

21ST INTERNATIONAL CONFERENCE

MANAGEMENT AND SAFETY

M&S 2026

BANJA VRUĆICA

June 19TH and 20TH, 2026

REPUBLIC OF SRPSKA, BOSNIA AND HERZEGOVINA

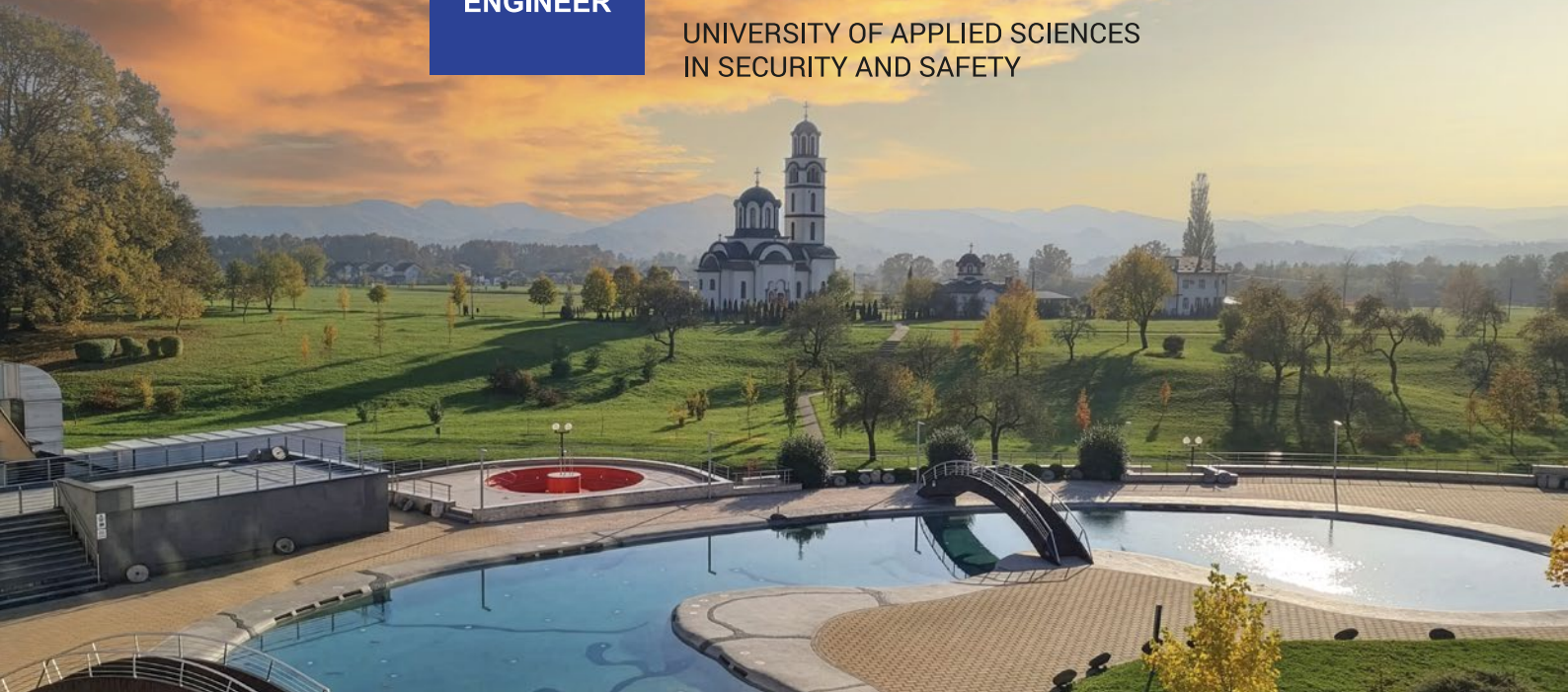
INNOVATION
MANAGEMENT AND SAFETY
PROCEEDINGS 2

EUROPEAN
SAFETY
ENGINEER

THE EUROPEAN SOCIETY OF
SAFETY ENGINEERS

SOCIETY OF SAFETY ENGINEERS
LJUBLJANA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
IN SECURITY AND SAFETY



**21st INTERNATIONAL CONFERENCE
MANAGEMENT AND SAFETY**

M&S 2026

**Banja Vrućica, hotel Kardial, Bosnia and Herzegovina
and online**

June 19th, 2026 and June 20th, 2026

**CONFERENCE THEME:
INNOVATION MANAGEMENT AND SAFETY**

PROCEEDINGS

2

IMPRESSUM

Publisher

The European Society of Safety Engineers
<http://www.european-safety-engineer.org>

For the publisher

Dejan Vasović

Editor

Josip Taradi
josip.taradi@european-safety-engineer.org

Editorial and Review board

Vesna Nikolić, Chair of the International Program Committee
Members of the International Program Committee

Design

ACT Printlab d.o.o., Čakovec, Croatia

Online publication

www.european-safety-engineer.org

ISBN 978-953-48331-9-3

UDC 005.21:005.934

The authors are responsible for the professional and linguistic accuracy of their papers.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



21st INTERNATIONAL CONFERENCE
MANAGEMENT AND SAFETY

M&S 2026

**Banja Vrućica, hotel Kardial, Bosnia and Herzegovina
and online**

June 19th, 2026 and June 20th, 2026

CONFERENCE THEME:
INNOVATION MANAGEMENT AND SAFETY

ORGANIZER

THE EUROPEAN SOCIETY OF SAFETY ENGINEERS

<http://www.european-safety-engineer.org>

info@european-safety-engineer.org



CO-ORGANIZERS

SOCIETY OF SAFETY ENGINEERS LJUBLJANA

Slovenia

<http://www.dvilj.si>



UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES IN SECURITY AND SAFETY

<https://www.vss.hr>



INTERNATIONAL CONFERENCE MANAGEMENT

Vesna Nikolić, Ph.D., Serbia
Chair of the International Program Committee

Dejan Vasović, Ph.D., Serbia
Chair of the International Organizing Committee

Biljana Vranješ, Ph.D., Bosnia and Herzegovina,
Host Organizer

Josip Taradi, Ph.D., Croatia
Secretary of the Conference

INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE

1. Vesna Nikolić, Ph.D., Serbia, Chair of the International Program Committee

Members of the International Program Committee:

2. Mirjana Galjak, Ph.D., Serbia
 3. Marija Hadži-Nikolova, Ph.D., North Macedonia
 4. Goran Janačković, Ph.D., Serbia
 5. Mirko Markič, Ph.D., Slovenia
 6. Maja Meško, Ph.D., Slovenia
 7. Ivan Mijailović, Ph.D., Serbia
 8. Darko Palačić, Ph.D., Croatia
 9. Miran Pavlič, Ph.D., Slovenia
 10. Aleksandra Ilić Petković, Ph.D., Serbia
 11. Nikolina Smajla, Ph.D., Croatia
 12. Mladen Todić, Ph.D., Bosnia and Herzegovina
 13. Biljana Vranješ, Ph.D., Bosnia and Herzegovina
 14. Snežana Živković, Ph.D., Serbia
-

INTERNATIONAL ORGANIZING COMMITTEE

1. Dejan Vasović, Ph.D., Serbia, Chair of the International Organizing Committee

Members of the International Organizing Committee: Jernej Jenko, Slovenia

2. Jernej Jenko, Slovenia
3. Zagorka Krstić Prša, Croatia
4. Aleksandar Majstorović, Ph.D., Bosnia and Herzegovina
5. Aleksandar Mateev, North Macedonia
6. Dragana Mitrović, Bosnia and Herzegovina
7. Borče Stojčevski, North Macedonia
8. Josip Taradi, Ph.D., Croatia
9. Leon Vedenik, Slovenia
10. Biljana Vranješ, Ph.D., Bosnia and Herzegovina

MEDIA PARTNERS

SVET RADA

http://www.ekocentar.rs/svet_rada.php
Serbia



TУТЕЛА

Здружение на инженери за заштита
<https://tutela.org.mk>
Northern Macedonia



Здружение на инженери за заштита ТУТЕЛА, Скопје

Association of Safety Engineers TUTELA, Skopje



ZAŠTITA

<http://www.zastita.info>
Croatia



CONTENTS

Invited lecture paper

21.
**ULOGA MENADŽERA SIGURNOSTI U UPRAVLJANJU I IMPLEMENTACIJI
INOVACIJA U UKUPAN KONCEPT ZAŠTITE I SIGURNOSTI KOMPANIJE** 181
Ante Perčin
-

Papers in alphabetical order of paper

22.
**INOVATIVNI PRISTUPI UPRAVLJANJU BEZBIJEDNOŠĆU NA RADU:
ZNAČAJ Ljudskih FAKTORA I PONAŠANJA ZAPOSLENIH** 193
Dragana Mitrović
23.
**INOVATIVNI PRISTUPI UPRAVLJANJU SIGURNOŠĆU NA RADU
U FARMACEUTSKIM LABORATORIJIMA**..... 201
Zagorka Krstić Prša
24.
**INOVIRANJE ZNANJA IN OBJAVE NA PODROČJU VARNOSTI
IN ZDRAVJA PRI DELU** 209
Mirko Markič, Miran Pavlič, Leon Vedenik, Maja Meško, Franci Pušavec
25.
**MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA PROCJENE RIZIKA ZAŠTITE NA RADU
U REPUBLICI HRVATSKOJ: REZULTATI EMPIRIJSKOG ISTRAŽIVANJA**..... 220
Tomislav Katić, Darko Palačić, Ana Rački Marinković, Antonija Janjić
26.
**KVALITETA I PRAKTIČNA PRIMJENA PROCJENE RIZIKA ZAŠTITE NA RADU U
REPUBLICI HRVATSKOJ: REZULTATI EMPIRIJSKOG ISTRAŽIVANJA STAVOVA
STRUČNJAKA ZAŠTITE NA RADU** 233
Antonija Janjić, Ana Rački Marinković, Tomislav Katić
27.
POŽARI NA ELEKTRIČNIM VOZILIMA 245
Aleksandar Majstorović, Mladen Todić, Biljana Vranješ
28.
**NASLOV PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE I ANALITIKE U OPTIMIZACIJI
ENERGETSKE UČINKOVITOSTI PODATKOVNIH CENTARA** 256
Tomislav Lacković
29.
NASLOV PROCJENJIVANJE RIZIKA U NASTAJANJU 268
Krunoslav Sabo, Damir Đurđević, Mirna Đurđević
30.
**SAVREMENI TRENDovi U UPRAVLJANJU INOVACIJAMA I BEZBEDNOŠĆU,
ZASNOVANI NA PRIMENI INDIKATORA** 278
Jelena Malenović-Nikolić, Ivana Ilić-Krstić, Lidija Milošević

31.	СТРУЧНИ ЛИЦА ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА ВО РС МАКЕДОНИЈА, РЕАЛНОСТ И ПОТРЕБА	287
	Борче Стојчевски, Матеј Стојчевски	
32.	ULOGA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA U UPRAVLJANJU INOVACIJAMA	298
	Ana Rački Marinković, Marijana Leontić	
33.	UPRAVLJANJE RIZICIMA INFORMACIONE BEZBEDNOSTI I AI SPECIFIČNIM RIZICIMA U MENADŽMENTU INOVACIJAMA	311
	Natalija Jovičić Zarić, Dušan Nogović, Aleksandar Mićašević	
34.	ZNAČAJ INOVACIJA U KRIZAMA ZDRAVSTVENIH SISTEMA – STUDIJA SLUČAJA	321
	Mirjana Galjak, Vesna Nikolić	

Ante Perčin

ULOGA MENADŽERA SIGURNOSTI U UPRAVLJANJU I IMPLEMENTACIJI INOVIACIJA U UKUPAN KONCEPT ZAŠTITE I SIGURNOSTI KOMPANIJE

Sažetak

Uloga menadžera sigurnosti u svakoj pojedinoj kompaniji obuhvaća ukupnost aktivnosti u cilju zaštite osoba, imovine i ostalih resursa kompanije, kao i osiguravanje nesmetanog kontinuiteta poslovanja iste na tržištu. Ono što prethodi realizaciji navedenih ciljeva je cjelovita prosudba ugroženosti i analiza rizika koji prijete samoj kompaniji, te sukladno rezultatima iste i koncipiranje cjelovitog, sveobuhvatnog, personaliziranog, optimiziranog i učinkovitog modela zaštite. No, ma koliko navedeni model bio sveobuhvatan, isti u konačnici nikad u potpunosti ne garantira sigurnosni odgovor i za kontinuirano nove sigurnosne ugroze u dinamičnoj sigurnosnoj okolini. Samim time svaki novi pojavni oblik potencijalne ugroze je često korak ispred postojećeg modela zaštite. U kontekstu anuliranja navedenog stanja, upravo upravljanje inovacijama u sigurnosti je ključni proces za pravovremeno prepoznavanje, ali i predviđanje i proaktivnu implementaciju novih tehnologija (AI, IoT, data analytics), rješenja i procesa kojima se unapređuje postojeće stanje sigurnosti, predviđaju i sprečavaju potencijalni sigurnosni incidenti, te u konačnici i osigurava učinkoviti sigurnosni odgovor i na sve predstojeće sigurnosne ugroze.

Ključne riječi: menadžeri sigurnosti – stanje sigurnosti – implementacija inovacija i novih tehnologija.

THE ROLE OF THE SAFETY MANAGER IN THE MANAGEMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIONS INTO THE OVERALL CONCEPT OF PROTECTION AND SAFETY OF THE COMPANY

Abstract

The role of the security manager in each individual company encompasses the totality of activities aimed at protecting people, property and other resources of the company, as well as ensuring the smooth continuity of its business operations in the market. What precedes the realization of the above goals is a comprehensive assessment of the threat and analysis of the risks that threaten the company itself, and in accordance with the results of the same, the design of a comprehensive, comprehensive, personalized, optimized and effective protection model. However, no matter how comprehensive the aforementioned model is, it ultimately never fully guarantees a security response to continuously new security threats in a dynamic security environment. Therefore, each new manifestation of a potential threat is often a step ahead of the existing protection model. In the context of reversing the aforementioned situation, security innovation management is a key process for the timely recognition, but also the prediction and proactive implementation of new technologies (AI, IoT, data analytics), solutions and processes that improve the current state of security, predict and prevent potential security incidents, and ultimately ensure an effective security response to all upcoming security threats.

Keywords: security managers – security situation – implementation of innovations and new technologies

UVOD

Dinamična i promjenjiva sigurnosna okolina, koja pored klasičnih i konvencionalnih prijetnji obuhvaća i cyber prijetnje, kontinuirano nove geopolitičke napetosti, tehnološke promjene i druge ugroze postala je odavno trajna poslovna realnost većine kompanija. Brzina prilagođavanja na poslovnu, financijsku, tržišnu, geopolitičku i sigurnosnu problematiku, kao i sami mehanizmi navedene prilagodbe na predmetno turbulentno sigurnosno okruženje ključni su faktor opstojnosti i otpornosti modernih kompanija na ugroze iz navedenih segmenata poslovnog okruženja. Korporativna sigurnost u funkciji zaštite temeljnih vrijednosti kompanije, počevši od ljudskih resursa, imovine, informacija, brenda do samih poslovnih procesa unutar kompanije, kroz funkciju osiguravanja kontinuiteta poslovanja, kao i prelazak iz reaktivnog u proaktivni pristup, jamac su opstojnosti svake pojedine kompanije na tržištu. Slijedom navedenog i sami menadžeri sigurnosti kao voditelji navedene korporativne funkcije u modernom sigurnosnom okruženju, su odavno prerasli nekadašnje temeljne i osnovne funkcije voditelja zaštite kompanije od klasičnih konvencionalnih prijetnji. Samim tim predmetna funkcija sve više obuhvaća zadatke visoke razine klasičnog managementa sa najširim opsegom proaktivnog djelovanja, koji u funkciju sigurnosti integrira i niz drugih segmenata iz domene strateškog upravljanja kompanijom, integrirajući pritom i samu korporativnu sigurnost u korporativnu strategiju kompanije sa temeljnim ciljem postizanja dugoročne održivosti. Stoga, upravo i poradi navedenoga, funkcija današnjeg menadžera sigurnosti je pored operativne funkcije upravljanja sustavom korporativne sigurnosti, sve više i proaktivna funkcija misaonog i profesionalnog iznalaženja najoptimalnijeg opsega i sadržaja korporativne sigurnosti koja pored ugroza prepoznatih kroz adekvatnu prosudbu ugroženosti, kontinuirano promišlja i o svim potencijalnim novi pojavnim oblicima prijetnji i ugroza koje na bilo koji način mogu destabilizirati samu kompaniju. Navedeno promišljanje je svakako i dio inovativnog procesa, obzirom da mu je krajnji cilj anuliranje početne prednosti počinitelja te zaštita sigurnosti, stabilnosti i kontinuiteta rada kompanije u svim uvjetima.

No sve navedeno je ipak primarno očekivana forma, koja prilikom realizacije često nije uvijek tako jednoznačan i finalni sadržaj uspostavljene korporativne sigurnosti, koja se još uvijek u brojnim kompanijama bori za svoj status djelatnosti sa redovnim investicijskim ciklusom u kojem je sama sigurnost integrirani dio proizvoda i/ili usluge kompanije, te kao takva izvan kategorije mjerljivoga i decidiranog troška. U istom tom modelu i voditelji korporativne sigurnosti vode svoju bitku za primjerenu pozicioniranost u organizacijskoj shemi društva, te stvarni utjecaj nad koncipiranjem sadržaja i opseg korporativne sigurnosti sa primjerenim budžetom za realizaciju iste. O važnosti predmetne borbe jasno svjedoče stavovi koji naglašavaju da „jasno određena i odgovarajuća organizacijska struktura poduzeća je jedan od najvažnijih čimbenika kojim se ostvaruje poslovni uspjeh nekog poduzeća“ [22], odnosno da „organizacijska struktura nije samo nužan temelj već da je ona sastavni dio i najvažniji dio svake organizacije“ [20]. Upravo u datom kontekstu promatramo i pozicioniranost menadžera korporativne sigurnosti u kompanijama u kojima rukovode samom korporativnom sigurnosti i njihove realne mogućnosti u odnosu na navedenu pozicioniranost.

Slijedom prethodno navedenoga, imajući na umu sve dimenzije i okolnosti rada menadžera korporativne sigurnosti, njihova znanja i kompetencije, modele korporativne sigurnosti kojima rukovode, ali i realne sigurnosne potrebe kompanija u dinamičnom sigurnosnom okruženju, u okviru ovoga rada pokušat ćemo utvrditi, da li su današnji menadžeri sigurnosti doista stekli vještine i sposobnosti koje nadilaze tradicionalne procjene prijetnji i u okviru istih upravljanje fizičkom sigurnosti, i transformirali se u moderne menadžere koji štite kompaniju od niza međusobno povezanih strateških ugroza, osiguravajući joj pritom (kroz ustroj moderne korporativne sigurnosti) stratešku prednost u poslovanju.

METODOLOGIJA

Predmet istraživanja

Predmet istraživanja je uloga menadžera sigurnosti u ukupnosti procesa strukturiranja, koncipiranja te definiranja opsega i sadržaja korporativne sigurnosti kao adekvatnog sigurnosnog odgovora kako na prepoznate tako i na buduće potencijalne sigurnosne ugroze koje prijete kompaniji.

Cilj i svrha istraživanja

Slijedom navedenog osnovni cilj ovoga rada je širi osvrt na ukupnu funkciju menadžera sigurnosti u pojedinoj kompaniji, funkcionalnost same korporativne sigurnosti, analizu osnovnih obilježja iste, proces optimizacije kroz adekvatnu prosudbu ugroženosti, na bazi iste utvrđivanje svih potencijalnih

ugroza, prijetnji, rizika, uz prateću analizu istih, pa sve do definiranja opsega i sadržaja korporativne sigurnosti uz neizostavnu misaonu, stručnu i profesionalnu komponentu menadžera sigurnosti koji sve navedeno dizajnira, ustrojava, nadzire i novelira, između ostalog i kroz element implementacije i upravljanja inovacijama u realizaciji zaštitne funkcije korporativne sigurnosti u kompaniji. U datom kontekstu razvidna je i sama svrha predmetnog istraživanja kroz utvrđivanje predmetnih aktivnosti i procesa, te na bazi istih i kreiranje percepcije i sigurnosne kulture svih sudionika u procesu realizacije navedenih zaštitnih aktivnosti koja će rezultirati primjerom pozicioniranošću menadžera sigurnosti u organizacijskoj shemi kompanije, kao i adekvatnom strukturom i opsegom same korporativne sigurnosti koja sa navedenim sadržajem svojom zaštitnom funkcijom može jamčiti zaštitu vitalnih resursa kompanije i kontinuitet njenog poslovanja.

Hipoteze

Glede hipoteza ovoga istraživanja i njihove primarne adekvatnosti operativnom određenju predmetu istraživanja, te suglasnosti sa postavljenim ciljevima, možemo postaviti nekoliko afirmativnih hipoteza istraživanja:

H1: Brzina prilagodbe na kontinuirano turbulentno sigurnosno okruženje ključni su faktor opstojnosti modernih kompanija na tržištu.

H2: Korporativna sigurnost sa funkcijom zaštite temeljnih vrijednosti kompanije i osiguravanja kontinuiteta poslovanja, uz proaktivni pristup jamac su otpornosti i garancija opstojnosti kompanije.

H3: Menadžeri sigurnosti kao voditelji korporativne sigurnosti prerasli su funkcije voditelja zaštite kompanije, transformirajući se na razinu strateškog menadžmenta sa osnovnim ciljem proaktivnog misaonog i profesionalnog kreiranja najoptimalnijeg opsega i sadržaja korporativne sigurnosti. H4: Proaktivno promišljanje menadžera sigurnosti je i dio inovativnog procesa, sa krajnjim ciljem zaštite sigurnosti, stabilnosti i kontinuiteta rada kompanije u svim uvjetima.

Zadaci

Zadaci ovog istraživanja primarno se odnose na analizu ukupnosti funkcije menadžera sigurnosti prilikom strukturiranja, koncipiranja te utvrđivanja opsega i sadržaja korporativne sigurnosti, spremne i sposobne da svojim zaštitnim aktivnostima u svakom trenutku zaštiti vitalne resurse kompanije te osigura kontinuitet poslovanja unutar iste. U kontekstu analize predmetnih procesa posebna pažnja će se usmjeriti i na samu pozicioniranost menadžera sigurnost u organizacijskoj strukturi kompanije, model ustroja same korporativne sigurnosti, uz osvrt na stvarne mogućnosti menadžera sigurnosti prilikom strukturiranja, te definiranja sadržaja i opsega korporativne sigurnosti u proporciji sa prepoznatim i utvrđenim, ali i potencijalnim sigurnosnim ugrozama za navedenu kompaniju. U kontekstu s navedenim očekujemo i formiranje zaključaka u kontekstu postavljenih hipoteza i konkretnih prijedloga za adekvatno pozicioniranje samih menadžera sigurnosti u organizacijskoj strukturi kompanije, koji bi ukazivali na nužnost kreiranja adekvatnog sadržaja, strukture i opsega korporativne sigurnosti, kao i utvrđivanje, a vjerujemo i usvajanje novih dimenzija korporativne i sigurnosne kulture po pitanju analiziranih procesa.

Metode

Obzorom da je poznato da sami predmet istraživanja određuje i same metode istraživanja, koje u konačnici jamče i realizaciju ciljeva i zadataka istraživanja, za potrebe ovog istraživanja korišten je metodološki okvir koji čini uobičajeni set metodologije za istraživanje društvenih i sigurnosnih istraživanja. U tom kontekstu po pitanju istraživačkog dizajna dominantan je deskriptivni način istraživanja, obzirom da navedeni okvir jamči dobivanje odgovora na istraživačka pitanja na najoptimalniji način.

Uz navedeno u značajnoj mjeri je korištena i metoda analize sadržaja i to primarno kroz analizu dostupne znanstvene i stručne literature i normativnih akata koji reguliraju materiju privatne zaštite, kao i metoda analize (teorije i prakse). Isto tako, ne možemo izbjeći ni korištenje induktivne metode (obzirom na potrebu donošenja zaključaka na bazi analize niza pojedinačnih okolnosti, čimbenika i uzroka pojedinih okolnosti, potrebe donošenja općeg zaključka, na bazi navedenih zapažanja, stupnju participacije svakog pojedinog čimbenika), kao ni same deduktivne metode (u dijelu objašnjenja činjenica i pojmova, predviđanja, novih funkcionalnih korelacija) kao i finale provjere postavljenih hipoteza.

PRIKAZ, ANALIZA I RASPRAVA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Menadžer korporativne sigurnosti

Kao što smo i prethodno naglasili u eri kada geopolitička dinamika sve više određuje korporativni opstanak, sigurnosni čelnici suočavaju se s neviđenom transformacijom svojih odgovornosti u okviru kojih se tradicionalne granice korporativne sigurnosti iznimno brzo otapaju, zahtijevajući od samih menadžera sigurnosti i timova za upravljanje sigurnošću da se razvijaju od taktičkih i operativnih izvršitelja, do strateških savjetnika sposobnih za sigurnosnu navigaciju složenim geopolitičkim promjenama [3]. U datom kontekstu, kada Hrvatskoj udruzi menadžera sigurnosti postavimo pitanje, tko je menadžer sigurnosti? Dobijmo vrlo sveobuhvatan i sadržajan odgovor, da se radi o svojevrsnom... (sigurnosnom) lideru odgovornom za razvoj, provedbu i upravljanje vizijom, strategijom i programima korporativne sigurnosti, koji usmjerava osoblje u prepoznavanju, razvoju, implementaciji i održavanju sigurnosnih procesa u cijeloj organizaciji kako bi se smanjili rizici, reagirali na incidente i ograničili izloženost odgovornosti, uspostavili odgovarajući standardi i kontrole rizika u području korporativne sigurnosti, te uspostavila strategija, politika i procedura korporativne sigurnosti [27]. No, da bi svaki pojedini menadžer sigurnosti imao priliku realizirati makar veći dio navedenih funkcionalnosti u okviru korporativne sigurnosti u određenoj kompaniji nužno je ispuniti niz prethodnih pretpostavki od: koncipiranja adekvatnog organizacijskog modela korporativne sigurnosti, primjerene pozicioniranosti samog menadžera korporativne sigurnosti u organizacijskoj shemi kompanije, usklađenosti strategije korporativne sigurnosti sa općom strategijom poslovanja društva, adekvatnih kadrovskih resursa na svim razinama provedbe korporativne sigurnosti, kontinuiranom stručnom nadzoru razine, kvalitete i standarda provedbe zaštitnih aktivnosti, opće razine sigurnosne kulture i niza drugih organizacijskih pretpostavki, koje u ukupnoj korelaciji utječu na ukupnost realizacije korporativne sigurnosti, a time direktno i na njenu zaštitnu funkciju unutar kompanije. Samim time kad je većina od prethodno navedenih organizacijskih pretpostavki ispunjena, u toj opciji jedna od temeljnih funkcija menadžera sigurnosti je strateško upravljanje procesima sigurnosti unutar kompanije, u cilju osiguravanja kontinuiteta poslovanja i zaštite ključnih vrijednosti kompanije, odnosno kao što smo i uvodno naglasili provedba aktivnosti u cilju zaštite osoba, imovine, informacija, brenda i ostalih resursa kompanije, kao i osiguravanje nesmetanog kontinuiteta poslovanja iste na tržištu. Uz navodne i očekivane kompetencije menadžera sigurnosti, pojedini autori smatraju i da sama uspješna priprema istih podrazumijeva stalno i kontinuirano inovativno znanje o oblicima i izvorima ugrožavanja kompanije, konkurenciji, poslovnim partnerima i klijentima iste [5]. Slijedom navedenoga možemo zaključiti da je menadžer sigurnosti onaj intelektualni, stručni i profesionalni potencijal koji bilo vlastitim resursima i/ili u suradnji sa CSO vanjskog izvršitelja poslova sigurnosti mora:

- definirati osnovne parametre i čimbenike sigurnosne politike kompanije,
- sukladno prosudbi ugroženosti stručno sagledati sve potencijalne sigurnosne rizike i izazove koji prijete integritetu, opstojnosti ili narušavanju poslovnog kontinuiteta kompanije,
- utvrditi i precizirati sami sadržaj i opseg mjera i radnji korporativne sigurnosti,
- i sve navedeno uskladiti sa pozitivnim zakonskim okvirom i korporativnim standardima sigurnosti (compliance).

Prosudba ugroženosti i analiza rizika koji prijete kompaniji

Prosudbi ugroženosti i pratećoj analizi rizika bi mogli posvetiti nekoliko cjelovitih radova, a ne tek jedno poglavlje u radu. No za opseg ovoga rad prosudbu ugroženosti dimenzioniramo samo u formatu osnovne radnje koja prethodi koncipiranju onog najgrubljeg i osnovnog sadržaja korporativne sigurnosti. Tako Zakon o privatnoj zaštiti (NN 16/2020) [23], propisuje da je... “prije uspostave privatne zaštite potrebno izraditi prosudbu ugroženosti kojom će se odrediti stvarna razina rizika od počinjenja kaznenih djela i ugrožavanja života i imovine osoba u objektu ili na javnoj i drugoj površini, ovisno o vanjskim i unutarnjim faktorima ugroženosti“. (čl. 3. st. 2.) Isti Zakon definira i sami pojam prosudbe ugroženosti u formi „dokumenta kojim se utvrđuje procjena vjerojatnosti događaja koji predstavlja moguću opasnost i prijetnju za osobe i imovinu“. (čl. 2. st. 1. t. 22.) Isto tako i Zakon o kritičnoj infrastrukturi (NN 89/2025) [24], višestruko definira pojam procjene rizika kao „cjelokupni postupak utvrđivanja prirode i opsega rizika utvrđivanjem i analizom potencijalnih relevantnih prijetnji, ranjivosti i opasnosti koje bi mogle dovesti do incidenta te evaluacijom mogućeg gubitka ili poremećaja u pružanju ključne usluge

uzrokovano tim incidentom.“ (čl. 3. t.18.), dok se prilikom izrade procjene rizika u obzir uzimaju „svi relevantni prirodni i ljudskim djelovanjem uzrokovani rizici koji bi mogli dovesti do incidenta, osobito oni koji su međusektorske ili prekogranične prirode, kao i nesreće, prirodne katastrofe, izvanredna stanja u području javnog zdravlja te hibridne prijetnje i druge neprijateljske prijetnje, uključujući kaznena djela terorizma i s njime povezana kaznena djela.“ (čl. 22. st. 3. ZOKI). U tom kontekstu u okviru sadržaja sigurnosnog plana Zakon također propisuje da su same „analize rizika temeljene na scenarijima realnih prijetnji (najgori slučaj i najvjerojatniji slučaj), ranjivosti svakog objekta, sustava, mreža i funkcionalnosti i mogućim posljedicama u redovitom radu te u slučaju većeg poremećaja i/ili prestanka rada/korištenja kritične infrastrukture, uključujući i rizik od napuštanja lokacije kritične infrastrukture, a uzimajući u obzir sve prijetnje...“ (čl. 24. ZOKI).

Nadalje, u kontekstu upravljanja sigurnim rizicima, sami sigurnosni rizik definira se kao „mogućnost realizacije nekog neželjenog događaja, koji može negativno utjecati na povjerljivost (engl. confidentiality), integritet (engl. integrity) i raspoloživost (engl. availability) resursa. Isto tako kasniji proces upravljanja sigurnosnim rizicima sastoji se od tri faze:

- procjena rizika (engl. Risk Assessment);
- umanjivanje rizika (engl. Risk Mitigation);
- ispitivanje i analiza (engl. Evaluation and Assessment) [28].

Slijedom prethodno navedenog nesporno je da su prosudba ugroženosti i kasnija analiza rizika temeljni procesi i početne radnje svakog menadžera sigurnosti prilikom utvrđivanja osnovne strukture sadržaja i kasnije ukupne koncepcije korporativne sigurnosti za potrebe kompanije. Odnosno kako [2] konstatira da je 'prvi korak u proaktivnosti i strategiji upravljanja rizikom priznavanje da organizacije ne mogu u potpunosti eliminirati rizik. Nakon prihvaćanja navedene realnosti, možemo početi definirati svoju procjenu rizika. Uvažavajući navedeno, predmetni proces u najgrubljem tumačenju podrazumijeva usklađivanje ukupnog spektra zaštitnih aktivnosti s korporativnim smjernicama, ciljevima i potrebama poduzeća. Tako navedeni proces obuhvaća i samo utvrđivanje, prepoznavanje i identifikaciju opasnosti, procjenu njene značajnosti te na bazi istoga definiranje i samih zaštitnih aktivnosti u formi preventivnih mjera kojima se osigurava kasniji kontinuitet poslovanja kompanije kao i sama pojedinačna zaštita vitalnih resursa iste tj. imovine, zaposlenika, informacija, poslovnih procesa i dr. No, uz navedeno upravljanje korporativnom sigurnošću u aktualnom sigurnosnom okruženju zahtijeva i snažnu sposobnost predviđanja potencijalnih prijetnji i ublažavanja rizika prije nego što se ostvare. U tom kontekstu se strateška procjena rizika smatra temeljem proaktivnog pristupa, čiji „okvir za procjenu rizika uključuje: identificiranje ranjivosti u fizičkim, digitalnim i operativnim područjima, analizu prijetnji pomoću prediktivnih analitičkih alata, kao i procjenu mogućeg učinka i vjerojatnosti utvrđenih rizika“. Stoga je za moderne menadžere sigurnosti nužno i poznavanje i razumijevanje alata kao što su matrice rizika, planiranje scenarija i napredne analitičke platforme [26].

Koncipiranje cjelovitog, sveobuhvatnog, personaliziranog, optimiziranog i učinkovitog modela korporativne sigurnosti

Kao što smo naveli, kad smo izradili prosudbu ugroženosti, u okviru iste utvrdili sve potencijalne ugroze i rizike, iste analizirali, sljedeći korak je ustrojavanje cjelovitog, sveobuhvatnog te u konačnici i učinkovitog modela zaštite kompanije kroz samu korporativnu sigurnost iste. Naravno da navedeni model podrazumijeva i sadržajnu optimizaciju opsega i strukture same korporativne sigurnosti iz ukupne palete usluga privatne zaštite, kao i implementaciju i drugih zaštitnih aktivnosti koje su nužne u okviru sveobuhvatnog sigurnosnog odgovora na prosudbom ugroženosti utvrđene rizike. Naravno da sami model razvoja sustava korporativne sigurnosti može uključivati i druga načela poput jedinstvenosti, racionalnosti, sveobuhvatnosti, selektivnosti, prilagodljivosti, pouzdanosti [1]. No, ma koji model sa manjim odstupanjima u konačnici odabrali (kao što smo i uvodno naglasili), sama personalizacija korporativne sigurnosti za svaku pojedinu kompaniju je upravo onaj organizacijski, stručni i profesionalni zadatak samog menadžera sigurnosti koji je vodeća osoba ukupnog sustava korporativne sigurnosti. No, nabrajajući očekivane sadržaje i nužne funkcionalnosti korporativne sigurnosti gotovo smo zaboravili pobliže definirati istu. Za navedeni pojam u literaturi postoji niz definicija sa više različitih aspekata, no za potrebe ovog rada ograničit ćemo se primarno na sadržajni i funkcionalno zaštitni aspekt korporativne sigurnosti, u okviru kojih je pojedini autori vide kao:

- 'suvremenu poslovnu funkciju zaštite osoba, imovine i poslovne djelatnosti u okvirima organizacijske strukture velikih poslovnih sustava, uspostavljenu s ciljem zaštite temeljnih

vrijednosti, odnosno osoba, imovine i poslovanja poduzeća od različitih oblika ugrožavanja [16].

- 'ukupnost poslova administrativne, informacijske, fizičke i tehničke sigurnosti, sigurnosti vlasništva, osobne sigurnosti..., odnosno kao stratešku funkciju kompanije' [9].
- (u funkcionalnom aspektu) ... odnosi se na zaštitu poslovanja organizacije, te predstavlja sinonimom za poslovnu sigurnost [13].
- predstavlja korporativnu funkciju koja kontrolira i upravlja koordinacijom svih djelatnosti unutar poslovnog subjekta koje se tiču zaštite, kontinuiteta i sigurnosti [15].
- korporativnu sigurnost ne treba promatrati kao samostalnu funkciju, već je treba prepoznati kao sposobnost za unaprjeđenje drugih područja poslovanja, poput korporativnog upravljanja i regulacije, korporativne društvene odgovornosti i općeg stanja sigurnosti [8].
- obuhvaća stvaranje sigurnog radnog okruženja, zaštitu pojedinaca i osobnih podataka, osiguravanje fizičke i tehničke sigurnosti, ublažavanje rizika i prijetnji te provedbu obavještajnih i protuobavještajnih mjera za održavanje neometanog i zakonitog poslovanja [18].
- nadzire zaštitu interesa, ljudi, profita i ugleda tvrtke bliskom koordinacijom, s poslovnim menadžmentom i relevantnim sigurnosnim funkcijama [4].
- obuhvaća odgovore kako na tradicionalne prijetnje (prirodne katastrofe i incidente uzrokovane ljudskim djelovanjem), tako i na nove, složene prijetnje kao što su pandemije, nepouzdana podaci, softverski i hardverski kvarovi te izazovi koji proizlaze iz globalne internetske povezanosti [14].

Sumirajući prethodno navedeno nesporno je da je korporativna sigurnost sveobuhvatni nužno prateći proces ukupnog poslovanja kompanije, sa osnovnim ciljem zaštite ključnih resursa (osoba, imovine i ukupnosti poslovnih procesa kompanije) od svih oblika ugrožavanja istih. No unatoč nespornoj važnosti korporativne sigurnosti, kao i njenoj najočiglednijoj dužnosti u vidu zaštite organizacije [17], odnosno ključnoj ulozi za zaštitu organizacijske infrastrukture, osoblja, informacija i imovine [19], ista u okviru svoje sveobuhvatnosti i učinkovitosti je ipak i samo potporni proces ukupnog poslovanja kompanije. Navedeno podrazumijeva da je korporativna sigurnost potporni proces u kompaniji sa osnovnim ciljem:

- zaštite osoba i imovine kompanije, i osiguranja neometanog kontinuiteta poslovnog procesa u istoj
- mjere i radnje KS nikad ne smiju postati same sebi svrha,
- zaštitne aktivnosti ne smiju predstavljati ograničenja poslovnog procesa,
- učinkovita KS je zaštitna sjena svih poslovnih i radnih procesa kompanije koja osigurava njihovo neometano odvijanje, kao i sve subjekte i resurse /ljudi i imovinu/, koji omogućavaju kontinuitet istih.

U kontekstu navedene učinkovitosti zaštitnih aktivnosti korporativna sigurnost mora biti:

- optimizirana i personalizirana prema aktualnim sigurnosnim ugrozama i sigurnosnim potrebama kompanije,
- ne smije ni oskudijevati, ali ni biti prekapacitirana po pitanju sadržaja, opsega i zahvata svoje primjene,
- mora ustrojiti fleksibilne mjere i radnje brzog prepoznavanja svih 'kontinuirano novih i do tada neidentificiranih' potencijalnih ugroza,
- imati spremna rješenja i obrambene radnje za upravljanje prethodno identificiranim rizicima.

No unatoč svemu navedenom, moramo upozoriti na (često apstrahiranu) realnost ukupnosti procesa optimizacije korporativne sigurnosti, koji uvelike utječu na ukupan opseg i sadržaj korporativne sigurnosti. U tom kontekstu realnost je da je ista uvijek u korelaciji sa sredstvima koja nam stoje na raspolaganju za njezinu provedbu. U tom kontekstu [6] smatra da bi politika sigurnosti trebala biti temeljni plan kojim se definira opredjeljenje kompanije da će brinuti o sigurnosti zaposlenika, imovine, poslovnih procesa, poslovnih partnera i dr., te da bi donošenje takvog dokumenta trebalo olakšati poduzeću i definiranje ciljeva i definicije sigurnosti, definiranje sigurnosnog spektra i općenito filozofije sigurnosti u kompaniji. Vrlo sličnog stava je i [11] koji govoreći o modelu objedinjene, tj. integralne funkcije sigurnosti, naglašava da 'navedeni model daje šansu za usvajanje jedinstvene sigurnosne politike kao integralnog dijela ukupne poslovne politike'. Slijedom navedenog stava logično je i nužno da sigurnosna politika i strategija sigurnosti kompanije i sama korporativna sigurnost, moraju biti u procesnom suglasju te sastavni i integralni dio opće poslovne strategije kompanije, te u navedenoj formi

kroz operativne procese, mjere i radnje korporativne sigurnosti osigurati realizaciju postavljenih sigurnosnih ciljeva u okviru sredstava koja su joj na raspolaganju. Odnosno kako [10] navode da nakon jasnog definiranja korporativne strategije, uključujući strateške ciljeve, poslovne prioritete i ključne inicijative, uz prateću identifikaciju rizika imamo temelj za oblikovanje strategije sigurnosti koja će istinski podržavati i osnažiti ostvarenje ukupne strategije organizacije, te na bazi iste i temeljne strateške postavke korporativne sigurnosti. Slijedom navedenog, već i sami tretman korporativne sigurnosti kao redovne djelatnosti sa pratećim investicijskim ciklusom, sadržajno rezultira korištenjem svih benefita zaštitnog djelovanja sveobuhvatne korporativne sigurnosti, koja u navedenoj opciji i u slučaju ugroze jamči učinkovit sigurnosni odgovor na istu, obzirom da je adekvatno pripremljena kako za mjere preveniranja, tako i adekvatnog odgovora, te promptne sanacije destabiliziranih poslovnih procesa i/ili ugroženih šticećenih subjekata kompanije.

Upravljanje inovacijama u ukupnom konceptu sigurnosti i kontinuirano nove sigurnosne ugroze u dinamičnoj sigurnosnoj okolini

Po pitanju same inovativnosti u segmentu sigurnosti, oportuno je postaviti pitanje... da li je za određenu implementaciju inovacije u području sigurnosti nužno biti u određenom smislu i (sigurnosni) vizionar? Realno nije. Sigurnost je često praktična ali i pragmatična, aktivnost koordiniranih mjera i radnji sa očekivanim zaštitnim učinkom na uglavnom prepoznate i očekivane prijetnje. Stoga iako razni autori na vrlo različit način definiraju pojam inovacija, jedna od zatupljenijih definicija navodi da... inovacije predstavljaju provedbu novog ili znatno unaprijeđenog proizvoda (robe ili usluge) ili procesa, nove marketinške metode ili nove organizacijske metode u poslovnoj praksi, radnoj organizaciji ili u vanjskim odnosima [7]. Parafrazirano u zaštitnu funkciju korporativne sigurnosti inovacija bi bila svaki novi i/ili znatnije unaprijeđeni (sigurnosno učinkovitiji) proces, metoda, mjera i/ili radnja koja rezultira većom razinom zaštite šticećenih subjekata unutar kompanije. Prostor za primjenu i realizaciju predmetne inovativnosti nam osigurava upravo kontinuirano promjenjiva sigurnosna okolina, koja uvijek sa sobom donosi i nove i do tada nepoznate pojavne oblike ugroza prema trima osnovnim šticećenim subjektima/kategorijama (ljudi, imovina, poslovni procesi), koje je potrebno reagirati ad hoc prilagođenim mjerama i radnjama korporativne sigurnosti. Isto tako, samo poznavanje kompanije i specifičnosti vezanih uz navedene kategorije/subjekte zaštite, menadžeru sigurnosti omogućava da u okviru svoje stručnosti i profesionalnosti može i mora predvidjeti i nove potencijalne oblike ugroza. Upravo navedena aktivnost je djelomično i svojevrsni proces inovativnosti kojim se anulira početna prednost potencijalnog počinitelja (ugrožavajuće radnje) na štetu kompanije. No, isto tako nesporno je da svaka pojedina inovativnost, promjena procesa, implementacija sustava, nove usluge, razine, intenziteta..., kao i općeg pristupa mjerama i radnjama korporativne sigurnosti često ne podrazumijeva revoluciju i/ili nikad do tada viđenu aktivnost, no isto i nije njena osnovna svrha.

Implementaciju novih tehnologija (AI, IoT, data analytics), u funkciji unapređenja postojećeg stanje sigurnosti

Kao što smo i prethodno naglasili dinamična i kontinuirano promjenjiva sigurnosna okolina sa novim oblicima potencijalnih ugroza, u proporciji sa primarnom funkcijom korporativne sigurnosti u vidu zaštite vitalnih resursa i kontinuiteta poslovanja kompanije gotovo neizostavno rezultiraju nužnošću za kontinuiranim poboljšanjem, inovativnosti i primjenom novih tehnologija u funkciji optimiziranja zaštitne funkcije kompanije. U tom kontekstu i sama korporativna sigurnost kao temeljna potporna funkcija svih poslovnih procesa kompanije, neizostavno prati ukupne procese digitalizacije poslovne okoline paralelno integrirajući dostupne napredne tehnologije u proces zaštite osoba, imovine, informacija i ukupni plan kontinuiteta poslovanja. Naravno da u navedenoj transformaciji prednjače sigurnosni sustavi, platforme i softveri potpomognuti AI i ML, sa svojim osnovnim funkcionalnostima u vidu 'sposobnost za brzo i točno prepoznavanje i proaktivno otkrivanje prijetnji, kako na bazi analize povijesnih tako i aktualnih podataka, a što ponovno osigurava da se potencijalni rizici identificiraju i ublaže, tj. da se u realnom vremenu upravlja samim rizikom, a čime se u konačnici unaprijed sprječava i svaka potencijalna šteta za šticećeni sustav i podiže otpornost istih.' [25] Primjena navedenih platformi i sustava u korporativnoj sigurnosti uz i nadalje prisutne tkz. 'stare' konvencionalne prijetnje podrazumijeva i nužnu integraciju fizičke i tehničke zaštite, kao i same komponente kibernetičke sigurnosti kao odgovora na globalnu kategoriju cyber prijetnji. Tako integrirana korporativna sigurnost sa svim dosadašnjim sastavnicama uz paralelno korištenje sigurnosnih sustava potpomognutih AI ima

na raspolaganju vrlo moćan alat koji na određeni način u 'real time-u' upravlja potencijalnim incidentima i prije nego se dogode, i što je najbolje, navedeni proces analize nikad ne prestaje tj. sama AI se na bazi dostupnih podataka kontinuirano prilagođava (evoluirajući na svakom pojedinom slučaju i poboljšavajući vlastite performanse) na način da sprečava i sve potencijalno nove pojavne oblike koje prepoznaje na bazi analize povijesnih podataka, a čime u konačnici zapravo povećava samu otpornost navedenih sustava (i objekata) na potencijalne ugroze i štete od istih. A upravo navedene sposobnosti jamče i realizaciju temeljnih ciljeva BCP obzirom da zaštita fizičke imovine, informacijskih sustava i osoblja izravno utječe na sposobnost organizacije da pruža neprekinute usluge, tj. nastavi sa radom i u slučaju napada/poremećaja poslovnog procesa.

U datom kontekstu realnost i učinkovitost proaktivnih zaštitnih aktivnosti (umjesto klasično reaktivnih po štetnom događaju) inaugurira AI kao vrlo moćan i efikasan alat za ukupne preventivne zaštitne aktivnosti na poslovima korporativne sigurnosti. Stoga moderna korporativna sigurnost i njeni neposredni izvršitelji poslova sigurnosti u bilo kojem modelu (outsourcing, in house, hibridnom), neizostavno koriste predikativnu analitiku, tj. algoritme za predviđanje potencijalnih prijetnji kompaniji prije nego što se isti dogode, analizirajući pritom obrasce ponašanja i mrežni promet u 'real time', a što neposrednim izvršiteljima omogućava proaktivno upravljanje incidentom. Isto tako vrlo učinkovit alat i funkcionalnost su automatizirani odgovori na incidente, koji koristeći sustave za automatsko izoliranje kompromitiranih dijelova mreže, momentalno blokiraju sumnjive pristupe istoj. Nadalje, iz domene klasičnih sustava tehničke zaštite najveću evoluciju i napredak je doživio sustav video nadzora koji potpomognut AI i ML daje potpuno nove funkcionalnosti 'pretvarajući stare glupe kamere u pametne', na način da se navedeni sustavi uz nove softvere koriste za (pred)parametriranje određenih kriterija na bazi kojih preventivno prepoznaju kretanje određenih osoba u nedozvoljenim prostorima, upade u perimetriju, izdvajaju određena vozila, ostavljene predmete, osobe (na bazi 'face recognition' funkcije) i sl., a prilikom čega zaštitari ponovno dobivaju pravovremenu informaciju o potencijalnom sigurnosnom incidentu prije nego se isti realizira, te na koji isto tako proaktivno reaguju.

Korištenje biometrije (otisak prsta, skeniranje zjenice oka, dlana i sl.), kod klasičnih sustava kontrole pristupa također u velikoj mjeri smanjuje rizik od zlouporabe identiteta i sustav kontrole pristupa diže na znatno veću razinu. Integracija brojnih IoT uređaja i njihova sve veća povezanost (pametne... kamere, senzori, brave, rasvjeta, zvona, detektori dima i CO₂, termostati, sustavi pametnih kuća id.), u integracijsku platformu stavljaju fokus na osiguravanju i navedenih "ulaznih točaka" u ukupni sustav korporativne sigurnosti. Isto tako upotreba analitike podataka (data analytics) u korporativnoj sigurnosti je uvelike zaslužna za transformaciju ukupnog modela zaštite u formi dominantno reaktivnih mjera (reagiranja na incident) na proaktivno i predikativno upravljanje rizicima. A isto je upravo omogućeno predmetnom analitikom koja prikuplja ogromne količine podataka iz različitih izvora (senzori, mrežni logovi, kamere) te vrši obradu istih u svrhu prepoznavanja obrazaca koji samoj 'uobičajenoj' klasičnoj monitoring funkciji promiču i ostaju skriveni i to bez obzira da li se radi o:

- detekciji anomalija i prijetnji – kod kojih analitika reagira na svako odstupanje od normalnog obrasca ponašanja (poput pristupa sustavu u neobično vrijeme, sa neuobičajene i nepoznate lokacije, devijacije kod prijenosa podataka koje ukazuju na moguću krađu i sl.)
- analize ponašanja korisnika (UBA) – kada analitika primarno promatra aktivnosti unutar mreže od strane zaposlenika tražeći unutarnje prijetnje (u vidu neovlaštenog pristupanja bazama podataka, preuzimanju osjetljivih datoteka, slanje istih e-poštom i sl.)
- procjeni rizika – i predikativnoj analitici kroz korištenja povijesnih podataka i ML u cilju predviđanja najvjerojatnijih oblika budućih napada (uz identifikaciju slabih točaka koje su iskorištene za prethodne napade, i prioritizaciju rizika i prijetnji)
- digitalnu forenziku i istrage – kada analitiku koristimo za utvrđivanje opsega štete, uz rekonstrukciju tijeka događaja koji su doveli do proboja sustava
- Optimizaciju privatne zaštite – kroz korištenje pametnog video nadzora (i analizu suspektnih kretanja u objektu), kao i svih funkcionalnosti integracije ostalih sustava tehničke zaštite i IoT)
- Complince funkciju – po pitanju usklađenosti i izvještavanja gdje analitiku koristimo za automatizirano dokumentiranje događaja sukladno utvrđenim sigurnosnim standardima i praksama, kao i za izbjegavanje kršenja aktualnog zakonskog okvira

Isto tako u kontekstu proaktivnog pristupa identificiranju i ublažavanju brojnih prijetnji pojedini stručnjaci preporučuju i korištenje OSINT (Open Source Intelligence) tehnika za korporativnu sigurnost,

koje omogućavaju kompanijama razvoj situacijske svijesti i proaktivnog upravljanja kompleksnim rizicima. Sama uporaba tehnika OSINT se odnosi na prikupljanje, obradu i analizu podataka iz javno dostupnih izvora temeljem kojih se izrađuju OSINT obavještajna izvješća koja služe za informirano donošenje odluka. U konačnici kao temeljna vrijednost OSINT-a u novije vrijeme može se sažeti u zaključku da kompanije shvaćaju kako je bolje investirati manja financijska sredstva u timove odnosno programe koji za cilj imaju prikupljanje i analizu obavještajnih informacija iz javno dostupnih izvora u svrhu proaktivnog djelovanja, nego zbog kasne reakcije na krizu i nepostojanja kvalitetnih i operativno korisnih obavještajnih informacija plaćati velike troškove, riskirati lošu reputaciju, ali i propast tvrtke [21].

Sumirajući prethodno navedeno, možemo naglasiti da je sve opisano zapravo nova struktura, opseg i sadržaj moderne korporativne sigurnosti čiji su aktivni kreatori upravo menadžeri sigurnosti, koji ukupnim zaštitnim aktivnostima moraju u bilo kojoj opciji poslovanja kompanije istoj pružiti adekvatan i učinkovit sigurnosni odgovor na svaku potencijalnu ugrozu. Pritom je nesporno da iznimno brzi tempo tehnoloških inovacija jednako brzo transformira i samu korporativnu sigurnost, stoga da bi ostali relevantni, menadžeri sigurnosti se moraju prihvatiti i prilagoditi novim tehnologijama, a što konkretno znači: i da budu znatiželjni i ostanu otvoreni za učenje o novim tehnologijama, da surađuju sa dobavljačima istih kao bi implementirali vrhunska tehnološka rješenja, te u konačnici i da eksperimentiraju i implementiraju moderne sigurnosne alate i tehnologije kako bi poboljšali ukupnost sigurnosnih mjera i radnji korporativne sigurnosti [26]. A upravo takva korporativna sigurnost gotovo ima i funkciju općeg BCP, obzirom da je isti usko povezan s korporativnom sigurnošću i realnošću da zaštita fizičke imovine, informacijskih sustava i osoblja izravno utječe na sposobnost organizacije da pruža neprekinute usluge, odnosno nastavi s osnovnim poslovnim procesima i tijekom poremećaja [12].

ZAKLJUČAK

Nastavno na prethodno navedeno, počevši od određenja samog predmeta istraživanja ovoga rada, preko definiranih ciljeva i svrhe istraživanja, uz odabranu metodologiju istraživanja, možemo zaključiti da smo u okviru rada osigurali ostvarivanje postavljenih ciljeva istraživanja dolaskom do zaključaka vezanih za ukupnost funkcije menadžera sigurnosti u pojedinoj kompaniji, funkcionalnosti same korporativne sigurnosti, procesa optimizacije iste, pa sve do definiranja krajnjeg opsega i sadržaja korporativne sigurnosti.

Uz navedeno vjerujemo da smo paralelno ostvarili i samu svrhu istraživanja kroz utvrđivanje aktivnosti i procesa u okviru korporativne sigurnosti, te na bazi istih indirektno omogućili i kreiranje percepcije i sigurnosne kulture svih sudionika u procesu realizacije navedenih zaštitnih aktivnosti koja će u konačnici rezultirati primjerom pozicioniranosti menadžera sigurnosti u organizacijskoj shemi kompanije, kao i adekvatnom strukturom i opsegom same korporativne sigurnosti, sadržajno i operativno sposobne jamčiti zaštitu vitalnih resursa kompanije i kontinuitet njenog poslovanja.

U tom kontekstu smo i potvrdili postavljene hipoteze, počevši od realnosti da je upravo 'brzina prilagodbe na kontinuirano turbulentno sigurnosno okruženje ključni faktor opstojnosti modernih kompanija na tržištu'. Kompanija čija je upravo 'korporativna sigurnost sa funkcijom zaštite temeljnih vrijednosti kompanije i osiguranja kontinuiteta poslovanja, uz paralelno proaktivni pristup, jamac otpornosti i garancija opstojnosti same kompanije.' U tako strukturiranoj kompaniji i korporativnoj sigurnosti unutar iste upravo 'menadžeri sigurnosti kao voditelji korporativne sigurnosti su prerasli nekadašnje osnovne funkcije voditelja zaštite kompanije, transformirajući se na razinu strateškog menadžmenta sa osnovnim ciljem proaktivnog misaonog i profesionalnog kreiranja najoptimalnijeg opsega i sadržaja korporativne sigurnosti.' Predmetno 'proaktivno promišljanje menadžera sigurnosti je zasigurno i uvijek i dio inovativnog procesa, sa krajnjim ciljem zaštite sigurnosti, stabilnosti i kontinuiteta rada kompanije u svim uvjetima' poslovanja iste na ukupnom tržištu. Stoga, slijedom potvrde navedenih afirmativnih hipoteza ovog istraživanja, želimo vjerovati da rezultati i zaključci do kojih smo došli tijekom razrade vitalne problematike same funkcije menadžera sigurnosti, a time paralelno i prateće funkcionalnosti korporativne sigurnosti koju isti strukturira, ustrojava, oblikuje, nadzire, usklađuje sa zakonom..., (ali i konkretnima aktualnim ali i nužno budućim prijetnjama i rizicima), će promjenom samog pogleda a dijelom i sigurnosne paradigme u budućnosti doista temeljiti na nužno potrebnom sadržaju i funkcionalno-zaštitnoj formi koju isti osigurava, umjesto na samoj formi

bez jasnog sadržaja. Upravo navedena redefinicija i dijela poslovne kulture u dijelu sigurnosti, te usmjeravanje dodatne percepcije na suštinski značaj korporativne sigurnosti za opstojnost i osiguravanje kontinuiteta rada kompanije, mišljenja smo da mora postati svojevrsni standard cjelokupne strategije poslovanja svake pojedine kompanije kao i načina i smjera promišljanja njenog najvišeg menadžmenta. Moguća realnost da pojedina kompanije možda i nije doživjela najcrnji mogući scenarij u fazi eksperimentiranja s svojom korporativnom sigurnosti, uz pogled na aktualno sigurnosno okruženje je zasigurno primarno plod sreće, a nikako suvislog i odgovornog pristupa prema samoj opstojnosti kompanije.

Stoga, a obzirom da smo se kroz razradu tema u ovom radu više puta osvjedočili o realnosti da je učinkovita korporativna sigurnost nužnost bez opcije, te da je ista tiha sjena svih poslovnih procesa u funkciji BCP same kompanije, u funkciji stvaranja nove percepcije i pogleda na istu, smatramo nužnim da istoj osiguramo puni sadržaj i mogućnosti za adekvatnu, personaliziranu, optimiziranu i učinkovitu zaštitu konkretne kompanije uz paralelno korištenje svih raspoloživih sredstva i resursa koje je sukladno prosudbi ugroženosti nužno angažirati, odnosno koje menadžer korporativne sigurnosti na bazi svog stručnog i profesionalnog pristupa smatra potrebnim za zaštitu kompanije u svim uvjetima poslovanja.

LITERATURA

- [1] **Chief security Officer Guidelines** (GDL CSO 06 2004). ASIS International Commission on Guidelines, Alexandria VA 2006.
- [2] Chrissy, K. (2024). **Vulnerabilities, Threats & Risk Explained**, https://www.splunk.com/en_us/blog/learn/vulnerability-vs-threat-vs-risk.html, 22.04.2026.
- [3] Crump, J., Nott-Bower, J. (2026). **Moving Boundaries: Strategic Security Leadership in an Era of Converging Risks**, ASIS EUROPE, <https://asiseurope.org/strategic-security-leadership-from-tactical-execution-to-geopolitical-resilience/>, 20.04.2026.
- [4] Čabrić, M. (2015). **Corporate security management: Challenges, risks, and strategies**, Oxford: Butterworth-Heinemann
- [5] Dančić, M., Stajčić, Lj. (2008). **Privatna Bezbednost**, VŠUP, Banja Luka.
- [6] Dundović, D. (2022). **Korporativne istrage – nezamjenjiv dio korporativne sigurnosti**, <https://darko-dundovic.from.hr/storage/app/media/korporativne-istrage-nezamjenjiv-dio-korporativne-sigurnosti-dku-2022.pdf>, 26.04.2026.
- [7] Galović, T. (2016). **Uvod u inovativnost poduzeća**, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci
- [8] Haydock (2021). **How corporate security can help achieve business growth**. <https://www.edp-uk.com/how-corporate-security-can-help-achieve-business-growth/> (26.4.2026.)
- [9] Ivandić Vidović, D., Karlović, L. i Ostojić, A. (2011.), **Korporativna sigurnost**, Zagreb: Hrvatska udruga menadžera sigurnosti.
- [10] Ivandić Vidović, D. Ostojić, A. (2025). **Arhitektura korporativne sigurnosti**, Poslovno učilište integralna sigurnost i razvoj Zagreb, Business Security Academy Zagreb.
- [11] Kašetović, Ž., Simonović, B. (2009). **Sektor korporativne i privatne bezbednosti u Srbiji**, Godišnjak fakulteta bezbednosti, Beograd. str. 166.
- [12] Law, B. (2025). **What is Corporate Security and why is it important?** <https://www.fixinc.io/blog/p/corporate-security-importance>. 24.04.2026.
- [13] Lalić, V., Čeranić, P. i Sikimić, M. (2019). **Privatna i/ili korporativna bezbjednost: da li postoje konceptualne sličnosti i razlike?** Žurnal za bezbjednost i kriminalistiku, 1(1). <https://doi.org/10.7251/ZBK1901055L>
- [14] Mandić, G., Putnik, N. i Rakić, S. (2021). **Business continuity as a function of corporate security: SARS-CoV-2 pandemic case study**, Megatrend revija, 18(4), 25-40. <http://dx.doi.org/10.5937/MegRev2104025M>
- [15] Milošević, M. (2010). **Pojam i sadržaj korporativne bezbednosti**, „Dani Bezbednosti“, Zbornik radova, Fakultet za bezbednost i zaštitu Univerziteta Sinergija, Banja Luka, str. 59-60.
- [16] Mihaljević, B., Nađ, I. (2018). **Osnove korporativne sigurnosti**. Zagreb: Hrvatska udruga menadžera sigurnosti (HUMS).
- [17] Nalla, M. i Morash, M. (2002). **Assessing the Scope of Corporate Security: Common Practices and Relationships with Other Business Functions**, Security Journal, 15(3), 7-19. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.sj.8340119>

- [18] Pavlović, D. (2023). **Role of corporate security in healthcare institutions during the COVID-19 epidemic**, Journal of Criminal Justice and Security, 25, 1-17.
- [19] Pendić, Z., Pendić, R., Jakovljević, B., Vujotić, L. i Gajić, L. (2019). **Where is the place of corporate security/safety in the organizational structure of an organization: An approach**, Tehnika, 74(5), 741-750A. <http://dx.doi.org/10.5937/tehnika1905741P>
- [20] Sikavica, P. & Hernaus, T. (2011). **Dizajniranje organizacije; strukture, procesi, poslovi**. Novi inovator
- [21] Stepić, A. (2024). **OSINT: tajno oružje korporativne sigurnosti za koje možda još niste čuli**, <https://www.linkedin.com/pulse/osint-tajno-oru%C5%BEje-korporativne-sigurnosti-za-koje-mo%C5%BEda-stepi%C4%87-dfd2f>, 22.04.2026.
- [22] Tolbert, P. S., & Hall, R. H. (2015). **Organizations: Structures, processes and outcomes**. Routledge.

Propisi

- [23] Zakon o privatnoj zaštiti (NN, 16/20, 114/22)
- [24] Zakon o kritičnoj infrastrukturi (NN 89/2025),

Internet

- [25] AI – vitalni saveznik u sigurnosnom sektoru, Zaštita, br. 1/2024, str. 24-25. Zagreb, 2024. <https://zastita.info/hr/casopis/aktualni-broj/>, 22.04.2026..
- [26] <https://guardmasterinstitute.ca/blog/ten-must-have-skills-for-corporate-security-managers-in-2025>, 26.04.2026.
- [27] <https://www.svijetsigurnosti.com/tko-je-menadzer-korporativne-sigurnosti-i-zasto-je-vazno-njihovo-certificiranje/>
- [28] Upravljanje sigurnosnim rizicima (2003). CCERT-PUBDOC-2003-10-44, <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2003-10-44.pdf>, 23.04.2026.

BIOGRAFIJA AUTORA



Dr. sc. Ante Perčin

Sokol d.o.o.
Zagreb, Hrvatska
ante.percin@sokol-security.hr

Ante Perčin, član Uprave u društvu Sokol d.o.o. Diplomirao na Visokoj policijskoj školi u Zagrebu, magistrirao na Fakultetu političkih znanosti na smjeru sigurnosna politika RH. Doktorirao na Fakultetu za kriminalistiku, kriminologiju i sigurnosne studije Univerziteta u Sarajevu. Certificirani menadžer sigurnosti. Predsjednik udruge zaštitarske djelatnosti pri HUP-u. Sa 34 godinom radnog staža na poslovima privatne zaštite. Autor i suautor više od 30 znanstvenih i stručnih radova u području privatne zaštite, te aktivni sudionik domaćih i međunarodnih konferencija iz područja sigurnosti. Predavač na Veleučilištu Velika Gorica, studiju Upravljanje u kriznim uvjetima. Područje istraživačkog interesa, privatna zaštita, JPP, sinergija privatne i javne sigurnosti, zaštita kritične infrastrukture, normativno uređenje industrije privatne sigurnosti.

BIOGRAPHY OF THE AUTHOR

Ante Perčin, Ph.D.

Member of the Management Bord of Sokol d.o.o. Graduated from the Police College in Zagreb, received his master's degree from the Faculty of Political Science, majoring in security policy of the Republic of Croatia. Doctorate from the Faculty of Criminalistics, Criminology and Security Studies, University of Sarajevo. Certified security manager. President of the Association of Security Professionals at the Croatian Employers' Association. With 34 years of experience in private security. Author and co-author of more than 30 scientific and professional papers in the field of private security, and an active participant in domestic and international conferences in the field of security. Lecturer at the University of Applied Sciences Velika Gorica, study Crisis Management. Research interests, private security, PPP, synergy of private and public security, protection of critical infrastructure, normative regulation of the private security industry.

Dragana Mitrović

**INOVATIVNI PRISTUPI UPRAVLJANJU BEZBIJEDNOŠĆU NA RADU:
ZNAČAJ LJUDSKIH FAKTORA I PONAŠANJA ZAPOSLENIH**

Sažetak

Upravljanje bezbjednošću na radu u današnjem vremenu i savremenim organizacijama sve više zahtijeva pristupe koji prevazilaze tradicionalni fokus na tehničke mjere i formalne procedure. Iako su zakonski okviri i standardi neophodni, praksa pokazuje da značajan broj neželjenih događaja nastaje usljed uticaja ljudskih faktora kao što su rutina, žurba, umor, pogrešna procjena rizika i sl. Cilj ovog rada je analizirati značaj obrazaca ponašanja zaposlenih, sigurnosnog mindseta i uloge rukovodilaca u procesu upravljanja bezbjednošću na radu. U radu su korištene kvalitativne metode, uključujući analizu savremenih teorijskih pristupa i primjera iz prakse. Rezultati ukazuju da se efikasno upravljanje bezbjednošću ne može zasnivati isključivo na pravilima i kontroli, već zahtijeva sistemsko upravljanje ponašanjem zaposlenih uz primjenu vještine komunikacije. Zaključno, održiva bezbjednosna kultura može se postići jedino integracijom ljudskog faktora ako rizika u sve segmente upravljanja organizacijom.

Ključne riječi: bezbjednosna kultura, ljudski faktor, ponašanje zaposlenih, sigurnosni mindset, komunikacija.

**INNOVATIVE APPROACHES TO OCCUPATIONAL SAFETY MANAGEMENT:
THE IMPORTANCE OF HUMAN FACTORS AND EMPLOYEE BEHAVIOR**

Abstract

Occupational safety management in today's environment and modern organizations increasingly requires approaches that go beyond the traditional focus on technical measures and formal procedures. Although legal frameworks and standards are essential, practice shows that a significant number of undesired events occur due to the influence of human factors such as routine, haste, fatigue, misjudgment of risk, and similar factors. The aim of this paper is to analyze the importance of employee behavioral patterns, safety mindset, and the role of managers in the occupational safety management process. The study uses qualitative methods, including the analysis of contemporary theoretical approaches and practical examples. The results indicate that effective safety management cannot be based solely on rules and control, but requires systematic management of employee behavior and communication. In conclusion, a sustainable safety culture can only be achieved through the integration of the human factor into all segments of organizational management.

Key words: safety culture, human factors, employee behavior, safety mindset, communication.

UVOD

Danas, uprkos visokom stepenu tehnološkog razvoja i unapređenju tehničkih mjera zaštite, podaci i dalje ne ohrabruju. Na globalnom nivou, svake godine više od 2,7 miliona ljudi izgubi život usljed povreda ili bolesti povezanih s radom, dok stotine miliona nesreća rezultiraju privremenim ili trajnim posljedicama. Posebno je značajno da se kao jedan od najčešćih uzroka i dalje identifikuje ljudska greška koja nerijetko proizlazi iz umora, stresa, nedostatka pažnje ili svjesnog zanemarivanja pravila. Ovi podaci jasno ukazuju na važnu činjenicu: tehnički aspekti zaštite na radu su značajno unaprijeđeni, ali ljudski faktor – svijest, motivacija i vrijednosti – nije pratio isti tempo razvoja. Upravo u tom neskladu nalazi se jedan od ključnih izazova savremenog upravljanja bezbjednošću na radu.

Tradicionalni pristupi, zasnovani na propisima, procedurama i kontroli njihove primjene, dugo su dominirali praksom. U takvom okviru, bezbjednost se posmatrala kao skup pravila koja je potrebno implementirati i nadzirati. Međutim, uprkos jasno definisanim procedurama i razvijenim sistemima kontrole, neželjeni događaji i dalje se dešavaju, što ukazuje na ograničenja ovakvog pristupa. Savremeni koncepti sve više naglašavaju da bezbjednost na radu ne može biti posmatrana isključivo kao tehnički ili administrativni problem. Naprotiv, ona predstavlja rezultat složene interakcije između ljudi, njihovog načina razmišljanja, percepcije rizika i organizacionog okruženja u kojem djeluju. Iz tog razloga, u fokusu novijih pristupa nalazi se pitanje kako vratiti stvarni smisao i svrhu zaštite na radu, ne kroz pritisak i formalnu usklađenost, već kroz izgradnju partnerstva, povjerenja i kulture odgovornosti. Budućnost upravljanja bezbjednošću na radu ogleda se u stvaranju radnog okruženja u kojem zaposleni ne poštuju pravila zato što moraju, već zato što razumiju njihov značaj i lično ih prihvataju kao dio svog profesionalnog i ličnog integriteta.

Ovakvo razumijevanje predstavlja osnovu za prelazak sa tradicionalnih na savremenije, holističke modele upravljanja bezbjednošću na radu, koji u prvi plan stavljaju ljudski faktor, ponašanje i organizacionu kulturu.

TRADICIONALNI VS HOLISTIČKI PRISTUP BEZBIJEDNOSTI NA RADU

Tradicionalni modeli upravljanja sistemom bezbjednosti na radu prvenstveno su usmjereni na:

- usklađenost sa zakonskim i proceduralnim normama,
- posjedovanje formalne dokumentacije,
- kontrolu i nadzor nad primjenom propisanih mjera.

U takvom okviru, bezbjednost na radu se decenijama posmatrala kao nešto što dolazi „spolja“ – kao zakonska obaveza, dodatni trošak ili čak nužno opterećenje, umjesto kao sastavni dio brige o ljudima i dugoročne produktivnosti. Ovakva percepcija često proizilazi iz nedovoljnog razumijevanja stvarne svrhe zaštite na radu, ali i iz šireg društvenog konteksta u kojem je fokus bio na egzistenciji, a ne na dostojanstvu i bezbjednosti radnika.

Međutim, ovakav pristup zanemaruje ključnu činjenicu: samo postojanje pravila ne garantuje njihovu dosljednu primjenu u praksi. Upravo tu se otvara prostor za savremenije modele koji u fokus stavljaju ljudski faktor, ponašanje i organizacionu kulturu kao temelj stvarne bezbjednosti na radu.

Kao odgovor na ograničenja tradicionalnog pristupa, savremeni modeli upravljanja zaštitom na radu razvijaju se u pravcu holističkog pristupa koji bezbjednost posmatra kao dinamičan i višeslojan sistem. U ovom pristupu fokus se pomjera sa same forme: procedura, pravila i dokumentacije, na suštinu, odnosno na način na koji ljudi razmišljaju, donose odluke i ponašaju se u realnim radnim situacijama. Holistički pristup polazi od pretpostavke da bezbjednost nije nešto što se može „propisati“, već nešto što se svakodnevno gradi kroz interakciju liderstva, komunikacije, individualne odgovornosti i organizacione kulture. U tom kontekstu, ljudski faktor prestaje biti slabost sistema i postaje njegov ključni resurs. Umjesto isključivog oslanjanja na kontrolu i nadzor, naglasak se stavlja na razumijevanje rizika, razvoj svijesti i osnaživanje zaposlenih da aktivno učestvuju u kreiranju bezbjednog radnog okruženja.

Posebno važnu ulogu u ovom modelu imaju rukovodioci, koji kroz svoj način komunikacije, donošenja odluka i lični primjer direktno utiču na formiranje bezbjednosne kulture. Time se bezbjednost integriše u svakodnevne procese rada, umjesto da ostane izdvojena kao administrativna obaveza.

Razlike između tradicionalnog i inovativnog, holističkog pristupa upravljanju zaštitom na radu mogu se jasnije sagledati kroz sljedeću uporednu tabelu:

Tabela 1.

Element	Tradicionalni pristup	Inovativni (holistički) pristup upravljanju
Fokus	Procedure i propisi (nivo procedure)	Mindset i ponašanje zaposlenih (viši nivoi piramide)
Uloga zaposlenih	Pasivni izvršioци pravila	Aktivni učesnici koji razumiju rizik i donose odluke
Uloga rukovodilaca	Kontrola i nadzor	Liderstvo kroz komunikaciju, uticaj i lični primjer
Pristup riziku	Reaktivan (nakon incidenta)	Proaktivan (prepoznavanje, prevencija i anticipacija)
	Administrativni i formalni pristup	Sistemska pristup usmjeren na razvoj i učenje
Način upravljanja Motivacija zaposlenih	Eksterna (kazne, kontrole, nadzor)	Interna (svijest, odgovornost i lični izbor)
Komunikacija	Jednosmjerna (prenos informacija)	Dvosmjerna (razumijevanje, uključivanje i feedback)
Greške zaposlenih	Fokus na krivici pojedinca	Fokus na uzrocima i učenju iz sistema
Obuka	Formalna i periodična (prenos informacija)	Kontinuirana i iskustvena (razvoj odgovornosti i razumijevanja)
	Tradicionalni pristup	Inovativni (holistički) pristup upravljanju
Kultura bezbjednosti	Deklarativna (postoji na dokumenata)	Integrirana (vidljiva u svakodnevnom ponašanju)

Podaci prikazani u Tabeli 1 jasno ukazuju na suštinske razlike između tradicionalnog i holističkog pristupa upravljanju bezbjednošću na radu. Dok se tradicionalni pristup zasniva na kontroli i formalnoj usklađenosti, holistički pristup stavlja fokus na ponašanje zaposlenih, razvoj svijesti o rizicima i aktivnu ulogu rukovodilaca. Ovakva transformacija pristupa omogućava prelazak sa reaktivnog na proaktivno upravljanje bezbjednošću, čime se stvaraju preduslovi za dugoročno unapređenje bezbjednosne kulture.

Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovog rada usmjeren je na analizu uticaja ljudskog faktora, odnosno ponašanja zaposlenih, na efikasnost sistema upravljanja bezbjednošću na radu. U tom kontekstu, posebno se analizira jaz između formalno uspostavljenih procedura, pravila i mjera bezbjednosti na radu i stvarnog ponašanja zaposlenih u svakodnevnim radnim procesima. Ovaj nesklad ukazuje na potrebu da se bezbjednost sagleda šire, ne samo kroz normativni okvir, već i kroz način na koji zaposleni percipiraju rizik, donose odluke i primjenjuju pravila u praksi.

Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je da utvrdi u kojoj mjeri integracija ponašajnih i psiholoških faktora može doprinijeti unapređenju sistema upravljanja bezbjednošću na radu, odnosno njegovoj stvarnoj efikasnosti u praksi. Polazeći od savremenih pristupa koji naglašavaju značaj ljudskog faktora i organizacione kulture, istraživanje se zasniva na sljedećim pretpostavkama:

- postojeći sistemi zaštite na radu, iako formalno uspostavljeni, nisu dovoljno efikasni bez aktivnog uključivanja ljudskog faktora,
- ponašanje zaposlenih predstavlja jedan od ključnih uzroka većine neželjenih događaja,
- rukovodioci imaju presudan uticaj na oblikovanje bezbjednosne kulture kroz komunikaciju, donošenje odluka i lični primjer.

Na ovaj način, rad ima za cilj da doprinese boljem razumijevanju potrebe za prelaskom sa tradicionalnog na holistički pristup upravljanju bezbjednošću na radu, u kojem su ljudi, njihova svijest i način djelovanja centralni element sistema.

Metode istraživanja

U radu su primijenjene kvalitativne metode istraživanja, koje omogućavaju dublje razumijevanje složenih odnosa između ponašanja zaposlenih i efikasnosti sistema upravljanja bezbjednošću na radu. Ovakav metodološki pristup odabran je s ciljem da se bezbjednost sagleda ne samo kroz formalne zahtjeve sistema, već i kroz stvarne obrasce ponašanja i donošenja odluka u radnom okruženju.

U okviru istraživanja korištene su sljedeće metode:

- analiza relevantne naučne i stručne literature iz oblasti komunikacije, psihologije i menadžmenta, sa fokusom na ljudski faktor i organizacionu kulturu,
- deskriptivna analiza ključnih faktora koji utiču na ponašanje zaposlenih u kontekstu bezbjednosti na radu,
- komparativna analiza tradicionalnih i savremenih (holističkih) pristupa upravljanju bezbjednošću, • analiza primjera iz prakse, sa ciljem povezivanja teorijskih koncepata i stvarnih organizacionih situacija.

Primjenom ovih metoda omogućena je identifikacija ključnih obrazaca ponašanja zaposlenih, kao i razumijevanje njihovog uticaja na nivo bezbjednosti, čime se dodatno potvrđuje značaj integrisanja ljudskog faktora u savremene modele upravljanja bezbjednošću na radu.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

UTICAJ LJUDSKOG FAKTORA NA NASTANAK NEŽELJENIH DOGAĐAJA

Analiza istraživanja i rezultati ukazuju da se značajan broj neželjenih događaja ne može objasniti nedostatkom procedura, već odstupanjem od propisanog ponašanja zaposlenih u realnim radnim uslovima. Najčešći uzroci uključuju:

- rutinsko obavljanje posla koje smanjuje pažnju,
- žurbu i vremenski pritisak,
- umor i pad koncentracije,
- pogrešnu procjenu rizika,
- automatske reakcije.

Ovi faktori ukazuju na to da zaposleni često ne donose svjesne odluke o riziku, već djeluju na osnovu navika i po automatizmu. Ovakav pristup potvrđuje i James Reason, koji ističe da ljudske greške nisu isključivo posljedica individualnih propusta, već rezultat šireg sistema u kojem ljudi djeluju.

MODEL INTEGRISANOG UPRAVLJANJA BEZBIJEDNOŠĆU NA RADU

U skladu sa prethodno predstavljenim holističkim pristupom, rezultati istraživanja ukazuju na potrebu integracije različitih nivoa djelovanja unutar sistema bezbjednosti na radu.

Na osnovu sprovedene analize može se definisati model koji obuhvata tri međusobno povezana nivoa:

- tehničko-proceduralni nivo
- ponašajni nivo
- kognitivni (mindset) nivo

Ovi nivoi čine cjelinu u kojoj svaki pojedinačno nije dovoljan za postizanje visokog nivoa bezbjednosti na radu.

NIVO 1 – PROCEDURE I PRAVILA

Ovaj nivo obuhvata zakonske zahtjeve, standarde, procedure i tehničke mjere zaštite. Predstavlja osnovu sistema bezbjednosti, ali sam po sebi ne garantuje bezbjednost ukoliko nije adekvatno primijenjen u praksi.

NIVO 2 – PONAŠANJE ZAPOSLENIH

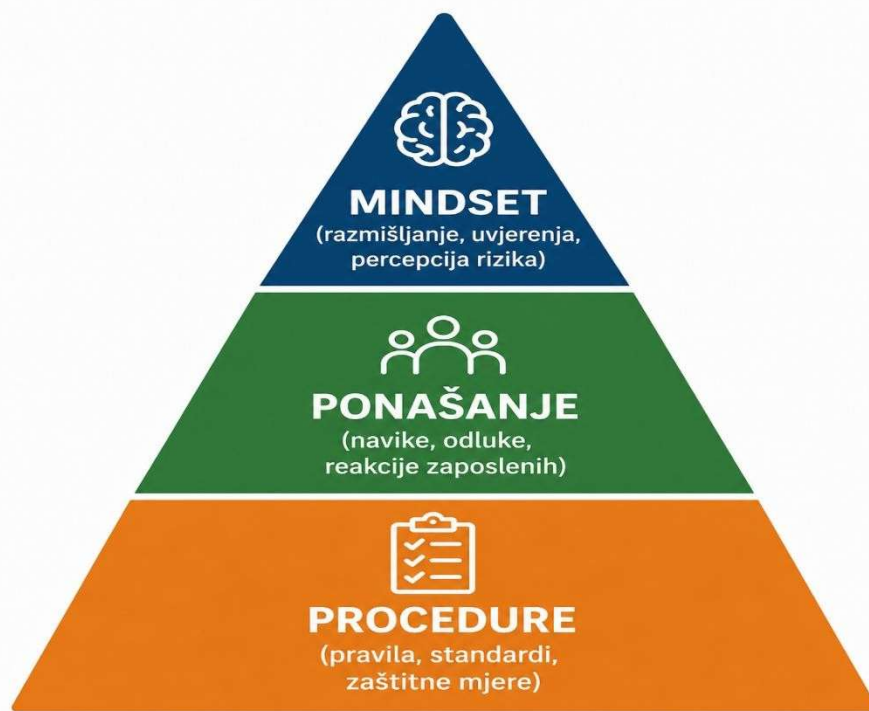
Drugi nivo odnosi se na stvarno ponašanje zaposlenih u radnom okruženju. Uključuje navike, reakcije, donošenje odluka i svakodnevne radne aktivnosti. Upravo na ovom nivou dolazi do najvećeg odstupanja između propisanog i stvarnog stanja.

NIVO 3 – MINDSET I PERCEPCIJA RIZIKA

Treći nivo obuhvata način razmišljanja zaposlenih, njihova uvjerenja, stavove i percepciju rizika. Ovaj nivo ima presudan uticaj na ponašanje, jer određuje kako zaposleni doživljavaju opasnosti i koliko su spremni da postupaju u skladu sa pravilima.

ZNAČAJ INTEGRACIJE NIVOVA

Efikasno upravljanje bezbjednošću na radu moguće je samo kroz integraciju sva tri nivoa. Organizacije koje se fokusiraju isključivo na procedure zanemaruju ključne uzroke neželjenih događaja, dok integrisani pristup omogućava razvoj održive i funkcionalne bezbjednosne kulture zasnovane na stvarnom ponašanju zaposlenih.



Slika 1. Model tri nivoa bezbjednosti na radu

Slika 1 prikazuje hijerarhijski odnos između ključnih nivoa upravljanja bezbjednošću na radu. Iako procedure predstavljaju osnovu sistema, stvarni efekti postižu se kroz uticaj na ponašanje zaposlenih i njihov način razmišljanja. Ovakav model naglašava potrebu prelaska sa formalnog na suštinsko upravljanje bezbjednošću.

ALATI ZA IMLEMENTACIJU PREDLOŽENOG MODELA

Komunikacija, kao potencijalni faktor rizika, ali i ključni alat za primjenu holističkog modela upravljanja zaštitom na radu, može se dodatno razumjeti kroz piramidalni model odnosa između mindseta, ponašanja i procedura u sistemu zaštite na radu.

Na najvišem nivou piramide nalazi se *mindset* – odnosno uvjerenja, stavovi i percepcija rizika kod rukovodstva i zaposlenih. Ovaj nivo se formira direktno kroz svakodnevnu komunikaciju u organizaciji: način na koji nadređeni govore o bezbjednosti, šta naglašavaju kao prioritet, kako reaguju na greške i

koliko prostora ostavljaju za pitanja i povratnu informaciju. Ukoliko je komunikacija dominantno usmjerena na kontrolu, kritiku ili formalno ispunjavanje obaveza, kod zaposlenih se postepeno formira uvjerenje da je zaštita na radu administrativni zahtjev, a ne stvarna vrijednost. Suprotno tome, komunikacija koja jasno ukazuje na posljedice, povezuje rizike sa ličnom odgovornošću i poziva zaposlenog da razmisli o sopstvenim izborima, doprinosi buđenju svijesti o bezbjednosti kao ličnoj i organizacionoj vrijednosti. Na taj način zaposleni ne djeluju samo po nalogu, već donose svjesnu odluku da se zauzmu za sebe i svoju bezbjednost.

Na srednjem nivou piramide nalazi se *ponašanje*, gdje komunikacija ima neposredan uticaj na svakodnevne odluke zaposlenih. Kada su poruke nejasne, kontradiktorne ili se svode na formalna uputstva bez objašnjenja „zašto“, zaposleni češće pribjegavaju improvizaciji, oslanjaju se na lična iskustva ili preuzimaju rizične prečice u radu. S druge strane, komunikacija koja uključuje objašnjenja, primjere iz prakse i aktivno uključivanje zaposlenih podstiče odgovornije i bezbjednije ponašanje, kao i spremnost da se prijave potencijalne opasnosti. Posebno je značajno da organizacijski dijalog nije samo davanje instrukcije, već postavljanje pitanja i usmjeravanje zaposlenog da sam procijeni rizik i preuzme odgovornost za sopstveno postupanje.

Na najnižem nivou nalaze se *procedure*, koje predstavljaju formalni okvir sistema zaštite na radu. Međutim, njihova stvarna primjena zavisi upravo od toga kako su komunicirane i kako ih zaposleni razumiju. Procedure koje se prenose isključivo kao obaveza, bez konteksta i značenja, često ostaju „na papiru“, dok jasno i smisleno komunicirane procedure postaju dio svakodnevne prakse.

Ovakvo razumijevanje komunikacije može se dodatno posmatrati kroz razliku između tradicionalnog i holističkog pristupa upravljanju zaštitom na radu. Tradicionalni pristup dominantno se zasniva na vertikalnoj, jednosmjernoj komunikaciji, gdje se informacije prenose odozgo ka dolje, a fokus je na kontroli i usklađenosti sa procedurama. U takvom okruženju zaposleni uče da „ne pogriješe“ i da „ispoštuju pravila“, ali ne i da razumiju rizik ili preuzmu aktivnu ulogu u njegovom upravljanju.

Nasuprot tome, holistički pristup podrazumijeva interaktivnu i participativnu komunikaciju, gdje zaposleni nisu samo primaoci informacija, već aktivni učesnici u identifikaciji rizika, unapređenju sistema bezbjednosti i kreiranju bezbjednosne kulture i zdravog psihosocijalnog radnog okruženja. Ovaj pristup više podržava srednji i gornji nivo piramide, jer utiče na promjenu mindseta i razvoj kulture u kojoj se bezbjednost posmatra kao zajednička odgovornost, a ne kao isključivo regulatorna obaveza. Na taj način, komunikacija postaje ključni povezujući element između svih nivoa piramide i istovremeno diferencijator između tradicionalnog i holističkog modela upravljanja zaštitom na radu. Drugim riječima, bez efikasne komunikacije, ni najkvalitetnije procedure ne mogu ostvariti svoju svrhu u praksi.

ZNAČAJ BEZBJEDNOSNOG MINDSETA

U okviru predstavljenog modela, posebno se izdvaja značaj kognitivnog nivoa – bezbjednosnog mindseta.

Bezbjednosni mindset odnosi se na način na koji zaposleni razmišljaju o riziku, odgovornosti i bezbjednosti.

Rezultati pokazuju da:

- uvjerenja oblikuju ponašanje,
- percepcija rizika utiče na odluke,
- iskustvo i kultura utiču na reakcije.

Promjena mindseta zaposlenih predstavlja ključni element unapređenja sistema bezbjednosti na radu. Zaposleni ne rade bezbjedno zato što im je rečeno, već zato što su kroz komunikaciju prepoznali i razumjeli zašto je to važno za njih lično.

ULOGA RUKOVODILACA U OBLIKOVANJU BEZBJEDNOSNE KULTURE

Rukovodioci imaju ključnu ulogu u oblikovanju bezbjednosne kulture, jer kroz svakodnevno djelovanje direktno utiču na percepciju rizika i ponašanje zaposlenih. Taj uticaj se najviše ogleda kroz svakodnevnu komunikaciju, način donošenja odluka i lični primjer koji postavljaju u radnom okruženju. Posmatrano kroz piramidu bezbjednosne kulture (mindset – ponašanje – procedure), rukovodioci prvenstveno djeluju na najvišem nivou – *mindsetu*. Način na koji oni komuniciraju o bezbjednosti, kako reaguju na greške i šta u praksi tretiraju kao prioritet, direktno oblikuje uvjerenja i stavove

zaposlenih prema riziku. Ukoliko rukovodilac bezbjednost posmatra kao formalnu obavezu, takav stav se prenosi kroz organizaciju i oblikuje kulturu u kojoj su procedure važne, ali svijest o riziku ostaje niska. Međutim, savremeni pristup zahtijeva da rukovodioci prvo razviju svijest o sopstvenom stilu rukovođenja, koji se može posmatrati kroz tri osnovna obrasca: pasivan, reaktivan i proaktivan stil. Pasivan stil karakteriše nedovoljno uključivanje u pitanja bezbjednosti i zanemarivanje odgovornosti prema drugima. Reaktivan stil se zasniva na djelovanju tek nakon što se problem ili incident dogodi, dok proaktivan stil podrazumijeva kontinuirano prepoznavanje rizika, preventivno djelovanje i aktivno upravljanje bezbjednošću.

Kada rukovodioci osvijeste svoj dominantni stil, oni postaju sposobni da jasnije razumiju kako njihove reakcije, odluke i komunikacija utiču na ponašanje zaposlenih. Ova samosvijest omogućava i dublje razumijevanje stanja zaposlenih – njihovih reakcija, nesigurnosti i obrazaca ponašanja u rizičnim situacijama. Na taj način rukovodilac ne upravlja samo sistemom, već razvija sposobnost da prepozna kako se mindset zaposlenih formira i mijenja kroz svakodnevnu interakciju.

Na srednjem nivou piramide, kroz ponašanje zaposlenih, rukovodilac ima ulogu modela. Način na koji on postupa u praksi direktno utiče na to da li će zaposleni razvijati odgovorno, proaktivno ponašanje ili će se oslanjati na rutinu i improvizaciju. Na najnižem nivou, kroz procedure, rukovodilac obezbjeđuje da formalni sistem ne ostane samo dokument, već da se kroz komunikaciju i primjer pretvori u stvarnu praksu.

Zbog toga rukovodilac u savremenom sistemu zaštite na radu nije samo kontrolor, već aktivni nosilac bezbjednosne kulture, čiji se uticaj ogleda u svim nivoima piramide. Organizacije u kojima rukovodioci razvijaju proaktivan stil upravljanja i dosljedno ga prenose kroz komunikaciju i ponašanje postižu viši nivo svijesti o rizicima, bolje razumijevanje zaposlenih i značajno efikasnije upravljanje bezbjednošću.

PREDLOŽENI OKVIR UPRAVLJANJA BEZBIJEDNOŠĆU

Na osnovu prethodno analiziranih odnosa između komunikacije, mindseta, ponašanja i procedura, može se definisati holistički okvir upravljanja bezbjednošću koji prevazilazi tradicionalno, proceduralno usmjeren pristup. Ovaj okvir polazi od pretpostavke da se održiva bezbjednost ne postiže isključivo kroz propise, već kroz način na koji se o bezbjednosti razmišlja, komunicira i djeluje u svakodnevnoj praksi.

Ključne komponente ovog okvira obuhvataju:

- fokus na ponašanje kroz komunikaciju, gdje se zaposlenima ne prenose samo pravila, već se kroz jasne i smislene poruke i pitanja utiče na način donošenja odluka u rizičnim situacijama,
- razvoj svijesti o rizicima, putem komunikacije koja povezuje procedure sa realnim posljedicama i ličnom odgovornošću zaposlenih,
- kontinuiranu edukaciju kao proces, a ne događaj, u kojem se kroz interakciju, pitanja i razmjenu iskustava gradi razumijevanje, a ne samo prenos informacija,
- aktivnu ulogu rukovodilaca kao komunikacionih uzora, koji svojim načinom obraćanja, reagovanja i donošenja odluka direktno oblikuju mindset zaposlenih i • integraciju holističkog pristupa bezbjednosti u organizacionu kulturu.

Ovakav okvir osnažuje sve nivoe piramide bezbjednosti – od procedura, preko ponašanja, do mindseta – pri čemu komunikacija ima ulogu ključnog povezujućeg mehanizma. Time se potvrđuje da je efikasno upravljanje bezbjednošću na radu neodvojivo od kvaliteta liderstva i načina na koji se bezbjednost svakodnevno komunicira i živi unutar organizacije.

RASPRAVA

Predloženi model tri nivoa bezbjednosti potvrđuje da ona nije rezultat pojedinačnih mjera, već interakcije između procedura, ponašanja i načina razmišljanja zaposlenih. Integracija predstavlja suštinsku razliku između tradicionalnih i savremenih pristupa upravljanju bezbjednošću.

Rezultati istraživanja ukazuju da bezbjednost na radu ne može biti posmatrana kao statičan sistem zasnovan isključivo na pravilima, već kao dinamičan proces koji zavisi od svakodnevnih odluka i ponašanja zaposlenih u realnim radnim uslovima.

Tradicionalni pristupi, iako neophodni kao osnova sistema, pokazuju značajna ograničenja jer ne adresiraju uzroke koji se nalaze u načinu razmišljanja i ponašanja zaposlenih. Posebno se ističe da

kontrola i nadzor imaju pretežno kratkoročan efekat, dok razvoj svijesti, odgovornosti i razumijevanja rizika doprinosi dugoročno održivim rezultatima.

Slično tome, Sidney Dekker naglašava da fokus na krivici pojedinca odvlači pažnju od stvarnih uzroka grešaka, koji su najčešće ukorijenjeni u organizacionom kontekstu i načinu upravljanja.

U poređenju sa tim, savremeni pristupi naglašavaju značaj bezbjednosne kulture zasnovane na povjerenju, komunikaciji i liderstvu. Organizacije koje razvijaju ovakav pristup postižu viši nivo bezbjednosti, jer utiču ne samo na ponašanje zaposlenih, već i na njihove stavove i percepciju rizika. Kako navodi E. Scott Geller, održiva bezbjednost se ne može postići bez aktivnog uključivanja zaposlenih i razvoja njihove unutrašnje motivacije za bezbjedno ponašanje.

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da su postavljene hipoteze potvrđene.

Upravljanje bezbjednošću na radu ne može se zasnivati isključivo na tehničkim i proceduralnim mjerama, već zahtijeva sistemsku integraciju ljudskog faktora. Ponašanje zaposlenih predstavlja ključni element u nastanku neželjenih događaja, dok rukovodioci imaju presudnu ulogu u oblikovanju bezbjednosne kulture.

Efikasan sistem bezbjednosti podrazumijeva razvoj svijesti, odgovornosti i promjenu načina razmišljanja zaposlenih, pri čemu bezbjednost postaje sastavni dio svakodnevnog rada, a ne administrativna obaveza.

Budući razvoj sistema zaštite na radu treba usmjeriti ka modelima koji integrišu tehničke, organizacione i psihološke aspekte u jedinstven i funkcionalan pristup upravljanju bezbjednošću. U tom kontekstu, Erik Hollnagel ističe da bezbjednost ne predstavlja odsustvo grešaka, već sposobnost sistema da uspješno funkcioniše u promjenjivim uslovima.

LITERATURA

1. Međunarodna organizacija rada (ILO / MOR) – izvještaji
2. ISO 45001 standard
3. EU-OSHA (European Agency for Safety and Health at Work)
4. Cooper, D.: Improving Safety Culture, Wiley
5. Dekker, S.: The Field Guide to Understanding Human Error, CRC Press
6. Geller, E. S.: Behavior-Based Safety, CRC Press
7. Heinrich, H.: Industrial Accident Prevention, McGraw-Hill
8. Reason, J.: Human Error, Cambridge University Press
9. Hollnagel, E.: Safety-I and Safety-II
10. Hopkins, A.: Safety Culture and Risk
11. Mitrović, D.: Prvi koraci u zaštiti na radu uz NLP- Safety Mindset Pro

Zagorka Krstić Prša

INOVATIVNI PRISTUPI UPRAVLJANJU SIGURNOSTI NA RADU U FARMACEUTSKIM LABORATORIJIMA

Sažetak

Farmaceutski laboratoriji predstavljaju radna okruženja s izraženim kemijskim, biološkim i ergonomskim rizicima, zbog čega je nužan sustavan i kontinuiran pristup zaštiti na radu. Razvoj novih tehnologija omogućuje primjenu inovativnih rješenja usmjerenih na smanjenje izloženosti zaposlenika opasnostima i poboljšanje radnih uvjeta. U radu se analizira uloga automatizacije, digitalnog nadzora i senzorskih tehnologija u sustavima zaštite na radu u farmaceutskim laboratorijima. Poseban naglasak stavljen je na primjenu zatvorenih i automatiziranih sustava pri radu s opasnim kemikalijama i biološkim materijalima, digitalne alate za praćenje rizika u stvarnom vremenu te sustave ranog upozoravanja. Također se ističu primjeri dobre prakse, uključujući digitalizaciju procedura i suvremene metode edukacije zaposlenika, uz naglasak na sigurnost kao temelj održivog poslovanja.

Ključne riječi: automatizacija, digitalni nadzor, farmaceutski laboratoriji, upravljanje rizicima.

INNOVATIVE APPROCHES TO OCCUPATIONAL SAFETY MANAGEMENT IN PHARMACEUTICAL LABORATORIES

Abstract

Pharmaceutical laboratories represent working environments characterized by significant chemical, biological, and ergonomic risks, which necessitate a systematic and continuous approach to occupational safety. The development of new technologies enables the implementation of innovative solutions aimed at reducing employees' exposure to hazards and improving working conditions. This paper analyzes the role of automation, digital monitoring, and sensor technologies in occupational safety systems within pharmaceutical laboratories. Special emphasis is placed on the application of closed and automated systems when handling hazardous chemicals and biological materials, as well as on digital tools for real-time risk monitoring and early warning systems. Furthermore, examples of good practice are highlighted, including the digitalization of procedures and modern methods of employee training, with a focus on safety as a foundation of sustainable business operations.

Key words: automation, digital monitoring, pharmaceutical laboratories, risk management.

UVOD

Farmaceutski laboratoriji predstavljaju radna okruženja u kojima su istovremeno prisutni visoki sigurnosni rizici i intenzivan tehnološki razvoj. Ova okruženja karakteriziraju složeni znanstveni pokusi, rukovanje opasnim kemikalijama i biološkim agensima te izvođenje preciznih i ponavljajućih laboratorijskih postupaka. S obzirom na specifičnost farmaceutskih poslova, čak i najmanji propust u procedurama može rezultirati ozbiljnim posljedicama po zdravlje zaposlenika i kvalitetu proizvoda.

Osim neposrednih sigurnosnih rizika, farmaceutski laboratoriji podliježu strogoj regulatornoj kontroli, uključujući propise dobre proizvođačke prakse (GMP) i zakonske obveze zaštite na radu (HALMED, 2023; Zakon o zaštiti na radu, NN 71/14). Upravo ta kompleksnost zahtijeva integriran i sustavan pristup upravljanju sigurnošću, koji uključuje inovativne tehnološke alate i organizacijske strategije.

Unatoč brojnim tehnološkim inovacijama, sigurnosne prakse često se temelje na reaktivnim modelima upravljanja - usmjerenima na rješavanje incidenata nakon njihove pojave. Suvremene organizacije streme prema preventivnom i prediktivnom modelu, u kojem inovacije igraju ključnu ulogu. U tom kontekstu ovaj rad analizira ulogu automatizacije, digitalnog nadzora i senzorskih tehnologija u sustavima zaštite na radu te ističe primjere dobre prakse i postojeće izazove implementacije.

Cilj rada je prikazati kako suvremeni, inovativni pristupi mogu unaprijediti sigurnost na radu u farmaceutskim laboratorijima te kako se sigurnost može promatrati kao integralni dio upravljanja inovacijama, a ne samo kao regulatorna obveza.

U praksi se često može primijetiti da, unatoč razvijenim sigurnosnim protokolima, ljudski faktor i dalje predstavlja jedan od ključnih uzroka incidenata. Upravo zbog toga sve se više pažnje posvećuje inovativnim rješenjima koja smanjuju ovisnost o manualnom radu i povećavaju razinu sigurnosti.

Izazovi sigurnosti u farmaceutskim laboratorijima

Sigurnost na radu u farmaceutskim laboratorijima suočava se s nizom specifičnih izazova koji proizlaze iz prirode samih procesa i okruženja u kojem se ti procesi odvijaju. Prije svega, prisutni su **visoki kemijski i biološki rizici**. Zaposlenici su često izloženi opasnim tvarima, uključujući citotoksične i visoko potentne supstance, koje mogu imati ozbiljne posljedice po zdravlje čak i pri minimalnoj izloženosti.

Iako su zaposlenici educirani, stvarne radne situacije često odstupaju od idealnih uvjeta, što dodatno povećava rizik od pogrešaka.

Jedan od najvećih izazova u praksi jest održavanje dosljednosti u provođenju sigurnosnih procedura. U velikim sustavima, poput Roche, upravo standardizacija i kontrola procesa predstavljaju ključne izazove u svakodnevnom radu laboratorija.

Osim toga, laboratorijski postupci zahtijevaju visoku razinu preciznosti i kontrole. Upravljanje složenim kemijskim reakcijama, analiza bioloških uzoraka i razvoj farmaceutskih spojeva uključuje brojne korake koji moraju biti točno definirani i izvedeni. U takvim uvjetima pogreške u radu ne utječu samo na sigurnost zaposlenika nego i na konačnu kvalitetu proizvoda, što može imati dalekosežne posljedice za pacijente i tržište.

Dodatni izazov predstavljaju **strogi regulatorni zahtjevi**, poput dobre proizvođačke prakse (GMP) i propisa zaštite na radu. Ovi zahtjevi nameću potrebu za kontinuiranim nadzorom i validacijom svih procesa (Zakon o zaštiti na radu, NN 71/14; HALMED, 2023).

Farmaceutska industrija je jedna od najstrože reguliranih industrija u svijetu, a nepridržavanje standarda može rezultirati ozbiljnim pravnim i financijskim posljedicama.

U takvom okruženju, tradicionalni pristupi sigurnosti, koji se oslanjaju na procedure i osobnu zaštitnu opremu (PPE), često nisu dovoljni za učinkovito upravljanje rizicima. Iako su proceduralne kontrole i oprema nužne, one ne rješavaju potrebe za real-time praćenjem i predviđanjem potencijalnih opasnosti. Upravo zbog toga nužno je integrirati inovativne tehnološke i organizacijske prakse u sustave zaštite na radu.

Teorijski okvir upravljanja sigurnošću

Upravljanje sigurnošću na radu temelji se na **sustavnom pristupu** koji uključuje identifikaciju opasnosti, procjenu rizika, implementaciju kontrolnih mjera i kontinuirano poboljšanje (ISO 45001, 2018; Leveson, 2011). Ovaj ciklički model omogućuje organizacijama da ne samo prepoznaju opasnosti, već i sustavno interveniraju kako bi rizike učinili što manjima.

Standard ISO 45001 naglašava važnost integracije sigurnosti u organizacijske procese i kulturu, potičući proaktivno upravljanje rizicima te uključivanje zaposlenika u procese poboljšanja (ISO 45001, 2018). U farmaceutskim laboratorijima, dodatnu kompleksnost unosi **usklađenost s GMP standardima**, gdje svaka promjena procesa mora biti validirana kako bi bila prihvatljiva u regulatornim okvirima. Ovaj zahtjev može usporiti implementaciju inovacija, ali istovremeno osigurava visoku razinu sigurnosti i kvalitete proizvedenih lijekova (HALMED, 2023).

Osim standarda i regulative, važno je poznavati i **hijerarhiju kontrola rizika**, koja se kreće od eliminacije opasnosti prema postupnim mjerama zaštite:

1. **Eliminacija ili zamjena opasnosti**
2. **Inženjerske kontrole**
3. **Administrativne kontrole**
4. **Osobna zaštitna oprema (PPE)**

U ovoj hijerarhiji automatizacija i digitalni nadzor predstavljaju kontrole koje se nalaze u višim razinama hijerarhije jer smanjuju izloženost zaposlenika rizicima na samom izvoru.

Zbog toga je ključno da se inovacije uvode na kontroliran i sustavan način, uz detaljnu procjenu njihovih sigurnosnih implikacija, ali i uvažavanje regulatornih zahtjeva i dobrih praksi industrije.

Uloga inovacija u upravljanju sigurnošću

Inovacije igraju ključnu ulogu u transformaciji pristupa sigurnosti na radu. Dok tradicionalni modeli često ostaju reaktivni — fokusirani na rješavanje incidenata nakon njihove pojave — suvremena sigurnosna menadžment praksa teži **preventivnom i prediktivnom pristupu** (Reason, 2000; WHO, 2011).

Tehnološke inovacije omogućuju organizacijama da unaprijede sustave zaštite na radu kroz tri ključna područja inovacija:

- **Automatizacija laboratorijskih procesa**
- **Digitalni nadzor radnog okruženja**
- **Primjena senzorskih tehnologija**

Ove tehnologije omogućuju smanjenje izloženosti zaposlenika opasnostima te unapređuju sposobnost organizacije da pravovremeno prepozna i spriječi potencijalne rizike.

Osim tehnoloških rješenja, značajnu ulogu imaju i organizacijske inovacije poput digitalnih SOP-ova i naprednih edukacijskih sustava.

Automatizacija i smanjenje izloženosti

Automatizacija predstavlja jedan od najučinkovitijih načina smanjenja profesionalnih rizika. Primjena zatvorenih sustava i robotike omogućuje rukovanje opasnim tvarima bez direktnog kontakta zaposlenika s njima. Ovakvi sustavi posebno su važni u radu s citotoksičnim i visoko potentnim supstancama, gdje čak i minimalna izloženost može imati ozbiljne posljedice (NIOSH, 2022).

Uvođenje automatiziranih sustava u praksi često donosi i određeni otpor zaposlenika, ponajprije zbog potrebe za prilagodbom novim tehnologijama. Međutim, dugoročne koristi značajno nadmašuju početne izazove.

Automatizirani sustavi smanjuju mogućnost ljudske pogreške te povećavaju dosljednost i sigurnost procesa. U hijerarhiji kontrolnih mjera, automatizacija se smatra višom razinom zaštite jer uklanja ili značajno smanjuje rizik već na njegovom izvoru. Automatski sustavi doziranja, upravljanja opremom i pripreme uzoraka minimiziraju potrebu za fizičkim angažmanom zaposlenika u opasnim fazama procesa.

Primjer iz prakse:

Primjer dobre prakse može se vidjeti u farmaceutskim laboratorijima (na pr. Baxter International) koji koriste izolatore za rad s citotoksičnim lijekovima. Ovi sustavi omogućuju potpuno zatvoreno rukovanje opasnim tvarima, čime se značajno smanjuje izloženost zaposlenika, na prvom mjestu, a potom i zaštita proizvoda. Slično tome, Johnson & Johnson implementira automatizirane sustave doziranja koji smanjuju mogućnost ljudske pogreške i povećavaju sigurnost procesa.

Uvođenjem ovakvih rješenja zabilježeno je smanjenje profesionalnih rizika i povećanje sigurnosti radnog procesa.

Digitalni nadzor i senzorske tehnologije

Digitalne tehnologije omogućuju kontinuirano praćenje radnog okoliša u stvarnom vremenu. Parametri poput kvalitete zraka, temperature i vlažnosti, te koncentracije opasnih tvari mogu se pratiti bez prekida.

U praksi, kompanije poput GlaxoSmithKline koriste napredne sustave za praćenje okolišnih uvjeta u laboratorijima, što omogućuje pravovremenu reakciju u slučaju odstupanja.

Osim toga, digitalni sustavi za prijavu incidenata i tzv. *near-miss* situacija omogućuju prikupljanje podataka i analizu trendova. Analitički alati omogućuju identifikaciju uzoraka i potencijalnih problema prije nego što dođe do štetnih događaja, čime se povećava sposobnost organizacije da implementira učinkovite preventivne mjere. Ovi sustavi često se temelje na platformama za upravljanje podacima (data management systems) koje omogućuju izvještavanje, vizualizaciju rizika i procese kontrole u realnom vremenu (EU-OSHA, 2021).

Utjecaj inovacija na različite vrste rizika

Inovacije doprinose smanjenju kemijskih, bioloških i ergonomskih rizika. Sustavi izolacije, ventilacije i automatizacije smanjuju direktnu izloženost opasnim tvarima.

Kod **kemijskih i bioloških rizika**, ključnu ulogu imaju integrirani sustavi izolacije, napredne ventilacijske tehnologije s HEPA filtracijom i automatizirani strojevi za rukovanje opasnim supstancama. Takvi sustavi smanjuju direktnu izloženost zaposlenika i pridonose sigurnijem radnom okruženju.

S druge strane, inovacije doprinose i smanjenju **ergonomskih rizika**. Automatizacija ponavljajućih radnji i prilagodba radnih mjesta omogućuju smanjenje fizičkog opterećenja zaposlenika, što je posebno važno u laboratorijima gdje se provodi veliki broj ponavljajućih i preciznih radnji, a automatizacijom se smanjuje fizičko opterećenje zaposlenika, što dugoročno pozitivno utječe na zdravlje i produktivnost, što se često zanemaruje.

Primjeri dobre prakse

Primjeri dobre prakse pokazuju konkretne koristi integracije inovacija u sigurnosne sustave.

To uključuje automatizirano rukovanje citotoksičnim lijekovima, digitalne standardne operativne procedure (SOP) dostupne u stvarnom vremenu te korištenje virtualne stvarnosti za edukaciju zaposlenika.

U praksi, implementacija inovacija pokazuje mjerljive rezultate, osobito u velikim farmaceutskim sustavima gdje su sigurnosni standardi visoko razvijeni.

Primjer	Opis učinka
Automatizirano rukovanje citotoksičnim lijekovima	Smanjenje izloženosti radnika opasnim tvarima i smanjenje grešaka u doziranjima
Digitalni SOP-ovi dostupni u realnom vremenu	Brži pristup procedurama i bolja usklađenost s regulatornim zahtjevima
Virtualna stvarnost za edukaciju zaposlenika	Sigurna simulacija kritičnih situacija i veća učinkovitost treninga

Na primjer, uvođenje virtualne stvarnosti u edukaciju omogućuje zaposlenicima simulaciju rizičnih situacija bez stvarne opasnosti, što značajno povećava razinu spremnosti za stvarne incidente (AstraZeneca).

Organizacije koje primjenjuju ovakve pristupe bilježe smanjenje broja incidenata, bolju usklađenost s regulatornim zahtjevima i veću prihvaćenost inovacija među zaposlenicima.

Ovi rezultati potvrđuju važnost holističkog pristupa upravljanju sigurnošću.

Izazovi implementacije inovacija

Unatoč brojnim prednostima, implementacija inovativnih rješenja suočava se s izazovima:

- **Visoki inicijalni troškovi** – Nabava i integracija automatiziranih sustava često zahtijevaju značajna financijska ulaganja, uz prilagodbu postojećih procesa.
- **Potreba za kontinuiranom edukacijom** – Zaposlenici moraju biti adekvatno obučeni za rad s novim tehnologijama kako bi se izbjegle pogreške zbog nepoznatog sučelja ili protokola.
- **Složenost validacije** – U skladu s GMP i standardima kvalitete, nove tehnologije i procesi moraju proći rigoroznu validaciju kako bi se osigurala njihova usklađenost s regulatornim zahtjevima (HALMED, 2023).

U organizacijama poput Sanofi-a upravo balans između inovacija i regulatornih zahtjeva predstavlja jedan od ključnih izazova upravljanja sigurnošću.

Zbog toga sigurnost mora biti integrirana u strateško upravljanje organizacijom, a ne promatrana kao izolirana funkcija. Organizacijska kultura, potpora menadžmenta i kontinuirano praćenje učinkovitosti inovacija ključni su elementi uspješne implementacije.

Diskusija

Integracija inovacija u sustave zaštite na radu predstavlja transformativnu promjenu u farmaceutskim laboratorijima. Dok tradicionalni pristupi ostaju važni za osnovne sigurnosne protokole, tehnologije poput automatizacije, digitalnog nadzora i senzorskih sustava omogućuju novu razinu kontrole rizika. Međutim, sam tehnološki napredak neće biti dovoljan bez snažne organizacijske kulture koja potiče inovativnost i kontinuirano poboljšanje.

Iako regulatorni zahtjevi poput GMP standarda nameću određene barijere, oni također potiču visok nivo kvalitete i sigurnosti. Izazov za organizacije je pronaći ravnotežu između inovacija i usklađenosti — koristeći tehnologiju za povećanje sigurnosti, ali unutar strogo reguliranog okvira.

Iz vlastite analize može se zaključiti da tehnologija sama po sebi ne rješava sve sigurnosne izazove. Ključni faktor i dalje ostaje čovjek, odnosno njegova sposobnost prilagodbe, razumijevanja sustava i odgovornog ponašanja u radnom okruženju.

Primjeri iz prakse pokazuju da organizacije koje ulažu u automatizaciju i digitalizaciju bilježe ne samo smanjenje broja incidenata, već i veću razinu povjerenja zaposlenika u sigurnosne sustave.

ZAKLJUČAK

Sigurnost na radu u farmaceutskim laboratorijima mora se promatrati kao temeljni element upravljanja inovacijama.

Suvremene tehnologije omogućuju značajan napredak u smanjenju profesionalnih rizika, ali same po sebi nisu dovoljne.

Ključ uspjeha leži u integraciji tehnologije, educiranih zaposlenika i razvijene kulture sigurnosti. Organizacije koje sigurnost promatraju kao investiciju, a ne kao trošak, stvaraju temelje za održivo, odgovorno i konkurentno poslovanje.

Zaključno, sigurnost ne smije biti nusprodukt inovacija, već njihov temeljni preduvjet, pri čemu tehnologija, ljudi i procesi djeluju u sinergiji za postizanje optimalnih sigurnosnih i operativnih rezultata.

LITERATURA

1. International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. Geneva: ISO.
2. European Commission. (2020). *Guidelines on Good Manufacturing Practice specific to advanced therapy medicinal products*. Brussels: European Commission.
3. World Health Organization. (2011). *WHO guidelines on good manufacturing practices (GMP) for pharmaceutical products*. Geneva: WHO.

Propisi

4. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. (2022). *Preporuke za sigurnost i zdravlje na radu u laboratorijima*. Zagreb.
5. Hrvatski zavod za norme. (2018). *HRN ISO 45001: Sustavi upravljanja zaštitom zdravlja i sigurnošću na radu*. Zagreb.
6. Agencija za lijekove i medicinske proizvode. (2023). *Smjernice dobre proizvođačke prakse (GMP)*. Zagreb.
7. Inspektorat rada Republike Hrvatske. (2023). *Nadzor i primjena propisa zaštite na radu*. Zagreb.

BIOGRAFIJA AUTORA



Zagorka Krstić Prša

Occupational safety expert

HIKMA d.o.o.

Slavonska avenija 24/6, Zagreb

+385 98 383 512

zkrsticprsa@hikma.com

zagorka.krstic.prsa@xellia.com

2000 g na Visokoj školi za sigurnost na radu; obrazovala se za **stručnjaka zaštite na radu** diplomirala je na Zdravstvenom veleučilištu, program studija sanitarnog inženjerstva u Zagrebu 2006.godine.

U Centru za strateško upravljanje (škola za Menadžera kvalitete s EU certifikatom) 2009.g. stekla zvanje **Menadžera kvalitete**

Stručni ispit za stručnjaka zaštite na radu II položila je 2010. godine,

Andragoško obrazovanje završila je 2005. godine na Visokoj školi za sigurnost u Zagrebu

Zaposlena preko 41 godinu u farmaceutskoj industriji na poslovima zaštite na radu i drugim poslovima (nabave, Infrastrukture, Održavanja...).

„Pliva“ od 1981 – 2009. Dobitnica **Nagrade PLIVE** za dostignuća u području ZNR

„Energion FM“ – 2009 - 2010. poslovi **Stručne suradnice u odjelu kvalitete, implementacije i ZNR i Voditeljica OJ Higijena**

“Properum stand” – od 2010 - 2017. **Operativna direktorica** – poslovi facility managementa i ZNR

“Xellia” – 2014 – ... **Expert zaštite na radu**

„Hikma“ – 2024 - ... **Suradnik podrške i Stručnjak zaštite na radu**

Objavila niz znanstvenih i stručnih radova, sudjelovala na niz predavanja sa temama iz područja zaštite na radu na različitim stručnim i znanstvenim međunarodnim i domaćim skupovima i konferencijama.

Održala brojne edukacije iz područja upravljanja sigurnosti i zaštite na radu, edukacije za interne i vodeće auditore sustava upravljanja zaštitom na radu te upravljanje rizicima.

Sudionica je Međunarodne znanstveno stručne konferencije „VII. međunarodni stručno-znanstveni

skup Zaštita na radu i zaštita zdravlja“ u Zadru, Međunarodne znanstveno-stručne konferencije

"Menadžment i sigurnost - M&S", aktivni je sudionik je webinaru u organizaciji ESSE.

Dobitnica je **Priznanja za promicanje zaštite na radu RH 2025.**

BIOGRAPHY OF THE AUTHOR

2000 at the College of Occupational Safety; trained as an **occupational safety expert**

graduated from the Health College, sanitary engineering study program in Zagreb in 2006.

At the Center for Strategic Management (school for Quality Managers with EU certificate) in 2009, she obtained the title of **Quality Manager**

She passed the professional exam for occupational safety expert II in 2010.

She completed adult education in 2005 at the College of Safety in Zagreb

Employed for over 41 years in the pharmaceutical industry in occupational safety and other jobs (procurement, infrastructure, maintenance...).

"Pliva" from 1981 - 2009. Winner of **the PLIVA Award** for achievements in the field of ZNR

"Energion FM" - 2009 - 2010. jobs jobs **Professional associate in the department of quality, implementation and ZNR and Head of OJ Hygiene**

"Properum stand" - from 2010 - 2017. **Operations director** - facility management and ZNR

"Xellia" – 2014 – ... **Occupational safety expert**

"Hikma" – 2024 - ... **Associate of support and occupational safety expert**

Published a number of scientific and professional papers, participated in a number of lectures on occupational safety topics at various professional and scientific international and domestic gatherings and conferences.

Held numerous trainings in the field of occupational safety and health management, trainings for internal and leading auditors of the occupational health and safety management system and risk management.

She is a participant of the International Scientific and Professional Conference "VII. International Scientific and Professional Conference Occupational Safety and Health Protection" in Zadar, the International Scientific and Professional Conference "Management and Safety - M&S", and is an active participant in webinars organized by ESSE.

She is the recipient of the **Recognition for Promoting Occupational Safety in the Republic of Croatia 2025.**

Mirko Markič, Miran Pavlič, Leon Vedenik, Maja Meško, Franci Pušavec

INOVIRANJE ZNANJA IN OBJAVE NA PODROČJU VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

Povzetek

Malo pobud je bilo sprejetih z večjo pozornostjo naravoslovcev, družboslovcev in humanistov kot inoviranje. Inoviranje je osnova za soočanje z novimi izzivi na gospodarskem, družbenem in naravnem ekosistemu. Inovacije izhajajo iz dejavnosti, temelječih na znanju, kjer se informacije in strokovno znanje združujejo, da spodbujajo napredek. S pomočjo Globalnega indeksa inovativnosti in Evropskega inovacijskega indeksa se, med drugimi kazalniki, ocenjuje tudi inovacijsko uspešnost izobraževanja in števila znanstvenih publikacij raziskovalcev za spremljanje napredka in primerjavo inovacijske uspešnosti. Namen naše raziskave je bil po javno dostopnih virih opraviti sistematičen pregled inoviranja ustvarjanja znanj in števila znanstvenih publikacij na področju varnosti in zdravja pri delu v Republiki Sloveniji za obdobje 1982-2025. Analizirali smo število in kakovosti znanstvenih publikacij, ki smo jih ugotavljali s pomočjo javno dostopnih informacijah o vsebinah doktorskih disertacijah, magistrskih nalog in recenziranih člankov s področja varnosti in zdravja pri delu. Izidi iz naše raziskave bodo imeli teoretične in praktične implikacije za snovalce politik in strategij na področju varnosti in zdravja pri delu.

Ključne besede: inoviranje, izobraževanje, novo znanje, raziskave, varnost in zdravje pri delu.

INNOVATION OF KNOWLEDGE AND PUBLICATIONS IN THE FIELD OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

Abstract

Few initiatives have garnered as much attention from natural scientists, social scientists, and humanities scholars as innovation. Innovation is the foundation for addressing new challenges in the economic, social, and natural ecosystems. Innovations stem from knowledge-based activities where information and expertise are combined to drive progress. Using the Global Innovation Index and the European Innovation Scoreboard, among other indicators, the innovative performance of education and the number of scientific publications by researchers are assessed to track progress and compare innovation performance. The purpose of our research was to conduct a systematic review, based on publicly available sources, of educational innovation and the number of scientific publications in the field of occupational safety and health in the Republic of Slovenia for the period 1982–2025. We analyzed the number and quality of scientific publications, which we determined using publicly available information on the content of doctoral dissertations, master's theses, and peer-reviewed articles in the field of occupational safety and health. The results of our research will have theoretical and practical implications for policymakers and strategists in the field of occupational safety and health.

Key words: education, innovaion, new knowledge, occupationa health and safety, research.

UVOD

Raziskovanje za trajnostni razvoj (ang. Research for Sustainable Development – RSD v nadaljevanju: RSD) predstavlja konceptualni in normativni okvir, s pomočjo katerega se poudarja vloga inoviranja pri soočanju z zapletenimi in razsežnimi gospodarskimi, družbenimi in okoljskimi izzivi v sodobnem svetu. RSD presega tradicionalno razumevanje izobraževanja kot prenosa znanja in se osredinja na razvoj kompetenc, vrednot in sposobnosti kritičnega razmišljanja, ki posameznikom omogočajo aktivno sodelovanje pri oblikovanju trajnostne prihodnosti (UNESCO 2017, 7). RSD je tesno povezan s cilji trajnostnega razvoja (ang. Sustainable Development Goals – SDGs v nadaljevanju: SDG), ki so jih leta 2015 sprejeli v Organizaciji združenih narodov kot globalni razvojni okvir do leta 2030. Znotraj tega okvira ima raziskovanje posebno vlogo, saj je hkrati samostojen cilj (SDG 4) in prečni dejavnik, ki podpira uresničevanje vseh ostalih ciljev trajnostnega razvoja. Visokošolske institucije so prepoznane kot ključni akterji pri razvoju znanja, raziskovanja in inovacij, ki prispevajo k uresničevanju SDGs na lokalni, nacionalni, regionalni in globalni ravni (UN 2015) [11].

RSD v visokošolskem prostoru vključuje tako vsebinske kot procesne razsežnosti. Na vsebinski ravni se nanaša na vključevanje trajnostnih vsebin v študijske programe, raziskovalne projekte in institucionalne strategije. Na procesni ravni pa poudarja participativne, reflektivne in interdisciplinarne pristope k učenju in poučevanju, ki spodbujajo aktivno vlogo udeležencev in omogočajo soustvarjanje znanja [21]. Udejanjanje RSD v visokošolskih institucijah je tesno povezano z organizacijskimi praksami in kulturo organizacij. Implementacija trajnostnih načel ni omejena zgolj na raziskovani in pedagoški proces, temveč vključuje tudi načine vodenja, odločanja, sodelovanja in ustvarjanja znanja znotraj organizacije [9]. RSD deluje kot katalizator sprememb, ki vplivajo na širše delovanje visokošolskih institucij in njihovo razumevanje družbene odgovornosti.

Kljub normativni moči koncepta RSD avtorji v številnih raziskavah opozarjajo na razkorak med deklarativno zavezanostjo trajnostnemu razvoju in dejanskimi praksami v visokošolskem prostoru. Trajnosten razvoj je obravnavan kot dopolnilo obstoječim strukturam, ne pa kot transformativni proces, ki bi zahteval spremembe v načinu ustvarjanja znanja, poučevanja in delovanja organizacije [18]. To odpira vprašanja o tem, kako se RSD udejanja v praksi ter kakšno vlogo imajo pri tem procesi ustvarjanja znanja s področja varnosti pri delu.

Raziskovanje RSD v povezavi z ustvarjanjem znanja tako omogoča poglobljen vpogled v to, kako se trajnostni cilji prepletajo z izobraževalnimi in organizacijskimi praksami visokošolskih institucij ter kako institucionalni pogoji vplivajo na njihovo udejanjanje v praksi. Ustvarjanje znanja v visokošolskem prostoru je neločljivo povezano z ekosistemom, v katerem delujejo. Univerze in druge visokošolske ustanove delujejo kot kompleksne organizacije, v katerih se pedagoške in raziskovalne dejavnosti prepletajo z organizacijskimi strukturami, kulturo in vrednotami. Tsoukas [19] ustvarjanje znanja opredeljuje kot proces, ki je močno odvisen od institucionalnih pogojev, kot so stopnja sodelovanja, odprtost za inovacije, podpora refleksiji ter možnosti za interdisciplinarno delo.

Z vidika trajnostnega razvoja ima ustvarjanje znanja dodatno razsežnost, saj zahteva preseganje disciplinarnih meja ter vključevanje različnih vidikov. Trajnosten izzivi so po svoji naravi kompleksni in večdimenzionalni, kar pomeni, da njihovo razumevanje in obravnava temeljita na integraciji znanja z različnih področij ter na sodelovalnih in reflektivnih oblikah učenja in raziskovanja. Wals in Blewitt [22] opozarjata, da kljub številnim zavezam in deklaracijam o trajnosti v visokošolskem raziskovanju ter izobraževanju ni prišlo do temeljnega premisleka o poučevanju in učenju, kar kaže na razkorak med normativnimi usmeritvami in dejanskimi institucionalnimi praksami. Ustvarjanje znanja za trajnostni razvoj zato vključuje tudi izrazito vrednotno in normativno dimenzijo, povezano z vprašanji družbene odgovornosti, etike in dolgoročnih posledic izobraževalnih ter organizacijskih praks. Ustvarjanje znanja je proces, ki presega prenos obstoječega znanja in vključuje aktivno soustvarjanje pomenov skozi interakcije, skupno razreševanje problemov in kritično obravnavo obstoječih praks, kar izhaja iz konceptualnega okvira dinamičnega ustvarjanja znanja v organizacijah [13].

Takšno razumevanje ustvarjanja znanja presega tradicionalne pojme poučevanja in učenja ter poudarja procesni vidik narave znanja. V visokošolskem izobraževanju se ustvarjanje znanja kaže tako v raziskovalnih dejavnostih kot tudi v pedagoških praksah, kjer študenti niso zgolj pasivni prejemniki znanja, temveč aktivni soustvarjalci pomenov. Takšen pristop je skladen z razumevanjem visokošolskih institucij kot učečih se organizacij, v katerih se znanje nenehno razvija skozi izmenjavo izkušenj, refleksijo in skupno učenje.

Med globalne kazalnike in cilje za trajnostni razvoj do leta 2030 je uvrščano tudi področje spodbujanja varnega in zdravega delovnega okolja, ki naj bi ga preverjali s pomočjo pogostosti in resnosti poškodb (Cilj 8, kazalnik 8.8.1). Podlago za spodbujanje varnega in zdravega delovnega okolja tvorijo nova znanja (konceptualna, procesna in / ali faktografska) s pomočjo katerih je to mogoče opraviti korak naprej z na dokazih utemeljeni (evidence-based) varnostni znanosti. Na podlagi pregleda strokovne literature smo ugotovili, da doslej v Republiki Sloveniji še ni bila opravljena nobena raziskava s pomočjo katere bi avtorji preverjali ustvarjanje in pridobivanje novih znanj v njenem geografskem prostoru. V Sloveniji zato ni na razpolago znanj o tem koliko in kakšna so raziskovalna prizadevanja teoretikov, raziskovalcev in praktikov. To je bila evidentirana raziskovalna vrzel, ki smo jo poizkusili z našo raziskavo vsaj delno zapolniti. V slovenskem visokošolskem prostoru ne obstaja teoretična ali empirična raziskava v kateri bi avtorji celovito povezovali ustvarjanje novega znanja na področju varnosti pri delu. Namen našega prispevka je predstaviti ugotovitve iz pregleda dosedanjih raziskav o vidikih ustvarjanja novega znanja s pomočjo analize in sinteze člankov v recenziranih revijah, doktorskih disertacijah in magistrskih nalogah.

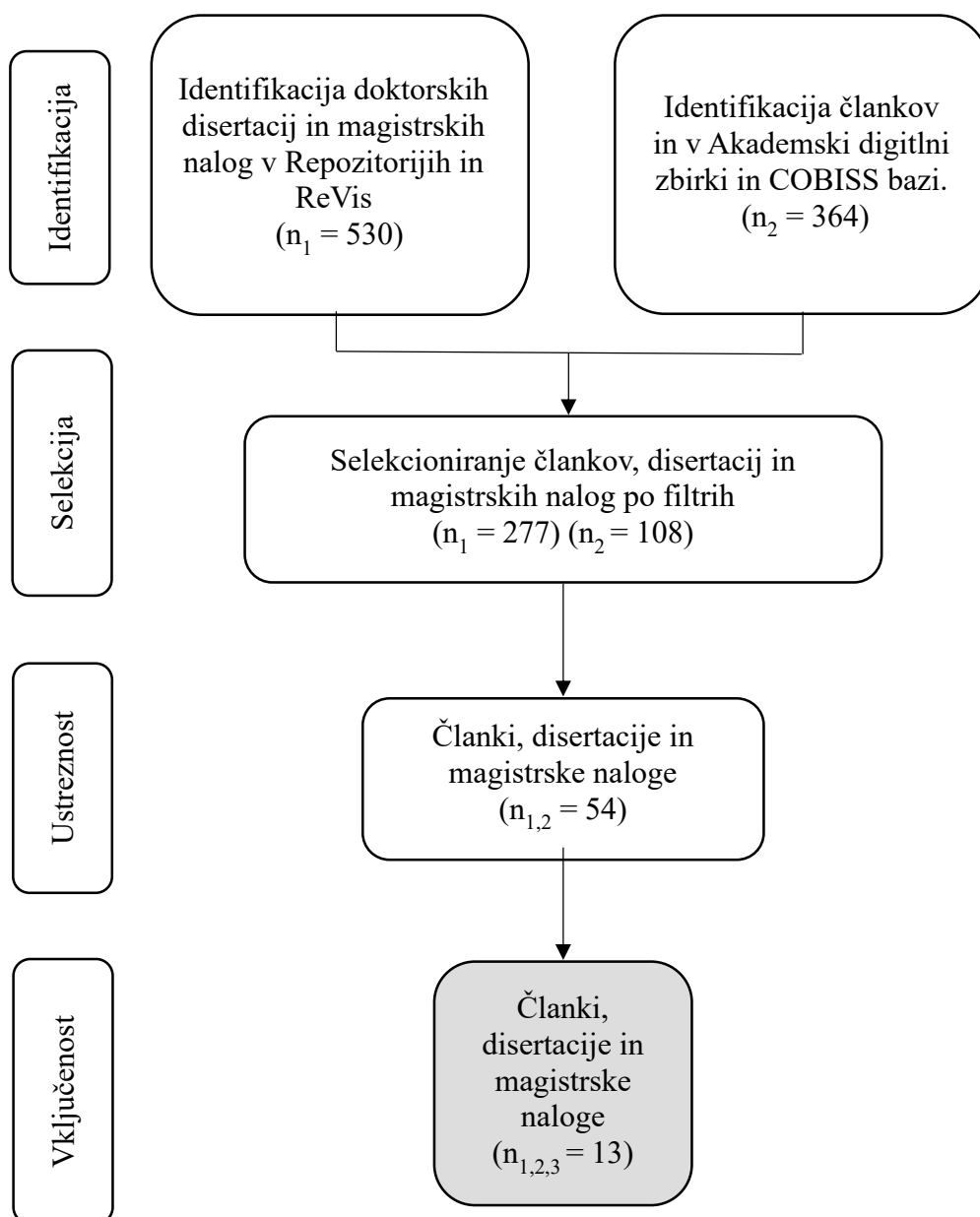
METODE

Primarno iskanje znanstvenih člankov je bilo izvedeno v podatkovni bazi Akademska Digitalna zbirka Slovenije COBISS Plus, z uporabo naslednjega iskalnega niza: (“varnost pri delu, varstvo pri delu” AND “varnost in zdravje pri delu”) AND (“zdravje in varnost pri delu” OR “zdravje in varstvo pri delu”). Iskanje za znanstvene revije (zgolj recenzirane revije in v celoti dostopen tekst) je sprva identificiralo 364 zapisov. Po uporabi časovnega filtra (1982–2025), jezikovnega filtra (slovenski in / ali angleški jezik) in zahteve po dostopu do celotnega besedila se je število zadetkov zmanjšalo na 108, po dodatnem vsebinskem filtru varnost in zdravje pri delu pa na 88 zapisov, ki so bili vključeni v fazo pregleda naslovov in povzetkov. Na podlagi vsebinske ustreznosti je bilo v nadaljnjo presojo celotnih besedil vključenih 57 znanstvenih člankov. Dopolnilno je bilo izvedeno še usmerjeno iskanje v podatkovni bazi Scopus, ki je identificiralo 21 dodatnih zapisov, od katerih sta bila po vsebinski presoji v končno analizo vključena dva znanstvena članka, ki v prvotnem iskanju nista bila zajeta. Skupno sta bila v kvalitativno analizo vključena 2 znanstvena članka, ki sta bila polno dosegljiva, recenzirana in sta imela odprt dostop.

Poleg znanstvenih člankov je bil izveden tudi ločen pregled doktorskih disertacij in magistrskih nalog, z namenom poglobitve razumevanja institucionalnih in v znanje-ustvarjalnih razsežnosti raziskovanja za varnost in zdravje v visokošolskem prostoru. Primarno iskanje je potekalo v podatkovnih bazah oziroma po naslednjih repozitorijih: Univerze v Ljubljani, Univerze v Mariboru, Univerze na Primorskem, Univerze v Novi Gorici in Repozitoriju samostojnih visokošolskih in višješolskih izobraževalnih organizacij z uporabo enakega vsebinskega iskalnega niza.

Začetno iskanje je identificiralo 530 zapisov, ki so se po uporabi časovnega filtra (1982–2025) zmanjšali na 277, po vsebinskem filtru varnost pri delu 14, ter po omejitvi na empirične raziskave na dva zapisa. Na podlagi pregleda naslovov in povzetkov so bile v nadaljnjo analizo vključene štiri doktorske disertacije. Dopolnilno iskanje je bilo izvedeno tudi v sistemu COBISS, kjer so bile identificirane štiri doktorske disertacije, od katerih je bila po vsebinski presoji ena ocenjena kot ustrezna in vključena v analizo. Poleg tega je bila na podlagi vsebinske relevantnosti v končni nabor dodatno vključena še doktorska disertacija. Skupno je bilo tako v končno analizo vključenih štiri doktorske disertacije in sedem magistrskih nalog, ki so bile obravnavane kot dopolnilni vir (siva literatura). Postopek selekcije znanstvenih člankov, doktorskih disertacij in magistrskih nalog je prikazan v PRISMA diagramu (Slika 1).

Slika 1. PRISMA diagram



Vir: Lasten

REZULTATI

V naši študiji smo izbrali in upoštevali dva znanstvena članka, s celotnim dosegljivim besedilom, recenziranim postopkom objave in z odprtim dostopom. Poleg tega smo upoštevali tudi štiri doktorske disertacije in sedem magistrskih nalog, skupaj 11 bibliografskih enot. Znanstveni članki, vključeni v našo študijo, so iz obdobja objave med letoma 2018 in 2024. Doktorske disertacije, ki smo jih upoštevali v naši študiji, so bile objavljene med letoma 1982 in 2025 ter so bile dosegljive v polnem besedilu v elektronski obliki. Ker so bile v polnem besedilu dosegljive zgolj doktorske disertacije po letu 2015, smo iz pregleda izločili naslednja doktorska dela: Lorber Mateja 2015; Gabrovec Branko 2014; Leskovic Ljiljana 2014; Humar Goran 2009; Drusany Vladimir 1990; Papež Damir 1988; Lazić Miladin 1987; Sever-Jurca Dalja 1983 in Ivanjac, Miroslava 1982.

Magistrske naloge, ki so bile objavljene v repozitorijih slovenskih univerz in visokošolskih zavodov so bile izvedene med letoma 2009 in 2025. V znanstvenih revijah s faktorjem vpliva v kvartilnih skupinah Q1 je bil objavljen en članek [3], drugi članek [4] je bil objavljen v reviji, ki je indeksirana v mednarodni bazi podatkov.

Za razvrščanje ugotovljenih prevladujočih dejavnikov novega znanja varnosti in zdravja pri delu – stresorjev delovnega okolja, smo uporabili model [8], ki za razvrščanje v skupine stresorjev predlagajo: Fizikalne (hrup, vibracije, visoka temperatura, nizka temperatura, sevanje in razsvetljava), Kemijsko-biološke (dim, prah, plini, kemikalije, tobačni dim, infektivne snovi in iritativne snovi) Fizične (nefiziološki položaji, premeščanje bremen, stoja, hoja in ponavljajoči gibi) Psihosocialne (fizično nasilje, ustrahovanje, poniževanje, spolno nadlegovanje, nadlegovanje, hendikepiranost, psihološki pritiski, medsebojni odnosi itd.) in Organizacijske (hitrost dela, pomanjkanje časa, časovni pritiski pomanjkanje odmorov, neurejena prehrana, pitje razbremenitev neugoden delovni čas nadurno, izmensko delo, nočno delo, delo z ljudmi, otroci, bolniki, nevarnost nezgod in zdravstvenih okvar).

Med avtorji, vključenimi v našo študijo, jih je devet (9) oz. 69 % obravnavalo tematike oz. vsebine po navedenih skupinah stresorjev kot organizacijski vidik; trije (3) oz. 23 % iz področja kemijsko-bioloških stresorjev in eden (1) oz. 8 % iz področja fizičnih stresorjev).

Na področju fizikalnih in psihosocialnih dejavnikov stresa ni bilo opravljene nobene empirične raziskave. Večina (7 oz. 54 %) znanstveno raziskovalnih metod je bila kvantitativne narave v katerih so avtorji uporabili vprašalnik, ki je bil povzet ali na novo zasnovan. Sledijo (4 oz. 31 %) kvalitativne metode v katerih so avtorji uporabili poglobljeni intervju in mešane metode (2 oz. 15 %) (kvantitativne in kvalitativne metode raziskovanja).

Avtorji so v vseh obravnavanih raziskovalnih študijah, razen v eni [15] uporabljali le enostavnejše statistične obdelave podatkov kot npr. frekvenčne porazdelitve, aritmetične sredine, standardne odklone, T-teste in koeficiente korelacije. Modeliranja (npr. Lisrel, kot ene zmed splošnih znanstvenih metod raziskovanja v doktorskih disertacijah s pomočjo strukturnih modelov SEM), ni bilo uporabljeno v nobeni izmed analiziranih empiričnih raziskav.

V štirih raziskavah [5] [7] [15] [20] so avtorji obravnavali populacijo na podlagi katere je mogoče izide iz njihovih raziskav posplošiti na celoten ekosistem v katerem je bila opravljena. Preostalih sedem avtorjev so kot populacijo izbrali vzorec, ki je bil ena organizacija ali ena organizacijska enota ali izbrano število iz razpoložljive množice, zato izidov ni mogoče posploševati na celotno populacijo. Glede na gospodarske dejavnosti je bila ena [1] raziskava opravljena v predelovalni dejavnosti in ena [14] v založništvu, vse preostale pa v zdravstveni dejavnosti oz. zdravstveni negi in dejavnosti javne uprave-policiji (Tabela 2).

Tabela 2. Pregled raziskave po avtorju, letu, metodologiji in glavnimi ugotovitvami

Št.	Avtor	Leto	Metodologija	Glavne ugotovitve
1	Pevec Teodor [6]	2025	Mešana (kvantitativna in kvalitativna); 4 intervjuji, 243 oseb, v 7 regionalnih bolnišnicah	Slovenski vprašalnik o varnostni kulturi v operacijskih dvoranah je dober merilni inštrument, in se lahko uporablja tako pri opredelitvi potencialnih nevarnih področij za varnost bolnikov kakor za merjenje učinkov ukrepov za povečanje kulture varnosti.
2	Rojs Zala [17]	2025	Kvantitativna, vprašalnik (50 zaposlenih v eni organizaciji)	Najpomembnejši izzivi se pojavljajo pri dvigovanju bremen, pomanjkanje časa za odmore in čustvena obremenitev pri delu z uporabniki.
3	Zupančič Blaž [23]	2025	Kvalitativna (AUVA in ZVD analiza tehnološkega procesa)	Metoda HAZOP je pokazala, da so največja tveganja povezana s strupenimi hlapi in elektrolitskimi izlivi.
4	Jašarevič, Menkinoska, Verdev, Pavšič, Prosen in Ličen [4]	2024	Kvantitativna, vprašalnik (140 zaposlenih v zdravstveni negi)	Zdravstveni delavci doživljajo zmerno nizko raven stresorjev na delovnem mestu.
5	Dobnik Mojca [2]	2019	Kvantitativna, vprašalnik (983 v zdravstveni negi, 21 slovenskih bolnišnic)	Zaposleni v zdravstveni negi v slovenskih bolnišnicah ocenjujejo, da so na delovnem mestu izpostavljeni visoki stopnji stresa.
6	Vah Jevšnik Mojca in Rogelja Nataša [20]	2019	Kvalitativna, intervjuju z deležniki v RS	Napoteni delavci so pogosto napoteni na opravljanje dela v nevarnih sektorjih in izpostavljeni številnim zdravstvenim tveganjem.
7	Korat Lidija [7]	2017	Sistematičen pregled izpostavljenosti nevarnim snovem na delovnih mestih	Prednost razvite metodologije je, da predstavlja splošni postopek, ki se lahko uporabi za nadzor izpostavljenosti različnim nevarnim snovem na delovnih mestih.
8	Bradica Branka [1]	2016	Kvalitativna (3 fokusne skupine, eno podjetje)	Delo v pisarniškem okolju vpliva na posameznika na področju zdravja, stresa, izgorelosti, nevroloških bolezni.
9	Pavlič Miran [15]	2016	Kvantitativna, vprašalnik (137 strokovni delavci VZD RS)	Management varnosti pri delu vpliva na delovne razmere in gospodarsko učinkovitost.
10	Konkolič Manja [6]	2015	Kvantitativna, vprašalnik (181 policistov v osmih upravah v RS)	Tveganje oziroma nevarnost za okužbe pri opravljanju policijskih nalog je visoko, prav tako tudi tveganje za napad na policiste.
11	Orehek Mojca [14]	2015	Kvantitativna, vprašalnik (138 zaposlenih v organizacijski enoti)	vodenje varnosti in zdravja pri delu nima statistično značilnega vpliva na zdravstveni absentizem.
12	Meško Marko [12]	2014	Mešana, anketa in intervju (72 zaposlenih, 1 intervju VZD, javna ustanova)	V javni ustanovi se zavedajo pomembnosti osnovnega usposabljanje in poznavanja varstva pri delu.
13	Kolenc Igor [5]	2009	Kvantitativna, vprašalnik (anketiranje 62 vršnih managerjev v RS)	Odnos vršnih managerjev do varnosti in zdravja pri delu pozitivno vpliva na zaposlene sodelavce.

Vir: Lasten

RAZPRAVA

Namen naše raziskave je bil po javno dostopnih virih opraviti sistematičen pregled inoviranja izobraževanja in števila znanstvenih publikacij na področju varnosti in zdravja pri delu v Republiki Sloveniji za obdobje 1982-2025. Primarno iskanje je potekalo v podatkovnih bazah oziroma po naslednjih repozitorijih: Univerze v Ljubljani, Univerze v Mariboru, Univerze na Primorskem, Univerze v Novi Gorici in Repozitoriju samostojnih visokošolskih in višješolskih izobraževalnih organizacij in v podatkovni bazi Akademska Digitalna zbirka Slovenije Osnovno iskanje: COBISS Plus. V končno analizo smo vključili dva znanstvena članka, ki sta bila polno dosegljiva, recenzirana in sta imela odprt dostop. Analizirali smo štiri doktorske disertacije in sedem magistrskih nalog, ki so imele možnost posploševanja in generalizacije.

Prvo doktorsko disertacijo s področja varnosti pri delu, ki je bila zagovarjana na Univerzi v Ljubljani, Pravni fakulteti in jo leta 1982 je izdelala Miroslava Ivanjac je imela naslov Funkcije države u oblasti zaštite na radu. S ključno besedo »varnost pri delu« je bilo doslej v Republiki Sloveniji izdelanih 7.880 magistrskih nalog. Prvo magistrsko nalog s področja varnosti pri delu je na Univerzi v Ljubljani, Fakulteti za arhitekturo leta 1986 Jožef Horvat in je imela naslov Ekološke razmere v industriji: škodljive snovi pri varjenju v delovnem prostoru.

V sedmih analiziranih magistrskih nalogah, ki so imele značilnosti generalizacije in posploševanja ter so bile dosegljive v repozitorijih slovenskih javnih univerz ter visokošolskih zavodov je bilo opravljenih sedem kvantitativnih raziskav. S pomočjo vprašalnikov je bilo skupaj anketiranih 2.004 oseb (strokovnih delavcev za varnost pri delu, medicinskih sester, vršnih managerjev, policistov, študentov in sodelavcev ter drugih udeležencev v organizacijah). Opravljene so bile štiri kvalitativne raziskave v katero so avtorji so pomočjo analize procesa, fokusnih skupin in intervjujev pridobivali koristne informacije o stanju, ki so ga analizirali. Dve raziskavi sta obsegali kvalitativno in kvantitativno znanstvenoraziskovalno metodologijo.

Po razvrščanju vsebin, ki so jih avtorji obravnavali glede na stresorje delovnega okolja, smo ugotovili, da prevladujejo (več kot dve tretjini) tematike s področja organizacijskih vidikov. Približno četrtino (23 %) je bilo namenjeno kemijsko-bioloških stresorjev in eden (8 %) iz področja fizičnih stresorjev. Za vse omenjene kvalitativne in kvantitativne empirične raziskave je mogoče povzeti, da se nanašajo na pridobivanje osebnih, subjektivnih, mnenj in stališč ter ne na z merskim inštrumentom preverjenih podatkih ali informacijah.

Najbolj presenetljiva ugotovitev, ki izhaja iz pregleda empiričnih raziskav s področja stresorjev delovnega okolja je popolna odsotnost ugotavljanja fizikalnih dejavnikov delovnega okolja. Ta ugotovitev je še posebno pomembna za nadaljnji razvoj novih znanj ker naj bi tudi v stroki varnosti in zdrava sledili načelu »evidence based« oz. na dokazih utemeljeni varnostni znanosti in stroki. V tem je naša identificirana raziskovalna vrzel, ki daje možnosti za nadaljnje raziskovanje ter razvoj visokošolskih ustanov (Univerz in fakultet) v Republiki Sloveniji.

V Republiki Sloveniji takšne ali podobne raziskave v kateri bi raziskovalci proučevali ustvarjanje novih znanj na področju varnosti pri delu nismo zasledili. V tujini smo sicer zasledili raziskavo [10], ki so raziskovali pomen izobraževanja in treninga kot ključnih dejavnikov za globalno varnost in zdravje a potrebno je izpostaviti, da je izobraževanje prenos in ne ustvarjanje znanja, zato primerjava ni smiselna. Kot mogoče podobno raziskavo je možno navesti še raziskavo Hejduka in Tomazyka iz leta 2015 [3], ki sta raziskovala ustvarjanje znanja in spodbujanje navad za varnost pri delu za mlade delavce.

Poudarek je bil na varnostni kulturi kot pomembnemu viru oz. zmožnosti organizacije za inoviranje varnosti pri delu. To raziskavo je možno vsaj deloma primerjati z raziskavo Pevca iz leta 2025 [16], ki je razvil vprašalnik o varnostni kulturi a je bil uporabljen za popolnoma drugačno ciljno populacijo.

Zaradi predhodno navedenega naših ugotovitev ni mogoče neposredno soočiti s spoznanji drugih avtorjev in preveriti podobnosti ali razlike.

Ob raziskovanju izbranih konstruktov ustvarjanja znanja na področju varnosti in zdravja pri delu za uspešnejše obvladovanje organizacij (gospodarskih družb in drugih ustanov) smo se soočili z vsebinskimi in metodološkimi omejitvami. Vsebinske omejitve so nam predstavljale izbrane ključne besede, oddaljeni dostop do javno dostopnih baz podatkov, izbor zgolj magistrskih nalog in doktorskih disertacij, ki smo jih subjektivno izbrali. Zaradi velikega števila zadetkov v bazah podatkov smo ključne vsebine s pomočjo filtrov skrčili te teme, ki se povezujejo s procesi ustvarjanja znanja na področju varnosti in zdravja pri delu v visokošolskih institucijah, kar nam je predstavljalo metodološko omejitev.

ZAKLJUČEK

Namen naše raziskave o ustvarjanju znanja na področju varnosti in zdravja pri delu v visokošolskih ustanovah (univerzah, fakultetah in visokošolskih zavodih) je bil opraviti sistematični pregled inoviranja in novih pridobitev za obdobje 1982-2025. Pregled je skupaj obsegal 894 zadetkov (530 bibliografskih enot doktorskih disertacij in 364 člankov), ki smo jih identificirali ter selekcionirali glede na ustreznost in v nadaljevanju podrobneje analizirali. Bibliografske enote smo iskali v javno dostopnih zbirkah COBISS bazi in Repozitorijih ter kot vključujoči pogoj določili polno dostopnost v e-obliki z recenzijskimi postopki, pri revijah.

Analizirali smo dva izvorna znanstvena članka, štiri doktorske disertacije in sedem magistrskih nalog. Ugotovili smo, da prevladujejo kvantitativne znanstveno raziskovalne metode (anketiranje), da je večina tematik je s področja organizacijskih vidikov (vodenje, voditeljstvo, management, varnostna kultura, usposabljanje) in da ni raziskav s področja fizikalnih stresorjev. Opaziti je tudi mogoče, da so v Republiki Sloveniji empirične raziskave opravljene predvsem v storitvenih oz. nepridobitnih organizacijah (zdravstvo, policija, državne službe) in popolno odsotnost zanimanja za gospodarske dejavnosti (npr. gradbeništvo, kmetijstvo, gozdarstvo ipd.) Iz navedenega in ugotovljenega je mogoče povzeti, da v Republiki Sloveniji prevladuje subjektivni in osebni vpogled na ustvarjanje znanja na področju varnosti in zdravja pri delu. Kot posledica tega ustvarjanje znanja na področju varnosti in zdravja pri delu nima podlage na dokazih utemeljeni varnostni znanosti, kar odpira množico dilem v razvoju stroke in priložnosti za nadaljnje raziskovanje.

Raziskovanje bi bilo mogoče nadgraditi na različne načine tako vsebinsko kot tudi metodološko. Ker je večina raziskav kvantitativnih (54 %), predlagamo v nadaljnjih raziskavah uporabo mešanih (15 %) ali kvalitativnih (31 %) znanstvenoraziskovalnih metod, s pomočjo katerih bi bolj celovito in poglobljeno analizirali obravnavano tematiko. Poleg fokusa na javno dostopne vire v Republiki Sloveniji bi bilo koristno opraviti raziskave tudi v tujih bazah kar bi prineslo bolj celoviti vpogled v ustvarjanje znanja a področju varnosti in zdravja pri delu. Raziskavo bi bilo mogoče opraviti tudi v širšem geografskem prostoru npr. drugih državah, regiji ali v Evropski uniji. Predvsem bi bilo zanimivo ugotoviti trend v ustvarjanju znanj iz vidika konceptualnih, faktografskih in procesnih vidikov, ki naj bodo podlaga za trajnostni razvoj varnostne znanosti in stroke.

LITERATURA

- [1] Bradica, B.: **Vpliv pisarniškega okolja na zaposlenega**, magistrska naloga. Fakulteta za organizacijske študije v Novem mestu, Novo mesto, 2016.
- [2] Dobnik, M.: **Vplivni dejavniki stresa med zaposlenimi v zdravstveni negi v slovenskih bolnišnicah in njihova povezanost s kulturo kakovosti in varnosti** : doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj, 2019.
- [3] Hejduk, I., Tomczyk, P.: **Young workers' occupational safety knowledge creation and habits**, *Procedia Manufacturing* 3, 2015, 395 – 401.
- [4] Levstik Jašarevič, D., Bogović Menkinoska, M., Verdev, S., Pavšič, L., Prosen, M. in Ličen, S.: **Uporaba teorije sistemov Betty Neuman pri razumevanju stresorjev na delovnem mestu medicinskih sester**, *Obzornik zdravstvene nege*, letnik 58 (4) 2024.
- [5] Kolenc, I.: **Vpliv voditeljstva vršnih managerjev na stanje varnosti in zdravja pri delu**: magistrska naloga, Univerza na Primorskem, Fakulteta za management. Koper, 2010.
- [6] Konkolič, M.: **Percepcija virov ogrožanja varnosti policistov pri njihovem delu** : magistrsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede, Ljubljana, 2015.
- [7] Korat, L.: **Pristop za celovit nadzor izpostavljenosti nevarnim snovem na delovnih mestih** : doktorska disertacija. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, 2017.
- [8] Logar Čuček, M., Kodrič, B., Pavlič, M., Markič, M.: **Dejavniki stresa na delovnem mestu in njihov vpliv na zdravstveni absentizem**. V: TARADI, Josip (ur.). *Management and safety : [proceedings] : M&S 2015 : conference theme: Stress management and safety : program cycle: Modern management concepts and safety : 10th international conference, Opatija, Croatia, June 12th and 13th, 2015*. [Zagreb]: European Society of Safety Engineers, 2015, 37-45.
- [9] Lozano, R, Ceulemans, K., Alonso-Almeida, M. Huisingh, D., Lozano, J.F., Waas, T., Lambrechts, W., Lukman, R., and Jean Hugé, J.: **A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey**. *Journal of Cleaner Production* 108, 2015, 1–18.
- [10] Lucchini, R. G., McDiarmid, M.; Van der Laan, G, Rosen, M., Placidi, D., Radon, K., Ruchirawat, M., Kurtz, L. and Landrigan, P.: **Education and Training: Key Factors in Global Occupational and Environmental Health**. *Annals of Global Health*. 2018; Volume 84, Issue 3, 436–441.
- [11] Markič, M, Quechon, T. **Ustvarjanje znanja za trajnostni razvoj visokošolskih ustanov**, 45th International Conference on Organizational Science Development: organization and the longevity society, University of Maribor, University of Maribor Press, Portorož, 2026, 469-482.
- [12] Meško, M.: **Vloga managementa znanja pri zagotavljanju varstva pri delu**, magistrska naloga. Mednarodna fakulteta za družbene in poslovne študije, Celje, 2014.
- [13] Nonaka, I., Ryoko, T. in Noboru, K.: **SECI, Ba and Leadership: A Unified Model of Dynamic Knowledge Creation**. *Long Range Planning*, Volume 33, Issue 1, 2000, 5–34.
- [14] Orehek, M.: **Vpliv dejavnikov vodenja varnosti in zdravja pri delu na zdravstveni absentizem**, magistrska naloga, Univerza na Primorskem, Fakulteta za management. Koper, 2015.
- [15] Pavlič, M.: **Vpliv dejavnikov managementa varnosti pri delu na delovne razmere in gospodarsko učinkovitost**, doktorska disertacija, Univerza na Primorskem, Fakulteta za management. Koper, 2016.
- [16] Pevec, T.: **Kultura varnosti pri delu v operacijskih dvoranah** : doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta, Maribor, 2025.
- [17] Rojs, Z.: **Varnost in zdravje pri delu zaposlenih na Varstveno-delovnem centru Polž Maribor** : magistrsko delo. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta, Maribor, 2025.
- [18] Sterling, S.: **Transformative Learning and Sustainability: Sketching the Conceptual Ground**. *Learning and Teaching in Higher Education*, Issue 5, 2010, 17–33.
- [19] Tsoukas, H.: **A Dialogical Approach to the Creation of New Knowledge in Organizations**. *Organization*, Science 20 (6), 2009. 941–957.
- [20] Vah Jevšnik, M. in Rogelja, N.: **Occupational Safety and Health in Transnational Workplaces: The Case of Posted Workers**, *Two Homelands*, 2018, 23-36.
- [21] Wals, A. E. J. **Sustainability in Higher Education in the Context of the UN DESD: A Review of Learning and Institutionalization Processes**, *Journal of Cleaner Production* 62, 2014, 8–15.

[22] Wals, A. E. J. in Blewitt, J.: **Third-Wave Sustainability in Higher Education: Some (Inter)National Trends and Developments**, *Sustainability Education: Perspectives and Practice across Higher Education*, London: Earthscan, 2010, 55–74.

[23] Zupančič, B.: **Zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu v procesu galvanizacije** : magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, 2025.

Internet

- Akademsko digitalna zbirka Slovenije, <https://plus-legacy.cobiss.net/cobiss/adz/sl/bib/search?ds=true> (1.3.2026)
- Digitalna knjižnica Univerze v Mariboru, <https://dk.um.si/info/index.php/slo/> (16.3.2026)
- Repozitorij Univerze na Primorskem, <https://repozitorij.upr.si/info/index.php/slo/> (21.3.2026)
- Repozitorij Univerze v Novi Gorici, <https://repozitorij.ung.si/Iskanje.php?type=napredno&vrsta=mag&vir=1&chkFullOnly=on&lang=slv> (22.3.2026)
- Repozitorij samostojnih visokošolskih in višješolskih izobraževalnih organizacij, <https://revis.openscience.si/info/index.php/slo/> (27.3.2026)
- Repozitorij Univerze v Ljubljani, <https://repozitorij.uni-lj.si/info/index.php/slo/> (14.3.2026)
- Education for Sustainable Development Goals: learning objectives, UNESCO, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444> (12.2.2026)
- Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, United Nations, <https://docs.un.org/en/A/RES/70/1> (9.2.2026)
- Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development A/RES/71/313. Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution 68/261. 2018. United Nations, <https://digitallibrary.un.org/record/1291226?v=pdf> (12.2.2026)

ZAHVALA

Prispevek je izdelan u sklopu projekta P2-0266 Napredne izdelovalne tehnologije za visoko kakovostno in trajnostno proizvodnjo, ki ga financira Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in inovacije Republike Slovenije.

BIOGRAFIJA PRVEGA AVTORJA



prof. dr. Mirko Markič

Univerza na Primorskem, Fakulteta za management
Koper, Slovenija
mirko.markic@fm.upr.si

Mirko Markič je doktoriral na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za organizacijske vede s področja organizacijskih znanosti. Po 12 letih delovanja v avtomobilski industriji se je zaposlil na takratni Visoki šoli za management Koper, danes Fakulteti za management Koper Univerze na Primorskem, kjer je bil dva mandata prodekan za študijske zadeve in zadolžen za usklajevanje raziskovalno-razvojne dejavnosti. Občasno je sodeloval pri izvedbi študijskih programov na Univerzi v Ljubljani, Univerzi v Mariboru, Univerzi v Novi Gorici in Univerzi v Novem mestu. V tujini je deloval na Univerzi v Nišu, (Republika Srbija), Yasar University, (Turčija) ter Slovenskem izobraževalnem konzorciju (Italija). Je

redni profesor za področje managementa in znanstveni svetnik. Vodja / član v več raziskovalnih in podjetniških projektih. Njegova področja raziskovanja so upravne in organizacijske vede - management ter javno zdravstvo (varstvo pri delu).

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

Mirko Markič received a doctoral degree from the Faculty of Organisational Sciences, the University of Maribor. After working in the automotive industry for 12 years, he started employment with the College of Management, Koper - today's Faculty of Management, the University of Primorska. He was the Associate Dean for Undergraduate Education and in charge of coordinating research and development activities for two terms of office. He was also involved in teaching at the University of Ljubljana, the University of Maribor, the University of Nova Gorica and the University of Novo mesto. He cooperated with foreign institutions: the University of Niš (Serbia), Yasar University (Turkey) and the Slovene Education Consortium (Italy). Mirko Markič is a professor of management and a research councillor. He is also a head/member of many research and entrepreneurial projects. His fields of research are administration and organization sciences - management in general and management in the field of public health service (health and safety at work).

PODATKI O SOAVTORJIH

2)

dr. sc. Miran Pavlič

Univerzitetni klinični center Ljubljana
Ljubljana, Slovenija
miran.pavlic@kclj.si

3)

Mag. sig. Leon Vedenik

Ministrstvo za notranje zadeve Republike Slovenije, Policija, Policijska uprava Murska Sobota,
Murska Sobota, Slovenija
leon.vedenik@policija.si

4)

Prof. dr. Maja Meško

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede,
Kranj, Slovenija
maja.mesko@um.si

5)

Prof. dr. Franci Pušavec

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Ljubljana, Slovenija
franci.pusavec@fs.uni-lj.si

Tomislav Katić, Darko Palačić, Ana Rački Marinković, Antonija Janjić

MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA PROCJENE RIZIKA ZAŠTITE NA RADU U REPUBLICI HRVATSKOJ: REZULTATI EMPIRIJSKOG ISTRAŽIVANJA

Sažetak

Sukladno nacionalnim propisima svi poslodavci u Republici Hrvatskoj obavezni su, uzimajući u obzir poslove i njihovu prirodu, procjenjivati rizike za život i zdravlje radnika i osoba na radu. U tu svrhu obavezno se mora primijeniti metodologija propisana Pravilnikom o izradi procjene rizika. Cilja rada je analizirati i identificirati mogućnosti unapređenja procjene rizika zaštite na radu u Republici Hrvatskoj iz perspektive stručnjaka zaštite na radu. U radu se prikazuju osnovni rezultati istraživanja u kojem je sudjelovalo 967 stručnjaka zaštite na radu. Istraživanjem je utvrđeno da gotovo polovina ispitanika ima neutralan stav po pitanju učinkovitosti postojeće metode procjene rizika, a gotovo trećina njih da je metoda neučinkovita. Osim navedenog, uočeni su brojni nedostaci vezano za kvalitetu i praktičnost primjene postojeće procjena rizika, učinkovitost i metodologiju, zadovoljavanje specifičnih potreba industrijskih sektora, preopćeniti pristup, nedostatna podrška i uključenost uprave, kao i manjkavost u zakonodavnom okviru. Na temelju rezultata provedenog istraživanja, analize komentara ispitanika, analize prikupljenih podataka te uvida u postojeći zakonodavni i operativni okvir procjene rizika u Republici Hrvatskoj, formirani su prijedlozi za unaprjeđenje procesa izrade procjene rizika.

Ključne riječi: istraživanje, procjena rizika, unapređenje, zaštita na radu.

POSSIBILITIES FOR IMPROVING OCCUPATIONAL SAFETY RISK ASSESSMENT IN THE REPUBLIC OF CROATIA: RESULTS OF AN EMPIRICAL STUDY

Abstract

In accordance with national regulations, all employers in the Republic of Croatia are required to assess risks to the life and health of workers and persons at work, taking into account the tasks performed and their nature. For this purpose, the methodology prescribed by the Ordinance on Risk Assessment must be applied. The aim of this paper is to analyse and identify possibilities for improving occupational safety risk assessment in the Republic of Croatia from the perspective of occupational safety experts. The paper presents the main results of a study involving 967 occupational safety professionals. The research found that almost half of the respondents hold a neutral view regarding the effectiveness of the current risk assessment method, while nearly one-third consider the method ineffective. In addition, numerous shortcomings were identified concerning the quality and practicality of the existing risk assessment, its effectiveness and methodology, its ability to meet the specific needs of industrial sectors, its overly general approach, insufficient management support and involvement, as well as gaps in the legislative framework. Based on the research results, analysis of respondents' comments, collected data, and an overview of the existing legislative and operational framework for risk assessment in the Republic of Croatia, proposals for improving the risk assessment process have been formulated.

Key words: improvement, occupational safety, research, risk assessment.

UVOD

Procjena rizika u Republici Hrvatskoj

Sigurnost i zdravlje na radu općenito se definira kao znanost o predviđanju, prepoznavanju, procjeni i kontroli opasnosti koje nastaju na radnom mjestu ili s radnog mjesta, a koje bi mogle narušiti zdravlje i dobrobit radnika, uzimajući u obzir mogući utjecaj na okolne zajednice i opći okoliš. Ovo je područje vrlo opsežno, te obuhvaća veliki broj disciplina i brojne opasnosti na radnom mjestu i okolišu. Potreban je širok raspon struktura, vještina, znanja i analitičkih kapaciteta za koordinaciju i implementaciju svih elemenata zaštite zdravlja i sigurnosti na radu. [1]

Procesi zaštite na radu, a među njima i procjena rizika, definirani su nacionalnim propisima i međunarodnim normama iz ovog područja. Proces zaštite na radu dio je organizacije rada i izvođenja radnog procesa, a ostvaruje se obavljanjem poslova zaštite na radu i primjenom propisanih, ugovorenih, kao i priznatih pravila zaštite na radu te naređenih mjera i uputa poslodavca. U tom smislu, ovisno o broju zaposlenih, moguće je na nekoliko načina organizirati obavljanje poslova zaštite na radu i izradu procjene rizika. [16]

Rizik je složen koncept koji se javlja u svim područjima života, u privatnom i poslovnom smislu. [13] Rizik stalno prati sve ljudske aktivnosti i postoji u svakom poslovanju, a vjerojatnost da će se određeni rizični događaj dogoditi ovisi o njegovoj prirodi. Rizik se odnosi na budućnost i buduće događaje. [4] Primjena procjene rizika kao pomoći u upravljanju zdravljem i sigurnošću na radu unutar organizacija u svijetu se značajno povećala krajem 1980-ih i početkom 1990-ih kao izravna posljedica novog zakonodavstva. Kada se procjena rizika primjenjuje na cijelo radno mjesto (a ne na pojedinačni dio opreme), moraju se uzeti u obzir dodatna razmatranja. Dakle, procjena rizika je šira i obuhvaća analizu cijelog radnog mjesta. Iako opasnost kvara opreme i dalje može biti važan izvor opasnosti, mnogo više opasnosti može proizaći iz različitih i složenih odnosa između radnika, tehnologije i radnog okruženja. Čimbenici poput motivacije i morala radnika, standarda obuke i nadzora te ergonomije radnog mjesta također mogu imati vrlo važan (a ponekad i štetan) učinak. Stoga se moraju koristiti metode za identifikaciju opasnosti, uključujući dubinsku analizu radnih aktivnosti, ispitivanje načina na koji su poslovi organizirani i nadzirani te proučavanje pojedinačnih zadataka s ciljem identifikacije elemenata kritičnih za sigurnost na radu. [7]

Prema Rochi, Olivieri i Capinhi analiza rizika, procjena rizika i upravljanje rizicima glavni su dijelovi procesa poznatog kao „procjena rizika“. Procjena rizika može se shvatiti kao zajednički napor identifikiranja i analiziranja potencijalnih budućih događaja, tj. analize rizika, i procjene prihvatljivosti rizika na temelju analize rizika, uzimajući u obzir utjecajne čimbenike, tj. procjenu rizika. Ukratko, procjena rizika analizira što može poći po zlu, koliko je vjerojatno da će se to dogoditi i, ako se dogodi, koje su potencijalne posljedice. [18]

U području zaštite zdravlja i sigurnosti na radu procjena rizika je od posebnog značaja. Poslodavac je odgovoran za upravljanje zaštitom zdravlja i sigurnosti radnika i drugih osoba koji mogu biti pod utjecajem radnih aktivnosti organizacije. Procesi sustava upravljanja zaštitom zdravlja i sigurnošću na radu primjenjuju opća načela sprječavanja rizika na radu i zaštite zdravlja, pravila za uklanjanje čimbenika rizika, postupke osposobljavanja radnika te postupke obavješćivanja i savjetovanja radnika i njihovih predstavnika s poslodavcima i njihovim ovlaštenicima. [2, 11]

Sukladno nacionalnim propisima svi poslodavci u Republici Hrvatskoj su obavezni, uzimajući u obzir poslove i njihovu prirodu, procjenjivati rizike za život i zdravlje radnika i osoba na radu. Širom svijeta načini procjenjivanja rizika vrlo su različiti, gdje nacionalni propisi kompetentnim stručnjacima omogućavaju korištenje različitih tehnika za procjenjivanje rizika. U Republici Hrvatskoj procjena rizika izrađuje se sukladno odredbama Zakona o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 94/18 i 96/18), Pravilnika o zaštiti na radu za mjesta rada (NN br. 105/20), Pravilnika o izradi procjene rizika (NN br. 112/14 i 129/19) i ostalih zakona i pravilnika koji reguliraju područje zaštite na radu.

Provedbeni propis kojim se propisuju uvjeti, način i metoda izrade procjene rizika, obvezni sadržaji obuhvaćeni procjenom, podaci na kojima se procjena rizika temelji kao i klasifikacija opasnosti, štetnosti i napora na radu i u vezi s radom je Pravilnik o izradi procjene rizika.

Procjena rizika je postupak kojim se utvrđuje razina opasnosti, štetnosti i napora u smislu nastanka ozljede na radu, profesionalne bolesti, bolesti u svezi s radom te poremećaja u procesu rada koji bi mogao izazvati štetne posljedice za sigurnost i zdravlje radnika.

Kvalitetno izrađena procjena rizika preduvjet je za učinkovitu provedbu zaštite na radu. No, procjena rizika samo je jedan element ukupnog upravljanja rizicima. [13, 14] Upravljanje rizicima sveobuhvatan je pristup prepoznavanja, procjene i izbjegavanja odnosno ublažavanja prepoznatih rizika. U hrvatskim propisima koji uređuju izradu procjene rizika uopće se ne definira sustav upravljanja rizicima. Procjena rizika obavezno se mora provoditi prema propisanoj metodi za koju, u neformalnim razgovorima, stručnjaci smatraju da je preopćenita, a time i neučinkovita.

Poslodavac je obavezan imati procjenu rizika izrađenu u pisanom ili elektroničkom obliku, koja odgovara postojećim rizicima na radu i u vezi s radom i koja je dostupna radniku na mjestu rada. Na temelju procjene rizika poslodavac je obavezan primjenjivati pravila zaštite na radu, preventivne mjere, organizirati i provoditi radne i proizvodne postupke, odnosno metode te poduzimati druge aktivnosti za sprječavanje i smanjenje izloženosti radnika utvrđenim rizicima, kako bi otklonio ili sveo na najmanju moguću mjeru vjerojatnost nastanka ozljede na radu, oboljenja od profesionalne bolesti ili bolesti u vezi s radom te kako bi na svim stupnjevima organizacije rada i upravljanja osigurao bolju razinu zaštite na radu. [10, 14, 15]

Širom svijeta načini procjenjivanja rizika vrlo su različiti, gdje međunarodne direktive i nacionalni propisi kompetentnim stručnjacima omogućavaju korištenje različitih tehnika za procjenjivanje rizika. [8, 9, 12]

Problem i svrha istraživanja

Identificiran je problem nedostatka aktualnih saznanja o primjeni procesa izrade procjene rizika iz zaštite na radu u Republici Hrvatskoj iz perspektive stručnjaka zaštite na radu, posebno s aspekta njihovih stavova o mogućnostima unaprjeđenja procjene rizika.

Problem se očituje u nedostatku aktualnih javno objavljenih stručnih i znanstvenih radova s temom mogućnosti unaprjeđenja procjene rizika iz zaštite na radu u Republici Hrvatskoj. Navedeno potvrđuje analiza objavljenih radova koji obrađuju i istražuju predmetnu tematiku. [3, 5, 6, 19]

Cilj i hipoteza istraživanja

Ovo istraživanje ima za cilj analizirati mogućnosti unaprjeđenja procjene rizika u Republici Hrvatskoj iz perspektive stručnjaka zaštite na radu te predložiti preporuke za unaprjeđenje postupka procjene rizika.

Temeljem identificiranog problema i definiranog cilja i postavljena je radna hipoteza: Postoji mogućnost standardizacije i unaprjeđenja procesa procjene rizika.

Na osnovu svega navedenog utvrđen je zadatak istraživanja: Ispitati stavove o mogućnostima unaprjeđenja procjene rizika u Republici Hrvatskoj.

METODE

Anketno istraživanje

Za provedbu istraživanja korišten je kombinirani pristup koji uključuje kvantitativne i kvalitativne metode, čime je osigurana sveobuhvatna analiza postojećeg stanja, izazova i prilika za unaprjeđenje procesa izrade procjene rizika u zaštiti na radu. Za tu potrebu izrađen je digitalni anketni upitnik koji je sadržavao kombinaciju otvorenih i zatvorenih pitanja. Anketiranje je provedeno od 21. svibnja do 24. lipnja 2025. godine putem digitalne platforme Google Forms. Za anketiranje su odabrani stručnjaci zaštite na radu koji su ispunjavali sljedeće uvjete:

- imaju položen stručni ispit za stručnjaka zaštite na radu ili im je taj status priznat (upisani su u registar Informacijskog sustava zaštite na radu)
- imaju iskustvo u procesu izrade procjene rizika.

Zahvaljujući postojećem sustavu ISZNR (Informacijski sustav zaštite na radu), Ministarstvo rada, mirovinskoga sustava, obitelji i socijalne politike je izravno, od strane Uprave za rad i zaštitu na radu, u tri navrata (početni poziv i dva podsjetnika) poslani su pozivi za sudjelovanje u anketi svim registriranim stručnjacima koji su ispunjavali uvjete za sudjelovanje, što je omogućilo transparentno, brzo i učinkovito informiranje te uključivanje stručnjaka iz različitih sektora i regija u Republici Hrvatskoj.

Analiza podataka

Nakon provedenog anketiranja, a prije statističke obrade podataka, odgovori na pitanja su pročišćeni i usklađeni (za pitanja u kojima je postojala mogućnost slobodnog unosa) pomoću računalnog programa OpenRefine (v. 3.9.3.). Odgovori na pitanja za koje je postojala mogućnost višestrukog odabira konvertirani su u binarne zapise (0/1). Odgovori na pitanje o sektoru rada kategorizirani su prema najnovijoj Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti (NKD 2025).

Pomoću paketa „psych“ v. 2.5.6. R package version 2.5.6, u R-u analizirana je unutarnja konzistencija mjernih ljestvica izračunom globalnog Cronbachov α koeficijenta. Izračunate su i korelacijske matrice između pojedinih pitanja kako bi se ispitala homogenost konstrukta. [17] Globalni Cronbachov α pokazao je visoku unutarnju konzistentnost skale ($\alpha = 0.8417$). Analiza korelacijskih matrica pokazala je da su korelacije između pojedinih pitanja iznad 0,14, što upućuje na zadovoljavajuću homogenost konstrukta.

Statistička obrada podataka provedena je u računalnom programu R (v. 4.5.1.). U analizi su primijenjene metode deskriptivne i inferencijalne statistike. Deskriptivna statistika uključivala je izračun apsolutnih i relativnih frekvencija za nominalne i ordinalne varijable.

Za inferencijalnu statistiku korišteni su sljedeći testovi:

- Spearmanov rang korelacijski koeficijent (ρ) za ispitivanje povezanosti između ordinalnih varijabli. Ova analiza korištena je u više slučajeva za ispitivanje odnosa između procjena, stavova i iskustava ispitanika izraženih u više pitanja putem Likert skale (1-5).
- Mann-Whitney U test za usporedbu dvije grupe na osnovi ordinalnih podataka. Ovaj neparametrijski test korišten je zbog ordinalne skale mjerenja i nepostojanja pretpostavke o normalnosti distribucije podataka.
- Kruskal-Wallisov test rangova za usporedbu više od dvije grupe na osnovi ordinalnih podataka. U slučajevima gdje je Kruskal-Wallis test pokazao statistički značajnu razliku ($p < 0.05$), provedena je dodatna Dunnova *post-hoc* analiza zbog identifikacije konkretnih parova grupa među kojima postoji značajna razlika. Za kontrolu pogreške tipa I zbog višestrukih usporedbi, korištena je Bonferronijeva metoda korekcije p-vrijednosti.
- χ^2 -test nezavisnosti za ispitivanje povezanosti između dvije kategorijske varijable. Test omogućuje utvrđivanje odstupanja između očekivanih i stvarnih frekvencija u kontingencijskoj tablici, čime se ispituje postoji li statistički značajna povezanost između promatranih varijabli. U analizi su dodatno izračunati Pearsonovi reziduali i postotni doprinosi pojedinih ćelija ukupnoj vrijednosti Chi-kvadrata, kako bi se identificirali glavni izvori odstupanja.

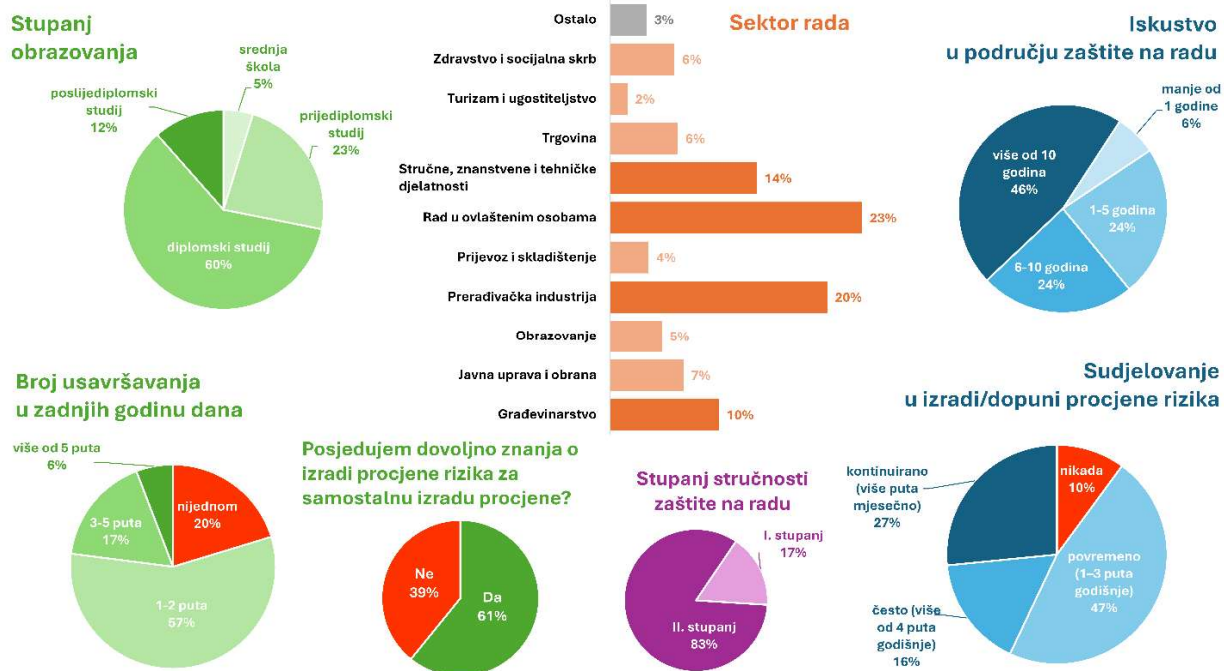
REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Opći podaci o ispitanicima

Od ukupne populacije 4885 osoba upisanih u sustavu ISZNR, anketiranju je pristupilo ukupno 968 ispitanika (19,82 %). Pregledom upitnika utvrđeno je da jedan ispitanik nije stručnjak zaštite na radu (ispitanik sam naveo prilikom navođenja sektora rada) pa njegovi odgovori nisu bili uključeni u daljnju analizu ($n = 967$).

Najveći udio ispitanika (60 %) završio je neki od diplomatskih veleučilišnih ili sveučilišnih studija. U zadnjih godinu dana više od polovine ispitanika usavršavalo se 1-2 puta (57 %). Najmanji udio je onih koji su se usavršavali više od pet puta (6 %), dok se čak 20 % ispitanika u zadnjih godinu dana nije uopće usavršavalo.

Slika 1. Opći podaci o sudionicima u anketnom istraživanju



Izvor: vlastiti izvor

U području zaštite na radu gotovo polovina ispitanika (46 %) ima više od 10 godina iskustva. Samo 10 % ispitanika ne sudjeluje u izradi/dopuni procjene rizika, njih gotovo polovina sudjeluje povremeno (47 %), dok ih više od četvrtine (27 %) sudjeluje kontinuirano. Postotak od 39 % ispitanika smatra da nema dovoljno znanja za samostalnu izradu procjene rizika. Prema stupnju stručnosti, dominiraju stručnjaci II. stupnja zaštite na radu (83 %). Među anketiranim stručnjacima najviše ih radi u ovlaštenim osobama (23 %), prerađivačkoj industriji (20%) te u stručnim, znanstvenim i tehničkim djelatnostima (14 %) i građevinarstvu (10 %).

Standardizacija izrade procjene rizika

Ispitanici dominantno smatraju da bi standardizacija postupka izrade procjene rizika poboljšala njegovu kvalitetu (57%) dok četvrtina ispitanika nije sigurna. Slično, 64% ispitanika smatra da bi standardizacija trebala biti zakonski propisana, dok petina ispitanika nije sigurna. Kao najkorisnije elemente standardizacije najčešće navode jasnije/detaljnije kriterije za ocjenjivanje rizika (29%) te digitalnu platformu za izradu i pohranu procjena (27%). Iznimno mali broj ispitanika (1%) nije za standardizaciju postupka izrade procjene rizika.

Slika 2. Stavovi ispitanika o standardizaciji postupka procjene rizika



Izvor: vlastiti izvor

Digitalizacija procesa izrade procjene rizika

Iako 62% ispitanika nije prethodno koristilo digitalne alate za izradu procjene rizika, postoji dominantan stav da bi digitalizacija mogla poboljšati učinkovitost procesa procjene rizika (66%). Samo 13% ispitanika smatra da digitalizacija ne može poboljšati učinkovitost procesa procjene rizika.

Ispitanici bi najviše voljeli da digitalni alati za procjenu rizika budu integrirani s bazama podataka o rizicima (60%), da postoji interaktivni vodič za izradu procjene (59%). Više od polovine ispitanika također navodi i automatsko generiranje izvještaja (53%) te mogućnost usporedbe procjena između sektora (51%).

Slika 3. Stavovi ispitanika o digitalizaciji postupka procjene rizika



Izvor: vlastiti izvor

Od ukupne populacije 4885 osoba upisanih u ISZNR, anketiranju je pristupilo ukupno 968 ispitanika (19,82 %), pri čemu je jedan anketni upitnik proglašen nevažećim. U istraživanju je sudjelovalo 967 osoba sa statusom stručnjaka zaštite na radu u Republici Hrvatskoj, što potvrđuje reprezentativnosti uzorka i valjanost dobivenih rezultata, ali i veliki interes stručnjaka zaštite na radu za temu procjene rizika. Također, na temelju analize ranije provedenih istraživanja može se konstatirati da je ovo najveće do sada provedeno istraživanje u području zaštite na radu u Republici Hrvatskoj. [5, 6, 18]

U raspravi je posebno potrebno naglasiti da čak 58% ispitanika smatra da uprava tvrtke ne sudjeluje aktivno u procesu izrade procjene rizika i primjeni njezinih zaključaka.

Ispitanici dominantno smatraju da bi standardizacija postupka izrade procjene rizika poboljšala njegovu kvalitetu (57%) dok četvrtina ispitanika u to nije sigurna. Slično, 64% ispitanika smatra da bi standardizacija trebala biti zakonski propisana, dok petina ispitanika nije sigurna. Kao najkorisnije elemente standardizacije najčešće navode jasnije/detaljnije kriterije za ocjenjivanje rizika (29%) te digitalnu platformu za izradu i pohranu procjena (27%). Iznimno mali broj ispitanika (1%) nije za standardizaciju postupka izrade procjene rizika.

Iako 62% ispitanika nije prethodno koristilo digitalne alate za izradu procjene rizika, postoji dominantan stav da bi digitalizacija mogla poboljšati učinkovitost procesa procjene rizika (66%). Samo 13% ispitanika smatra da digitalizacija ne može poboljšati učinkovitost procesa procjene rizika.

Ispitanici bi najviše voljeli da digitalni alati za procjenu rizika budu integrirani s bazama podataka o rizicima (60%), da postoji interaktivni vodič za izradu procjene (59%). Više od polovine ispitanika također navodi i automatsko generiranje izvještaja (53%) te mogućnost usporedbe procjena između sektora (51%).

Kruskal-Wallis test pokazao je da ne postoji statistički značajna razlika u ocjeni zakonodavnog okvira s obzirom na stav ispitanika o zakonskoj obvezi standardizacije ($p = 0,150$).

Kruskal-Wallis test pokazao je da postoji statistički značajna razlika u ocjeni učinkovitosti procjene rizika u donosu na iskazani stav o poboljšanju kvalitete izrade procjene rizika standardizacijom ($p <$

0.05). *Post hoc* analiza (Dunnov test s Bonferroni korekcijom) pokazala je da postoji statistički značajna razlika u ocjeni zakonodavnog okvira između ispitanika koji smatraju da bi kvaliteta izrade procjene rizika bila poboljšana standardizacijom ("Da") i onih koji smatraju da ne bi trebala biti ("Ne") ($p = 0.022$). Također, postoji značajna razlika između odgovora "Ne" i "Ne znam" ($p = 0.028$), dok razlika između "Da" i "Ne znam" nije statistički značajna. S druge strane, ne postoje značajne razlike u procjeni učinkovitosti procjene rizika s obzirom na stav o zakonskoj obvezi standardizacije procjene rizika ($p = 0,259$).

χ^2 test pokazuje značajnu povezanost između stava o poboljšanju kvalitete procjene rizika standardizacijom i percipiranog znanja ($p < 0,001$). Najveći doprinos razlici dolazi od ispitanika koji su odgovorili "Ne znam" na pitanje smatraju li da bi standardizacija povećala kvalitetu – oni su značajno češće naveli da nemaju dovoljno znanja (rezidual = +3,47), a rjeđe da ga imaju (rezidual = -2,78). To sugerira da neodlučnost u stavu prema povećanju kvalitete standardizacijom prati i manjak samopouzdanja u vlastito znanje, dok oni s jasnim stavovima (posebno "Ne") češće navode da imaju znanje.

Rezultati χ^2 testa također pokazuju da postoji statistički značajna povezanost između stava ispitanika o zakonskoj obvezi standardizacije i njihove samoprocjene znanja ($p < 0,001$). Najveći doprinos ukupnoj razlici dolazi od grupe koja je odabrala odgovor "Ne znam", pri čemu su ispitanici iz te skupine značajno češće navodili da nemaju dovoljno znanja o izradi procjene rizika. Ova skupina čini više od 75% ukupne razlike, što upućuje na snažnu povezanost između neodlučnosti u stavu o zakonskoj potrebi standardizacije i manjka pouzdanja u vlastito znanje.

Posebno je važno istaknuti da većina ispitanika podržava standardizaciju postupka izrade procjene rizika te njegovu digitalizaciju, unatoč činjenici da značajan dio njih još uvijek ne koristi digitalne alate u praksi. Ovaj rezultat ukazuje na spremnost struje za unapređenje sustava kroz jasnije kriterije, sektorsku prilagodbu i razvoj integriranih rješenja.

Pregled otvorenih komentara ispitanika pruža dublji uvid u stvarne izazove i prijedloge za poboljšanje procesa izrade procjene rizika. Prevladavaju komentari koji jasno potvrđuju kvantitativne nalaze istraživanja i pružaju dodatnu dubinu razumijevanju stvarnih izazova u praksi. Stručnjaci ističu potrebu za većom fleksibilnošću metodologije, standardizacijom predložaka, digitalizacijom procesa te većim uključivanjem radnika i multidisciplinarnih timova. Njihovi prijedlozi ukazuju na smjer budućih unaprjeđenja i služe kao vrijedan temelj za izradu konkretnih preporuka koje su predstavljene u prethodnom poglavlju ovog Izvještaja istraživačkog projekta.

Iz svih prikupljenih i analiziranih podataka može se zaključiti da ne samo da postoji mogućnost unaprjeđenja procjene rizika, već je ta unaprjeđenje nužno i provesti.

U nastavku se daje prikaz rezultata istraživanja o mogućnosti unaprjeđenja procjene rizika po pokazateljima na uzorku 967 ispitanika.

Tablica 1. Rezultati istraživanja o mogućnostima unaprjeđenja procjene rizika

Pokazatelj	Vrijednost (%)
Podržava standardizaciju	57%
Podržava zakonsku standardizaciju	64%
Podržava digitalizaciju	66%
Integracija s bazama rizika	60%
Interaktivni vodič	59%
Automatsko generiranje izvještaja	53%
Usporedba sektora	51%

Izvor: vlastiti izvor

MOGUĆNOSTI UNAPRJEĐENJA PROCJENE RIZIKA IZ ZAŠTITE NA RADU

Na temelju rezultata provedenog istraživanja, analize komentara ispitanika, analize prikupljenih podataka te uvida u postojeći zakonodavni i operativni okvir procjene rizika u Republici Hrvatskoj, formirani su konkretni i izvedivi prijedlozi za unaprjeđenje procesa izrade procjene rizika.

Unaprjeđenje procjene rizika iz zaštite na radu u Republici Hrvatskoj moguće je postići primjenom sljedećih preporuka:

1. Revizija zakonodavnog okvira (Zakon o zaštiti na radu i Pravilnik o izradi procjene rizika) što podrazumijeva:
 - pravilno definiranje pojma „rizik“ i „upravljanje rizicima“ u skladu s međunarodnim normama (ISO 31000 i IEC 31010)
 - definiranje procesa procjene i upravljanja rizicima
 - uključivanje nerutinskih aktivnosti u obvezni sadržaj procjene rizika
 - jasnije propisivanje načina obvezne participacije radnika i aktivnog sudjelovanja poslodavca u procesu procjene rizika kako bi se osigurao kolaborativni proces s jasno definiranim ulogama i odgovornostima
 - donošenje odluke o propisivanju metodologija izrade procjene rizika za što postoje dvije opcije:
2. Standardizacija izrade procjene rizika, što podrazumijeva:
 - uvođenje standardiziranog predloška procjene rizika, koji se temelji na modularnom pristupu – osnovni dio zajednički za sve sektore, uz dodatne module prema specifičnim djelatnostima (npr. građevinski sektor vs IT sektor)
 - predložak za izradu procjene rizika mora sadržavati jasne smjernice, strukturu, metodologiju i matricu (5x5, 7x7, 9x9)
 - osigurati primjenu gotovih predložaka za tipična radna mjesta ili poslove koji se mogu prilagoditi konkretnoj situaciji
 - predložak treba omogućiti dosljednost u pristupu, usporedivost među organizacijama, te jednostavniju reviziju i nadzor od strane inspektorata rada
 - predložak treba imati dva modula: jedan za rutinske i jedan za nerutinske poslove, uz dodatke za sektorske specifičnosti
 - uvesti obavezu predlaganja i provedbe mjera za smanje razine rizika za sve rizike koji nisu mali.
3. Praćenje realizacije procesa obrade rizika (praćenje učinaka) i ažuriranje procjene rizika, što podrazumijeva:
 - uvođenje obveze praćenje realizacije predloženih mjera i reviziju učinka nakon određenog razdoblja
 - uvođenje obveze ažuriranja procjene rizika u propisanom vremenskom intervalu.
4. Dodatno specifično usavršavanje stručnjaka koje izrađuju procjenu rizika, što podrazumijeva:
 - propisati obvezan program stručnog usavršavanja za stručnjake koje izrađuju procjene rizika, s naglaskom na teoriju rizika, metodologiju procjene rizika, sektorske specifičnosti, praktične primjere dobre prakse
 - propisati obvezu periodičkog usavršavanja iz područja procjene i upravljanja rizicima (npr. svake 2-3 godine obnova znanja)
 - organizirati stručne skupove, konferencije i radionice s temama procjene i upravljanja rizicima
 - evidenciju o usavršavanjima voditi u okviru ISZNR sustava.
5. Povećanje operativne vrijednosti procjene rizika, što podrazumijeva:
 - procjena rizika mora postati sadržajno korisnija i praktičnija
 - potaknuti izradu procjena koje su koncizne, sektorski relevantne i operativno primjenjive u svakodnevnom radu
 - izbaciti iz teksta procjene rizika generičke tekstove
 - uključiti elemente vizualne prezentacije (grafički prikazi, tablice opasnosti po radnim mjestima, QR-kod za digitalni pristup) radi lakše upotrebe na terenu i boljeg razumijevanja.
6. Potaknuti razvoj nacionalnog digitalnog alata za izradu procjene rizika, prema uzoru na OiRA, što podrazumijeva:
 - interaktivno ispunjavanje standardiziranih obrazaca, automatsko generiranje izvještaja, baza preporučenih mjera
 - mogućnost integracije sa ISZNR
 - slanje podsjetnika za evidenciju predloženih mjera i reviziju učinka

- slanje podsjetnika za periodičko ažuriranje procjene rizika
 - praćenje ažuriranja procjena rizika od strane nadležnog Ministarstva i nadležne inspekcije zaštite na radu
 - može uključivati sudjelovanje radnika koji svojim unosom mišljenja i stavova daju doprinos identifikaciji i analizi rizika i prilika na mjestu rada
 - ubrzavanje postupka procjene uz smanjenje administrativnog opterećenja
 - centralizirano učenje kroz generiranje sektorskih preporuka i mjera iz prikupljenih podataka.
7. Podizanje svijesti i uloge poslodavca i radnika, što podrazumijeva:
- formalizirati obvezu aktivnog uključivanja rukovodstva u proces izrade procjene rizika
 - uvesti obaveznu interne validacije procjene od strane ovlaštenika (linijskih rukovoditelja) radi potvrđivanja da procjena rizika za njihov djelokrug odgovornosti ima smisla
 - sudjelovanje radnika koji mišljenjima i stavovima daju doprinos identifikaciji i analizi rizika i prilika na mjestu rada
 - razvijati kulturu sigurnosti kroz edukaciju menadžmenta o značaju procjene rizika kao alata za poslovno odlučivanje.
8. Preuzimanje najboljih praksi EU i šire, što podrazumijeva:
- preuzimanje, usvajanje i/ili prilagodba uspješne prakse iz država članica EU i šire, osobito u pogledu sektorskih smjernica, digitalnih rješenja i međuinstitucionalne suradnje
 - poticanje međunarodnih stručnih radionica i razmjenu iskustava sa stručnjacima iz EU.

Prikazani prijedlozi za unaprjeđenje temelje se na rezultatima istraživanja, i usmjerene su na stvarne nedostatke sustava. Rezultat implementacije navedenih prijedloga biti će moderniziran, učinkovitiji proces procjene rizika koji dugoročno znači sigurnije radno okruženje u Republici Hrvatskoj.

ZAKLJUČAK

Prema identificiranom problemu, postizanjem zadatka istraživanja procjene rizika u Republici Hrvatskoj u vezi s mogućnostima unaprjeđenja procjene rizika, postignut je cilj istraživanja. Analizirano je trenutno stanje procesa izrade procjene rizika u Republici Hrvatskoj iz perspektive stručnjaka zaštite na radu, a u vezi s mogućnostima unaprjeđenja procjene rizika.

Na temelju rezultata provedenog istraživanja, radna hipoteza „Postoji mogućnost standardizacije i unaprjeđenja procesa procjene rizika“ se prihvaća. Rezultati istraživanja i provedena rasprava jasno ukazuju na zaključak da stručnjaci zaštite na radu većinom smatraju da postoji mogućnost standardizacije i unaprjeđenja procjene rizika.

Istraživanjem je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika u ocjeni zakonodavnog okvira s obzirom na stav ispitanika o zakonskoj obvezi standardizacije. Također, postoji statistički značajna razlika u ocjeni učinkovitosti procjene rizika u donosu na iskazani stav o poboljšanju kvalitete izrade procjene rizika standardizacijom. Postoji statistički značajna razlika u ocjeni zakonodavnog okvira između ispitanika koji smatraju da bi kvaliteta izrade procjene rizika bila poboljšana standardizacijom i onih koji smatraju da ne bi trebala biti. Također, postoji značajna razlika između odgovora "Ne" i "Ne znam", dok razlika između "Da" i "Ne znam" nije statistički značajna. S druge strane, ne postoje značajne razlike u procjeni učinkovitosti procjene rizika s obzirom na stav o zakonskoj obvezi standardizacije procjene rizika.

Nadalje, dokazana je značajna povezanost između stava o poboljšanju kvalitete procjene rizika standardizacijom i percipiranog znanja. Najveći doprinos razlici dolazi od ispitanika koji su odgovorili "Ne znam" na pitanje smatraju li da bi standardizacija povećala kvalitetu – oni su značajno češće naveli da nemaju dovoljno znanja, a rjeđe da ga imaju. Taj podatak sugerira da neodlučnost u stavu prema povećanju kvalitete standardizacijom prati i manjak samopouzdanja u vlastito znanje, dok oni s jasnim stavovima (posebno "Ne") češće navode da imaju znanje.

Rezultati ispitivanja također pokazuju da postoji statistički značajna povezanost između stava ispitanika o zakonskoj obvezi standardizacije i njihove samoprocjene znanja. Najveći doprinos ukupnoj razlici dolazi od grupe koja je odabrala odgovor "Ne znam", pri čemu su ispitanici iz te skupine značajno češće navodili da nemaju dovoljno znanja o izradi procjene rizika. Ova skupina čini više od 75% ukupne razlike, što upućuje na snažnu povezanost između neodlučnosti u stavu o zakonskoj potrebi standardizacije i manjka pouzdanja u vlastito znanje.

Rezultati ovog istraživanja upućuju na potrebu unaprjeđenja procjene rizika u Republici Hrvatskoj koje se može postići provedbom predloženih preporuka. Mogućnosti unaprjeđenja potkrijepljene su

postotnim udjelima odgovora ispitanika po pojedinim pokazateljima. Preporuke za unaprjeđenje razrađene razvrstane su u ukupno osam područja. Neovisno o provedbi danih preporuka za unaprjeđenje, daljnje jačanje kompetencija stručnjaka zaštite na radu je neophodno. Epistemička neizvjesnost u točnost rezultata procjene rizika koja proizlazi iz nedostatka kompetencija, stručnosti i znanja stručnjaka zaštite na radu je opravdana.

Preporuka za buduća istraživanja podrazumijeva daljnje proučavanje razloga neutralnih stavova stručnjaka zaštite na radu o ključnim temama i područjima vezano za procjenu rizika.

Primijenjena metodika u ovom istraživanju pokazala se prikladnom za ovakvo veliko istraživanje, pri čemu je potrebno istaknuti značajan doprinos partnera u ovom projektu istraživanja (Ministarstvo rada, mirovinskog sustava, obitelji i socijalne politike, Uprava za rad i zaštitu na radu) koji je omogućio da se ispitanici kontaktiraju putem ISZNR, službenog elektroničkog sustava zaštite na radu.

LITERATURA

- [1] Alli, B.O.: **Fundamental principles of occupational health and safety**, International Labour Organization, Geneva, 2008.
- [2] Ankamah-Lomotey, S.A.: **The Role of Risk Assessment in Safety management Systems: An in depth study of risk assessment outcomes including accident reduction, safety culture in building a decent work environment**, Quest Journal of Research in Humanities and Social Science, 13, 2025 (10), 60-68.
- [3] Blokland, P.J., Reniers, G.L.: **The Concepts of Risk, Safety, and Security: A Fundamental Exploration and Understanding of Similarities and Differences**, U: Bieder, C., Pettersen Gould, K. (ur.) *The Coupling of Safety and Security*. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham, 2020.
- [4] Borghesi, A., Gaudenzi, B.: **Risk Management - How to Assess, Transfer and Communicate Critical Risks**, Springer-Verlag Italia, Verona, 2013.
- [5] Božajić, I., Cmrečnjak, D., Drozdek, A., Filipović, A.M., Hunjak, D., Koren, K., Minga, I., Palačić, D., Petričević, N., Taradi, J., Žarak, M.: **Stručnjak zaštite na radu - istraživanje problematike rada samostalnog stručnjaka za zaštitu na radu u srednje velikim poslovnim organizacijama u Hrvatskoj**, Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, Zagreb, 2010.
- [6] Cmrečnjak, D., Filipović, A.M., Gorički, Z., Hrtsić, G., Hunjak D., Magud, M., Minga, I., Petričević, N., Taradi, J., Žarak, M.: **Služba zaštite na radu - istraživanje problematike organizacije i rada službi zaštite na radu poslovnim organizacijama u Hrvatskoj**, Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, Zagreb, 2009.
- [7] Cox, S, Tait, R.: **Safety, Reliability and Risk Management: an integrated approach**, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1998.
- [8] European Commission, **Communication COM (2004) 62 on the practical implementation of the provisions of the Health and Safety at Work Directives 89/391 (Framework), 89/654 (Workplaces), 89/655 (Work Equipment), 89/656 (Personal Protective Equipment), 90/269 (Manual Handling of Loads) and 90/270 (Display Screen Equipment)**, Brussels, 05.02.2004 COM(2004) 62 final, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2004:0062:FIN:EN:PDF> (21.03.2026.)
- [9] Friend, M. A., P. Kohn, J. P.: **Fundamentals of occupational safety and health**, Government Institutes, Linham, 2007.
- [10] Hansson, S.O.: **Managing Risks of the Unknown**, U: Gardoni, P., Murphy, C., Rowell, A. (ur.) *Risk Analysis of Natural Hazards. Risk, Governance and Society*, 19, Springer, Cham, 2016.
- [11] Katić, T., Palačić, D.: **Preparation of Occupational Health and Safety Risk Assessment in the Republic of Croatia**, Global Journal of Business and Integral Security, 2023(1) <https://www.gbis.ch/index.php/gbis/article/view/146> (20.03.2026.)
- [12] Möller, N.: **The Concepts of Risk and Safety**, U: Roeser, S., Hillerbrand, R., Sandin, P., Peterson, M. (ur.) *Handbook of Risk Theory: Epistemology, Decision Theory, Ethics, and Social Implications of Risk*. Springer, Dordrecht, 2012.
- [13] Palačić, D.: **Occupational health and safety risk management model**, 16th International Conference Management and Safety 2021, ESSE, Online Conference, 2021, 52-63.

- [14] Palačić, D.: **Principles and Philosophy of Occupational Health and Safety Management – Basic Features**, Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection, 22, 2025(2), 77-88. <https://doi.org/10.22190/FUWLEP251030008P>
- [15] Palačić, D., Leontić, M.: **Upravljanje rizicima zdravlja i sigurnosti na radu – Osnovni koncepti i filozofija**, Sigurnost, 67, 2025(3), 233-244.
- [16] Palačić, D., Lalić, Ž., Pintarić, Lj., Kurbanjev, D.: **Analiza modela procesa upravljanja zaštitom na radu u Republici Hrvatskoj**, Sigurnost, 62, 2020(2), 139-150.
- [17] Revelle, W.: **Package „psych“: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research**, Northwestern University, Evanston, Illinois, 2025.
- [18] Rocha, J., Oliviera, S., Capinha, C.: **Risk Management and Assessment**, IntechOpen, London, 2020.
- [19] Taradi, J., Grošanić, N., Lalić, Ž, Nikolić, V., Pavlič, M., Petkovski, M., Smajla, N., Šijaković, A.: **Odbor za zaštitu na radu – zakonska regulativa i istraživanje prakse**, Europsko društvo inženjera sigurnosti, Čakovec, 2014.

Propisi

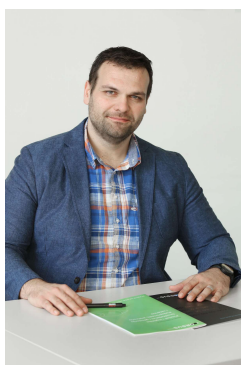
- Zakon o zaštiti na radu, N. N. br. 71/14, 118/14, 94/14, 96/18
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada, N. N. br. 105/20
- Pravilnik o izradi procjene rizika, N. N. br. 112/14, 129/19

ZAHVALA

Pokrovitelj i organizator istraživanja je Veleučilište studija sigurnosti iz Zagreba.

Partner u projektu istraživanja je Ministarstvo rada, mirovinskog sustava, obitelji i socijalne politike, Uprava za rad i zaštitu na radu.

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



Tomislav Katić, mag. ing. sec.

Veleučilište studija sigurnosti

Predstojnik katedre za zaštitu na radu, Predavač

Zagreb, Hrvatska

tomislav.katic@vss.hr

Tomislav Katić, mag. ing. sec., trenutno je poslijediplomski doktorand na Fakultetu za uporabne društvene studije u Ljubljani, Slovenija. Predstojnik je Katedre za zaštitu na radu na Veleučilištu studija sigurnosti u Zagrebu, gdje aktivno sudjeluje u nastavnom i stručnom radu. Stručnjak je za zaštitu na radu te menadžer korporativne sigurnosti s dugogodišnjim iskustvom u području sigurnosti radnika i zaštite zdravlja. Direktor je ORSUS grupe d.o.o., tvrtke ovlaštene za poslove zaštite na radu, zaštite od požara i tehnička ispitivanja, te vlasnik ORSUS učilišta. Autor je više objavljenih preglednih i znanstvenih radova iz područja sigurnosti i zaštite zdravlja na radu, kao i više stručnih radova prezentiranih na webinarima. Dobitnik je Dekanove nagrade Veleučilišta studija sigurnosti. Godine

2025. dobitnik je nagrade za unaprjeđivanje zaštite na radu koju dodjeljuje Ministarstvo rada, mirovinskoga sustava, obitelji i socijalne politike.

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

Tomislav Katić, mag. ing. sec.

University of Applied Sciences in Security and Safety
Head of the Department of Occupational Safety, Lecturer
Zagreb, Croatia
tomislav.katic@vss.hr

Tomislav Katić, M.Sc. (Safety Engineering), is currently a doctoral candidate at the Faculty of Applied Social Studies in Ljubljana, Slovenia. He is Head of the Department of Occupational Safety at the University of Applied Sciences for Safety Studies in Zagreb, where he is actively involved in teaching and professional work. He is an occupational safety expert and corporate security manager with extensive experience in worker safety and health protection. He is Director of ORSUS grupa d.o.o., a company authorised to provide occupational safety, fire protection, and technical inspection services, and owner of ORSUS Učilište. He is the author of several published review and scientific papers in occupational safety and health, as well as multiple professional papers presented at webinars. He has received the Dean's Award from the University of Applied Sciences for Safety Studies. In 2025, he received the Award for the Advancement of Occupational Safety granted by the Ministry of Labour, Pension System, Family and Social Policy.

PODACI O SUATORIMA (DATA ON CO-AUTHORS)

2)

doc. dr. sc. Darko Palačić, prof. struč. stud.

Veleučilište studija sigurnosti
Prodekan za nastavu i studente
Zagreb, Hrvatska
darko@vss.hr

3)

izv. prof. dr. sc. Ana Rački Marinković

Veleučilište studija sigurnosti
Predstojnica katedre za opću sigurnost
Zagreb, Hrvatska
ana.racki.marinkovic@vss.hr

4)

Antonija Janjić, bacc.ing.sec

Veleučilište studija sigurnosti, smjer zaštita na radu
Zagreb, Hrvatska
aromjan@gmail.com

Antonija Janjić, Ana Rački Marinković, Tomislav Katić

**KVALITETA I PRAKTIČNA PRIMJENA PROCJENE RIZIKA ZAŠTITE NA RADU U
REPUBLICI HRVATSKOJ: REZULTATI EMPIRIJSKOG ISTRAŽIVANJA STAVOVA
STRUČNJAKA ZAŠTITE NA RADU**

Sažetak

Cilj rada je analizirati kvalitetu i učinkovitost postupka procjene rizika u Republici Hrvatskoj iz perspektive stručnjaka zaštite na radu. Istraživanje nastoji identificirati ključne probleme u praktičnoj primjeni zakonski propisane metodologije. Prikazuju se rezultati provedenog istraživanja anketnim ispitivanjem u kojem je sudjelovalo 967 stručnjaka zaštite na radu. Provedenim ispitivanjem utvrđeno je da ispitanici proces i metodologiju izrade procjene rizika smatraju nedovoljno učinkovitim jer je postojeća propisana metoda preopćenita i ne zadovoljava specifične potrebe pojedinih industrijskih sektora. Također, uočen je problem nedostatka kontinuiranog specifičnog usavršavanja osoba koje izrađuju procjene rizika te nedovoljno aktivno sudjelovanje uprave i radnika u samom procesu. Pokazuje se da se procjene rizika često izrađuju primarno radi zadovoljavanja zakonskih obveza, a ne kao stvarni alat za integrirano upravljanje sigurnošću. Identificirana je snažna potreba za uvođenjem standardiziranih predložaka, jasnijih kriterija za ocjenjivanje rizika te digitalizacijom procesa.

Ključne riječi: metodologija procjene rizika, procjena rizika, standardizacija.

**QUALITY AND PRACTICAL APPLICATION OF OCCUPATIONAL SAFETY RISK
ASSESSMENT IN THE REPUBLIC OF CROATIA: RESULTS OF AN EMPIRICAL STUDY
OF THE ATTITUDES OF OCCUPATIONAL SAFETY EXPERTS**

Abstract

The aim of this paper is to analyze the quality and effectiveness of the risk assessment process in the Republic of Croatia from the perspective of occupational health and safety experts. The research seeks to identify key issues in the practical application of the legally prescribed methodology. The paper presents the results of a survey conducted among 967 occupational health and safety experts. The findings indicate that respondents consider the risk assessment process and methodology to be insufficiently effective, as the current prescribed method is too general and fails to meet the specific needs of various industrial sectors. Furthermore, the study identifies a lack of continuous specialized training for those performing risk assessments, as well as inadequate participation by management and workers in the process itself. It is shown that risk assessments are often conducted primarily to fulfill legal obligations rather than as a genuine tool for integrated safety management. A strong need was identified for the introduction of standardized templates, clearer risk evaluation criteria, and the digitalization of the process.

Key words: risk assessment, risk assessment methodology, standardization.

UVOD

Opis predmeta istraživanja i kratak pregled aktualnih istraživanja

Instrument procjene rizika u europsko zakonodavstvo u području zaštite na radu uveden je 1989. godine Direktivom Vijeća 89/391/EEZ od 12. lipnja 1989. o uvođenju mjera za poticanje poboljšanja sigurnosti i zdravlja radnika na radu (dalje u tekstu: Okvirna direktiva), te je tada predstavljao revolucionarno načelo za pravne sustave i sustave upravljanja zaštitom zdravlja i sigurnošću na radu mnogih zemalja [12]. Uspostavljanje takvog procesa kojim se osigurava identifikacija opasnosti primarni je cilj progresivne organizacije sa snažnim programom upravljanja sigurnošću. Organizacija eliminira ili smanjuje rizike povezane s tim opasnostima na najnižu ostvarivu i razumnu razinu [5]. Stoga se Okvirna direktiva često smatra prekretnicom kojom je fokus sa statičnih sigurnosnih pravila premješten na dinamičan proces procjene rizika i sveobuhvatnu prevenciju na radnome mjestu.

Od tada, procjena rizika predstavlja temeljni dokument i polazišnu točku sustava zaštite na radu u svim državama Europske unije, ali i u mnogim drugim državama svijeta. Prema nacionalnom zakonodavstvu Republike Hrvatske, svi su poslodavci obvezni procjenjivati rizike za život i zdravlje radnika, uzimajući u obzir prirodu posla i aktivnosti na mjestu rada. No, kvalitetno izrađena procjena rizika nije samo zakonska obveza, već preduvjet za učinkovitu provedbu preventivnih mjera i smanjenje incidencije ozljeda na radu te profesionalnih bolesti što potvrđuju i empirijska istraživanja [1].

U Republici Hrvatskoj ovaj je proces primarno reguliran Zakonom o zaštiti na radu te Pravilnikom o izradi procjene rizika, koji propisuje uvjete, sadržaj i metode njezine izrade. Procjena rizika obavezno se mora provoditi prema propisanoj metodi koju se neformalno često kritizira kao preopćenitu, a time i neučinkovitu, a praksa pokazuje velike razlike u kvaliteti izrade procjene rizika. Predmet ovog istraživanja je analiza kvalitete i praktične primjenjivosti tih zakonski definiranih procesa iz perspektive onih koji ih neposredno provode – stručnjaka zaštite na radu.

Rana istraživanja provedena u vezi sa primjenom instituta procjene rizika pokazuju određene probleme povezane sa ovim novitetom uvedenim Okvirnom direktivom u većini država članica Europske unije. Istraživanje provedeno 2004. godine [4] pokazalo je da su postupci procjene rizika često površni i shematski, kao i da se fokus stavlja na očite rizike, ne postoji integrativni pristup analizi i procjeni rizika, procjena rizika često se smatra jednokratnom obvezom i nedostaje joj kontinuitet, te poslodavci ne nadziru dovoljno učinkovitost mjera predviđenih procjenom rizika. Poslodavci, a posebno mala i srednja poduzeća (dalje u tekstu: SME), u pravilu ne razumijevaju sadržaj i svrhu svoje obveze, te tu obvezu ocjenjuju kao vrlo zahtjevnu. Umjesto da istinski prihvate logiku procjene rizika, mnoga se poduzeća fokusiraju isključivo na ispunjavanje forme, a ključni pokretač njihova djelovanja zapravo je ispunjavanje zakonske obveze [2].

Kasnija istraživanja [13] pokazuju da je u specifičnom kontekstu uvođenja obveze procjene rizika značajan i razvojni stadij države članice s obzirom na uspostavu sustava zaštite zdravlja i sigurnosti na radu, te osobito pristupa upravljanja rizicima. Istraživanje zaključuje da načelno u svim državama članicama postoji prostor za daljnje poboljšanje kvalitete procjena rizika, te pokazuje da u državama članicama u kojima je detaljno razrađen sadržaj procjene rizika kroz podzakonski akt (Bugarska) gotovo 98% svih poduzeća ima izrađenu procjenu rizika, no one su često neadekvatne i provode se samo kao formalnost, po principu stavljanja „kvačica“ (tzv. tick-boxing pristup).

Istraživanje provedeno 2015. godine [3] pokazuje da poslodavci u Europskoj uniji i dalje učestalo smatraju da nakon što slijedeći zakonom propisane zahtjeve provedu procjenu rizika, samim time su ispunili svoju zakonsku obvezu iako su procjene rizika često nedovoljne kvalitete da bi se osiguralo adekvatno upravljanje rizicima i u konačnici postizanje mjera integriranog preventivnog pristupa zaštiti na radu. Zamjetna je nepovezanost formalnog udovoljavanja zahtjevima za izradom procjene rizika s upravljanjem rizicima i proaktivnim sprječavanjem utvrđenih rizika od strane poslodavaca. Štoviše, Studija pokazuje i određenu tendenciju da sama izvedba procjene rizika povremeno odvrća pozornost od upravljanja utvrđenim rizicima, posebno kod SME. Istraživanje također ukazuje na problem kod delegiranja izrade procjene rizika na vanjske pružatelje usluga pri čime se često procjene rizika

dokumentiraju samo radi zadovoljavanja zakonskih obveza, a nedostaju naknadne reakcije na razini poduzeća i posljedično smanjenje rizika za zaposlenike.

Republika Hrvatska nije bila obuhvaćena spomenutim istraživanjima jer u vrijeme njihova provođenja nije bila država članica Europske unije. U domaćem kontekstu, procjena rizika zaštite na radu u Republici Hrvatskoj analizirana je primarno sa aspekta organizacije obavljanja poslova zaštite na radu i izrade procjene rizika, te izučavanja postojećih modela upravljanja rizicima [6][7][8], kao i kroz prizmu usklađenosti s europskim direktivama [10] i pravne naravi procjene rizika [11], no nedostaje dubinska analiza koja povezuje teorijske postavke s empirijskim iskustvima stručnjaka na zaštite na radu.

Istraživački problem, cilj, hipoteze i zadaci istraživanja

Glavni istraživački problem očituje se u nedostatku aktualnih saznanja o tome kako se proces izrade procjene rizika odvija u praksi i u kojoj mjeri on doista odražava stvarno stanje sigurnosti na radnim mjestima. Primijećeno je da postoji značajan jaz između propisane metodologije i njezine praktične vrijednosti; stručnjaci često smatraju da su procjene opsežni dokumenti koji su teško primjenjivi u svakodnevnom radu i koji se nerijetko izrađuju samo radi zadovoljenja forme, a ne radi suštinske prevencije. Također, problematično je pitanje specifičnog usavršavanja osoba koje izrađuju procjene te nedostatak standardizacije koja bi omogućila ujednačenost kvalitete u različitim sektorima.

Stoga je cilj ovog rada analizirati trenutno stanje procesa izrade procjene rizika u Republici Hrvatskoj iz perspektive stručnjaka zaštite na radu te, na temelju prikupljenih empirijskih podataka, predložiti konkretne preporuke za unaprjeđenje i standardizaciju postupka. Istraživanje teži utvrditi argumente koji će poslužiti u procesu donošenja prijedloga za poboljšanje praktičnih aspekata zaštite na radu.

Na temelju istraživačkog pitanja i postavljenog cilja, definirane su hipoteze istraživanja koje pretpostavljaju da postojeći zakonodavni okvir u Republici Hrvatskoj omogućuje izradu kvalitetnih i praktičnih procjena rizika, da stručnjaci zaštite na radu posjeduju dovoljno znanja za izradu procjene rizika, da postoji mogućnost standardizacije i unaprjeđenja procesa procjene rizika, da postojeći proces i metodologija izrade procjene rizika nisu dovoljno učinkoviti, te da trenutačna metoda procjene rizika zadovoljava specifične potrebe pojedinih industrijskih sektora.

Kako bi se ostvario cilj i testirale hipoteze, zadatak istraživanja je ispitivanje stavova stručnjaka zaštite na radu o kvaliteti i praktičnoj primjeni trenutačnog procesa procjene rizika zaštite na radu i identifikacija izazova koji otežavaju učinkovitost procesa izrade procjene rizika u zaštiti na radu u Republici Hrvatskoj, te procjena prilagodljivosti trenutačnog pristupa u pogledu zadovoljavanja specifičnih potreba različitih sektora i potrebe za njegovom standardizacijom i digitalizacijom.

METODE

Istraživanje je provedeno kvantitativnom metodom koja se sastojala od anketnog ispitivanja sa ciljem prikupljanja stavova stručnjaka zaštite na radu o prednostima i nedostacima postojećeg procesa izrade procjene rizika. U razdoblju od 21. svibnja do 24. lipnja 2025. godine putem digitalne platforme Google Forms provedeno je anketno ispitivanje stručnjaka zaštite na radu koji imaju položen stručni ispit za stručnjaka zaštite na radu ili im je taj status priznat tako što su upisani u registar Informacijskog sustava zaštite na radu (ISZNR), te imaju iskustvo u procesu izrade procjene rizika. ISZNR je središnji registar osoba koje obavljaju poslove zaštite na radu, uključujući stručnjake zaštite na radu, ovlaštenike poslodavca i koordinateure zaštite na radu koji vodi Ministarstvo rada, mirovinskoga sustava, obitelji i socijalne politike Republike Hrvatske (MRMSOSP). Upis u ovaj registar propisan je Pravilnikom o obavljanju poslova zaštite na radu, te je obavezan preduvjet za zakonito obavljanje tih poslova. Sve registrirane stručnjake zaštite na radu koji su ispunjavali uvjete za sudjelovanje u istraživanju MRMSOSP je kontaktiralo izravno, u tri navrata (početni poziv i dva podsjetnika), putem elektroničkog sustava ISZNR-a sa pozivom za sudjelovanje u anketi. Ovakav odabir ispitanika omogućio je uključivanje stručnjaka iz različitih sektora i regija u Republici Hrvatskoj.

Anketni upitnik sastojao se od ukupno 24 pitanja i sadržavao je kombinaciju otvorenih i zatvorenih pitanja. Pored općih podataka o sudionicima (podaci o stručnoj spremi, godinama iskustva, sektoru

djelatnosti i sl.) ispitanici su anketirani o trenutnoj praksi izrade procjene rizika (informacije o korištenim metodama, učestalosti provođenja procjene rizika te prepoznatim preprekama u postojećem procesu), potrebi za standardizacijom (stavovi o mogućnosti uvođenja standardiziranog predloška te identifikacija ključnih elemenata koje takav obrazac treba sadržavati), digitalizaciji procesa (procjena potencijala primjene digitalnih rješenja i automatizacije u procesu izrade procjene rizika), te na kraju njihovim prijedlozima za poboljšanje (otvorena pitanja za dodatne prijedloge i komentare, s ciljem prikupljanja ideja za unaprjeđenje postojećih procedura).

Nakon provedenog anketiranja, a prije statističke obrade podataka, odgovori na pitanja su pročišćeni i usklađeni (za pitanja u kojima je postojala mogućnost slobodnog unosa) pomoću računalnog programa OpenRefine. Odgovori na pitanja za koje je postojala mogućnost višestrukog odabira konvertirani su u binarne zapise (0/1). Odgovori na pitanje o sektoru rada kategorizirani su prema najnovijoj Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti (NKD 2025). Statistička obrada podataka provedena je u računalnom programu R (v. 4.5.1.). U analizi su primijenjene metode deskriptivne i inferencijalne statistike. Deskriptivna statistika uključivala je izračun apsolutnih i relativnih frekvencija za nominalne i ordinalne varijable.

Za inferencijalnu statistiku korišteni su sljedeći testovi: Spearmanov rang korelacijski koeficijent (ρ) za ispitivanje povezanosti između ordinalnih varijabli. Ova analiza korištena je u više slučajeva za ispitivanje odnosa između procjena, stavova i iskustava ispitanika izraženih u više pitanja putem Likert skale (1-5); Mann-Whitney U test za usporedbu dvije grupe na osnovi ordinalnih podataka. Ovaj neparametrijski test korišten je zbog ordinalne skale mjerenja i nepostojanja pretpostavke o normalnosti distribucije podataka; Kruskal-Wallisov test rangova za usporedbu više od dvije grupe na osnovi ordinalnih podataka. U slučajevima gdje je Kruskal-Wallis test pokazao statistički značajnu razliku ($p < 0.05$), provedena je dodatna Dunn-ova post-hoc analiza radi identifikacije konkretnih parova grupa među kojima postoji značajna razlika. Za kontrolu pogreške tipa I zbog višestrukih usporedbi, korištena je Bonferronijeva metoda korekcije p-vrijednosti. – χ^2 -test nezavisnosti za ispitivanje povezanosti između dvije kategorijske varijable. Test omogućuje utvrđivanje odstupanja između očekivanih i stvarnih frekvencija u kontingencijskoj tablici, čime se ispituje postoji li statistički značajna povezanost između promatranih varijabli. U analizi su dodatno izračunati Pearsonovi reziduali i postotni doprinosi pojedinih ćelija ukupnoj vrijednosti Chi-kvadrata, kako bi se identificirali glavni izvori odstupanja. Pomoću paketa „psych“ [9] v. 2.5.6. R package version 2.5.6, u R-u analizirana je unutarnja konzistentija mjernih ljestvica izračunom globalnog Cronbachov α koeficijenta. Cronbachov α koeficijent izračunat je za skup pitanja koja mjere stavove putem Likertove skale (pitanja 7, 9, 11, 12, 13, 15 i 21). Izračunate su i korelacijske matrice između pojedinih pitanja kako bi se ispitala homogenost konstrukta.

REZULTATI

Opisna statistika anketnih odgovora

Anketiranju je ukupno pristupilo 968 ispitanika. Pregledom upitnika utvrđeno je da jedan ispitanik nije stručnjak zaštite na radu (ispitanik sam naveo prilikom navođenja sektora rada) pa njegovi odgovori nisu bili uključeni u daljnju analizu ($n = 967$). Najveći udio ispitanika (60%) završio je neki od diplomskih veleučilišnih ili sveučilišnih studija. U zadnjih godinu dana više od polovine ispitanika usavršavalo se 1-2 puta (57%). Najmanji udio je onih koji su se usavršavali više od pet puta (6%), dok se čak 20% ispitanika u zadnjih godinu dana nije uopće usavršavalo.

U području zaštite na radu gotovo polovina ispitanika (46%) ima više od 10 godina iskustva. Samo 10% ispitanika ne sudjeluje u izradi/dopuni procjene rizika, njih gotovo polovina sudjeluje povremeno (47%), dok ih više od četvrtine (27%) sudjeluje kontinuirano. 39% ispitanika smatra da ne posjeduje dovoljno znanja za samostalnu izradu procjene rizika. Prema stupnju stručnosti, dominiraju stručnjaci II. stupnja zaštite na radu (83%). Među anketiranim stručnjacima najviše ih radi u ovlaštenim osobama (23%), prerađivačkoj industriji (20%) te u stručnim, znanstvenim i tehničkim djelatnostima (14%) i građevinarstvu (10%).

Gotovo polovina ispitanika (44%) ima neutralan stav kada su upitani je li postojeća metoda procjene rizika učinkovita u praksi. Ostatak ispitanika u većoj mjeri (33%) smatra da je postojeća metoda procjene rizika učinkovita u praksi u odnosu na one koji je percipiraju kao neučinkovitu (23%). Na pitanje u kojoj mjeri postojeći zakonodavni okvir omogućuje izradu kvalitetnih i praktičnih procjena rizika većina

ispitanika ponovno izražava neutralan stav (44%), dok 29% izražava slaganje u nekoj mjeri sa tvrdnjom. Ukupno 27% ispitanika izražava neslaganje.

Neutralan stav dominira i u procjeni učinkovitosti propisanog procesa i metodologije izrade procjene rizika (48%), dok 29% ispitanika procjenjuje propisani proces kao učinkovit. Ukupno 23% sudionika smatra da propisani proces i metodologija nisu učinkoviti. 32% ispitanika izražava slaganje s tvrdnjom da trenutna metoda procjene rizika zadovoljava specifične potrebe sektora u kojem rade, dok 26% ispitanika smatra da potrebe njihovog sektora nisu zadovoljene. Većina ispitanika (42%) ponovno izražava neutralan stav prema tvrdnji.

U ocjeni koliko trenutna procjena rizika točno odražava stvarno stanje rizika unutar organizacije 43% ispitanika izražava slaganje, dok samo 22% njih ne smatra da procjena odražava stvarno stanje.

Trećina ispitanika (34%) zauzima neutralan stav prema tvrdnji da podrška i opredijeljenost uprave realno odražavaju stanje. Odnos između ispitanika koji se slažu, odnosno ne slažu s ovom tvrdnjom je podjednak (35% i 32%).

Kada su upitani koji su najveći problemi u primjeni postojeće metode procjene rizika, 56% ispitanika navodi više od jednog problema. U najvećoj mjeri navode preopćeniti pristup (46%) i nedovoljnu prilagodbu pojedinim sektorima (45%).

Kao glavni razlog zbog kojeg procjena rizika možda ne odražava stvarno stanje više od polovine ispitanika (56%) navodi prilagodbu procjene formalnim zahtjevima umjesto realnom stanju. Uz njega, često je navođeno i neadekvatno sudjelovanje radnika u procesu procjene (43%) te nedostatak detaljne analize stvarnih uvjeta rada (42%). Ponovno, 59% ispitanika navodi više od jednog glavnog razloga dok 1% ispitanika ovdje navodi da procjena rizika odražava stvarno stanje. Čak 58% ispitanika smatra da uprava ne sudjeluje aktivno u procesu izrade procjene rizika i primjeni njezinih zaključaka.

Ispitanici dominantno smatraju da bi standardizacija postupka izrade procjene rizika poboljšala njegovu kvalitetu (57%) dok četvrtina ispitanika nije sigurna. Slično, 64% ispitanika smatra da bi standardizacija trebala biti zakonski propisana, dok petina ispitanika nije sigurna. Kao najkorisnije elemente standardizacije najčešće navode jasnije/detaljnije kriterije za ocjenjivanje rizika (29%) te digitalnu platformu za izradu i pohranu procjena (27%). Iznimno mali broj ispitanika (1%) nije za standardizaciju postupka izrade procjene rizika.

Iako 62% ispitanika nije prethodno koristilo digitalne alate za izradu procjene rizika, postoji dominantan stav da bi digitalizacija mogla poboljšati učinkovitost procesa procjene rizika (66%). Samo 13% ispitanika smatra da digitalizacija ne može poboljšati učinkovitost procesa procjene rizika.

Ispitanici bi najviše voljeli da digitalni alati za procjenu rizika budu integrirani s bazama podataka o rizicima (60%), da postoji interaktivni vodič za izradu procjene (59%). Više od polovine ispitanika također navodi i automatsko generiranje izvještaja (53%) te mogućnost usporedbe procjena između sektora (51%).

Analiza povezanosti i razlika među varijablama

Između ocjene zakonodavnog okvira i ocjene kvalitete procjene rizika utvrđena je statistički značajna i pozitivno jaka povezanost (Spearmanov $\rho = 0,671$; $p < 0,001$) što upućuje na to da sudionici koji ocjenjuju da zakonodavni okvir omogućuje izradu kvalitetnih i praktičnih procjena rizika također smatraju da su propisani proces i metodologija izrade procjene rizika učinkoviti.

Između ocjene zakonodavnog okvira i ocjene učinkovitosti metode utvrđena je statistički značajna i pozitivno jaka povezanost (Spearmanov $\rho = 0,631$; $p < 0,001$) što upućuje na to da sudionici koji ocjenjuju da zakonodavni okvir omogućuje izradu kvalitetnih i praktičnih procjena rizika također smatraju da je postojeća metoda procjene rizika učinkovita u praksi.

Između ocjene učinkovitosti metode i ocjene zadovoljavanja specifičnih potreba sektora u kojem ispitanici rade utvrđena je statistički značajna i pozitivno jaka povezanost (Spearmanov $\rho = 0,600$; $p < 0,001$) što upućuje na to da sudionici koji ocjenjuju da je postojeća metoda procjene rizika učinkovita u praksi također ocjenjuju da trenutna metoda izrade procjene rizika zadovoljava specifične potrebe industrijskog sektora u kojem rade.

Postoji slaba, ali statistički značajna pozitivna korelacija (Spearmanov $\rho = 0,20$, $p < 0,001$) između ocjene koristi digitalizacije i ocjene učinkovitosti metode. To znači da ispitanici koji digitalizaciju ocjenjuju korisnijom također imaju nešto pozitivnije mišljenje o učinkovitosti metode. Iako je veza slaba, statistička značajnost ukazuje da nije slučajna.

Postoji srednje jaka i statistički značajna pozitivna korelacija (Spearmanov $\rho = 0.42$, $p < 0.001$) između ocjene podrške uprave i ocjene učinkovitosti metode. To znači da ispitanici koji više ocjenjuju podršku uprave također imaju sklonost višim ocjenama učinkovitosti metode.

Kruskal-Wallis test pokazao je da postoji statistički značajna razlika u ocjeni prikladnosti zakonodavnog okvira među ispitanicima s različitim radnim iskustvom ($p = 0.004$). Ovo sugerira da percepcija prikladnosti zakonodavnog okvira varira ovisno o razini radnog iskustva ispitanika. Post hoc analiza (Dunnov test s Bonferroni korekcijom) pokazala je da sudionici s manje od 1 godine radnog iskustva statistički značajno više ocjenjuju postojeći zakonodavni okvir prikladnim u odnosu na sudionike s više od 10 godina iskustva ($p = 0.003$). Razlike između ostalih grupa nisu bile značajne nakon korekcije.

Kruskal-Wallis test pokazao je da ne postoji statistički značajna razlika u ocjeni prikladnosti zakonodavnog okvira s obzirom na stav ispitanika o zakonom propisanoj standardizaciji ($p = 0,150$). Mann-Whitney U test nije pokazao statistički značajnu razliku u ocjeni učinkovitosti metode između ispitanika koji smatraju da posjeduju dovoljno znanja i onih koji to ne smatraju ($p = 0.082$).

Kruskal-Wallis test pokazao je da postoji statistički značajna razlika u ocjeni učinkovitosti metode među različitim grupama iskustva ($p = 0.007$). Ovo sugerira da percepcija učinkovitosti metode varira ovisno o razini radnog iskustva ispitanika. Post hoc analiza (Dunnov test s Bonferroni korekcijom) pokazala je da sudionici s manje od 1 godine iskustva statistički značajno više ocjenjuju učinkovitost metode u odnosu na sudionike s više od 10 godina iskustva ($p = 0.008$). Razlike između ostalih grupa nisu bile značajne nakon korekcije. Nadalje, rezultati Kruskal-Wallis testa ukazuju na postojanje značajnih razlika u ocjeni učinkovitosti metode procjene rizika između različitih sektora rada ($p < 0.05$). Međutim, nijedna pojedinačna usporedba među sektorima nije ostala statistički značajna nakon korekcije za višestruke usporedbe (Bonferroni). Ovo sugerira da razlike među grupama postoje, ali su relativno male. Kruskal-Wallis test pokazao je značajne razlike u učinkovitosti između sektora ($p = 0.009$). Posthoc analiza pomoću Dunn-ovog testa s Bonferroni korekcijom identificirala je značajnu razliku između sektora Građevinarstva i Obrazovanja (padj. = 0.041). Ostale razlike među sektorima nisu bile statistički značajne nakon korekcije za višestruke usporedbe. Ovi rezultati upućuju na to da djelatnici u sektoru građevinarstva znatno manje smatraju da metoda zadovoljava potrebe sektora u usporedbi s onima u obrazovanju. Također, Mann-Whitney U test pokazao je da ne postoje statistički značajne razlike u stavu da metoda zadovoljava potrebe sektora s obzirom na to je li ispitanik ovlaštena osoba ili interni stručnjak ($p = 0,915$). Mann-Whitney U test pokazao je da ne postoje statistički značajne razlike u ocjeni učinkovitosti metode s obzirom na to koristi li osoba digitalne alate u procjeni ili ne ($p = 0,984$).

Postoji statistički značajna povezanost između stupnja obrazovanja i samoprocjene znanja ($p < 0,001$). Najveći doprinos razlici dolazi od osoba sa završenom srednjom školom, koje u većem broju nego što bi se očekivalo navode da nemaju dovoljno znanja o izradi procjene rizika. Ova skupina čini preko 50% ukupne statistike, što ukazuje na jaku povezanost između nižeg obrazovanja i manjeg samopouzdanja u znanje. Pearsonovi reziduali pokazuju da ispitanici sa srednjom školom znatno rjeđe smatraju da imaju dovoljno znanja (rezidual = -2,83) i češće smatraju da nemaju znanje (rezidual = +3,53), u odnosu na očekivanja pod pretpostavkom neovisnosti. Također, osobe s prijediplomskim obrazovanjem pokazuju sličan obrazac (rezidual = +2,38 za "ne"), dok su osobe s poslijediplomskim studijem sklonije navoditi da imaju znanje (negativni rezidual za "ne"). To dodatno potvrđuje povezanost između višeg obrazovanja i samoprocjene znanja.

χ^2 test također je pokazao statistički značajnu povezanost između radnog iskustva i percipiranog znanja ($p < 0,001$). Najveće odstupanje zabilježeno je među ispitanicima s manje od 1 godine i 1–5 godina iskustva, koji značajno češće navode da nemaju dovoljno znanja, dok oni s više od 10 godina iskustva češće ističu da imaju znanje. Skupina s 6–10 godina iskustva ne pokazuje statistički značajna odstupanja. Rezultati χ^2 testa ukazuju na snažnu povezanost između učestalosti sudjelovanja u izradi procjene rizika i percipiranog znanja ($p < 0,001$). Ispitanici koji kontinuirano sudjeluju (više puta mjesečno) u izradi procjene rizika znatno češće navode da imaju dovoljno znanja, dok oni koji nikada ne sudjeluju u izradi procjene rizika znatno češće navode da ga nemaju. Također, skupina koja povremeno sudjeluje u izradi procjene rizika također pokazuje tendenciju manjka znanja. Ove tri skupine zajedno čine više od 90% ukupnog doprinosa χ^2 vrijednosti.

χ^2 test ukazuje na statistički značajnu povezanost između broja stručnih usavršavanja i percipiranog znanja o izradi procjene rizika ($p < 0,001$). Najveći doprinos razlici dolazi od ispitanika koji nisu sudjelovali ni u jednoj edukaciji, jer oni značajno češće navode da nemaju dovoljno znanja (rezidual = +4,24). Suprotno tome, oni koji su sudjelovali više od 5 puta značajno češće navode da imaju znanje

(rezidual = +2,22). To upućuje na jaku povezanost između sudjelovanja u stručnim usavršavanjima i osjećaja kompetentnosti.

χ^2 test pokazuje značajnu povezanost između stava o poboljšanju kvalitete procjene rizika standardizacijom i percipiranog znanja ($p < 0,001$). Najveći doprinos razlici dolazi od ispitanika koji su odgovorili "Ne znam" na pitanje smatraju li da bi standardizacija povećala kvalitetu – oni su značajno češće naveli da nemaju dovoljno znanja (rezidual = +3,47), a rjeđe da ga imaju (rezidual = -2,78). To sugerira da neodlučnost u stavu prema povećanju kvalitete standardizacijom prati i manjak samopouzdanja u vlastito znanje, dok oni s jasnim stavovima (posebno "Ne") češće navode da imaju znanje.

Rezultati χ^2 testa također pokazuju da postoji statistički značajna povezanost između stava ispitanika o zakonskoj obvezi standardizacije i njihove samoprocjene znanja ($p < 0,001$). Najveći doprinos ukupnoj razlici dolazi od grupe koja je odabrala odgovor "Ne znam", pri čemu su ispitanici iz te skupine značajno češće navodili da nemaju dovoljno znanja o izradi procjene rizika. Ova skupina čini više od 75% ukupne razlike, što upućuje na snažnu povezanost između neodlučnosti u stavu o zakonskom propisanoj standardizaciji i manjka pouzdanja u vlastito znanje.

Nadalje, χ^2 test pokazuje statistički značajnu povezanost između sektora zaposlenja i stava o zakonskoj obvezi standardizacije ($p < 0,0001$). Najveći doprinos razlici dolazi od zaposlenih u ovlaštenim osobama, gdje je broj odgovora "Ne" znatno veći, a broj "Ne znam" znatno manji nego što bi se očekivalo. Također, zaposleni u obrazovanju češće navode odgovor "Ne znam", što može ukazivati na veću nesigurnost ili oprez u procjeni vlastitog znanja. U sektoru trgovine i javne uprave, broj odgovora "Ne" je niži od očekivanog, što može upućivati na veće samopouzdanje ili razlike u pristupu procjeni rizika.

χ^2 test pokazuje da postoje statistički značajne razlike u korištenju digitalnih alata s obzirom na radno iskustvo ($p = 0,002$). Iskusniji ispitanici (više od 10 godina radnog iskustva) češće koriste digitalne alate u procjeni rizika. Rezultati χ^2 testa pokazuju također statistički značajnu povezanost između sektora zaposlenja i upotrebe digitalnih alata u procjeni rizika ($p = 0,04$). Najveće razlike u odnosu na očekivane vrijednosti uočene su u sektoru zdravstva i socijalne skrbi, gdje znatno manje zaposlenih koristi digitalne alate. Značajan doprinos razlici daju i sektori 'Ostalo' i 'Prijevoz i skladištenje'.

χ^2 test pokazuje da ne postoje statistički značajne razlike u percepciji aktivnog sudjelovanja uprave s obzirom na radno iskustvo ($p = 0,09$), sektor rada ($p = 0,6$), i percepciju vlastitog znanja ($p = 0,2$).

Analiza povezanosti između percepcije podrške uprave u procjeni rizika i navoda specifičnih razloga zbog kojih procjena rizika ne odražava stvarno stanje provedena je pomoću Mann-Whitney U testa. Rezultati pokazuju da ispitanici koji su naveli određene razloge značajno češće daju niže ocjene podrške uprave. Statistički značajna razlika u ocjenama podrške uprave zabilježena je kod ispitanika koji su naveli nedostatak detaljne analize stvarnih uvjeta rada ($p < 0,001$), površno provođenje procjene rizika ($p < 0,001$), neadekvatno sudjelovanje radnika ($p < 0,001$) te prilagodbu procjene formalnim zahtjevima umjesto realnom stanju ($p < 0,001$). S druge strane, za nedostatak ažuriranja procjene prema stvarnim promjenama u radu, razlika nije bila statistički značajna ($p = 0,115$), što sugerira da taj problem nije nužno povezan s razinom upravljačke podrške.

Analiza učestalosti navođenja specifičnih problema u procjeni pokazala je kako sektor rada, radno iskustvo i samoprocjena znanja mogu utjecati na percepciju izazova u praksi. Iako radno iskustvo ne pokazuje statistički značajan utjecaj na navođenje većine problema, iznimka je uočena kod navođenja nedostatka specifičnih edukacija ($p = 0,01$), gdje početnici (s manje od godinu dana iskustva) ovaj problem navode značajno češće, dok najiskusniji to čine rjeđe od očekivanog. Sektor rada pokazao se značajnim samo kod navođenja nedostatka specifičnih smjernica kao problema ($p < 0,001$), gdje su ispitanici zaposleni u ovlaštenim osobama češće isticali ovaj problem, dok su ga ispitanici iz prerađivačke industrije te turizma i ugostiteljstva rjeđe navodili. Samoprocjena znanja pokazala je statistički značajan utjecaj na navođenje više problema – nedostatak smjernica ($p = 0,03$), nedostatak specifičnih edukacija ($p = 0,01$) te složenost dokumentacije ($p = 0,01$). U svim slučajevima, osobe koje slabije procjenjuju svoje znanje rjeđe navode nedostatak smjernica, ali češće navode manjak edukacija i složenost dokumentacije.

Globalni Cronbachov α pokazao je visoku unutarnju konzistentnost skale ($\alpha = 0,8417$). Analiza korelacijskih matrica pokazala je da su korelacije između pojedinih pitanja iznad 0,14, što upućuje na zadovoljavajuću homogenost konstrukta.

Tablica 1. Sažetak svih rezultata istraživanja

1. PROFIL ISPITANIKA – veličina uzorka (n = 967)	
Pokazatelj	Vrijednost
Ukupan broj ispitanika	967
Diplomski studij	60%
Više od 10 godina iskustva	46%
Stručnjaci II. stupnja	83%
Ne posjeduje dovoljno znanja	39%
Ne sudjeluje u izradi	10%
Povremeno sudjeluje	47%
Kontinuirano sudjeluje	27%
Ovlaštene osobe	23%
Prerađivačka industrija	20%
Stručne, znanstvene i tehničke djelatnosti	14%
Građevinarstvo	10%
2. PERCEPCIJA POSTOJEĆEG SUSTAVA	
Pokazatelj	Vrijednost
Učinkovitost metode – neutralno	44%
Zakonodavni okvir – neutralno	44%
Propisani proces – neutralno	48%
Uprava ne sudjeluje aktivno	58%
3. IDENTIFICIRANI PROBLEMI	
Pokazatelj	Vrijednost
Formalistički pristup	56%
Preopćenit pristup	46%
Nedovoljna prilagodba sektorima	45%
Neadekvatno sudjelovanje radnika	43%
Nedostatak detaljne analize uvjeta rada	42%
4. STATISTIČKI NAJVAŽNIJE POVEZANOSTI	
Pokazatelj	Vrijednost
Zakonodavni okvir – kvaliteta procjene	p = 0,671
Zakonodavni okvir – učinkovitost metode	p = 0,631
Učinkovitost metode – prilagođenost sektoru	p = 0,600
Podrška uprave – učinkovitost metode	p = 0,42
Digitalizacija – učinkovitost metode	p = 0,20
Iskustvo <1 vs >10 godina	Značajna razlika
Građevinarstvo vs Obrazovanje	Značajna razlika
Obrazovanje ↔ Znanje	Značajna povezanost
Iskustvo ↔ Znanje	Značajna povezanost
Sudjelovanje ↔ Znanje	Značajna povezanost
Usavršavanja ↔ Znanje	Značajna povezanost

Izvor: vlastiti izvor

RASPRAVA

Činjenica da je u istraživanju sudjelovalo čak 967 osoba sa statusom stručnjaka zaštite na radu u Republici Hrvatskoj potvrđuje ne samo reprezentativnosti uzorka i valjanost dobivenih rezultata, već i veliki interes stručnjaka zaštite na radu za temu procjene rizika.

Gotovo polovina ispitanika (44%) ima neutralan stav kada su upitani je li postojeća metoda procjene rizika učinkovita u praksi. Ostatak ispitanika u većoj mjeri (33%) smatra da je postojeća metoda procjene rizika učinkovita u praksi u odnosu na one koji je percipiraju kao neučinkovitu (23%).

Na pitanje u kojoj mjeri postojeći zakonodavni okvir omogućuje izradu kvalitetnih i praktičnih procjena rizika većina ispitanika ponovno izražava neutralan stav (44%), dok 29% izražava slaganje u nekoj mjeri sa tvrdnjom. Ukupno 27% ispitanika izražava neslaganje.

Neutralan stav dominira i u procjeni učinkovitosti propisanog procesa i metodologije izrade procjene rizika (48%), dok 29% ispitanika procjenjuje propisani proces kao učinkovit. Ukupno 23% sudionika smatra da propisani proces i metodologija nisu učinkoviti. 32% ispitanika izražava slaganje s tvrdnjom da trenutna metoda procjene rizika zadovoljava specifične potrebe sektora u kojem rade, dok 26% ispitanika smatra da potrebe njihovog sektora nisu zadovoljene. Većina ispitanika (42%) ponovno izražava neutralan stav prema tvrdnji. U ocjeni koliko trenutna procjena rizika točno odražava stvarno stanje rizika unutar organizacije 43% ispitanika izražava slaganje, dok samo 22% njih ne smatra da procjena odražava stvarno stanje.

Trećina ispitanika (34%) zauzima neutralan stav prema tvrdnji da podrška i opredjeljenost uprave realno odražavaju stanje. Odnos između ispitanika koji se slažu, odnosno ne slažu s ovom tvrdnjom je podjednak (35% i 32%).

Visoki postotni udjeli i većinski neutralni stavovi u ovim pitanjima navode na zaključak da stručnjaci nedovoljno poznaju proces procjene rizika i upravljanja rizicima. Bolje poznavanje procesa procjene i upravljanja rizicima rezultiralo bi slaganjem ili neslaganjem, odnosno zadovoljstvom ili nezadovoljstvom.

Kao najveći problemi u primjeni postojeće metode procjene rizika čak 56% ispitanika navodi više od jednog problema, ali se u najvećoj mjeri navodi preopćeniti pristup (46%) i nedovoljna prilagodbu pojedinim sektorima (45%).

Više od polovine ispitanika (56%) smatra da je glavni razlog zbog kojeg procjena rizika možda ne odražava stvarno stanje prilagođavanje procjene formalnim zahtjevima umjesto realnom stanju. Dakle, procjene se izrađuju radi formalnog zadovoljavanja, a ne radi utvrđivanja stvarnog stanja. Uz njega, često je navedeno i neadekvatno sudjelovanje radnika u procesu procjene (43%) te nedostatak detaljne analize stvarnih uvjeta rada (42%). Ponovno, 59% ispitanika navodi više od jednog glavnog razloga dok 1% ispitanika ovdje navodi da procjena rizika odražava stvarno stanje.

ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati stavove stručnjaka zaštite na radu o prednostima i nedostacima postojećeg procesa izrade procjene rizika, kao i procijeniti potrebu za njegovom standardizacijom i digitalizacijom. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da je cilj istraživanja ostvaren, jer su prikupljeni relevantni podaci koji omogućuju cjelovitu analizu percepcije učinkovitosti metode, zakonodavnog okvira te praktične provedbe procjene rizika u različitim sektorima.

Primijenjena kvantitativna metoda anketnog istraživanja pokazala se prikladnom za obuhvatiti veliki broj ispitanika različitih profila i razina iskustva, čime je osigurana reprezentativnost uzorka i pouzdanost dobivenih rezultata. Korištenje deskriptivnih i neparametrijskih inferencijalnih statističkih postupaka metodološki je opravdano s obzirom na prirodu podataka i omogućilo je identifikaciju značajnih povezanosti i razlika među promatranim varijablama.

Rezultati istraživanja pokazuju da među stručnjacima prevladavaju neutralni stavovi o učinkovitosti postojeće metode procjene rizika, zakonodavnog okvira i propisanog procesa, što može upućivati na nedovoljnu jasnoću, nedostatnu standardizaciju ili neujednačenu praksu. Istovremeno, značajan udio ispitanika smatra da se procjene rizika često izrađuju radi formalnog zadovoljavanja zakonskih zahtjeva, a ne radi stvarnog sagledavanja rizika, te da uprava ne sudjeluje dovoljno aktivno u procesu. kao ključni problemi istaknuti su preopćenit pristup i nedovoljna prilagodba pojedinim sektorima.

Utvrđene su statistički značajne i pozitivne povezanosti između percepcije zakonodavnog okvira, učinkovite metode i prilagođenosti sektoru, što potvrđuje da ispitanici koji pozitivnije ocjenjuju normativni okvir ujedno imaju povoljniji stav o samoj metodi. Također je potvrđena povezanost između razine obrazovanja, radnog iskustva, učestalosti sudjelovanja u izradi procjene rizika i samoprocjene znanja. Ispitanici s nižom razinom obrazovanja, kraćim radnim iskustvom i manjim brojem stručnih usavršavanja češće navode da nemaju dovoljno znanja za samostalnu izradu procjene rizika. S druge strane, iskusniji stručnjaci pokazuju izraženiju kritičnost prema postojećem sustavu.

Hipoteze istraživanja koje su pretpostavljale postojanje povezanosti između percepcije zakonodavnog okvira i učinkovitosti metode, između razine kompetencija i samoprocjene znanja te između sektora rada i stavova o standardizaciji mogu se prihvatiti, jer su potvrđene statistički značajnim rezultatima. Hipoteze koje su pretpostavljale razlike u percepciji učinkovitosti metode s obzirom na korištenje digitalnih alata ili status stručnjaka nisu potvrđene, budući da nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Zaključno, rezultati istraživanja upućuju na potrebu daljnjeg jačanja kompetencija stručnjaka zaštite na radu, unapređenja metodološke jasnoće postupka procjene rizika te aktivnijeg uključivanja uprave u proces upravljanja rizicima. Buduća istraživanja trebala bi uključiti kvalitativne metode radi dubljeg razumijevanja razloga neutralnih stavova, longitudinalne analize promjena u percepciji nakon eventualne standardizacije ili digitalizacije sustava te usporedne analize među različitim državama ili regulatornim okvirima. Time bi se dodatno doprinijelo razvoju učinkovitijeg, transparentnijeg i sektorski prilagođenog sustava procjene rizika.

LITERATURA

- [1] Ankamah-Lomotey, S.A.: **The Role of Risk Assessment in Safety management Systems: An in depth study of risk assessment outcomes including accident reduction, safety culture in building a decent work environment**, Quest Journal of Research in Humanities and Social Science, 13, 2025 (10), 60-68.
- [2] Băbuț G.B., Moraru R.I.: **Proposal for a contextual theoretical approach in accident prevention**, Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași, 57, 2011 (3), 53-62.
- [3] Cowi A/S: **Evaluation of the Practical Implementation of the EU Occupational Safety and Health (OSH) Directives in EU Member States Synthesis Report**, 2015. https://zssszaupnikvzd.si/wp-content/uploads/2017/09/OSH_DIR-SYNTHESIS-REPORT_2_0.pdf (24.2.2026)
- [4] European Commission, **Communication COM (2004) 62 on the practical implementation of the provisions of the Health and Safety at Work Directives 89/391 (Framework), 89/654 (Workplaces)**,

- 89/655 (Work Equipment), 89/656 (Personal Protective Equipment), 90/269 (Manual Handling of Loads) and 90/270 (Display Screen Equipment)**, Brussels, 05.02.2004 COM(2004) 62 final, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2004:0062:FIN:EN:PDF> (24. 2.2026.)
- [5] Friend, M.A., Kohn, J.P.: **Fundamentals of occupational safety and health**, 4. izdanje, Government Institutes, Lanham, 2007.
- [6] Katić, T., Palačić, D.: **Preparation of Occupational Health and Safety Risk Assessment in the Republic of Croatia**, Global Journal of Business and Integral Security, 2023(1) <https://www.gbis.ch/index.php/gbis/article/view/146> (24.2.2026.)
- [7] Palačić, D.: **Occupational health and safety risk management model**, 16th International Conference Management and Safety, Proceedings 2021 (2), 52-63.
- [8] Palačić, D., Lalić, Ž., Pintarić, Lj., Kurbanjev, D.: **Analiza modela procesa upravljanja zaštitom na radu u Republici Hrvatskoj**, Sigurnost, 62, 2020 (2), 139-150.
- [9] Revelle, W.: **Package „psych“: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research**, Northwestern University, Evanston, Illinois, 2025.
- [10] Šokčević, S.: **Zakon o zaštiti na radu-prijedlozi de lege ferenda**, Sigurnost, 54, 2012 (1), 11-19.
- [11] Učur, M.Đ.: **Procjena rizika (na radu), nomotehničke oznake i pravna narav**, Sigurnost, 59, 2017 (1), 27-36.
- [12] Učur, M.Đ., Krišto, I., Kovač, C.: **Opća načela zakonodavstva EU-a o zaštiti zdravlja i sigurnosti na radu**, Sigurnost, 64, 2022 (4), 359-378.
- [13] Walters, D., Wadsworth E.: **Analysis of the determinants of workplace occupational safety and health practice in a selection of EU Member States**, European Agency for Safety and Health at Work, 2013, <https://osha.europa.eu/sites/default/files/esener-determinants.pdf> (24.2.2026.)

Propisi

- Direktiva Vijeća 89/391/EEZ od 12. lipnja 1989. o uvođenju mjera za poticanje poboljšanja sigurnosti i zdravlja radnika na radu SL L 183, 29.6.1989, p. 1–8
- Zakon o zaštiti na radu, N. N. br. 71/14, 118/14, 94/18, 96/18
- Pravilnik o izradi procjene rizika, N. N. br. 112/14, 129/19
- Pravilnik o obavljanju poslova zaštite na radu, N.N. br. 126/19, 154/22

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



Antonija Janjić, bacc.ing.sec

Veleučilište studija sigurnosti, smjer zaštita na radu

Zagreb, Hrvatska

aromjan@gmail.com

Antonija Janjić regionalna je voditeljica maloprodaje u trgovačkom lancu, gdje je odgovorna za organizaciju i koordinaciju poslovanja više prodajnih jedinica, upravljanje timovima zaposlenika te osiguravanje operativne učinkovitosti i usklađenosti poslovanja s propisima. Godine 2024. završila je prijediplomski stručni studij sigurnosti na Veleučilištu studija sigurnosti, smjer zaštita na radu. Trenutno je studentica diplomskog studija sigurnosti, također na smjeru zaštite na radu, čime dodatno produbljuje svoja znanja iz područja upravljanja rizicima, sigurnosti i zaštite zdravlja na radu.

Kombinirajući praktično iskustvo u vođenju poslovnih procesa s formalnim obrazovanjem iz područja sigurnosti, profesionalno je usmjerena na unapređenje standarda zaštite na radu, organizacijsku učinkovitost i razvoj sigurnosne kulture u poslovnom okruženju.

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

Antonija Janjić, bacc.ing.sec

University of Applied Sciences in Safety Studies, Occupational Health and Safety
Zagreb, Hrvatska
aromjan@gmail.com

Antonija Janjić is a Area Retail Manager within a retail chain, responsible for overseeing and coordinating the operations of multiple sales units, managing teams, and ensuring operational efficiency as well as regulatory compliance.

In 2024, she completed her undergraduate professional study in Security Studies at the University of Applied Sciences of Security, specializing in Occupational Health and Safety. She is currently enrolled in a graduate study program in Security Studies, also with a specialization in Occupational Health and Safety, further advancing her expertise in risk management, workplace safety, and occupational health protection.

By combining practical managerial experience with formal education in safety sciences, she is professionally focused on enhancing occupational health and safety standards, improving organizational efficiency, and promoting a strong safety culture within the business environment

PODACI O SUATORIMA (DATA ON CO-AUTHORS)

2)

dr.sc. Ana Rački Marinković

Veleučilište studija sigurnosti
Predstojnica katedre za opću sigurnost, Predavač
ana.racki.marinkovic@vss.hr

3)

Tomislav Katić, mag.ing.sec

Veleučilište studija sigurnosti
Predstojnik katedre za zaštitu na radu, Predavač – vanjski suradnik
Zagreb, Hrvatska
tomislav.katic@vss.hr

Aleksandar Majstorović, Mladen Todić, Biljana Vranješ

POŽARI NA ELEKTRIČNIM VOZILIMA

Sažetak

Električna vozila nisu baš novijeg datuma, kao što mnogi misle, jer je prvo električno vozilo, proizvedeno davne 1839. godine, dakle, 22 godine prije pojave prvog vozila koje je za pogon koristilo motor sa unutrašnjim sagorijevanjem (oto motor). Za pogon električnih vozila, ranije su korištene: olovno-kiselinske, nikel-metal-hidridne baterije, dok se u novije vrijeme koriste baterije na bazi litijuma, poput litijum-sumpora, litijum-kobalt-oksida, litijum-polimera, litijum-ion-fosfata. Postupak dobivanja litijuma veoma je nečist tehnološki proces kojim se zagađuju životna i radna sredina. Litijum u elementarnom stanju veoma brzo oksidira sa vlagom iz vazduha i kao tipičan predstavnik alkalnih metala može prouzrokovati teške opekotine i razaranja tkiva. Požarni produkti nastali gorenjem litijumskih baterija i izolacija na električnim instalacijama, kao i produkti hemijskih reakcija nastalih kao posljedica prodora vode u kućište baterija, veoma su otrovni, a za gašenje istih koriste se velike količine vode koja se slijeva na okolne terene ili u oborinsku kanalizaciju.

Ključne riječi: električna vozila, litijumske baterije, požari.

FIRES ON ELECTRICAL VEHICLES

Abstract

Electric vehicles are not very recent, as many think, because the first electric vehicle was produced way back in 1839, that is, 22 years before the appearance of the first vehicle powered by an internal combustion engine (otto engine). To power electric vehicles, lead-acid, nickel-metal-hydride batteries were previously used, while more recently lithium-based batteries, such as lithium-sulfur, lithium-cobalt-oxide, lithium-polymer, lithium-ion-phosphate, are used. The process of obtaining lithium is a very impure technological process that pollutes the living and working environment. Lithium in its elemental state oxidizes very quickly with moisture from the air and, as a typical representative of alkali metals, can cause severe burns and tissue destruction. Fire products caused by the burning of lithium batteries and insulation on electrical installations, as well as products of chemical reactions resulting from the penetration of water into the battery housing, are very toxic, and to extinguish them, large quantities of water are used, which are poured onto the surrounding terrain or into storm sewers.

Key words: electric vehicles, lithium batteries, fires.

UVOD

Krize za fosilnim gorivima koje su prouzrokovane ratovima u zemljama Bliskog istoka kao vodećim svjetskim proizvođačima sirove nafte i zemnog gasa 70-ih i 80-ih godina prošlog vijeka, pobudile su kratkotrajna zanimanja, prvenstveno za električnim automobilima. Međutim, unazad deset godina ponovo se probudilo interesovanje za proizvodnjom električnih vozila, bilo da se radi o putničkim ili teretnim vozilima. Prvobitno se krenulo sa proizvodnjom putničkih vozila počevši sa hibridnim pogonom i postepenim prelaskom na potpuno električni pogon, što se uporedo odrazilo i na razvoj teretnog programa vozila.

Buđenjem ekološke svijesti u zemljama Evropske unije, zbog problema sa sagadjenjima vazduha prouzrokovanim izduvnim gasovima motornih vozila sa unutrašnjim sagorijevanjem (oto i dizel motori) u velikim gradovima, javila se ideja o potpunoj elektrifikaciji mobilnosti, odnosno potpunom prelasku na električna vozila do kraja 2035. godine.

Mnogi vodeći svjetski proizvođači motornih vozila, poput: njemačkog Mercedesa, BMW-a i švedskog Volva, već od 2024. godine prestali su sa proizvodnjom dizel motora koji su okarakterisani kao glavni zagađivači, bazirajući se manjim dijelom na proizvodnju vozila koja se pokreću benzinskim (oto motorima) i većinskim dijelom na proizvodnju vozila sa potpuno električnim pogonom.

ISTORIJA ELEKTRIČNIH VOZILA

Prema nekim podacima, početkom 19. vijeka (u periodu od 1828. do 1832. godine), kao rezultat postignutih tehničko-tehnoloških otkrića u proizvodnji baterija i elektromotora, dovelo je do buđenja svijesti mladih konstruktora na obe strane Atlantskog okeana, tačnije u Mađarskoj, holandiji, Ujedinjenom Kraljevstvu, Sjedinjenim Američkim Državama za konstruisanjem električnih vozila, [1].

Samu epohu u razvoju električnih vozila, kao i vozila s motorima s unutrašnjim sagorijevanjem (SUS motorima), možemo podijeliti u šest različitih razdoblja:

1. Rani pioniri električne mobilnosti (1830. – 1880),
2. Prelaz na motorni pogon (1861. – 1914),
3. Uspon motora SUS (1914. – 1970),
4. Povratak električnih vozila (1970. – 2003),
5. Električna revolucija (2003. – 2020),
6. Tačka preokreta (2021. –), [5].

Prvo električno vozilo (sl. 1), odnosno prepravljena kočija, okarakterisano malim dometom i brzinom od 12 km/h pojavilo se davne 1839. godine (Robert Anderson), a koristilo se nepunjivim primarnim energetske ćelijama, [1].



Slika 1. Prvo električno vozilo Roberta Andersona, [##].

Primarne energetske ćelije (sl. 2) su baterije (galvanski elementi) koje su osmišljene da se jednom koriste te se nakon praznjenja bacaju, za razliku od sekundarnih baterija (sl. 3) koje su punjive, [7].

Prva električna vozila, karakterisala su se niskim nivoom buke pri radu, ugodnim načinom vožnje (nisu posjedovala mjenjače, pa nije bilo potrebe za mijenjanjem brzina), nisu emitovale izduvne gasove, ali su isto tako imala i određenih nedostataka, poput male brzine kretanja ili dosega kretanja.

Prvo hibridno vozilo (vozilo koje koristi kombinaciju pogona motora SUS i elektromotora), konstruisano je 1899. godine, [2].



Slika 2. Različite standardne veličine primarnih ćelija – sa lijeve strane: 4,5V višecelijska baterija LR 12, D, C, AA, AAA, AAAA, A23, 9V višecelijska baterija, (gore) LR44, (dole) CR2032, [7].



Slika 3. Sekundarna baterija (akumulator), [7].

Ovom prilikom treba spomenuti i električni automobil našeg slavnog pronalazača i naučnika, Nikole Tesle iz 1931. godine. Serijski automobil Pierce – Arrow prerađen je tako što je iz njega izvađen motor SUS i umjesto njega ugrađen naizmjenični elektromotor prečnika 650 mm, dok je ostatak pogonskog sklopa ostao originalni. U to vrijeme, Nikola Tesla, je eksperimentisao sa bežičnim prenosom električne energije, tako da je automobil bio opremljen prijemnikom elektromagnetnih talasa (tzv. „energetski prijemnik“ ili „gravitacioni energetski pretvarač“) koji su korišteni kao energent za pokretanje elektromotora u vozilu, koji se veoma zagrijavao, te je zbog tog nedostatka ugrađen i ventilator za njegovo dodatno hlađenje. Pretpostavlja se da je Nikola Tesla ovaj automobil testirao desetak dana, pri čemu je postignuta maksimalna brzina od 144 km/h, pri 1800 o/min elektromotora, [10, 11]. Nakon prodaje patenta Westinghous Electric Company, dolazi do sukoba između Nikole Tesle koji je zastupao sistem naizmjenične električne energije (višefazni sistem) i Tomasa Edisona koji je zastupao sistem istosmjerne električne energije, [11]. „Svojim zalaganjem na besplatnoj energiji, Nikola Tesla, stekao je mnogo neprijatelja, zbog čega su dokumenti o njegovim eksperimentima, patentima i projektima nedostupni, odnosno sakriveni, nestali ili „izgubljeni““, [1].

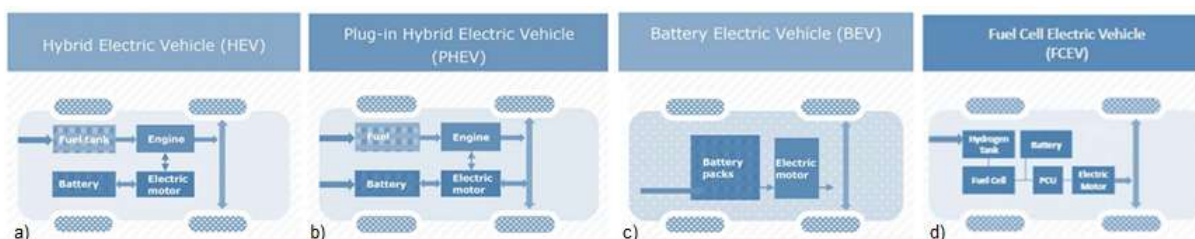
VRSTE SAVREMENIH ELEKTRIČNIH VOZILA

Savremena električna vozila možemo svrstati u četiri grupe i dijele se na:

1. **Hibridno električno vozilo** (engl. Hybrid Electrical Vehicle, HEV) – posjeduje pogon pomoću motora SUS i elektromotora, a dijele se na djelimični hibrid, kod kojeg elektromotor potpomaže SUS motoru prilikom opterećenja i potpuni hibrid – pogon samo elektromotorom, [2]. Motor SUS se koristi za vožnju i punjenje baterije, a snabdijeva se pogonskim gorivom iz rezervoara, dok se elektromotor koristi radi smanjenja emisije CO₂ ili za povećanje performansi motora SUS u toku vožnje (prilikom ubrzavanja ili preticanja) i snabdijeva se električnom energijom iz baterije. Baterija HEV ne puni se iz vanjskog izvora napajanja, nego isključivo regeneracijom električne energije dobijene usporavanjem ili koče-njem vozila (sl. 4a);
2. **„Plug-in hibridno električno vozilo** (engl. Plug-in Hybrid Electrical Vehicle, PHEV) – posjeduje pogon pomoću motora SUS i elektromotora kao i HEV. Za razliku od HEV, PHEV raspolažu sa dvije mogućnosti rada:
 - Potpuno električni način rada u kojem motor SUS i elektromotor daju svu energiju vozilu i
 - Hibridni način rada u kojem se koriste motor SUS i elektromotor.
 Ova vrsta vozila koriste motor SUS i elektromotor na sličan način kao i HEV, a razlika je u tome što je električna propulzija (primarni pogon pomoću elektromotora) glavna pokretačka snaga. Motor SUS se koristi za vožnju i punjenje baterije, a snabdijeva se gorivom iz rezervoara, dok se elektromotor koristi radi smanjenja emisije CO₂ ili za povećanje performansi motora SUS u toku vožnje (kao i kod HEV), a snabdijeva električnom energijom iz baterije. Baterija PHEV može se puniti iz vanjskog izvora napajanja i regeneracijom električne energije dobijene (kao i kod HEV) usporavanjem ili kočenjem (sl. 4b);
3. **Električno vozilo na baterije** (engl. Battery Electric Vehicle, BEV) – potpuno električna vozila koja se isključivo pokreću pomoću elektromotora iz baterijskog izvora napajanja. Baterija se puni sa vanjskog izvora napajanja (električna mreža), a svoju snagu predaje jednom ili više elektromotora istosmjerne ili naizmjenične električne struje koji se karakterišu velikim obrtnim momentom i pri manjim brzinama. Za razliku od prethodne dvije vrste vozila, ova vrsta električnih vozila posjeduju pretvarače istosmjerne u naizmjeničnu struju, dok im domet, zavisi isklju-

čivo od kapaciteta baterije. Usporavanjem ili kočenjem (kao i kod HEV i PHEV) elektromotor ili elektromotori preuzimaju funkciju generatora vršeći regeneraciju, odnosno punjenje baterije (sl. 4c);

4. **Električno vozilo sa gorivim ćelijama** (eng. Fuel Cell Vehicle, FCV; Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) – koriste „tehnologiju gorivih ćelija“ za proizvodnju vlastite električne energije putem hemijske reakcije spajanjem vodonika (iz rezervoara vozila) i kiseonika (iz vazduha), pri čemu nastaju električna energija za pokretanje elektromotora i voda, koja se kroz izduvne cijevi ispušta iz automobila (sl. 4d). Prednost ove vrste vozila u odnosu na naprijed pobrojana, prvenstveno je brzina punjenja rezervoara (u trajanju od nekoliko minuta) i veći doseg, [1].



Slika 4. Vrste električnih vozila: a) HEV, b) PHEV, c) BEV, d) FCEV, [1].

Električna vozila po svojoj konfiguraciji su dosta jednostavnija u odnosu na vozila sa motorima SUS u smislu jednostavnosti mehaničkih sistema, obzirom da elektromotor predstavlja njihov jedini pokretni dio. Napajanje električnih vozila može se ostvariti povezivanjem baterija koje se mogu postavljati na različita mjesta u vozilu pod uslovom da između njih postoji električna veza. Zbog ovakvih mogućnosti i vrsta konfiguracija, dobijaju se različite izvedbe poput pogona na prednjim ili zadnjim točkovima, pogon na svim točkovima i sl.

U glavne dijelove električnih vozila svrstavamo: elektromotre, električne baterije i kontroler (upravljač motora), a u pomoćne dijelove svrstavamo: punjač baterija, analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa, sklopke, osigurače i istosmjerni pretvarač napona za napajanje potrošača u vozilu (svjetla, klima-uređaj, brisači i dr.), [1].

Označavanje električnih vozila i bezbjednost

Još uvijek ne postoji standardizovano označavanje električnih vozila, koje bi uglavnom bile od velike koristi prvenstveno vatrogascima prilikom intervenisanja na istim, jer svaki proizvođač, uglavnom koristi vlastite oznake, bezbjednosne i zaštitne elemente. Pojedina električna vozila posjeduju vanjske bezbjednosne oznake koje služe za njihovo lakše prepoznavanje, a sastoje se od slova ili simbola označenih plavom bojom kojima su definisane vrste električnih vozila, poput HEV, Plug-in hybrid ili EV (sl. 5).



Slika 5. Vanjske bezbjednosne oznake na električnim vozilima, [2].

Proizvođači električnih vozila primjenjuju i brojne bezbjednosne mjere, kao što su:

- Pozicioniranje visokonaponskih kablova izvan uobičajenih mjesta rezanja vozila u slučaju saobraćajne nezgode ili nesreće i obično se postavljaju po sredini poda ili u pragove vozila i označavaju narandžastom bojom,
- Visokonaponske baterije, obično se postavljaju u sredini vozila ili između zadnjih točkova vozila u zavisnosti od proizvođača;
- Visokonaponske baterije, osiguravaju se od mehaničkih oštećenja i prodora vode u njihovo kućište;

- Postavljanje jednog ili više uređaja za prekid napajanja baterije poput automatskih osigurača i releja ili Plug-in service-a (sl. 11) na različitim mjestima vozila i u zavisnosti od proizvođača, [2].

VRSTE BATERIJA ZA ELEKTRIČNA VOZILA

Električna baterija određuje karakteristike električnog vozila, njegovu cijenu, maksimalni doseg vozila i performanse koje zavise o njenoj energiji (kapacitivnosti) i snazi, [2].

Obzirom, kako je naprijed navedeno, da su se za pokretanje električnih automobila prvenstveno koristile nepunjive primarne energetske ćelije, a zatim punjive sekundarne baterije, odnosno olovno-kiselinske baterije (akumulatori), zatim NiCd, NiMH (nikl-metal-hidrid), vremenom su se razvijale novije baterije na bazi litijuma poput: LiS (litijum-sumpor), LiCoO₂ (litijum-kobalt-oksidi), LiMnO₂ (litijum-polimer), LiFePO₄ (litijum-ion-fosfat), Li₄Ti₅O₁₂ (litijum titanatna). Od navedenih litijumskih baterija, u praksi su se najbolje pokazale Li-ion baterije zbog svoje kapacitivnosti i veoma dobrog održavanja energije, koje se odlikuju smopražnjenjem 1-5% mjesčno (što je za 15% manje u odnosu na NiMH baterije). Sklonost pregrijavanju Li-ion baterija predstavlja njihov glavni nedostatak. Litijumske baterije u svakodnevnom životu, našle su različitu primjenu u zavisnosti od namjene, tako da se koriste u raznim mjernim instrumentima, satovima, medicinskoj opremi (sl. 6) i naravno u električnim vozilima, a odlikuju se malom masom, [1, 2, 8, 9].



Slika 6. Vrste i oblici litijumskih baterija- cilindrične, četvrtaste, dugmaste, [8].

Kinseki proizvođač baterija za električna vozila, BYD, razvio je inovativnu bateriju novije generacije na bazi LiFePO₄ (litijum-ion-fosfat), koja je manjih dimenzija i mase, omogućava bolju iskoristivost električne energije u poređenju sa dosadašnjim baterijama istog kapaciteta. Ova baterija u odnosu na dosadašnje baterije istog tipa, jeftinija je za proizvodnju, a domet električnih vozila povećan je na 1000 km, [1].

U skorije vrijeme, u upotrebu za električna vozila, uvedene su LiNiCoAlO₂ (nikl-kobalt-aluminijum) baterije za električna vozila dugog dometa, zatim Na-ion (natrijum jonske) baterije (od natrijuma dobijenog iz morske soli), koje imaju bolje karakteristike u odnosu na litijumske baterije u pogledu brzine punjenja, kapacitivnosti, što se odražava na povećanje maksimalnog dosega električnih vozila, [1, 8, 9, 12].

Vijek trajanja baterija, definisan je ciklusom punjenja (punjenja i pražnjenja), tako da litijumske baterije imaju cikluse do 3000 punjenja za razliku od olovnih baterija koje imaju od 500 do 1000 ciklusa punjenja, [2].

Litijum – dobijanje i upotreba

Hemičar Jans Jakob Berzelijus, otkrio je litijum 1800. godine u rudi petalita, [6]. Litijum (grč. lithos – kamen), hemijska oznaka Li je najlakši od svih poznatih metala i spada u grupu alkalnih (baznih) metala, a zbog svoje reaktivnosti, u prirodi se ne nalazi u elementarnom stanju. Duže vrijeme postojan je samo na suvom vazduhu pri sobnoj temperaturi, sporo reagujući, na njegovoj površini stvara se litijum nitrid (jedinjenje litijuma i azota Li₃N), a na vlažnom vazduhu veoma brzo oksidira, stvarajući litijum hidroksid (LiOH – veoma otrovna i nadražujuća baza). Litijum hidroksid se javlja u obliku bezbojnih do bijelih higroskopnih (sposobnost upijanja i zadržavanja vlage) kristala. Kao i svi alkalni metali u dodiru s vlagom na koži može prouzrokovati teške opekotine usljed nagrizanja, što nam ukazuje na opasnosti i štetnosti koje može prouzrokovati, [1, 6]. Shodno, navedenom, jedan je od rijetkih metala koji reaguje s azotom koji je inertan gaso. Ipak je najmanje reaktivan od svih alkalnih metala (natrijum, kalijum, rubidijum, cezijum i francijum), [6]. Zajedno sa svojim spojevima, ukoliko je izložen plamenu,

isti, boji intenzivno crvenom bojom (sl. 7). Obzirom da ima duplo manju gustinu od vode, samim tim ima sposobnost plutanja (sl. 8) u ugljovodicima, a u elementarnom stanju zbog sklonosti oksidiranju, čuva se potopljen u kerozinu (petrolej) ili parafinskom ulju (mineralnom ulju), [3, 6].

Litijum je takođe jedan od tri metala, pored natrijuma i kalijuma, koja mogu plutati na vodi. Takođe, od svih alkalnih metala ima najveću tvrdoću i dobar je provodnik električne energije i toplote.



Slika 7. Boja plamena litijuma, [4].



Slika 8. Plutanje litijuma u parafinu, [3].

Dobijanje litijuma, veoma je skupa i prljava tehnologija koja zagađuje životnu i radnu sredinu, pri čemu se troše velike količine vode i zemlje uz oslobađanje ugljendioksida CO_2 . Stijene sa sadržajem litijuma, prethodno se drobe i melju, zatim tretiraju hemijski sa koncentrovanim kiselinama, a nakon toga postupku elektrolize. Postoje dva načina dobijanja litijuma, a to su:

1. Klasični (rudarski) metod, odnosno dobijanje iz stijena, pri čemu se troše ogromne količine sumporne i hlorovodonične kiseline i oslobađaju ogromne količine ugljendioksida (10-30 tona) po toni litijuma,
2. Ekstrakcija iz slanih rastvora soli – salara, procesom isparavanja vode, koristeći sunčevu energiju i ogromne količine vode (oko 2.000 000 l) po toni litijuma, [4].

Ovaj alkalni metal, veoma je zastupljen i u morskoj vodi, u pepelu mnogih biljaka, poput duvana, kao i u mlijeku i u krvi. Ima veliku primjenu u proizvodnji keramike i stakla, baterija, elektronicima (veoma bitna komponenta u proizvodnji elektrolita i elektroda baterija), u proizvodnji maziva (litijumske masti koje se koriste za podmazivanje na visokim temperaturama, u pirotehnici, optici, medicini (psihijatrija, fizijatrija) te i u vojnim svrhama (za proizvodnju raketnih goriva, termonuklearnih bombi, tricijuma za hidrogenske bombe), [6].

POŽARI NA ELEKTRIČNIM VOZILIMA I TAKTIKA GAŠENJA

Prilikom gašenja požara na električnim vozilima, vatrogasci se susreću s raznim opasnostima ili situacijama, koje se dosta razlikuju od požara na konvencionalnim vozilima, odnosno na vozilima sa SUS motorima, poput opasnosti od visokonaponskih baterija i instalacija na vozilima ili štetnih (toksičnih) produkata sagorijevanja i toplotnog rizika. Prilikom požara na baterijama električnih vozila dolazi do nastanka raznih štetnih produkata sagorijevanja, kao što su: fluorovodonik (HF), hlorovodonik (HCl), vodonik (H) i cijanovodonik (HCN), od kojih su zadnja dva eksplozivna. Pored navedenih opasnosti, prisutan je toplotni rizik kao posljedica požara na bateriji. Takođe, moguća je pojava elektrotremičkih opekotina prouzrokovanih prolaskom električne struje kroz tijelo čovjeka, [2]. Požari na električnim vozilima, mogu se javiti na samoj bateriji, ili se na bateriju mogu prenijeti sa ostatka požarom zahvaćenog vozila. Zbog različitih reakcija baterija električnih vozila zahvaćenih požarom zbog izloženosti hemijskom procesu gorenja, ili neposrednom izvoru toplote, vatrogascima su propisana sljedeća upozorenja i postupci:

- Prilikom gašenja požara na električnim vozilima, obavezno je korištenje zaštitne opreme – zaštitnih odijela i obuća, kao i izolacionih aparata radi zaštite organa za disanje, lica i oči;
- Obzirom na specifičnost litijuma i elektrolita u baterijama prilikom sagorijevanja, kao i pojave drugih opasnosti, gašenje ove vrste vozila vršiti sa udaljenosti od 15 m;
- Gašenje požara električnih vozila vodom, predstavlja opasnost za vatrogasce;
- Obavezan pregled ugašene baterije pomoću termovizijske kamere, zbog postojanja mogućnosti ponovnog paljenja u intervalu od nekoliko časova do 24 časa;
- Prilikom gorenja baterija javlja se zvuk sličan strujanju vazduha, intenzivan bijeli dim, iskrenje sa konstantnim plamenom;

- Obzirom da se baterije nalaze u izolovanom kućištu, do žarišta požara je nemoguće prodrijeti sredstvima za gašenje, iz tog razloga potrebno je planirati velike količine vode za gašenje (do 15.000 litara), potrebno je predvidjeti opskrbu vodom;
- Nakon gašenja požara na baterijama, nastavlja se hlađenje istih, kako bi se spriječilo ponovno paljenje;
- Strogo je zabranjeno je uklanjanje poklopca sa kućišta električne baterije, zbog mogućnosti udara visokog napona;
- Prilikom gašenja koristiti raspoloživu opremu s vatrogasnih vozila;
- Električna i hibridna vozila ne zahtijevaju specijalnu opremu za gašenje, [1].

Obzirom da kod nas nema adekvatne taktike, niti iskustva za gašenje ove vrste požara, prilikom gašenja, potrebno je primjenjivati razrađene taktičke modele i nastupe francuskih i američkih vatrogasaca, koji se baziraju na dvije vrste gašenja:

1. Ako vatra nije zahvatila električne baterije, preporučuje se **ofanzivni napad** i primjena taktike gašenja kao za vozila sa motorima SUS;
2. Ako je vatra zahvatila električne baterije, preporučuje se **defanzivni napad**, [1].

SRDESTVA ZA GAŠENJE POŽARA NA ELEKTRIČNIM VOZILIMA

Kao osnovna sredstva za gašenje požara na električnim vozilima, ubrajamo vodu, pjeno i prah, a pri gašenju požara, koristimo uglavnom vodu, dok se pjeno i prah koriste sve dok požar ne zahvati električne baterije.

DEKRA (Deutsche Kraftfahrzeug-Überwachungs-Verein e.V. – German Motor Vehicle Monitoring Association osnovana je 1925. godine u Berlinu i usmjerena prvenstveno na bezbjednost automobila, a u novije vrijeme bavi se ispitivanjem i sertifikovanjem električnih vozila) vršila je eksperimentalno ispitivanje na litijum-jonskoj bateriji namjernim izazivanjem požara, kako bi se ispitala učinkovitost sredstava za gašenje požara (T. 1), [1]. „Prvi znakovi gorenja nastalog kao posljedica kratkog spoja i oštećenja na električnoj bateriji pojavili su se nakon osam minuta uz vidljive deformacije na kućištu električne baterije, oslobađanje toksičnih gasova, pojavu blještavog plamena (dužine do 2 m), prskanje manje količine aluminijuma (u prečniku od 2 m), dok je izmjerena temperatura na električnoj bateriji iznosila 750° C.

- **Voda** - efikasnost vode kao sredstva za gašenje požara na baterijama za električna vozila prilikom prvog gašenja je izvršeno je u vremenskom intervalu od 40 s, pri čemu je potrošeno cca 70 l vode, a nakon 140 s došlo je do njenog samozapaljenja, pri čemu je utrošeno cca 200 l vode, dok je vremenski interval gašenja iznosio 4 min. Do potpunog gašenja električne baterije, potrošeno je cca 500 l vode u vremenskom intervalu od 17 min. Nakon gašenja, električna baterija je bila potopljena u bazenu i naredna tri sata je ispuštala mješure sa dimom, čime se došlo do saznanja da se zbog gašenja vodom, električna baterija počela ponovo grijati, što je dovelo do njenog ponovnog paljenja, te da se u roku od 24 do 48 časova može ponovo zapaliti.
- **F-500** – je aditiv (pjeno) koji se dodaje vodi (radi smanjenja njenog površinskog napona radi efikasnijeg prodiranja u pore gorive materije); koristi se kao: ohlađujuće sredstvo i sredstvo za gašenje požara, ovlaživač, kontrolu isticanja opasnih rekućina i gasova, uz mogućnost doziranja od: 1, 3 i 6%. Prilikom gašenja požara na baterijama električnih vozila, koji se odlikuje naglim odvođenjem toplote, neutrališući gorenje, smanjujući intenzitet plamena i isparavanja, usljed čega se povećeva vidljivost. Za gašenje je korištena specijalno dizajnirana mlaznica (turbomlaznica sa samomješačem; sl. 9) podešena na protok vode od 75 l i doziranje aditiva na 1%, dok je plamen nestao već nakon 14 s i potrošenih 15 l mješavine. Za potpuno gašenje električne baterije, potrošeno je cca 80 l mješavine, a za razliku od vode, temperatura baterije u toku i nakon gašenja nije rasla.
- **Firesorb** – je takođe aditiv koji se dodaje vodi prilikom gašenja požara na baterijama električnih vozila, a karakteriše se formiranjem gela koji se lijepi za gorivu površinu (ravnu, kosu ili okomitu) uz naglo odvođenje toplote i značajnog smanjenja brzine isparavanja vode, smanjujući njenu potrošnju. Za gašenje je korištena voda sa hidranta, međumješalica Z2 uz doziranje aditiva na 1,8%, dok je plamen nestao već nakon 6 s i potrošenih 40 l mješavine. Za potpuno gašenje električne baterije, potrošeno je cca 120 l mješavine, a za razliku od vode, temperatura baterije kao i kod gašenja sa F-500, u toku i nakon gašenja nije rasla“, [1].

Tabela 1. Efikasnost sredstava za gašenje požara na električnim baterijama, [1]

	Voda	F-500	Firesorb
Baterija	Litijum-jonska		
Masa baterije (kg)	175		
Količina vode (l)	400	80	120
Aditiv	-	F-500	Firesorb
Procenat mješavine	-	1%	1,8%
Vrijeme gašenja plamena (s)	40	7	6
Ponovno paljenje	Da	Ne	Ne
Vrijeme potpunog gašenja (s)	1050	689	456
Temperatura baterije u toku gašenja ° C	460	577	409

OPREMA ZA GAŠENJE POŽARA NA ELEKTRIČNIM VOZILIMA

Za gašenje požara na električnim vozilima, može se koristiti uobičajena oprema za gašenje kojom vatrogasne jedinice raspolažu, ali se mora voditi računa o sredstvima za gašenje. Mnoge vatrogasne jedinice na području Republike Srpske i BiH, nažalost, nisu u finansijskim mogućnostima da kupuju naprijed pomenuta i veoma učinkovita sredstva, nego su primorana da ovu vrstu požara gase najčešće korištenim sredstvom-vodom. Iz prethodno navedenog, može se vidjeti da su u eksperimentalne svrhe koje je sprovodila DEKRA prilikom gašenja požara korištena uobičajena vatrogasna oprema: crijeva, mlaznice, međumješalica, a snabdijevanje vodom za gašenje požara, vršeno je sa sa hidranta.

U posljednjih nekoliko godina, a u svrhu efikasnosti gašenja požara na električnim automobilima, u upotrebu je uvedeno nekoliko modela opreme, kao što su:

- **Protivpožarni prekrivač (VLITEX fire blanket)** – namijenjen je za sprečavanje: dotoka vazduha, suzbijanju plamena i oslobađanja toksičnih produkata do početka bezbjednog gašenja ili do momenta prebacivanja vozila nakon gašenja požara na vozilu. Osnova prekrivača je izrađena od staklenih vlakana koja su sa obe strane presvučena slojem silikonskog premaza, a odlikuje se pogodnošću višekratne upotrebe. Njegove dimenzije iznose 6×8 m, a masa 25 kg. Otporan je na temperaturu od 1100° C u vremenskom intervalu od 50 časova. Može se koristiti na svim modelima vozila uključujući terenska vozila i motocikle (sl. 10).



Slika 9. AWG turbomlaznica sa samomješačem, [1].



Slika 10. Protivpožarni prekrivač VLITEX-primjena, [1].

- **Sistem vodene magle niskog pritiska (VLITEX SprayJet HV)** – je sistem međusobno povezanih mlaznica niskog pritiska kako za dobijanje vodene magle radi što efikasnijeg odvođenja toplote gorive materije i hlađenja gorive materije, tako i istiskivanja vazduha iz zone gorenja. Ovaj sistem je predviđen za postavljanje na teško dostupna mjesta, kao što su prostori ispod vozila (za hlađenje baterija kod električnih vozila, kočionih sisteme i sl.) putem adijabatskog procesa i u praksi se pokazao kao veoma efikasan (sl. 11).



Slika 11. Sistem vodene magle niskog pritiska VLITEX SprayJet HV-primjena, [1].

- **Utikač za hitni slučaj (Emergency Plug)** – u hitnim situacijama, utikač se konektuje na utičnicu za punjenje vozila i simulira proces punjenja, kako bi se mjenjač električnog vozila automa-

tski prebacio u položaj „P“ (aktiviranje električne kočnice), čime je onemogućeno iznenadno pomijeranje električnog vozila. Pomoću led dioda integrisanih u kućište punjača, može se indikovati da li je vozilo deaktivirano (sl. 12)“, [1].



Slika 12. Utikač za hitni slučaj (Emergency Plug)-primjena, [1].

RASPRAVA

Hibridna vozila odlikuju se manjom emisijom stakleničkih gasova, dok vozila na električni pogon ne proizvode štetne produkte radom svojih motora poput CO ili CO₂, kao ni čestice čađi, niti stvaraju nivo buke kao motori SUS, te su iz tog razloga ekološki prihvatljiva. Ukoliko malo pažljivije razmotrimo, možemo zaključiti da, ipak ova vrsta vozila jednim dijelom doprinosi zagađivanju okoline, jer je povećanjem njihovog broja, u nekim evropskim zemljama povećana i proizvodnja električne energije (rad termoelektrana), dok je električna energija proizvedena iz „obnovljivi“ izvora energije za ovu vrstu vozila nedovoljna i zanemariva. Kretanjem ovih vozila, pod dejstvom sile trenja, kao i kod vozila sa SUS morotima dolazi do habanja pneumatika, čime se i dalje zagađuje okolina sitnim česticama gume, obzirom da se kod električnih vozila pneumatici brže troše zbog veće mase i obrtnog momenta u odnosu na motore SUS. Ovome treba pridodati i štetnost sumpora i čađi kao osnovnih komponenata koje se koriste u proizvodnji gume, zatim plastike (koja se dodaje u ljetne pneumatike), a koje usljed habanja pneumatika prouzrokovane trenjem dovode do zagađivanja okoline mikroplastikom kao jednom od vodećih polutanata novijeg vremena.

Električna vozila, prilikom kočenja koriste iste kočione sisteme kao i vozila sa motorima SUS, kojima se zbog povećanja sile trenja zagađuje okolina, trošenjem kočionih obloga izrađenih od plastičnih masa (bakelit) i azbesta. Imajući u vidu da je električna energija jeftiniji energent od nafte, električna vozila su još uvijek skuplja od vozila sa motorima SUS, [1].

ZAKLJUČAK

Uzmimajući u obzir sam postupak dobijanja litijuma, od kojeg se proizvode baterije za električna vozila, počevši od iskopavanja iz zemljine kore, hemijske prerade i negativnih posljedica u toku upotrebe, pa do povećane mase električnih vozila, možemo zaključiti da ista predstavljaju veliku opasnost po okolinu, naročito kada uzmemo u obzir zamjenu neispravnih baterija, njihovo zbrinjavanje i reciklažu. Baterije za električna vozila sastoje se od više hemijskih elemenata (litijum, elektrolit, materijal kućišta) i predstavljaju značajnu opasnost prilikom nastanka i gašenja požara, zbog oslobađanja velikih količina štetnih i toksičnih produkata sagorijevanja.

Gašenjem požara na električnim vozilima troše se velike količine vode koja se slijeva na okolne terene ili u oborinsku kanalizaciju, vežući za sebe štetne produkte nastale posljedicama hemijskih i termičkih degradacija materijala, noseći ih sa sobom u riječne tokove (ukoliko nema prečistača oborinskih voda).

Voda kao najdostupnije, najjeftinije i najčešće korišteno sredstvo za gašenje požara, kao sredstvo za gašenje baterija na električnim vozilima nije preporučljiva zbog opasnosti od udara električne energije i interakcije s litijumom usljed koje dolazi do pojačavanja intenziteta gorenja. Ona bi se trebala koristiti samo kao sredstvo za hlađenje (baterija ili drugih elektronskih komponenti vozila), a za gašenje požara na baterijama električnih vozila treba je koristiti je samo uz dodavanje aditiva poput F-55 ili Firesorb-a, [1].

Ova vrsta vozila predstavlja i veliku opasnost kako vatrogascima, tako i drugim licima u neposrednoj blizini u akcidentnim situacijama, pri tehničkim intervencijama (saobraćajne nezgode ili nesreće) ili požarima u kojima je učestvovalo najmanje jedno vozilo na električni pogon. „Posebnu pažnju treba posvetiti isključivanju glavne sklopke (ukoliko je to moguće) zbog prekida snabdijevanja vozila (elektromotora) visokim naponom (koji se u zavisnosti od proizvođača kreće od 400 do 650 V) i dodatno

osigurati pomijeranje vozila stabilizacionim blokovima, kako bi se izbjeglo njegovo iznenadno pokretanje, ali i mogućnost udara električne energije“, [1].

Kroz redovne edukacije, vartogascima, treba ukazivati da nikada ne dodiruju, oštećuju ili sijeku narađzaste visokonaponske kablove, koji su inače smješteni u dobro obezbijedenim i zaštićenim dijelovima vozila, da prilikom intervenisanja na ovoj vrsti vozila obavezno nose zaštitnu opremu, uključujući i opremu za zaštitu od udara električne energije. Ovim edukacijama, potrebno je obuhvatiti kako sisteme bezbjednosti, način obilježavanja, prepoznavanja i tehnička unapređenja na električnim vozilima, tako i taktiku gašenja požara, način primjene i učinkovitosti postojećih i novih sredstava za gašenje požara na istim, [1].

LITERATURA

[1] Majstorović A, Todić M. Latinović T; Extinguishing Fires on Electrical Vehicles; 1st International Conference SiZCo 2024 from the Area Safety at Work and Fire Protection; University of Travnik; Faculty of Technical Studies; Travnik 2024.

[2] Sarić M; Požar električnog vozila, završni rad; Veleučilište u Karlovcu; Karlovac; 2020.

Web izvori

[3] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Litij>, [pristupljeno 14.04.2026].

[4] <https://n1info.rs/zeleni-kutak/iskopavanje-litijuma-sta-se-desava-za-zemljom-vodom/>, [pristupljeno 14.04.2026].

[5] <https://smart-ri.hr/znate-li-da-je-prvo-elektricno-vozilo-proizvedeno-prije-vise-od-100-godina/>, [pristupljeno 11.03.2024].

[6] <https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%98%D1%83%D0%BC>, [pristupljeno 16.04.2026].

[7] https://sr.wikipedia.org/wiki/Primarna_baterija, [pristupljeno 08.04.2026].

[8] <https://www.csit-energy.com/bs/news/types-of-automotive-lithium-batteries-and-key-characteristics/>, [pristupljeno 14.04.2026].

[9] https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&hs=BCN&sca_esv=fa300c1ed4c4332d&udm=2&fbs=ADc_1-a, [pristupljeno 08.04.2026].

[10] <https://www.telegraf.rs/auto/auto-vesti/3364889-nikola-tesla-elektricni-automobil>; [pristupljeno 08.04.2026].

[11] <https://www.hrastovic-inzenjering.hr/primjena-energije/energetski-clanci/alternativne-tehnologije/item/500-elektricni-automobil-nikole-tesle.html>, [pristupljeno 14.04.2026].

[12] <https://www.facebook.com/share/v/LuTKGdsVnJL2r7AY/?mibextid=oFDknk>, [pristupljeno 22.08.2024].

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



Doc. dr sci. Aleksandar Majstorović

Grad Banja Luka, Gradska uprava, Služba za zajedničke poslove, Banja Luka, Republika Srpska
aleksandar.majstorovic@banjaluka.rs.ba

Diplomirao, magistrirao i doktorirao na Mašinskom fakultetu u banjoj Luci. Cjelokupan radni staž, uglavnom mu je vezan za poslove u Vatrogasnoj brigadi Banja Luka. Edukovao se u zemlji i inostranstvu, stičući sertifikate: o rukovanju i osnovnom održavanju kompresora visokog pritiska, ispitivanju i

održavanju izolacionih aparata, iz oblasti opasnih materija, radiološko-hemijskih i bioloških supstanci, gašenje požara otvorenih prostora... Na fakultetu za tehničke studije u Travniku, izabran u zvanje docenta za naučne oblasti: Zaštita od požara, Zaštita na radu i Metodologija naučnoistraživačkog rada. Autor je devet naučnih i šest stručnih radova, kao i koautor dva naučna i četiri stručna rada, objavljenih u zbornicima međunarodnih naučnih konferencija. Autor je knjige pod naslovom „The Safety Using of Breathing Apparatus in Accident's Situations“ izdate kod izdavača Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Njemačka na engleskom i njemačkom jeziku.

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

Aleksandar Majstorović, Assis. Ph.D.

City of Banja Luka, City Administration, Service for Common Affairs, Banja Luka, Republic of Srpska
aleksandar.majstorovic@banjaluka.rs.ba

Graduated, master's and doctorate at the Faculty of Mechanical Engineering in Banjo Luka. His entire work experience, mainly related to his work at the Banja Luka Fire Brigade. He was educated in the country and abroad, obtaining certificates: on handling and basic maintenance of high-pressure compressors, testing and maintenance of insulation devices, in the area of hazardous substances, radiological-chemical and biological substances, extinguishing fires in open spaces... At the Faculty of Technical Studies in Travnik, he was elected to the position of assistant professor for the scientific areas: Fire Protection, Safety at Work and Methodology of the Scientific Research Council. He is the author of nine scientific and six professional papers, as well as the co-author of two scientific and four professional papers, published in the proceedings of international scientific conferences. He is the author of the book entitled "The Safety Using of Breathing Apparatus in Accident's Situations" published by Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany in English and German.

PODACI O SUATORIMA (DATA ON CO-AUTHORS)

2)

Prof. dr. sci. Mladen Todić, šef Katedre inženjerstva zaštite radne sredine

Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, Republika Srpska

e-mail: mladen.todic@mf.unibl.org

3)

Doc. dr sci. Biljana Vranješ, dipl. inž. maš;

Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, Republika Srpska

e-mail: biljana.vranjes@mf.unibl.org

Tomislav Lacković

PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE I ANALITIKE U OPTIMIZACIJI ENERGETSKE UČINKOVITOSTI PODATKOVNIH CENTARA

Sažetak

Podatkovni centri čine temelj suvremene digitalne infrastrukture, a obuhvaćaju sustave napajanja, hlađenja, IT opremu te nadzor i upravljanje. Njihov snažan rast u Europi i svijetu potaknut je razvojem umjetne inteligencije (AI), posebno generativnih modela (vrsta modela umjetne inteligencije koji može stvarati novi sadržaj — tekst, sliku, programski kod, zvuk, podatke) i strojnog učenja, uz dodatni utjecaj cloud usluga, digitalne transformacije i regulatornih zahtjeva. Sve veća računalna opterećenja, osobito kod AI aplikacija, značajno povećavaju potrošnju energije, toplinsko opterećenje i potrebu za naprednim rashladnim sustavima. Cilj ovog rada je prikazati primjenu umjetne inteligencije u prediktivnom upravljanju radom klimatizacijskih uređaja unutar podatkovnog centra, pri čemu AI modeli analiziraju prikupljene podatke te omogućuju optimizaciju rada rashladnih sustava u stvarnom vremenu. Time se postiže smanjenje potrošnje energije, povećanje učinkovitosti i pouzdanosti rada podatkovnog centra.

Ključne riječi: Energetska učinkovitost, Podatkovni centar, Umjetna inteligencija.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ANALYTICS IN OPTIMIZING THE ENERGY EFFICIENCY OF DATA CENTERS

Abstract

Data centers form the foundation of modern digital infrastructure, include power supply, cooling, IT equipment and monitoring and control systems. Their strong growth in Europe and the world is driven by the development of artificial intelligence (AI), especially generative models (a type of artificial intelligence model that can create new content — text, image, program code, sound, data) and machine learning, with the additional impact of cloud services, digital transformation and regulatory requirements. Increasing computing workloads, especially in AI applications, significantly increase energy consumption, thermal load and the need for advanced cooling systems. The aim of this paper is to demonstrate the application of artificial intelligence in predictive management of air conditioning units within a data center, where AI models analyze the collected data and enable optimization of cooling systems in real time. This results in reduced energy consumption, increased efficiency and reliability of data center operations.

Key words: Artificial intelligence, Data center, Energy efficiency.

UVOD

Podatkovni centar (engl. Data Center) predstavlja specijalizirani infrastrukturni sustav koji obuhvaća građevinu ili njezin funkcionalno izdvojen dio, projektiran i opremljen za smještaj poslužiteljskih sustava (računalnih servera), mrežne opreme i sustava za pohranu podataka. U suvremenom digitalnom društvu podatkovni centri čine temelj informacijsko-komunikacijske infrastrukture te omogućuju pouzdanu pohranu, obradu i distribuciju digitalnih informacija.

Porastom količine podataka i sve većom ovisnošću poslovnih sustava i procesa o informacijskoj tehnologiji, zahtjevi za dostupnošću, sigurnošću i energetsom učinkovitošću podatkovnih centara značajno su porasli. U tom kontekstu, podatkovni centri evoluirali su iz jednostavnih prostora za smještaj IT opreme u kompleksne, visoko optimizirane sustave koji integriraju fizičku infrastrukturu i softverske platforme za upravljanje i nadzor.

Za projektiranje, izgradnju i upravljanje podatkovnim centrima koriste se međunarodno priznati standardi i smjernice. Među najznačajnijima su standard TIA-942 (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers), koji definira zahtjeve za telekomunikacijsku infrastrukturu, te klasifikacijski sustav Uptime Institute Tier Standard, koji podatkovne centre razvrstava u razine (Tier I – Tier IV) ovisno o razini redundancije i dostupnosti instaliranih infrastrukturnih resursa unutar podatkovnog centra. Također, standard ISO/IEC 27001 usmjeren je na upravljanje informacijskom sigurnošću, dok ISO/IEC 22237 definira zahtjeve za dizajn i operativne aspekte podatkovnih centara na međunarodnoj razini.

Podatkovni centar kao infrastrukturni sustav

Podatkovni centar predstavlja složeni sustav sastavljen od međusobno povezanih infrastrukturnih i funkcionalnih komponenti koje omogućavaju neprekidan rad informacijskih sustava. Njegova arhitektura temelji se na principima redundancije, skalabilnosti i visoke dostupnosti.

Ključne infrastrukturne komponente uključuju:

Poslužiteljske sustave (servere) – fizičke ili vitalizirane platforme za obradu podataka i izvođenje aplikacija

Sustave za pohranu podataka – centralizirana rješenja za dugoročnu pohranu podataka i sigurnosnih kopija tih podataka

Mrežnu infrastrukturu – komunikacijske sustave koji omogućuju prijenos podataka unutar centra i prema vanjskim mrežama

Sustave napajanja – uključuju primarno napajanje iz elektroenergetske mreže, sustave besprekidnog napajanja (UPS) i agregatske izvore napajanja

Sustave hlađenja i klimatizacije – osiguravaju optimalne radne uvjete kroz kontrolu temperature i vlage, često primjenom koncepta toplih i hladnih prolaza

Rack sustave – standardizirane ormare za organizaciju i montažu IT opreme

Kabelsku infrastrukturu – strukturirano kabliranje (bakreno i optičko) za pouzdan prijenos podataka i energije

Sustave nadzora i upravljanja – uključuju SCADA i DCIM sustave za praćenje performansi, potrošnje energije i uvjeta rada opreme

Sigurnosne sustave – obuhvaćaju fizičku i logičku zaštitu, uključujući kontrolu pristupa, videonadzor i sustave za detekciju i gašenje požara

Redundantne komponente – implementirane radi postizanja visoke dostupnosti sukladno definiranoj Tier klasifikaciji

Primjena navedenih komponenti u skladu s relevantnim standardima omogućuje projektiranje podatkovnih centara koji zadovoljavaju stroge zahtjeve pouzdanosti i sigurnosti.

Rizici i uzroci zastoja i energetska učinkovitost podatkovnog centra

Unatoč visokom stupnju standardizacije i tehnološke sofisticiranosti, podatkovni centri izloženi su različitim rizicima koji mogu ugroziti kontinuitet poslovanja. Analiza uzroka zastoja ključna je za implementaciju učinkovitih mjera prevencije i oporavka.

Dobro balansiranje između poslovanja sa najvišom razinom stabilnosti i energetske učinkovitosti podatkovnog centra predstavlja poslovni rizik te postavlja izazove za vlasnika ili iznajmljivača usluge podatkovnog centra.

Energetska učinkovitost podatkovnog centra najčešće se promatra kroz PUE (engl. Power Usage Effectiveness).

PUE (engl. Power Usage Effectiveness) je najčešće korišteni pokazatelj za mjerenje energetske učinkovitosti podatkovnih centara. Razvila ga je organizacija „The Green Grid“, a služi za razumijevanje koliko učinkovito podatkovni centar koristi električnu energiju, s ciljem da se što veći udio potrošnje odnosi na IT opremu, a što manji na pomoćne sustave poput hlađenja, rasvjete i napajanja.

Elementi koji utječu na bolji PUE:

- učinkovitost rashladnih sustava – korištenje tehnologija za hlađenje tekućinom umjesto strujanja hladnog zraka, rashladnih tekućina, i pasivnog hlađenja
- dizajn i raspored opreme – pravilna organizacija rack ormara i bolji protok zraka unutar sistem sale
- korištenje obnovljivih izvora energije – npr. solarni paneli za proizvodnju električne energije, što može utjecati na ukupnu potrošnju el. energije iz mreže
- korištenje visoko učinkovitih napajачkih sustava (UPS, PDU).
- praćenje i optimizacija potrošnje energije u stvarnom vremenu (DCIM i SCADA aplikacija)

Transformacija infrastrukturnih elemenata podatkovnih centara

Snažan rast tržišta podatkovnih centara u Europi i svijetu, uz projiciranu prosječnu godišnju stopu rasta od približno 11,9 %, usko je povezan s ubrzanim razvojem suvremenih digitalnih tehnologija. Posebno se ističe utjecaj umjetne inteligencije (Artificial Intelligence, AI), uključujući modele i sustave strojnog učenja, koji značajno povećavaju zahtjeve za računalnim resursima. Uz primjenu AI tehnologija, ključni pokretači rasta tržišta podatkovnih centara uključuju i širenje usluga u „oblaku“ (cloud), procese digitalne transformacije u različitim industrijskim sektorima, razvoj koncepta rubnog računarstva (edge computing), kao i regulatorne zahtjeve povezane s digitalnim suverenitetom i energetsom učinkovitošću.

Porast računalnih opterećenja izravno se reflektira na povećanje energetske potrošnje podatkovnih centara. Tradicionalni trenutno korišteni rack ormari prosječno troše između 7 i 10 kW instalirane IT opreme unutar jednog rack ormara. Suvremeni rack ormari, optimizirani za umjetnu inteligenciju, prelaze vrijednosti od 30 kW instalirane IT opreme unutar jednog ormara. U podatkovnim centrima specijaliziranim za AI opterećenja, gustoća snage instalirane IT opreme, može doseći i raspon od 100 do 300 kW po rack ormaru.

Ovakav značajan porast energetske potrošnje posljedica je tehnološkog prijelaza s tradicionalnih procesorskih arhitektura temeljenih na centralnim procesorskim jedinicama (CPU) prema grafičkim procesorskim jedinicama (GPU) i akcelerskim klasterima, koji su optimizirani za paralelnu obradu velikih količina podataka.

Iako takva arhitektura omogućuje znatno veću računalnu učinkovitost u kontekstu AI aplikacija, istodobno rezultira povećanim zahtjevima za električnom energijom i dodatnim opterećenjem infrastrukture podatkovnog centra.

Značajan dio (40%) potrošnje energije u podatkovnim centrima pripisuje se sustavima hlađenja, koji su ključni za održavanje pouzdanosti hardvera i operativne učinkovitosti. Tradicionalno su se zbog svoje jednostavnosti i isplativosti koristila rješenja za hlađenje na bazi zraka tj. uređaji za klimatizaciju sistem sala (CRAC) i uređaji za upravljanje zrakom u sistem salama (CRAH). Povećavanjem gustoće

instalirane snage podatkovnih centara, ovi sustavi nastoje održati i osigurati učinkovito hlađenje, što dovodi do vrućih točaka unutar sistem sale, neučinkovitosti i smanjenog vijeka trajanja opreme. Iako su metode zadržavanja toplih i hladnih prolaza pomogle u poboljšanju učinkovitosti hlađenja, one i dalje nisu dovoljne za toplinske zahtjeve modernih modela koji se koriste za pogon AI aplikacija. Slijedom toga, industrija se prebacuje na rashladne sustave na bazi tekućina i poboljšane isto tako umjetnom inteligencijom kako bi se premostio izazov u učinkovitosti.

Cilj i svrha

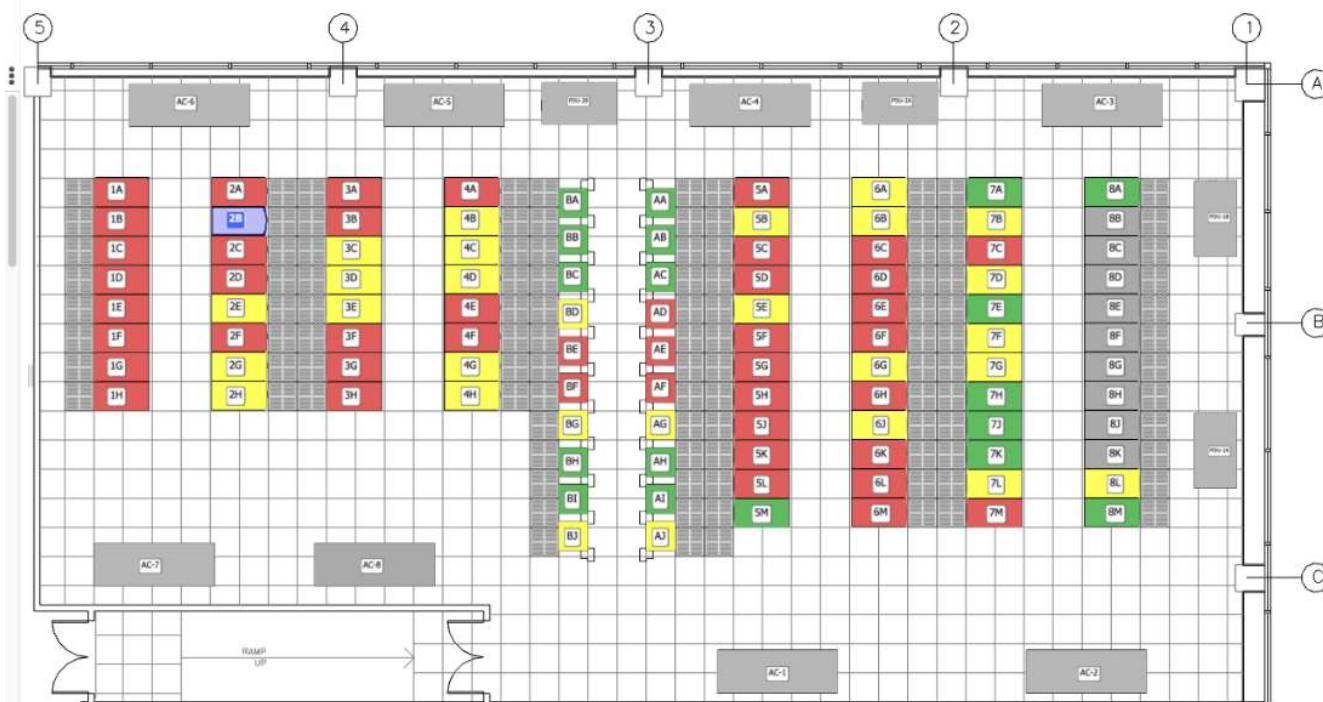
Cilj ovog stručnog rada je analizirati uzročno-posljedičnu povezanost između sve veće primjene umjetne inteligencije (Artificial Intelligence, AI) u podatkovnim centrima i porasta ukupne potrošnje električne energije, te istražiti mogućnosti primjene istih ili srodnih AI pristupa u svrhu optimizacije energetske učinkovitosti sustava, osobito u segmentu klimatizacije i hlađenja.

Polazišna pretpostavka rada temelji se na činjenici da intenzivna primjena AI tehnologija, uključujući modele strojnog učenja i dubokog učenja, dovodi do značajnog povećanja računalnih opterećenja, a time i povećanje potrošnje električne energije te dodatnog toplinskog opterećenja unutar podatkovnih centara. Kao izravna posljedica toga javlja se potreba za učinkovitijim i adaptivnijim sustavima hlađenja, koji mogu odgovoriti na povećanu toplinsku gustoću uzrokovanu pojačanim radom instalirane IT opreme.

Činjenica je, kako se upravo umjetna inteligencija, koja je inicijalno uzrok povećanja energetske zahtjeva, može primijeniti kao alat za njihovo smanjenje. U tom kontekstu, razmatrana je primjena naprednih analitičkih metoda i algoritama strojnog učenja za upravljanje klimatizacijskim sustavima u stvarnom vremenu, s ciljem optimizacije potrošnje energije uz očuvanje potrebnih radnih uvjeta (temperatura, vlaga, raspodjela topline).

Zaključno, svrha rada je doprinijeti razumijevanju dvosmjerne uloge umjetne inteligencije u podatkovnim centrima – kao čimbenika koji povećava potrošnju energije, ali i kao ključnog alata za njezinu optimizaciju – s naglaskom na primjenu u sustavima klimatizacije i upravljanja toplinskim opterećenjem unutar podatkovnog centra.

Slika 1. Podatkovni centar – ilustracija sistem sale podatkovnog centra sa rasporedom rack ormara (npr. 4A i sl) i klimatizacijskih uređaja (npr. AC-4)



Izvor: <https://www.sunbirdcim.com/>

METODE

Na temelju utvrđenog projektnog zadatka koji je izrađen zajedno sa predstavnicima investitora i prethodno uočenih ograničenja (različita vrsta i dobavljači instalirane klimatizacijske opreme odabranog podatkovnog centra), postavljenih ciljeva i zadataka definirane su metode pristupa i načina mjerenja i prikupljanja izmjenjenih veličina. Metode se temelje na iskustvima dobre prakse te u skladu sa tehničkim propisima za električne instalacije i uređaje, kao i općim pravilima struke o dostupnosti, mogućnosti servisiranja i vizualnoj urednosti postavljene opreme.

Analizom veličine mreže i raspoređenosti podatkovnih centara i postavljenih zadataka, uz dogovor sa investitorom, odlučeno je da će se istraživanje izvesti na uzorku od **jednog podatkovnog centra** na prostorima **dvije sistem sale** raspoređene na dva od ukupno četiri kata predmetnog podatkovnog centra.

Metode su provedene kroz slijedeće korake analize definirane lokacije:

- a) obilazak lokacije te prikupljanje podataka o mogućnosti instaliranja i napajanja elementa potrebnih za provedbu mjerenja parametara unutar pojedine sistem sale;
- b) obilazak lokacije te prikupljanje podataka o instalateru pojedinog sustava Grijanja, Ventilacije, Hlađenja unutar pojedine sistem sale.

Prikupljeni podatci o uređajima se analiziraju kroz načine i mogućnosti spajanja mjerne tehnike:

- a) mogućnost spajanja dodatne komunikacijsko/upravljačke kartice na postojeće klimatizacijske uređaje,
- b) definiranje protokola komunikacije postojeće i novo instalirane opreme (Modbus, RS 485, TCP/IP i dr.).

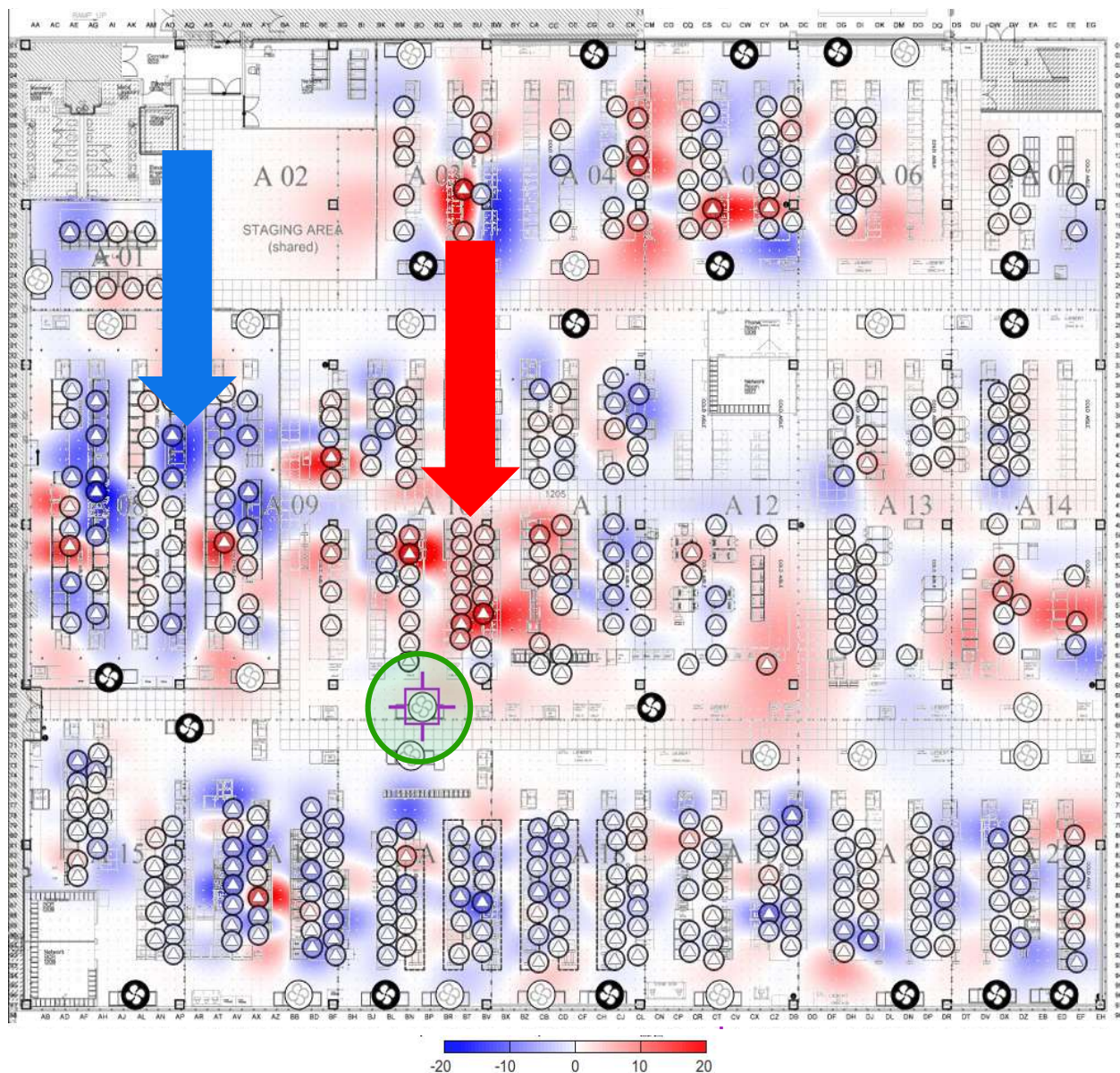
Na lokaciji podatkovnog centra nije instalirana računalna oprema specijalizirana za AI opterećenja, tako da gustoća snage instalirane IT opreme ne doseže raspon od 100 kW po rack ormaru, ali je uočen trend ugradnje rack ormara koji prelaze vrijednosti od 10 kW instalirane IT opreme. Time je ispunjen i jedan od kriterija koji je uvjet za analizu opravdanosti ulaganja sustava za upravljanje rashladnim sustavom putem umjetne inteligencije. Isto tako investitor koji u postojećim uvjetima može ostvariti dodatnu uštedu na nekom od energenata potrebnih za redovan rad podatkovnog centra, osobito smanjenje potrošnje električne energije, predstavlja sigurnog kandidata za ugradnju i primjenu novih tehnologija.

Složenost hlađenja u stvarnom podatkovnom centru.

Kako bi prikazao kompleksnost teme hlađenja u podatkovnom centru, koja se obrađuje ovim stručnim radom, u nastavku predstavljam podatke iz stvarnog podatkovnog centra prije uvođenja umjetne inteligencije u funkciju nadziranja i upravljanja sustavom hlađenja. .

Ovaj objekt je tipičan podatkovni centar sa 30 CRAH rashladnih jedinica. Sve rashladne jedinice su snage od 100 kW i instalirane su na podignutom podu unutar sistem sale.

Slika 2. – Mapa toplinskog utjecaja u sistem sali



Izvor: <https://www.vigilent.com/>

Boje prikazuju utjecaj hlađenja (plava boja) i grijanja (crvena boja) različitih CRAH rashladnih jedinica u prostoriji sistem sale. Uočljivo je da neke rashladne jedinice imaju utjecaj na cijelu prostoriju, dok druge jedinice imaju lokalizirani utjecaj.

Važno je razlučiti, a što je u praksi redovan slučaj, da su neke rashladne jedinice neispravne (npr. ventil je zaglavljen u zatvorenom položaju) i nemaju nikakav utjecaj na hlađenje prostora, iako rade i troše električnu energiju.

Isto tako uočljivo je da u pojedinim zonama rashladne jedinice imaju veliki utjecaj na određene rack ormare.

U ovom je primjeru istaknuto je samo nekoliko točaka i rashladnih jedinica, ali sve rashladne jedinice u prostoriji imaju svoje jedinstvene utjecaje. Slijedom ovog primjera razvidno je da je hlađenjem vrlo teško upravljati te je vrlo teško predvidjeti obrasce protoka zraka svih CRAH rashladnih jedinica i kako one utječu na temperature pojedine zone unutar sistem sale.

Kada operater (čovjek koji je zaposlen u podatkovnom centru) ili osnovni upravljački sustav automatike hlađenja, pojača hlađenje (smanjenjem temperature prostora) očekuje se da će se pojačanim radom CRAH rashladne jedinice snižavati temperatura u podatkovnom centru, međutim ovaj grafički prikaz

pokazuje da to nije uvijek slučaj. Uočeno je da se u tom slučaju potrošnja električne energije povećava, bez obzira na ukupni rezultat u promjeni temperature unutar sistem sale podatkovnog centra.

Ovaj prikaz ukazuje i na nedostatak korištenja ručnih metoda ili osnovnih automatski upravljačkih metoda koje se koriste za kontrolu i upravljanje hlađenjem. Nijedna od dvije navedene metode ne može razlučiti složenost protoka zraka u podatkovnom centru. Slijedom toga, zaključeno je da se mogu iskoristiti metode koje omogućavaju strojno učenje i primjenu umjetne inteligencije u podatkovnom centru, kako bi se ostvarila autonomna optimizacija sustava hlađenja.

ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA I ODABIR NAČINA INSTALACIJE I MJERENJA TE UPRAVLJANJA SUSTAVOM HLAĐENJA

Odabrani pristup i rješenje temelji se na primjeni umjetne inteligencije u podatkovnim centrima uz autonomnu optimizaciju sustava hlađenja putem kontinuirane analize prikupljenih podataka. Instalirani sustav prikuplja podatke iz različitih dijelova infrastrukture te pomoću algoritama strojnog učenja modelira ponašanje sustava i njegov toplinski odaziv. Na temelju tako naučenog modela, sustav predviđa optimalne upravljačke akcije na klimatizacijskom sustavu i u stvarnom vremenu automatski prilagođava rad rashladne opreme kako bi održao zadane uvjete rada uz minimalnu potrošnju energije.

Proces implementacije odabranog pristupa primjene umjetne inteligencije proveden je kroz slijedeće korake i kroz istaknute vremenske okvire pojedine faze.

Tablica 1. Faze postupka implementacije

	Postupak implementacije	
	Faza	Vremenski okvir
1	Planiranje i priprema lokacije	2 - 4 tjedna
2	Izgradnja sustava izvan lokacije	1 - 2 tjedna
3	Isporuka sustava na lokaciju	1 - 2 tjedna
4	Instalacija na licu mjesta, osnovno praćenje rada, puštanje u rad i punu produkciju na lokaciji	2 - 4 tjedna
5	Objekt odmah ostvaruje koristi	

Izvor: Vlastiti izvor

Ključna značajka ovog pristupa je dinamičko usklađivanje kapaciteta hlađenja s trenutnim instaliranim IT opterećenjem unutar pojedine sistem sale, čime se izbjegava prekomjerno hlađenje i povećava energetska neučinkovitost. Sustav pritom kontinuirano uči iz promjena u radu podatkovnog centra i poboljšava točnost svojih odluka, što rezultira naprednom optimizacijom performansi instaliranog sustava.

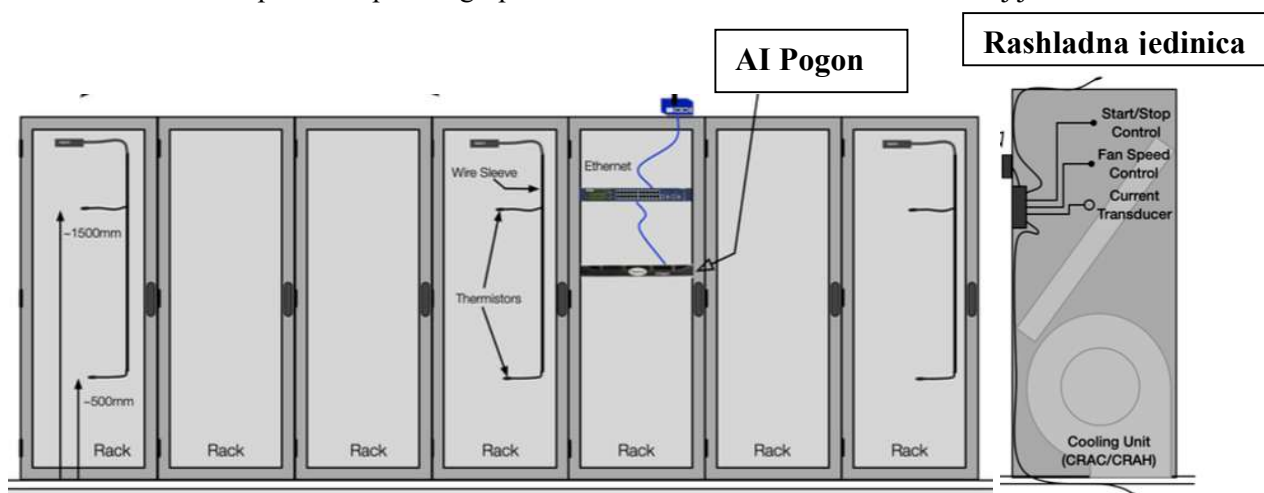
Oprema i uređaji

Uređaje za praćenje i prikupljanje podataka o stanju i radu rashladnog sustava potrebno je ugraditi uz minimalne zahvate na postojeće rack ormare i rashladne jedinice. Osnovna prednost cjelokupnog sustava je kompatibilnost sa standardnim dobavljačima i proizvođačima rack ormara i rashladnih jedinica te ga čini fleksibilnim za primjenu u realnim uvjetima zatečenim na odabranom podatkovnom centru.

Oprema se sastoji od četiri osnovne grupe elemenata:

1. **Umjetna inteligencija** (AI Pogon) - jezgra sustava, pohranjuje podatke iz senzora, na tom uređaju instaliran je i softverski program koji prati i kontrolira rashladno okruženje, korisnici sustava (instalater i investitor) komuniciraju s AI Pogonom putem web sučelja sustava;
2. **Bežični senzorski moduli** - registriraju očitavanja temperature i/ili vlažnosti prostora u stvarnom vremenu, podaci se prenose putem bežične mreže do AI Pogona na obradu;
3. **Upravljački moduli** (dva tipa uređaja) - Modul za senzore i upravljanje (SAM) - prikuplja podatke senzora iz rashladne jedinice i zadaje joj upravljačke naredbe i Bežični Modbus modul - omogućuje vezu s bežičnom mrežom sustava - oba modula su instalirana u/na rashladnim jedinicama;
4. **Upravitelji bežičnih mreža** - osiguravaju i upravljaju bežičnom mrežom koja povezuje različite hardverske komponente cijelog sustava te prenose podatke senzora i kontroliraju naredbe iz AI Pogona putem lokalne mreže (LAN) objekta.

Slika 3. – Shematski prikaz rasporeda grupe elemenata na rack ormarima i rashladnoj jedinici



Izvor: <https://www.vigilent.com/>

Osnovni princip rada instaliranog sustava temelji se na automatiziranoj optimizaciji temperature rashladne vode rashladne jedinice, diferencijalnog tlaka i željene temperature hlađenja. Ovaj odnos navedene tri varijable minimizira potrošnju električne energije uz optimalan rezultat hlađenja. Istovremeno, sustav automatski optimizira rad rashladnih uređaja (CRAH-ovi i ventilatori) tako da se cjelokupni rashladni sustav (na strani zraka i na strani vode) optimizira istovremeno i zajedno.

Sustav se može integrirati sa položajem ventila (ako to instalirani rashladni sustav ima mogućnosti) i snagom unutar racka ormara, kako bi predvidio veće potrebe za hlađenjem te koristio te informacije za optimizaciju vode u pogonu (pumpe i temperatura) i rada ventilatora. Ova opcija i funkcija sustava nije korištena tijekom ovog projekta te nije utjecala na dobivene rezultate ovog rada.

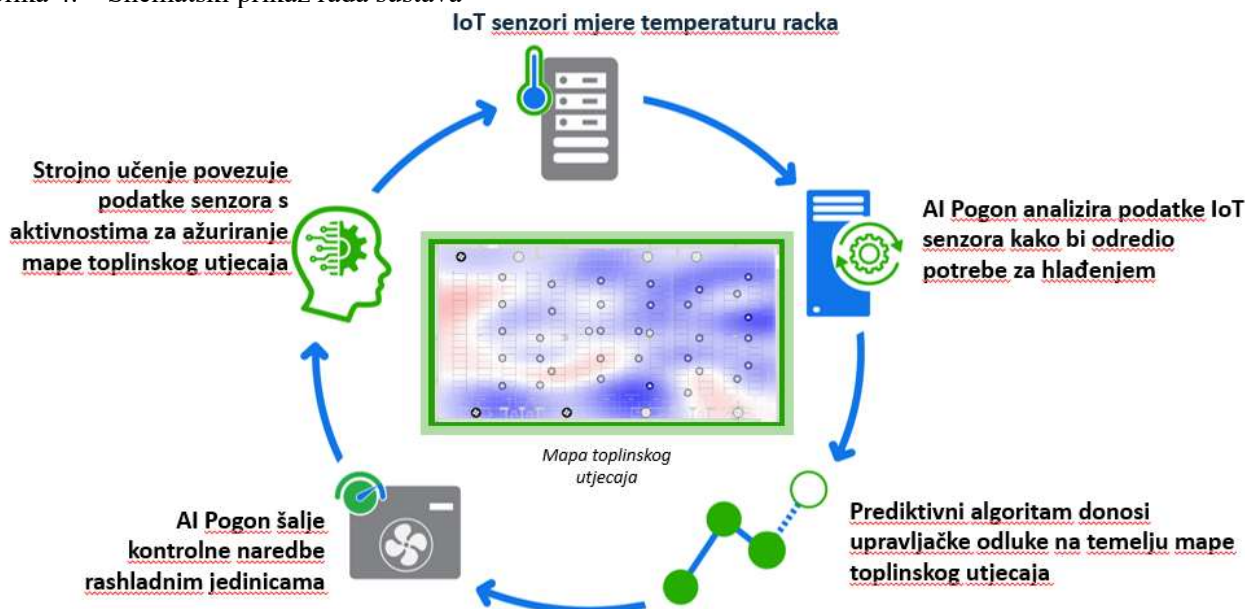
Princip rada instaliranog sustava

AI Pogon dinamički optimizira hlađenje kroz slijedeće cikluse rada sustava:

1. IoT senzori mjere temperaturu racka
2. AI Pogon analizira podatke IoT senzora kako bi se odredila potreba za hlađenjem, temperature rack ormara mjere se u odnosu na unaprijed konfigurirane limite te uz analizu, da li je pre toplo, ili pre hladno i koja je temperatura na kojoj poziciji unutar sistem sale
3. Prediktivni algoritam AI Pogona konzultira empirijsku mapu utjecaja koja je definirana strojnim učenjem kako bi se odredio najbolji postupak. Ova mapa utjecaja navodi AI Pogon u određivanju koje rashladne jedinice treba prilagoditi, uključivanju ili isključivanju i/ili prilagođavanju brzine njihovih ventilatora
4. AI Pogon šalje kontrolne naredbe rashladnim jedinicama

5. Strojno učenje povezuje promjene u okruženju sa upravo poduzetim radnjama i koristi to znanje za ažuriranje empirijske mape utjecaja. Model utjecaja može se vidjeti na Mapi utjecaja u korisničkom sučelju gdje se prikazuje utjecaj hlađenja svake rashladne jedinice na svaki senzor u rack ormaru u sistem sali. Strojno učenje povezuje podatke senzora s aktivnostima za ažuriranje mape toplinskog utjecaja

Slika 4. – Shematski prikaz rada sustava



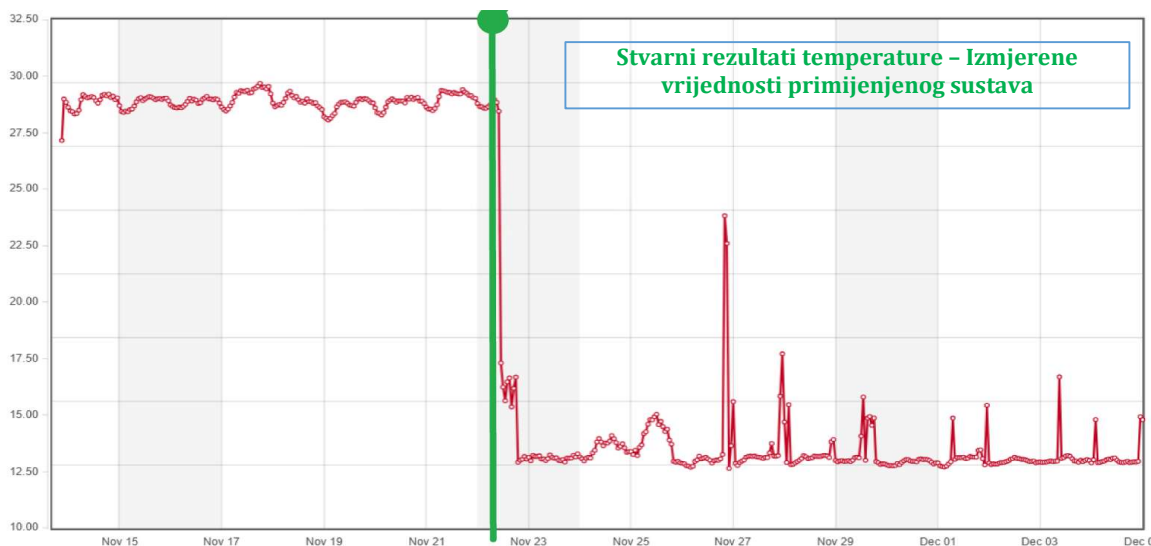
Izvor: <https://www.vigilent.com/>

REZULTATI

Sažetak instaliranog sustava za AI nadzor i upravljanje sustavom hlađenja

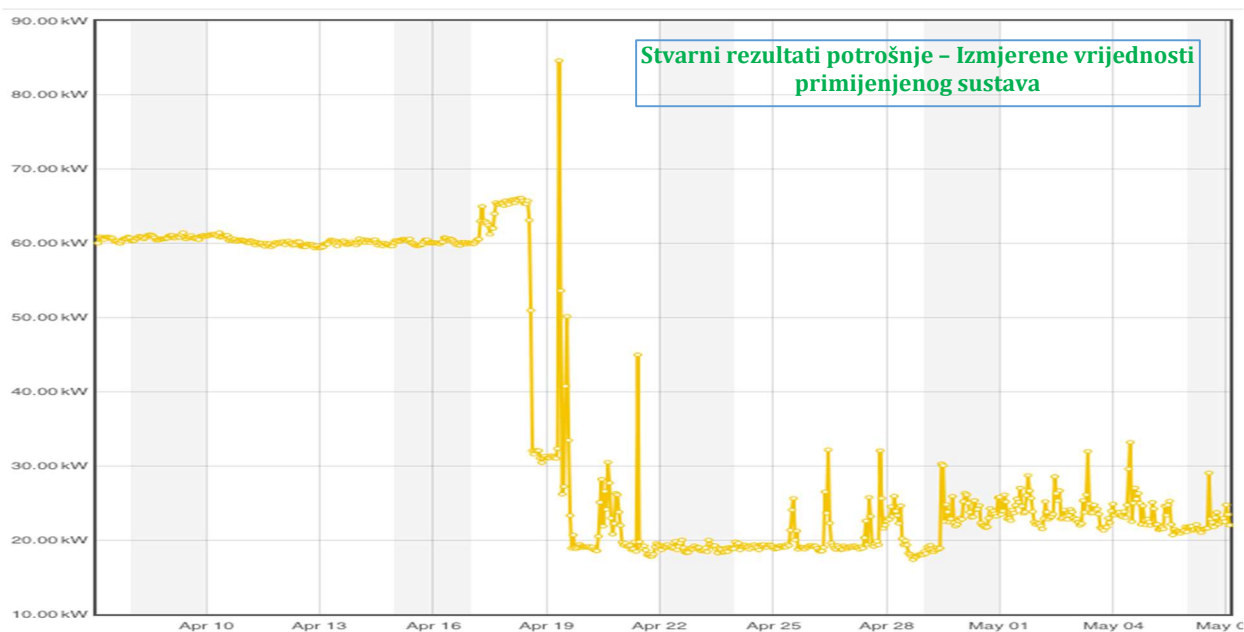
- Sustav instaliran tijekom 2025. godine
- 2 sistem sale – 2. i 3 kat
- 5 CRAH jedinica u svakoj sistem sali
- Procijenjeno IT opterećenje svake sistem sale je 0,8 MW
- Količina instalirane opreme za AI nadzor i upravljanje sustavom hlađenja: AI pogon - 1 kom, Upravljač bežičnom mrežom – 6 komada, Senzori za mjere temperaturu – 90 komada, Senzor za mjerenje vlažnosti zraka – 6 komada, Upravljački modul – 52 komada.

Slika 5. – Rezultati primjene instaliranog sustava – smanjena temperatura prostora



Izvor: Vlastiti izvor

Slika 6. – Rezultati primjene instaliranog sustava – smanjena potrošnja



Izvor: Vlastiti izvor

Prikaz rezultata istraživanja predložen je u priloženim grafovima.

Za potrebe analize korištene su referentne vrijednosti temperature (Slika 5.) zabilježene prije implementacije AI sustava te usporedivo vremensko razdoblje nakon njegove instalacije. Rezultati prikazani na grafikonu ukazuju nam značajno smanjenje temperaturnih vrijednosti. Preostala odstupanja kroz dane bila su minimalna i uzrokovana su promjenama IT opterećenja što predstavlja normalan rad IT opreme unutar podatkovnog centra.

Uz poboljšanje temperaturne stabilnosti ostvarene su i značajne uštede energije sustava hlađenja. U uvjetima stabilnog IT opterećenja, primjenom AI sustava ostvarene su energetske uštede od 32 %. Grafikon (slika 6.) također prikazuje primjer sistema sale podatkovnog centra u kojoj se IT opterećenje povećava za prosječno 11 %, što predstavlja normalan rad IT opreme unutar podatkovnog centra. Unatoč povećanom opterećenju, snaga potrebna za hlađenje smanjena je za 18 %, čime je potvrđena učinkovitost AI sustava u optimizaciji rada rashladne infrastrukture.

ZAKLJUČAK

U ovom radu provedeno istraživanje potvrdilo je kako primjena umjetne inteligencije u upravljanju rashladnim sustavima podatkovnih centara predstavlja učinkovit pristup za povećanje energetske učinkovitosti i pouzdanosti rada infrastrukture. Analizom prikupljenih podataka prije i nakon implementacije AI sustava utvrđeno je značajno smanjenje temperaturnih vrijednosti. Rezultati su pokazali da AI modeli omogućuju preciznije i pravovremeno upravljanje klimatizacijskim uređajima u stvarnom vremenu, čime se smanjuje potreba za prekomjernim hlađenjem i nepotrebnom potrošnjom energije. Istovremeno je ostvareno značajno smanjenje potrošnje energije rashladnih sustava, čak i u uvjetima povećanog IT opterećenja podatkovnog centra. Time je potvrđeno da primjena prediktivnih AI modela može uspješno odgovoriti na izazove kontinuiranog rasta kapaciteta i potrošnje unutar modernih podatkovnih centara.

Dobiveni rezultati potvrđuju osnovnu tezu rada prema kojoj umjetna inteligencija doprinosi optimizaciji rada klimatizacijskih sustava kroz analizu velikih količina podataka i automatizirano donošenje odluka. Osim smanjenja operativnih troškova, implementacija AI sustava pozitivno utječe i na održivost podatkovnih centara kroz smanjenje ukupne potrošnje električne energije i učinkovitije korištenje postojećih resursa. Dodatna vrijednost ovakvih sustava očituje se u povećanoj stabilnosti rada IT infrastrukture te smanjenju rizika od pregrijavanja i zastoja sustava. Može se zaključiti kako će primjena

umjetne inteligencije u budućnosti imati sve važniju ulogu u razvoju energetski učinkovitih i autonomnih podatkovnih centara. Sukladno tome, AI modeli predstavljaju važan korak prema modernizaciji i održivom upravljanju podatkovnom infrastrukturom.

LITERATURA

- [1] ASHRAE: **Thermal Guidelines for Data Processing Environments**, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2015).
- [2] Gill, H: **Data Centers as Critical Infrastructure**, IBM Global Services, (2008).
- [3] Patterson, M. K.: **The Effect of Data Center Temperature on Energy Efficiency**. Hewlett-Packard. (2002).
- [4] Rittinghouse, J. W. & Ransome, J. F.: **Cloud Computing: Implementation, Management, and Security**. CRC Press, (2017).
- [5] Snedaker, S.: **Business Continuity and Disaster Recovery Planning for IT Professionals**. Syngress, (2013).

Propisi

- Zakon o gradnji (2013.) NN br. 153/13 [12.12.2013.]
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (2010.) NN br. 05/10 [11.01.2010.]

Norme

- ISO 27001: Information Security Management Systems. International Organization for Standardization
- ISO 22237: Data Centre Facilities and Infrastructures. International Organization for Standardization.
- Uptime Institute Tier Standard: Topology. Uptime Institute LLC. (2018).

Internet

- <https://www.se.com/>
- <https://www.sunbirdcim.com/>
- <https://www.vigilent.com/>

ZAHVALA

Rad je izrađen kao rezultat projektiranih/realiziranih projekata sa temom Podatkovnih centara i energetske učinkovitosti koje je izradila tvrtka ECCOS Inženjering d.o.o.

Rad je izrađen uz potporu i podršku VELEUČILIŠTA STUDIJA SIGURNOSTI sa sjedištem u Zagrebu, a kao osnova za temu održanih predavanja iz kolegija Zaštita okoliša i Poslovna sigurnost.

BIOGRAFIJA AUTORA



Tomislav Lacković, dipl. ing.
Specijalist za projekte i prodaju
ECCOS Inženjering d.o.o.
Zagreb, Hrvatska
tomislav.lackovic@eccos.hr

Tomislav Lacković završio je diplomski studij elektrotehnike na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu i diplomirao je na Prometnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu smjer telekomunikacije. Posjeduje dvadesetogodišnje bogato radno iskustvo iz područja tjelesne i tehničke zaštite, zaštite na radu i zaštite od požara uz obavljanje poslova i aktivnosti koji se odnose na cjelokupnu sigurnost tvrtke, koje je stjecao na različitim pozicijama. Karijeru započinje kao inženjer projektant sustava tehničke zaštite te nastavlja preko rukovodećih pozicija voditelja poslova sigurnosti u financijskom i trgovačkom sektoru. Od 2019. godine uspješno radi u tvrtki Eccos inženjering na poslovima Specijalista za projekte i prodaju. Aktivan je član Hrvatskog ceha zaštitara kao i Hrvatske udruge menadžera sigurnosti te je povremeni gost predavač na Veleučilištu studija sigurnosti u Zagrebu.

BIOGRAPHY OF AUTHOR

Tomislav Lacković, B.Sc.
Project and sales specialist
ECCOS Inženjering d.o.o.
Zagreb, Hrvatska
tomislav.lackovic@eccos.hr

Tomislav Lacković completed his graduate studies in electrical engineering at the Technical University in Zagreb and graduated on the Faculty of Transport, University of Zagreb, majoring in telecommunications. He has twenty years of rich work experience in the field of physical and technical protection, occupational safety and fire protection, in addition to performing tasks and activities related to the overall safety and security of the company, which he acquired in various positions. He started his career as an engineer designing technical protection systems and continued through the management positions of head of security department in the financial and commercial sectors. Since 2019, he has been successfully working in the company Eccos inženjering as a project and sales specialist. He is an active member of the Croatian Guild of Security Guards as well as the Croatian Association of Security Managers and is an occasional guest lecturer at the University of Applied Sciences in Security and Safety in Zagreb.

Krunoslav Sabo, Damir Đurđević, Mirna Đurđević

PROCJENJIVANJE RIZIKA U NASTAJANJU

Sažetak

Procjenjivanje rizika kao opće načelo prevencije usmjereno je ka proaktivnom preventivnom djelovanju u svrhu unapređivanja sigurnosti i zaštite zdravlja na radu. Uvjeti, način i metoda izrade procjene rizika u Republici Hrvatskoj propisani su Pravilnikom o izradi procjene rizika, NN 112/14. i 129/19., a obvezno ih je ispuniti kod procjenjivanja rizika, no oni ne utječu na mogućnost primjene drugih priznatih načina i metoda. Uslijed pojave rizika u nastajanju javlja se potreba uvođenja dodatnih alata i metoda za identifikaciju, analizu i evaluaciju rizika. Sustavnim pristupom i primjenom normi otvaraju nam se mogućnosti odabira upravo metoda relevantnih za specifičan kontekst rizika u nastajanju. Ovi su rizici najčešće vezani za digitalizaciju, kružno gospodarstvo, nanomaterijale i zelenu tehnologiju, a zahtijevaju prediktivnu procjenu rizika. Iz novih se tehnologija razvijaju novi rizici, no upravo primjenom tih tehnologija proširuje se mogućnost proaktivnog djelovanja u smislu prepoznavanja i upravljanja rizicima u nastajanju.

Ključne riječi: procjena rizika, rizici u nastajanju, nove tehnologije, sigurnost i zdravlje na radu.

ASSESSING EMERGING RISKS

Abstract

Risk assessment as a general principle of prevention is aimed at proactive preventive action for the purpose of improving occupational safety and health. The conditions, procedures, and methods for conducting risk assessments in the Republic of Croatia are prescribed by the Ordinance on Risk Assessment (Official Gazette NN 112/14 and 129/19), and these requirements must be fulfilled when assessing risks; however, they do not limit the possibility of applying other recognized approaches and methods. With the emergence of new and developing risks, there is a need to introduce additional tools and methods for risk identification, analysis, and evaluation. A systematic approach and the application of standards open up possibilities for selecting methods that are specifically relevant to the context of emerging risks. These risks are most commonly associated with digitalization, the circular economy, nanomaterials, and green technologies, and they require predictive risk assessment. New technologies give rise to new risks, but at the same time, the application of these technologies expands the possibilities for proactive action in terms of recognizing and managing emerging risks.

Key words: risk assessment, emerging risks, new technologies, and occupational safety and health.

UVOD

Povijesni razvoj

Možemo pretpostaviti da su već prvobitni lovci-sakupljači u prapovijesti, na neki svoj intuitivni način makar u rudimentiranoj formi, procjenjivali rizike kojima su bili izloženi loveći divlje životinje. Logično je zaključiti da su bolje prošli u životu od onih koji su do spoznaje izloženosti rizicima došli kasnije ili pak od onih kojima to uopće nije pošlo za rukom. U Mezopotamiji je obitavala povlaštena skupina ljudi koje su nazivali Asipu, a bili su jako vješti u pružanju savjeta pri donošenju rizičnih i teških odluka. Još u starom Rimu su postojale igre na sreću, a otuda potječe i izreka *Alea iacta est* koju je izgovorio Cezar prelazeći Rubikon što se može protumačiti da je smatrao da uz pomoć kocke može uspješno predvidjeti buduća događanja. U 15. stoljeću razvija se koncept osiguranja putnika i robe pri čemu se koriste osnovna načela teorije procjene rizika. Tek razvojem teorije vjerojatnosti počinje se primjenjivati znanstveni pristup koji se razvija početkom industrijalizacije, upravo u vrijeme kada se uvodi i koncept zaštite na radu. Procjene rizika se kao jasno strukturirane metode primjenjuju četrdesetih godina prošlog stoljeća u zrakoplovnoj industriji, zatim šezdesetih godina u programu Apollo iza kojih slijede različite druge studije. Upravo ovome treba zahvaliti za definiranje različitih fundamentalnih, logičkih i komparativnih tehnika koje su procjenu rizika učinile kvantitativnom disciplinom [3].

Zakonodavni okvir

Zakonom o zaštiti na radu se u Republici Hrvatskoj propisuju opća načela sprječavanja rizika na radu i zaštite zdravlja te pravila za uklanjanje čimbenika rizika. Jedna od obveza poslodavca provođenja zaštite na radu temeljem općih načela prevencije je upravo procjenjivanje rizika, a nalazi se u samom vrhu popisa načela. Poslodavac je obvezan, uzimajući u obzir poslove i njihovu prirodu, procjenjivati rizike za život i zdravlje radnika i osoba na radu, osobito u odnosu na sredstva rada, radni okoliš, tehnologiju, fizikalne štetnosti, kemikalije, odnosno biološke agense koje koristi, uređenje mjesta rada, organizaciju procesa rada, jednoličnost rada, statodinamičke i psihofiziološke napore, rad s nametnutim ritmom, rad po učinku u određenom vremenu (normirani rad), noćni rad, psihičko radno opterećenje i druge rizike koji su prisutni, radi sprječavanja ili smanjenja rizika. Pravilnikom o izradi procjene rizika propisuju se uvjeti, način i metoda izrade procjene rizika, obvezni sadržaji obuhvaćeni procjenom i podaci na kojima se procjena rizika temelji te klasifikacija opasnosti, štetnosti i napora na radu i u vezi s radom. Pravilnik propisuje minimalne zahtjeve koje je potrebno ispuniti kod procjenjivanja rizika, ali ne utječe na primjenu drugih priznatih načina i metoda procjene rizika nakon što su ispunjeni propisani minimalni zahtjevi. Procjenjivanje rizika se provodi u skladu s Matricom procjene rizika prema općim kriterijima razine rizika (vjerojatnost, posljedica), a rizik se procjenjuje kao mali rizik, srednji rizik ili veliki rizik. Za procjenjivanje i dokumentiranje procjene rizika mogu se koristiti i interaktivni internetski alati (OiRA – Online interactive Risk Assessment) koji se odnose na poslove u određenim zanimanjima ili djelatnostima, kada su za pojedine poslove ti alati stavljeni na korištenje putem mrežne stranice ministarstva nadležnog za rad.

Cilj i svrha

Cilj rada je prikazati mogućnosti i potrebu primjene drugih priznatih načina i metoda procjene rizika, naravno uz ispunjavanje minimalnih zahtjeva Pravilnika o izradi procjene rizika. U područjima digitalizacije, kružnog gospodarstva, nanomaterijala i zelenih tehnologija pojavljuju se rizici u nastajanju, to jest vrste i oblici rizika koje do sada nismo poznavali. U primjeni novih tehnologija i oblika rada nema dovoljno povijesnih podataka, rizici su kompleksni, međusobno povezani i dinamični te postoji visoka razina neizvjesnosti što direktno ukazuje na potrebu za promjenama u načinu procjenjivanja i upravljanja rizicima. Samim tim javlja se potreba uvođenja dodatnih alata i metoda za identifikaciju, analizu i evaluaciju rizika. Donošenje zakonskih okvira često kasni u odnosu na brzinu pojave rizika u nastajanju što proizlazi iz ubrzanog uvođenja tehnoloških rješenja. Slično se događa i s normativnim okvirima, no obzirom na periodičko revidiranje ovi okviri se ipak brže prilagođavaju novonastalim uvjetima [2]. Obzirom na zakonsku mogućnost primjene priznatih pravila logično se nameće da zakonske okvire možemo dopuniti upravo primjenom normativnih okvira i drugih znanstveno priznatih metoda te postići puno točnije i kvalitetnije procjenjivanje rizika u nastajanju. ISO norme nude međunarodni okvir za razumijevanje rizika koji je osobito koristan u kontekstu zaštite na

radu. Važno je istaknuti da norme proširuju pojam rizika uvođenjem organizacijskih uvjeta, radnih zadataka, radnih metoda i odgovornosti koje organizacije mogu primijeniti kako bi rizici bili pod kontrolom. Načelno, ISO norme predviđaju da su upravljanje rizicima i procjenjivanje rizika dinamični procesi. Norma ISO 45001 predlaže primjenu ciklusa Planiraj – Učini – Provjeri – Djeluj (PDCA) kako bi se obuhvatila ta dinamika. Okvirna direktiva 89/391/EEZ također prepoznaje dinamičku prirodu tih procesa; članak 6. stavak 1. propisuje da poslodavci moraju prilagođavati mjere zaštite sigurnosti i zdravlja radnika promjenjivim okolnostima te kontinuirano težiti poboljšanju razine zaštite. Iz ovoga proizlazi da procjenjivanje rizika u nastajanju treba biti prediktivan dinamični proces temeljen na hiperdinamičnom prepoznavanju rizika [4]. Ovim radom ćemo prikazati mogućnosti dopune zakonodavnog okvira normativnim okvirima i drugim priznatim znanstvenim metodama u svrhu otvaranja daljnjih mogućnosti istraživanja i unapređivanja procjenjivanja rizika u nastajanju u realnoj primjeni.

METODE

Procjenjivanje rizika u nastajanju obilježeno je visokom razinom neizvjesnosti, ograničenom dostupnošću povijesnih podataka te izraženom interdisciplinarnošću, osobito u područjima digitalizacije, kružnog gospodarstva, zelenih tehnologija i nanomaterijala. U tom kontekstu, metode deskriptivne analize, sinteze i klasifikacije predstavljaju komplementaran metodološki okvir.

Deskriptivna analiza

Deskriptivnu analizu koristimo za sustavno prikupljanje, obradu i interpretaciju dostupnih podataka o novim i nedovoljno istraženim rizicima. Budući da su rizici u nastajanju često slabo strukturirani i nedovoljno kvantificirani, ova metoda omogućuje identifikaciju ključnih obilježja opasnosti, štetnosti i napora, potencijalnih izvora rizika te konteksta njihove primjene.

Metoda sinteze

Metodom sinteze nadovezujemo se na deskriptivnu analizu integriranjem različitih izvora informacija i perspektiva u cjelovit prikaz rizika. U području digitalizacije i zelenih tehnologija, gdje se tehnološki razvoj odvija brzo i često izvan postojećih regulatornih okvira, sinteza omogućuje povezivanje tehničkih, organizacijskih i okolišnih aspekata rizika.

Klasifikacija

Klasifikacija rizika predstavlja završni korak u ovom metodološkom okviru, kojim se identificirani i sintetizirani rizici razvrstavaju prema unaprijed definiranim kriterijima, kao što su razina nesigurnosti, potencijalni utjecaj ili područje primjene. U kontekstu nanomaterijala i kružnog gospodarstva, klasifikacija omogućuje razlikovanje između poznatih, novih i nastajućih rizika, što je ključno za određivanje prioriteta i odabir odgovarajućih metoda.

REZULTATI

Digitalizacija

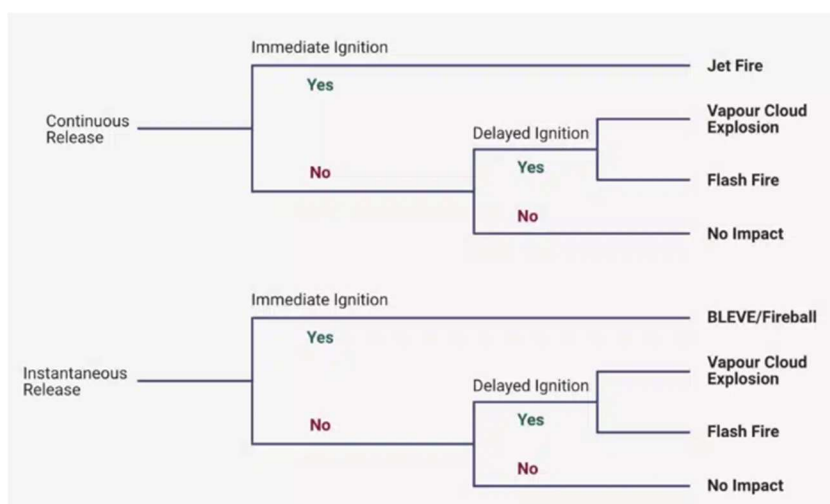
Digitalne tehnologije utemeljene na umjetnoj inteligenciji omogućile su primjenu novih, proširenih, vremenski učinkovitijih i jeftinijih oblika praćenja rada radnika i upravljanja njime, koji se temelje na prikupljanju velike količine podataka o radu radnika u stvarnom vremenu. Ti podaci ponekad nadilaze informacije koje su neophodne i čije je prikupljanje zakonski utemeljeno. Prikupljeni podaci koriste se za donošenje automatiziranih ili poluautomatiziranih odluka utemeljenih na algoritmima ili naprednijim oblicima umjetne inteligencije. Ovaj način donošenja odluka može dovesti do toga da radnici izgube kontrolu nad svojim radom, pritiska za ostvarenje očekivane učinkovitosti, natjecanja među radnicima, individualizacije ili socijalne izolacije. Automatizacija radnih zadataka, kao direktna posljedica digitalizacije, uzrokuje više sjedilačkog rada i rijetke promjene položaja tijela, a radnicima preostaje samo ponavljanje jednoličnih zadataka. Automatizacija zadataka može dovesti do nedovoljnog kognitivnog opterećenja i dosade, do pritiska za ostvarivanje očekivane učinkovitosti i do povećanja opsega posla i određenih čimbenika rizika, kao što su izolacija i nedostatak interakcije s kolegama te može imati negativan utjecaj na timski rad. Navedeni učinci pripadaju u kategoriju statodinamičkih i psihosocijalnih rizika.

Klasična zakonski propisana metoda procjene rizika temeljena na matrici vjerojatnosti i posljedica, iako korisna za osnovnu kategorizaciju rizika, pokazuje ograničenja u analizi složenih, dinamičnih i međusobno povezanih sustava kakvi su digitalni i automatizirani radni procesi. U kontekstu primjene digitalnih tehnologija i sustava temeljenih na umjetnoj inteligenciji, identificirani rizici mogu se klasificirati u skladu s Pravilnikom o izradi procjene rizika na opasnosti, štetnosti i napore. Opasnosti se prvenstveno odnose na moguće pogreške sustava koje mogu dovesti do neadekvatne organizacije rada i posljedičnih ozljeda. Štetnosti su dominantno psihosocijalne prirode te uključuju stres uzrokovan stalnim nadzorom, smanjenom autonomijom i algoritamskim upravljanjem radom. Napori se očituju kroz povećano mentalno opterećenje, ubrzan ritam rada i potrebu za kontinuiranom interakcijom s digitalnim sustavima. Ovakva struktura rizika ukazuje na pomak s tradicionalnih fizičkih opasnosti prema kompleksnim organizacijskim i psihosocijalnim čimbenicima, što zahtijeva prilagodbu metodologije procjene rizika.

Analiza stabla događaja

Primjena matrice rizika omogućuje osnovnu kategorizaciju razine rizika u skladu s važećim propisima, no ne pruža uvid u razvoj mogućih scenarija nakon inicijalnog događaja. Stoga je njezina nadopuna metodom analize stabla događaja (Event Tree Analysis – ETA), sukladno normi EN IEC 31010, opravdana u kontekstu digitaliziranih sustava rada. ETA omogućuje strukturirano modeliranje slijeda događaja nakon inicijalne pogreške sustava, identifikaciju kritičnih točaka kontrole te analizu učinkovitosti postojećih i planiranih mjera. Integracijom ove dvije metode postiže se cjelovitiji pristup procjeni rizika, koji uz kvantifikaciju razine rizika uključuje i razumijevanje dinamike sustava, čime se povećava razina sigurnosti i pouzdanosti u uvjetima automatiziranog upravljanja radnim procesima.

Slika 1. Analiza stabla događaja

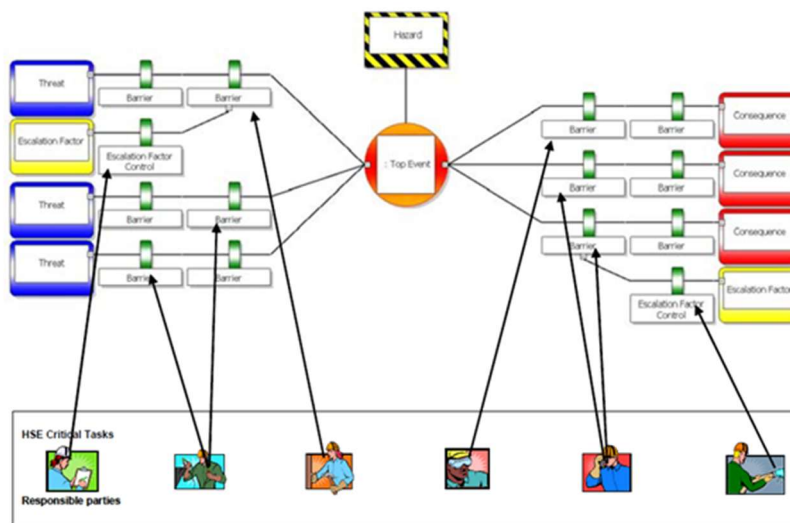


Izvor: <https://sigma-hse.com/news-insights/quantitative-risk-assessment-methodology/>

Bow-Tie metoda

Primjena matrice rizika omogućuje jednostavnu i normativno usklađenu procjenu razine rizika u skladu s važećim propisima. Međutim, zbog kompleksnosti i dinamičke prirode digitalnih sustava, sama matrica nije dovoljna za potpuno razumijevanje uzročno-posljedičnih odnosa. Stoga je opravdano njezino nadopunjavanje Bow-Tie metodom iz norme EN IEC 31010, koja omogućuje sustavno identificiranje uzroka i posljedica neželjenih događaja te definiranje preventivnih i zaštitnih mjera. Značajno je da su preventivne i ublažavajuće mjere povezane sa zadacima, postupcima, odgovornim osobama i kompetencijama, čime se pokazuje ključna veza između kontrola rizika i sustava upravljanja radi osiguranja njihove kontinuirane učinkovitosti. Takav integrirani pristup osigurava višu razinu pouzdanosti procjene rizika i učinkovitije upravljanje rizicima u uvjetima digitalizacije i automatizacije rada.

Slika 2. Bow-Tie metoda



Izvor: <https://esltd.net/technical-safety-services/risk-analysis/bowtie/>

Kružno gospodarstvo

Digitalizacija i primjena novih tehnologija u kružnom gospodarstvu, poput automatiziranih sustava za sortiranje otpada, napredne analitike materijala i digitalnog praćenja tokova resursa, uvode specifične i složene rizike koji nadilaze tradicionalne pristupe procjeni rizika u zaštiti na radu. Ovi rizici uključuju tehničke kvarove sustava, nepredvidive interakcije između ljudi i automatizirane opreme, izloženost nepoznatim ili miješanim kemijskim tvarima iz sekundarnih sirovina, kao i povećane psihofizičke napore uslijed promjena u organizaciji rada. Zakonski propisana metoda procjene rizika temeljena na matrici vjerojatnosti i posljedica pruža osnovu za klasifikaciju razine rizika, no njezina primjena u ovako kompleksnim sustavima često nije dovoljna za razumijevanje uzročno-posljedičnih veza i dinamike rizika kroz cijeli životni ciklus materijala. Stoga je preporučljivo nadopuniti je metodama iz norme EN IEC 31010, poput ili Bow-Tie metode. Dodatno, primjena metode procjene životnog ciklusa (LCA) iz normi ISO 14040 i ISO 14044 omogućuje identifikaciju faza u kojima nastaju najveći rizici duž cijelog ciklusa proizvoda, čime se osigurava integrirani pristup upravljanju rizicima u kružnom gospodarstvu. Takva kombinacija metoda doprinosi sveobuhvatnijoj procjeni i učinkovitijem upravljanju rizicima u uvjetima održive proizvodnje.

Slika 3. LCA ciklus

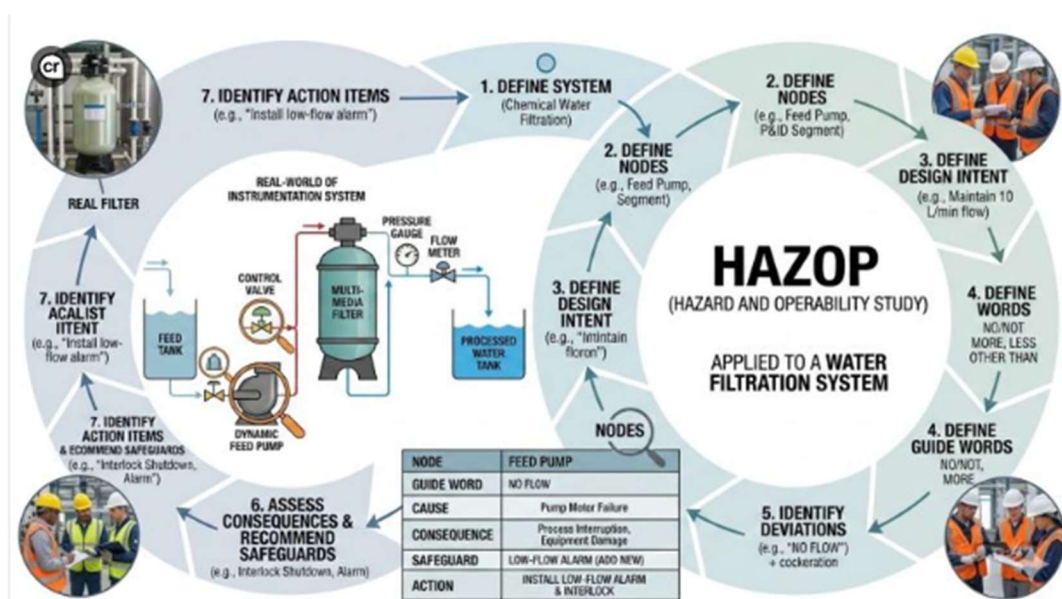


Izvor: https://aliasplus.si/storitve/lca_analiza/

Zelene tehnologije

Primjena zelenih tehnologija, uključujući obnovljive izvore energije, sustave za pohranu energije, energetska učinkovitost, kružne procese te uporabu naprednih materijala, predstavlja ključan element održivog razvoja i tranzicije prema niskougljičnom gospodarstvu. Međutim, uvođenje takvih tehnologija u radne procese istodobno generira nove i specifične rizike u području zaštite na radu, koji se često razlikuju od tradicionalnih industrijskih opasnosti. Ti rizici obuhvaćaju tehničke opasnosti povezane s visokim naponom i energijom (npr. fotonaponski sustavi i baterije), kemijske štetnosti vezane uz nove i nedovoljno istražene materijale (npr. elektroliti, nanomaterijali i kompoziti), kao i rizike požara i eksplozije, osobito u sustavima za pohranu energije. Osim toga, značajnu skupinu čine organizacijski i psihofizički rizici koji proizlaze iz integracije novih tehnologija u postojeće radne procese, uključujući rad u promjenjivim uvjetima, potrebu za novim kompetencijama te povećano kognitivno opterećenje radnika. Zakonski propisana metoda procjene rizika, temeljena na matrici vjerojatnosti i posljedica, omogućuje osnovnu klasifikaciju razine rizika te predstavlja nužan temelj procjene u skladu s važećim propisima. Međutim, zbog kompleksnosti i međusobne povezanosti sustava zelenih tehnologija, kao i njihove dinamičke prirode, takav pristup često nije dostatan za cjelovito sagledavanje rizika. Posebno se ograničenja matrice očituju u nemogućnosti analize uzročno-posljedičnih lanaca, procjeni razvoja događaja u vremenu te identificiranju skrivenih ili sekundarnih rizika koji se mogu pojaviti u različitim fazama životnog ciklusa tehnologije. Stoga je za unapređenje kvalitete procjene rizika opravdano primijeniti dodatne metode analize rizika. Primjerice, HAZOP metoda omogućuje sustavnu analizu odstupanja od projektiranih uvjeta rada i identifikaciju potencijalnih opasnosti u procesima [1], dok analiza stabla događaja (Event Tree Analysis – ETA) omogućuje modeliranje razvoja neželjenih događaja nakon inicijalnog poremećaja i procjenu učinkovitosti postojećih zaštitnih mjera. Primjena HAZOP metode u praksi potvrđena je kroz studije slučaja u industrijskim sustavima. Primjerice, u analizi postrojenja za proizvodnju nafte primjenom HAZOP metodologije identificirano je više desetaka potencijalnih odstupanja i rizika, pri čemu su procijenjeni njihovi utjecaji na sigurnost, zdravlje i okoliš te definirani prioriteta za provedbu mjera zaštite. Slično tome, u kemijskoj industriji HAZOP analizom proizvodnog procesa identificiran je značajan broj opasnosti, od kojih je velik dio klasificiran kao neprihvatljiv ili nesiguran, što potvrđuje sposobnost metode da otkrije i one rizike koji nisu očiti u standardnim procjenama. Ovakvi primjeri iz literature potvrđuju da HAZOP metoda omogućuje sustavnu identifikaciju odstupanja od normalnog rada, analizu njihovih uzroka i posljedica te definiranje učinkovitih mjera upravljanja rizikom, čime predstavlja vrijednu nadopunu klasičnim metodama procjene rizika u području zaštite na radu.

Slika 4. HAZOP



Izvor: https://www.linkedin.com/posts/ghani-ullah-hse_safety-hse-hseofficer-activity-7434546684220833792-Odeu

Nanomaterijali

Primjena nanomaterijala u suvremenim industrijskim procesima, uključujući proizvodnju, medicinu, energetiku i napredne materijale, predstavlja značajan tehnološki napredak, ali istodobno uvodi specifične rizike u području zaštite na radu koji nisu u potpunosti obuhvaćeni tradicionalnim pristupima procjeni rizika. Zbog iznimno male veličine čestica, povećane reaktivnosti i mogućnosti penetracije u ljudski organizam, nanomaterijali mogu uzrokovati nepoznate ili nedovoljno istražene učinke na zdravlje radnika, osobito putem inhalacije, dermalne izloženosti ili ingestije. Dodatno, u radnim procesima mogu nastajati sekundarni rizici poput stvaranja aerosola, eksplozivne prašine ili nepredvidivih kemijskih reakcija. Zakonski propisana metoda procjene rizika temeljena na matrici vjerojatnosti i posljedica omogućuje osnovnu klasifikaciju razine rizika, no zbog visoke razine neizvjesnosti i nedostatka graničnih vrijednosti izloženosti za mnoge nanomaterijale, takav pristup često nije dovoljan za cjelovitu procjenu. Stoga je nužno nadopuniti matricu rizika dodatnim metodama koje omogućuju jasnije strukturiranu procjenu. Control Banding metoda se u praksi pokazala posebno prikladnom za procjenu rizika povezanu s nanomaterijalima jer omogućuje kategorizaciju opasnosti i izloženosti te izravno povezivanje s razinama potrebnih mjera zaštite u uvjetima ograničenih podataka. Nadalje, metode iz norme EN IEC 31010, poput HAZOP analize, mogu se koristiti za identifikaciju odstupanja u procesima koji uključuju nanomaterijale, dok analiza stabla događaja (Event Tree Analysis – ETA) omogućuje modeliranje razvoja neželjenih događaja, primjerice oslobađanja nanočestica u radni okoliš. Dodatno, primjena pristupa „safe-by-design“ omogućuje integraciju sigurnosnih zahtjeva već u fazi razvoja nanomaterijala i procesa, čime se rizici smanjuju na izvoru. Integracijom ovih metoda s postojećim zakonskim okvirom postiže se cjelovitiji i proaktivniji pristup procjeni rizika, koji uzima u obzir specifičnosti nanomaterijala i doprinosi učinkovitijoj zaštiti zdravlja radnika u uvjetima primjene novih tehnologija. Control Banding metoda predstavlja suvremeni pristup procjeni i upravljanju rizicima u području zaštite na radu osobito u situacijama kada ne postoje dovoljno pouzdani toksikološki podaci ili granične vrijednosti izloženosti za određene tvari. Metoda je razvijena krajem 20. stoljeća kao odgovor na potrebe malih i srednjih poduzeća koja često nemaju pristup složenim mjernim i analitičkim alatima, a danas se široko primjenjuje u području kemijske sigurnosti, uključujući rad s nanomaterijalima i novim kemijskim spojevima. Podrijetlo Control Banding metode veže se uz inicijative Međunarodne organizacije rada (ILO) i britanskog regulatornog tijela Health and Safety Executive (HSE), koje je razvilo alat COSHH Essentials. Ovaj alat omogućuje korisnicima da na temelju osnovnih informacija o štetnosti tvari i uvjetima rada odrede odgovarajuću razinu zaštitnih mjera, bez potrebe za složenim kvantitativnim analizama. Temeljni princip Control Banding metode je razvrstavanje (engl. banding) štetnosti i izloženosti u unaprijed definirane kategorije, čijom se kombinacijom određuje potrebna razina kontrole. Štetnost se procjenjuje na temelju svojstava tvari, uključujući toksičnost, karcinogenost, reaktivnost i druge relevantne karakteristike, dok se izloženost procjenjuje s obzirom na način rukovanja, količinu tvari, trajanje rada i mogućnost stvaranja aerosola ili prašine.

Slika 5. Control Banding

		Probability			
		Extremely Unlikely (0-25)	Less Likely (26-50)	Likely (51-75)	Probable (76-100)
Severity	Very High (76-100)	RL 3	RL 3	RL 4	RL 4
	High (51-75)	RL 2	RL 2	RL 3	RL 4
	Medium (26-50)	RL 1	RL 1	RL 2	RL 3
	Low (0-25)	RL 1	RL 1	RL 1	RL 2

RL 1: General Ventilation
 RL 2: Fume hoods or local exhaust ventilation
 RL 3: Containment
 RL 4: Seek specialist advice

Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Control-banding-Nanotool-matrix-Paik-et-al-2008_fig2_304375352

Kombinacijom ovih dvaju kriterija dobiva se razina kontrole koja je izravno povezana s preporučenim mjerama zaštite, u rasponu od osnovnih organizacijskih mjera do potpune izolacije procesa ili zamjene štetne tvari manje štetnom. Za razliku od tradicionalnih metoda procjene rizika, koje se temelje na procjeni vjerojatnosti i posljedica, Control Banding metoda ima izražen naglasak na upravljanju rizikom, odnosno na definiranju konkretnih mjera zaštite. Upravo zbog toga ona se često koristi kao dopuna klasičnim pristupima, osobito u slučajevima kada je razina neizvjesnosti visoka. Njezina primjena posebno je značajna u radu s nanomaterijalima, gdje zbog specifičnih fizikalno-kemijskih svojstava i nedostatka dugoročnih podataka nije uvijek moguće provesti pouzdanu kvantitativnu procjenu rizika. Unatoč svojim prednostima, Control Banding metoda ima i određena ograničenja. Ona ne zamjenjuje potrebu za mjerenjem izloženosti u slučajevima kada su dostupni podaci o graničnim vrijednostima, niti može u potpunosti obuhvatiti sve specifičnosti složenih procesa. Međutim, predstavlja vrijedan alat u inicijalnoj procjeni rizika i određivanju razine zaštite, osobito u kontekstu novih i nedovoljno istraženih tehnologija.

RASPRAVA

Suvremeni razvoj tehnologije, obilježen digitalizacijom, primjenom nanomaterijala, razvojem zelenih tehnologija i tranzicijom prema kružnom gospodarstvu, dovodi do pojave novih i složenih rizika u području zaštite na radu. Takvi rizici često se odlikuju visokom razinom neizvjesnosti, nedostatkom povijesnih podataka te izraženom međusobnom povezanošću, zbog čega klasična procjena rizika temeljena na matrici vjerojatnosti i posljedica pokazuje određena ograničenja. Iako matrica rizika ostaje temelj zakonski propisane procjene, njezina primjena u kontekstu rizika u nastajanju ne omogućuje uvijek dovoljno duboko razumijevanje uzročno-posljedičnih odnosa niti razvoj mogućih scenarija neželjenih događaja. U tom kontekstu, primjena dodatnih metoda procjene rizika predstavlja nužan korak prema unapređenju kvalitete procjene. Analiza stabla događaja (Event Tree Analysis – ETA) omogućuje modeliranje razvoja događaja nakon inicijalnog poremećaja te procjenu učinkovitosti postojećih zaštitnih mjera kroz različite scenarije ishoda. Na taj način nadopunjuje matricu rizika dinamičkom komponentom, omogućujući bolje razumijevanje kako se rizik razvija u vremenu. S druge strane, Bow-Tie metoda integrira pristupe analize uzroka i posljedica kroz vizualni prikaz koji povezuje potencijalne uzroke središnjeg događaja i njegove posljedice, čime se olakšava identifikacija ključnih točaka kontrole i upravljanja rizikom. HAZOP metoda dodatno doprinosi sustavnosti procjene kroz detaljnu analizu odstupanja od projektiranih uvjeta rada. Njezina primjena omogućuje identifikaciju skrivenih opasnosti u procesima koji uključuju nove tehnologije, osobito u složenim i automatiziranim sustavima gdje interakcije između elemenata sustava mogu generirati neočekivane rizike.

Za razliku od matrice rizika, koja daje statičku procjenu, HAZOP pruža dubinski uvid u uzroke potencijalnih odstupanja i njihov utjecaj na sigurnost rada. Metoda procjene životnog ciklusa (Life Cycle Assessment – LCA) unosi dodatnu dimenziju u procjenu rizika, proširujući fokus s pojedinačnog radnog mjesta na cijeli životni ciklus proizvoda ili tehnologije. Time se omogućuje identifikacija rizika koji se mogu pojaviti u fazama proizvodnje, uporabe, održavanja ili zbrinjavanja, što je osobito važno u kontekstu kružnog gospodarstva i zelenih tehnologija. LCA pristup pomaže u prepoznavanju tzv. „skrivenih“ rizika koji nisu vidljivi u klasičnoj procjeni, ali mogu imati značajan utjecaj na sigurnost i zdravlje radnika. Control Banding metoda predstavlja važan alat u uvjetima visoke neizvjesnosti i nedostatka podataka, osobito kod kemikalija i nanomaterijala. Njezina prednost leži u mogućnosti brzog određivanja razine potrebnih mjera zaštite na temelju kategorizacije štetnosti i izloženosti, čime se omogućuje preventivno djelovanje i u situacijama kada nije moguće provesti detaljnu kvantitativnu analizu.

ZAKLJUČAK

Integracijom navedenih metoda s klasičnom matricom rizika postiže se višedimenzionalni pristup procjeni rizika koji kombinira kvantitativnu klasifikaciju, analizu scenarija, sustavnu identifikaciju odstupanja i sagledavanje životnog ciklusa. Takav pristup omogućuje ne samo precizniju procjenu razine rizika, već i bolje razumijevanje njezine dinamike, međusobnih interakcija i potencijalnih posljedica. U konačnici, dopunjavanje tradicionalnih metoda procjene rizika suvremenim analitičkim alatima predstavlja nužan korak u prilagodbi sustava zaštite na radu izazovima koje donose nove tehnologije i promjene u organizaciji rada.

Zaključno, može se istaknuti da nijedna pojedinačna metoda nije dovoljna za cjelovitu procjenu rizika u nastajanju, već je potrebno primijeniti integrirani pristup koji kombinira različite metode ovisno o vrsti i kompleksnosti sustava. Time se osigurava viša razina sigurnosti i učinkovitije upravljanje rizicima u suvremenim radnim okruženjima. Najvažnije za rizike u nastajanju procjena ne smije biti statičan dokument, nego dinamičan postupak koji se ažurira pri svakoj promjeni tehnologije, procesa, softvera, materijala ili novih znanstvenih saznanja. Ovim radom smo samo nabrojali neke od mogućih metoda kojima se može dopuniti klasično zakonom propisano procjenjivanje rizika u želji za poticanjem daljnjih istraživanja, razradi metodologija i u konačnici njihovom primjenom u praksi.

LITERATURA

- [1] Kletz, A. T. **Hazop & Hazan, Identifying and Assessing Process Industry Hazards, Fourth Edition**, Boca Raton, 1999. (PDF)
- [2] Kuzel, M., Palačić, D., Kralj Kopic, M.: **Utjecaj primjene zelenih tehnologija na zdravlje i sigurnost radnika: pregled trendova i analiza utjecaja**, 20th International Conference on Management and Safety, M&S 2025., Niš, Srbija, 15-16.08.2025., Zbornik radova, 327-336
- [3] Škanata, D.: **Podrijetlo procjene rizika**, Soc. ekol. Zagreb, Vol. 6 (1997.) No. 4 (471-479)
- [4] Van Gulijk, C.: **The development of dynamic risk assessment and implications for OSH**, European Agency for Safety and Health at Work, 2021.

Propisi

- Zakon o zaštiti na radu, N. N. br. 71/14, 118/14, 94/14, 96/18
- Pravilnik o izradi procjene rizika, N. N. br. 112/14, 129/19

Norme

- HRN EN IEC 31010:2018, Upravljanje rizikom – smjernice
- HRN EN IEC 31010:2019, Upravljanje rizikom – Metode procjene rizika
- HRN EN ISO 14040:2008, Upravljanje okolišem – Procjena životnog ciklusa (LCA) -- Načela i okvir rada
- HRN EN ISO 14044:2008/A2:2020, Upravljanje okolišem – Procjena životnog ciklusa (LCA) -- Zahtjevi i smjernice

Internet

- Application of Hazard and Operability Study (HAZOP) in Evaluation of Health, Safety and Environmental (HSE) Hazards, <https://ijoh.tums.ac.ir/index.php/ijoh/article/view/52>, (02.04.2026.)
- BowTie Analysis, <https://esltd.net/technical-safety-services/risk-analysis/bowtie/>, (03.04.2026.)
- Can Control Banding be Useful for the Safe Handling of Nanomaterials? A Systematic Review, https://www.researchgate.net/publication/304375352_Can_Control_Banding_be_Useful_for_the_Safe_Handling_of_Nanomaterials_A_Systematic_Review, (12.04.2026.)
- COSHH essentials, <https://www.hse.gov.uk/coshh/essentials/index.htm>, (12.04.2026.)
- Hazard and Operability Study (HAZOP), <https://safeche.engin.umich.edu/tutorials/hazop-tutorial>, (02.04.2026.)
- HAZOP, https://www.linkedin.com/posts/ghani-ullah-hse_safety-hse-hseofficer-activity-7434546684220833792-Odeu, (10.04.2026.)
- LCA analiza, https://aliasplus.si/storitve/lca_analiza/, (10.04.2026.)
- Promjene u svijetu rada i sigurnost, <https://www.sgim.hr/promjene-u-svijetu-rada-i-sigurnost/4968/>, (03.04.2026.)
- Risk Assessment Methodologies: Quantitative Risk Assessment (QRA) <https://sigma-hse.com/news-insights/quantitative-risk-assessment-methodology/>, (03.04.2026.)
- Utjecaj umjetne inteligencije na sigurnost i zdravlje na radu, <http://osha.europa.eu>, (20.01.2026.)

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



Krunoslav Sabo, mag. ing. sec.

Našice, Hrvatska

krunoslav.sabo@zastitainspekt.hr

Krunoslav Sabo završio je specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti, smjer zaštita na radu na Visokoj školi za sigurnost u Zagrebu i pohađao pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičku izobrazbu na Filozofskom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Tijekom školovanja sudjelovao je kao član studentskog tima u organizacijskom odboru Prvog hrvatskog sabora inženjera sigurnosti u Zagrebu 2010. godine. Autor je izlaganja sa znanstvenog skupa i suautor dva stručna rada. Koordinator je zaštite na radu tijekom građenja. Zaposlen je na poslovima stručnog suradnika u tvrtci ZaštitaInspekt d.o.o. Osijek te obavlja poslove u područjima zaštite na radu i zaštite od požara.

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

Krunoslav Sabo, mag. ing. sec.

Krunoslav Sabo graduated from a specialist graduate professional study program in Safety Engineering, with a focus on Occupational Safety, at the College of Occupational Safety in Zagreb, and attended pedagogical-psychological-didactic-methodological training at the Faculty of Humanities and Social Sciences, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. During his studies, he participated as a member of a student team in the organizing committee of the First Croatian Congress of Safety Engineers held in Zagreb in 2010. He is the author of a conference presentation and co-author of two professional papers. He serves as a coordinator for occupational safety during construction works. He is employed as a professional associate at ZaštitaInspekt d.o.o. in Osijek, where he performs duties in the fields of occupational safety and fire protection.

PODACI O SUATORIMA

2)

Damir Đurđević, mag. ing. el.

ZaštitaInspekt d.o.o.

Osijek, Hrvatska

e-mail: damir.durdevic@zastitainspekt.hr

3)

mr. sc. Mirna Đurđević, dipl. oec.

ZaštitaInspekt d.o.o.

Osijek, Hrvatska

e-mail: mirna.durdevic@zastitainspekt.hr

Jelena Malenović-Nikolić, Ivana Ilić-Krstić, Lidija Milošević

**SAVREMENI TRENDOWI U UPRAVLJANJU INOVACIJAMA I BEZBEDNOŠĆU,
ZASNOVANI NA PRIMENI INDIKATORA**

Sažetak

Izgradnja putnih koridora predstavlja značajan i odgovoran zadatak. U Srbiji se radi na izgradnji autoputeva, uz primenu inovativnih rešenja. Cilj istraživanja je da se utvrde prednosti primene inovacija u procesu izgradnje puteva. Savremeni trendovi u upravljanju imaju značajan uticaj i na bezbednost. Posebna pažnja je posvećena izboru radnih aktivnosti koje mogu da ublaže posledice vanrednih situacija. U radu je korišćena tehnika mrežnog planiranja, Metoda kritičnog puta (Critical Path Method – CPM). Glavni rezultat istraživanja je mrežni dijagram. On ukazuje na inovativne radne aktivnosti, koje mogu da se primene u putogradnji. Na osnovu prokazanog plana mogu da se uoče kritične radne aktivnosti.

Ključne riječi: bezbednost, indikatori, inovacije, procena rizika, putni koridori.

**MODERN TRENDS IN INNOVATION MANAGEMENT AND SAFETY, BASED ON THE
APPLICATION OF INDICATORS**

Abstract

The construction of road corridors is a significant and responsible task. In Serbia, work is being done on the construction of highways, with the application of innovative solutions. The goal of the research is to determine the advantages of applying innovations in the road construction process. Modern trends in management have a significant impact on safety as well. Special attention is paid to the selection of work activities that can mitigate the consequences of emergency situations. The network planning technique, Critical Path Method (CPM) was used in the work. The main result of the research is a network diagram. He points to innovative work activities that can be applied in road construction. Based on the presented plan, critical work activities can be identified.

Key words: indicators, innovation, risk assessment, road corridors, security, procena rizika.

UVOD

Savremeni trendovi u upravljanju inovacijama i bezbednošću imaju poseban značaj za privredne sektore u kojima je veliki broj ljudi izložen riziku, u toku primrne ili proizvodnje. Industrijski sektor karakteriše povećan nizak nivo bezbednosti, naročito kad se radi o karakterističnim radnim mestima ili specifičnim tehnološkim procesima. Primena indikatora bezbednosti i indikatora kvaliteta životne sredine može da doprinese prevazilaženju vanrednih događaja i smanjenju broja povreda sa smrtnim ishodom.

Opis predmeta istraživanja

Predmet istraživanja, u ovom radu, je analiza inovacija u sektoru putogradnje i saobraćaja, jer se godinama unazad dosta radi na izgradnji puteva. Rukovodstvo putnih koridora ima zadatak da prevaziđe probleme u toku izgradnje, koji zavise od geoloških uslova sredine i klimatskih karakteristika. Nisu zanemarljive ni mogućnosti nastajanja vanrednog događaja, kako u toku izgradnje, tako i za vreme korišćenja autoputeva. Problemi vezani za erozivne procese i podzemne vode su zastupljeni skoro svim deonicama izgradnje autoputeva, zbog specifičnog sastava zemljišta.

Primenjena inovativna rešenja su analizirana na: Moravskom koridoru, gde se prvi put uvodi digitalna podrška primenom 5G mreže; Fruškogorskom koridoru, gde su rešavani problemi erozije i izgrađeni vezni tuneli za evakuaciju vozila u slučaju kvara; Dunavskom koridoru, koji ima napredne sisteme prečišćavanja atmosferskih voda da ulje i nafta ne bi dospevali u rečnu vodu; autoputu Niš-Merdare, gde su postavljeni napredni sistemi zaštite od buke i vibracija blizu naselja.

Pregled aktualnih istraživanja

Aktuelna istraživanja u putogradnji su široko rasprostranjena, bilo da se radi o izboru materijala za gradnju ili o načinima izgradnje. Izgradnja autoputa kroz Frušku goru je otežana zbog podzemnih izvora i vodonisnih slojeva. Prilikom izgradnje tunela često se javlja prodor vode i narušavanje stabilnosti iskopa. Rešenja koja se koriste podrazumevaju primenu naprednih sistema drenažnih cevi i postupke injektiranja specijalnih smola, koje sprečavaju prodor vode iz stena dok se izvode radovi.

Koridor 11, na deonici Pakovraće – Požega, ima tunele koji su nezgodni za izvođenje građevinskih radova, zbog problema geološkog porekla izazvanih škrljicama i stenama koje su podložne eroziji. Klizišta se često javljaju, a pritisak zemljišta dovodi do savijanja čeličnih lukova, tako je da bilo neophodna gradnja inovativnih postupaka izgradnje potpornih zidova sa dubokim šipovima koji se postavljaju i u stabilan sloj zemljišta.

Na Moravskom koridoru postoji i problem rečne erozije, jer Morava menja tok tokom dugotrajnog kišnog perioda. Iz tog razloga su primenjena inovativna rešenja bazirana na hidrotehničkoj regulaciji reka, postavljanju kamenih kaveza i vršenju „obaloutvrde“.

Problemi s erozijom su postojali i prilikom izgradnje puta kroz Grdeličku klisuru, tako da su ugrađeni senzori koji mere pritisak podzemnih voda unutar brda, a GPS senzori prate i minimalna pomeranja betonskih galerija, kako bi moglo da se pravovremeno reaguje u slučaju erozije.

Problemi erozije na Dunavskom koridoru su rešavani prskanjem kosina mešavinom semena trava, đubriva i vezivnih sredstava, koja sprečavaju ispiranje zemljišta u kišnom periodu. Pored toga su postavljene i birazgradive geomreže, koje treba da zadržavaju zemljište kada je teren pod velikim nagibom.

Problemi na delu puta Ub-Lajkovac su doveli do ponovne izgradnje pojedinih delova koji su rađeni od lošeg materijala. Problemi sa klizištima su velika pretnja po bezbednost tako da se primenom inovativnih metoda meri nagib kosina, automatskim uređajima i u slučaju potrebe se pali signalizacija za zaustavljanje saobraćaja. Dodatni monitoring se vrši primenom satelitskog snimanja terena i upoređivanjem rezultata praćenja.

Inovacije su zastupljene i kad se radio seizmičkoj izolaciji mosta, Na Moravskom koridoru. Specijalni konstruktivni sistemi odvajaju konstrukciju mosta od tla, tako da u slučaju zemljotresa može da se zaštititi bez oštećenja.

Tuneli na Fruškogorskom koridoru se grade tako da njihova sekundarna obloga može da izdrži određeni nivo pomeranja stena bez oštećenja.

Identificirani istraživački problem

Analizom naučnih istraživanja dolazi se do podataka da prilikom izgradnje autoputeva treba rešavati probleme nestabilnosti terena, podzemnih voda, klizišta, jakih vetrova i snežnih nanosa. Isti problemi su karakteristični i za fazu korišćenja puteva, kada postoji i dodatni rizik od prevrtanja cisterne s opasnim

materijama usled sudara ili neprilagođene vožnje. Ipak se uočava problem u realizaciji inovativnih rešenja, koja ne ostaju samo na nivou predloga ili samo analize. Zato je, u ovom radu, akcenat na izradi mrežnog plana upravljanja, koji bi mogao da ukaže na različite mogućnosti primene inovativnih rešenja. Izabrana je metoda kritičnog puta, kao pogodna za primenu od strane rukovodstva nadležnih institucija i sektora sobračaja.

Cilj istraživanja

Inovacije mogu u velikoj meri da doprinesu bezbednosti, tako da je cilj ovog istraživanja da se ustanove koja inovativna rešenja mogu u toku izgradnje i korišćenja autoputeva da utiču na povećanje nivoa bezbednosti. Predlog rešenja se zasniva na analizi procena uticaja izgradnje većeg broja koridora, a na kvalitet gradnje i bezbednost primene izgrađenih autoputeva.

Hipoteze

Inovativna rešenja mogu da doprinesu unapređenju nivoa putogradnje i korišćenja autoputeva.

Indikatori bezbednosti, naročito ako pripadaju ključnim indikatorima (Key Performance Indicators - KPI) mogu da se koriste kao osnova za kreiranje preventivnih zaštitnih mera, u uslovima kad se jasno utvrdi šta njihovo pojavljivanje pokazuje.

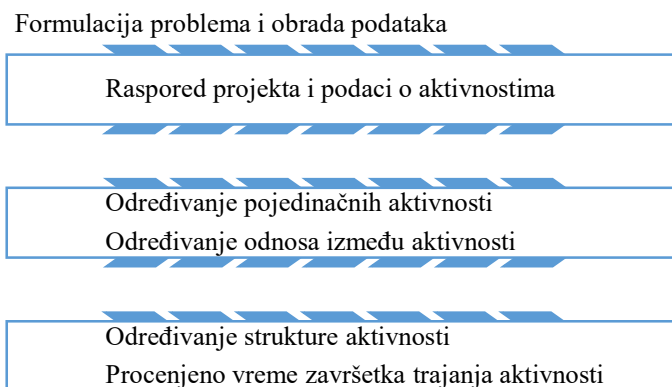
Indikatori stanja i posledica imaju značaj za kreiranje korektivnih zaštitnih mera, koje su često finansijski zahtevnije, jer obuhvataju i sanaciju posledica neadekvatnog ponašanja i nepoštovanja zakonske regulative u oblasti bezbednosti.

Zadaci

Iznalaženje načina za primenu inovativnih rešenja, naročito ako doprinose bezbednosti na putevima, predstavlja prioritetan zadatak. U ovom radu su predstavljena inovativna rešenja kroz mrežni plan, kako bi se stvorila osnova za primenu na nacionalno, regionalnom ili lokalnom nivou, od strane predstavnika nadležnih institucija. Na taj način bi se ukazalo na mogućnost primene savremenih tehnologija i inovativnih rešenja, uz poštovanje propisa iz oblasti inovacija i bezbednosti. Planiranje inovativnih procesa spada u kompleksne zadatke, čije rešavanje zahteva sistemsku analizu problema, vremena trajanja aktivnosti i predlog konkretnih rešenja.

METODE

U radu je korišćena CPM metoda mrežnog planiranja. Razvoj metoda mrežnog planiranja počeo je pedesetih godina prošlog veka u svrhu lakšeg i pouzdanijeg praćenja odvijanja projekta, predviđanja projekta kao i predviđanja mogućih izvora problema i koordiniranja aktivnosti u projektu kako bi se izbeglo kašnjenje [1]. Ova tehnika daje vizualnu informaciju menadžeru u smislu procenjenog trajanja aktivnosti, pravca realizacije projekta i same kontrole projekta tj. pregleda delova koji funkcionišu kao i načina za rešavanje problema nefunkcionalnih delova [2]. Planiranje inovativnog procesa primenom tehnike mrežnog planiranja obuhvata: analizu strukture, pri čemu se uspostavlja sistem logičkog definisanja prioritarnog izvođenja aktivnosti. Na osnovu tog procesa može da se pristupi izradi mrežnog plana.



Slika 1. Elementi organizacione pripreme za analizu vremena trajanja u okviru mrežnog planiranja

Metoda određivanja kritičnog puta primenom tehnike mrežnog planiranja podrazumeva da se proceni vreme trajanja aktivnosti, početak izvršavanja aktivnosti, završetak trajanja aktivnosti, odredi položaj kritičnog puta u mrežnom planu i definišu kritične aktivnosti. Na osnovu ovako pripremljene osnove može da se analizira odnos između vremena ostvarivanja aktivnosti.

Analiza vremena po metodi kritičnog puta CPM

Analiza vremena trajanja aktivnosti t_{ij} , po CPM metodi, podrazumeva da se odredi vrednost determinističkog karaktera [3], pri čemu se polazi samo od jedne procene vremena trajanja, za bilo koju aktivnost ($i - j$). Normirana vremena trajanja aktivnosti t_{ij} se upisuju u mrežni dijagram, a posle toga se određuju vremena vršenja pojedinih događaja [4]: vreme najranijeg i najkasnijeg početka (završetka) pojedinih aktivnosti u mreži.

Određivanje najranijeg početka i najranijeg završetka aktivnosti

Najraniji početak aktivnosti ($i - j$) se naziva najranijim događajem i po metodologiji CPM predstavlja najranije vreme realizacije i -tog događaja. Pošto se ovde radi o postupku određivanja trenutka u smeru rastuće (progresivne) numeracije polazi se od 1 kao početnog događaja, a završava sa n kao završnim događajem mrežnog dijagrama, najraniji završetak celog projekta nastupa posle isteka vremena [3,4].

Određivanje najkasnijeg početka i najkasnijeg završetka aktivnosti

Kod određivanja ovih vrednosti polazi se od završnog događaja projekta i ide ka početnom. Izvršenje bilo koje aktivnosti ($i - j$) može i da se promeni, a definisani interval se naziva maksimalno dozvoljeno trajanje aktivnosti ($i - j$).

Kritičan put je put ili tok koji se proteže od događaja (1) do događaja (n), a karakteristično je da taj put ima najduže vreme trajanja. Za aktivnosti ($i - j$) kažemo da su kritične ako se nalaze na kritičnom putu, i čine njegov sastavni deo.

REZULTATI

Upravljanje inovacijama

Inovativni trendovi predstavljaju osnovu za razvoj i unapređenje tehnološkog razvoja, bez obzira da li se uvodi nova tehnologija ili postojeći procesi unapređuju inovativnim rešenjima. Efikasnost proizvodnje zavisi od primene inovativnijih ideja, tako da je neophodno da se taj proces kontroliše i usmerava prema postavljenim ciljevima preduzeća i zahtevima zainteresovanih strana. Inovativni procesi treba da se odvijaju kontinualno, kako bi se i pravovremeno ispunjavali i zahtevi tržišta.

Inovacije, bilo da su distributivne, transformativne ili revolucionarne, mogu u velikoj meri da utiču na podizanje nivoa unapređenja stratejskih perspektiva, ali i na rešavanje posledica neadekvatnih proizvodnih procesa.

Upravljanje bezbednošću

Unapređenje procesa inovativnosti u okviru preduzeća nije garancija da se radi i o podizanju nivoa bezbednosti. Naročito je važno da se vodi računa o posledicama inovativnih rešenja kad su uvedena s razlogom povećanja produktivnosti. Primena ključnih indikatora bezbednosti ima ulogu u očuvanju kvaliteta radne sredine i bezbednosti radnika. Primena Ključnih indikatora performansi ili učinka (Key Performance Indicators - KPI) pokazuje da se u preduzeću vodi računa o kritičnim faktorima uspeha prilikom definisanja i usvajanja ciljeva i politike preduzeća. KPI kao deo stratejskih perspektiva u oblasti sistema industrijske bezbednosti i zaštite, ukazuju na primenu zakonske regulative, pravilnika i standarda iz oblasti bezbednosti i inovacija. Izbor KPI zavisi od stanja u kom se nalazi sistem bezbednosti i zaštite, od izbora adekvatnih indikatora i primenjenog monitoring sistema. Posebno je važno da se ne izostave ključni faktori koji ukazuju na realno stanje, kao što je učestalost incidenata sa smrtnim ishodom na 100 miliona odrađenih radnih sati („Fatal Incident Frequency Rate“ – FIFR) frekvencija radnog vremena izgubljenog zbog povreda na radu („Lost Time Incident Frequency“ – LTIF), koja se računa kao broj povreda na radu na milion odrađenih radnih sati po broju odrađenih radnih sati. Bitno je da se razmatraju i ključni indikatori koji ukazuju na procenu izbegnutih incidenata ili povreda na radu.

Upravljanje inovacijama i bezbednošću u praksi

U Srbiji se, poslednjih godina, vodi računa o izgradnji autoputeva i takozvanim koridorima. Angažovan je veliki broj radnika, koji uz savremena tehnološka rešenja prevazilaze najrazličitije probleme prirodnog i antropogenog karaktera. U ovom radu su analizirani problemi koji se javljaju u toku radova na koridorima, a koji mogu u toku izgradnje korišćenja puteva da dovedu do vanrednih situacija. Problemi nastali usled podzemnih voda, nestabilnosti terena, klizišta, poplava, suša, snežnih nanosa i klimatskih promena treba da se pravovremeno sagledaju i uz primenu preventivnih i korektivnih tehnoloških zaštitnih mera rešavaju. U toku izgradnje vodi se računa o inovativnom pristupu i primeni savremenih tehnologija kojim mogu da se prevaziđu ovakvi problemi, ali i da se stvore uslovi za bezbednu vožnju po završetku građevinskih radova, u oblasti niskogradnje.

Cilj je da se prilikom planiranja vodi računa i bezbednosti na putevima, tako da se razmatraju i inovativna rešenja koja mogu u velikoj meri da doprinesu smanjenju udesa i povećanju bezbednosti u saobraćaju.

Inovacije u putogradnji mogu da se posmatraju i s aspekta izbora savremenih materijala, a ne samo s aspekta automatizacije i digitalizacije. Nove vrste bitumena sa modifikovanim polimerima imaju značajnu primenu s aspekta povećanja otpornosti, jer se postiže smanjenje habanja površinskog sloja asfalta, povećanje otpornosti na ekstremne temperature i povećanje veka trajanja puteva.

Inovativni materijali, od velikog značaja za putogradnju, su i inovativni betoni koji imaju osobinu da zatvore mikropukotine u procesu reakcije s vlagom, čime se stvaraju uslovi za postupke obnavljanja kvaliteta sloja betona.

Primenom pepela iz termoelektrana, umesto klasičnih vezivnih materijala postižu se finansijske uštede, uz smanjenje količine otpadne materije na pepelištima.

Inovativni pristup se primenjuje na Moravskom koridoru i kad je u pitanju regulacija vodotokova primenom savremenih hidrotehničkih uređaja. Prvi put se u Srbiji, na ovom delu puta ugrađuju senzori za vlažnost i pomeranje tla.

Inovativna rešenja stvaraju osnovu za praćenje potrošnje i načine ugradnje primenjenih materijala. U delu Dunavskog koridora se koristi reciklirani, prerađeni asfalt, čime se stvaraju mogućnosti za smanjenje potrebe za iskopavanjem, preradom i potrošnjom kamena. Dodatni inovativni pristup se ogleda u drobljenju i preradi ostataka postojećeg kolovoza, pri čemu se u procesu mešanja s vezivnim sredstvima dobija nova asfaltna masa spremna za ugradnju na licu mesta. Povećanje otpornosti puteva na erozivne procese postiže se upotrebom određenih vrsta tekstila i mreža, specijalizovanih za primenu za potrebe putogradnje (geotekstil i geomreže), čime se smanjuje količina potrebnog betona, armature i debljine sloja asfalta.

Izgradnja puteva, primenom mašina s infracrvenim sensorima, omogućava da se kontroliše temperatura asfaltne mase, kako se uz primenu hladnijeg asfalta ne bi stvorili uslovi za pojavu rupa u toku zimskog perioda, zbog nedovoljne sabijenosti prohladenog materijala. Radari skeniraju puteve, kako bi na inovativan način, utvrdili da je debljina puta u propisanim granicama, kao i da nije došlo do krađe asfaltne mase. Na taj način se izvođači radova plaćaju po ugrađenim količinama, za šta pruža osnovu digitalno praćenje procesa izgradnje asfaltnog sloja.

Uočava se pojava grešaka još u fazi planiranja, tako da ne dolazi do mogućnosti preklapanja elemenata koji moraju da budu odvojeni ili do povećanja potrošnje građevinskog materijala.

Primena inovativnih tehnologija se bazira i na upotrebi mašina sa satelitski navigacionim sistemom (Global Positioning System - GPS), tako da rade sa znatno većom preciznošću, brže i bez ručnog obeležavanja i merenja.

Primena električnih grejača ili cevi sa toplom vodom ispod asfalta su u fazi ispitivanja za grejanje asfalta na specifičnim mostovima i usponima, da bi se sprečilo stvaranje leda na ključnim deonicama.

Primenom savremenih tehnologija, baziranim na primeni softvera, dronova i 3D prikaza, vrši se detaljno snimanje saobraćaja i nadgledanje radova udaljenim pristupom. Na sličan način, primenom specijalizovanih softverskih rešenja, vrši se i analiza funkcionisanja drenažnih sistema ili nivoa opasnosti od poplava. Primena softvera ima ulogu i u rekonstrukciji puteva, projektovanju raskrsnica i modeliranju realnog stanja terena. Lasersko skeniranje se koristi u kontroli načina gradnje tunela i mostova, pri čemu softveri otkrivaju odstupanja od predviđenih konstruktivnih karakteristika.

Inovativna rešenja, bazirana na primeni procesa nadzora kvaliteta završenih puteva, podrazumevaju primenu specijalizovanih vozila sa kamerama koja snimaju stanje kolovoza, pri čemu softver prati indikatore bezbednosti i oštećenja, ali i formira ocenu kvaliteta svakog kilometra autoputa na Koridoru 10. Na ovaj način je, inovativnim pristupom, prevaziđena potreba da se vrši bušenje asfalta, radi

uzimanja uzorka za analizu. Dodatnu prednost garantuje ugradnja senzora koji otkrivaju male pukotine u asfaltu, koje se zatim lako i brzo saniraju, bez velikih troškova jasno uočenih posledica pucanja asfalta. Inovativni pristup inovacijama u oblasti putogradnje može da se posmatra s aspekta digitalizacije, pri čemu bi se ostvarili principi sarenog upravljanja saobraćajem uz primenu senzora, optičke tehnologije i besplatnog interneta na odmaralištima. Prema navedenim principima se gradi Moravski kiridor, kao prvi digitalni put u Srbiji, koji će da ima i prosleđuje putnicima informacijama u trenutku registrovanja opasnosti, snežnim nanosima, poledici, kiši, saobraćajnim nesrećama, preprekama ili gužvama na graničnim prelazima.

Inovativnost na autoputevima se ogleda u povećanju broja električnih punjača na deonicama gde postoji izražena potreba, tako da se gušćom mrežom obezbeđuju uslovi za bolju organizaciju putovanja.

Ugradnja i povećanje broja senzora u kolovozu i pored kolovoza obezbeđuje brojanje vozila, praćenje incidenata i klimatskih parametara.

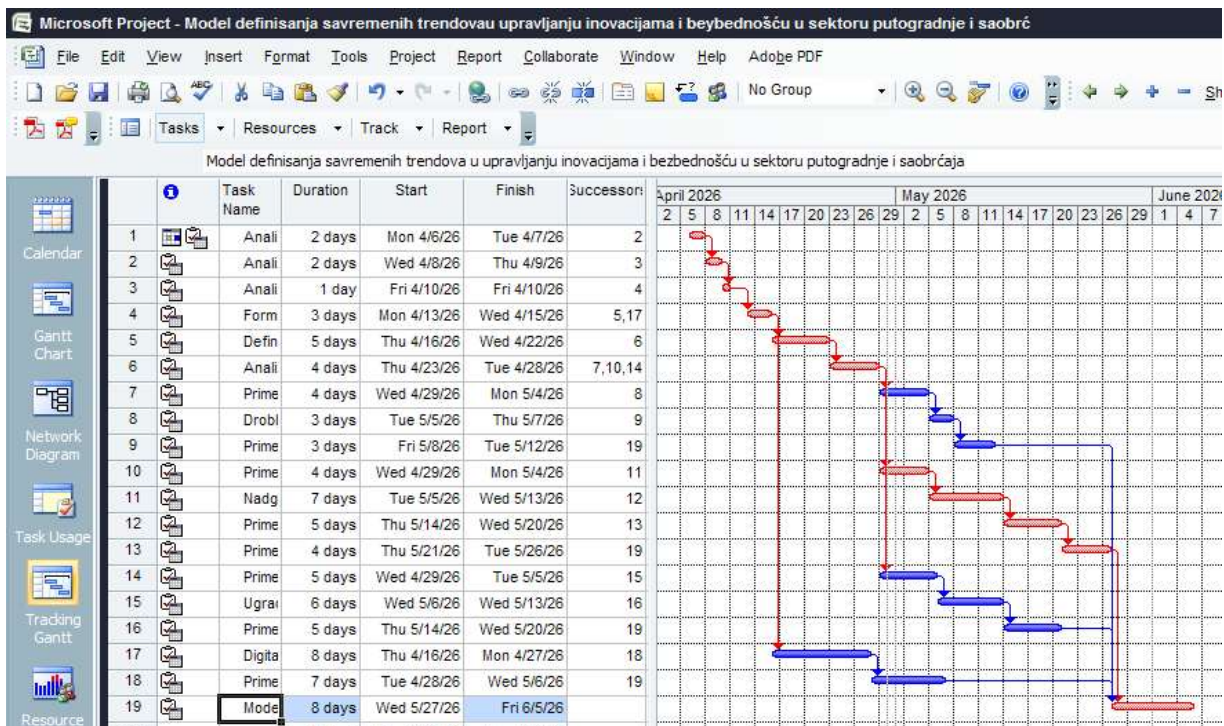
Dodatna prednost inovacija u putogradnji su i „zelene trake“ za ubrzanje protoka robe, na račun primene elektronske razmene podataka.

Planiranje inovativnih rešenja od značaja za sektor putogradnje i saobraćaja

Primenom tehnike mrežnog planiranja formulisan je način definisanja planiranih radnih aktivnosti. Slikom 1 je predstavljen spisak radnih aktivnosti, dok je na Slici 2. predstavljem Mrežni plan s vremenima trajanja radnih aktivnosti

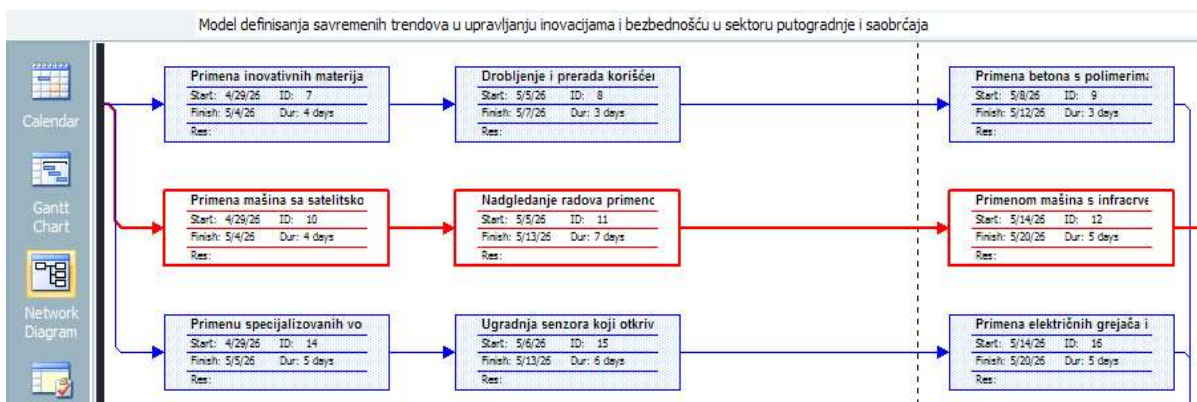
Task ID	Task Name
1	Analiza savremenih trendova u procesu upravljanja inovacijama
2	Analiza savremenih trendova u procesu upravljanja bezbednošću
3	Analiza ključnih indikatora performansi u oblasti bezbednosti
4	Formulacija problema i obrade podataka
5	Definisanje elemenata organizacione pripreme i inovativnih rešenja
6	Analiza mogućnosti primene inovativnih rešenja, s finansijskog i tehničkog aspekta
7	Primena inovativnih materijala i pepela za potrebe putogradnje
8	Drobljenje i prerada korišćenog asfalta, po mogućstvu na mestu ugradnje
9	Primena betona s polimerima koji imaju sposobnost da reaguju s vlagom i popunjavaju male pukotine
10	Primena mašina sa satelitskom podrškom za inovativni pristup gradnji, bez razmeravanja i obeležavanja
11	Nadgledanje radova primenom GPS tehnologije
12	Primenom mašina s infracrvenim sensorima, koji omogućavaju da se kontroliše temperatura asfalne mase
13	Primena optičke tehnologije
14	Primenu specijalizovanih vozila sa kamerama i softverima za praćenje indikatora bezbednosti i oštećenja
15	Ugradnja senzora koji otkrivaju male pukotine u asfaltu
16	Primena električnih grejača ili cevi sa toplom vodom ispod asfalt
17	Digitalizacija puteva s internet konekcijom
18	Primena mreže električnih punjača na odmaralištima
19	Model definisanja savremenih trendova u upravljanju inovacijama i bezbednošću u sektoru putogradnje i saobraćaja

Slika 1. Lista predloga radnih aktivnosti

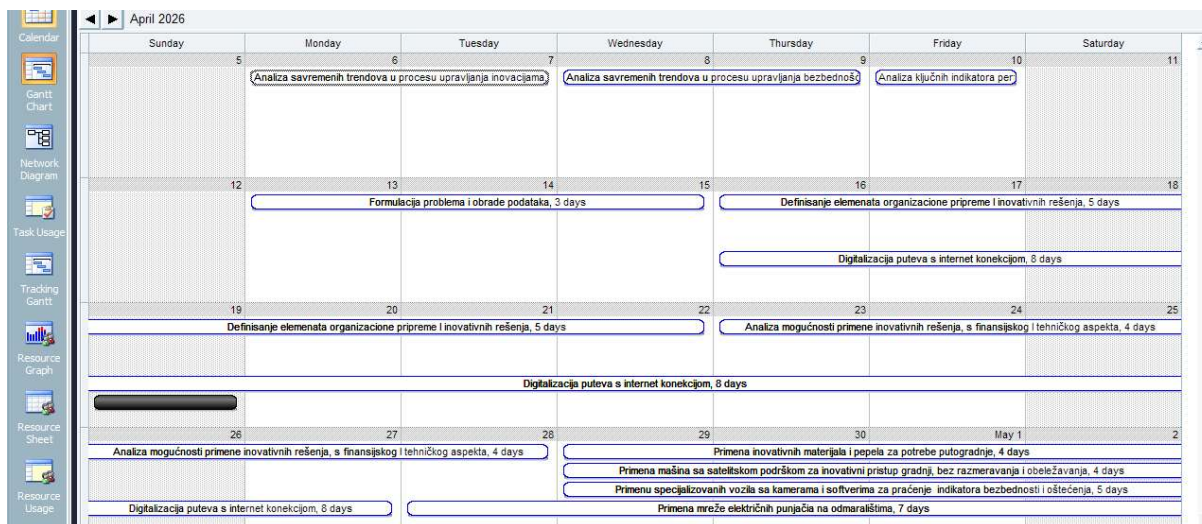


Slika 2. Mrežni plan s vremenima trajanja radnih aktivnosti

Slikom 3. je predstavljen prikaz kritičnih radnih aktivnosti u kom se vidi da se aktivnosti 10, 11 i 12 izvode paralelno s ključnim radnim aktivnostima 9 i 14, odnosno 8 i 15, ali i 9 i 16. Prikaz radnih aktivnosti, s aspekta međusobne zavisnosti predstavljen Slikom 4.



Slika 3. Prikaz kritičnih radnih aktivnosti koje se izvode paralelno s ključnim radnim aktivnostima



Slika 4. Prikaz radnih aktivnosti, s aspekta međusobne zavisnosti

Prikazani mrežni plan može da se koristi na nacionalnom, lokalnom ili regionalnom nivou, kako bi se lakše i jednostavnije izvršila priprema i planiranje inovativnih rešenja, koja su pogodna za primenu u sektoru putogradnje i saobraćaja.

RASPRAVA

Rezultati istraživanja pokazuju da se treba posebna pažnja voditi o radnim aktivnostima koje se nalaze na kritičnom putu. U ovom slučaju aktivnosti 1-6 su zajedničke za sve četiri grane, a što se tiče razgranatog dela strukture treba voditi računa o vremenu realizacije aktivnosti 10-13, a to su: Primena specijalizovanih vozila sa kamerama i softverima za praćenje indikatora bezbednosti i oštećenja; Ugradnja senzora koji otkrivaju male pukotine u asfaltu i Primena električnih grejača ili cevi sa toplom vodom ispod asfalt.

Rezultati su od značaja za praktičnu primenu u procesu planiranja ulaganja u inovativnu tehnologiju. Istraživanje je pokazalo da se u Srbiji dosta ulaže u inovativne procese, a posebno u sektoru putogradnje i saobraćaja. Slična istraživanja kombinovane tehnike mrežnog planiranja i primene inovativnih rešenja nisu zabeležena, mada se tehnike u velikoj meri koriste odvojeno u sektoru bezbednosti, saobraćaja i za potrebe industrije.

Posebno treba naglasiti da se za potrebe rešavanja problemima na Koridorima treba primenjivati dostupna tehnologija koja je razrađena i praktično primenjena na nekom od njih.

ZAKLJUČAK

Na osnovu iznete analize i prikazivanja primenjenih inovativnih rešenja cilj istraživanja je postignut, jer je pokazano na praktičnim primerima kako inovativna rešenja mogu da doprinesu višem nivou bezbednosti u odnosu na procese tradicionalne putogradnje. Jasno se uočava da inovativna rešenja mogu da doprinesu unapređenju nivoa putogradnje i korišćenju autoputeva. Indikatori bezbednosti mogu da se koriste kao osnova za kreiranje preventivnih zaštitnih mera, jer se stvaraju uslovi da se jasno uoče potrebe i problemi koji zahtevaju prioritarno rešavanje. Indikatori stanja i posledica mogu da doprinesu ublažavanju posledica neadekvatnog ponašanja i nepoštovanja zakonske regulative u oblasti bezbednosti.

U ovom radu je definisan način na koji može da se primene inovativna rešenja, naročito ako doprinesu bezbednosti na putevima i prevazilaženju pojave uzroka vanrednih situacija. Ukazalo se na mogućnost primene savremenih tehnologija i inovativnih rešenja, na prostoru Srbije. Nastavak istraživanja može da krene ka analizi dodatnih inovativnih rešenja.

LITERATURA

- [1] Vukoša, L.: Računanje trajanja projekta CPM i PERT metodama, University of Zadar, Department of Economics, 2016.
- [2] Tatterson, J.W., Wood, D.F.: PERT, CPM and the Export Process, Omega, 2(3), 421-426, 1974.
- [3] Lester, A.: Project Management, Planning and Control: Managing Engineering, Construction and Manufacturing Projects to PMI, APM and BSI Standards, Butterworth-Heinemann, 2017
- [4] Radziszewska-Zielina, E., Sroka, B.: Linearised CPM-COST model in the planning of construction projects, Procedia engineering, 208, 129-135, 2017.

ZAHVALNOST

Представљено истраживање финансирало је Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Уговор о спровођењу и финансирању научних истраживања бр. 451-03-66/2024-03/200148.

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



dr Jelena Malenović-Nikolić, vanr. prof.

Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu
Niš, Srbija

jelena.malenovic@znrfak.ni.ac.rs

Jelena Malenović Nikolić, dipl. inž. zaštite životne sredine, rođena je, u Knjaževcu. Diplomom o stečenom visokom obrazovanju i stručnom nazivu diplomirani inženjer zaštite životne sredine stekla je 14.10.1998. godine. Diplomom o akademskom nazivu magistar tehničkih nauka - zaštite životne sredine stekla je 12.10.2007. godine, kada je odbranila magistarsku tezu na temu „Indikatori održivih termoenergetskih sistema zasnovanih na uglju površinskih kopova“, na Fakultetu zaštite na radu u Nišu. Doktorsku disertaciju, pod nazivom „Modeliranje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u rudarsko-energetskim kompleksima“, odbranila je 12.7.2016. godine, na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu. U radovima se fokusirala na problematiku vezanu za analizu posledica rada rudarsko-energetskih kompleksa, uticaj procesa transformacije energije uglja na kvalitet životne sredine, indikatore životne sredine, energetske indikatore i sisteme upravljanja zaštitom životnom sredinom.

PODACI O KOAUTORIMA

2)

dr Lidija Milošević, vanr. prof.

Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu
Niš, Srbija

lidija.milosevic@znrfak.ni.ac.rs

3)

dr Ivana ilić Krstić, vanr. prof.

Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu
Niš, Srbija

ivana.ilic@znrfak.ni.ac.rs

Борче Стојчевски, Матеј Стојчевски

СТРУЧНИ ЛИЦА ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА ВО РС МАКЕДОНИЈА, РЕАЛНОСТ И ПОТРЕБА

Резиме на трудот

Стручните лица за безбедност при работа се еден сегмент од системот на безбедност и здравје при работа на ниво на држава, но и на ниво на компанија. Во неколку меѓународни студии докажано е дека постоењето на овие лица во компаниите е од голема важност за воспоставување на безбедносна култура и намалување на повредите при работа и отсуствата на вработените во компаниите. Во овој труд анализирана е состојбата со стручните лица за безбедност при работа во РС Македонија од аспект на законитост, бројност, образование и нивната вклученост во системот. Анализата покажува дека воспоставениот систем не ги задоволува основните потреби за стручни лица во однос на бројот на работодавачи кои согласно законот мора да имаат стручно лице за безбедност при работа. Во трудот предложен е и модел за надминување на овој сериозен проблем во системот на БЗР во РС Македонија со дефинирање на различни категории на стручни лица за безбедност при работа кои можат да бидат ангажирани од страна на работодавачите.

Клучни зборови: Стручни лица, систем, едукација, безбедност при работа.

OCCUPATIONAL SAFETY EXPERTS IN RS MACEDONIA, REALITY AND NEED

Abstract

Occupational safety professionals are a segment of the occupational safety and health system at the state level, but also at the company level. Several international studies have proven that the existence of these professionals in companies is of great importance for establishing a safety culture and reducing injuries at work and employee absences in companies. This paper analyzes the situation with occupational safety professionals in the Republic of North Macedonia from the perspective of legality, number, education and their involvement in the system. The analysis shows that the established system does not meet the basic needs for professionals in terms of the number of employers who, according to the law, must have an occupational safety professional. The paper also proposes a model for overcoming this serious problem in the OSH system in the Republic of North Macedonia by defining different categories of occupational safety professionals who can be hired by employers.

Key words: Professionals, system, education, occupational safety.

ВОВЕД

Потреба од истражувањето

Рамковната директива на Европската Унија „ДИРЕКТИВА НА СОВЕТОТ од 12 јуни 1989 година за воведување на мерки за поттикнување на подобрувањето во однос на безбедноста и здравјето на работниците при работа (89/391/ЕЕЗ)“ особено во член 7 јасно ја нагласува потребата од ангажирање на професионалци за безбедност при работа во компаниите, сеедно дали се од редот на вработените или ангажирани професионални организации. За состојбата на стручните лица низ државите на ЕУ низ годините направени се повеќе истражувања. Како еден од проблемите кои се јавуваат за можни споредби е различниот начин на уредувањето на безбедноста и здравјето при работа во државите [10]. Како држава која се стреми кон членство во ЕУ Република Северна Македонија оваа директива ја има транспонирано во своето законодавство преку Законот за безбедност и здравје при работа (“Службен весник на РМ”, број 92/07, 136/11, 23/13, 25/13, 137/13, 164/13, 158/14, 15/15, 129/15, 192/15, 30/16 и “Службен весник на РСМ” број 18/20 и 74/25) [5]. Во овој закон се уредува и обврската која произлегува од член 7 од Директивата. Меѓутоа по широки консултации на социјалните партнери и стручната јавност еден од сериозните проблеми кои досега се јавуваат во имплементација на законските решенија е потребата од стручни лица за безбедност при работа и нивната поставеност во системот на безбедност и здравје при работа во државата и компаниите. Недореченоста во постоечката законска регулатива, бројот на стручни лица како и начинот на полагање на стручен испит се покажува како една од слабите алки во системот. Сегашното решение во постоечката законска регулатива бара секој работодавач да назначи едно или повеќе стручни лица за безбедност при работа (член 17 од ЗБЗР), или обврските за безбедност и здравје при работа да ги довери на овластени правни или физички лица (член 6 од ЗБЗР).

При тоа законот не прави никакви дистинкции меѓу работодавачите во однос на големина на работодавачот, дејност или пак постоечки ризици. Едноставно секој работодавач, па и самовработен, мора да има назначено стручно лице за безбедност при работа или договор со овластено правно или физичко лице. Еден од условите за полагање на стручен испит и добивање на уверение за положен стручен испит е степенот на образование, односно законот бара кандидатот кој полага стручен испит да има високо образование заштита при работа, технички или друг отсек кој одговара на дејноста на работодавачот (диплома за завршено четиригодишно високо образование или диплома со 300 кредити според европскиот кредит трансфер систем) (член 17-а од ЗБЗР). Другите услови кои треба да ги исполни кандидатот како државјанство и жителство на Република Северна Македонија, да нема судска забрана за вршење на дејност и работно искуство од најмалку 5 години по дипломирањето, се исто така одредено административно ограничување. Полагањето на испитот го организира, спроведува и администрира државата преку надлежното министерство за труд. Овластените правни или физички лица согласно соодветниот правилник [6] мора да имаат вработено најмалку 3 стручни лица од различни технички профили. Во услови кога се подготвува нов Закон за безбедност и здравје при работа во Република Северна Македонија неспорна е потребата новите законски решенија да бидат поткрепени со анализи кои ќе ја прикажат реалната слика во општеството и потребите кои се наметнуваат.

Во светски рамки во неколку држави прецизно се регулира број на стручни лица за компаниите по однос на број на вработени, дејност или ризици или по било кој друг критериум. Постојат повеќе истражувања за потребата на стручни лица за безбедност во компаниите при тоа најчесто базирајќи се врз економските ефекти кои се постигнуваат со воведување на безбедносна култура и други мерки [1-3]. Од овие истражувања јасно произлегува потребата од вклучување на професионалците во компаниите. Една од студиите [4] јасно покажува за потребата од внатрешни професионалци за подобрување на безбедносните перформанси во компаниите.

Цел на истражувањето

Целта на истражувањето е да се види дали постоечките законски решенија кои се однесуваат на начинот на назначување и полагање на стручен испит за стручните лица за безбедност при работа можат да ги задоволат потребите на стопанството, а со тоа да ги подобрат перформансите на безбедноста при работа и доколку тоа не е случај да се изнајде модел кој би бил соодветен за Република Северна Македонија и пошироко со сличен државен систем за безбедност и здравје при работа.

Хипотези

Врз основа на утврдената цел произлегуваат следните хипотези:

X1: Постоечкиот систем е несоодветен и не може да ги задоволи потребите на стопанството.

X2: Системот за безбедност и здравје при работа во Република Северна Македонија има потреба од категоризирање на стручните лица за безбедност при работа во зависност од потребите на компаниите.

МЕТОДИ

Во ова истражување комбинирани се повеќе методи на истражување меѓу кои анализа како научен метод и дијагностичко и прогностичко истражување.

Прибирање на потребни податоци

За да имаме веродостојна оценка на состојбата неопходни се сите податоци кои можат да влијаат на опсегот на истражување. Во прв план се земени податоците врз кои треба да се прифати или отфрли првата хипотеза, а врз основа на овие заклучоци извршени се дијагностичкото и прогностичкото истражување.

Податоците за активни правни субјекти (број, големина и сл), бројот на вработени, бројот на лица кои ги задоволуваат критериумите за полагање на стручен испит за безбедност при работа и бројот на инженерско технички кадар со високо образование се земени од Статистички годишник на Република Северна Македонија 2025 [11] во кој сите овие потребни податоци се дадени заклучно за 2023 година.

Податоците за бројот на стручни лица со положен стручен испит за безбедност при работа се земени од официјалната страна на Државниот инспекторат за труд [12]. При тоа треба да се напомене дека во овој список се дадени сите лица кои положиле стручен испит до последниот организиран испит во 2023 година и истиот не е ажуриран во смисла на бришење на починати лица, лица кои се во пензија и сл.

Креирање модели на типови стручни лица за безбедност при работа

Со потврдување на првата хипотеза неопходно е да се дадат предлог насоки за надминување на проблемите односно можно/и решение/ја кои би овозможиле на компаниите да ја исполнат законската обврска, а при тоа да се подобрат показателите за безбедноста и здравјето при работа во истите. Сето ова треба да биде во рамките на минималните барања на рамковната директива.

РЕЗУЛТАТИ

Анализа на исполнетост на обврската за назначување на стручно лице за безбедност при работа во секоја компанија

За да утврдиме дали секој работодавач може да назначи стручно лице за безбедност при работа мора да тргнеме од бројот на работодавачи (претпријатија) и бројот на стручни лица за безбедност при работа.

Бројот на активни деловни субјекти по големина според број на вработени е даден во Табела 1.

Табела 1. Активни претпријатија според бројот на вработени

Вкупно	Според бројот на вработени					
	0	1-9	10-19	20-49	50-249	250+
72181	4967	60161	3248	2155	1421	229

Извор: Статистички годишник на Република Северна Македонија 2025

На Слика 1 е прикажано процентуалното учество на компаниите според бројот на вработени во вкупниот број на активни претпријатија.

Слика 1. Процентуално учество на претпријатијата според бројот на вработени



Извор: Статистички годишник на Република Северна Македонија 2025

Статистиката кажува дека најголем број претпријатија се мали и микро дури 91,8%, несметајќи ги тука компаниите без вработени кои се околу 6,9%.

Ако од вкупниот број на претпријатија го одземеме бројот на претпријатија со нула вработени, бидејќи БЗР се однесува на работодавци и вработени, иако во оваа бројка спаѓаат и претпријатија со неутврден број на вработени, тогаш остануваат 67214 активни претпријатија во кои има најмалку еден или повеќе вработени вклучително и самовработени лица.

Според постоечката законска норма секој работодавач (претпријатие) мора да има назначено едно или повеќе стручни лица или да ангажира одвластено правно или физичко лице.

Според податоците од државниот инспекторат за труд во Република северна Македонија има 949 лица со положен стручен испит за безбедност при работа и 65 овластени правни лица.

Ако се претпостави дека секој работодавач има стручно лице тогаш излегува дека секое стручно лице треба да работи кај 70 работодавачи или секој работодавач има 0,014 стручни лица.

Ако претпоставиме дека сите овие 65 овластени правни лица даваат услуги за работодавачи, иако сознанијата се дека дури околу 16 од нив не даваат услуги на други работодавачи туку извршуваат стручни работи само за себе. Тие би требало да вработуваат 195 лица, иако поради непрецизни одредби во правилникот, за вработен се сметаа и лица со половина работно време и вработени на дополнително работно време, па едно стручно лице може да е вработено во две или три овластени правни лица. Ако од вкупниот број на лица со положен стручен испит ги одземеме овие лица добиваме 754 лица кои работат како стручни лица во компании.

Под претпоставка дека тие се распоредени во компании со над 50 вработени (иако оваа бројка е релативно мала за овие компании) останува овие 65 овластени правни лица да опслужат 65564 работодавачи или 1009 работодавачи за едно овластено правно лице.

Под претпоставка дека овие работодавачи ќе бидат посетени еднаш годишно од овластеното правно лице излегува дека секое овластено правно лице треба да посети најмалку 4 работодавачи дневно.

Теоретски овие бројки се остварливи, но само на хартија. Во пракса тоа ја отеликува состојбата во областа на безбедноста и здравјето при работа. Голем дел од работодавачите немаат вработено стручно лице ниту пак имаат ангажирано овластено правно лице.

Стручни лица во однос на број на вработени

Според официјалните податоци [10], на крајот на 2023 година во Република Северна Македонија имало 619642 вработени. Во оваа бројка не влегуваат лицата кои се ангажирани договорно на друг начин, а обврските за безбедност и здравје при работа се однесуваат и на нив, согласно Законот за безбедност и здравје при работа. Според овие бројки излегува дека на едно стручно лице има околу 653 вработени што и не е лош податок. Но, сериозен проблем е кога барем две третини од овие вработени се распоредени во микро и мали претпријатија (податокот е апроксимативен во отсуство на статистички податоци). Исто така голем број од овие стручни лица се вработени во компании каде соодносот на број на вработени и бројот на стручни лица е помал односно на едно стручно лице има помал број на вработени. Ова особено е застапено во рударството каде согласно соодветниот правилник потребно е да има по едно стручно лице на секое работилиште. Според ова податокот дека на 653 вработени има едно стручно лице не соодветствува во реалноста и голем број на претпријатија немаат достапност до стручно лице за безбедност при работа.

Високо образован кадар

Еден од условите за полагање на стручен испит е нивото на образование односно законот бара кандидатот да има диплома за завршено четиригодишно високо образование или диплома со 300 кредити според европскиот кредит трансфер систем. Според официјалните податоци [11] во Република Северна Македонија има 206511 лица со високо образование од кои околу 22716 се во делот на инженерско технички науки.

Ако претпоставиме дека сите овие би полагале стручен испит тогаш секој од нив ќе треба да „опслужи“ по три работодавачи, што навистина е нереално.

Причини за постоечкиот проблем

Од досегашните анализи јасно е дека во постоечкото законодавство е направен сериозен проблем, особено ако се знае дека ако работодавачот не назначи стручно лице ќе плати глоба од околу 2600 евра. Од една страна државата воспоставила правила кои треба да се почитуваат, а при тоа не обезбедува доволно ресурси за спроведување на барањето од страна на работодавачите или пак само декларативно задоволување на обврската.

Како основни причини за неможност за задоволување на потребите на стопанството со доволна бројка на стручни лица при тоа исклучувајќи ја стручноста и компетентноста на стручните лица се:

- Сите стручни лица се исти пред законот, односно можат да го советуваат работодавачот, да ја администрираат безбедноста при работа, но и да вршат обука на вработени, испитуваат работна опрема, проценуваат ризици вршат разни мерења во работна средина и
- Воспоставена административната бариера во условите за полагање на стручниот испит како образование, работно искуство, државјанство.

Согласно законот примарните обврски на стручното лице се: советување на работодавачот за планирање, избор, купување и одржување на средствата за работа, советување на работодавачот за опремување на работното место и работната средина, изготвување на стручна основа за изјавата за безбедност, вршење на редовни и контролни прегледи на хемиските, физичките или биолошките ризици во работната средина, вршење на редовни и контролни прегледи и испитувања на работната опрема, вршење на внатрешен надзор над спроведувањето на мерките за безбедно извршување на работата, изработка на упатства за безбедно извршување на работата, следење и анализа на повредите поврзани со работењето, професионалните болести, идентификација на причините за истите и подготовка на извештаи за работодавачот, заедно со сите предложени безбедносни мерки и подготовка на програма и спроведување обуки на

вработените за безбедно извршување на работата. Обврските на стручните лица кои на исти начин положиле стручен испит се разликуваат само од местото на вработување на стручното лице односно дали е кај работодавач или кај овластено правно лице кое пружа услуги во делот на безбедност при работа. Така, проценката на ризик, обуките, испитувањето на средствата за работа и прегледите на параметрите (фирички, хемиски, биолошки) стручното лице ќе ги врши само ако е вработено кај овластено правно лице. Со овие барања на некој начин сите стручни лица се изедначени со полагањето на испитот и стекнување на Уверение за положен стручен испит за безбедност при работа.

Условите за полагање на стручниот испит се единствени во регионот и пошироко. Условите за високо образование и работното искуство во структурата претставуваат високо ниво на очекувања во експертиза во деловите на БЗР како што се проценки, обуки, испитувања на опрема и мерење на параметри и услови во работна средина. Што секако е во ред, но обврските на стручното лице за одредени советувања, евидентирање и сл. секако можат да се „симнат“ и на пониски критериуми. Ваквиот висок критериум, особено работното искуство од 5 години по дипломирањето, не им дозволува на штотуку завршените студенти на насока безбедност при работа да го работат она за што студирале. Тие не можат да бидат стручни лица, односно да полагаат стручен испит, поради неисполнување на условот за доволно работно искуство во структурата, кое пак не можат да го стекнат никаде бидејќи обврска на работодавачот е да има стручно лице за безбедност при работа, а не завршен студент за безбедност при работа.

Стручност и компетенции

Полагањето на стручниот испит за стекнување на Уверение за положен стручен испит за безбедност при работа се врши без претходни подготовки, како на пример обврска за посетување на одредена обука или сл.. Доволно е кандидатите да ги исполнуваат само претходно споменатите услови. Пример, еден текстилен технолог кој работел над 5 години во текстилна индустрија може да го положи стручниот испит и да стане стручно лице за безбедност при работа кое подоцна може да работи во компании чија дејност е пренос на електрична енергија или ископ на бакарна руда во подземен коп. Или, уште полошо економист кој работел во книговодствено биро. Поставениот систем има многу пропусти кои на еден начин оптоваруваат, а од друга страна воспоставените или невоспоставените правила не овозможуваат стручност и компетентност и се базираат на формално задоволување на барања.

Искуствено решение

Според претходните анализи јасно е дека најголем предизвик претставува опфаќањето на микро и малите компании, односно и овие компании да имаат одредено стручно лице. Средните и големи компании најчесто имаат вработено најмалку едно стручно лице за безбедност при работа. За да се овозможи исполнување на законска обврска за назначување на стручно лице неопходно е категоризирање на стручните лица. Поради различни системи за безбедност и здравје при работа и нивната усогласеност со државните уредувања во блиски области скоро невозможно е превземање на готов модел за стручни лица од друга држава. Може да има сличности, но целосно превземање повторно би довело до нефункционален дел од системот. Исто така ресурсите со кои располага државата и кои се во државата (ниво на образование, компетенции, големина и вид на дејности на претпријатија и сл.), како и културата на живеење и работење има големо влијание врз избор на модел на уредувањето на обврската за назначување на стручни лица со соодветни компетенции.

По долгогодишно следење на состојбата во безбедноста и здравјето при работа и притоа земајќи ги во предвид претходните анализи како и обврската за усогласување со европското законодавство особено член 118а од Договорот за основање на ЕЕЗ во кој меѓу другото стои дека Директивите како рамковната Директива за БЗР 89/391 мора да избегнуваат наметнување на административни, финансиски и правни пречки кои би го попречиле развојот на малите и на средните претпријатија, едно од можните решенија е поделба на стручните лица во 3 категории:

- Категорија 1 – стручно лице кај работодавач до 10 вработени;
- Категорија 2 – стручно лице вработено кај работодавач со 11 и повеќе вработени и
- Категорија 3 – стручно лице вработено кај овластено правно лице.

Кандидатите кои би сакале да положат стручен испит и да се стекнат со звање стручно лице за безбедност при работа во соодветна категорија покрај другите услови (формално правни, а не и административни) би морале да ги исполнат следните усови:

За Категорија 1:

- да има посетувано обука во едукативен центар според соодветна програма за категоријата и
- да има статус на одговорно лице кај работодавачот;

За Категорија 2:

- да има најмалку високо образование од заштита при работа, безбедност при работа или друг технички отсек соодветен за дејноста на работодавачот (диплома за завршено четиригодишно високо образование или диплома со 240 кредити според европскиот кредит трансфер систем (ЕКТС)) и
- да има посетувано обука во едукативен центар според соодветна програма за категоријата освен за кандидатите кои имаат завршено високо образование заштита при работа или безбедност при работа;

За Категорија 3:

- да има најмалку високо образование од заштита при работа, безбедност при работа или друг технички отсек (диплома за завршено четиригодишно високо образование или диплома со 240 кредити според европскиот кредит трансфер систем (ЕКТС));
- да има најмалку 3 години работно искуство во областа на безбедност и здравје при работа кај работодавач и
- да има посетувано обука во едукативен центар според соодветна програма за категоријата.

Постои можност и за расчленување на Категоријата 3 на подкатегории пример 3А стручно лице за извршување на стручни работи кои не се опфатени во другите подкатегории, односно исти обврски на стручно лице со Категорија 1, 3Б стручно лице за изготвување на проценка на ризик, 3В стручно лице за испитување на услови во работна средина, 3Г стручно лице за испитување на опрема за работа и 3Д стручно лице за изготвување и спроведување на програми за обука за БЗР на вработените.

На овој начин се овозможува поголем број на лица да бидат вклучени во процесот на безбедност и здравје при работа во микро и малите компании, да се овозможи доволен број на стручни лица за безбедност при работа и да се задржи стручноста и компетентноста преку соодветни обуки без да има негативни ефекти врз стручните лица во големите компании.

Но, ова не е доволно, особено без дефинирање на обврските кои би ги извршувале овие стручни лица, како и бројот и начинот на назначување на стручните лица во претпријатијата. Бидејќи рамковната директивата за БЗР дава слобода за правилата кои секоја држава може да ги воведат во однос на бројот и стручните компетенции на стручните лица, а исто така досега нема држава каде прецизно е уреден бројот на стручните лица во компаниите, можеби е неопходно да се направи првиот обид да има дефинирано барем минимални барања со слобода на одлучување на работодавачот во однос на големината но и видот на дејноста која се врши кај него.

Согледувајќи ги претходните искуства од минатиот век во однос на законската регулатива во областа на БЗР и бројот на стручни лица и следејќи ја состојбата повеќе од 30 години може да заклучиме дека дел од законските одредби од тоа време можат да се искористат, барем за средните и големи претпријатија, додека за новите трендови за постоење на голем број на микро и мали претпријатија доволно е да се тргне од слободата на одлучување на работодавачот и одговорноста која ја има во врска со обврската за безбедност и здравје при работа и неговата стручноста и компетентност.

Едно од можните решенија за бројот на стручни лица е следното:

- најмалку едно стручно лице со категорија 1, категорија 2 или договор со овластено правно лице за безбедност при работа за работодавач до 10 вработени;
- најмалку едно стручно лице со категорија 2 или договор со овластено правно лице за безбедност при работа за работодавач со број на вработени од 11 до 250;
- најмалку едно стручно лице со категорија 2 за работодавач со број на вработени од 251 до 500;
- најмалку две стручни лица категорија 2 за работодавач со број на вработени од 501 до

1000 и

- најмалку три стручни лица категорија 2 за работодавач над 1000 вработени.

Обврските кои би ги извршувале стручните лица од различни категории може да бидат:

- Категорија 1 – сите обврски дадени со закон освен обука на вработени за БЗР, проценка на ризик (каде само учествува), испитување на опрема за работа и испитување на услови за работа. Обврските ги извршува исклучиво за работодавачот каде е овластено лице.
- Категорија 2 – сите обврски дадени со закон освен проценка на ризик (каде само учествува), испитување на опрема за работа, испитување на работна средина и обука на вработени доколку нема положено категорија 3Д. Обврските ги извршува исклучиво за работодавачот каде е вработено.
- Категорија 3 – сите обврски дадени со закон во зависност од подкатегијата за која има положено. Овие стручни лица најчесто се вработени во овластени правни лица кои пружаат услуги за работодавачи.

Првично, моделот изгледа навистина сложен, но со негова примена се надминуваат досега детектирани проблеми во однос на потребен број на стручни лица, слобода на избор на работодавач, одговорност, како и стручност и компетентност во зависност од сложеноста на активностите поврзани со безбедноста и здравјето при работа. Секако БЗР не се само обврски дефинирани со закон туку многу повеќе, како подигање на култура на БЗР во компаниите, следење, анализи и сл. Овој дел покрај досега спомнатите обврски и обврски дадени со закон или подзаконски акт, треба да биде содржан во програмите за обука на кандидатите за полагање на стручен испит.

Со утврдувањето на минималните обврски во однос на стручните лица се дава основниот минимум кој треба да го исполни секоја компанија и се создава рамномерна конкурентност. Со ова не се ускратува можноста на компаниите со поголема свесност за потребата од континуирано подобрување на безбедноста и здравјето при работа да вложуваат повеќе во безбедни и здрави услови на работа. Исто така овозможен е избор во зависност од дејноста на компаниите иако таа не е спомената во категоризирањето, но компании со поголеми ризици или пак компании со дисперзирани работни простории можат да вложат во ангажирање на повеќе стручни лица.

ДИСКУСИЈА

Ова истражување е неопходно ако се носат законски решенија врз основа на факти и кои ќе можат реално да се применат во пракса. Во трката со времето кога голем дел од прописи требаше да бидат усогласени со европското законодавство често се прифаќа модел на „слепо“ препишување на одредби кои понатаму тешко можат да се спроведат во праксата. Со тоа на некој начин се создава правна несигурност.

Истражувањето може да се искористи како сегмент потребен за задоволување на барањата на Методологијата за проценка на влијание на законите при нивно носење [7].

Од добиените резултати јасно е дека посточкото законско решение иако формално правно може да се исполни, сепак во реалноста тоа е невозможно бидејќи голем број на лица со високо образование треба да полагаат стручен испит за безбедност при работа и да ги остават своите професии.

Неспорно е дека постоечкиот модел не соодветствува на потребите и барањата кои се истакнуваат пред стручните лица за безбедност при работа. Голем дел од компаниите особено микро и мали, немаат стручно лице ниту договор за стручно лице со овластено правно лице. Дел од малите и средни компании имаат формални договори со овластено правно лице или стручно лице на дополнителна работа кои воопшто и не се појавуваат во компаниите.

Моделот кој е презентираан е можно решение за излез од состојбата. Тој не ги оптоварува микро и малите компании, а им овозможува да ги извршуваат основните работи во БЗР. Стручните работи остануваат кај професионалците, а одговорноста кај одговорното лице на работодавачот. Слични модели постојат во Хрватска [8] и Португалија [9]. Двата модела во предвид ги земаат големината на компаниите и дејноста која ја извршуваат во однос на ризикот или каде има работни места со посебни услови на работа. Сметам дека во пракса многу тешко би се применил делот на поделба на компаниите по висина на ризикот кој го имаат кај себе и може да предизвика дискусии и непрецизност на одредби кои ќе треба да се применат како законско решение.

Можеби примерот од Хрватска е соодветен во однос на работни места со посебни услови, но кај нас државниот и системот за безбедност и здравје при работа не препознава вакви категории на работни места. Тоа бара многу промени во регулативата на БЗР, но и други закони поврзани со работата и работните односи, пензиски и здравствени осигурувања и слично.

Високите административни критериуми не овозможуваат доволен број на стручни лица. Понатамошниот развој може да оди во намалување на критериумите при што дефинитивно ќе се изгуби стручноста и компетентноста или во категоризација на стручните лица за различни активности поврзани со БЗР при што ќе се овозможи доволен број на стручни лица и задржување на стручноста и компетентноста.

Во предлогот се земени доволно параметри кои влијаат на бројот и квалитетот на стручни лица за да може да имаме практична примена преку законски одредби кои би биле донесени во нареден период. Со ова можно решение би се решил еден од детектираните проблеми во системот за БЗР и да се обезбедат доволен број, но и стручни лица со повисоки знаења. Ќе се овозможи поголема конкурентност меѓу стручните лица. Останува да се изработи добра програма за центар за едукација пред полагање на стручните испити за различните категории на стручните лица кои би се изработиле во соработка со високообразовните институции кои едуцираат кадар за безбедност при работа.

ЗАКЛУЧОК

Спроведеното истражување ја постигна целта. Она што се претпоставуваше и често се говореше меѓу сите учесници во системот на БЗР во Република Северна Македонија, дека законските одредби во делот на стручни лица за безбедност при работа се конфузни, недоречени и барање кое практично не може да се задоволи, а при тоа да имаме добра заштита, се потврдува со ова истражување. Исто така се потврдува често оспоруваната компонента за стручноста и компетентноста на стручните лица за безбедност при работа. По полагање на стручниот испит сите стручни лица се еднакви и можат да работат се во делот на БЗР без разлика на видот на образование кое го имаат.

Истражувањето ја потврдува првата хипотеза дека вака поставениот систем за стручни лица за безбедност при работа не може да ги задоволи потребите на стопанството особено поради високите критериуми за полагање на стручен испит (образование, работно искуство и сл.).

За обезбедување на квалитетен и применлив систем за БЗР во една држава, а и на ниво на компанија, покрај другите сегменти во системот мора да се обезбедат и стручни и компетентни лица. Едно од подобрите решенија кое веќе го има, а се почесто се наметнува и во други држави со слични уредувања и менталитет е категоризацијата на стручните лица. Со ова се потврдува и втората хипотеза како можно решение кои е усогласено со државното уредување, капацитетите на државата и потребите на стопанството.

Останува на надлежните органи да решат дали еден ваков модел ќе биде имплементиран во понатамошните нови законски решенија или ќе се примени друг модел. Интересно е да се види какви резултати ќе даде еден ваков систем, доколку се примени, по неколку години од негова имплементација. Ова е основа за спроведување истражување при што во предвид ќе се земат соодветни показатели кои ја оценуваат БЗР на ниво на држава и на ниво на компанија, за успешноста на предложениот систем. За да има почетна основа и можност за компарација потребно е детално да се истражат овие показатели пред имплементација на системот и по 5 години од негово усвојување.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wu TC, Liu CW, Lu MC. Safety climate in university and college laboratories: impact of organizational and individual factors. *J Saf Res* 2007;38(1):91–102.
- [2] Wu TC, Lin CH, Shiau SY. Predicting safety culture: the roles of employer, operations manager and safety professional. *J Saf Res* 2010;41(5):423–31.
- [3] Naji GMA, Isha ASN, Alazzani A, Saleem MS, Alzoraiki M. Assessing the mediating role of safety communication between safety culture and employees safety

performance. *Front Public Health* 2022;10:840281.

[4] Chi-Yang Li, Zhuoran Zhang, Haoyu Yang, Michael Larranaga, Miaozong Wu, James McIntosh, Qingsheng Wang: The role of in-house safety professionals in influencing organizational safety performance across global industries. - *Journal of Safety and Sustainability*

Прописи

[5] Закон за безбедност и здравје при работа ("Службен весник на Република Македонија" број бр. 92/07, 136/11, 23/13, 25/13, 137/13, 164/13, 158/14, 15/15, 129/15, 192/15 и 30/16 и „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 18/20 и 74/25)

[6] Правилник за условите за вработените, организацијата, техничките и други услови кои треба да ги исполни правното или физичко лице за вршење стручни работи (Службен весник на РМ бр. 37/08)

[7] Влада на Република Македонија - Методологија за процена на влијанието на регулативата, (Службен весник на Република Македонија“, бр. 66/09)

[8] Закон o zaštiti na radu „Narodne novine“, broj 71/14., 118/14., 94/18. i 96/18.

[9] Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho Lei n.º 102/2009 de 10 de Setembro

Интернет

[10] EU-OSHA – European Agency for Safety and Health at Work, *Improving compliance with occupational safety and health regulations: an overarching review*, 2021. Available at: https://osha.europa.eu/sites/default/files/Improving_compliance_OSH_regulations_lit%20review.pdf

[11] Државен завод за статистика на Република Северна Македонија - Статистички годишник на Република Северна Македонија 2025 - Статистички годишник, 2025

[12] Државен инспекторат за труд – Регистер на издадени уверенија за положен стручен испит за безбедност при работа - Registar - Uverenija str.ispit BR (10.10.2023).pdf

БИОГРАФИЈА НА АВТОРОТ



М-р. Борче Стојчевски

Вработен во ДУ ПРОРИСК ДООЕЛ Илинден
Скопје, Република Северна Македонија
stojcevski@prorisk.mk

Магистер по технички науки, инженерство на работна средина, дипломиран инженер по заштита при работа. Работно искуство над 30 години во полето на безбедност и здравје при работа и заштита од пожари. Стручно лице со положен стручен испит. Автор на над 42 стручни и истражувачки трудови. Координатор на работни групи за стручни прашања во Здружение на инженери за заштита ТУТЕЛА Скопје и координатор за РСМ во Европското здружение на инженери за безбедност. Учесник во тимот за претпристапни преговори со ЕУ за Поглавје 19 – безбедност и здравје при работа. Консултант на проекти кои ги спроведува МОТ.

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

M.Sc. Borche Stojchevski
Manager in DU PRORISK DOOEL Ilinden

Skopje, Republic of North Macedonia
stojcevski@prorisk.mk

Master of Technical Sciences, Environmental Engineering, Graduate Engineer in Occupational Safety. Over 30 years of work experience in the field of occupational safety and health and fire protection. Professional with a passed professional exam. Author of over 42 professional and research papers. Coordinator of working groups for professional issues in the Association of Safety Engineers TUTELA Skopje and coordinator for RNM in the European Association of Safety Engineers. Participant in the team for pre-accession negotiations with the EU for Chapter 19 - occupational safety and health. Consultant on projects implemented by the ILO.

2)

Матеј Стојчевски

Студент на Меѓународен Славјански Универзитет, Факултет за технички науки и информатика -
Безбедност при работа
Скопје, Република Северна Македонија
matej.stojchevski@hotmail.com

Student of the International Slavic University, Faculty of Technical Sciences and Informatics -
Occupational Safety
Skopje, Republic of North Macedonia

Ana Rački Marinković, Marijana Leontić

ULOGA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA U UPRAVLJANJU INOVACIJAMA

Sažetak

U radu se istražuje povezanost sustavnog upravljanja intelektualnim vlasništvom i uspješnosti inovacijskih procesa unutar organizacija sa ciljem komercijalizacije ideja. Naglašava se važnost intelektualnog vlasništva za osiguravanje konkurentne prednosti u suvremenom gospodarstvu utemeljenom na inovacijama i znanju, te nužnost sagledavanja intelektualnog vlasništva kao strateškog alata, a ne isključivo pravne kategorije. Ističe se potreba integracije intelektualnog vlasništva u rane faze inovacijskog ciklusa. Cilj je analizirati važnost strukturiranog pristupa upravljanju intelektualnim vlasništvom sa posebnim fokusom na primjeni međunarodne norme ISO 56005, koja pruža smjernice za integraciju intelektualnog vlasništva u rane faze inovacijskog ciklusa i jedna je od normi iz serije ISO 56000 kojom se uspostavlja okvir sustava upravljanja inovacijama u organizacijama. Komparativno se analizira norma ISO 56005 u odnosu na tradicionalno reaktivno poimanje intelektualnog vlasništva kao sredstva zaštite gotovog rezultata inovacije, te ukazuje na prednosti primjene te norme za poduzeća koja kroz integraciju strategije intelektualnog vlasništva pokreću inovacije, te ostvaruju veću učinkovitost u komercijalizaciji svojih proizvoda i usluga i maksimiziraju povrat ulaganja u istraživanje i razvoj.

Ključne riječi: intelektualno vlasništvo, ISO 56005, upravljanje inovacijama.

THE ROLE OF INTELLECTUAL PROPERTY IN INNOVATION MANAGEMENT

Abstract

This paper explores the correlation between systematic intellectual property management and the success of innovation processes within organizations aiming for the commercialization of ideas. It emphasizes the importance of intellectual property in securing a competitive advantage in today's innovation- and knowledge-based economy, as well as the necessity of viewing intellectual property as a strategic tool rather than a purely legal category. The need to integrate intellectual property into the early stages of the innovation cycle is highlighted. The objective is to analyze the importance of a structured approach to intellectual property management, with a specific focus on the implementation of the international standard ISO 56005. This standard provides guidelines for intellectual property integration within the innovation cycle and belongs to the ISO 56000 series, which establishes the framework for innovation management systems in organizations. The paper provides a comparative analysis of ISO 56005 against the traditional reactive perception of intellectual property as merely a means of protecting the final innovation output. Furthermore, it points out the benefits of applying this standard for companies that drive innovation through the integration of an intellectual property strategy, thereby achieving greater efficiency in commercializing products and services and maximizing the return on investment in research and development.

Key words: innovation management, intellectual property, ISO 56005.

UVOD

Intelektualno vlasništvo i inovacije

Suvremena istraživanja (posebice ona genetička) ukazuju na to da je kreativnost *Homo sapiensa* bila ključni evolucijski adut čovječanstva. Identificirani geni povezani sa kreativnošću nisu pronađeni kod neandertalaca i drugih hominida. Njihova je kreativnost omogućila inovativna rješenja problema na koje su nailazili zbog čega su se naši preci prilagođavali i razvijali uspješnije od drugih bića i proširili svijetom [19]. Inovacije su kroz ljudsku povijest prisutne u cjelokupnom području ljudske aktivnosti i ključni su pokretači evolucije, gospodarskog razvoja i transformacije načina života, a danas se indeks inovativnosti koristi kao ključni pokazatelj razvijenosti gospodarstva i društva jedne zemlje [13:139]. Ne utječu sve inovacije na razvoj čovječanstva; one dolaze u raznim gradacijama: od postupnih, često minornih inovacija, prijelomnih (breakthrough) i disruptivnih inovacija pa sve do radikalnih (revolucionarnih) inovacija koje uistinu mijenjaju svijet [16]. Postoje i različite vrste inovacija, od tehnoloških inovacija koje se mogu odnositi na sam proizvod (ili uslugu), na metodu ili na postupak proizvodnje, do onih ne-tehnoloških, poput organizacijskih i marketinških inovacija [5:41]. Bez obzira o kakvoj se vrsti i stupnju inovacije radi, svaka je inovacija rezultat ljudske kreativnosti i u njoj je osnovi neka ideja koja je plod ljudskog uma. No, bitna je karakteristika inovacija primjena takve ideje koja donosi neku dodanu vrijednost, korist ili kvalitetu. Radi se stoga o realizaciji neke ideje odnosno njenoj provedbi čime se stvara nova vrijednost.

Razvojem tržišnog gospodarstva, a osobito u današnjem globalnom gospodarstvu koje više nije primarno orijentirano na resurse već na znanje i tehnologiju, inovacije, kojima organizacije postižu konkurentsku prednost, prilagođavaju se promjenama, povećavaju produktivnost, te pružaju vrijednost dionicima i rast poslovne aktivnosti, stoga su ključni preduvjet za njihov uspjeh [5].

Inovacije su plodovi ljudskog intelekta određene osobe, u kojima, za razliku od fizičkih stvari, istovremeno može uživati neograničen broj ljudi, odnosno društvo u cjelini, a bez da time inovacija izgubi vrijednosti. Društva prepoznaju važnost inovacija ne samo u pogledu takvih izravnih koristi od njihove primjene, već i zato što one omogućuju nadogradnju i generiranje novih ideja iz postojećih i na taj način daljnji razvoj i napredak društva. Potencijalni inovatori koji znaju da će ih, nakon što otkriju svoje inovacije svijetu, drugi ljudi moći besplatno iskoristiti, a oni neće moći nadoknaditi troškove uložene u razvoj svojih inovacija, posvetit će se unosnijim aktivnostima, a društvo u cjelini posljedično će patiti.

Današnja, moderna društva nastoje stoga poticati inovacije, a jedan od najvažnijih, iako ne i jedini način poticanja inovativnih aktivnosti [4] je priznavanjem intelektualnog vlasništva nad takvim proizvodima ljudskog uma njihovim stvarateljima koje predstavlja njihovu nematerijalnu imovinu.

Intelektualno vlasništvo i inovacije stoga su neraskidivo i intrinzično povezane, no ipak valja napomenuti da se razlikuju po tome što intelektualno vlasništvo ne mora nužno biti u primjeni, dok je uspješna provedba kojom se stvara nova vrijednosti bitna karakteristika inovacija. S druge strane, stvaratelj može inovaciju bezuvjetno podijeliti sa svijetom ne zadržavajući nad njome svoje intelektualno vlasništvo ili može propustiti osigurati nad njome svoje intelektualno vlasništvo.

Predmet istraživanja ovog rada je povezanost sustavnog upravljanja intelektualnim vlasništvom i uspješnosti inovacijskih procesa unutar organizacija sa ciljem komercijalizacije ideja. Brojna istraživanja izučavaju kompleksnost intelektualnog vlasništva kao pravne kategorije, a zamjetan je i broj onih koja se fokusiraju općenito na upravljanje inovacijama. No, bez obzira na povezanost inovacija i intelektualnog vlasništva razmjerno je malo istraživanja koji se bave intelektualnim vlasništvom iz perspektive upravljanja inovacijama [1]. Tradicionalno reaktivno poimanje intelektualnog vlasništva kao sredstva zaštite gotovog rezultata umjesto njegove integracije u rane faze inovacija često dovodi do neuspješnosti inovacijskih procesa [2]. Definiranje intelektualnog vlasništva kao strateškog alata u suvremenom gospodarstvu utemeljenom na znanju, a ne samo kao pravne kategorije stoga zahtijeva dodatna razmatranja.

Upravljanje inovacijama – Alati i metode za upravljanje intelektualnim vlasništvom (ISO 56005:2020)

ISO norme su dobrovoljne međunarodne norme koji se temelje na konsenzusu stručnjaka iz različitih područja, a razvija ih Međunarodna organizacija za normizaciju (ISO) kao mreža nacionalnih tijela za normizaciju. Njihova je svrha uspostavljanje zajedničkih pravila za proizvode i usluge kako bi se osigurala kompatibilnost, sigurnost, učinkovitost i smanjenje varijacija. Primjena međunarodno usklađenih normi povećava povjerenje između organizacija i država te olakšava međunarodnu trgovinu smanjujući potrebu za dodatnim provjerama kvalitete proizvoda i usluga [8].

ISO je 2013. godine okupila stručnjake iz više od 160 zemalja kako bi, kao odgovor na često *ad hoc* upravljanje inovacijama i njegove posljedice poput neuspjeha novih proizvoda i nedovoljnog iskorištenja ulaganja u istraživanje i razvoj, razvila standarde za upravljanje inovacijama. Rezultat je obitelj normi ISO 56000 koja organizacijama pruža zajednički jezik, strukturirane okvire i dobre prakse za sustavno upravljanje inovacijama. Norme ne propisuju kreativnost, već uspostavljaju sustave, procese i organizacijske uvjete koji potiču razvoj i kontinuirano unapređenje inovacija. Njihov razvoj usklađen je s ISO-ovim usklađenim pristupom normama sustava upravljanja kako bi se osigurala kompatibilnost s postojećim normama poput ISO 9001, ISO 14001 i ISO 27001.

Obitelj normi ISO 56000 sastoji se od niza normi i smjernica, od kojih svaka obrađuje različite aspekte upravljanja inovacijama. Inovacije generiraju intelektualnu imovinu i u velikoj mjeri ovise o njoj, a norme poput ISO 56005 i ISO 56006 pružaju smjernice za upravljanje intelektualnim vlasništvom i strateškom inteligencijom, što postaje sve važnije u digitalnom dobu i dobu umjetne inteligencije (AI). [3].

ISO 56005:2020 - Upravljanje inovacijama -- Alati i metode za upravljanje intelektualnim vlasništvom -- Smjernice fokusira se na upravljanje intelektualnim vlasništvom kao ključnim resursom inovacija, bilo da je zaštićeno patentom, korisnim modelom, žigom ili drugom vrstom prava intelektualnog vlasništva. Norma pruža okvir za učinkovito upravljanje intelektualnim vlasništvom i pravima intelektualnog vlasništva, povezujući poslovnu i inovacijsku strategiju te definirajući uloge menadžmenta, kompetencije zaposlenika, inovacijsku kulturu i pravno-financijske aspekte. Proces inovacija strukturiran je kroz korake Planirati–Učiniti–Provjeriti–Djelovati (PDCA), pri čemu se koriste alati poput „Zlatnog kruga“ (Zašto? – Kako? – Što?) i SIPOC dijagrama ((Dobavljači – Ulazi – Koraci procesa – Izlazi – Kupci) kako bi se optimizirala identifikacija prilika, stvaranje i validacija koncepata te implementacija rješenja. Norma također pruža šest praktičnih dodataka koji olakšavaju zapis, pretraživanje, evaluaciju, upravljanje rizicima i iskorištavanje intelektualnog vlasništva [7].

Cilj istraživanja, hipoteze i zadaci

Važnost intelektualnog vlasništva za osiguravanje konkurentne prednosti zahtijeva upravljanje intelektualnim vlasništvom kao strateškim alatom poduzeća unutar sustava upravljanja inovacijama kako bi se integriralo u rane faze inovacijskog ciklusa. Doprinos tome daje i međunarodna norma iz serije ISO 56000 kojom se uspostavlja okvir sustava upravljanja inovacijama u organizacijama, a osobito primjena smjernica za upravljanje intelektualnim vlasništvom ISO 56005:2020. Slijedom navedenog, svrha je ovog istraživanja prikupiti nove spoznaje o konceptu upravljanja intelektualnim vlasništvom prema ISO 56005:2020.

Cilj istraživanja je analizirati i prikazati koncept upravljanja intelektualnim vlasništvom prema ISO 56005:2020 i važnost takvog strukturiranog pristupa sa ciljem integracije intelektualnog vlasništva u rane faze inovacijskog ciklusa. Sukladno postavljenom cilju, zadaci istraživanja su analizirati i prikazati teorijske postavke upravljanja pravom intelektualnim vlasništvom, analizirati i prikazati temeljne zahtjeve i strukturu norme ISO 56005 te koncept upravljanja intelektualnim vlasništvom prema toj normi komparativno usporediti sa pristupom tradicionalnog reaktivnog poimanja intelektualnog vlasništva kao sredstva zaštite gotovog rezultata inovacije.

METODE

Polazeći od definiranog istraživačkog problema i postavljenih ciljeva, u radu se primjenjuje sustavna metodologija koja integrira skup komplementarnih znanstvenih metoda. Izabrani metodološki pristup osigurava znanstvenu utemeljenost teorijskog istraživanja, pri čemu kombinacija i redosljed primijenjenih postupaka služe kao svrhovit instrumentarij za rješavanje postavljenih zadataka. U tu svrhu, istraživanje se oslanja na nekoliko znanstvenih metoda.

Metodom studija dokumentacije i sadržaja analiziraju se teorijske postavke upravljanja intelektualnog vlasništva sadržaj zahtjeva i struktura smjernica prema normi ISO 56005:2020.

Deskriptivna metoda primjenjuje se za detaljnu analizu sadržaja međunarodne norme ISO 56005 i njezina suodnosa s ostalim normama iz serije ISO 56000. Ovom metodom se precizno definiraju smjernice za integraciju intelektualnog vlasništva u rane faze inovacijskog ciklusa.

Komparativna metoda se koristi se za usporedbu tradicionalnog, reaktivnog poimanja intelektualnog vlasništva kao sredstva zaštite gotovog rezultata nasuprot suvremenom proaktivnom pristupu sa fokusom na utvrđivanju prednosti koje integracija strategije intelektualnog vlasništva donosi u pogledu učinkovitosti komercijalizacije.

Metoda analize i sinteze se primjenjuje pri obradi relevantne literature i dokumenata kako bi se sintetizirali zaključci o utjecaju strukturiranog upravljanja intelektualnim vlasništvom na maksimiziranje povrata ulaganja u istraživanje i razvoj.

Navedena metodologija omogućuje cjelovit uvid u ulogu intelektualnog vlasništva kao strateškog alata, čime se osigurava ostvarenje postavljenog cilja rada

REZULTATI I RASPRAVA

Teorija upravljanja intelektualnim vlasništvom

Intelektualno vlasništvo pravna doktrina i praksa definira kao skup prava kojima se štite intelektualne tvorevine, pa tako i inovacije, kao nematerijalna dobra [9]. Pravni aspekt zaštite intelektualnog vlasništva njegova je bitna i neizostavna karakteristika jer upravo pravna zaštita čini inovacije i druge intelektualne tvorevine podobnima da budu predmet vlasništva [17]. Tretiranje prava intelektualnog vlasništva, ili barem dijela imovinskih prava koja iz njega proizlaze, kao vlasništva ne može proizlaziti iz samog naziva „intelektualno vlasništvo“, već pravna doktrina različitim teorijama pokušava razjasniti odnosno opravdati da se uistinu radi o vrsti vlasništva. Konceptualna teorija to objašnjava činjenicom da prava intelektualnog kao i drugo vlasništvo isključuje druge od korištenja, utilitaristička teorija zastupa normativni pristup davanja mogućnosti da tijekom perioda zaštite stvaratelj ima priliku povratiti uloženo u stvaranje inovacije sa svrhom poticanja inovativnih aktivnosti zbog opće društvene dobrobiti, a teorija „zasluge za rad“ smatra da stvaratelj ima prirodno pravo na plodove svoga uma [12]. Pravno pozitivistički gledano, pojam „vlasništvo“ pretpostavlja stvarno pravo na određenoj stvari, ili pravu koje je zakonom izjednačeno sa stvari, a koje njezinom nositelju (vlasniku) daje ovlast da s tom stvari i koristima od nje čini što ga je volja, te da svakog drugog od toga isključi (članak 2. Zakona o vlasništvu i drugim stvarnim pravima). Stoga bez obzira kojoj se teoriji priklonili, treba zaključiti da je pravna zaštita pretpostavka za priznavanjem intelektualnog vlasništva nad proizvodima ljudskog uma njihovim stvarateljima. Navedeno potvrđuje i stajalište Europskog suda za ljudska prava zauzeto u predmetu Anheuser-Busch Inc. protiv Portugala koje potvrđuje da intelektualno vlasništvo kao takvo predstavlja „vlasništvo“ zajamčeno člankom 1. Protokola 1. uz Europsku konvenciju o ljudskim pravima i slobodama kao ljudsko pravo ako je njime osiguran određeni skup vlasničkih prava – povezanih bilo sa stečenim pravom ili čak i prije sa samim zahtjevom za registraciju tog prava – koja su priznata prema domaćem zakonu.

Pri tome pravna zaštita može biti isključiva, kao što je to kod formalnih prava intelektualnog vlasništva, u koja spadaju patenti, žigovi, industrijski dizajn i druga prava industrijskog vlasništva te autorsko pravo i srodna prava, koji su prava apsolutne naravi ili se može raditi o zaštiti neformalnog industrijskog vlasništva kojim se ne stječu isključiva prava, već se pruža zaštita od nepoštenog tržišnog natjecanja ili od neovlaštenog zadiranja u poslovne tajne nekog poduzeća. Čak je i status neformalnog intelektualnog vlasništva kao oblika intelektualnog vlasništva upitan s gledišta konceptualne i pozitivističke teorije jer njihova zaštita ne generira apsolutna isključiva prava, čime se potvrđuje teza da je postojanje intelektualnog vlasništva neodvojivo od konkretnog sustava pravne zaštite. Stoga možemo zaključiti da ne postoji intelektualno vlasništvo koje ne bi bilo zaštićeno nekim od formalnih oblika prava

intelektualnog vlasništva ili ne bi ispunjavalo uvjete pravne zaštite kao neformalno intelektualno vlasništvo. Pretpostavke i opseg njihove zaštite detaljno su propisani, stoga se intelektualno vlasništvo svakako može promatrati i kao pravna kategorija. Sama inovacija potencijalni je predmet takve pravne zaštite odnosno supstancijalni aspekt intelektualnog vlasništva.

Pravna zaštita dodatno je i pretpostavka za ostvarivanje konkurentne prednosti na tržištu. Inovaciju koja ne bi bila pravno zaštićena nekim od formalnih prava intelektualnog vlasništva ili barem kao poslovna tajna poduzeća, svi mogu slobodno koristiti, pa pored toga što se primjenjuje u vlastitom poslovanju poduzeću ne donosi bitnu prednost pred konkurentima na tržištu niti može poduzeću donijeti novu i uvećanu ekonomsku vrijednost.

Međunarodna norma ISO 56005 intelektualno vlasništvo definira kao „jedinstvene, vrijednosne kreacije ljudskog intelekta koje su rezultat ljudske domišljatosti, kreativnosti i inventivnosti“, te ga smatra vrstom vlasništva, a „prava intelektualnog vlasništva“ definira kao „prava koja proizlaze iz različitih oblika intelektualnog vlasništva“. Također u uvodnom djelu ove norme objašnjava se da intelektualno vlasništvo „omogućuje dodjelu imovinskih prava nad novim znanjem i kreativnim izrazima. Na primjer, intelektualno vlasništvo odnosi se na znanstvene ili tehnološke proizvode ili procese, softver, podatke, know-how, književna i umjetnička djela, dizajn, simbole i imena. Postoje različite vrste prava intelektualnog vlasništva koje štite različite inovacijske rezultate“. U kontekstu gornjih razmatranja u vezi sa samim pojmom intelektualnog vlasništva i pravnom zaštitom kao njegovom pretpostavkom treba upozoriti na netočnost korištenih pojmova u odnosu na njihove definicije. Ono što norma definira „intelektualnim vlasništvom“ u stvari su potencijalni objekti zaštite intelektualnog vlasništva jer same kreacije ljudskog intelekta, sukladno ranije navedenom, ne mogu biti vlasništvo kao takve bez pravne zaštite. Imovinska prava koja se odnose na znanstvene ili tehnološke proizvode ili procese, softver, podatke, know-how, književna i umjetnička djela, dizajn, simbole i imena povezana su i proizlaze iz različiti oblika pravne zaštite koja se nad njima mogu osigurati.

Sustav pravne zaštite intelektualnog vlasništva osmišljen je kako bi se omogućila zaštita različitih vrsti intelektualnih tvorevina. Pravna zaštita svakog od oblika intelektualnog vlasništva osigurava se pod određenim uvjetima, ima određeni opseg zaštite i vrijeme trajanja zaštite. Izum je kreacija ljudskog intelekta koja predstavlja rješenje nekog tehničkog problema i može se štititi patentom. Izum i posljedično patent može se stoga odnositi na novi i inventivni proizvod ili proizvodni postupak, kao i na novu i inventivnu primjenu postojećih proizvoda ili postupaka i stoga čini srž svake tehnološke inovaciju. Preduvjet zaštite patentom je da se radi o novom, inovativnom i industrijski primjenjivom izumu, a stječe se registracijom. Za zaštitu jednostavnijih izuma osim onih iz područja biotehnologije, onih koji se odnose na kemijske ili farmaceutske tvari te onih koji se odnose na postupak na raspolaganju je i zaštita uporabnim modelom. Za poslovanje kreativne i ICT industrije, s obzirom na to da se računalni program smatra autorskim djelom, ostvarivanje pravne zaštite kroz autorsko pravo i srodna prava predstavlja osobito važan oblik intelektualnog vlasništva. Spomenuta prava nastaju po samom zakonu činom stvaranja djela odnosno objekta zaštite srodnog prava, te stoga nije potrebna njihova registracija. Za autorsko pravo je karakteristično da ima imovinsku, ali i moralnu komponentu kojom se ne može raspolagati. Pakiranja ili izgled proizvoda pod uvjetom da je nov i ima individualni karakter štiti se industrijskim dizajnom, a stječe registracijom ili u kraćem i užem opsegu zaštite i kao neregistrirani dizajn. Znak kojim se obilježavaju proizvodi ili usluge na tržištu moguće je štititi žigom pod uvjetom da je znak razlikovan, te nakon provedenog postupka registracije. Ova prava mogu biti korištena za zaštitu marketinških inovacija ključnih za profitabilni marketing poduzeća.

Tablica 1. Pregled mogućnosti zaštite inovacija pravim intelektualnog vlasništva i pretpostavke zaštite

Inovacija koja predstavlja predmet zaštite	Pravo intelektualnog vlasništva	Pretpostavka pravne zaštite	Osnovni uvjeti zaštite	
Izum	Patent	registracija	Novost, inventivnost i industrijska primjena	
Izum (osim isključenih)	Uporabni model	registracija	/	
Know-how i druge tajne informacije koje imaju komercijalnu vrijednost	Poslovna tajna	razumni koraci poduzeti za očuvanje tajnosti	Tajnost	
Znak razlikovanja	Žig	registracija	Razlikovnost, uporaba nakon registracije	
Vanjski izgled proizvoda	Industrijski dizajn	registracija/otkrivanje	Novost i individualni karakter	
Originalna intelektualna tvorevina iz područja znanosti, književnosti i/ili umjetnosti	Autorsko pravo	<i>ex lege</i> , činom stvaranja	Originalnost	
Izvedbe, fonogrami, videogrami, baze podataka, emitiranja, informativne publikacije	Srodna prava	<i>ex lege</i> , činom stvaranja	Činjenje autorskih djela dostupnim javnosti	

Izvor: vlastiti izvor

Bitan preduvjet strategije upravljanja intelektualnim vlasništvom stoga treba biti poznavanje djelovanja sustava pravne zaštite intelektualnog vlasništva. Takve strategije prvenstveno trebaju biti usmjerene na osiguravanje zakonom propisanih pretpostavki za zaštitu bilo da se radi o provođenju registracijskih postupaka ili zadovoljavanju drugih uvjeta, ali i odgovarajuće raspolaganje ovim pravima s obzirom na to da njihovo iskorištavanje može obuhvaćati i prodaju, franchising i licenciranje, a mogu biti i predmetom zaloga [11]. No, osim usmjerenosti na vlastito intelektualno vlasništvo poduzeća trebaju u svojem poslovanju voditi računa i o pravima intelektualnog vlasništva drugih kako bi se izbjegao rizik od povreda i posljedično odgovornosti za takve povrede. Neizostavan dio strategije upravljanja intelektualnim vlasništvom stoga je i utvrđivanje slobode djelovanja (tzv. *freedom to operate*), kao i korištenje baza podataka zaštićenog intelektualnog vlasništva, prije svega patentnih informacija, kao izvora poslovnih informacija za praćenje razvojne aktivnosti konkurenata i trendove razvoja tehnologije sa ciljem generiranja naknadnih inovacija.

Postanak, trajanje i prestanak pravne zaštite intelektualnog vlasništva podređeni su načelu teritorijalnosti, prema kojem zaštita proizvodi pravne učinke isključivo unutar granica države koja ju je priznala [18:21], što je od presudne važnosti za formalna prava poput patenata ili žigova. Navedeno nužno treba uzeti u obzir za utvrđivanje slobode djelovanja, te nalaže strateški pristup registraciji prava na različitim tržištima kada je to pretpostavka stjecanja prava intelektualnog vlasništva što je često povezano sa znatnim troškovima.

Prilikom formuliranja strategije upravljanje intelektualnim vlasništvom treba voditi računa o tome da su neka prava intelektualnog vlasništva paralelna i komplementarna, a druga se međusobno isključuju. Moguće je na istom predmetu osigurati višestruku zaštitu različitim pravima intelektualnog vlasništva koji su u sinergiji. Primjerice, u slučaju kada se inovativni proizvod zaštićen patentom stavlja na tržište, za vrijeme trajanja njegove monopolne pozicije osigurane patentom, kroz znak razlikovanja kojim je taj proizvod obilježen, te zaštićen žigom, može se stvoriti odnos povjerenja između proizvođača i potrošača. Zaštita žigom traje i nakon što je patent istekao pa time žigovi u određenom smislu produžuju pravnu zaštitu koju su izvorno pružali patenti, čime doprinose financijskom povratu ostvarenom od patentiranih izuma [15]. S druge strane, patentna zaštita pretpostavlja da se izum otkrije javnosti, pa nije istovremeno moguće osigurati zaštitu poslovnom tajnom na istom predmetu zaštite, osim u dijelu u kojem se komplementarno poslovnom tajnom mogu štititi određena znanja o načinu primjene i implementacije tog izuma [11]. Poduzeće se stoga u pravilu mora opredijeliti hoće li izum čuvati u tajnosti ili mu osigurati zaštitu patentom, vodeći računa o prednostima i nedostacima zaštite jednog umjesto drugog oblika intelektualnog vlasništva [14].

Na kraju, strategija upravljanja intelektualnim vlasništvom u obzir treba uzeti i da su izumitelji ili autori inovacija koje su predmet zaštite intelektualnim vlasništvom poduzeća najčešće njegovi radnici, pa u obzir treba uzeti i odnos radnika i poslodavaca u vezi sa uređenjem takvog intelektualnog vlasništva nastalog u radnom odnosu [10]. Nacionalni propisi u pravilu reguliraju da prava industrijskog vlasništva koja nastanu u izvršavanju obveza iz radnog odnosa pripadaju poslodavcu. Člankom 98. Zakona o radu Republike Hrvatske propisano je da izum ostvaren na radu ili u vezi s radom pripada poslodavcu. Intelektualno vlasništvo kojem bi predmet zaštite stoga bio izum, bez obzira radi se li se o patentu, uporabnom modelu ili poslovnoj tajni, pripada stoga poslodavcu. S druge strane inovacija u vidu autorskog djela regulirana je člankom 100. Zakona o autorskom i srodnim pravima kojim je određeno da poslodavac stječe isključiva autorska imovinska prava iskorištavanja autorskog djela stvorenog u radnom odnosu (a to je djelo koje za vrijeme trajanja radnog odnosa kod određenog poslodavca stvori autor izvršavajući svoje obveze iz ugovora o radu) u mjeri koja je potrebna za obavljanje djelatnosti poslodavca, osim ako je ugovorom o radu ili drugim aktom kojim se uređuje radni odnos ili drugim ugovorom sklopljenim između autora i poslodavca drukčije određeno. Pravna praznina ostaje u pogledu poslovnih tajni koje se ne bi mogle karakterizirati kao izum, te ostalih predmeta zaštite kao što je primjerice vanjski oblik proizvoda, ako se isti ne bi smatrao autorskim djelom. Sa svim vanjskim suradnicima koji stvaraju inovacije za poduzeće bilo prema ugovoru o djelu, ugovoru o autorskom djelu ili u sklopu nekog drugog poslovnog odnosa treba ugovorom riješiti pitanja vezana uz stjecanje intelektualnog vlasništva, što stoga također treba uzeti u obzir pri formuliranju strategije upravljanja intelektualnim vlasništvom.

Koncept upravljanja intelektualnim vlasništvom prema ISO 56005:2020

Norma ISO 56005 nudi smjernice za podršku ulozi intelektualnog vlasništva u upravljanju inovacijama, s ciljem rješavanja sljedećih pitanja vezanih uz upravljanje intelektualnim vlasništvom na strateškoj i operativnoj razini:

- stvaranje strategije intelektualnog vlasništva za podršku inovacijama unutar organizacije,
- uspostavljanje sustavnog upravljanja intelektualnim vlasništvom unutar inovacijskih procesa,
- primjena dosljednih alata i metoda intelektualnog vlasništva za podršku učinkovitim upravljanju intelektualnim vlasništvom.

Slično kao i kod razvoja inovacijskih strategija, strategija intelektualnog vlasništva organizacije ovisi o njezinoj inovacijskoj i poslovnoj strategiji te ciljevima razvoja novih proizvoda, usluga, procesa i poslovnih modela. Prema smjernicama norme ISO 56005:2020, svrha strategije intelektualnog vlasništva jest integrirati upravljanje intelektualnim vlasništvom s poslovnim i inovacijskim strategijama organizacije. Time se osigurava učinkovita raspodjela resursa u inovacijskim procesima, definiraju ciljevi i politike upravljanja intelektualnim vlasništvom te smanjuju rizici povezani s inovacijskim aktivnostima. Ujedno se omogućuje optimalno korištenje i komercijalizacija intelektualnog vlasništva, čime se povećava uspješnost inovacija i jača konkurentnost organizacije.

Razvoj strategije intelektualnog vlasništva prema smjernicama norme ISO 56005:2020 obuhvaća nekoliko ključnih koraka. Najprije je potrebno razumjeti ulogu intelektualnog vlasništva i njegovog upravljanja u kontekstu inovacijske i poslovne strategije organizacije. Nakon toga slijedi analiza i dokumentiranje postojeće pozicije organizacije u području intelektualnog vlasništva. Na temelju toga definiraju se ciljevi intelektualnog vlasništva usklađeni s inovacijskom politikom i razvojnim planovima

organizacije. Sljedeći korak odnosi se na provedbu, odnosno operacionalizaciju strategije intelektualnog vlasništva u svakodnevnim poslovnim i inovacijskim aktivnostima. Konačno, strategiju je potrebno jasno komunicirati svim relevantnim dionicima unutar i izvan organizacije.

Organizacija bi trebala periodično preispitivati i vrednovati strategiju intelektualnog vlasništva u odnosu na promjene u vanjskom okruženju, ali i na unutarnje promjene koje proizlaze iz razvoja poslovne i inovacijske strategije. Prema smjernicama norme ISO 56005:2020, takva procjena uključuje analizu snaga, slabosti, prilika i prijetnji povezanih s intelektualnim vlasništvom u kontekstu organizacije, kao i preispitivanje ključnih strateških ciljeva u području intelektualnog vlasništva. Također je važno sagledati usklađenost strategije intelektualnog vlasništva sa strateškim smjerom organizacije, jasno definirati odgovornosti za njezinu provedbu, utvrditi način mjerenja poslovnog učinka te odrediti vremenski okvir provedbe.

Kako bi se osigurala učinkovita implementacija, organizacija treba strategiju intelektualnog vlasništva komunicirati relevantnim dionicima te osigurati odgovarajuće alate i resurse za provedbu procesa upravljanja intelektualnim vlasništvom.

Prema smjernicama normi ISO 56005:2020 i ISO 56002:2019, upravljanje intelektualnim vlasništvom treba biti integrirano u sve faze inovacijskog procesa. Inovacijski proces je nelinearan i iterativan te obuhvaća pet međusobno povezanih faza: identificiranje prilika, kreiranje koncepata, validaciju koncepata, razvoj rješenja i implementaciju rješenja. Aktivnosti upravljanja intelektualnim vlasništvom trebaju biti usklađene s inovacijskom strategijom organizacije te se provoditi kroz suradnju stručnjaka za intelektualno vlasništvo, istraživanje i razvoj te upravljanje proizvodima.

U okviru inovacijskih procesa organizacija treba identificirati, dokumentirati i štiti intelektualno vlasništvo nastalo tijekom inovacijskih aktivnosti, upravljati njegovim portfeljem te procjenjivati povezane rizike i prilike. Također je potrebno osigurati da organizacija ima odgovarajuće vlasništvo ili pristup rezultatima inovacija te omogućiti njihovo učinkovito iskorištavanje kroz razvoj proizvoda, licenciranje, suradnju ili druge oblike komercijalizacije.

U početnim fazama inovacijskog procesa naglasak je na analizi postojećeg stanja tehnologije i intelektualnog vlasništva, prepoznavanju inovacijskih prilika te generiranju koncepata uz procjenu mogućnosti zaštite. U fazi validacije i razvoja rješenja procjenjuju se rizici povezani s intelektualnim vlasništvom, definiraju mjere zaštite te se razvija plan upravljanja portfeljem intelektualnog vlasništva. U završnoj fazi implementacije fokus je na komercijalizaciji, praćenju tržišta i optimizaciji portfelja intelektualnog vlasništva tijekom njegova životnog ciklusa.

Sustavno upravljanje intelektualnim vlasništvom kroz sve faze inovacijskog procesa omogućuje organizaciji bolje iskorištavanje inovacijskih rezultata, smanjenje pravnih i tržišnih rizika te jačanje konkurentnosti.

Prema smjernicama norme ISO 56005:2020, učinkovito upravljanje intelektualnim vlasništvom u inovacijskim procesima zahtijeva primjenu različitih alata i metoda koji omogućuju identifikaciju, zaštitu, procjenu i iskorištavanje inovacijskih rezultata.

U ranim fazama inovacijskog procesa koriste se alati za evidenciju i otkrivanje izuma, kao što su laboratorijske bilježnice, radni dnevници, elektronički arhivi te obrasci za internu objavu izuma. Ovi alati omogućuju dokumentiranje inovacijskih aktivnosti, potvrdu autorstva i vlasništva nad inovacijskim rezultatima te olakšavaju postupke zaštite intelektualnog vlasništva.

Važan dio sustava predstavlja i upravljanje intelektualnim vlasništvom povezano sa zaposlenicima, koje uključuje ugovore o povjerljivosti, reguliranje vlasništva nad inovacijskim rezultatima te osiguravanje zaštite poslovnih tajni tijekom i nakon prestanka radnog odnosa.

U svrhu strateškog upravljanja inovacijama koriste se i alati za pretraživanje informacija o intelektualnom vlasništvu, poput patentnih baza podataka i analize postojećih prava, čime se omogućuje praćenje tehnoloških trendova, izbjegavanje dupliciranja istraživanja te smanjenje rizika od povrede prava trećih strana.

Dodatno, organizacije primjenjuju metode procjene i revizije intelektualnog vlasništva, kao što su revizije intelektualnog vlasništva (tzv. IP audit) i različiti modeli vrednovanja (troškovni, tržišni i prihodovni pristup), koji omogućuju procjenu vrijednosti i strateške važnosti pojedinih prava intelektualnog vlasništva.

U kasnijim fazama inovacijskog procesa naglasak je na upravljanju rizicima intelektualnog vlasništva te na metodama njegova iskorištavanja, primjerice kroz licenciranje, tehnološku suradnju,

komercijalizaciju inovacija ili prijenos tehnologije. Sustavna primjena navedenih alata i metoda omogućuje organizacijama učinkovitije upravljanje inovacijama i povećanje konkurentnosti na tržištu.

Integracija intelektualnog vlasništva u rane faze inovacijskog procesa prema ISO 56005:2020

Tradicionalno poimanje intelektualnog vlasništva kao isključivo pravne kategorije dominantno je usmjereno na završnu fazu inovacijskih aktivnosti. Intelektualno vlasništvo počinje biti predmet razmatranja kako bi se osiguralo pravnu zaštitu nakon što je inovacija u potpunosti razvijena. Nasuprot tome, strukturirani, proaktivni pristup upravljanja intelektualnim vlasništvom, koji osigurava primjena norme ISO 56005:2020 sadrži cijeli niz smjernica koja omogućavaju integrirati intelektualno vlasništvo u rane faze razvoja inovacija sa znatnim prednostima za organizacije.

Prva u tom nizu je sustavna procjena okruženja (tzv. engl. *IP Landscape*), koja je sukladno smjernicama ključna za početnu fazu inovacijskog procesa i trebalo bi ju provesti prije poduzimanja bilo kakvih inovacijskih aktivnosti. Sustavna procjena okruženja obuhvaća među ostalim i analizu fundusa postojećeg intelektualnog vlasništva odnosno koristi sustav zaštite intelektualnog vlasništva kao izvor informacija o tome kamo usmjeriti inovativne aktivnosti. Ovo podrazumijeva prije svega pretragu registara prava industrijskog vlasništva u kojima se vode podaci o zaštićenim pravima trećih osoba. Osobitu važnost ima pretraga patentnih informacija odnosno iščitavanja patentnih spisa već zaštićenih izuma. Takvom procjenom među ostalim se djeluje preventivno te se utvrđuje sloboda djelovanja. Smisao je spriječiti ulaganje u inovativne aktivnosti koje u konačnici mogu dovesti do povrede prava trećih osoba za koju će organizacija biti odgovorna. U tu svrhu procjena ovisi o tržištu na kojem organizacija planira djelovati. Potrebno je pretražiti registre važećih prava industrijskog vlasništva na svakom od tih područja s obzirom na ranije navedeno načelo teritorijalnost ovih prava. Međutim, registri prava industrijskog vlasništva sadrže podatke i o pravima koje možda više nisu važeći i ne postoji opasnost zbog njihove povrede, ali čine stanje tehnike odnosno uvid u ono što je već poznato. Može se raditi o izumima koji nikada nisu bili stavljeni na tržište ili nisu doživjeli neki širu primjenu, pa ne moraju nužno biti opće poznati, ali su evidentirani u bazama patentnih informacija. Smisao je sprječavanje ulaganja u razvoj rješenja koja dupliciraju već poznato pa ne zadovoljavaju kriterij novosti, nužan za kasniju formalnu zaštitu intelektualnog vlasništva, ili su se u praksi već pokazali neučinkovitima. Sustavna procjena okruženja u tom pogledu stoga ne bi trebala biti ograničena samo na ciljano tržište, niti na trenutno važeća prava. Nadalje, sustavna procjena okruženja može detektirati neiskorištene niše pogodne za razvoj novih inovacija. Pretraga registara prava industrijskog vlasništva u odnosu na ključne konkurente organizacija može godinama prije nego što se proizvod pojavi na tržištu razotkriti smjer njihovog istraživanja i razvoja, poslovnog širenja ili ciljano tržište, te omogućiti da se inovacijska strategija organizacije tome prilagodi. S obzirom na značaj pretraga registara zaštićenih prava za sustavnu procjenu okruženja, u Aneksu C norme ISO 56005:2020 detaljno se objašnjavaju i prikazuju alati i metode provođenja takvih pretraga. Intelektualno vlasništvo na ovaj način za razliku od pasivnog pristupa zaštite već stvorene inovacije pokreće njihovo stvaranje.

Druga ključna smjernica je zahtjev za identifikaciju i dokumentaciju intelektualnih tvorevina odmah po nastanku čime se osigurava potencijalna kasnija pravna zaštita pravima intelektualnog vlasništva. Ranije je naglašeno da postoje strogi zakonski uvjeti pravne zaštite pojedinih oblika intelektualnog vlasništva. Primjerice uvjet zaštite poslovnih tajni je poduzimanje razumnih koraka za očuvanje njihove tajnosti, a uvjet registracije patenata i industrijskog dizajna je njihova novost pa stoga objekte potencijalne zaštite ovim pravima intelektualnog vlasništva do trenutka podnošenja prijave za registraciju nužno treba čuvati kao tajnu. Propust očuvanja novosti kasnije će onemogućiti stjecanje patenta ili industrijskog dizajna, a time i povrat investicije uložene u nastanak inovacije. Primjena smjernica sadržanih u ISO 56005:2020 normi osiguravaju zadovoljavanje pretpostavaka zaštite odnosno sprečavaju nepovratni gubitak ključnih uvjeta nužnih za zaštitu tih prava. Sukladno smjernicama te osobito prema Aneksu A norme ISO 56005:2020 naglašava se važnost potpisivanja ugovora o tajnosti sa svim zaposlenicima i trećim osobama s kojima organizacija može biti u nekom poslovnom odnosu u kojem bi moglo doći do otkrivanja poslovnih tajni. Istom cilju služi i dokumentiranje nastanka inovacije koje može služiti za dokazivanje i potvrdu autorstva i prvenstva nad inovacijskim rezultatima, koji su također preduvjeti osiguravanja pravne zaštite autorskog prava odnosno patenata u određenim državama svijeta. Osim navedenog, sugerira se vođenje podataka o inovativnim aktivnostima i ispunjavanje obrazaca za internu objavu izuma kako bi se odmah po nastanku inovacije moglo identificirati u čemu se inovacija sastoji, kojim bi ju se potencijalno pravom intelektualnog vlasništva moglo zaštititi i ovisno o tome odrediti

razinu povjerljivosti odnosno klasificirati ju kao poslovnu tajnu, te kasnije pokrenuti odgovarajuću pravnu zaštitu. Navedena smjernica treba se ostvarivati i kod inovacijskih projekata koji se poduzimaju u suradnji s drugim partnerskim organizacijama, te sukladno normi treba osigurati rano definiranje vlasništva nad rezultatima i uvjeta korištenja rezultata takvih zajedničkih inovativnih aktivnosti, kako bi se spriječila pravna nesigurnost i eventualni sporovi u budućnosti. Za razliku od toga, tradicionalni, reaktivni pristup, koji razmatranje zaštite odgađa do trenutka finalizacije inovacije, onemogućava pravovremeno očuvanje novosti i povjerljivosti, što nerijetko rezultira gubitkom zakonskih pretpostavki nužnih za zaštitu prava intelektualnog vlasništva.

Na to se nadovezuje smjernica osmišljavanja strategije pravne zaštite intelektualnog vlasništva u ranim fazama razvoja inovacije. Norma sugerira da se odluka o načinu zaštite donosi odmah po nastanku inovacije u ranim fazama razvoja, ovisno o planiranom modelu komercijalizacije i životnom vijeku proizvoda. Ovo je osobito važno kada je potrebno izabrati neki od alternativnih puteva zaštite (npr. kao što je ranije navedeno patentiranje umjesto čuvanja u tajnosti odnosno obratno). Moguća strategija je i objavljivanje izuma čime će se izgubiti novost, ali i spriječiti konkurenciju da patentom osigura isključiva prava u istom području inovacije. Aneks B norme ISO 56005:2020 prikazuje preduvjete pravne zaštite različitih prava intelektualnog vlasništva i ističe što je potrebno uzeti u obzir pri definiranju strategije zaštite. Sukladno normi, nužna je i kontinuirana evaluacija postojećeg intelektualnog vlasništva i stalno usklađivanje strategije kako bi se ulaganja usmjeravala isključivo na ona prava koja pridonose konkurentnosti i ostvarenju povrata ulaganja, a bitni faktori navedene evaluacije prikazani su u Aneksu D norme ISO 56005:2020. U usporedbi s tradicionalnim pristupom gdje često dolazi do pravne zaštite inovacija koje nemaju tržišni potencijal, navedeno omogućava veću učinkovitost i maksimiziranje povrata ulaganja u istraživanje i razvoj, kao i troška same pravne zaštite. Bitne smjernice koje omogućavaju integrirati intelektualno vlasništvo u rane faze razvoja inovacija su i protokoli postupanja sa zaposlenicima, te razvoj kulture svijesti o intelektualnom vlasništvu. U ishodištu svake inovacije je ljudsko stvaralaštvo, pa je stoga osnovni preduvjet nastanka bilo kojeg predmeta zaštite intelektualnog vlasništva u organizaciji inovativan i kreativan rad njezinih zaposlenika. Stoga je naglašena potreba motiviranja i uvođenje adekvatnih modela nagrađivanja zaposlenika kako bi se poticalo njihovu individualnu kreativnost i inovativnost sa ciljem generiranja potencijalnih objekata zaštite. Norma također naglašava važnost edukacija o važnosti intelektualnog vlasništva na svim razinama i u ranim fazama inovativnih aktivnosti. Navedeno doprinosi mogućnosti kasnije zaštite prava intelektualnog vlasništva jer će zaposlenici moći prepoznati potencijalne objekte zaštite i voditi računa o očuvanju novosti i tajnosti kao preduvjeta kasnije zaštite. U usporedbi sa reaktivnim pristupom intelektualnom vlasništvu, na ovaj se način omogućava ostvarivanje zakonskih pretpostavki nužnih za zaštitu i ujedno potiče stvaranje inovacija.

ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje potvrđuje temeljnu hipotezu rada: uloga intelektualnog vlasništva u suvremenom inovacijskom sustavu doživjela je duboku transformaciju – od pasivnog pravnog mehanizma zaštite prema proaktivnom strateškom alatu za upravljanje inovacijama. U radu je pokazano da integracija intelektualnog vlasništva u rane faze inovacijskog procesa, sukladno smjernicama norme ISO 56005:2020, predstavlja ključni čimbenik za osiguravanje poslovnog uspjeha.

Teorijska analiza strategija upravljanja intelektualnim vlasništvom prikazana u radu pokazuje važnost pravnog aspekta zaštite inovacija nekim od prava intelektualnog vlasništva za ostvarivanje konkurentske prednosti na tržištu. Međutim nužno je promijeniti paradigmu pristupa intelektualnom vlasništvu samo u kontekstu pravne zaštite prema korištenju intelektualnog vlasništva kao strateškog alata za upravljanje inovacijama. Takav zaokret prema integraciji upravljanja intelektualnim vlasništvom u sve faze inovacijskih procesa postavlja norma ISO 56005:2020 kao jedna od normi iz serije ISO 56000 kojom se uspostavlja okvir sustava upravljanja inovacijama u organizacijama. U radu je pokazano da smjernice sadržane u normi ISO 56005:2020 omogućuju transformaciju uloge intelektualnog vlasništva iz statičnog pravnog instrumenta u proaktivan poslovni alat, kojim organizacije upravljaju od ranih faza inovacijskih aktivnosti, osobito pri usmjeravanju, prepoznavanju i dokumentiranju inovacija, te pri osmišljavanju strategije i osiguravanja pravne zaštite inovacija kao objekata intelektualnog vlasništva, kao i pri evaluaciji postojećeg intelektualnog vlasništva organizacije.

Komparativna usporedba jasno ukazuje na prednosti takvog pristupa u odnosu na tradicionalno reaktivno poimanje intelektualnog vlasništva. Smjernice nalažu sustavnu procjenu okruženja prije početka inovacijskih aktivnosti pri čemu se sustav intelektualnog vlasništva koristi kao izvor informacija za provjeru slobode djelovanja i identificiranje mogućih smjerova inovacijskih aktivnosti u određenim nišama i tako pokreće stvaranje inovacija. Stvaranje inovacija sukladno smjernicama iz norme potiče se i uvođenjem adekvatnih modela nagrađivanja zaposlenika za stvorene objekte intelektualnog vlasništva. Smjernice djeluju preventivno kroz zahtjeve za identifikaciju i dokumentaciju potencijalnih predmeta zaštite intelektualnim vlasništvom odmah po nastanku i za očuvanjem njihove novosti i povjerljivosti, dok kod tradicionalnog pristupa postoji opasnost od gubitka spomenutih zakonskih pretpostavki nužnih za ostvarivanje pravne zaštite prije nego li je pokrenuta. Za ostvarivanje zakonskih pretpostavki nužnih za zaštitu također je važno osmišljavanje strategije pravne zaštite intelektualnog vlasništva u ranim fazama razvoja inovacije i edukacija zaposlenika o intelektualnom vlasništvu, umjesto da se intelektualnim vlasništvom bave samo pravnici u kontekstu zaštite već stvorenih inovacija.

Primjena norme ISO 56005:2020 stoga osigurava da intelektualno vlasništvo postane integralni dio strateškog odlučivanja i služi kao most između pravne zaštite i operativnog upravljanja inovacijama kao potencijalnim objektima takve zaštite.

LITERATURA

- [1] Candelin-Palmqvist, H., Sandberg, B., Mylly, U.-M.: **Intellectual property rights in innovation management research: A review**, *Technovation*, 32, 2012 (9-10), 502-512
- [2] del Coro Gutierrez Pla, M., Burtchaell, L.: **Managing intellectual property rights in innovation: the key to reaching the market**, *WIPO Magazine*, 2021, <https://www.wipo.int/en/web/wipo-magazine/articles/managing-intellectual-property-rights-in-innovation-the-key-to-reaching-the-market-41957> (27.2.2026.)
- [3] Fernandez, R., Swart, W.: **The New ISO 56000 Family of Standards for Innovation Management**, *Standards*, 5, 2025 (34), 1-12 <https://doi.org/10.3390/standards5040034>
- [4] Fisher, W.: **Intellectual Property and Innovation: Theoretical, Empirical, and Historical Perspectives**, *Industrial Property, Innovation, and the Knowledge-based Economy*, *Beleidsstudies Technologie Economie*, 37, 2001, 47-72.
- [5] Galović, T.: **Uvod u inovativnost poduzeća**, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2016.
- [6] Gäßler, F., Harhoff, D., Sorg, S., von Graevenitz, G.: **Patents, freedom to operate, and follow-on innovation: Evidence from post-grant opposition**, Discussion Paper, No. 494, Ludwig-Maximilians-Universität München and Humboldt-Universität Berlin, <https://hdl.handle.net/10419/289824> (27.2.2026.)
- [7] Gueorguiev, T.: **The experience gained from implementing an ISO 56000-based innovation management system**, *Acta Imeko*, 12, 2023 (2), 1-6 <https://acta.imeko.org/index.php/acta-imeko/article/view/1461> (20.3.2026.)
- [8] Hoyle, D.: **ISO 9000 Quality Systems Handbook-updated for the ISO 9001: 2015 standard: Increasing the Quality of an Organization's Outputs** (7th ed.), Taylor&Francis Group, London, 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315642192>
- [9] Matanovac Vučković, R.: **Intelektualno vlasništvo i pristupanje Europskoj uniji – novele zakona iz 2007. godine**, u: Matanovac Vučković, R.: *Zbirka propisa u području prava intelektualnog vlasništva*, Narodne novine/Državni zavod za intelektualno vlasništvo, Zagreb, 2008.
- [10] Matanovac Vučković, R., Kunda, I.: **Uređenje intelektualnog vlasništva nastalog u radnom odnosu**, *Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci*, 32, 2011(1), 75-125.
- [11] Matanovac Vučković, R., Mišević, P., Kanceljak, I., Kikelj, M., Mišević, D.: **Upravljanje intelektualnim vlasništvom u organizaciji**, Hrvatska gospodarska komora/Sveučilište sjever, Zagreb, 2023.
- [12] Mossof, A.: **Intellectual Property and Property Rights**, Edward Elgar, Cheltenham/Northampton, 2013
- [13] Nikolić, G.: **Inovacije i izumi, danas i kroz povijest**, *Tekstil*, 67, 2018 (5-6), 139-145.
- [14] Rački Marinković, A.: **Zaštita poslovnih tajni kao oblika intelektualnog vlasništva**, *Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci*, 40, 2019(2), 765-797.

- [15] Rujas, J.: **Trade marks: complementary to patents**, World Patent Information, 21, 1999 (1), 35-39. [https://doi.org/10.1016/S0172-2190\(99\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0172-2190(99)00023-X) (27.2.2026.)
- [16] Shestakov, D., Poliarush, O.: **The Degree of Innovation: Through Incremental to Radical**, Investytsiyi praktyka ta dosvid, 11, 2018 (12), 66-75.
- [17] Topić, Ž.: **Primjena intelektualnog vlasništva kao razvojnog resursa**, u: Matanovac, R. (ur): Hrvatsko pravo intelektualnog vlasništva u svjetlu pristupa Europskoj uniji, Državni zavod za intelektualno vlasništvo/Narodne novine, Zagreb, 2006.
- [18] Verona, A.: **Pravo industrijskog vlasništva**, Informator, Zagreb, 1978.
- [19] Zwir, I., Del-Val, C., Hintsanen, M., Cloninger, K.M., Romero-Zaliz, R., Mesa, A., Arnedo, J., Salas, R., Poblete, G.F., Raitoharju, E., Raitakari, O., Keltikangas-Järvinen, L., de Erausquin, G.A., Tattersall, I., Lehtimäki, T., Cloninger, C.R.: **Evolution of genetic networks for human creativity**, Molecular Psychiatry, 27, 2022, 354-376. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01097-y> (27.2.2026.)

Propisi

- Zakon o autorskom pravu i srodnim pravima, N.N. br. 111/21
- Zakon o radu, N.N. br. 93/14, 127/17, 98/19, 151/22, 46/23, 64/23
- Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima, N.N. br. 91/96, 68/98, 137/99, 22/00, 73/00, 129/00, 114/01, 79/06, 141/06, 146/08, 38/09, 153/09, 143/12, 152/14, 81/15, 94/17
- Zakon o potvrđivanju Konvencije za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda i Protokola br. 1., 4., 6., 7., 11., 12., 13., i 14. uz Konvenciju za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda, N.N.-M.U. br. 18/97, 6/99, 14/02, 13/03, 9/05, 1/06, 2/10, 13/17

Norme

- ISO 56005:2020, Upravljanje inovacijama -- Alati i metode za upravljanje intelektualnim vlasništvom – Smjernice

Sudske odluke

- ESLJP, Anheuser-Busch Inc. protiv Portugala [VV], br. 73049/01, ECHR 2007-I

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



Ana Rački Marinković, Ph.D.

Veleučilište studija sigurnosti u Zagrebu
 Zagreb, Republika Hrvatska
ana.racki.marinkovic@vss.hr

Ana Rački Marinković izabrana je u znanstveno-nastavno zvanje izvanrednog profesora (naslovno zvanje), u znanstvenom području društvenih znanosti, znanstveno polje pravo, znanstvena grana trgovačko pravo na Pravnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Zaposlena je na Veleučilištu studija sigurnosti gdje predaje predmete Upravni postupak, Međunarodno i europsko pravo sigurnosti i Pravna regulativa sigurnosti. Od 2009. godine kao vanjska suradnica izvodi nastavu iz predmeta Pravo industrijskog vlasništva na preddiplomskom i diplomskom studiju na Pravnom fakultetu u Zagrebu, a od 2008. godine na poslijediplomskom specijalističkom i doktorskom studiju iz trgovačkog prava i prava društava. Predaje na Poslijediplomskome sveučilišnome interdisciplinarnome specijalističkome studiju Intelektualno vlasništvo. Bila je pomoćnica zastupnice Republike Hrvatske pred Europskim sudom za ljudska prava zaposlena u Uredu Vlade Republike Hrvatske. Znanstveno radi u području

industrijskog vlasništva, a osobito u području prava žiga, zemljopisnih oznaka, poslovnih tajni, te u području provedbe prava intelektualnog vlasništva.

PODACI O SUATORIMA

2)

Marijana Leontić, univ. mag. ing. cheming.

Veleučilište studija sigurnosti u Zagrebu

Zagreb, Republika Hrvatska

marijana@vss.hr

Natalija Jovičić Zarić, Dušan Nogović, Aleksandar Mićašević

UPRAVLJANJE RIZICIMA INFORMACIONE BEZBEDNOSTI I AI SPECIFIČNIM RIZICIMA U MENADŽMENTU INOVACIJAMA

Sažetak

U savremenim organizacijama inovacije se često posmatraju kao inherentno pozitivan proces, dok se zahtevi informacione bezbednosti i etike percipiraju kao ograničenje. Ovakav pristup dovodi do fragmentisanog upravljanja, u kojem inovacioni procesi napreduju brže od sposobnosti organizacije da identifikuje, proceni i tretira povezane rizike, posebno u kontekstu digitalnih tehnologija i veštačke inteligencije. Rad polazi od stava da su informaciona bezbednost, zaštita podataka i odgovorna primena veštačke inteligencije integralni elementi efektivnog menadžmenta inovacijama. Standard ISO 56002:2019 se razmatra kao strateški okvir koji zahteva usklađivanje sa sistemima menadžmenta bezbednosti informacija, upravljanja podacima i AI menadžmenta, uz fokus na upravljanje rizicima. Analiza relevantnih standarda i regulatornog okvira, uključujući EU Akt o veštačkoj inteligenciji, pokazuje da integrisani pristup omogućava sistematsko i održivo upravljanje rizicima u inovacionim procesima. Zaključno, rad ukazuje da dugoročno održive inovacije nisu moguće bez jasno definisanog i integrisanog upravljačkog okvira, u kome standardi za inovacije, informacionu bezbednost i veštačku inteligenciju funkcionišu kao međusobno povezani elementi jedinstvenog sistema.

Ključne reči: AI specifični rizici, informaciona bezbednost, menadžment inovacijama, rizik.

MANAGEMENT OF INFORMATION SECURITY RISKS AND AI-SPECIFIC RISKS IN INNOVATION MANAGEMENT

Abstract

In modern organisations, innovation is often perceived as an inherently positive process, while information security and ethical requirements are viewed as constraints. Such an approach leads to fragmented management, where innovation processes advance faster than the organisation's ability to identify, assess, and treat associated risks, particularly in the context of digital technologies and artificial intelligence. This paper is based on the premise that information security, data protection, and the responsible use of artificial intelligence are integral elements of effective innovation management. The ISO 56002:2019 standard is considered as a strategic framework that requires alignment with information security management systems, data governance, and AI management systems, with a focus on risk management. An analysis of relevant standards and the regulatory framework, including the EU Artificial Intelligence Act, indicates that an integrated approach enables systematic and sustainable risk management in innovation processes. In conclusion, the paper demonstrates that long-term sustainable innovation is not possible without a clearly defined and integrated management framework, in which standards for innovation, information security, and artificial intelligence function as interconnected elements of a unified system.

Key words: AI-specific risks, Information security, Innovation management, Risk.

UVOD

Inovacioni procesi u savremenim organizacijama više se ne mogu posmatrati isključivo kao razvoj novih proizvoda, usluga ili poslovnih modela. Oni su sve češće oslonjeni na podatke/informacije, digitalne platforme, međufunkcionalnu saradnju i primenu veštačke inteligencije. To znači da se u isto vreme odvijaju kao poslovni, tehničko-tehnološki i upravljački procesi. Zbog toga inovaciju danas treba da razumemo kao sistem u kome vrednost nastaje tek kada su ideja, eksperiment, bezbednost informacija i upravljanje rizicima međusobno usklađeni.

Kontinuirane promene u poslovnom ekosistemu, uslovljene kretanjima na tržištu, razvojem tehnologije i različitim političko-ekonomskim faktorima, imaju značajan uticaj na evoluiranje same organizacije, njenih procesa i poslovnog modela. Da bi se prilagodile, a u cilju održavanja ili poboljšanja svoje konkurentne pozicije, organizacije moraju da kontinuirano prate kretanja na tržištu, identifikuju odstupanja svojih poslovnih procesa od zahteva poslovanja i fokusiraju svoje aktivnosti i resurse ka poboljšanjima i inovacijama.

Ipak, identifikacija odstupanja predstavlja samo prvi korak. Da bi se ostvario krajnji rezultat i uspešno transformisala prilika u vrednost, potrebno je sprovesti strukturiran proces sa jasno definisanim ulazima, aktivnostima, odgovornostima i ovlašćenjima ali i specificiranim očekivanim izlazima. U zavisnosti od tipa i intenziteta promena koje inovacija može da inicira i potakne, proces može imati različite nivoe kompleksnosti. Shodno tome, neophodno je da proces bude jasno merljiv. To omogućava organizacijama da pravovremeno reaguju, u slučaju da vrednosti metrika nisu usaglašene sa definisanim ciljnim vrednostima.

Pri tome, inovacioni proces ne treba posmatrati kao strogo linearan sled aktivnosti, već kao iterativan proces u kome se organizacija, na osnovu rezultata evaluacije i praćenja definisanih metrika, može vraćati na prethodne faze radi redefinisivanja, prilagođavanja ili unapređenja rešenja.

ISO 56002 daje okvir za upravljanje inovacijama kao sistemom koji podržava stvaranje vrednosti kroz identifikaciju prilika, razvoj koncepata, validaciju i implementaciju rešenja, uz stalno učenje i prilagođavanje. Istovremeno, ISO/IEC 27001 postavlja zahtev da organizacija uspostavi sistem menadžmenta bezbednosti informacija zasnovan na identifikaciji, proceni i tretmanu rizika, kako bi se obezbedila poverljivost, integritet i dostupnost podataka/informacija. ISO/IEC 42001 dodatno proširuje ovaj okvir na AI sisteme, uvodeći upravljanje rizicima koji nastaju iz transparentnosti, automatizacije odlučivanja, kvaliteta podataka, kontinuiranog učenja i potencijalnog uticaja na pojedince i društvo.

Gljučna teza ovog rada jeste da se inovacioni menadžment, informaciona bezbednost i AI upravljanje rizicima ne smeju razvijati kao tri odvojena upravljačka sloja. Ako se vode odvojeno, organizacija često dobija sporije inovacije, veće troškove usaglašavanja i više operativnih problema. Ako se integrišu u jedinstven model, organizacija dobija brži protok ideja, jače poverenje zainteresovanih strana, bolju kontrolu izloženosti, kao i veći kapacitet za odgovorno inoviranje.

Integrirani model upravljanja

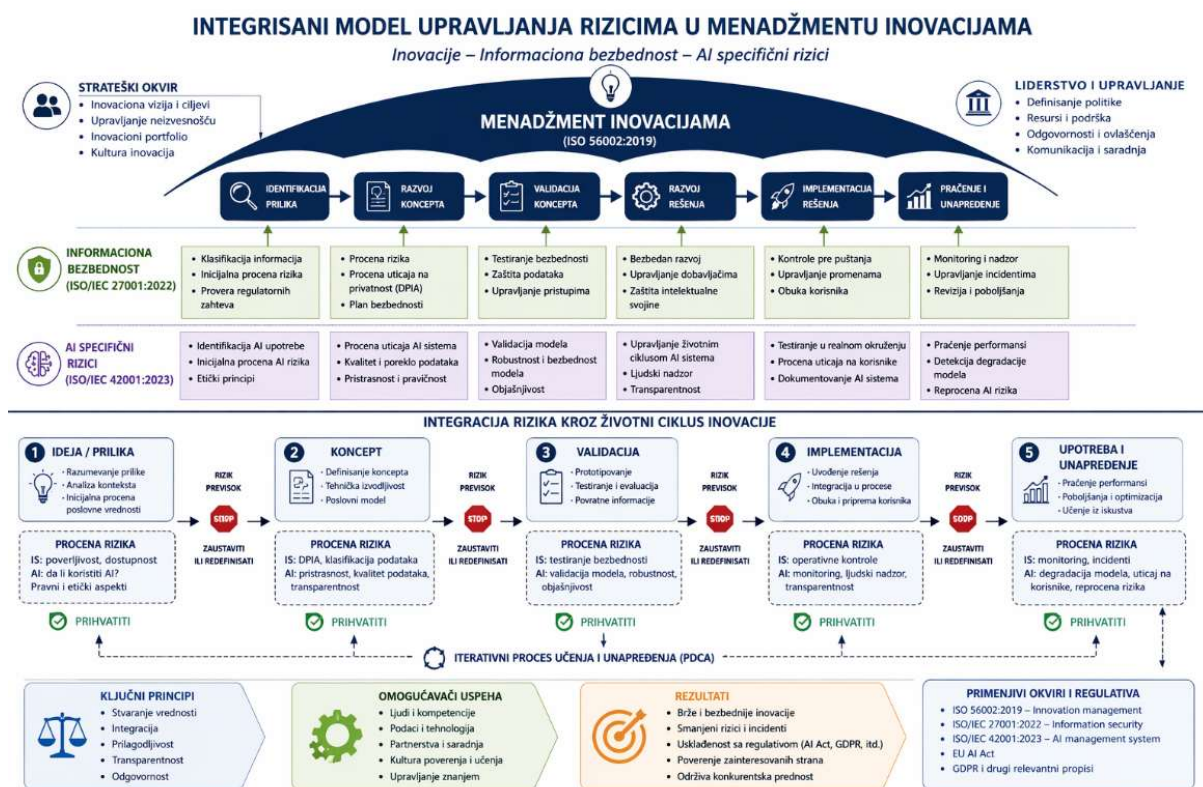
Najpraktičniji način da se ova tri područja (inovacioni menadžment, informaciona bezbednost i AI upravljanje rizicima) povežu jeste model u kome inovacioni proces predstavlja „kišobran“, dok su bezbednost informacija i AI rizici ugrađeni kao obavezni slojevi procene u svakoj ključnoj fazi. U takvom modelu inovacija ne prolazi samo kroz tržišnu i tehničku validaciju, nego i kroz procenu sa aspekta bezbednosti informacija i AI. To znači da se od same ideje, preko koncepta i prototipa, pa do implementacije, istovremeno razmatraju poslovna vrednost, bezbednost informacija i pouzdanost inteligentnih sistema.

ISO 56002 eksplicitno naglašava da organizacija treba da upravlja neizvesnošću, da razvija inovacioni portfolio, kao i da putem PDCA ciklusa stalno unapređuje inovacioni sistem. ISO/IEC 27001 propisuje procenu rizika, izbor kontrola i njihovo evidentiranje kroz Izjavu o primenljivost (Statement of Applicability) kao centralne elemente sistema menadžmenta bezbednosti informacija. ISO/IEC 42001 uvodi sličnu logiku za AI, ali dodaje i procenu uticaja AI sistema, kao i obavezu da se rizici i kontrole dokumentuju i povežu sa relevantnim ciljevima. Skupa, primena ovih sistema menadžmenta definisanih u pomenutim standardima omogućavaju da inovacija bude pod kontrolom.

U praksi, integrisani model se može prikazati kroz četiri povezana nivoa. Prvi je strateški nivo, gde rukovodstvo definiše inovacionu viziju, bezbednosne prioritete i AI principe odgovorne upotrebe. Drugi je procesni nivo, gde se u svakoj fazi inovacije sprovodi procena rizika i donose odluke o prihvatanju, modifikaciji ili zaustavljanju inicijative. Treći je operativni nivo, gde se primenjuju kontrole pristupa, klasifikacije informacija, testiranja modela, nadzora i odgovora na incidente. I četvrti, je nivo učenja, gde se rezultati, greške i incidenti koriste za unapređenje budućih inovacionih ciklusa.

Takav model je posebno važan zato što su moderne inovacije često zasnovane na resursima koji su istovremeno vredni i osetljivi, npr. podaci o korisnicima, poslovna znanja, algoritamski modeli, intelektualna svojina i partnerstva. Gubitak ili kompromitovanje bilo kog od tih elemenata ne ugrožava samo operativnu sigurnost, već i samu inovacionu sposobnost organizacije. Zbog toga se informaciona bezbednost ne sme posmatrati kao „naknadna kontrola“, već kao sastavni deo samog dizajna inovacije.

Slika 1. Menadžment: inovacijama-bezbednošću informacija-AI



Izvor: vlastiti izvor

Okviri menadžmenta inovacija

Ono što je neophodno naglasiti je da inovacije uglavnom direktno ili indirektno imaju uticaj na sve celine u organizaciji, ali i da često organizacije istovremeno upravljaju sa više različitih inovacionih procesa koji mogu imati međusobna preklapanja. Stoga, neophodno je obezbediti multifunkcionalni tim, sastavljen od predstavnika svih relevantnih vlasnika procesa, koji će kroz definisane metrike u svakom trenutku imati jasnu sliku o prioritetu u odnosu na prepoznate rizike i prilike. Takav pristup omogućava organizacijama da inovacije ne posmatraju kao izolovane inicijative, već kao upravljiv i ponovljiv proces stvaranja vrednosti, integrisan u celokupan sistem organizacije.

U cilju strukturiranja pristupa inovacijama, razvijeni su međunarodni okviri koji pružaju smernice za uspostavljanje i unapređenje sistema upravljanja inovacijama, kao što je standard ISO 56002:2019. Primena smernica ovog standarda omogućava organizacijama da uspostave, implementiraju, održavaju i stalno unapređuju sistem upravljanja inovacijama (International Organization for Standardization, 2026).

Proces menadžmenta inovacijama prema ISO 56002

ISO 56002 polazi od ideje da inovacije treba da budu sistemski vođene, a ne vođene ad hoc pristupima kroz pojedinačne projekte. Standard preporučuje da organizacija razume svoj kontekst, potrebe zainteresovanih strana, sopstvenu inovacionu nameru i granice sistema, a zatim da na tome izgradi kulturu, strukturu i procese koji omogućavaju stvaranje vrednosti. Upravo zato inovacioni menadžment nije samo razvoj novih ideja, već i organizovanje uslova da te ideje mogu bezbedno, brzo i smisleno da pređu put do primene.

Proces inovacije u ISO 56002 obuhvata identifikaciju prilika, stvaranje koncepata, validaciju koncepata, razvoj rešenja i implementaciju rešenja. Ono što je važno jeste da ovaj proces nije linearan. Organizacija se često vraća prethodnim fazama, menja pretpostavke, testira nova rešenja i zaustavlja inicijative koje više ne stvaraju dovoljno vrednosti. Upravo u toj tački integracija sa upravljanjem rizicima postaje ključna: svaka iteracija mora da bude dovoljno brza za inovaciju, ali i dovoljno kontrolisana da ne ugrozi informacije, reputaciju ili AI usklađenost, ukoliko je to relevantno za predmetnu inovaciju.

Standard posebno naglašava ulogu kulture. Otvorenost, radoznalost, saradnja, učenje iz neuspeha i spremnost na razmenu znanja ključni su za inovaciono okruženje. Međutim, ta kultura mora biti uravnotežena sa disciplinom u upravljanju poverljivim informacijama i odgovornom primenom tehnologija. Drugim rečima, organizacija mora da podstiče kreativnost, ali i da definiše granice: ko ima pristup čemu, ko odobrava pristup, kako se testira prototip i na koji način se koristi AI u eksperimentima.

ISO 56002 takođe naglašava važnost saradnje i upravljanja znanjem. U inovacionim procesima sve češće učestvuju partneri, univerziteti, dobavljači, startupi i korisnici, što povećava potencijal za stvaranje vrednosti, ali i rizik od curenja informacija i neusklađenih AI praksi. Zbog toga je inovacioni proces najbolje voditi kroz jasno definisane „tačke kontrole“, u kojima se procenjuje da li su resursi, podaci, modeli i partneri i dalje adekvatni za nastavak inicijative.

Rizici informacione sigurnosti i veštačke inteligencije u inovacionim procesima

Inovacioni procesi u savremenom poslovnom ekosistemu su u mnogome zavisni od digitalnih tehnologija, obrade velikih količina podataka. Ovakav proces zahteva integraciju velikog broja internih i eksternih zainteresovanih strana čije učešće se prepliće u svim fazama životnog ciklusa inovacije. Sa jedne strane ovakav pristup dovodi do bržeg razvoja, omogućava veću fleksibilnost i generiše dodatne vrednosti, dok istovremeno ima značajno viši stepen kompleksnosti i dovodi do izloženosti organizacije različitim vrstama rizika.

Iz ugla ovakvog kontakta inovacionih procesa, nivo značajnosti aspekta informacione sigurnosti raste, budući da neophodnost digitalnog okruženja i intenzivna razmena podataka van sistema organizacije, imaju direktan uticaj na rast izloženosti organizacija višestrukim sigurnosnim pretnjama uz smanjenje mogućnost direktnog upravljanja.

U širem smislu, iz ugla sigurnosti informacija, poverljivost, integritet i dostupnost predstavljaju krajnji cilj. Kako realizacija svakog procesa kreiranja inovacije zahteva integraciju obimnih baza podataka različitog formata i porekla, koje često sadrže poverljive i lične podatke i informacije, dolazi do neophodnosti njihovog adekvatnog upravljanja i potrebe sa aspekta sigurnosti, kroz sve faze životnog ciklusa inovacije.

Informaciona bezbednost je u inovacionim procesima osnovni uslov poverenja. ISO/IEC 27001 zahteva da organizacija prepozna informacije i njihove rizike, proceni potencijalne posledice i verovatnoću, zatim primeni odgovarajuće kontrole i prati njihovu realizaciju i efektivnost. U inovacionom kontekstu to znači zaštitu ideja, nacрта, istraživačkih podataka, prototipova, poslovnih modela, izveštaja i rezultata testiranja. Svako curenje takvih podataka može da poništi konkurentsku prednost i naruši kredibilitet organizacije.

U cilju efektivnog upravljanja navedenim rizicima, organizacije teže strukturiranju svojih procesa kroz primenu okvira definisanih dobrim poslovnim praksama i međunarodnim standardima kao što je što je ISO/IEC 27001. Ovaj standard kroz svoje obavezujuće zahteve daje okvire organizaciji za uspostavljanje i kontinuirano unapređenje sistema upravljanja sigurnošću informacija. S'obzirom da

inovacione procese karakteriše viši stepen kompleksnosti i multidisciplinarnosti neophodno je obezbediti sistematično upravljanje rizicima u svim fazama životnog ciklusa inovacije.

Dodatno, kako inovacioni procesi često zahtevaju angažovanje eksperata van matične organizacije, upravljanje odnosima sa podugovaračima predstavlja jednu od ključnih dimenzija sigurnosti informacija. U tom smislu, neophodno je jasno definisati kriterijume za ocenu i izbor podugovarača, jasna prava pristupa i zahteve u pogledu zaštite podataka uz definisane odgovornosti i ovlašćenja, kako bi se mogućnost nastanka incidenta ograničila. Međutim, tako definisani procesi nisu fiksni pa usled čestih promena eksternih faktora koji utiču na organizaciju ali i njenih internih specifičnosti, neophodno je uspostaviti procese stalnog poboljšanja u cilju mogućnosti pravovremenog reagovanja.

Međutim, u inovacijama koje uključuju AI, klasična logika bezbednosti informacija nije dovoljna. ISO/IEC 42001 prepoznaje da AI sistemi mogu promeniti ponašanje tokom vremena, da mogu biti netransparentni, i da njihovi rezultati mogu imati posledice po pojedince, grupe i šire društvo. To znači da organizacija mora procenjivati ne samo rizik od kompromitovanja podataka, već i rizik od pogrešnog modela, loših odluka, diskriminacije, neadekvatne automatizacije i nepredvidivog ponašanja sistema.

AI rizici u inovacionom procesu javljaju se na više nivoa. Na nivou podataka, problem može biti loš kvalitet, pristrasnost, nepotpunost ili neovlašćeno korišćenje podataka. Na nivou modela, rizici uključuju netačnost, prekomerno oslanjanje na automatizovane preporuke, nedovoljnu objašnjivost i mogućnost napada na model. Na nivou upotrebe, problem može biti pogrešno tumačenje rezultata, odsustvo ljudskog nadzora ili preširoko poverenje u sistem koji je još uvek eksperimentalan. U inovacionom okruženju sve to postaje posebno važno jer se modeli često uvode u praksu pre nego što su potpuno zreli.

ISO/IEC 42001 zato uvodi procenu i tretman AI rizika, kao i procenu uticaja AI sistema kao obavezne elemente upravljanja. To je posebno korisno za organizacije koje razvijaju ili koriste AI kao deo inovacionih procesa, jer ih tera da unapred razmotre posledice, a ne tek nakon incidenta. U kombinaciji sa ISO 27001, to omogućava da organizacija štiti i informacije i algoritamske odluke, što je danas praktično nerazdvojivo.

Rizik iz oblasti sajber bezbednosti može da utiče na smanjenje inovacionih aktivnosti u organizacijama, ali taj uticaj u velikoj meri zavisi od načina na koji se tim rizikom upravlja. U situacijama kada je nivo sajber rizika visok, organizacije često razvijaju izraženiji stepen opreza, što dovodi do izbegavanja rizičnih i neizvesnih projekata, uključujući i inovacione inicijative. Pored toga, dolazi do preusmeravanja resursa ka bezbednosti informacija, usklađenosti i upravljanju incidentima, čime se smanjuje raspoloživ kapacitet za istraživanje i razvoj.

Dodatno, povećani bezbednosni zahtevi mogu usporiti inovacione procese kroz uvođenje dodatnih kontrola, procedura i odobrenja, što utiče na smanjenje fleksibilnosti i brzine razvoja inovacija. Regulativa u oblasti zaštite podataka i veštačke inteligencije, kao što su GDPR i EU Akt o veštačkoj inteligenciji, dodatno pojačava ovaj efekat, jer organizacije nastoje da izbegnu potencijalne sankcije i reputacione rizike. Takođe, ograničavanje razmene podataka i saradnje sa eksternim partnerima može negativno uticati na inovacione kapacitete, s obzirom na to da su savremene inovacije u velikoj meri zasnovane na otvorenim i kolaborativnim modelima.

Međutim, sajber bezbednost ne mora nužno predstavljati prepreku inovacijama. Kada se njome upravlja na adekvatan način, ona može postati "ključ" za pokretanje inovacionih aktivnosti. Uspostavljanje poverenja kod korisnika i partnera, omogućavanje bezbednog korišćenja podataka i veštačke inteligencije, kao i povećanje otpornosti sistema, doprinose stvaranju stabilnog okruženja za razvoj inovacija. U tom smislu, sajber bezbednost i upravljanje rizicima mogu omogućiti organizacijama da inoviraju brže i sigurnije, uz smanjenje verovatnoće nastanka incidenata.

Definitivno, iz perspektive međunarodnih standarda, ovaj odnos se može jasno objasniti kroz integraciju pomenutih sistema menadžmenta (upravljanja). Tada sajber bezbednost i AI rizici postaju sastavni deo inovacionog procesa, a ne eksterno ograničenje čime se sajber bezbednost transformiše iz ograničenja u stratešku podršku inovacionom razvoju.

Integracija upravljanja rizicima u sistem inovacija

Polazeći od potrebe za definisanjem integrisanog okvira upravljanja rizicima u procesima upravljanja inovacijama, nameće se pitanje na koji način organizacije mogu operativno povezati različite sisteme upravljanja koji obuhvataju inovacije, informacionu sigurnost i veštačku inteligenciju. Iako međunarodni standardi pružaju jasne smernice za svaku od ovih oblasti pojedinačno, u praksi često dolazi do stvaranja "paralelnih" sistema. Takav pristup može dovesti do neintegrisanog upravljanja, gde se rizici posmatraju izolovano, bez analize njihovog ukupnog uticaja na inovacioni proces.

Ovakva izolovana primena posebno dolazi do izražaja u digitalnim inovacijama, zbog same kompleksnosti, kako sa tehnološke tako i sa regulatorne strane. Ukoliko se ovi aspekti ne razmatraju kroz jedinstven pristup, postoji povećan rizik od neusaglašenosti, kašnjenja u realizaciji ili čak neuspeha inovacione inicijative.

U cilju pronalazjenja rešenja za navedene izazove, neophodno je formirati integrisani model koji povezuje ključne principe menadžmenta inovacijama, informacione sigurnosti i upravljanja rizicima veštačke inteligencije kroz sve faze životnog ciklusa inovacionog procesa. Takav model ne podrazumeva eliminisanje trenutno integrisanih sistema u organizaciji, već njihovu koordinisanu primenu.

Prva stavka integrisanog modela jeste faza identifikacije prilika, u okviru koje je neophodno da se prepoznaju potencijalni pravci inovacije na osnovu potreba tržišta, tehnoloških trendova i internih mogućnosti i resursa. U ovoj fazi, pored identifikacije same prilike, neophodno je sagledati kontekst primene rešenja, posebno u slučaju upotrebe veštačke inteligencije, kao i inicijalne rizike koji mogu nastati u vezi sa obradom podataka, korišćenjem digitalne infrastrukture i saradnjom sa trećim stranama.

U fazi razvoja koncepta dolazi do konkretizacije kroz definisanje funkcionalne specifikacije, načina realizacije i očekivanih rezultata. Poseban fokus se stavlja na način prikupljanja i obrade podataka, definisanje logike rada sistema, kao i razmatranje potencijalnih bezbednosnih i etičkih implikacija.

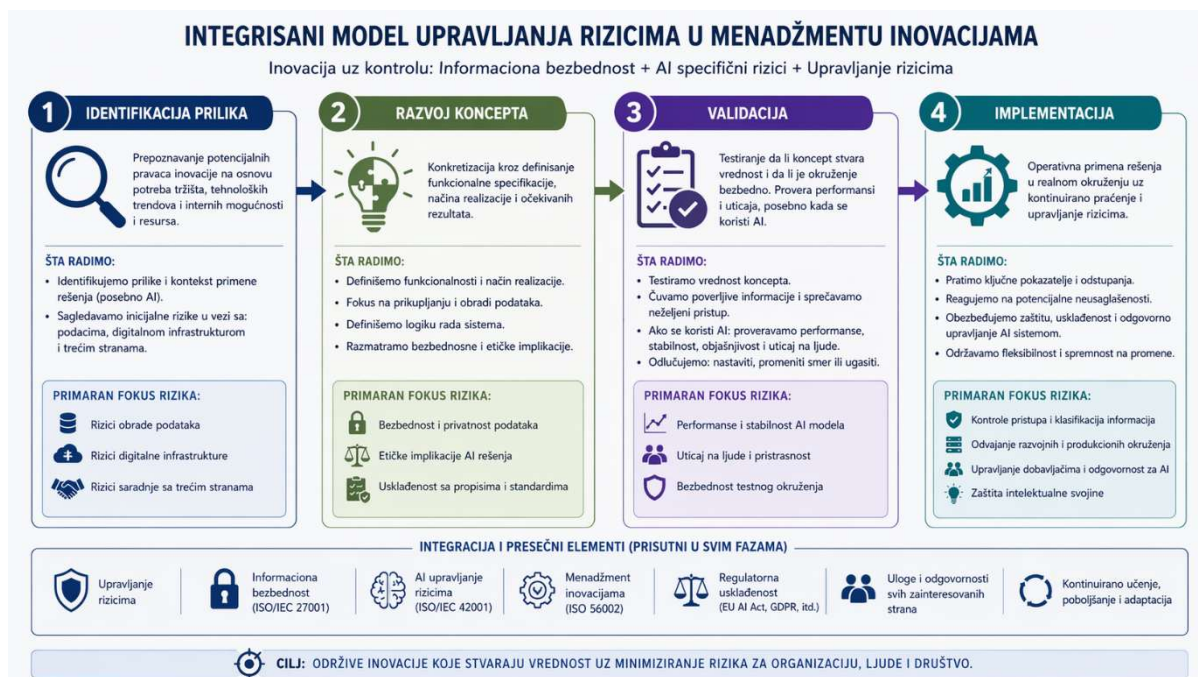
U fazi validacije rizik dobija posebno operativno značenje. Tada organizacija testira da li koncept zaista stvara vrednost, ali i da li testno okruženje čuva poverljive informacije i sprečava neželjeni pristup. Ako se koristi AI, validacija mora obuhvatiti i proveru performansi modela, stabilnosti rezultata, objašnjivosti i mogućeg uticaja na ljude. Ova faza je ključna, jer upravo ovde organizacija najčešće odlučuje da li će nastaviti, promeniti smer ili ugasiti inicijativu.

U fazi implementacije, fokus se pomera na operativnu primenu inovacionog rešenja i njegovo funkcionisanje u realnom okruženju. U ovoj fazi je neophodno kontinuirano praćenje ključnih pokazatelja i eventualnih odstupanja te pravovremeno reagovanje na potencijalne neusaglašenosti. To uključuje klasifikaciju informacija, kontrolu pristupa, odvajanje razvojnih i produkcionih okruženja, zaštitu intelektualne svojine, upravljanje dobavljačima i definisanje odgovornosti za AI sistem. Istovremeno, inovacioni sistem treba da zadrži fleksibilnost, kako bi mogao da reaguje na nove spoznaje, promene tržišta i nove regulatorne zahteve. Na taj način inovacija ostaje živa, ali ne i neuređena.

Navedeni integrisani model omogućava organizacijama da izbegnu greške izolovane primene regulatornih zahteva i dobrih tržišnih praksi i uspostave jedinstven okvir za upravljanje inovacijama i rizicima.

Veoma je važno da organizacija definiše i „prag zaustavljanja“. Nije svaka inovacija vredna nastavka ako su bezbednosni ili AI rizici previsoki. ISO 56002 upravo zato naglašava da su i prekinute inicijative deo učenja. Kada se rizik pokaže neprihvatljivim, odgovorna odluka je da se inicijativa redefiniše ili obustavi, a ne da se na istoj insistira do nastanka incidenta.

Slika 2. Integrisani model upravljanja rizicima u menadžmentu inovacijama



Izvor: vlastiti izvor

Uloga top menadžmenta

Bez snažne uloge najvišeg rukovodstva integrisani model ne funkcioniše. Top menadžment mora da poveže inovacionu strategiju, bezbednosnu politiku i AI politiku u koherentan upravljački okvir. ISO 56002 traži da liderstvo bude usmereno na stvaranje vrednosti i podršku inovacionoj kulturi, ISO 27001 zahteva obezbeđivanje resursa i integraciju bezbednosnih zahteva u procese, a ISO 42001 traži da rukovodstvo pokaže posvećenost odgovornoj upotrebi AI i kontinuiranom poboljšanju sistema.

U praksi to znači da rukovodstvo ne sme da posmatra inovacije samo kroz finansijske pokazatelje. Potrebno je da prati i pokazatelje bezbednosti, izloženosti podacima, AI usklađenosti, broja testiranih koncepta, broja zaustavljenih inicijativa zbog rizika i broja naučenih lekcija. Takav upravljački okvir čini organizaciju otpornijom, jer joj omogućava da meri ne samo uspeh inovacije, već i kvalitet njenog upravljanja. Još važnije, integracija zahteva “zajednički jezik” između inovacionih timova, IT bezbednosti, pravne funkcije, upravljanja podacima i stručnjaka za AI. Ako te funkcije rade odvojeno, proces usporava i dolazi do konflikta prioriteta. U suprotnom, organizacija dobija brže odluke i kvalitetniji balans između inovacije i kontrole. U tome je i najveća praktična vrednost integrisanog modela.

Integrisani model upravljanja rizicima na primeru u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu

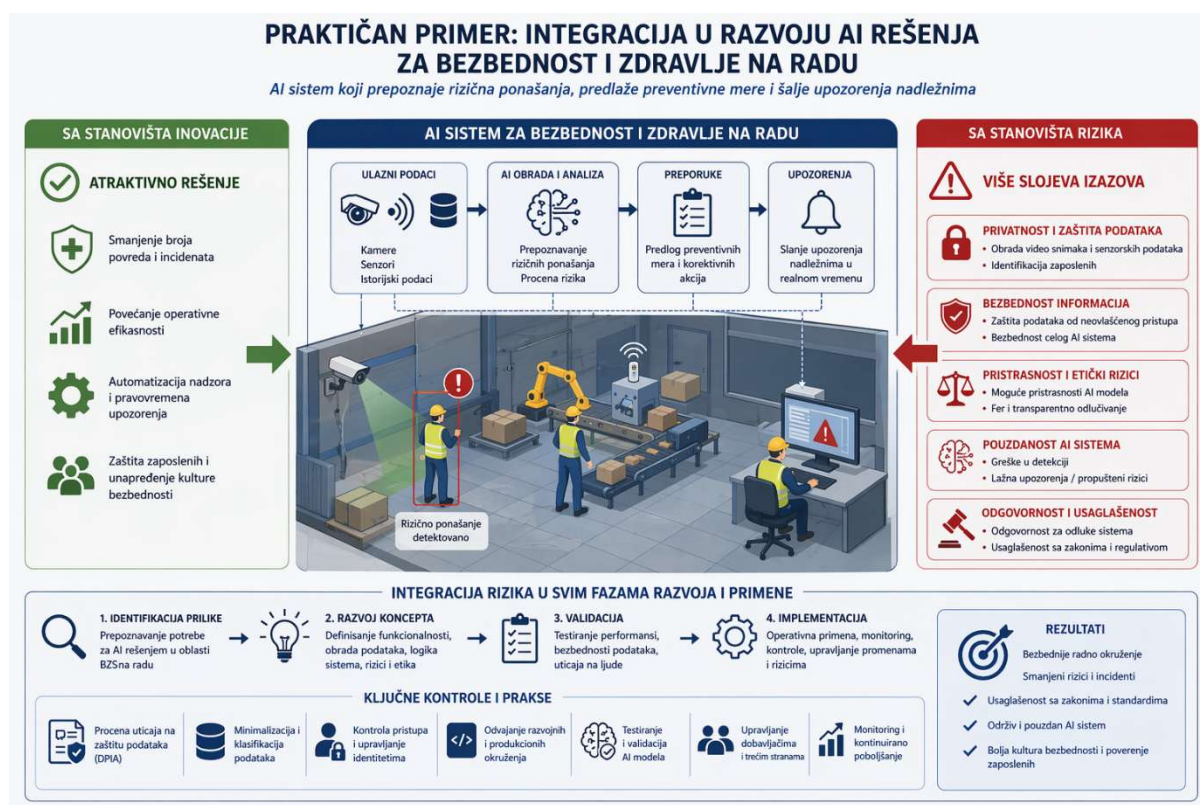
Praktičan primer integracije može se videti u razvoju AI rešenja za bezbednost i zdravlje na radu. Organizacija želi da uvede sistem koji, na osnovu kamera, senzora i istorijskih podataka, prepoznaje rizična ponašanja, predlaže preventivne mere i šalje upozorenja nadležnima. Sa stanovišta inovacije, ovo je atraktivno rešenje jer može smanjiti broj povreda i povećati operativnu efikasnost. Ali sa stanovišta rizika, ono nosi više slojeva izazova.

Prvo, potrebno je proceniti informacije koje se prikupljaju. Da li sistem obrađuje lične podatke, da li snima zaposlene, koliko dugo se čuvaju podaci i ko ima pristup? To je domen ISO 27001. Drugo, potrebno je proceniti AI model: da li on jednako prepoznaje rizike u različitim radnim uslovima, da li greši u korist ili na štetu radnika, i da li može da proizvede lažne sigurnosne signale ili da propusti stvarnu opasnost? To je domen ISO 42001. Treće, treba proceniti da li je rešenje zaista korisno i prihvatljivo u radnom okruženju, što je u fokusu ISO 56002.

Ako organizacija ovaj projekat vodi integrirano, ona će već u fazi koncepta definisati granice obrade podataka, pravila pristupa, odgovornost za model, proceduru odobravanja alarmnih logika i mehanizam za ljudsku proveru upozorenja. U pilot-fazi će testirati da li sistem poboljšava bezbednost bez narušavanja poverenja zaposlenih. Ako rezultati pokažu da model povećava sigurnost, ali stvara previše lažnih alarma, organizacija će ga prilagoditi ili ograničiti. Ako pokaže ozbiljne probleme sa privatnošću ili diskriminacijom, inicijativa se mora zaustaviti ili redizajnirati.

Ovaj primer pokazuje da koncept integracije nije teorijski, već vrlo praktičan. Inovacija u BZR je uspešna samo ako je i bezbedna, i zakonita, i prihvatljiva, i tehnički pouzdana. Upravo zato modeli menadžmenta inovacija, bezbednosti informacija i AI rizika moraju da budu povezani od samog starta projekta.

Slika 3: Integracija u razvoju AI rešenja u oblasti BZR



Izvor: vlastiti izvor

ZAKLJUČAK

Savremene organizacije ne mogu da tretiraju inovacije, informacionu bezbednost i AI upravljanje kao zasebne funkcije. Inovacioni proces stvara vrednost, bezbednost informacija štiti resurse i poverenje, a upravljanje AI rizicima obezbeđuje odgovornu primenu inteligentnih sistema. Kada se ova tri područja povežu u jedan model, organizacija dobija veću brzinu inoviranja, manje operativne izloženosti i bolju dugoročnu održivost.

LITERATURA

- [1] Balasubramaniam, N.; Hiekkänen, K.; Kujala, S.; Rannisto, A.: **Transparency and explainability of AI systems: From ethical guidelines to requirements** — Science Direct, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584923000514>, July 2023.
- [2] Christensen, Clayton M.: **The Innovator's Dilemma**, 1997. [https://rudycet.com/InovBis/The%20Innovator%E2%80%99s%20Dilemma%20\(Clayton%20M.%20Christensen\)2000.p...](https://rudycet.com/InovBis/The%20Innovator%E2%80%99s%20Dilemma%20(Clayton%20M.%20Christensen)2000.p...)
- [3] Heafera, N., Wincenta, J., Paradic, V., Gassmann, O.: **Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda**, Technological Forecasting & Social Change 162, 2021.
- [4] Keeley, Larry., Pikkell, R., Quinn, B., Walters, H.: **Ten Types of Innovation**, 2013. <https://sinhvien.dinhvien.net/wp-content/uploads/2022/10/Ten-Types-of-Innovation-The-Discipline...>
- [5] Kiyemba, K.: **Utilisation of AI and cyber security capabilities: A symbolic relationship for enhanced security and applicability**, Electronic 2025. UK <https://doi.org/10.3390/electronics14102057>
- [6] Tidd, J., Bessant, J., **Managing Innovation Integrating Technological, Market and Organizational Change**, Seventh edition <https://rudycet.com/InovBis/Managing%20Innovation%20Integrating%20Technological-etc-Tidd%2C%20Joe%2C...>
- [7] Wang, J., Yeing, C., Shan, Yuan George.: **Does cybersecurity risk stifle corporate innovation activities?**, International Review of Financial Analysis, Volume 91, January 2024.

Standardi

- ISO 56002:2019, Innovation Management – Innovation Management System - Guidance
- ISO/IEC 27001:2022, Information Security Management System
- ISO&IEC 42001: 2023, Artificial Intelligence Management System (AIMS)

Internet

- International Organization for Standardization, <http://www.iso.org>

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



Natalija Jovičić Zarić

Simplify outsourcing d.o.o.

Beograd, Srbija

natalija@simplify.rs

Diplomirala na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu u oblasti proizvodnog mašinstva na kome je i odbranila magistarsku tezu u oblasti organizacije. Više od 25 godina se bavi sistemima menadžmenta, organizacijom procesa, akreditacijom tela za ocenjivanje usaglašenosti (laboratorije, kontrolna i sertifikaciona tela za proizvode, sisteme menadžmenta i osobe). Pored iskustva u industrijskom sektoru, obavljala je dugi niz godina funkciju pomoćnika direktora za sistem menadžmenta i razvoj u Akreditacionom telu Srbije (ATS). Tokom rada u ATS aktivno je učestvovala u radu međunarodne organizacije za akreditaciju (EA), između ostalog i kao predsedavajući EA Laboratorijskog komiteta. Realizovala je veliki broj sertifikacionih provera (auditor sertifikacionog tela TÜV SÜD), kao i ocenjivanja tela za ocenjivanje usaglašenosti u postupcima akreditacije. Učesnik je

velikog broja međunarodnih projekata iz oblasti sistema menadžmenta, ocenjivanja usaglašenosti, akreditacije i evropske tehničke regulative. Aktivno je učestvovala i organizovala niz obuka u oblasti sistema menadžmenta, kao obuka za ocenjivače za potrebe akreditacije (obuke za ocenjivanje prema seriji standarda ISO/IEC 17000). Autor je i koautor većeg broja radova iz oblasti sistema menadžmenta i ocenjivanja usaglašenosti. Trenutno rukovodi delom Simplify Consulting koji se bavi konsaltingom u delu sistema menadžmenta.

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

Natalija Jovičić Zarić

Simplify outsourcing d.o.o.

Beograd, Srbija

natalija@simplify.rs

Graduated from the Faculty of Mechanical Engineering at the University of Belgrade, specialising in Production Engineering, and obtained her Master's degree in Organisation. She has more than 25 years of experience in management systems, process organization, and accreditation of conformity assessment bodies (laboratories, inspection bodies, and certification bodies for products, management systems, and persons). In addition to her experience in the industrial sector, she held the position of Assistant Director for Management Systems and Development at the Accreditation Body of Serbia for many years. During her work at ATS, she actively participated in the activities of the European co-operation for Accreditation (European co-operation for Accreditation), including serving as Chair of the EA Laboratory Committee. She has conducted numerous certification audits (as an auditor for TÜV SÜD), as well as assessments of conformity assessment bodies within accreditation processes. She has also participated in a large number of international projects related to management systems, conformity assessment, accreditation, and European technical regulation. She has actively participated in and organized numerous training programs in the field of management systems, including training for assessors for accreditation purposes (training based on the ISO/IEC 17000 series of standards). She is the author and co-author of several publications in the field of management systems and conformity assessment. Currently, she leads the management systems consulting division at Simplify Consulting.

PODACI O SUATORIMA (DATA ON CO-AUTHORS)

2)

Dušan Nogović

Simplify outsourcing d.o.o.

Beograd, Srbija

dusan.nogovic@simplify.rs

3)

Aleksandar Mićasević

Simplify outsourcing d.o.o.

Beograd, Srbija

aleksandar@simplify.rs

Mirjana Galjak, Vesna Nikolić

ZNAČAJ INOVACIJA U KRIZAMA ZDRAVSTVENIH SISTEMA – STUDIJA SLUČAJA

Sažetak

Brojna istraživanja ukazuju na to da krize značajno povećavaju nivo neizvesnosti u društvu i ekonomiji. Za razliku od stabilnih uslova u kojima inovacije lakše nastaju i razvijaju se, u kriznim okolnostima njihov razvoj je otežan, što može dovesti do pojave inovacionih barijera. Iz tog razloga, upravljanje inovacijama postaje važan instrument upravljanja krizom. Suočavanje savremenog društva sa pandemijom Covid-19 razotkrilo je ranjivosti postojećih sistema, ali i naglasilo značaj brzog i adekvatnog reagovanja. Pandemija je proizvela ozbiljne društvene i ekonomske posledice, istovremeno predstavljajući snažan izazov za procese inoviranja i donošenja odluka. Polazeći od teorijskog određenja inovacija, u radu se analizira značaj upravljanja inovacijama u uslovima krize. Poseban akcenat stavljen je na zdravstveni sistem, koji je tokom pandemije bio pod najvećim pritiskom, kao i na inovativne mere koje je Ministarstvo zdravlja Republike Srbije primenilo tokom pandemije Covid-19.

Ključne reči: inovacije; upravljanje inovacijama; zdravstveni sistem; kriza; pandemija Covid-19.

THE IMPORTANCE OF INNOVATION IN HEALTH SYSTEM CRISES – A CASE STUDY

Abstract

Numerous studies indicate that crises significantly increase the level of uncertainty in society and the economy. Unlike stable conditions, in which innovations emerge and develop more easily, their development in crisis circumstances becomes more difficult, which may lead to the emergence of innovation barriers. For this reason, innovation management becomes an important instrument of crisis management. The confrontation of modern society with the COVID-19 pandemic has revealed the vulnerabilities of existing systems, while simultaneously emphasizing the importance of rapid and adequate response. The pandemic has generated serious social and economic consequences, while at the same time posing a significant challenge to innovation processes and decision-making. Starting from the theoretical conceptualization of innovation, this paper analyzes the importance of innovation management in crisis conditions. Particular emphasis is placed on the health care system, which was under the greatest pressure during the pandemic, as well as on the innovative measures implemented by the Ministry of Health of the Republic of Serbia during the COVID-19 pandemic.

Keywords: innovation; innovation management; health care system; crisis; COVID-19 pandemic.

UVOD

Tokom pandemije Covid-19, kreatori politika su bili primorani da donose brze odluke na osnovu neizvesnih informacija, usred krize koja se po obimu i intenzitetu značajno razlikovala od svih scenarija sa kojima su se ranije susretali ili za koje su se uobičajeno pripremali [1] [2] [3]. U pitanju je najrasprostranjenija globalna pandemija koja je proizvela globalnu krizu i stavila čovečanstvo na težak test [4]. Pandemija Covid-19 je bila virusna infekcija koja je izazivala teški akutni respiratorni sindrom i ozbiljnu pneumoniju kod velikog broja ljudi širom sveta, što je dovodilo do pogoršanja respiratornih funkcija i smrti. Kako bi se smanjio ukupan broj smrtnih slučajeva i inficiranih osoba, mnoge zemlje su ubrzale intenzitet naučnih istraživanja koja su generisala nova znanja o ovoj novoj infektivnoj bolesti [5].

Veliki broj firmi su tokom pandemije Covid-19 bile primorane da obustave svoje aktivnosti zbog zaključavanja uvedenih u većini zemalja. Ipak, kako bi odgovorile na brojne hitne potrebe izazvane pandemijom, mnoge od tih firmi reagovala su inovativnim projektima i prilagođavanjem svojih proizvodnih procesa [6]. Analizom literature o inovacijama primećuje se da različite vrste šokova, poput zdravstvenih kriza, imaju efekat podsticanja firmi na inovacije. U okviru ove vrste inovacija, imamo slučajeve firmi koje usmeravaju svoje inovativne napore ka pružanju proizvoda i usluga u korist društva, prevazilazeći ciljeve profita tokom zdravstvene krize [7]. Mnoge firme su brzo preusmerile deo svojih proizvodnih kapaciteta kako bi obezbedile medicinske zaštitne proizvode u najtežim trenucima pandemije [8][9]. Na primer, Italija je bila veoma teško pogođena pandemijom Covid-19 tokom proleća 2020. godine i nekoliko firmi koje posluju u različitim sektorima (npr. automobilske industriji, modi, hemijskoj industriji), brzo su povećale ili transformisale svoju proizvodnju kako bi zadovoljile potražnju za ličnom zaštitnom opremom, respiratorima, sredstvima za dezinfekciju ruku ili drugim komponentama [10][11].

S obzirom na to da ključno pitanje u prevazilaženju pandemije velikih razmera predstavlja pronalaženje efikasnih terapijskih rešenja, zdravstveni sektori širom sveta su se suočili sa snažnim pritiskom da razviju inovacije koje bi omogućile suzbijanje pandemije [12]. Ključni aspekt prevazilaženja pandemije odnosio se na razvoj efikasnog leka ili vakcine koji mogu izlečiti ili obezbediti zaštitu od Covid-19 [13]. Bila su visoka očekivanja od zdravstvenog sektora u pogledu brzog razvoja odgovarajućih terapijskih rešenja [14]. Dakle, pandemija Covid-19 predstavljala je presudan inovacioni izazov za zdravstveni sektor, koji je bio pozvan da na krizu odgovori delotvornim i inovativnim rešenjima [12]. Inovacije u vreme pandemije Covid-19 od presudnog su značaja ne samo u medicinskom i farmaceutskom sektoru, već i u svim granama privrede [15].

Dakle, zdravstvena vanredna situacija izazvana virusom Covid-19 gurnula je društvo u krizu bez presedana. U takvim izuzetnim okolnostima, potreba za ublažavanjem ukupnog uticaja pandemije, kroz smanjenje njenih kratkoročnih i dugoročnih posledica, podstakla je vlade da ubrzanim tempom pokrenu inovacione politike širokih razmera [16]. Mnoga istraživanja koja su se bavila upravljanjem inovacijama u kriznim uslovima ukazuju na to da krize intenziviraju neizvesnost, složenost, dvosmislenost i nepredvidivost [17]. Potrebne su brze reakcije koje su često zasnovane na intuiciji, a ne na dovoljnom broju pravih informacija [18]. U poređenju sa povoljnim okolnostima u kojima inovacije uspešno napreduju, u nepovoljnim uslovima inovativna aktivnost biva otežana, pri čemu nastaju faktori koji inhibiraju inovacije, kao što je slučaj u kriznim situacijama [19]. Sa druge strane, krize ne donose samo negativne posledice, već pružaju i prilike koje podstiču inovacije [20][21][22]. Na primer, kada firme uspeju da odgovore na promenljive tržišne zahteve i potrebe izazvane krizom, one mogu iz ovih situacija izaći čak i jače [23][24].

POJMOVNI I TEORIJSKI PRISTUP

Inovacije: definicija pojma

Inovacije imaju esencijalnu ulogu u stvaranju nove vrednosti, a samim tim su i motor ekonomskih promena [25]. Inovacija je proces pretvaranja neke novine, ideje ili pronalaska u komercijalno isplativ proizvod ili uslugu. Inovirati znači stvoriti vrednost od nečeg novog i za firmu i za njene korisnike [26]. Inovacija predstavlja specifično sredstvo preduzetnika koje mu omogućava da inovira i pospeši poslovanje ili da pruži novu i kvalitetniju uslugu [27]. Inovacije i inovacioni projekti su najznačajniji za postizanje konkurentnosti preduzeća na tržištu [28]. U Zakonu o inovacionoj delatnosti Republike Srbije inovacija je primena novog ili značajno poboljšanog proizvoda, procesa ili usluge sa ciljem stvaranja nove dodate vrednosti, i kao takva može biti inovacija proizvoda, procesa, organizacije ili marketinška

inovacija [29]. Iako postoje različite definicije pojma inovacija, ipak sve one imaju zajedničko obeležje. Sve definicije upućuju da je reč o nizu radnji u procesu inoviranja, koje se po nečemu razlikuju u odnosu na one koje su ranije primenjivane.

U konkurentski i tehnološki sve intenzivnijem okruženju, kreiranje novih šansi kroz inovacije je u sve većoj meri ključni faktor poslovnog uspeha [30]. Konkurentska dinamika, podstaknuta tehnološkim, regulatornim i ekonomskim promenama, oblikovala je sve kompleksnije i nestabilnije poslovno okruženje. Kako bi se nosila sa ovim dinamikama i obezbedila dugoročna održivost, inovacija predstavlja imperativ za postojeće firme [31]. Firme mogu dodati vrednost svojim poslovnim modelima kroz znanje koje postoji van granica njihove organizacije. Tada govorimo o otvorenim inovacijama koje predstavljaju paradigmu koja naglašava da firme mogu unaprediti performanse otvaranjem svojih poslovnih modela i smanjiti troškove istraživanja i razvoja, efektivnim inkorporiranjem eksternog znanja [32]. Od izbijanja pandemije Covid-19, kao odgovor na globalnu zdravstvenu krizu, vlade su se usmerile na kreiranje politika čiji je cilj razvoj inovativnijih proizvoda i usluga. Efikasna saradnja, komunikacija i primena koncepta otvorenih inovacija između državnih institucija, obrazovnih i istraživačkih organizacija, kao i tržišnih aktera, pokazale su se kao ključni faktori uspeha nacionalnih odgovora tokom kriznog perioda [33]. Jasno je da adekvatno upravljanje znanjem čini jedan od ključnih preduslova za jačanje inovativnosti i konkurentске sposobnosti organizacije [34].

Ograničenja u postizanju inovativnosti mogu proisteci iz ekonomskih, organizacionih institucionalnih faktora ili nekih specifičnih situacija [35]. Kada se govori o preprekama za ostvarivanje inovativnosti, neki autori smatraju da krize imaju negativan uticaj na spremnost preduzeća da inoviraju [36]. Sa druge strane, krize ne podrazumevaju isključivo negativne efekte, već mogu da postanu velika prilika za razvojni zaokret [37]. Dakle, inovacije pružaju premiju za opstanak. Bez obzira na finansijsko stanje preduzeća, inovativna preduzeća pokazuju znatno veće šanse da prežive krizne periode u odnosu na neinovativna [38].

Upravljanje inovacijama

Inovacije po svojoj suštini predstavljaju složen, višedimenzionalan i višefazni proces koji podrazumeva interakciju različitih organizacionih, tehnoloških i tržišnih faktora [39]. Samim tim, upravljanje inovacijama u organizacionom okruženju može da se definiše kao sistematičan i integrativan skup aktivnosti koji obuhvata planiranje, organizovanje, koordinaciju i kontrolu inovacionih procesa i inovacionih rezultata – od inicijalne faze generisanja ideja do njihove konkretne implementacije i tržišne valorizacije [28]. Ovakvo određenje naglašava potrebu za institucionalizovanim pristupom inovacijama, zasnovanim na strateškoj orijentaciji, efikasnoj alokaciji resursa i kontinuiranom praćenju performansi inovacionih inicijativa.

Krize, poput pandemije Covid-19, u značajnoj meri utiču na upravljanje inovacijama i procese donošenja odluka u firmama. U takvim okolnostima dolazi do pojave različitih ograničenja, naročito budžetskih restrikcija, usled kojih organizacije često pribegavaju smanjenju obima i intenziteta inovacionih aktivnosti [40]. Jer kriza je neprijatan događaj koji postavlja izazov pred donosiocima odluka, stavljajući ih pred potrebu da deluju u uslovima ugroženosti, vremenskog pritiska i nedovoljne pripremljenosti. Kriza je ozbiljna pretnja ključnim strukturama ili fundamentalnim vrednostima i normama društvenog sistema, koja, u kontekstu vremenskog pritiska i visoke neizvesnosti, zahteva donošenje kritičnih i strateški važnih odluka [41]. Međutim, Nemlioglu i Mallick (2020) vide inovaciju kao način da se prevaziđe neizvesnost usled kriznih okolnosti. Preduzeća koja su finansijski stabilnija i inovativnija ostvaruju veću tržišnu vrednost i suočavaju se sa manjim rizikom i neizvesnošću.

Poseban izazov predstavlja evolucija inovacija u uslovima problema koji nastaju usled štetnih i neočekivanih događaja kao što su krize, a koji moraju biti rešavani u ograničenom vremenskom periodu kako bi se minimizirali mogući gubici. Malo je verovatno da će problemi koje izaziva kriza biti rešeni ad hoc merama, što implicira potrebu za sistemskim planiranjem i koordinacijom, odnosno upravljanjem krizom [43], pri čemu inovacija predstavlja ključni element tog procesa [18]. U kontekstu upravljanja krizom, gde problemi moraju biti rešeni u ograničenom vremenskom roku, opravdano je pretpostaviti da inovacije usmerene na rešavanje problema ne mogu proizaći iz konvencionalnih inovacionih procesa, koji su dugotrajni, skupi u pogledu istraživanja i razvoja, i naročito nisu prilagođeni za odgovaranje na kritične i neočekivane situacije [44].

Analizom inovacija može da se zaključi da one imaju, između ostalog, poseban doprinos u razvoju novih tehnologija. Jedan od ključnih problema u oblasti analize tehnologija i menadžmenta inovacija jeste kako nove tehnologije nastaju i razvijaju se u uslovima prisustva pretnji iz okoline [45]. Tako su neke tehnološke inovacije rezultat specifičnih aktivnosti usmerenih na rešavanje problema [46]. Krize,

sa svoje strane, često stvaraju složene izazove koji zahtevaju primenu novih tehnoloških rešenja unutar okvira kriznog menadžmenta [47]. Zapravo, mnogi istraživači ističu da novi problemi predstavljaju temelj za razvoj novih tehnologija i inovacija [46].

INOVACIJE U VREME PANDEMIJE COVID-19 U REPUBLICI SRBIJI

Kada je reč o Republici Srbiji, prema podacima European Commission u okviru Izveštaja o European Innovation Scoreboard za 2019. godinu, Srbija je klasifikovana kao zemlja sa srednjim stepenom inovativnosti, uz evidentan i kontinuiran napredak u odnosu na početni referentni period od 2010. godine. Strukturu domaćeg inovacionog sistema u najvećoj meri nose individualni inovatori, ulaganja privrednog sektora i rast elektronske trgovine, dok su istovremeno identifikovani nedostaci u pogledu razvijenosti istraživačkih ekosistema, institucionalne povezanosti nauke i privrede, kao i dostupnosti adekvatnih finansijskih instrumenata za podsticanje istraživanja i razvoja. Očekuje se da bi unapređenje regulatornog i fiskalnog okvira, uključujući ciljne poreske podsticaje za sektor istraživanja i razvoja, moglo doprineti jačanju kapaciteta nacionalnog inovacionog sistema i njegovoj dugoročnoj održivosti. Govoreći o značaju inovacija, kada se osvrnemo na pandemiju Covid-19, vidimo da je ova bolest stavila na test sve sisteme a posebno zdravstveni [48].

Kao odgovor na pandemiju bolesti Covid-19, Svetska zdravstvena organizacija usvojila je i operacionalizovala Strateški plan spremnosti i odgovora (*Strategic Preparedness and Response Plan-SPRP*), kojim su nacionalne vlade pozvane da izrade, javno objave i implementiraju sopstvene planove spremnosti i odgovora, usklađene sa osam vodećih principa definisanih na globalnom nivou. Međutim, uprkos normativnom i operativnom okviru postavljenom kroz SPRP, pandemija Covid-19 je u brojnim državama dodatno razotkrila i intenzivirala već postojeće strukturne slabosti zdravstvenih sistema, uključujući nedostatne kapacitete, ograničene resurse i dugotrajne institucionalne izazove [49].

Sa nastankom i širenjem pandemije Covid-19, Vlada Republike Srbije je donela Uredbu o merama za sprečavanje i suzbijanje zarazne bolesti Covid-19 kojom su definisane odgovarajuće mere za sprečavanje i suzbijanje zarazne bolesti Covid-19 izazvane virusom SARS-CoV-2, kao i uslovi, način sprovođenja, izvršio i sredstva za sprovođenje tih mera.

Sabilnost i rezilijentnost tako složenog sistema kakav je zdravstveni sistem Republike Srbije očuvane su zahvaljujući koordinisanom i komplementarnom delovanju javnog i privatnog sektora. U tom okviru Ministarstvo zdravlja Republike Srbije i Republički fond za zdravstveno osiguranje preduzeli su pravovremene mere usmerene na obezbeđivanje kontinuiteta snabdevanja lekovima, kao i na ubrzanu digitalizaciju usluga za osiguranike. Time je omogućeno produženje terapija i obnova recepata bez potrebe za neposrednim dolaskom pacijenata u zdravstvene ustanove, čime je istovremeno očuvana dostupnost zdravstvene zaštite i smanjen rizik od širenja infekcije. Dodatnu institucionalnu podršku pružila je Agencija za lekove i medicinska sredstva Srbije, koja je prelaskom na digitalne servise i pojednostavljuvanjem određenih regulatornih procedura doprinela nesmetanom funkcionisanju sistema u vanrednim okolnostima. Značajnu ulogu imala je i inovativna farmaceutska industrija, koja je putem digitalnih platformi, uključujući stručne vebinare i virtuelne konferencije, omogućila kontinuiranu razmenu relevantnih informacija u vezi sa pandemijom Covid-19 i dodatno osnažila zdravstvene profesionalce za adekvatan odgovor na izazove kriznih uslova. Pored edukativne podrške, farmaceutska industrija je obezbedila i materijalnu i finansijsku pomoć kroz donacije lekova, medicinske i zaštitne opreme, potvrđujući svoju poziciju pouzdanog partnera nacionalnog zdravstvenog sistema. Takođe, inovativni lekovi zauzimaju posebno mesto, jer omogućavaju unapređenje terapijskih ishoda uz optimizaciju ukupnog procesa lečenja. Takvi inovativni terapijski pomoci imaju dubok i višedimenzionalan uticaj na pojedinca, reflektujući se ne samo na zdravstveno stanje, već i na funkcionalnu sposobnost, svakodnevno funkcionisanje i opšte blagostanje pacijenta [48].

Ovi procesi jasno ističu ključnu ulogu inovacija i digitalne transformacije u unapređenju javnog zdravstvenog sistema, istovremeno naglašavajući da strateški planirana i institucionalno utemeljena saradnja između države i industrije predstavlja osnovu za dalju modernizaciju, razvoj i dugoročnu održivost zdravstvenog sistema, u konačnici sa ciljem zaštite interesa pacijenata i šire društvene zajednice. Stoga je od suštinskog značaja nastavak politike podrške inovacijama, posebno u kriznim periodima, kada se temelji društvenog i ekonomskog funkcionisanja menjaju iz korena.

ZAKLJUČAK

Danas kada znanje i informaciono-komunikacione tehnologije imaju ključnu ulogu, značaj inovacija i inovativnosti postaje sasvim razumljiv. Inovacije su postale temelj konkurentne superiornosti. Efikasno upravljanje inovacijama predstavlja ključni preduslov za uspešno funkcionisanje savremenih organizacija, a u ekonomijama zasnovanim na znanju ono je odlučujući faktor u ostvarivanju konkurentskih prednosti. Mnogi faktori utiču na inovativnost. Nova znanja, promene u percepciji i neočekivani krizni događaji su, između ostalih, izvori inovacija.

Početak 2020. godine svet je zahvatila globalna zdravstvena kriza izazvana Covid-19, koja je izazvala velike ljudske gubitke, destabilizovala globalnu ekonomiju i ozbiljno ugrozila brojne nacionalne privrede. Globalna zdravstvena kriza istakla je kritičnu potrebu za spremnošću da se adekvatno odgovori u kriznim situacijama koje predstavljaju ozbiljan zdravstveni rizik, istovremeno stavljajući veliki izazov pred kompletnu zdravstvenu infrastrukturu i druge društvene resurse. Kvalitet zdravstvenog sistema procenjuje se, između ostalog, i na osnovu njegove sposobnosti da adekvatno odgovori na vanredne situacije i katastrofe. Nedovoljna ili delimična pripremljenost može imati dalekosežne posledice po javno zdravlje, čime se posredno ugrožavaju i drugi segmenti društvenog sistema. Globalna zdravstvena kriza izazvana pandemijom bolesti Covid-19 ukazala je na ranjivost i ograničenja čak i onih sistema koji su prethodno smatrani visoko efikasnim. Zahvaljujući koordinisanom i efikasnom delovanju javnog i privatnog sektora, pravovremenim odlukama, zdravstveni sistem Republike Srbije je očuvao svoju stabilnost u vreme pandemije Covid-19.

U cilju smanjenja ukupnog broja smrtnih slučajeva i zaraženih, brojne zemlje su intenzivirale i ubrzale produkciju naučnih istraživanja, generišući novo znanje o ovoj novoj zaraznoj bolesti. Kontinuirana akumulacija znanja rezultat je sinergije sistematskih laboratorijskih istraživanja i kreativne imaginacije, koja je omogućila razvoj potencijalnih inovacija i tehnologija za ublažavanje negativnih posledica pandemije.

LITERATURA

- [1] Benton, J. Edwin. (2020): **Challenges to Federalism and Intergovernmental Relations and Takeaways Amid the COVID-19 Experience**. The American Review of Public Administration 50(6–7): 536–42. <https://doi.org/10.1177/0275074020941698>.
- [2] Wolf-Fordham, Susan. (2020): **Integrating Government Silos: Local Emergency Management and Public Health Department Collaboration for Emergency Planning and Response**. The American Review of Public Administration 50(6–7): 560–7. <https://doi.org/10.1177/0275074020943706>.
- [3] Zhang, Liwei, Kelin Chen, and Ji Zhao. (2020): **Evidence-Based Decision-Making for a Public Health Emergency in China: Easier Said Than Done**. The American Review of Public Administration 50(6–7): 720–4. <https://doi.org/10.1177/0275074020942410>.
- [4] Xue, E., Li, J., Li, T., & Shang, W. (2020): **China's Education Response to COVID-19: A Perspective of Policy Analysis**. Educational Philosophy and Theory, from https://www.researchgate.net/publication/342939994_How_China's_education_responses_to_COVID-19_A_perspective_of_policy_analysis, accessed: 02.07. 2023.
- [5] Coccia, M. (2020): **Factors determining the diffusion of COVID-19 and suggested strategy to prevent future accelerated viral infectivity similar to COVID**. Science of the Total Environment, 729, 138474.
- [6] Ferrigno, G. and Cucino, V. (2021): **Innovating and transforming during COVID-19: insights from Italian firms**. R&D Management, 51: 325-338. <https://doi.org/10.1111/radm.12469>.
- [7] Williams, T.A. and Shepherd, D.A. (2016): **Building resilience or providing sustenance: different paths of emergent ventures in the aftermath of the Haiti earthquake**. Academy of Management Journal, 59, 6, 2069–2102. <https://doi.org/10.5465/amj.2015.0682>.
- [8] Chesbrough, H. (2020): **To recover faster from Covid-19, open up: Managerial implications from an open innovation perspective**. Industrial Marketing Management, 88, 410– 413. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.04.010>.
- [9] Clark, L. (2020): **Innovation in a Time of Crisis**. Harvard Business School Publishing, (March, 26). Available at: <https://www.harvardbusiness.org/innovation-in-a-time-of-crisis>.

- [10] Banks, N. (2020): **Automotive, Motor Racing, Architecture, Design, Science Unite In The Fight Against COVID-19**. Available at: <https://www.forbes.com/sites/nargessbanks/2020/04/01/design-fights-covid-19/#67c8d2c6560>.
- [11] Tognini, G. (2020): **Coronavirus Business Tracker: How The Private Sector Is Fighting The COVID-19 Pandemic**. Available at: <https://www.forbes.com/sites/giacomotognini/2020/04/01/coronavirus-business-trackerhow-the-private-sector-is-fighting-the-covid-19-pandemic/#1eb54a475899>.
- [12] Hanisch, M. and Rake, B. (2021): **Repurposing without purpose? Early innovation responses to the COVID-19 crisis: Evidence from clinical trials**. *R&D Management*, 51: 393-409. <https://doi.org/10.1111/radm.12461>.
- [13] Dhama, K., Sharun, K., Tiwari, R., Dadar, M., Malik, Y.S., Singh, K.P. & Chaicumpa, W. (2020): **COVID-19, an emerging coronavirus infection: advances and prospects in designing and developing vaccines, immunotherapeutics, and therapeutics**. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 16, 6, 1232–1238. Available from: <https://doi.org/10.1080/21645515.2020.1735227>.
- [14] Baden, L.R. and Rubin, E.J. (2020): **Covid-19 – the search for effective therapy**. *New England Journal of Medicine*, 382, 19, 1851–1852. Available from: <https://doi.org/10.1056/NEJMe2005477>.
- [15] Bartik, A.W., Bertrand, M., Cullen, Z., Glaeser, E.L., Luca, M., and Stanton, C. (2020): **The impact of COVID-19 on small business outcomes and expectations**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117, 17656–17666.
- [16] Sorensen, E. and Torfing, J. (2011): **Enhancing collaborative innovation in the public sector**. *Administration & Society*, 43, 8, 842–868.
- [17] Martin-Rios, C. and Pasamar, S. (2018): **Service innovation in times of economic crisis: the strategic adaptation activities of the top EU service firms**. *R&D Management*, 48, 2, 195–209.
- [18] Bessant, J., Rush, H., and Trifilova, A. (2015): **Crisis-Driven Innovation: The Case of Humanitarian Innovation**. *International Journal of Innovation Management*, 19, 6, 1540014.
- [19] Teplykh, G.V. (2018): **Innovations and productivity: the shift during the 2008 crisis**. *Industry a*
- [20] Ulmer, R.R., Sellnow, T.L., and Seeger, M.W. (2011): **Effective Crisis Communication**. Moving From Crisis to Opportunity, 2nd edn. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Ltd.
- [21] Cefis E., and Marsili O. (2019); **Good times, bad times: innovation and survival over the business cycle**. *Industrial and Corporate Change*, 28, 3, 565–587.
- [22] Heyden, M.L.M., Wilden, R., and Wise, C. (2020): **Navigating crisis from the backseat? How top managers can support radical change initiatives by middle managers**. *Industrial Marketing Management*, 88, 305–313.
- [23] Archibugi, D., Filippetti, A., and Frenz, M. (2013): **Economic crisis and innovation: Is destruction prevailing over accumulation?** *Research Policy*, 42, 2, 303–314.
- [24] Mayr, S., Mitter, C., and Aichmayr, A. (2017): **Corporate Crisis and Sustainable Reorganization: Evidence from Bankrupt Austrian SMEs**. *Journal of Small Business Management*, 55, 1, 108–127.
- [25] Śledzik, K. (2013): **Knowledge Based Economy in a Neo-Schumpeterian Point of View. Equilibrium**. *Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 8(4), 67–77. <https://doi.org/10.12775/EQUIL.2013.027>.
- [26] https://www.linkedin.com/posts/petarvrgovic_otvorene-inovacije-uvod-i-tri-osnovne-vrste-activity-6470701073727389696-uVGA?trk=public_profile_like_view, pristupljeno: 08.02.2026.
- [27] Drucker, P. F. (1985): **Innovation and entrepreneurship: Practice and principles**. New York: Harper & Row. Eisenhardt, K. M. & Martin, J. A. (2000), The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. In: B. A. Foray, D. and Lundvall (Ed.), *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*. Paris: OECD.
- [28] Stošić, B., & Jeremić, I. (2007): **Upravljanje inovacijama primenom modela 'faza-kapija'**. *Tehnička dijagnostika*, 6(2), 41-46.
- [29] Zakon o inovacionoj delatnosti ("Sl. glasnik RS", br. 129/2021).
- [30] Stanković, L., Đukić, S., Mladenović, I., & Popović, A. (2011): **Unapređenje poslovne konkurentnosti preduzeća zasnovano na inovacijama**. *Ekonomске teme*, 49(4), 559-580.
- [31] Crossan, M. M. and M. Apaydin, (2010): **A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature**. *Journal of Management Studies*, 47: 1154–1191.

- [32] Getejanc, V., & Stanojević, L. (2016): **Otvorene inovacije, inovacione zajednice i inovacione aktivnosti organizacija.** *Megatrend revija*, 13(3), 203-226. <https://doi.org/10.5937/MegRev1603203G>.
- [33] Patrucco, A. S., Trabucchi, D., Frattini, F., & Lynch, J. (2022): **The impact of Covid-19 on innovation policies promoting Open Innovation.** *R&D Management*, 52(2), 273-293. <https://doi.org/10.1111/radm.12495>.
- [34] Radovanović, N. (2014): **Upravljanje kapacitetom apsorpcije znanja kao faktor konkurentnosti organizacije.** Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Fakultet organizacionih nauka.
- [35] Iammarino, S., Sanna-Randaccio, F., & Savona, M. (2009): **The perception of obstacles to innovation.** Foreign multinationals and domestic firms in Italy. *Revue d'économie industrielle*, (125), 75-104.
- [36] Disoska, E.M., Tevdovski, D., Toshevska-Trpchevska, K., and Stojkoski, V. (2020): Innovation: The European Journal of Social Science Research, 33, 3, 280-295.
- [37] Ivanović, V. (2014): **Pojam krize: konceptualni i metodologijski aspekti.** *Međunarodne studije*. 14(2), pp. 9-29.
- [38] Cefis, E., Bartoloni, E., and Bonati, M. (2020): **Show me how to live: Firms' financial conditions and innovation during the crisis.** *Structural Change and Economic Dynamics*, 52, 63-81.
- [39] Likar, B., & Fatur, P. (2007): **Managing innovation and R&D processes in EU environment.** Korona plus-Institute for Innovation and Technology.
- [40] Guderian, C.C., Bican, P.M., Riar, F.J. and Chattopadhyay, S. (2021): **Innovation management in crisis: patent analytics as a response to the COVID-19 pandemic.** *R&D Management*, 51: 223-239. <https://doi.org/10.1111/radm.12447>.
- [41] Rosenthal, U., Charles, M.T., 't Hart, P. (1989): **The World of Crises and Crises Management**, in: *Coping with Crises: The Management of Disasters, Riots and Terrorism*, edited by Uriel Rosenthal, M.T. Charles and Paul 't Hart, Springfield, IL: Charles T. Thomas, p.10.
- [42] Nemlioglu, I. and Mallick, S.K. (2020): **Do innovation-intensive firms mitigate their valuation uncertainty during bad times?** *Journal of Economic Behavior & Organization*, 177, 913-940.
- [43] James, E.H., Wooten, L.P., and Dushek, K. (2011): **Crisis management: informing a new leadership research agenda.** *Academy of Management Annals*, 5, 1, 455-493.
- [44] Cankurtaran, P. and Beverland, M.B. (2020): **Using designthinking to respond to crises: B2b lessons from the 2020 Covid-19 pandemic.** *Industrial Marketing Management*, 88, 255-260.
- [45] Ardito, L., Coccia, M. and Messeni Petruzzelli, A. (2021): **Technological exaptation and crisis management: Evidence from COVID-19 outbreaks.** *R&D Management*, 51: 381-392. <https://doi.org/10.1111/radm.12455>.
- [46] Coccia, M. (2017): **Sources of technological innovation: radical and incremental innovation problem-driven to support competitive advantage of firms.** *Technology Analysis & Strategic Management*, 29, 9, 1048-1061.
- [47] Pedersen, C.L., Ritter, T., and Di Benedetto, C.A. (2020): **Managing through a crisis: managerial implications for business-to-business firms.** *Industrial Marketing Management*, 88, 314-322.
- [48] <https://inovia.rs/vesti/znacaj-inovacija-u-vreme-pandemije-covid-19/>, pristupljeno: 15.01.2026.
- [49] World Health Organization. (2020). **Strategic Preparedness and Response Plan (SPRP) for COVID-19.** World Health Organization.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, na osnovu ugovora br. 451-03-34/2026-03/200148, ciljevi SD 3 i 4, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu.

BIOGRAFIJA PRVOG AUTORA



dr. sc. Mirjana Galjak, prof.

Akademija strukovnih studija kosovsko metohijska
Leposavić, Srbija
mirjana.galjak@akademijakm.edu.rs

Dr Mirjana Galjak je profesor na Akademiji strukovnih studija kosovsko metohijska. Autorka je monografije od nacionalnog značaja, četiri udžbenika i više od 50 naučnih radova objavljenih u naučnim časopisima i zbornicima radova sa naučnih skupova. Učestvovala je u realizaciji više međunarodnih istraživačkih projekata. Član je Programskog odbora međunarodne naučne konferencije. Njena istraživačka interesovanja obuhvataju: bezbednost i zdravlje na radu, menadžment zaštite na radu i zaštite životne sredine, prirodne katastrofe, upravljanje vanrednim situacijama, bezbednost životne sredine i dr.

BIOGRAPHY OF THE FIRST AUTHOR

PhD Mirjana Galjak is a professor at the Kosovo and Metohija Academy of Applied Studies. She is the author of monographs of national importance, four textbooks and over 50 scientific papers published in scientific journals and proceedings of scientific meetings. She participated in the realization of a number of international research projects. He is a member of the Program Committee of the International Scientific Conference. Her research interests include: occupational safety and health, occupational and environmental protection management, natural disasters, emergency management, environmental safety, etc.

PODACI O KOAUTORU

2)

Vesna Nikolić, Ph.D.

Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu u Nišu
Niš, Srbija
vesna.nikolic@znrfak.ni.ac.rs

EUROPEAN
SAFETY
ENGINEER

THE EUROPEAN SOCIETY OF SAFETY ENGINEERS

www.european-safety-engineer.org

M&S 2026

ISBN 978-953-48331-9-3 (online)