

L. Zubčević, K. Dundović\*

# PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U SIGURNOSTI NA RADU

UDK 007.52:331.45  
PRIMLJENO: 16.1.2024.  
PRIHVAĆENO: 22.7.2024.

Ovo djelo je dano na korištenje pod Creative Commons Attribution 4.0 International License



**SAŽETAK:** Umjetna inteligencija dio je sve većeg tehnološkog napretka. Sustavi koji ju koriste sposobni su promatrati, prikupljati podatke, izvršavati zadatke i donositi odluke, a najvažnija karakteristika im je sposobnost učenja. Primjenjuje se u industriji, vojsci, znanosti, kućanstvima te u sigurnosti. U sigurnosti na radu umjetna inteligencija može koristiti u provedbi i osiguranju zaštite i sigurnosti radnika, okoliša i imovine, na način da sudjeluje u izradi procjene rizika i osposobljavanju radnika, da pomaže pri evakuaciji ili da detektira nepravilnosti i opasnosti na mjestima rada te o tome obavještava radnike i osobe zadužene za zaštitu na radu. Također, može koristiti i kao pomoć samom radniku pri obavljanju radnih zadataka tako da ga zamijeni u potpunosti onda kada mu prijete opasnost ili djelomično u zahtjevnijim poslovima. Osim toga, moguće je i praćenje svakog radnika pojedinačno što može dati personalizirane rezultate. Umjetna inteligencija ima svoje prednosti i nedostatke. Dobre strane umjetne inteligencije su smanjenje javljanja pogrešaka i cjelodnevna dostupnost, a u loše se ubrajaju visoki troškovi stvaranja sustava i manjak emocija. Smatra se da će u budućnosti umjetna inteligencija zamijeniti većinu rutinskih poslova.

**Ključne riječi:** umjetna inteligencija, učenje, sigurnost, zaštita

## UVOD

Područje sigurnosti na radu ima tendenciju svakodnevno se unaprjeđivati i pratiti tehnološki napredak. Sve što može poboljšati sigurnost i zaštitu na radu treba se iskoristiti, a u ovom će se radu govoriti o sustavima koji koriste umjetnu inteligenciju kao trenutno najnapredniju tehnologiju te o njihovoj primjeni u području sigurnosti na radu.

Sigurnosti i zaštiti na radu uvelike pomaže tehnologija koja se svakodnevno unaprjeđuje i ulazi u sve više segmenata radnog procesa. Većina radnih procesa danas je automatizirana, pri čemu je dovoljno samo rukovanje računalom da bi se izvršio neki zadatak, koji se donedavno rješavao meha-

nizirano (tako da je radnik upravljao strojem) ili ručno, koristeći alat. Osim fizički zahtjevnih poslova, uporaba računala olakšala je i one manje zahtjevne, kao što su administrativni poslovi. Nekada je stvaranje potrebne dokumentacije oduzimalo puno više vremena, ali i prostora jer ju je trebalo pohranjivati fizički. Danas je unos podataka brži, a za pohranu je dovoljna memorija računala. Tehnološki napredak dosegao je i puno veću razinu od spomenute automatizacije. Radi se o mogućnosti stvaranja uređaja i programa koji će samostalno donositi odluke na temelju primljenih podataka iz okoline, a radi se o razvoju umjetne inteligencije.

## UMJETNA INTELIGENCIJA

Umjetna inteligencija (UI, prema engl. akronimu AI, od *Artificial Intelligence*), dio je računalne

\*Lejla Zubčević, mag. ing. sec., (lzubcevic@veleri.hr), Kristina Dundović, dipl. ing. sig., (kdundovic@veleri.hr), Veleučilište u Rijeci, 51000 Rijeka, Hrvatska.

znanosti (informatike) koji se bavi razvojem sposobnosti računala da obavljaju zadaće za koje je potreban neki oblik inteligencije, tj. da se mogu snalaziti u novim prilikama, učiti nove koncepte, donositi zaključke, razumjeti prirodni jezik, raspoznavati prizore i dr. Naziv se također rabi za označavanje svojstva svakog neživog sustava koji pokazuje inteligenciju (inteligentni sustav); (*Hrvatska enciklopedija, 2024.*)

## Razvoj umjetne inteligencije

Umjetna inteligencija, kao i sva velika otkrića, najprije se pojavila kao ideja i pitanje: „Što bi bilo da računala mogu razmišljati?“, a koje je prvo postavila Countess Lovelace, kolegica matematičara i izumitelja Charlesa Babbagea, kada je objavila detaljan opis Babbageovog analitičkog stroja (preteče prvog digitalnog računala), 1843. godine (*McCorduck et. al, 1977., Britannica, 2023.*)

U razvoju umjetne inteligencije pojavilo se više značajnih imena. Tako je 1915. godine, španjolski izumitelj Leonardo Torres y Quevedo, konstruirao dva stroja koja su igrala šah, no „iako je odbijao reći da ti automati razmišljaju, predložio je da se definicija procesa razmišljanja izmijeni te da bi onda njegovi strojevi zasigurno mogli činiti radnje koje se mogu svrstati u razmišljanje“ (*McCorduck et al., 1977.*)

Prvi računalni program koji je koristio umjetnu inteligenciju je *Logic Theorist* koji su osmislili Alan Newell i Herbert Simon 1956. godine. Njime su uspjeli dokazati 38 od prvih 52 teorema Whiteheadove i Russellove Principie Mathematice. Smatra se prvim programom koji simulira određene ljudske sposobnosti za rješavanje složenih zadataka (*Gugerty, 2006.*)

Iste godine, John McCarthy, matematičar i računalni znanstvenik, okuplja nekolicinu znanstvenika u projekt u trajanju od dva mjeseca tijekom ljeta te godine da proučavaju umjetnu inteligenciju. Postupak proučavanja temeljio se na pretpostavci da svaki aspekt učenja ili bilo kojeg drugog oblika inteligencije u osnovi bude toliko precizno opisan da se može napraviti stroj koji će to moći simulirati. Tada se po prvi puta, službeno, javlja pojam umjetne inteligencije (*McCorduck et al., 1977.*) Dvije godine kasnije, McCarthy razvija LISP (*list processing*), računalni programski

jezik umjetne inteligencije. Jezik se zasniva na matematičkoj teoriji rekurzivne funkcije (funkcije koja prilikom izvršenja poziva samu sebe, a što omogućuje ponavljanje funkcije nekoliko puta, davanje rezultata i završetak svakog ponavljanja); (*Hemendinger, 2023.*)

Godine 1980., na japanskom sveučilištu Waseda, izumljen je humanoidni robot glazbenik, Wabot-2, koji je mogao komunicirati sa drugim osobama te čitati notne zapise i izvoditi prosječno teške pjesme. Još je jedan robot (*chatbot* – program koji simulira razgovor s ljudima) napravljen 1988. godine pod nazivom Jabberwacky. On je simulirao prirodni ljudski razgovor zanimljivih, zabavnih i humorističnih karakteristika. Sedam godina kasnije Richard Wallace razvija *chatbot* A.L.I.C.E (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity* – umjetno jezično internetsko računalno biće), koji je imao unaprijed stvorenu bazu prikupljenih podataka prirodnog jezika. Godine 1997. *Deep Blue* postaje prvo računalo koje je pobijedilo svjetskog prvaka u šahu, a godinu nakon stvoren je *Furby*, prvi robot koji je mogao biti ljubimac ili posluga u kućanstvu (*Press, 2016.*)

U 21. stoljeću nastavlja se razvoj programa umjetne inteligencije i uređaja koji ju koriste. Tako je 2000. g. Cynthia Breazeal predstavila *Kismet*, robota koji je mogao prepoznati i simulirati emocije, a Hondin *ASIMO* humanoidni robot mogao je hodati brzinom hoda čovjeka i posluživati goste restorana. Godine 2007. Fei Li, zajedno s kolegama na Sveučilištu Princeton, započela je sastavljanje baze podataka ImageNet, koja sadrži milijune opisanih slika, a služi unaprijeđenju softvera da vizualno prepoznaju objekte. Dvije godine kasnije, kompanija Google počinje u tajnosti stvarati autonomno vozilo, koje je 2014. u Nevadi bilo prvo takvo vozilo koje je prošlo test autonomne vožnje (*Press, 2016.*)

## Primjena umjetne inteligencije

Umjetna inteligencija primjenjuje se u širokom spektru aktivnosti. U to se ubraja razumijevanje jezika, pri čemu sustav može raspoznavati govor i tekst, razumjeti ga, prevoditi i odgovarati na pitanja; učenje, odnosno prilagodba ponašanja prema prethodnom iskustvu, a što se primjenjuje u kibernetici; rješavanje problema (zaklju-

čivanjem ili istraživanjem, automatsko rješavanje problema, kao i interaktivno). Nadalje to uključuje i percepciju pomoću koje sustav prepoznaje uzorke i analizira scene (okoliša); modeliranje koje služi simulaciji, tj. stvaranju reprezentativnih uvjeta u kojima se promatra ponašanje i veza između određenih objekata ili bića u stvarnosti. UI se koristi i u robotici u koju su uključene sve navedene primjene, a dodatno, sustav ima sposobnost kretanja i pomicanja drugih objekata. Roboti služe istraživanju, transportu i navigaciji, automatizaciji industrije, sigurnosti, u vojsci te u kućanstvima. Danas se skoro svakodnevno susrećemo s umjetnom inteligencijom. Virtualni asistent djeluje kao savjetnik za korisničku podršku odgovarajući na upite i pružajući opću pomoć, informacije i smjernice. Tako npr. pružaju korisničku podršku odgovaranjem na uobičajena pitanja o poslovanju, proizvodima ili uslugama, upućuju korisnika do informacija koje traže na web stranici, pružaju pomoć pri osnovnim IT problemima, prikupljaju informacije o problemu korisnika kako bi ih se moglo preusmjeriti odgovarajućem timu, pružaju trenutne i prikladne usluge na više digitalnih točaka kontakta (npr. web stranica, aplikacija, društveni mediji), koriste podatke o korisnicima za pružanje personalizacije (*Talkative, 2023.*). Korisnici Apple uređaja imaju mogućnost primjenjivati osobnog asistenta po imenu Siri. Siri je računalo koje se aktivira glasovno, a koje korisnici mogu u svakom trenutku primijeniti za dobivanje informacija, slanje poruka, unošenje događaja u kalendar i slično. Na istom načelu radi i Alexa, Amazonov virtualni asistent (*Soofastaei, 2021.*). Autonomni auti su već u razvoju, a najpoznatiji je Tesla koji neprestano ažurira svoj sustav i postaje sve pametniji i napredniji (*Vaishnavi, 2023.*). Umjetnom inteligencijom služi se i najpoznatiji servis za videoprijenos, Netflix. On korisniku predlaže filmove i serije koje bi mu se mogle sviđjeti na temelju reakcija (ocjenjivanja) i odabira filmova. S vremenom, kako raste količina prikupljenih podataka daje sve bolje prijedloge (*Argo-id, 2023.*).

## PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U SIGURNOSTI NA RADU

Kod izloženosti radnika opasnostima i/ili štetnostima postoje četiri osnovna načela zaštite na

radu u sprječavanju ozljeda na radu, a primjenjuju se točno određenim redoslijedom:

1. eliminacija opasnosti,
2. udaljavanje radnika od opasnosti,
3. ograđivanje izvora opasnosti,
4. upotreba osobne zaštitne opreme.

Postojeća opasnost mora se, ako je moguće, u potpunosti ukloniti, a ako je u pitanju opasni ili štetni postupak, zamijeniti ga neopasnim. U provedbi ovog načela umjetna inteligencija mogla bi pomoći na način da prikupljanjem podataka iz okoline lakše i brže utvrdi postojeću opasnost, a dodatno bi mogla ponuditi i rješenja za njezino otklanjanje ili alternativne postupke za efikasno postizanje krajnjeg cilja. Ako je nemoguće u potpunosti otkloniti opasnost, potrebno je radnika udaljiti iz opasnog prostora. Umjesto da se opasnostima izlaže radnika, može ga zamijeniti sustav UI. Ako ni to nije moguće, potrebno je ograditi izvor opasnosti, bilo to hermetizacijom, sustavom ventilacije ili drugim postupcima izolacije. Pritom UI može sugerirati najučinkovitije i optimalno rješenje. Zadnje načelo odnosi se osobnu zaštitnu opremu koju radnik mora imati i pravilno koristiti pri izloženosti opasnostima. Umjetna inteligencija i u ovom slučaju može sugerirati koju opremu radnik treba koristiti i od kojih materijala, koliko dugo smije biti izložen nekoj opasnosti ili štetnosti i slično.

Stručnjaci zaštite na radu često rade s obrascima i moraju popuniti niz dokumenata u vezi sa zaštitom na radu, zdravljem i sigurnosti na radu. Na primjer, kako bi prijavili slučaj ozljede na radu ili opasni incident. Ti obrasci često troše puno vremena i složeni su. Primjena UI može biti rješenje u ovom slučaju. Ona može postavljati zaposleniku pitanja, prikupiti sve potrebne informacije i sama popuniti obrasce (*Softengi, 2021.*).

Primjena umjetne inteligencije ne mora nužno značiti nestanak radnih mjesta u potpunosti, ali može radniku olakšati određene radne zadatke. Primjerice u procesu proizvodnje od sirovine do gotovog proizvoda pa skladištenja i distribucije dolazi do potrebe za prenošenjem tereta. Poslodavac bi radnika mogao u potpunosti osloboditi prenošenja, spuštanja, guranja, vučenja i nošenja tereta uporabom sustava UI. Za prevenciju ozlje-

da na radu pri prenošenju tereta može se koristiti umjetna inteligencija i sustavi koji bi analizom personaliziranih podataka mogli prepoznati i, na temelju ponašanja radnika, naći način za njihovo personalizirano osposobljavanje (*BOSS Editorial, 2024.*).

Umjetna inteligencija može procijeniti izloženost radnika naporu, ali može prepoznati i osobne sposobnosti pojedinih radnika. Na primjer, mogla bi se izmjeriti masa tereta i bilježiti koliko je za radnika teško rukovati njime, a konstantnim praćenjem mogu se postaviti norme za izloženost pojedinaca takvom radu. Dodatno, ako se u nekim slučajevima ta izloženost poveća, UI može iznijeti predviđanje umora (*Gianatti, 2020.*).

UI također može i zamijeniti radnika, a uz to bi brže i efikasnije te uz manje pogrešaka izvela takav zadatak. Uz sam fizički čin prenošenja tereta UI može teret u skladištu razvrstavati po kategorijama s obzirom na oznake na ambalaži, a ako se radi o opasnom teretu, odvajati teret nekompatibilnih karakteristika za sprječavanje nastanka požara ili eksplozije i sl. Osim u skladištima, prijenos tereta javlja se i u procesu proizvodnje, primjerice u automobilskoj industriji pri sastavljanju tri osnovna dijela automobila: motora, karoserije i šasije.

Potreba uređivanja organizacije rada postoji zbog sklonosti čovjeka umoru, stresu i dosadi. Za održanje radne učinkovitosti UI bi mogla predložiti uzimanje kraćih odmora kao i njihovo trajanje. Za to postoje tzv. „pametne narukvice“ koje imaju sposobnost praćenja otkucaja srca i krvnog tlaka kao i izgaranje kalorija, a uz to se prati i vrijeme spavanja. Umjetna inteligencija i u stresnim situacijama pri radu može pomoći praćenjem i prikupljanjem podataka te predlaganjem promjena u organizaciji rada ili radnoj okolini, a na mjestima gdje su radni zadaci prezahtjevni ili za njihovo obavljanje postoji određeni rok koji radnici ne mogu ispuniti, mogu se koristiti robotizirani sustavi koji bi radnicima pomagali ili ih u potpunosti zamijenili.

Kada se osoba nalazi u monotonij okolini, doživljava dosadu. Dosada se javlja kao reakcija na monotoniju, a pri tome je „smanjena aktivacija viših živčanih centara“, prati ju osjećaj umora, letargije i smanjene pozornosti. Pri radu,

dosada se javlja kada radnik obavlja repetitivni, ali ne težak rad ili dugotrajan monotoni rad koji zahtijeva konstantnu budnost. Osim toga, postoje i osobe koje imaju sklonost dosadi, a to su: umorne i slabo motivirane ili nezainteresirane osobe, visokoobrazovane i osobe visokog znanja i sposobnosti, neadaptirani noćni radnici te motivirane osobe koje traže zahtjevnije poslove. Kao suprotnost, postoje i osobe otporne na dosadu: osobe koje su uvijek svježije i budne, one koje još uvijek uče i osobe koje su svojim poslom zadovoljne. U idealnom slučaju moglo bi se radnike rasporediti na radna mjesta s obzirom na navedene sklonosti ili otpornost dosadi, što bi se moglo postići uz pomoć sustava umjetne inteligencije, primjerice provođenjem psiholoških testova ili testova osobnosti (*Kirin, 2019.*).

Umjetna inteligencija može prepoznavati obilježja umora ili stresa pa u skladu s time upozoravati radnike ili davati određene prijedloge. To bi radnicima podiglo razinu svjesnosti o opasnostima tih faktora na radu jer oni utječu na njegovo zdravlje, a povećava se i rizik od ozljeđivanja. Za sustav je bitno da ima što više potrebnih informacija da može dati precizniji odgovor.

Provedba zaštite na radu zasniva se prema Procjeni rizika, a u njezinoj izradi mogu sudjelovati i sustavi umjetne inteligencije. Najprije se radi o prikupljanju podataka na mjestu rada, pri čemu dio podataka može unositi stručnjak, primjerice o poslovima koji se na mjestu rada obavljaju, broju radnika, radnoj opremi, izvorima štetnosti i organizaciji rada, a sustav može vizualno dobiti podatke o prostoru i fizičkim karakteristikama mjesta rada. Potom sustav uz pomoć prikupljenih podataka i unesenih parametara može izvršiti analizu i dati plan mjera za uklanjanje ili umanjanje razine opasnosti, štetnosti i napora te sve zajedno dokumentirati. Ipak, s obzirom da se i kod sustava umjetne inteligencije može pojaviti greška, potrebna je provjera stručne osobe, upravo zbog važnosti procjene rizika kao dokumenta na kojem se zasniva zaštita na radu.

Osposobljavanje radnika obavlja se na temelju procjene rizika na način da se radnika obavijesti o svemu što utječe ili bi moglo utjecati na njegovu sigurnost i zdravlje, a to podrazumijeva organizaciju rada, rizike i način izvođenja radnih postupaka. Također ga se mora osposobiti i

za praktičnu primjenu zaštite na radu. Umjetna inteligencija kod osposobljavanja može pomoći u provedbi provjere teoretskog znanja, pri čemu bi radnik odgovarao na pitanja i rješavao ponuđene zadatke, a UI prepoznavanjem govora prosuđivala osposobljenost. Također; UI može prepoznati radnike koji su u sustav uneseni kao osposobljeni za rad na siguran način i one koji nisu te u skladu s time odobriti ili zabraniti pristup radnom mjestu.

Sustav umjetne inteligencije može prepoznati lica, a iz baze podataka koristiti informaciju o određenom radniku. Tako bi, na primjer mogao znati i koji su radnici zdravstveno sposobni za rad, s obzirom na liječnička uvjerenja. Sustav može prepoznati i korištenje propisane osobne zaštitne opreme te dati odobrenje ili zabranu pristupa radnom mjestu. Jedan takav sustav je Intenseye, softver umjetne inteligencije koji ima mogućnost vizualnog prikupljanja podataka. Radi na način da detektira osobu na mjestu ulaska u prostor, fotografira ju i šalje tu fotografiju softveru. Intenseye tada detektira osobnu zaštitnu opremu, kao što su kaciga, zaštitno odijelo, zaštitne naočale, zaštitne rukavice, zaštitna obuća i drugo (slika 1). Ako ne detektira bilo koji dio opreme na radniku, šalje mu obavijest, a to može učiniti preko SMS poruke, elektroničke pošte i sl. Postoje još i mogućnosti da se sustav poveže na alarmni sustav koji će se oglasiti ako oprema nije detektirana ili da pošalje signal za otvaranje/zatvaranje ulaznih vrata i na taj način spriječi osobu bez osobne zaštitne opreme da uđe u radni prostor. Dodatno može evidentirati podatke o razdoblju detekcije zajedno s fotografijama, što kasnije pomaže u analizi sustava (*AI Ethics Lab, 2021.*).



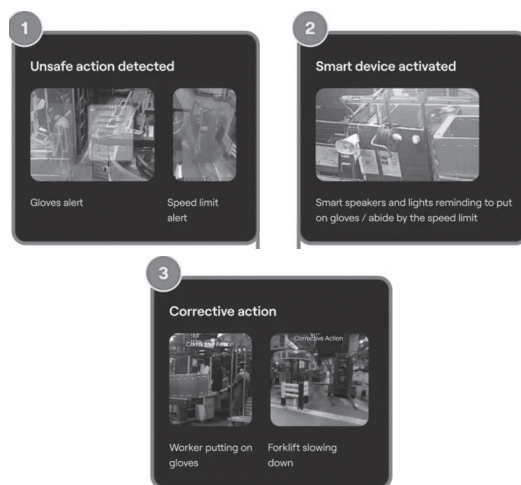
Slika 1. Detekcija osobne zaštitne opreme  
Figure 1. Detection of personal protective equipment

Sustav je također opremljen za identifikaciju i analizu opasnih zona i vozila. On detektira prekršaje u stvarnom vremenu, 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu, koristeći sve dostupne kamere. Kao rezultat toga, sustav ima trostruku svrhu u osiguravanju sigurnosti na radnom mjestu: sprječavanje nesreća, brzu reakciju u slučaju incidenta i nužde te pravilno razumijevanje rizičnih radnji i uvjeta na radnom mjestu. Primjerice, kada vozač viličara prekorači definiranu brzinu kretanja, automatski se aktivira zvučno upozorenje kako bi se pomoglo radniku da ispravi svoje nesigurno ponašanje (slika 2).



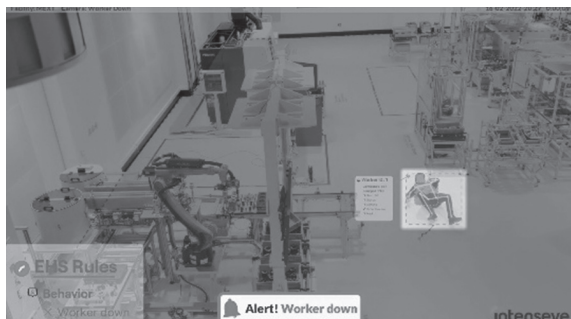
Slika 2. Upozorenje na prekoračenje dopuštene brzine  
Figure 2. Warning for exceeding the permitted speed

Ako radnik ne koristi zaštitne rukavice, sustav će emitirati zvučno upozorenje o neposrednoj opasnosti i onemogućiti upotrebu stroja dok radnik ne stavi zaštitne rukavice (slika 3).



Slika 3. Upozorenja i korektivne akcije  
Figure 3. Warnings and corrective actions

Detektira potencijalne opasnosti poput mokrih podova i potiče brzu reakciju zbog osiguranja sigurnosti prostora, što pridonosi smanjenju rizika od poskliznuća i padova (slika 4); (*Intenseye, 2022.*).

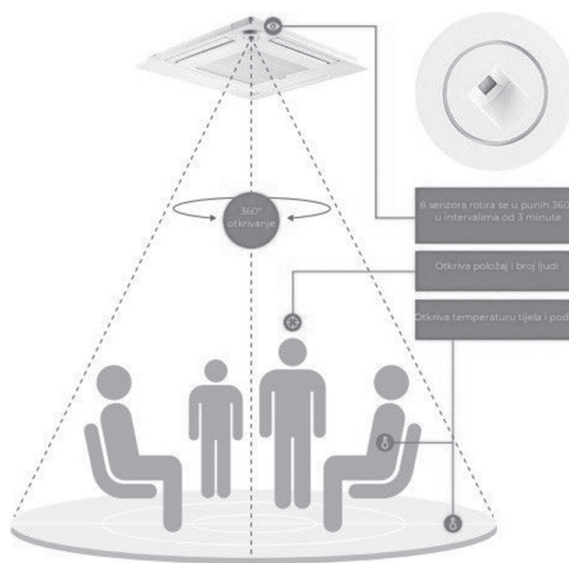


Slika 4. Upozorenje na pad  
Figure 4. Fall warning

Poslodavac je obavezan ispitivati radni okoliš, što uključuje ispitivanje fizikalnih čimbenika: temperature, relativne vlažnosti i brzine strujanja zraka, osvjetljenosti te buke i vibracija; kemijskih čimbenika: koncentracije plinova, para, prašina i aerosola kao i ispitivanje bioloških čimbenika. U postupke mjerenja moguće je uključiti i umjetnu inteligenciju koja bi prema podacima iz okoline mogla odrediti je li radna okolina pogodna za radnike te samostalno regulirati određene uvjete, kao što su osvjetljenje ili temperatura i strujanje zraka ili može izdati upozorenje ako neki parametar prelazi dopuštene granice.

Kada se govori o regulaciji temperature i strujanja zraka u prostoriji, Mitsubishi Electric je predstavio uređaj s tehnologijom 3D senzora u klimatizacijskim uređajima. Taj sustav naziva se „3D i-See Sensor“ (slika 5), a koristi „osam senzora za mjerenje na 1856 različitih točaka u prostoru od ukupno 232 koraka“. Sustav, da bi se postigla homogena raspodjela zraka, analizira prostor vertikalno i horizontalno. S obzirom da se, zbog udaljenosti između poda i stropa kao i razlike u zračenju između zidova i prozora, stvaraju slojevi topline (gdje je hladni zrak teži od toplog), sustav „3D i-See Sensor“ podešava brzinu strujanja zraka automatski, mjerenjem temperature poda. Ova tehnologija može razlikovati ljude od životinja te zapažati razmještaj ljudi u prostoriji, a to omogućava izbjegavanje direktnog strujanja hladnog zraka prema ljudima ljeti ili direktno strujanje to-

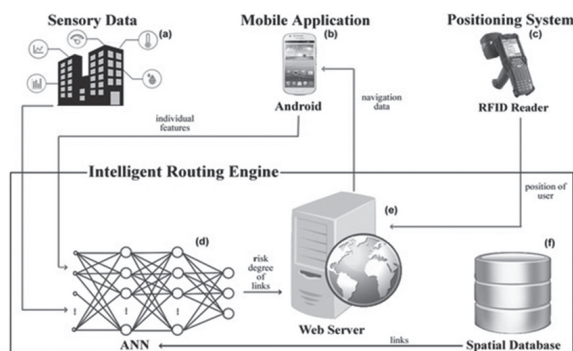
plog zraka prema ljudima zimi, a sa svrhom stvaranja maksimalne udobnosti. Ta funkcija može se lako aktivirati daljinskim upravljačem, a umjetna inteligencija će praćenjem zahtjeva korisnika i učenjem kasnije moći automatski odrediti smjer strujanja zraka ovisno o tome je li ljeto ili zima. Prednost ovakve tehnologije je i u tome što štedi energiju onda kada klimatizacija nije potrebna: primjerice kada se postigne željena temperatura u prostoriji uređaj se može automatski ugaziti, može i sam odlučiti je li uopće potrebno strujanje zraka s obzirom na broj i raspored ljudi u prostoriji ili se ugaziti nakon nekog vremena u kojem nije detektirao nikoga u prostoriji (*Mitsubishi Electric, 2021.*).



Slika 5. Sustav „3D i-See Sensor“  
Figure 5. „3D i-See Sensor“ system

Pri evakuiranju radnika u slučaju izvanredne situacije može se koristiti i umjetna inteligencija. Jedan od sustava koji omogućava uspješnu evakuaciju je *SmartEscape* (slika 6), sustav koji u realnom vremenu i putem korisničkog sučelja na pametnom telefonu pomaže osobi da se brzo i sigurno evakuira. On prikuplja različite podatke sa senzora u objektu te u obzir uzima individualne značajke osobe (primjerice njegovu lokaciju u objektu koju sustav detektira pomoću tehnologije za radio-frekvencijsku identifikaciju). Uz to, koristi i *Artificial Neural Network* za izračun rizika u pojedinim prolazima u objektu s obzirom na opterećenost ljudima. Zatim eliminira rizične

puteve te izračunava optimalnu rutu za izlazak iz objekta u postojećim uvjetima. Sustav osobu po izračunatoj ruti vodi vizualnim prikazom i glasovnim uputama prema izlazu. Rezultati istraživanja pokazali su da je učinkovitost sustava 98,1% u predviđanju razine rizika u prolazima objekta i da zbog toga može evakuirati velik broj osoba odjednom, i to najkraćom i najsigurnijom rutom (Atila et al., 2018.).



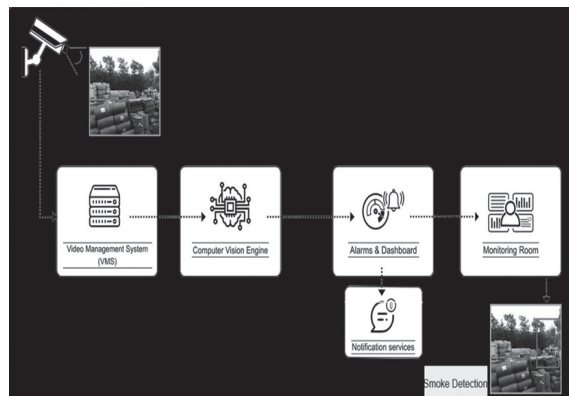
Slika 6. SmartEscape sustav

Figure 6. SmartEscape system

Kao pomoć u sigurnosti na radu osmišljen je proizvod *Rhyton Intelligent EHS*. On, za sprečavanje nastanka nesreća na radu i unaprjeđivanje sigurnosti, koristi umjetnu inteligenciju. Radi na načelu detekcije opasnih i kompleksnih okolnosti putem procesuiranja videozapisa te u realnom vremenu šalje informacije izloženoj osobi s ciljem sprečavanja neželjenih događaja (slika 7). Kod rada na visinama ovaj sustav može automatski prepoznati standardnu opremu potrebnu za ulazak u područje na kojem se radi na visini kao što su npr. kaciga ili sigurnosna užad, može prepoznati neovlašteni pristup te o tome obavijestiti stručnjaka. Detektira i sigurnost skela prema postavljenim oznakama te sprječava prilaz onim nesigurnima. Također može potaknuti alarm kada se osoba približi neosiguranom rubu te detektirati predmete na skelama koji smetaju radnicima pri kretanju (jer ih moraju zaobilaziti ili preskakati) i poslati upozorenje.

Ovaj sustav koristi se i kod sigurnog ukrcaivanja/iskrcavanja tereta, pri čemu oprema vozila obvezno mora imati oznaku „zdravlje i sigurnost“, a rukovanje teretom mora se obavljati u području videonadzora. Tada sustav provjerava sigurnosni token uređaja i ako nema oznake ili

se na njoj nalaze nepravilnosti šalje upozorenje. Osim toga, kontrolira i radijus rukovanja prema određenom opasnom području te detektira neovlašteni pristup. U prometu *Rhyton Intelligent EHS* prati brzinu vozila i bilježi prelazak ograničenja brzine, detektira preuzimanje vozila, prepoznaje neautorizirano korištenje te šalje upozorenja ako uoči vozilo koje nije na listi autoriziranih vozila (Rhyton Solutions, 2020.).



Slika 7. Sustav „Rhyton Intelligent EHS“

Figure 7. „Rhyton Intelligent EHS“ system

## PREDNOSTI I NEDOSTACI UMJETNE INTELIGENCIJE

Korištenje umjetne inteligencije može pozitivno utjecati na sve aspekte rada. U to su uključeni proizvodi i usluge, radnici te samo poduzeće. Umjetna inteligencija za početak može izbjeći pogreške koje bi radili ljudi. Javljanje grešaka je u ljudskoj prirodi, a mogu se javljati zbog neiskustva, neznanja, lošeg zdravstvenog stanja, umora, stresa, dosade i sličnih osobina. Neke od grešaka, osim što mogu utjecati na ispravnost radnog postupka, mogu dovesti i do ozljeda. S druge strane, sustavi umjetne inteligencije nisu podložni umaranju, osjećaju stresa niti dosadi, stoga neće raditi takve pogreške sve dok su dobro programirani. Ipak, nastanak ozljeda ne mora nužno biti ljudska pogreška, već može postojati neispravnost na sredstvima rada. Tu ima prednost umjetna inteligencija koja može spriječiti ugrožavanje ljudskog zdravlja i sigurnosti pa i gubitak života zamjenom ljudi pri obavljanju opasnih zadataka. Primjerice kod deaktivacije eksploziva, rukovanja opasnim tvarima, istraživanja dubokih dijelova oceana i

slično. Dodatno, izbjegavanje grešaka znači da UI može preciznije obavljati određene zadatke. To povećava profit ili barem smanjuje troškove tvrtke (Kumar, 2019.).

Upravno zbog sklonosti ljudi umoru, prednost UI je i u tome što može biti dostupna 24 sata dnevno, a što bi za tvrtku također značilo veći profit. Na primjer, UI se na taj način može koristiti u centrima korisničke podrške. Nadalje, prednost je i u obavljanju repetitivnih poslova, koji utječu na ljudsko zdravlje, što zbog mogućeg nefiziološkog položaja tijela, statičkog napora ili javljanja dosade. Takvi poslovi mogu se automatizirati i prepustiti umjetnoj inteligenciji (Kumar, 2019.).

Mnoge tvrtke danas koriste i tzv. „digitalne asistente“ koji služe za komunikaciju s krajnjim korisnicima u vezi s proizvodom i uslugama te na temelju želja korisnika sustav šalje prijedloge. Takvo korištenje UI smanjilo je potrebu za ljudskim resursima u tom području. Specifičnost umjetne inteligencije je i u bržem donošenju odluka kao i bržem djelovanju u odnosu na ljude. Ljudi su u donošenju odluka skloni sagledati praktične, ali i emocionalne faktore, dok UI prema ugrađenom programu brže donosi rezultate (Kumar, 2019.).

Visoki troškovi stvaranja sustava UI su jedan od glavnih nedostataka u njezinom korištenju. Razlog je najprije u kompleksnosti sustava, a hardver i softver zahtijevaju konstantno unaprjeđivanje kako bi odgovarali najnovijim zahtjevima. Uz te, tu su i veliki troškovi za popravke i održavanje (Kumar, 2019.).

Nedostatak koji zabrinjava većinu ljudi je gubitak radnih mjesta. Umjetna inteligencija, sa sposobnostima koje ima, može zamijeniti veliku većinu radnih zadataka automatizacijom i robotizacijom. Iako je to loše za radnike, tvrtka će, ako je u mogućnosti, radije zamijeniti srednju klasu radnika sustavima umjetne inteligencije koji bi radne zadatke obavili učinkovitije i brže (Kumar, 2019.).

U manjkavosti umjetne inteligencije ubraja se i nedostatak emocija. Iako UI posao obavlja učinkovitije i brže, ona ne može zamijeniti vezu koja se stvara među ljudima koji rade u timu. Uz manjak emocija, umjetnoj inteligenciji nedostaje i razmišljanje izvan okvira. To znači da je sustav ograničen na obavljanje samo određenih zadataka i „raz-

mišljanje“ uvjetovano postavljenim programom te da zanemaruju sve izvan toga (Kumar, 2019.).

## ZAKLJUČAK

Kako bi se osigurala sigurnost i zaštita ljudskog zdravlja, kao i zaštita okoliša i imovine, potrebno je poduzeti sve moguće mjere i iskoristiti sva sredstva koja se nude kako bi se sigurnost na radu unaprijedila. S tim ciljem koristi se i sve naprednija tehnologija, a najučinkovitiji sustavi su oni koji koriste umjetnu inteligenciju. Njezin razvoj počinje već početkom prošlog stoljeća, a danas se primjenjuje u širokom spektru aktivnosti.

Umjetna inteligencija može imati veliku ulogu u sigurnosti na radu, najprije zbog mogućnosti predviđanja budućih događaja na temelju prikupljanja podataka iz okoline i unosa podataka od strane stručnjaka. To bi pomoglo u predviđanju opasnosti iz scenarija teških nezgoda prije nego se oni uopće dogode te u pronalasku rješenja za takve situacije. Da bi se postigla učinkovita predviđanja, sustavu trebaju velike količine podataka, kojih u realnosti najčešće nema, ali zato u sustave UI treba unositi podatke temeljene na kauzalnosti i fizici koji će uz prikupljanje podataka opažanjem, od strane sustava, dati adekvatne rezultate. Ipak, i sustavi UI mogu pogriješiti, stoga je bitno da se njihove nedostatke i nesigurnosti unese u procjenu rizika.

Sustavi UI od velike koristi mogu biti radnicima, na način da ih zamijene u rizičnim ili da im pomažu u zahtjevnim poslovima. Osim toga, mogu mjeriti fizičko stanje svakog radnika pojedinačno te na temelju podataka predlagati odmore ili druga personalizirana rješenja. Osim radnicima, UI pomaže i stručnjacima u provedbi zaštite na radu. Primjenjuje se pri izradi procjene rizika, osposobljavanju radnika za rad na siguran način, ispitivanju okoliša, postavljanju prikladnog osvjetljenja, temperature i strujanja zraka, kao i pri evakuaciji. S obzirom na prednosti i nedostatke, umjetnu inteligenciju treba koristiti optimalno, s težnjom isticanja njezinih dobrih strana poput preciznosti u obavljanju zadataka i cjelodnevnog dostupnosti, a manjak emocija izbjeći zapošljavanjem radnika na radna mjesta koja imaju veći doticaj s ljudima. Za budućnost se najčešće predviđa gubitak radnih

mjesta, što će se vjerojatno i dogoditi u nekim slučajevima, ali se tada radnike može razmjestiti ili podučiti za rad na radnim mjestima gdje će moći izraziti svoju kreativnost i pokazati znanje.

## LITERATURA

Adams, R. L.: *10 Powerful Examples Of Artificial Intelligence In Use Today*, 2017., dostupno na: <https://www.forbes.com>, pristupljeno: 5.12.2023.

*AI Ethics Lab*, INTENSEYE Ethics Evaluation, 2021., dostupno na: <https://aiethicslab.com>, pristupljeno: 20.12.2023.

*Argoid*, How Netflix Uses Artificial Intelligence, 2023., dostupno na: <https://www.argoid.ai>, pristupljeno: 29.3.2024.

Atila, U., Ortakci, Y., Ozacar, K., Demiral, E., & Rakip Karas, I.: SmartEscape: A mobile smart individual fire evacuation system based on 3D spatial model, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7, 2018., 6.

*BOSS Editorial*, Enhancing safety in the construction industry with Artificial Intelligence, 2024., dostupno na: <https://www.thebossmagazine.com/>, pristupljeno: 29.3.2024.

*Britannica*, The Editors of Encyclopaedia. "Charles Babbage", 2023., dostupno na: <https://www.britannica.com>, pristupljeno: 4.12.2023.

Gianatti, T.: *How AI-Driven Algorithms Improve an Individual's Ergonomic Safety*, 2020., dostupno na: <https://ohsonline.com>, pristupljeno: 10.12.2023.

Gugerty, L.: *Newell and Simon's Logic Theorist: Historical Background and Impact on Cognitive Modeling*, 2006., *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, dostupno na: <https://www.researchgate.net>, pristupljeno: 9.12.2023.

Hemmendinger, D.: "*LISP*", 2023., *Encyclopedia Britannica*, dostupno na: <https://www.britannica.com>, pristupljeno: 4.12.2023.

*Hrvatska enciklopedija*, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2023., dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr>, pristupljeno: 4.12.2023.

*Intenseye*, Intenseye, 2022., dostupno na: <https://www.intenseye.com>, pristupljeno 29.3.2024.

Kirin, S.: *Uvod u ergonomiju*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2019.

Kumar, S.: *Advantages and Disadvantages of Artificial Intelligence*, 2019., dostupno na: <https://towardsdatascience.com>, pristupljeno: 18.12.2023.

McCorduck et al.: *The History of Artificial Intelligence*, 1977., dostupno na: <https://www.ijcai.org>, pristupljeno: 7.12.2023.

*Mitsubishi Electric*, Air-Conditioners with Artificial Intelligence Technology, 2021., dostupno na: <https://tr.mitsubishielectric.com>, pristupljeno: 29.3.2024.

Pannu, A.: Artificial Intelligence and its Application in Different Areas, *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 4, 2015., 10, 79-84.

*Pravilnik o zaštiti na radu radnika izloženih statodinamičkim, psihofiziološkim i drugim naporima na radu*, N.N., br. 73/21.

*Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada*, N.N., br. 105/20.

Press, G.: *A Very Short History Of Artificial Intelligence (AI)*, *Forbes*, 2016., dostupno na: <https://www.forbes.com>, pristupljeno: 5.12.2023.

*Rhyton Solutions*, AI in Construction, 2020., dostupno na: <https://rhyton.de>, pristupljeno: 20.12.2023.

Soofastaei, A.: *Virtual Assistant*, 2021., dostupno na: <https://www.intechopen.com>, pristupljeno: 29.3.2024.

*Softengi*, AI in EHS Use Cases, 2021., dostupno na: <https://www.softengi.com>, pristupljeno: 29.3.2024.

*Talkative*, The Benefits of AI Virtual Assistant for Customer Service, 2023., dostupno na: <https://www.gettalkative.com/>, pristupljeno: 29.3.2024.

Vaishnavi, Y.: How Tesla is using AI and Big Data Analytics in their Self Driving Cars?, 2023., dostupno na: <https://medium.com/>, pristupljeno: 29.3.2024.

*Zakon o zaštiti na radu*, N.N., br. 71/14., 118/14., 94/18., 96/18.

### **APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SAFETY AT WORK**

*Artificial intelligence is but one aspect of the ever-growing technical progress. Systems that use it are capable of observing, collecting data, accomplishing tasks, and making decisions, with the most significant characteristic being their ability to learn. With regard to safety at work, artificial intelligence may be useful in the implementation and ensuring safety of workers, environment and property, in that it may be employed in risk assessment and training of workers, evacuation or detection of irregularities and hazards at work, and in notifying workers and persons responsible for safety at work. Furthermore, artificial intelligence may be used as a form of assistance to the workers in the performance of their tasks, especially where it can take over when the worker is in danger or in performing more demanding tasks. In addition, it enables monitoring each worker individually, which may yield personalized information. Artificial intelligence has advantages and disadvantages. The advantages include minimization of errors and all-day accessibility, while the disadvantages consist of the high costs of the implementation of this system and a lack of emotional quality. It is believed that in the future artificial intelligence will replace most routine jobs.*

**Key words:** *artificial intelligence, learning, safety, health*

*Professional paper  
Received: 2024-01-16  
Accepted: 2024-07-22*