

Jelena Rahija, Nikolina Vojak, Antun Matija Filipović, Josip Taradi

**MODEL OPTIMIZACIJE BROJA ZAPOSLENIH STRUČNJAKA
ZA ZAŠTITU NA RADU KAO TEMELJ ORGANIZACIJE
SIGURNOSTI NA RADU U POSLOVNOM SUSTAVU**

Sažetak

Na identificiranom istraživačkom problemu nepostojanja teorijskog modela optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj, primjenom matematičkih metoda optimizacije (linearnog programiranja i simpleks metode), izrađen je prvi takav model. On se temelji na postojećoj dobroj praksi broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu koja se može utvrditi iz rezultata postojećih empirijskih istraživanja, te zakonskih zahtjeva koji se mogu izdvojiti iz Zakona o zaštiti na radu. Model optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima može biti temelj organizacije sigurnosti na radu u poslovnoj praksi.

Ključne riječi

model, optimizacija, organizacija, poslovni sustav, stručnjak za zaštitu na radu

**OPTIMIZATION MODEL FOR THE NUMBER OF EMPLOYED
OCCUPATIONAL SAFETY EXPERTS AS THE BASIS FOR
OCCUPATIONAL SAFETY ORGANIZATION IN BUSINESS SYSTEMS**

Abstract

Posterior to the identification of the research problem of the lack of theoretical optimization model regarding the number of employed occupational safety experts in business systems in Croatia, the first such model was created by applying mathematical optimization methods (linear programming and the simplex method). The model is based on the existing good practice of the number of employed occupational safety experts that can be determined on the basis of results obtained ex post facto from the existing empirical research and from legal requirements pursuant to the Occupational Safety Act. The model for the optimization of the number of employed occupational safety experts in business systems can be taken as the foundation for occupational safety organization in business.

Key words

model, optimization, organization, business system, occupational safety expert

UVOD

Matematički modeli optimizacije

Da bi kreirali matematički model potrebno je odrediti varijablu čije ćemo vrijednosti promatrati, te one varijable o kojima ta vrijednost ovisi. Zavisna varijabla je ona čije vrijednosti i promjene vrijednosti tražimo, a nezavisne varijable su one o kojima ovise te promjene. U ovom slučaju, zavisna varijabla je broj stručnjaka za zaštitu na radu, dok će nezavisne varijable biti određene naknadno. Kretanje vrijednosti zavisne varijable prikazat će se funkcijom koju nazivamo funkcija cilja, a označavamo je sa:

$$f_c(x_1, x_2, \dots, x_n), \text{ gdje su } x_1, x_2, \dots, x_n \text{ nezavisne varijable.}$$

Kod određivanja varijabli $x_1, x_2, \dots, x_n$ koje utječu na funkciju cilja valja uzeti samo one koje su statistički značajne. Uzimanje prevelikog broja nezavisnih varijabli nepotrebno otežava procjenu parametara funkcije, a u vrlo maloj mjeri poboljšava kvalitetu krajnjeg rezultata. Da bi se odredile statistički značajne varijable promatrat ćemo koeficijente korelacije zavisne varijable sa svakom nezavisnom varijablom. Koeficijent korelacije je pokazatelj jačine i smjera veze zavisne i nezavisne varijable. Što je apsolutna vrijednost koeficijenta bliža 1, to je veza jača. Pozitivan koeficijent korelacije ukazuje da porast nezavisne varijable uzrokuje porast zavisne varijable, dok negativan koeficijent korelacije ukazuje da porast nezavisne varijable uzrokuje pad vrijednosti zavisne varijable. Nakon određivanja statistički značajnih varijabli, potrebno je odrediti funkciju cilja koja najbolje opisuje kretanje vrijednosti zavisne varijable. Osnovni oblik funkcije cilja može biti linearan, polinom drugog ili višeg stupnja, eksponencijalna funkcija, hiperbolička funkcija ili kombinacija navedenih po segmentima domene funkcije cilja. Postupak određivanja pravog oblika temelji se na principu "pokušaja i pogrešaka", a treba odabrati onu funkciju za koju će koeficijent determinacije, u oznaci r^2 , biti najveći. Navedene funkcije se logaritmiranjem mogu linearizirati, u slučaju da već nisu linearne, što će znatno olakšati procjenu parametara funkcije cilja. [13]

Sukladno odredbama Zakona o zaštiti na radu postoje ograničenja na domenu nezavisnih varijabli $x_1, x_2, \dots, x_n$, pa nam je stoga potreban matematički model koji će maksimizirati ili minimizirati funkciju cilja, a da je istovremeno osjetljiv na ograničenja nezavisnih varijabli. S obzirom na prirodu tih uvjeta, koristit ćemo model linearnog ili nelinearnog programiranja. Ukoliko su ograničenja odnosno uvjeti linearni, govorimo o linearnom programiranju, a ukoliko nisu, govorimo o nelinearnom programiranju. Niže su dane matematičke formulacije navedenih modela.

Problem linearnog programiranja [13]:

$$\begin{aligned} f_c &\rightarrow \max \\ \text{uz uvjet: } a_{1,j}x_1 + \dots + a_{n,j}x_n &\leq b_j, \quad j = 1, \dots, m \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Problem nelinearnog programiranja [14]:

$$\begin{aligned} f_c &\rightarrow \max \\ \text{uz uvjet: } f_i(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq 0, \quad j = 1, \dots, m, \\ \text{za } f_i: R_n &\rightarrow R \text{ diferencijabilne.} \end{aligned}$$

Ekonomski aspekti optimizacije broja zaposlenih u poslovnim sustavu

Upravljanje ljudskim potencijalima, kao jedna od osnovnih funkcija menadžmenta, između ostalog, zadužena je za osiguravanje optimalnog broja i strukture zaposlenika i njihovo raspoređivanje na radna mjesta na kojima će ostvariti najbolje rezultate. Prema Bahtijarević Šiber [1] menadžment ljudskih potencijala je poslovna funkcija usmjerena na podizanje opće organizacijske sposobnosti i uspješnosti, stvaranje profita i konkurentske prednosti u iznimno promjenljivoj i konkurentskoj poslovnoj okolini. Zbog toga je osnovni cilj upravljanja ljudskim potencijalima osigurati maksimalnu profitabilnost ulaganja - u ovom smislu ulaganja u ljudski faktor organizacije, jer i ljudi su za poslovni sustav investicija koja iziskuje određene troškove.

Kako je ljudski potencijal živi faktor organizacije, doprinos svakog radnika poslovnom rezultatu nije isti, te je za točnu ocjenu potrebno naći odgovore na pitanja kao što su: kako izmjeriti učešće svakog pojedinca u timskom radu, koje aktivnosti poduzeti u svrhu poboljšanja performansi radnika i slično [8]. Na temelju dobro proučenog stanja u organizaciji, izrađuju se planovi ljudskih potencijala, koji su nužni za postizanje strateških i drugih ciljeva poduzeća.

Važan efekt planiranja ljudskih potencijala je smanjenje njihovih troškova - neracionalna upotreba ljudskih potencijala povećava troškove, a kvalitetno planiranje i upravljanje pretvara ulaganja u zaposlenike u razvojnu investiciju s visokim stopama povrata, zaštićuje ulaganja i izbjegava troškove odlaska zaposlenika [1].

Istraživanje u Hrvatskoj iz 2008. godine [12] pokazalo je da poduzeća s većim troškom po zaposleniku, odnosno ona koja više ulažu u zaposlenike i njihovo obrazovanje, u prosjeku ostvaruju veće prihode po zaposlenom i veći dobitak po zaposlenom, odnosno imaju veću efikasnost. S druge strane, preveliko ulaganje u zaposlenike iziskuje visoke troškove, koji često mogu biti neopravdani i dovesti do smanjenja prihoda i dobitka po zaposlenom. Zaključuje se da je planiranje troškova po zaposleniku i njihovo raspoređivanje na optimalna radna mjesta preduvjet konkurentnosti poduzeća na tržištu.

Prema dostupnoj literaturi, postoji veliki broj čimbenika koji utječu na planiranje ljudskih potencijala. Najvažniji vanjski čimbenici su neizvjesnost okoline, odnosno promjene u socijalnim, ekonomskim i drugim područjima, tržište rada koje omogućuje (ili onemogućuje) angažiranje pojedinih profila stručnjaka, zakonska regulativa i aktivnost sindikata. Od internih čimbenika organizacije, najvažnije je praćenje poslovne strategije poduzeća, vrsta posla i potrebnih kvalifikacija za pojedini posao, vremenski horizont planiranja i dostupne informacije menadžmenta za planiranje ljudskih potreba.

Organizacija sigurnosti na radu u poslovnim sustavu

Sigurnost na radu, prema Kacianu [7], je "stanje koje omogućuje normalni tijek poslovnih procesa i funkcioniranje poslovnih sustava, a time i boljih gospodarskih rezultata", a čimbenici koji utječu na sigurnost na radu su humani, socijalni i ekonomski. Sigurnost na radu je stanje koje se postiže provedbom mjera i pravila zaštite na radu.

Prema Žugaju [17] "zaštita na radu je skup stručnih i znanstvenih metoda, mjera i postupaka koji imaju za cilj zaštitu radnika od raznih uzročnih faktora koji nastaju u procesu rada, a imaju za posljedicu stvaranje sigurnih uvjeta rada. Zaštita na radu je i primijenjena znanost o međusobnoj prilagođenosti čovjeka i rada kao dio procesa proizvodnje ili drugog oblika

djelatnosti, a radi zaštite čovjeka." Uzroci ozljeda na radu i ostalih zdravstvenih oštećenja podijeljeni su u četiri skupine čimbenika i to: 1) osobni čimbenici, 2) čimbenici organizacije rada, 3) čimbenici proizvodnih procesa i radne sredine i 4) sociološki čimbenici. Zaštita na radu u sklopu je organizacije proizvodnih funkcija kao dijela poslovnih procesa i poslovnih funkcija.

Ciljevi sigurnosti na radu kao poslovne funkcije, a među njima i ekonomski ciljevi koji provedbu zaštite na radu mogu i moraju opravdati kao investiciju, postižu se ostvarivanjem funkcija menadžmenta. Organiziranje je druga osnovna funkcija menadžmenta [15, 4], pa je time potrebno ostvarivati i organiziranje sigurnosti na radu, stalno težeći optimalnoj organizaciji sigurnosti na radu u poslovnom sustavu.

Upravo na tom načelu Petersen [9] povezuje znanstvene metode i tehnike menadžmenta u "tehnike menadžmenta sigurnosti", uz postavljanje "mjerila za praćenje performansi sigurnosti" [11] i zahtjeva "analize efektivnosti sustava sigurnosti". [10]

Organizacijske znanosti značajnim su dijelom u funkciji doprinosa sigurnosti na radu. "Povezanost organizacijskog dizajna i organizacijskog razvoja i sigurnosti na radu" posebno ističe i Bourrier. [2]

Poseban značaj ekonomskog aspekta sigurnosti na radu u suvremenom tržišnom poslovanju ističe Hitrec [6] postavljajući "SERVANT" model ekonomike zaštite i sigurnosti na radu.

Zahtjeve organizacije sigurnosti na radu u poslovnoj praksi u Hrvatskoj, uz postavljanje zakonske obveze zapošljavanja stručnjaka za zaštitu na radu, utvrđuje Zakon o zaštiti na radu, N. N., br. 59/96., 84/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75./09., na sljedeći način:

Članak 20.

(1) Poslodavac koji zapošljava više od 50 radnika dužan je odrediti jednu ili više osoba za obavljanje poslova stručnjaka zaštite na radu, sukladno broju zaposlenih, stanju zaštite na radu, te stupnju opasnosti.

(2) U smislu ovoga Zakona, stručnjak zaštite na radu je radnik koji ispunjava uvjete iz članka 18.a stavka 2. ovoga Zakona, i s kojim poslodavac ima sklopljen ugovor o radu za obavljanje poslova zaštite na radu.

(3) Smatrat će se da je poslodavac ispunio obvezu iz stavka 1. ovoga članka ako je s drugim poslodavcima osnovao zajedničku službu, odnosno ugovorio s drugim poslodavcem pružanje usluga službe.

(4) Na zahtjev poslodavca na temelju stanja zaštite na radu i procjene opasnosti ministar nadležan za rad može dozvoliti poslodavcu da poslove zaštite na radu obavlja prema odredbama članka 19. ovoga Zakona.

Članak 21.

(1) Poslodavac koji zapošljava više od 250 radnika dužan je ustrojiti samostalnu stručnu službu za zaštitu na radu čija je zadaća praćenje stanja zaštite na radu u pravnoj osobi, te koja u tu svrhu objedinjava i usklađuje rad na poslovima provedbe zaštite na radu.

(2) Broj zaposlenih unutar službe treba ovisiti o veličini poduzeća, organizaciji posla, stanju zaštite na radu te stupnju opasnosti koji je utvrđen procjenom i ne može biti manji od tri stručnjaka zaštite na radu.

(3) Stručnu službu za pružanje stručne pomoći, praćenje stanja, unutarnji nadzor i ostale poslove zaštite na radu može osnovati više poslodavaca na jednoj lokaciji, odnosno jedan poslodavac, a usluge službe ugovoriti ostali poslodavci na lokaciji.

(4) Poslodavcu koji zapošljava više od 250 radnika na njegov zahtjev ministar rada može dozvoliti da ne ustroji službu zaštite na radu ako na temelju stanja zaštite i procjene proizlazi da ne postoje veće opasnosti i štetnosti po sigurnost i zdravlje radnika. U tom slučaju poslodavac poslove zaštite na radu organizira po odredbama članka 20. stavka 1. do 3. ovoga Zakona.

Zakonski je time utvrđen obvezni minimalni broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnoj organizaciji, a čiji broj u praksi ovisi o sljedećim osnovnim kriterijima: veličini i organizaciji poslovnog sustava, stanju sigurnosti na radu i stupnju sigurnosti na radu.

Pregled istraživanja

Kroz "Istraživanje položaja stručnjaka zaštite na radu u Varaždinskoj županiji" Žmegač [16] donosi spoznaju da se "zahtjevi glede statusa stručnjaka zaštite na radu, propisani Zakonom o zaštiti na radu, uglavnom poštuju u tvrtkama koje takve stručnjake zapošljavaju."

"Istraživanje problematike rada samostalnog stručnjaka za zaštitu na radu u srednje velikim poslovnim organizacijama u Hrvatskoj" [3] potvrđuje i hipotezu:

"U većini (više od 50 %) srednje velikih poslovnih organizacija u Hrvatskoj, koje su obveznici organizacije poslova stručnjaka za zaštitu na radu, u skladu s člankom 20. Zakona o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09.), ta je zakonska obveza provedena na način da poslovna organizacija zapošljava najmanje jednog stručnjaka za zaštitu na radu".

Ta se hipoteza potvrđuje sljedećim rezultatima istraživanja:

"U velikoj većini (72,19 %) srednje velikih poslovnih organizacija u Hrvatskoj koje su obveznici organizacije poslova stručnjaka za zaštitu na radu u skladu s Zakonom o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09.) ta je zakonska obveza provedena na način da poslovna organizacija zapošljava najmanje jednog samostalnog stručnjaka za zaštitu na radu. Uz to, 2,96 % poslovnih organizacija zapošljava dva samostalna stručnjaka za zaštitu na radu, a 2,07 % tih organizacija zapošljava čak tri i više. Niti jednog samostalnog stručnjaka za zaštitu na radu, ukupno gledajući, ne zapošljava oko petine (21,60 %) poslovnih organizacija ispitanika, a te organizacije ispunjavaju zakonsku obvezu u skladu s člankom 20. Zakona o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09.) na način da je poslodavac s drugim poslodavcima osnovao zajedničku službu, odnosno ugovorio s drugim poslodavcem pružanje usluga službe, ili pak je ministar nadležan za rad dozvolio poslodavcu da poslove zaštite na radu može sam obavljati poslove zaštite na radu, ili pak je ministar nadležan za rad dozvolio je poslodavcu da obavljanje poslova zaštite na radu može ugovoriti s fizičkom ili pravnom osobom ovlaštenom za obavljanje poslova zaštite na radu."

Ovim je istraživanjem i djelomično prihvaćena hipoteza:

"Broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u srednje velikim poslovnim organizacijama ovisi, statistički značajno, o broju zaposlenih radnika, stanju zaštite na radu, te stupnju opasnosti na radu, u toj poslovnoj organizaciji, sukladno stavku 1 članka 20. Zakona o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09.)", na osnovi sljedećih rezultata istraživanja:

"Model višestruke linearne regresijske analize, postavljen na temelju rezultata anketnog istraživanja, pokazuje da broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u srednje velikim poslovnim organizacijama, statistički značajno, ovisi o dvije od tri nezavisne varijable i to o broju zaposlenih radnika te stupnju opasnosti (rizika) na radu u poslovnoj organizaciji. Ta je korelacija pozitivna, pa je broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu veći u poslovnim organizacijama s većim brojem zaposlenih radnika i višim stupnjem opasnosti na radu. Broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu ne ovisi, statistički značajno, o stanju zaštite na radu u poslovnoj organizaciji."

"Istraživanje problematike organizacije i rada službi zaštite na radu u poslovnim organizacijama u Hrvatskoj" [5] potvrđuje i hipotezu:

"Porast ukupnog broja zaposlenih u poslovnoj organizaciji najznačajnije pozitivno korelira sa porastom ukupnog broja zaposlenih u službi zaštite na radu.", temeljem rezultata istraživanja:

"Testiranjem korelacija između određenih pokazatelja i ukupnog broja zaposlenih u službi zaštite na radu kao pojedinačni pokazatelj sa najznačajnijom korelacijom i to izuzetno značajnom pozitivnom korelacijom ($r = 0,687^{**}$) utvrđen je ukupan broj zaposlenih u poslovnoj organizaciji. Prema tome, u pravilu, porast ukupnog broja zaposlenih u poslovnoj organizaciji uvjetuje porast ukupnog broja zaposlenih u službi zaštite na radu."

No, istim se istraživanjem odbacila i hipoteza:

"U svim poslovnim organizacijama u Hrvatskoj, koje su obveznici ustroja službe zaštite na radu, ista je ustrojena u skladu sa svim zakonskim zahtjevima iz Zakona o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08.)." na osnovi sljedećih rezultata istraživanja:

"Kod oko jedne petine (20,74 %) poslovnih organizacija (poslodavaca) koji imaju zakonsku obvezu ustroja službe zaštite na radu, ista još uopće nije ni ustrojena u skladu s zakonskim odredbama. Osim toga, u onim poslovnim organizacijama u kojima je služba zaštite na radu ustrojena, čak 44,44 % posto voditelja tih službi zaštite na radu u svojoj stručnoj ocjeni tvrdi da je ukupni broj zaposlenih u njihovim službama zaštite na radu manji od minimalno potrebna tri zaposlena stručnjaka zaštite na radu, sukladno zakonskoj obvezi iz članka 21. Zakona o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08.). Temeljem toga može se zaključiti da služba zaštite na radu nije ustrojena, u skladu sa svim obveznim zakonskim zahtjevima, u većini (65,18 %) poslovnih organizacija u Hrvatskoj koje su obveznici njenog ustroja i rada."

METODIKA

Problem

Nepostojanje teorijskog modela optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj.

Cilj

Primjenom znanstvenih metoda izraditi teorijski model optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj, kao temelj organizacije sigurnosti na radu u poslovnoj praksi.

Hipoteza

H1:

Moguće je izraditi teorijski model optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj, na temelju postojeće dobre prakse i zakonskih zahtjeva.

Zadaci

Iz postavljenog cilja i hipoteze istraživanja, proizlaze sljedeći zadaci istraživanja:

1. Analiza teorije.
2. Analiza zakonskih zahtjeva.
3. Analiza stanja u poslovnoj praksi.
4. Statističko analiziranje podataka.
5. Izrada teorijskog modela optimizacije.
6. Prikazivanje i komentiranje rezultata.

Metode

1. Metoda analize: analiza teorije i analiza prakse.
2. Deskriptivna metoda (metoda zapažanja i opisivanja fenomena): studij literature.
3. Statističke metode: koeficijent korelacije, višestruka regresijska analiza.
4. Matematičke metode optimizacije: linearno programiranje, simpleks metoda.

REZULTATI

Analiza podataka iz poslovne prakse

Temeljem Zakona o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09.), članka 20, stavka 1, poslodavac koji zapošljava više od 50 radnika dužan je odrediti jednu ili više osoba za obavljanje poslova stručnjaka zaštite na radu, sukladno broju zaposlenih, stanju zaštite na radu, te stupnju opasnosti.

Na temelju tog zakonskog zahtjeva može se postaviti standardni oblik jednadžbe modela višestruke (multiple) linearne regresije s jednom zavisnom varijablom (Y) i više nezavisnih varijabli (X):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \quad (1)$$

pri čemu je:

Y	zavisna varijabla (broj osoba za obavljanje poslova stručnjaka za zaštitu na radu) a - konstantni član, očekivana vrijednost zavisne varijable (Y) kada je vrijednost svih nezavisnih varijabli nula (0)
b1, b2, b3	regresijski koeficijent, koji pokazuje prosječnu promjenu zavisne varijable (Y) kada se odgovarajuća nezavisna varijabla (X1, X2, X3) poveća za jednu jedinicu mjerenja, a ostale su nezavisne varijable nepromijenjene
X1	prva nezavisna varijabla (broj zaposlenih)
X2	druga nezavisna varijabla (stanje zaštite na radu)
X3	treća nezavisna varijabla (stupanj opasnosti)

Tablica 1.: Višestruka regresijska analiza broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnoj organizaciji (kao zavisne varijable) i drugih pokazatelja (kao više nezavisnih varijabli)

REGRESIJSKA STATISTIKA (REGRESSION STATISTICS)						
	Multiple R		0,418489174			
	R Square		0,175133189			
	Adjusted R Square		0,167495533			
	Standard Error		0,510531841			
	Observations		328			
ANOVA (ANALYSIS OF VARIANCE)						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	3	17,92979418	5,97659806	22,93022846	1,7387E-13	
Residual	324	84,4482546	0,260642761			
Total	327	102,3780488				
	Coefficients		Standard Error		t Stat	P-value
Intercept	1,310869053		0,107571662		12,18600727	2,23971E-28
X1	0,002959271		0,00038422		7,702024346	1,64297E-13
X2	-0,00278705		0,052161021		-0,053431668	0,957420903
X3	0,086767265		0,042798041		2,027365341	0,043443342
	Lower 95%		Upper 95%		Lower 99,0%	Upper 99,0%
Intercept	1,09924178		1,522496327		1,032140568	1,589597538
X1	0,00220339		0,003715152		0,00196372	0,003954822
X2	-0,105404175		0,099830075		-0,137941255	0,132367154
X3	0,002570065		0,170964465		-0,024126561	0,197661091

Izvor: Božajić, I., Cmrečnjak, D., Drozdek, A., Filipović, A. M., Hunjak, D., Koren, T., Minga, I., Palačić, D., Petričević, N., Taradi, J., red., Žarak, M.: **Stručnjak za zaštitu na radu, istraživanje problematike rada samostalnog stručnjaka za zaštitu na radu u srednje velikim poslovnim organizacijama u Hrvatskoj.** - Zagreb: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, 2010., str. 142.

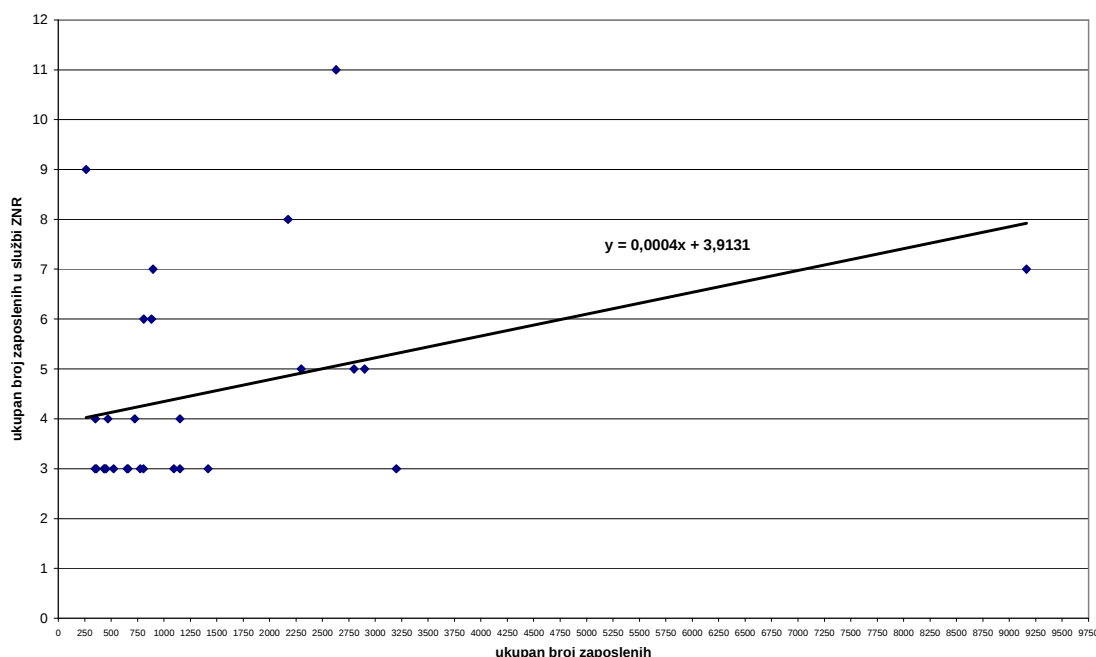
Na osnovi rezultata višestruke (linearne) regresijske analize dobije se njezina jednadžba sljedećeg oblika i vrijednosti:

$$Y = 1,310869053 + 0,002959271X1 - 0,105404175X2 + 0,086767265X3 \quad (2)$$

Izvor: Božajić, I., Cmrečnjak, D., Drozdek, A., Filipović, A. M., Hunjak, D., Koren, T., Minga, I., Palačić, D., Petričević, N., Taradi, J., red., Žarak, M.: **Stručnjak za zaštitu na radu, istraživanje problematike rada samostalnog stručnjaka za zaštitu na radu u srednje velikim poslovnim organizacijama u Hrvatskoj.** - Zagreb: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, 2010., str. 142.

Temeljem Zakona o zaštiti na radu (N. N. br. 59/96., 94/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75/09.), članka 21, stavka 1, poslodavac koji zapošljava više od 250 radnika dužan je ustrojiti samostalnu stručnu službu za zaštitu na radu, a prema stavku 2 broj zaposlenih unutar službe treba ovisiti o veličini poduzeća, organizaciji posla, stanju zaštite na radu te stupnju opasnosti. Pri utvrđivanju najbolje prakse u odnosu ukupnog broja zaposlenih u službi zaštite na radu u odnosu na ukupan broj zaposlenih u poslovnoj organizaciji u analizu je potrebno uvrstiti samo one slučajeve gdje su sami ispitanici (voditelji službe zaštite na radu) ocijenili da je ukupan broj zaposlenih u službi zaštite na radu optimalan, ali ne manji od tri, i to s obzirom na veličinu poduzeća (ukupan broj zaposlenih), ali i ostale zakonski postavljene kriterije: organizaciju posla, stanje sigurnosti na radu i stupanj opasnosti koji je utvrđen procjenom.

Slika 1.: . Analiza trenda ukupnog broj zaposlenih u službi zaštite na radu u korelaciji s ukupnim brojem zaposlenih u poslovnoj organizaciji u slučajevima ocjene optimalnog broja ukupno zaposlenih u službi zaštite na radu



Izvor: Cmrečnjak, D., Filipović, A. M., Gorički, Z., Hrstić, G., Hunjak, D., Magud, M., Minga, I., Petričević, N., Taradi, J., red., Žarak, M.: **Služba zaštite na radu, istraživanje problematike organizacije i rada službi zaštite na radu u poslovnim organizacijama u Hrvatskoj**. - Zagreb: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, 2009., str. 147.

Korelacija je izrazito značajna i pozitivna ($r = 0,357^{**}$) te se utvrđuje pozitivni pravac linearnog trenda (regresije), uz sljedeću jednadžbu:

$$y = 0,0004x + 3,9131 \quad (3)$$

Izvor: Cmrečnjak, D., Filipović, A. M., Gorički, Z., Hrstić, G., Hunjak, D., Magud, M., Minga, I., Petričević, N., Taradi, J., red., Žarak, M.: **Služba zaštite na radu, istraživanje problematike organizacije i rada službi zaštite na radu u poslovnim organizacijama u Hrvatskoj**. - Zagreb: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, 2009., str. 147.

Model optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj

Definiramo funkciju cilja na način:

$$f_c(x_1, y, x_3) = 12.43659516 + 0.028079462x_1 - 9.487290233y + 0.823186225x_3 \quad (4)$$

gdje je:

- x_1 ukupno broj zaposlenih
- y broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu
- x_3 stupanj opasnosti

Danom funkcijom ćemo odrediti optimalan broj zaposlenih i broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu, a da stanje zaštite na radu bude maksimalno. Obzirom da su ukupan broj zaposlenih x_1 i stupanj opasnosti x_3 input varijable ograničit ćemo te vrijednosti uvjetima:

$$\min_{ZAPOSLENIH} \leq x_1 \leq \max_{ZAPOSLENIH}$$

$$x_3 = STUPANJ, \text{ gdje } STUPANJ \text{ poprima vrijednost } 1, 2, 3.$$

Isto tako moramo ograditi i varijablu "y" sukladno odredbama Zakona zaštite na radu.

$$y \geq \min_{STRUCNJAK_ZNR}$$

Zbog ekonomske pozadine cijelog problema stavljamo uvjet nenegativnosti na sve nezavisne varijable. Sada možemo formirati problem linearnog programiranja (s obzirom na to da su uvjeti linearni).

$$f_c(x_1, y, x_3) \rightarrow \max$$

$$\text{uz uvjet : } \min_{ZAPOSLENIH} \leq x_1 \leq \max_{ZAPOSLENIH}$$

$$y \geq \min_{STRUCNJAK_ZNR}$$

$$x_3 = STUPANJ$$

$$x_1, y, x_3 \geq 0$$

Ovako zapisan problem ne zadovoljava gore navedenu formu problema linearnog programiranja, pa ga je potrebno drugačije zapisati:

$$f_c(x_1, y, x_3) \rightarrow \max$$

$$\text{uz uvjet : } x_1 \leq \max_{ZAPOSLENIH}$$

$$-x_1 \leq -\min_{ZAPOSLENIH}$$

$$-y \leq -\min_{STRUCNJAK_ZNR}$$

$$x_3 \leq STUPANJ$$

$$-x_3 \leq -STUPANJ$$

$$x_1, y, x_3 \geq 0$$

(5)

Za metodu rješavanja problema linearnog programiranja koristimo simpleks metodu.

Simpleks tabela:

	x_1	y	x_3	
w_1	-1	0	0	$\max_{ZAPOSLENIH}$
w_2	1	0	0	$-\min_{ZAPOSLENIH}$
w_3	0	1	0	$-\min_{STRUCNJAK_ZNR}$
w_4	0	0	-1	$-STUPANJ$
w_5	0	0	1	$-STUPANJ$
f_c	0.028	-9.49	0.82	12.44

(6)

Algoritam simpleks metode [13]

Simpleks metoda se temelji na zamjeni bazičnih varijabli x_1, x_3, y nebazičnima, odnosno u svakom ćemo koraku izbaciti jednu bazičnu varijablu i na njeno mjesto staviti nebazičnu, koja će time postati bazična. Postavlja se pitanje koju bazičnu varijablu ćemo mijenjati kojom nebazičnom? Odabir bazične varijable je ekvivalentan odabiru stupca u simpleks tabeli, a odabir nebazične varijable odabiru elementa u tom stupcu. Odluka odabira bazične varijable ovisi o vrijednosti koeficijenta uz istu u funkciji cilja. Odabiremo stupac za koji je koeficijent funkcije f_c pozitivan. U suprotnom bi se vrijednost funkcije cilja V smanjila za iznos proporcionalan povećanju bazične varijable. Kada smo odabrali stupac (odnosno bazičnu varijablu koju ćemo izbaciti), moramo odabrati nebazičnu varijablu koju ubacujemo u bazu (odnosno odabiremo jedan element stupca). Sada odabiremo element koji je negativan, jer u suprotnom je funkcija u toj varijabli neograničena odozgo. Potom na odabrani element primjenjujemo Gauss-Jordanove transformacije. Algoritam možemo zapisati po koracima:

Prvi korak - test optimalnosti:

Ako su svi koeficijenti $c_i \leq 0$ za $i = 1, \dots, n$ onda je dopustiva točka i optimalna. U suprotnom idi na drugi korak.

Drugi korak - izbor ključnog elementa:

Odaberemo i -ti stupac za kojeg vrijedi $c_i > 0$ i pogledamo elemente stupca. Ako su svi elementi negativni onda je skup dopustivih točaka neograničen pa nam simpleks metoda ne daje rješenje. Ako postoji barem jedan negativan element stupca, nazovimo ga $a_{k,i}$, onda vršimo Gauss-Jordanove transformacije oko $a_{k,i}$. U slučaju da postoji više negativnih elemenata odabiremo onog za kojeg je $\left| \frac{b_k}{a_{k,i}} \right|$ najmanji broj, pa ponovimo prvi korak s transformiranom tablicom.

Ako je završni rječnik takav da simpleks metodom ne možemo povećati vrijednost funkcije f_c , onda je ta vrijednost optimalna i pripadna dopustiva točka je optimalna točka. U simpleks tabeli se Gauss-Jordanove transformacije oko elementa $a_{k,i}$ provode na sljedeći način:

Na mjestu (k,i) u tabeli pišemo vrijednost $\frac{1}{a_{k,i}}$.

I -ti stupac dijelimo sa $a_{k,i}$ i dobivamo vrijednosti $\frac{a_{j,i}}{a_{k,i}}$ za $j \neq k$.

K -ti redak dijelimo sa $-a_{k,i}$ i dobivamo $-\frac{a_{k,j}}{a_{k,i}}$ za $j \neq i$.

Ostale elemente na mjestima (p,s) za $p = 1, \dots, m$ i $s = 1, \dots, n$ računamo po formuli:

$$a_{p,s}^* = \frac{a_{p,s}a_{k,i} - a_{p,i}a_{k,s}}{a_{k,i}}.$$

(7)

RASPRAVA

Odredbe Zakona o zaštiti na radu propisuju obvezu zapošljavanja stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnom sustavu, sukladno broju zaposlenih radnika, stanju zaštite na radu, te stupnju opasnosti (rizika) na radu. Empirijska istraživanja pokazuju postojanje dobre prakse zapošljavanja stručnjaka za zaštitu na radu, uključujući i određivanje njihovog broja, koji najviše ovisi o ukupnom broju zaposlenih radnika, te potom o stupnju opasnosti. To što broj zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnoj praksi statistički značajno ne ovisi o stanju zaštite, odnosno sigurnosti na radu može se obrazložiti nereguliranom praktičnom metodikom za ocjenu stupnja sigurnosti na radu u poslovnom sustavu.

U tržišnom gospodarstvu, uvjeti za određivanja broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu mogu biti prošireni prvenstveno iz ekonomskog aspekta. Utvrđeni model, kao prvi takav teorijski model u Hrvatskoj, daje dobre temelje za daljnji razvoj metodike optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu. Da bi se napravio kvalitetan i sustavni model optimizacije varijabla "broj stručnjaka ZNR" mora biti element neke funkcije. Alternativa je uzeti regresijsku jednadžbu i prema njoj određivati broj stručnjaka za zaštitu na radu. Naravno, u takav model nije ugrađen uvjet optimalnosti.

Za praktičnu primjenu i izradu jednostavne matrice za očitavanje optimalnog broja stručnjaka za zaštitu na radu mogla bi se pokazati dobrom kombinacija postavljenog teorijskog modela i postojećih rezultata regresijskih jednadžbi iz istraživanja prakse.

ZAKLJUČAK

Na identificiranom istraživačkom problemu, ostvaren je postavljeni cilj istraživanja jer je, primjenom znanstvenih metoda koje su se pokazale kao prikladne, izrađen teorijski model optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj, kao temelj organizacije sigurnosti na radu u poslovnoj praksi. Postignuti cilj istraživanja očituje se u prihvatanju postavljene istraživačke hipoteze.

H1:

Moguće je izraditi teorijski model optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj, na temelju postojeće dobre prakse i zakonskih zahtjeva.

Postojeća dobra praksa broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu može se utvrditi na osnovi rezultata postojećih empirijskih istraživanja, a zakonski zahtjevi mogu se izdvojiti iz Zakona o zaštiti na radu.

Teorijski model optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj postavljen je na osnovi rješavanja problema linearnog programiranja primjenom simpleks metode i pripadajuće simpleks tabele:

	x_1	y	x_3	
w_1	-1	0	0	$\max_{\text{ZAPOSLENIH}}$
w_2	1	0	0	$-\min_{\text{ZAPOSLENIH}}$
w_3	0	1	0	$-\min_{\text{STRUCNJAK_ZNR}}$
w_4	0	0	-1	$-\text{STUPANJ}$
w_5	0	0	1	$-\text{STUPANJ}$
f_c	0.028	-9.49	0.82	12.44

Za nastavak istraživanja predlaže se razvoj metodike optimizacije broja zaposlenih stručnjaka za zaštitu na radu u poslovnim sustavima u Hrvatskoj, te izrada matrice za praktičnu primjenu na osnovi sustavnih istraživanja.

LITERATURA

- [1] Bahtijarević Šiber, F.: **Management ljudskih potencijala**. - Zagreb, Golden marketing, 1999.
- [2] Bourrier, M.: **The Contribution of Organizational Design to Safety**. - European Management Journal, XXIII, 2005., 1
- [3] Božajić, I., Cmrečnjak, D., Drozdek, A., Filipović, A. M., Hunjak, D., Koren, T., Minga, I., Palačić, D., Petričević, N., Taradi, J., red., Žarak, M.: **Stručnjak za zaštitu na radu, istraživanje problematike rada samostalnog stručnjaka za zaštitu na radu u srednje velikim poslovnim organizacijama u Hrvatskoj**. - Zagreb: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, 2010.
- [4] Buble, M.: **Osnove menadžmenta**. - Zagreb: Sinergija, 2006.
- [5] Cmrečnjak, D., Filipović, A. M., Gorički, Z., Hrstić, G., Hunjak, D., Magud, M., Minga, I., Petričević, N., Taradi, J., red., Žarak, M.: **Služba zaštite na radu, istraživanje problematike organizacije i rada službi zaštite na radu u poslovnim organizacijama u Hrvatskoj**. - Zagreb: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, 2009.
- [6] Hitrec, M.: **Ekonomika zaštite i sigurnosti, "SERVANT" model**. - Zagreb: IPROZ, 2003.
- [7] Kacian, N.: **Osnove sigurnosti**. - Zagreb: IPROZ, 2000.
- [8] Postolov, K.: **Uloga zaposlenika u ostvarivanju organizacijske izvrsnosti**. - Poslovna izvrsnost Zagreb, II, 2008., 1., str. 73.-82.
- [9] Petersen, D.: **Techniques of Safety Management: A system aproach**. - Des Plaines: American society of safety engineers, 2003.
- [10] Petersen, D.: **Analyzing Safety System Effectiveness**. - New York: John Wiley and Sons, 1996.
- [11] Petersen, D.: **Measurement of Safety Performance**. - Des Plaines: American society of safety engineers, 2005.
- [12] Požega, Ž., Crnković, B.: **Analiza utjecaja troškova zaposlenika na poslovne rezultate poduzeća**. - Ekonomski vjesnik, 2010., 1.
- [13] Rahija, J.: **Matematičke metode kao alat planiranja** - U: V. Znanstveno-stručna konferencija s međunarodnim sudjelovanjem "Menadžment i sigurnost". - Čakovec: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, Visoka škola za sigurnost, 2010, 152-165
- [14] Varaiya, P.: **Lecture Notes on Optimization**. - California: Berkeley, 1998.
- [15] Weihrich, H, Koontz, H.: **Menedžment**. - Zagreb: Mate, 1998.
- [16] Žmegač, B.: **Istraživanje položaja stručnjaka zaštite na radu u Varaždinskoj županiji**. - U: III. Znanstveno-stručna konferencija s međunarodnim sudjelovanjem "Menadžment i sigurnost". - Čakovec: Hrvatsko društvo inženjera sigurnosti, Visoka škola za sigurnost, 2008, 60-74
- [17] Žugaj, M., Šehanović, J., Cingula, M.: **Organizacija**. - Varaždin: TIVA, FOI, 2004.

Propisi

- Zakon o zaštiti na radu, N. N., br. 59/96., 84/96., 114/03., 100/04., 86/08., 116/08., 75./09.

Podaci o autorima

1.

Jelena Rahija, dipl. ing. mat.
Veleučilište u Karlovcu
Karlovac, Hrvatska
jelena.rahija@gmail.com

2.

Nikolina Vojak, univ. spec. oec.
Veleučilište u Karlovcu
Karlovac, Hrvatska
nikolina.vojak@vuka.hr

3.

Antun Matija Filipović, bacc. ing. sec.
Visoka škola za sigurnost
Zagreb, Hrvatska
antun.matija.filipovic@vss.hr

4.

Josip Taradi, mr. sig.
Međimurske vode d.o.o.
Čakovec, Hrvatska
josip.taradi@medjimurske-vode.hr