

# Pametni digitalni sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu: njihove uporabe in izzivi

## Povzetek

Avtorji: Monica Andriescu, Mario Battaglini, Kyrillos Spyridopoulos, Lucija Kilic, Niklas Olausson, Andrea Broughton, Dureen Toro (Ecorys).

Upravljanje projektov): Annick Starren, Ioannis Anyfantis, Emmanuelle Brun - Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu (EU-OSHA).

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

Niti Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu niti osebe, ki delujejo v njenem imenu, niso odgovorne za uporabo podatkov iz te publikacije.

© Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, 2024

Reprodukcija je dovoljena z navedbo vira.

Za vsako uporabo ali reprodukcijo fotografij ali drugega gradiva, ki ni zaščiteno z avtorskimi pravicami Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu, je treba pridobiti dovoljenje neposredno od imetnikov pravic.

## Kazalo vsebine

1	Uvod .....	4
2	Spodbude, ovire in uporaba pametnih digitalnih sistemov za spremljanje .....	4
2.1	Pregled spodbud in ovir za uvedbo .....	4
2.2	Trendi pri uporabi .....	5
3	Taksonomija pametnih digitalnih sistemov za spremljanje v celotnem ciklu varnosti in zdravja pri delu.....	5
3.1	Opredelitev .....	5
3.2	Digitalne tehnologije .....	5
3.3	Taksonomija .....	5
4	Priložnosti in uporaba pametnih digitalnih sistemov za spremljanje .....	6
4.1	Proaktivno spremljanje varnosti in zdravja pri delu .....	6
4.1.1	Zgodnje prepoznavanje nevarnosti in ocenjevanje tveganj za preprečevanje škode ...	6
4.1.2	Zagotavljanje usposabljanja na delovnem mestu .....	8
4.2	Reaktivno spremljanje varnosti in zdravja pri delu .....	8
4.2.1	Zmanjšanje posledic škode .....	8
4.2.2	Preiskovanje nezgod pri delu in poročanje o njih .....	9
5	Tveganja in izzivi pametnih digitalnih sistemov za spremljanje .....	9
5.1	Tveganja za telesno zdravje in varnost .....	9
5.2	Psihosocialna tveganja.....	10
5.3	Odgovornost in sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu.....	11
6	Faze tveganj in izzivov ter ukrepi za njihovo ublažitev in premagovanje.....	11
6.1	Tehnološka zrelost .....	11
6.2	Načrtovanje in izvajanje.....	11
7	Zaključki .....	12

## Seznam slik in preglednic

Slika 1: Pregled 4. poglavja o priložnostih in uporabi pametnih digitalnih sistemov za spremljanje.....	6
Slika 2: Pregled tveganj za telesno zdravje in varnost pri pametnih digitalnih sistemih za spremljanje	10
Slika 3: Učinki elektronskega merjenja uspešnosti na psihosocialno zdravje.....	11

## 1 Uvod

V tem zbirnem poročilu so opredeljene vrste, nameni in uporabe pametnih digitalnih sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu<sup>1</sup>. Poročilo ocenjuje tudi priložnosti za uporabo, izzive in tveganja, povezana s temi sistemi ter daje priporočila za politiko, raziskave in prakso za izboljšanje varnosti in zdravja pri delu. Zbirno poročilo temelji na daljšem dokumentu EU-OSHA, pri čemer je kot referenčni vir uporabljenih 180 virov, podatki iz tretje evropske raziskave podjetij o novih in nastajajočih tveganjih (ESENER-3) ter spletni razgovori z 29 ključnimi informatorji<sup>2</sup>.

Študija je sestavljena, kot je navedeno v nadaljevanju.

V **2. poglavju** so v središču pozornosti spodbude in ovire pri uvajanju pametnih digitalnih sistemov za spremljanje na delovnem mestu.

V **3. poglavju** je navedena delovna opredelitev pametnih digitalnih sistemov za spremljanje ter razlika med proaktivnimi in reaktivnimi sistemi.

V **4. poglavju** so obravnavane priložnosti za uporabo pametnih digitalnih sistemov za spremljanje na delovnem mestu.

V **5. poglavju** so obravnavani izzivi in tveganja, ki jih pametni digitalni sistemi za spremljanje predstavljajo za varnost in zdravje delavcev, zlasti v zvezi s fizičnimi in psihosocialnimi tveganji za zdravje. V tem oddelku je dodanih tudi nekaj širših premislekov o posledicah teh sistemov za delovna mesta.

V **6. poglavju** so predlagani nekateri odzivi na izzive in tveganja pametnih digitalnih sistemov za spremljanje.

V **7. poglavju** so predstavljeni zaključki študije in podana priporočila za politiko, raziskave in podjetja.

## 2 Spodbude, ovire in uporaba pametnih digitalnih sistemov za spremljanje

### 2.1 Pregled spodbud in ovir za uvedbo

Pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko pomagajo izboljšati varnost in zdravje pri delu. Vendar (1) tehnologija, (2) zakonodaja, standardizacija in raziskave ter (3) organizacijski dejavniki vplivajo na njihovo uvedbo na delovnih mestih.

#### Tehnološki vzpon

Razvoj tehnologij, kot sta umetna inteligenca (UI) in internet stvari, izboljšuje zmogljivosti pametnih digitalnih sistemov za spremljanje ter povečuje njihovo dostopnost za podjetja. Vendar pa izzivi, kot so zanesljivost, prilagajanje, velikost ter stroški razvoja in standardizacije, ostajajo.

#### Zakonodaja, standardizacija in raziskave

Pri zakonodaji EU ostaja nekaj odprtih vprašanj, saj Direktiva 89/391/EGS ne obravnava izrecno novih izzivov digitalnih tehnologij, ki se uporabljajo v pametnih digitalnih sistemih za spremljanje. Odprta vprašanja ostajajo tudi v zvezi s standardi certificiranja, ki so pogosto zapleteni in povzročajo visoke stroške. Z vidika raziskav je pridobivanje zanesljivih in trdnih podatkov o učinkovitosti digitalnih pametnih sistemov zahtevno.

#### Organizacijski dejavniki

Organizacijski dejavniki so lahko hkrati spodbuda in ovira pri uvajanju pametnih digitalnih sistemov za spremljanje.

---

<sup>1</sup> V nadaljnjem besedilu tudi: pametni digitalni sistemi za spremljanje.

<sup>2</sup> Popoln seznam virov in ključnih informatorjev, uporabljenih za pripravo tega zbirnega poročila, je na voljo v glavnem poročilu o študiji.

Po eni strani je lahko zagotavljanje skladnosti in nižanje stroškov zavarovanja ter izboljševanje dobrega počutja starajoče se delovne sile spodbuda za uvedbo pametnih digitalnih sistemov za spremljanje. Po drugi strani pa lahko pomenijo oviro pomisleki glede uporabe pametnih digitalnih sistemov za spremljanje kot izgovora za nadzor in merjenje uspešnosti zaposlenih ter vprašanj v zvezi s podatki. Dodatna ovira so lahko zaznani finančni in časovni viri podjetij v smislu vključevanja pametnega digitalnega sistema v njihov obstoječi sistem upravljanja varnosti in zdravja pri delu.

## 2.2 Trendi pri uporabi

Čeprav za to ni trdnih dokazov, so proizvajalci proizvodov, s katerimi so bili opravljeni razgovori za to študijo, opozorili na vse večje povpraševanje po pametnih digitalnih sistemih za spremljanje, zlasti v velikih in pogosto v čezmejnih podjetjih iz gospodarskih dejavnosti z visokim tveganjem za varnost in zdravje pri delu.

# 3 Taksonomija pametnih digitalnih sistemov za spremljanje v celotnem ciklu varnosti in zdravja pri delu

## 3.1 Opredelitev

Ta študija opredeljuje **pametne digitalne sisteme za spremljanje kot sisteme, ki uporabljajo digitalno tehnologijo za zbiranje in analiziranje podatkov z namenom prepoznavanja in ocenjevanja tveganj, preprečevanja in/ali zmanjševanja škode ter spodbujanja varnosti in zdravja pri delu.** Ta opredelitev poskuša obravnavati prednosti in pomanjkljivosti obstoječih opredelitev ter najti ravnotežje med širino in globino. Več informacij, na katerih temelji utemeljitev te opredelitve, je na voljo v glavnem poročilu.

## 3.2 Digitalne tehnologije

Pametni digitalni sistemi za spremljanje uporabljajo tako konvencionalne kot tudi nove digitalne tehnologije<sup>3</sup>. V praksi so te tehnologije pogosto vgrajene v osebno varovalno opremo, nosljive naprave in opremo, ki prenašajo podatke na platformo, ki temelji na oblaku.

### Vrste spremljanih tveganj

Pametni digitalni sistemi spremljajo zelo različna tveganja za varnost in zdravje pri delu (kemijski, ergonomski, psihosocialni, fizični in varnostni dejavniki tveganja). Ta tveganja so povezana z naslednjimi štirimi dejavniki: **obrati, prostori, ljudmi in postopki**, ki se lahko razlikujejo med gospodarskimi dejavnostmi, pa tudi znotraj podjetij v isti dejavnosti.

### Vrste zbiranja podatkov

Pametni digitalni sistemi za spremljanje **lahko v realnem času zbirajo podatke o delovnem okolju in opremi, posameznih delavcih ali obojem.** Splošna uredba o varstvu podatkov, predhodno posvetovanje s sindikati in neuporaba osebnih identifikatorjev lahko pomagajo pri reševanju vprašanj v zvezi z zbiranjem osebnih podatkov, čeprav jih je treba skrbno proučiti.

### Vrste obravnavanih potreb

Pametni digitalni sistemi za spremljanje pogosto zmorejo upoštevati posebne potrebe posameznih skupin delavcev (npr. samostojnih delavcev, delavcev invalidov, na primer z okvaro sluha, starejših delavcev). Zato lahko podpirajo vključevanje na delovnem mestu. Hkrati so pomembni tudi za nastajajoče potrebe v okviru pandemije covid-19 in dela na daljavo.

## 3.3 Taksonomija

To zbirno poročilo, ki temelji na **namenih pametnih digitalnih sistemov za spremljanje**, razlikuje med **proaktivnimi** in **reaktivnimi sistemi**. Ta taksonomija se ne bi smela obravnavati kot strogo zamejena,

---

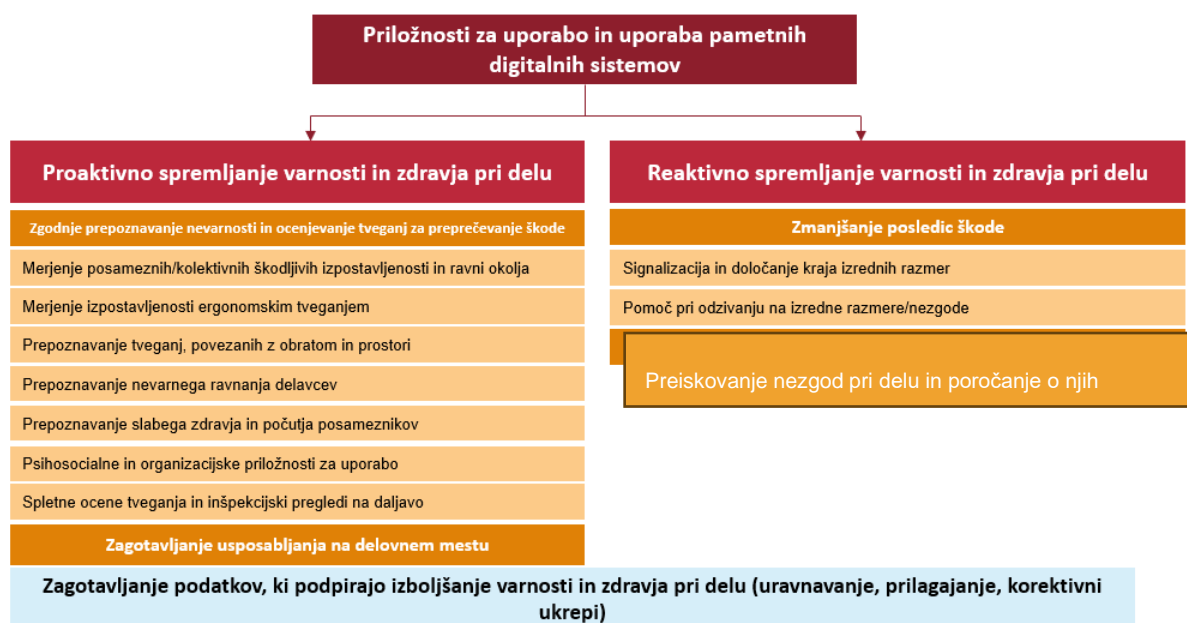
<sup>3</sup> Za podroben opis in opredelitve teh tehnologij glej glavno poročilo.

saj lahko pametni digitalni sistemi za spremljanje v praksi združujejo obe lastnosti. Več informacij, na katerih temelji taksonomija, je na voljo v glavnem poročilu te študije.

## 4 Priložnosti in uporaba pametnih digitalnih sistemov za spremljanje

V tem poglavju so povzete priložnosti za uporabo pametnih digitalnih sistemov za spremljanje, ki temeljijo na razviti taksonomiji. Pregled načina organizacije poglavja je prikazan v sliki 1.

Slika 1: Pregled 4. poglavja o priložnostih in uporabi pametnih digitalnih sistemov za spremljanje



### 4.1 Proaktivno spremljanje varnosti in zdravja pri delu

Proaktivno spremljanje varnosti in zdravja pri delu ima dva glavna namena: prvič, zgodnje prepoznavanje in ocenjevanje tveganj za preprečevanje škode (podpoglavje 4.1.1); drugič, zagotavljanje usposabljanja delavcem<sup>4</sup> (podpoglavje 4.1.2).

#### 4.1.1 Zgodnje prepoznavanje nevarnosti in ocenjevanje tveganj za preprečevanje škode

##### Merjenje posameznih/kolektivnih škodljivih izpostavljenosti in ravni okolja

Proaktivni pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko v realnem času zbirajo podatke o izpostavljenosti delavcev različnim vrstam tveganj, npr. kemijskim, ergonomskim, psihosocialnim, fizičnim in varnostnim dejavnikom tveganja.

Taki sistemi lahko na primer spremljajo izpostavljenost delavcev živemu srebru v petrokemijski dejavnosti in izpostavljenost gradbenih ali kmetijskih delavcev, ki delajo na prostem, ultravijoličnemu sevanju, s čimer preprečujejo tveganja, kot je kožni rak. Poleg tega lahko merijo tudi temperaturo in preprečujejo tveganja, povezana s toploto (npr. pri gašenju požarov).

<sup>4</sup> Na primer z zagotavljanjem povratnih informacij (npr. opozoril) o morebitnih tveganjih in z nasveti, ki so lahko prilagojeni posameznemu delavcu.

Pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko **delavcem pošiljajo tudi opozorilne signale, kadar bi ravni izpostavljenosti** lahko ogrozile njihovo zdravje. To so med drugim sistemi, ki delavce opozarjajo, naj popravijo nevarne drže (npr. v skladiščih), naj bodo previdni glede ravni vibracij pri uporabi nekaterih vrst opreme (npr. pri gradbenih delih na prostem) itd. V nekaterih primerih lahko sistemi, ki uporabljajo geografsko ograjevanje, delavce tudi opozorijo, naj se izogibajo nevarnim območjem in strojem (npr. v rudarstvu), ali odkrijejo vire onesnaženja.

Pri spremljanju okolja se sistemi, ki uporabljajo **brezžična senzorska omrežja (WSN)**, med drugim vse pogosteje uporabljajo za daljinsko spremljanje strupenega prahu, kemikalij, eksplozivnih plinov in drugih snovi pri rudarskih delih ter gradnji predorov. Po drugi strani lahko **sistemi brezpilotnega zrakoplova**, kot so brezpilotni letalniki, zbirajo vzorce in odkrivajo uhajanje metana v industrijskih okoljih ali gospodarskih dejavnostih, kot je precizno kmetijstvo. Nazadnje lahko tehnologije, kot je **razširjena resničnost (AR)**, zagotovijo podatke o skritih tveganjih, kot je azbest.

### Merjenje izpostavljenosti ergonomskim tveganjem

Pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko merijo tudi izpostavljenost ergonomskim tveganjem in preprečujejo z delom povezana kostno-mišična obolenja, kot so poškodbe zaradi ponavljajočih se obremenitev.

Na primer **pametni digitalni sistemi za spremljanje, ki uporabljajo senzorje merilnika pospeška**, lahko spremljajo nevarno ali škodljivo gibanje in preprečujejo kopičenje fizičnih obremenitev. Ti sistemi lahko upravljavcem varnosti in zdravja pri delu pošljejo zbirne podatke, da jim pomagajo načrtovati ukrepe za odpravo ali zmanjšanje izpostavljenosti dejavnikom tveganja, npr. s spreminjanjem razporeditve produkcijske linije.

Ti sistemi lahko delavcem zagotavljajo tudi neposredne povratne informacije, na primer z vibracijami ter zvočnimi ali vizualnimi podatki, in jim nudijo prilagojeno usposabljanje glede na njihove značilnosti, kot so starost, teža, višina itd. V zvezi s tem je treba omeniti uporabo eksoskeletov za pomoč delavcem pri obvladovanju kostno-mišičnih obolenj. Aktivni eksoskeleti lahko na primer zmanjšajo fizično obremenitev (npr. hrbtenice, mišic, kosti in vezi) ter povečajo fizične zmogljivosti delavcev, pasivni eksoskeleti pa lahko prerazporedijo fizični napor za zaščito posameznih delov telesa. Tudi sodelovalni roboti, ki so povezani z opremo delavcev, lahko izboljšajo spremljanje varnosti in zdravja pri delu v zvezi s kostno-mišičnimi obolenji.

### Prepoznavanje tveganj, povezanih z obratom in prostori

Številni pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko prepoznajo tveganja, povezana z obratom in prostori, ki se lahko nanašajo na zdrse, spotike, padce, promet na gradbišču ter druga tveganja. Sistemi radiofrekvenčne identifikacije (RFID) in kamere lahko na primer sledijo lokaciji in hitrosti industrijskih vozil ter aktivirajo gumbe za zaustavitev v sili, ko so mejne vrednosti presežene. Sistemi, kot so **pametne aktivne zaščitne hlače**, imajo lahko funkcijo zaustavitve verižne žage, ki se preveč približa delavcu. Nazadnje lahko **sistemi brezpilotnega zrakoplova in avtonomni roboti** spremljajo ter prepoznavajo tudi tveganja, povezana z obratom in prostori.

### Prepoznavanje nevarnega ravnanja delavcev

Druga možna uporaba pametnih digitalnih sistemov za spremljanje je sledenje nevarnemu vedenju ali celo napovedovanje takega vedenja, kot je prekoračitev dovoljene hitrosti industrijskih vozil ali preverjanje skladnosti z varnostnimi zahtevami. S tehnologijami, kot sta radiofrekvenčna identifikacija (RFID) ali globoko učenje, lahko na primer preverite, ali delavci nosijo osebno varnostno opremo, kot so maske za zaščito dihal, in omejite njihov dostop do posameznih območij. Podobni sistemi lahko tudi preverijo, ali je bilo vzdrževanje take opreme izvedeno v skladu z načrtom, ter tako pomagajo osebi, odgovorni za varnost in zdravje pri delu, pri odločanju, ali je treba nalogo opraviti z uporabo te opreme ali ne. V offshore industrijah so ti sistemi pogosto medsebojno povezani z drugimi varnostnimi sistemi obdelave, katerih cilj je izboljšati varnost in zdravje pri delu.

Včasih je nevarno vedenje delavcev povezano z njihovo utrujenostjo ali stresom. V tem primeru lahko pametni digitalni sistemi za spremljanje, kot so **nosljive naprave**, zaznajo znake telesne ali duševne utrujenosti, ki lahko ovira odločanje, ter z algoritmi strojnega učenja predvidijo, kdaj in kje bodo nezgode verjetnejše (npr. posamezne časovne točke, v katerih so vozniki tovornjakov bolj nagnjeni k nezgodam). Na ravni delovnega mesta so ti vpogledi zelo pomembni, saj lahko ustvarijo razčlenjene ocene utrujenosti po izmenah ter lokacijah, ki jih je mogoče uporabiti za izboljšanje varnosti in zdravja pri delu s strukturnimi ukrepi.

## Prepoznavanje slabega zdravja in počutja posameznikov

Pametni digitalni sistemi za spremljanje, ki uporabljajo brezžično tehnologijo, lahko spremljajo telesno in duševno dobro počutje posameznih delavcev. Med drugim so to mobilne aplikacije za spremljanje srčnega utripa, krvnega tlaka, vzorcev spanja, izmenskega dela itd. Te aplikacije in sistemi so vse bolj cenovno dostopni ter lahko z igrifikacijo spodbujajo pozitivna ravnanja. Na ta način je mogoče spremljati tudi vedênje zunaj delovnega okolja (npr. pomanjkanje spanja), ki lahko vpliva na delo. Vendar ta možnost ni brez težav, saj briše meje med poklicnim in zasebnim življenjem.

## Psihosocialne in organizacijske priložnosti za uporabo

Pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko omogočajo tudi nekatere pomembne priložnosti za uporabo v zvezi s psihosocialnim zdravjem delavcev in organizacijo dela.

Če na primer podjetja te sisteme uporabljajo za izvajanje strukturnih sprememb, kot so spremembe postavitve delovnega mesta, da bi preprečili poškodbe, izboljšanje razporeditve nalog in izmen, zagotavljanje individualiziranega usposabljanja ter podobno, lahko delavcem pomagajo obvladovati **psihosocialna tveganja ter prispevajo k temu, da se počutijo bolj varne in produktivne**. Poleg tega lahko sistemi, kot so sistemi brezpilotnega zrakoplova, razširjena resničnost (AR), brezžična senzorska omrežja (WSN) in koboti, delavce razbremenijo nevarnih nalog, kot je spremljanje izvajanja vzdrževalnih del v industrijskem obratu, kar zmanjša poklicni stres ter njegov vpliv na duševno zdravje in dobro počutje. Drugi primeri možne uporabe vključujejo zagotavljanje boljšega usklajevanja med poklicnim in zasebnim življenjem, kar prispeva k temu, da se posamezniku zdi njegovo delo bolj smiselno, povečuje motivacijo in nadzor nad odločitvami z usposabljanjem na delovnem mestu.

## Spletne ocene tveganja in inšpekcijski pregledi na daljavo

Še eno področje možne uporabe pametnih digitalnih sistemov za spremljanje je hitrejše, lažje, varnejše in bolj prilagojeno izvajanje digitalnih ocen tveganja ter inšpekcijskih pregledov, celo na daljavo. Virtualna resničnost na primer omogoča virtualne sprehode po obratih, sistemi brezpilotnega zrakoplova pa lahko pobirajo vzorce. Po drugi strani lahko strojno učenje in masovni podatki podjetjem pomagajo pripraviti napovedi na podlagi preteklih nezgod pri delu.

### 4.1.2 Zagotavljanje usposabljanja na delovnem mestu

Nazadnje je pomembno poudariti, da številni pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko **delavcem omogočajo usposabljanje na delovnem mestu**.

**Sistemi kamer** v kombinaciji z **UI** lahko podjetjem pomagajo analizirati nezgode pri delu in načrtovati varne prakse. **Nosljive naprave, vključno z osebno varovalno opremo**, lahko sledijo nevarnemu vedênju (npr. nepravilno dviganje težkega predmeta) in **delavcem zagotovijo prilagojeno usposabljanje (npr. glede na njihovo starost, telesno težo itd.)** v obliki navodil za e-učenje v mobilni aplikaciji ali v obliki opozorilnih vibracij ali zvokov.

## 4.2 Reaktivno spremljanje varnosti in zdravja pri delu

Reaktivno spremljanje varnosti in zdravja pri delu ima dva glavna namena: prvič, zmanjšanje posledic nezgod pri delu in izrednih razmer<sup>5</sup> (oddelek 4.2.1) ter poročanje o nezgodah pri delu in njihovo preiskovanje (oddelek 4.2.2). Ta namena sta podrobno obravnavana v nadaljevanju.

### 4.2.1 Zmanjšanje posledic škode

#### Signalizacija in določanje kraja izrednih razmer

Signalizacija in določitev kraja, na katerem je prišlo do izrednih razmer, lahko pomagata hitro ter natančno določiti položaj delavcev, ki bi lahko bili resno ogroženi. Med drugim so to pametni digitalni sistemi za spremljanje z geografskim označevanjem, podzemne tehnologije Bluetooth, 5G in brezžična senzorska omrežja (WSN), ki lahko skrajšajo čas reševalnih akcij, na primer v primeru nezgode v podzemnem rudarstvu, med gašenjem požara ali med gradbenimi deli (npr. funkcije „man-down“ (delavec poškodovan)).

---

<sup>5</sup> Izraza nezgode in izredne razmere se uporabljata kot sopomenki.



V takih in podobnih primerih lahko pametni digitalni sistemi za spremljanje samodejno opozorijo na izredne dogodke, na primer s tehnologijo za zaznavanje padcev ob uporabi merilnikov pospeška ali s pošiljanjem samodejnega paničnega opozorila, če delavec ne more opraviti klica v sili. Ker je položaj delavca določen, lahko reševalna akcija traja manj časa. Brezpilotni letalniki prav tako ponujajo veliko možnosti za iskanje in reševanje v podzemnih ali nadzemnih akcijah. Na primer, avtonomni brezpilotni letalniki s tehnologijo GPS in radiofrekvenčno identifikacijo (RFID) lahko sledijo nevarnostim v podzemnih rudarskih delovnih okoljih, obstajajo pa tudi brezpilotni letalniki, ki lahko sledijo žrtvam in napovedujejo nove nevarne deflagracije v petrokemičnih proizvodih.

Poleg zmanjševanja posledic tveganj v gospodarskih dejavnostih z visokim tveganjem za varnost in zdravje pri delu so take priložnosti za uporabo na voljo tudi v zdravstvu, vendar so redkejšje.

### **Pomoč pri odzivanju na izredne razmere in nezgode pri delu**

Pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko pomagajo tudi v izrednih razmerah in pri nezgodah. Tovrstni sistemi lahko sporočajo informacije (videoposnetke, zvok, slike, besedilo), na primer prek pametnih očal, da bi delavcu pomagali pri orientaciji v težkih okoliščinah. Poleg tega lahko za nekatere posebne dejavnosti, kot je gašenje požarov, vključujejo značilnosti, kot so avtomatski/aktivni hladilni sistemi, ki lahko rešijo življenja ali zmanjšajo posledice škode, kadar drugi načini zmanjševanja toplotnih obremenitev niso izvedljivi.

Poleg zgoraj prikazanih funkcij lahko pametni digitalni sistemi za spremljanje, kot so **sistemi brezpilotnega zrakoplova**, odkrijejo tudi napake v opremi, ki se nosi med izrednimi razmerami, in tako zmanjšajo posledice morebitne škode. V takih okoliščinah lahko sistemi brezpilotnega zrakoplova dostavijo tudi novo opremo, na primer v nujnih primerih dostavijo dihalne aparate rudarjem.

#### **4.2.2 Preiskovanje nezgod pri delu in poročanje o njih**

Pametni digitalni sistemi za spremljanje lahko pomagajo tudi pri preiskovanju nezgod pri delu. To vključuje zagotavljanje informacij o tem, kje se je nezgoda zgodila, kdo je bil navzoč in kdo so bile žrtve, kakšna dejanja in/ali okoliščine so povzročili nezgodo ter kaj se je zgodilo med njo in poznejšimi reševalnimi akcijami. Na ta način pomagajo vzpostaviti verigo dogodkov.

Ta veriga dogodkov lahko podjetjem v prihodnje pomaga izboljšati varnost in zdravje pri delu z obvladovanjem tveganj, ki lahko povzročajo nezgode, na podlagi hierarhije ukrepov in z izboljšanjem reševalnih akcij. Poleg tega lahko podjetjem pomagajo vzpostaviti natančno, na podatkih temelječe poročanje, ki je v primerjavi s poročanjem v papirni obliki lažje dostopno. Prav tako lahko obravnavajo tveganje nezadostnega poročanja o nezgodah, saj pogosto zbirajo podatke v realnem času.

## **5 Tveganja in izzivi pametnih digitalnih sistemov za spremljanje**

Pametni digitalni sistemi za spremljanje poleg priložnosti prinašajo tudi številna tveganja in izzive. V tem poglavju so opredeljeni izzivi in tveganja, ki se nanašajo na telesno zdravje in varnost, psihosocialna tveganja, tveganje zameglitve odgovornosti za varnost in zdravje pri delu ter usposabljanje.

### **5.1 Tveganja za telesno zdravje in varnost**

V tem oddelku so predstavljena tveganja za telesno zdravje in varnost, ki so povezana z uporabo pametnih digitalnih sistemov. Slika 2 prikazuje povzetek teh tveganj.

Slika 2: Pregled tveganj za telesno zdravje in varnost pri pametnih digitalnih sistemih za spremljanje<sup>6</sup>



Najprej je treba poudariti, da imajo pametni digitalni sistemi za spremljanje morda lahko škodljive ali katere druge neznane negativne učinke na varnost in zdravje delavcev. Eksoskeleti lahko na primer s prerazporeditvijo navora v telesu povzročijo nove dejavnike tveganja, ki lahko povzročijo kostno-mišična obolenja. Poleg tega lahko pomenijo tudi druga tveganja, na primer povečano obremenitev srca in ožilja ter stres ali preveliko zaupanje delavcev v svoje sposobnosti, kar lahko privede do nezgod.

Pametni digitalni sistemi za spremljanje, ki uporabljajo senzorsko tehnologijo, morda ne bodo natančno zbirali podatkov v industrijskih okoljih, saj se ta razlikujejo od laboratorijskih razmer, v katerih so ti senzorji preizkušeni in certificirani. To lahko povzroči nevarnost, da bodo delavci izpostavljeni višjim mejnim vrednostim varnosti in zdravja pri delu, kot so sprejemljive, ali da se bodo sistemi odločanja, ki jih poganja umetna inteligenca, zanašali na take podatke. Poleg tega imajo senzorji teh sistemov pogosto omejitve. Za ponazoritev tega lahko navedemo, da brezpilotni letalniki s toplotnimi kamerami morda ne bodo mogli razlikovati delavcev od okolice. V teh okoliščinah je treba zagotoviti, da podjetja ohranijo svoje zmogljivosti na področju varnosti in zdravja pri delu ter se izognejo pretiranemu zanašanju na tovrstne sisteme.

Dodaten izziv je, da se lahko nove tehnologije ali njihove elektronske komponente pokvarijo. Na primer **baterije** morda ne bodo mogle delovati v posebnih pogojih, v nekaterih primerih pa se lahko pregrejejo ali eksplozirajo. Prav tako lahko voda, če prodre v **električne dele jopiča s senzorjem**, povzroči kratek stik in elektrošok.

Poleg tega lahko napačna uporaba pametnih digitalnih sistemov za spremljanje ogrozi zdravje delavcev zaradi **povečanja** ali **zmanjšanja intenzivnosti dela**. V slednjem primeru lahko na primer odstranitev delavcev z nalog, ki vključujejo rokovanje z orodjem in izdelki, zmanjša njihovo splošno telesno pripravljenost, kar lahko povzroči izgubo mišic in zmanjšanje kostne gostote ali gibljivosti sklepov.

## 5.2 Psihosocialna tveganja

V tem poglavju so obravnavana psihosocialna tveganja, povezan s pametnimi digitalnimi sistemi za spremljanje. V sliki 3 so predstavljena tveganja, ki se nanašajo zlasti na elektronsko merjenje uspešnosti (EPM) in se lahko uporabljajo v zvezi s pametnimi digitalnimi sistemi za spremljanje.

<sup>6</sup> Ikone od leve proti desni so izdelali ponudniki [surang](#), [Freepik](#), [Freepik](#) in [Eucalyp iz podatkovne zbirke Flaticon.com](#).

**Slika 3: Učinki elektronskega merjenja uspešnosti na psihosocialno zdravje<sup>7</sup>**



Lahko pomeni vdor v zasebnost, kar je na splošno razumljeno kot stresor



Lahko povzroči odtujitev od dela

Vir: Poustvaritev avtorjev temelji na: EU-OSHA – Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, *Monitoring technology: The 21st century's pursuit of well-being? (Spremljanje tehnologije: prizadevanje za dobro počutje v 21. stoletju?)*, 2017, str. 4. Na voljo na naslovu:

[https://osha.europa.eu/sites/default/files/Workers\\_monitoring\\_and\\_well-being.pdf](https://osha.europa.eu/sites/default/files/Workers_monitoring_and_well-being.pdf)

Poleg zgoraj navedenega ostajajo tudi vprašanja o zasebnosti, lastništvu in varnosti podatkov ter o tem, ali se spremljanje uporablja kot izgovor za digitalni nadzor, merjenje uspešnosti, diskriminacijo na delovnem mestu in algoritemsko upravljanje. V glavnem poročilu te študije je podrobno opisano, kako lahko ta vprašanja vplivajo na psihosocialno zdravje, zlasti v zvezi z ranljivimi ali kako drugače prikrajšanimi delavci.

### 5.3 Odgovornost in sistemi za spremljanje varnosti in zdravja pri delu

S pametnimi digitalnimi sistemi za spremljanje je povezano še eno tveganje, ki nastane v primeru, da delodajalci te sisteme uporabljajo kot nadomestek za vzpostavitev trdnega okvira varnosti in zdravja pri delu, temelječega na hierarhiji ukrepov, ali v najslabšem primeru kot izgovor za zmanjšanje sredstev za usposabljanje delavcev ter prenos odgovornosti s kolektivnih varnostnih ukrepov na individualne. Navedeni razvoj dogodkov verjetno negativno vpliva na zdravje delavcev, saj obstajajo trdni dokazi, da pametni digitalni sistemi za spremljanje sami po sebi niso rešitev za varnost in zdravje pri delu, ampak so samo njen del.

## 6 Faze tveganj in izzivov ter ukrepi za njihovo ublažitev in premagovanje

### 6.1 Tehnološka zrelost

Kot je bilo prikazano zgoraj, obstaja več tveganj v zvezi z razvojem tehnologij, ki se uporabljajo v pametnih digitalnih sistemih za spremljanje. Zdi se, da so nekatera glavna vprašanja povezana s standardizacijo, točnostjo senzorjev in zmogljivostmi obdelave ter razlago podatkov. Vendar se ta vprašanja ne pojavljajo v povezavi z vsemi tehnologijami in pri njihovih uporabah v vseh gospodarskih dejavnostih ter pri vseh delovnih nalogah. Pomembno je usposobiti delavce, da bodo vedeli, kako lahko sodelujejo z novimi tehnologijami, ter jim zagotoviti jasne usmeritve glede njihovih namenov in omejitev, tudi z viri na delovnem mestu.

### 6.2 Načrtovanje in izvajanje

Odgovor na morebitne izzive pametnih digitalnih sistemov za spremljanje je načrtovanje, osredotočeno na človeka. To je bolje storiti v fazi načrtovanja kot v fazi uvajanja, ko je nov sistem za spremljanje varnosti in zdravja pri delu že na voljo. Drug odgovor je lahko izbira sistemov, ki jih je mogoče konfigurirati za posamezna delovna mesta in njihove potrebe, namesto da se uporabijo univerzalne rešitve. Vključevanje svetov delavcev je prav tako lahko učinkovit odziv v smislu pridobivanja podpore delavcev in njihovega zaupanja v te sisteme ter obravnavanja kritičnih vprašanj v zvezi z uporabo podatkov.

<sup>7</sup> Ikone je izdelal ponudnik [Freepik](#) iz podatkovne zbirke [Flaticon.com](#)

## 7 Zaključki

V tem zbirnem poročilu je navedena delovna opredelitev pametnih digitalnih sistemov za spremljanje, nato pa so ocenjeni njihova uporaba, možnosti za uporabo in izzivi, in sicer z uporabo taksonomije, ki razlikuje med proaktivnimi in reaktivnimi sistemi. V zbirnem poročilu je ugotovljeno, da lahko pametni digitalni sistemi za spremljanje izboljšajo varnost in zdravje pri delu, vendar obstajajo vidiki njihove uporabe, ki jih je treba skrbno proučiti.

Da bi bilo mogoče izkoristiti možnosti pametnih digitalnih sistemov za spremljanje, je v poročilu za zaključek navedenih več priporočil na ravni politike, raziskav in delovnega mesta.

### Na ravni politike je lahko koristno:

- upoštevati **vpliv pametnih digitalnih sistemov za spremljanje na pravice delavcev, delovne razmere ter varnost in zdravje pri delu**;
- zagotoviti, da pravni okviri in okviri politike, ki urejajo ta področja, **sledijo** hitremu razvoju digitalnih orodij ter posledicam njihove uporabe na delovnem mestu;
- umestiti pametne digitalne sisteme za spremljanje v hierarhijo ukrepov ter razmejiti vloge in odgovornosti delodajalcev in delavcev;
- zagotoviti, da so zakonodaja, predpisi in vprašanja v zvezi z odgovornostjo osredotočeni na **spodbujanje inovacij** brez upočasnevanja tehnološkega napredka;
- **zagotoviti ustrezno standardizacijo**, ki podpira kakovost in varnost proizvodov, ter oblikovanje trgov;
- **povezati delodajalce, predstavnike zaposlenih in zdravnike medicine dela** ter skleniti kolektivne pogodbe o načinu uporabe pametnih digitalnih sistemov za spremljanje na delovnem mestu.

### Na ravni raziskav je lahko koristno:

- zapolniti **vrzel v raziskavah v zvezi s tveganji** za varnost in zdravje pri delu, ki se lahko pojavijo pri pametnih digitalnih sistemih za spremljanje;
- **izvajati raziskave na ravni delovnega mesta**, da bi razumeli, kaj se v praksi dogaja v podjetjih v različnih gospodarskih dejavnostih, da bi ocenili obseg in načine, kako lahko pametni digitalni sistemi za spremljanje spodbujajo varnost in zdravje pri delu;
- osredotočiti se na raziskave, ki **zagotavljajo zanesljive podatke o učinkovitosti** sistemov za spremljanje varnosti in zdravja pri delu, s poudarkom na posebnih potrebah in delavcih;
- **učinkoviteje razširjati raziskave**, da bi bile informacije o pametnih digitalnih sistemih bolj dostopne delodajalcem.

### Na ravni delovnega mesta je lahko koristno:

- že **v zgodnji fazi načrtovanja** proučiti, kateri so lahko **pozitivni in negativni učinki** sprejetja pametnih digitalnih sistemov za spremljanje;
- jasno opredeliti „**informacijsko ekologijo**“ (kako se uporabljajo podatki, kdo ima dostop do njih in kdo jih ima v lasti) ter zagotoviti zanesljivo **varnost podatkov**;
- zagotoviti, da se pri načrtovanju in izvajanju pametnih digitalnih sistemov za spremljanje upošteva načelo „**nadzor v rokah človeka**“;
- pri načrtovanju in izvajanju sistemov zagotoviti **udeležbo delavcev in njihovih predstavnikov**;
- zagotoviti, da imajo novi sistemi pozitiven učinek ne le v smislu **telesnega zdravja in varnosti**, ampak tudi v zvezi z **duševnim zdravjem in dobrim počutjem**;
- razumeti **pametne digitalne sisteme za spremljanje kot orodja za izboljšanje in spodbujanje varnosti in zdravja pri delu** s prilagoditvami delovnega mesta, uravnavanjem razmer, korektivnimi ukrepi, usposabljanjem delavcev ter okrepljeno kulturo zaupanja in sodelovanja, **ne pa tako, da so sami sebi namen**. Z drugimi besedami, pametne digitalne sisteme za spremljanje je treba razumeti kot del rešitve, ne pa kot rešitev samo.

**Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu (EU-OSHA)** prispeva k temu, da bi Evropa postala varnejše, bolj zdravo in produktivnejše delovno okolje. Raziskuje, razvija ter razširja zanesljive, uravnotežene in nepristranske informacije o varnosti in zdravju ter organizira vseevropske kampanje za ozaveščanje. Agencija, ki jo je Evropska unija ustanovila leta 1994 in ima sedež v španskem mestu Bilbao, združuje predstavnike Evropske komisije, vlad držav članic, združenj delodajalcev in delavcev ter vodilne strokovnjake iz držav članic EU in zunaj njenih meja.

**Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu**

Santiago de Compostela 12  
48003 Bilbao, Španija

E-naslov: [information@osha.europa.eu](mailto:information@osha.europa.eu)

<https://osha.europa.eu>