivosti, povezane z njihovo uporabo.

Poudarek 1: Razvoj na dokazih temelječih standardov na enotnem digitalnem trgu EU, ki spodbujajo uvajanje digitalnih sistemov

Uporaba digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu pogosto temelji na skladnosti z obstoječimi pravnimi standardi. Vendar pa zakonodajni razvoj pogosto zaostaja za tehnološkim. Standardizacija pametnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu pomeni vrsto izzivov, ki delujejo kot morebitna ovira za njihovo sprejetje na organizacijski ravni. Določitev standardov na enotnem digitalnem trgu EU, ki zagotavljajo ustrezen okvir in meje, vendar ne zaostajajo za hitrim tehnološkim razvojem, ni enostavna, vendar bi bilo treba prizadevanja nadaljevati. To bo zagotovilo ustrezno pravno okolje za oblikovalce, da še naprej uvajajo inovacije, in za delodajalce, da bodo uporabljali digitalne sisteme za spremljanje varnosti in zdravja pri delu za spodbujanje izboljšav na tem področju.

Poudarek 2: Prilagoditev digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu potrebam podjetij in delavcev

Odločitve o uporabi sistemov spremljanja varnosti in zdravja pri delu morajo temeljiti tudi na obstoječih potrebah in želji po izboljšanju varnosti, zdravja in dobrega počutja delavcev pri delu, ne le na zakonskih zahtevah. Čeprav se lahko splošni sistemi spremljanja varnosti in zdravja pri delu izkažejo za ustrezne v nekaterih gospodarskih dejavnostih ali vrstah delovnih mest, lahko prilagajanje rešitev delovnemu mestu in potrebam delavcev poveča njihovo učinkovitost in pozitivne učinke. Eden od načinov za povečanje učinkovitosti tovrstnih sistemov je upoštevanje posebnih potreb v fazi načrtovanja ter morebitnih pozitivnih in negativnih učinkov sprejetja digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu.

Poudarek 3: Zagotavljanje ustrezne podpore organizacijam, zlasti majhnim in srednje velikim podjetjem

Konkretni primeri učinkovitosti teh sistemov in možnosti prilagoditev za nadaljnje povečanje njihovih koristi bi nosilec odločanja zagotovili potrebne dokaze za sprejetje tovrstnih sistemov. Ti dokazi so odvisni od trenutnih načrtovalcev in uporabnikov, ki zbirajo, pregledujejo in javno delijo informacije o učinku sistemov spremljanja varnosti in zdravja pri delu ter prilagoditvah, ki omogočajo večjo učinkovitost. Obsežna izmenjava dobrih in obetavnih praks bi lahko pospešila uvajanje teh sistemov. Takšna prizadevanja so poleg zasnove in prilagoditve

⁶⁰ Evropska komisija, Evropsko središče za politično strategijo, in Servoz, M. (2019). Umetna inteligenca, prihodnost dela : delo prihodnosti! : O tem, kako umetna inteligenca, robotika in avtomatizacija spreminjajo delovna mesta in gospodarstvo v Evropi. Urad za publikacije Evropske unije; <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/096526d7-17d8-11ea-8c1f-01aa75ed71a1>

sistemov spremljanja lahko tudi draga, kar pomeni velik izziv za delodajalce, zlasti pa za majhna in srednje velika podjetja.

Ukrepi javne politike za podporo oblikovanju, pridobivanju in ocenjevanju uporabe digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu (povezani z instrumenti finančne podpore) lahko izboljšajo njihovo uporabo in okrepijo dokazila glede njihovega učinka pri preprečevanju ali zmanjševanju tveganj za varnost in zdravje pri delu ter glede prilagoditev, ki jih je treba izvesti.

Poudarek 4: Posvetovati se je treba z ustreznimi stranmi in se dogovoriti o uporabi pametnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu (delodajalci, predstavniki delavcev, strokovnjaki za varnost in zdravje pri delu)

Pred vzpostavitvijo sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu bi morali delodajalci, predstavniki zaposlenih in strokovnjaki za varnost in zdravje pri delu razpravljati in doseči dogovor o tem, kako se bodo sistemi uporabljali. Z zaposlenimi pa se je treba ustrezno posvetovati in jih obveščati. To je bistven korak za ozaveščanje, zagotovitev podpore in omogočanje produktivne, učinkovite in uspešne uporabe teh sistemov, usmerjenih v posebne potrebe varnosti in zdravja pri delu na organizacijski ravni.

Poudarek 5: Ustrezno obveščanje in usposabljanje vodstva podjetja in delavcev v zvezi z uporabo digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu

Omejeni dokazi o konkretnem vplivu na varnost in zdravje pri delu delavcev ter varnostni procesi na organizacijski ravni v različnih gospodarskih dejavnostih, vrstah delovnih mest in v državah z različnimi kulturami varnosti in zdravja pri delu lahko omejijo pripravljenost delodajalcev za oblikovanje in/ali uporabo sistemov spremljanja varnosti in zdravja pri delu. K temu pripomorejo tudi neustrezne informacije o kratkoročnih in dolgoročnih stroških, potrebnih za načrtovanje, izvajanje in prilagajanje teh sistemov. Omejeni dokazi o vplivu teh orodij na varnost in zdravje pri delu lahko prav tako zmanjšajo raven zaupanja delavcev vanje.

Ustrezne kampanje obveščanja in ozaveščanja lahko prispevajo k širšemu in boljšemu razumevanju teh orodij. Viri na delovnem mestu (npr. smernice za usposabljanje, politike podjetja) in redna komunikacija o izkušnjah, pridobljenih z uporabo teh sistemov, lahko prispevajo k boljšemu razumevanju koristi in omejitev teh sistemov. Prav tako lahko zagotovijo njihovo usklajenost z že obstoječimi postopki spremljanja tveganja in drugimi postopki ocenjevanja tveganja, kot so zdravstveni pregledi pri delu.

Poudarek 6: Digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu imajo omejitve, ki jih je treba jasno opredeliti in sporočiti.

Pametni ali digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu so orodja za izboljšanje in spodbujanje varnosti in zdravja pri delu s prilagoditvami na delovnem mestu, drugimi prilagoditvami, popravnimi ukrepi, usposabljanjem delavcev ter okrepljeno kulturo zaupanja in sodelovanja. Tehnologije spremljanja je mogoče optimizirati in prilagoditi njihovi predvideni uporabi v različnih organizacijah, vendar obstajajo v zvezi s tehnologijo, ki se uporablja, obsegom, v katerem je mogoče preprečiti ali omejiti tveganja, načinom zbiranja in razlage podatkov ter morebitnimi napakami, ki izhajajo iz procesa, neizogibne omejitve.

Sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu zagotavljajo informacije o vnaprej določenih parametrih in so namenjeni predvsem *podpiranju* sistemov, ki sprejemajo odločitve o varnosti in zdravju pri delu na organizacijski ravni. Ne delujejo avtonomno in ne nadomeščajo odločevalcev, saj tehnologija spremljanja ne more upoštevati zunanjih dejavnikov ali okoliščin, ki vplivajo na razlago zbranih podatkov in morebitne odločitve o popravnih ukrepih.

Poudarek 7: Razmisliti je treba o posledicah zbiranja in varstva podatkov ter ustrezno obveščati delavce

Sodobno upravljanje podatkov in analitika prinašata znatne koristi postopkom odločanja na organizacijski ravni, vključno s tistimi, ki so namenjeni izboljšanju varnosti in zdravja pri delu, ter lahko pripomoreta k učinkovitejšemu zmanjšanju tveganja pri delu. Obstaja potreba po jasnosti in preglednosti ter protokolih za varstvo podatkov o tem, kako se uporabljajo podatki, zbrani s temi sistemi, katere vrste podatkov se uporabljajo, kdo lahko dostopa do njih, za katere namene in kako je zagotovljena zanesljiva varnost podatkov.

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

Vodji projekta: Annick Starren, Ioannis Anyfantis (EU-OSHA)

Pripravo tega povzetka politike je naročila Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu (EU-OSHA). Njegovo vsebino, vključno z vsemi izraženimi mnenji in/ali sklepi, so prispevali le posamezni avtorji in ne odraža nujno stališč EU-OSHA.

© Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, 2023