

IVAN KRSTIĆ¹
DEJAN KRSTIĆ²
ANA KUSALO³

^{1,2}Univerzitet u Nišu,
Fakultet zaštite na radu u Nišu
³Institut za kvalitet radne i životne
sredine "1.maj" a.d. Niš

¹ivan.krstic@znrfak.ni.ac.rs
²dejan.krstic@znrfak.ni.ac.rs
³ana.kusalo@gmail.com

ANALIZA POKAZATELJA ZA PROCENU PROFESIONALNOG RIZIKA

Abstract: Since the Law on Occupational Safety and Health has been imposed in Serbia, there were certain efforts to achieve compliance of Serbian legislation with EU regulations in this important area. Lack of compliance is particularly noticeable considering the fact that there is no common methodology for professional risk assessment. This paper deals with analyses of indicators for professional risk assessment based on standards, procedures, directives and other legislative documents in the area of occupational safety and health. One standardized methodology for occupational risk assessment would allow simplified survey of the status of occupational safety practice, as well as systematic review of obtained data. Applying common methodology would increase quality of occupational risk management.

Key words: indicators for risk assessment, occupational risk.

UVOD

Cilj procene profesionalnog rizika je utvrđivanje kritičnih mesta i postupaka, odnosno stanja i procesa u kojima može doći do ugrožavanja bezbednosti i zdravlja radnika na radnom mestu i u radnoj okolini, kao i preduzimanje odgovarajućih mera za njihovo eliminisanje ili smanjenje na prihvatljiv nivo.

U praksi su prisutni različiti pristupi i metodologije u proceni profesionalnog rizika, što zavisi od cilja i namene procene rizika, kao i kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja uslova radne sredine.

Takođe, nedostatak preciznog definisanja postupka i procedura, kao i kriterijuma i pokazatelja za procenu profesionalnog rizika dovodi do toga da svaki poslodavac ili pravno lice koje vrši procenu rizika, na svoj način definiše postupak i kriterijume procene, što dovodi do nepreglednosti dobijenih rezultata, kao i otežane kontrole kvaliteta procene.

RIZIK RADNE SREDINE

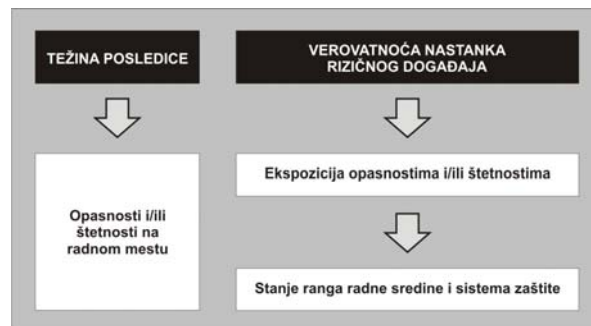
Rizik radne sredine (R) se najčešće definiše kao proizvod verovatnoće nastanka rizičnog događaja (P_{rd}) i težine njegove posledice (C_p):

$$R = P_{rd} \cdot C_p \quad (1)$$

Težina posledice zavisi od vrste opasnosti i/ili štetnosti koje mogu da izazovu povredu na radu, profesionalno oboljenje ili bolest u vezi s radom, a verovatnoća nastanka rizičnog događaja od ekspozicije opasnostima i/ili štetnostima i stanja ranga radne sredine, odnosno stanja sistema zaštite, slika 1.

Imajući u vidu da svaki element radne sredine, pod određenim uslovima, podrazumeva rizik, u sistemu radne sredine potencijalno postoji veliki broj faktora rizika. Rizik sistema radne sredine treba analizirati posmatrajući elemente tehnološkog sistema.

Pri funkcionisanju tehnoloških sistema radnici su izloženi različitim uticajima i delovanjima koja su posledica tehnoloških procesa i operacija u njima. Takođe, obzirom da je praktično nemoguće eliminisati pojavu opasnosti i/ili štetnosti, izgraditi bezotkazna i savršeno ergonomična sredstva rada, potrebno je izabrati takvu organizaciju tehnološkog procesa koja uvažava uslove radne sredine, inicijalne faktore rizika, sadrži mere, postupke i sredstva za blagovremeno eliminisanje i/ili smanjenje neželjenih događaja.



Slika 1. Rizik radne sredine

U tom smislu, potrebno je, uz zadovoljavanje zakonske regulative, izvršiti istraživanja zasnovana na prikupljanju informacija o radnim mestima, direktnim uvidom u stanje, merenjima i ispitivanjima faktora radne sredine. Na taj način se formira adekvatan osnov za procenu profesionalnog rizika.

Ovako izvršena procena je osnova kvalitetnog upravljanja profesionalnim rizikom i omogućava ostvarivanje ciljeva sistema (optimalnih radnih uslova), kako u uslovima iniciranja rizičnih događaja (prekidanjem uzročnog lanca događaja), tako i u uslovima njihove realizacije (preduzimanjem odgovarajućih korektivnih akcija).

Upravljanje profesionalnim rizikom ne znači eliminaciju rizika, već svođenje rizika sistema na prihvatljiv nivo. Ukoliko je rizik sistema radne sredine

prihvatljiv, radna sredina se smatra bezbednom, tj. sredina koja u određenim uslovima funkcionisanja održava takvo stanje u kome se sa zadatom verovatnoćom isključuju rizični događaji uslovljeni dejstvom faktora opasnosti i/ili štetnosti na nezaštićene elemente sistema i okruženja, a šteta od neizbežnih emisija materijalnih i energetskih resursa ne prevazilazi dozvoljenu vrednost [1].

Iz direktiva Evropske unije jasno se može videti da svaka država može da prilagodi preporuke i metodologiju procene profesionalnog rizika nacionalnom zakonodavstvu, zakonima i propisima važećim na njenoj teritoriji.

Obzirom da je našom zakonodavnom regulativom, pravnom licu, koje vrši procenu profesionalnog rizika dozvoljeno da na svoj način definiše metodu i kriterijume procene, došlo je do nepreglednosti i otežane kontrole validnosti dobijenih rezultata.

Metodologija sprovođenja postupka procene rizika definiše algoritam, alate i način sprovođenja postupka procene, a procedura sprovođenja postupka procene rizika definiše standardizovani niz koraka koji obezbeđuju sprovođenje postupka u skladu sa preporukama odgovarajućih zakona i propisa.

UTVRĐIVANJE OPASNOSTI I ŠTETNOSTI U RADNOJ SREDINI

Utvrdjivanje opasnosti i štetnosti na radnom mestu je najvažnija faza u proceni profesionalnog rizika i osnovni je preduslov pravilnom rangiranju rizika. Vršiti se na osnovu prikupljenih podataka iz dokumentacije, merenjima i ispitivanjima, posmatranjem i praćenjem tehnološkog procesa, prikupljanjem potrebnih informacija od strane zaposlenih i informacija iz drugih izvora.

Utvrdjivanje opasnosti i štetnosti vrši se na osnovu ispitivanja uslova radne sredine u redovnim vremenskim periodima ili u slučaju pojave štetnog događaja, npr. povrede na radu, profesionalne bolesti, bolesti u vezi sa radom, zdravstvenih problema, povećane odsutnosti s posla.

Na osnovu prikupljenih podataka, vrši se grupisanje opasnosti i štetnosti. U tabeli 1. prikazan je jedan od načina klasifikacije opasnosti i štetnosti na radnom mestu i radnoj okolini dobijen na osnovu dugogodišnjeg iskustva u proceni profesionalnog rizika, sa predlogom šifarnika koji bi olakšao postupak procene.

Tabela 1. Opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini

Šifre	Opasnosti i štetnosti na radnom mestu
Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem opreme za rad	
01	Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem ručnih alata
02	Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem mehaničkih alata
03	Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem proizvodnih mašina
04	Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem sredstava unutrašnjeg transporta
05	Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem sredstava spoljašnjeg transporta
Opasnosti koje se pojavljuju u vezi sa karakteristikama radnog mesta	
06	Rad na visini
07	Rad u dubini
08	Rad u atmosferi sa visokim ili niskim pritiskom
09	Rad u skučenom, ograničenom ili opasnom prostoru (između dva ili više fiksiranih delova, između pokretnih delova ili vozila, rad u zatvorenom prostoru koji je nedovoljno osvetljen ili provetran, i sl.)
10	Fizička nestabilnost radnog mesta
Opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem električne energije	
11	Opasnost od direktnog dodira sa delovima električne instalacije i opreme pod naponom
12	Opasnost od indirektnog dodira
13	Opasnost od toplotnog dejstva koje razvijaju električna oprema i instalacije (pregrevanje, požar, eksplozija, električni luk ili varničenje i dr.)
14	Opasnosti usled udara groma i posledica atmosferskog pražnjenja
15	Opasnost od štetnog uticaja elektrostatičkog naelektrisanja
Štetnosti koje nastaju korišćenjem opasnih materija	
16	Eksplodivne materije
17	Zapaljive materije
18	Oksidirajuće materije i organski peroksidi
19	Otrovne (toksične) i infektivne materije
20	Korozivne materije
21	Radioaktivne materije
22	Ostale opasne materije

Hemijske štetnosti, prašina i dimovi	
23	Hemijske štetnosti
24	Prašina
25	Dimovi
Biološke štetnosti	
26	Bakterije
27	Gljivice
28	Paraziti
29	Virusi
30	Druge biološke štetnosti
Fizičke štetnosti (buka)	
31	Buka
Fizičke štetnosti (vibracije)	
32	Vibracije celog tela
33	Vibracije šaka-ruka
Fizičke štetnosti (elektromagnetno zračenje)	
34	Jonizujuće zračenje
35	Nejonizujuće zračenje
Fizičke štetnosti (štetni uticaj osvetljenosti)	
36	Nedovoljna osvetljenost
37	Prevelika osvetljenost
Fizičke štetnosti (štetni uticaj mikroklimе)	
38	Visoka ili niska temperatura
39	Visoka ili niska vlažnost
40	Velika brzina strujanja vazduha
Štetni klimatski uticaji	
41	Rad na otvorenom
Štetnosti koje proističu iz fizičkih opterećenja	
42	Nefiziološki položaj tela - dugotrajno stajanje
43	Nefiziološki položaj tela - dugotrajno sedenje
44	Nefiziološki položaj tela - čučanje i klečanje
45	Nefiziološki položaj tela - saginjanje
46	Napori ili telesna naprezanja - ručno prenošenje tereta
47	Napori ili telesna naprezanja - guranje i vučenje tereta
48	Napori ili telesna naprezanja - penjanje i silaženje
49	Napori ili telesna naprezanja - dugotrajne povećane telesne aktivnosti i sl.
Štetnosti koje proističu iz psihofizioloških opterećenja	
50	Režim rada u smenama
51	Psihomotorno opterećenje
52	Psihosenzorno opterećenje
53	Monotonija
54	Emocionalno opterećenje
55	Intelektualno (mentalno) opterećenje
Ostale opasnosti i/ili štetnosti	
56	Štetnosti koje prouzrokuju druga lica (nasilje prema šalterskim radnicima, obezbeđenju i sl.)
57	Rad sa strankama i novcem
58	Rad sa životinjama
59	Rad sa vatrenim oružjem
60	Ostale opasnosti i/ili štetnosti

Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem opreme za rad

Prema Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu, oprema za rad obuhvata mašine, uređaje, postrojenja, instalacije, alat i slično, koja se koristi u tehnološkom procesu.

Mehaničke opasnosti koje se javljaju korišćenjem **ručnih alata** (lopate, sekire, noževi, ključevi, poluge, testere, dleta, čekići i sl.) javljaju se zbog karakteristika

operacija, pogrešne upotrebe, nepravilnog održavanja i lošeg skladištenja.

Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem opreme za rad, a potiču od dejstva **mehaničkih alata, proizvodnih mašina**, uređaja i njihovih sastavnih elemenata koji se pokreću ili miruju (zupčanici, kaiševi, razne poluge, alati, prenosni lanci i dr.), a uzrok su njihovog linearnog i rotacionog kretanja. Na slici 3. prikazane su najčešće mehaničke opasnosti koje se javljaju pri radu sa opremom za rad.



Slika 3. Primeri mehaničkih opasnosti pri radu sa opremom za rad

Posebnu pažnju treba posvetiti analizi mehaničkih opasnosti koje se javljaju kod **prevoznih sredstava industrijskog i javnog transporta**. Tehnološka povezanost industrijskog transporta i javnog transporta je u tome što veliki deo funkcije javnog transporta se ostvaruje spoljnim industrijskim transportom.

Industrijski transport se deli na:

- unutrašnji i
- spoljašnji transport.

Sredstva unutrašnjeg transporta obuhvataju mašine za premeštanje tereta unutar tehnološkog sistema i objekata na manjim rastojanjima, kao što su: dizalice (male ručne dizalice, čekrci, mosne dizalice - kranovi, lučke dizalice, portalne dizalice, železničke dizalice i dr.), podizači (vertikalni i kosi, nepokretni - liftovi i pokretni - viljuškari), tranporteri, elevatori, konvejeri.

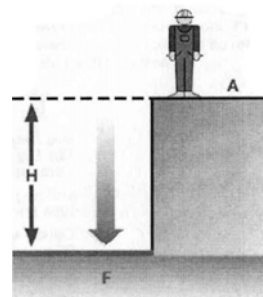
Sredstva spoljašnjeg transporta obuhvataju prevozna sredstva drumskog, železničkog, vodenog i vazdušnog saobraćaja, kojima se vrši priprema robe za transport (uključujući i pakovanje); skladištenje robe; prenos robe do transportnih sredstava; utovar robe u prevozna sredstva; prevoz robe do mesta gde se nalazi primalac; pretovar robe; prenos robe do skladišta i skidanje ambalaže u koju je roba bila pakovana.

Globalno posmatrano, mehaničke opasnosti koje se mogu javiti kod ovih prevoznih sredstava su izloženost mehaničkom udaru, izloženost zatvaranju, poklapanju, nemogućnost ili ograničenost pravovremenog uklanjanja sa mesta rada i drugo.

Ostale opasnosti se odnose, u zavisnosti od transportnog sredstva i operacije koje se rade sa njima, na napred navedene mehaničke opasnosti koje se javljaju pri radu sa proizvodnim mašinama i uređajima.

Opasnosti koje se pojavljuju u vezi sa karakteristikama radnog mesta

Prema Pravilniku o zaštiti na radu pri izvođenju građevinskih radova [3], pod **radom na visini**, smatra se rad koji radnik obavlja koristeći oslonce na visini 3,0 m i više od čvrste podloge pri čemu radni prostor nije zaštićen od pada sa visine. Čvrstom podlogom smatra se podloga čije su deformacije pod opterećenjem koje se na nju prenosi u procesu rada zanemarljivih veličina i nemaju značaja za stabilnost na nju oslonjenih konstrukcija ili uređaja. Razliku u visini između tačke s koje je moguć pad (radno mesto ili površina za kretanje) i sledećeg nižeg nivoa koji je dovoljno širok i izdržljiv da zaustavi pad, nazivamo visinom pada. Pad kroz površinu koja ne može podneti opterećenje, pad ili potapanje u tečnost takođe se naziva pad s visine, slika 4.



Slika 4. Definicija visine pada H = vertikalna razlika u visini između radnog mesta ili zone opasnosti od pada (A) i tačke udara (F)

Radno mesto na visini nije isključivo definisano visinom mogućeg pada. Posebna pažnja je takođe potrebna u radnoj okolini, gde se radnici mogu povrediti zbog pada u otvore i rupe u podu, zbog propadanja podova, plafona i krovova, odnosno gde

mogu upasti u različite materijale ili u vodu. To se može dogoditi pri izvođenju radova u i oko postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, silosima, blizini ili oko vodenih površina i slično.

Rad na dubini obuhvata:

- rad ispod površine vode (rad u kesonima i rad u ronilačkim odelima),
- rad ispod površine zemlje (rad u podzemnim kopovima rudnika, rad u pećinama i drugim prirodnim šuplinama).

Rad u uslovima **povišenog barometarskog pritiska** obavljaju ronionici i radnici u kesonima ispod površine vode kao i medicinsko osoblje u hiperbaričnim komorama. Izloženost **snizenom atmosferskom pritisku** postoji kod radnika koji rade na velikim nadmorskim visinama, kod planinara i alpinista, kod pilota (u slučaju pada barometarskog pritiska u kabini sa normalnih na subatmosferske vrednosti - hipobarična dekompresija), kao i kod ronilaca i radnika u kesonima (nagli prelaz ili izranjanje sa povišenog na normalan atmosferski pritisak - hiperbarična dekompresija) [4].

Rad u skučenom, ograničenom ili opasnom prostoru se odnosi na rad između fiksiranih delova, između pokretnih delova ili vozila, rad u zatvorenom prostoru koji je nedovoljno osvetljen ili provetran i slično.

Fizička nestabilnost radnog mesta, tj. mogućnost klizanja ili spoticanja (moke ili klizave površine) je česta opasnost koja se javlja kao posledica karakteristika radnog mesta, odnosno materijala i opreme za rad koje se koriste u tehnološkom procesu.

Opasnosti koje se javljaju korišćenjem električne energije

Direktni dodir s delovima pod naponom se javlja u slučaju ako su: nepropisno položeni „goli“ vodovi, nepropisno izvedeni prekidači, sklopke i ostali elemenati, kada delovi koji su pod naponom nisu zaštićeni, odnosno, kada je zaštita nesavesnim postupkom uklonjena, nezaključani razvodni ormari, radovi na vodovima i instalacijama pod naponom koji nisu prethodno isključeni. Opasnost od direktnog dodira delova pod naponom nastaje u slučajevima nepravilnog organizovanja i izvođenja radova, kao i neadekvatne ili nepotpune zaštite.

Indirektan dodir može uzrokovati električni uređaj ili njegov metalni deo koji dodiruje čovek, a koji je zbog oštećene ili neispravne izolacije dospao na povišeni potencijal u odnosu na potencijal zemlje. Indirektan dodir s delovima pod naponom javlja se usled grešaka pri izvođenju i održavanju elektroinstalacija ili kao posledica kvara na izolaciji električnih uređaja pri čemu se opasni napon dodira javlja i na provodljivim delovima opreme za rad koji ne pripadaju stalnom strujnom kolu. To će se dogoditi ako takvi električni uređaji ili njihovi delovi koji nisu na adekvatan način zaštićeni od opasnog napona dodira, jer će čovek svojim telom zatvoriti strujno kolo.

Opasnost od toplotnog dejstva koje razvijaju električna oprema i instalacije (pregrevanje, požar, eksplozija, električni luk ili varničenje i dr.) javlja se pri njihovom korišćenju i u slučaju preopterećenja i kvarova, kada dolazi do pojave oslobađanja toplote što prouzrokuje povećanje temperature na delovima opreme. Električne iskre, električni luk i ugrejani delovi električnih instalacija i opreme predstavljaju moguće izvore paljenja. Električne iskre se ne formiraju samo pod specifičnim uslovima, kao što je kratki spoj, već i tokom uobičajenog rada pojedinih električnih uređaja. Svi uređaji s prekidačima proizvode iskre različite jačine pri uobičajenom korišćenju.

Opasnost od štetnog uticaja elektrostatičkog naelektrisanja javlja se u tehnološkim procesima gde postoji mogućnost generisanja i nagomilavanja jedne vrste naelektrisanja usled elektrostatičke indukcije, jonizacije, kontakta metala sa različitim elektrodnim potencijalima i drugih elektrohemijskih efekata. Najveću opasnost predstavlja pražnjenje statičkog naelektrisanja u zonama opasnosti od smeša zapaljivih tečnosti, gasova, prašina i eksploziva sa vazduhom. Nagomilavanje statičkog naelektrisanja dovodi do pojave električnog polja koje, u zavisnosti od intenziteta, može nepovoljno da utiče na čoveka ili vrši ometanje tehnološkog procesa, ugrožavanje i kvar elektronskih komponenti i opreme, oštećenje opreme, ubrzavanje korozije uređaja i cevovoda i izazivanje požara i eksplozije.

Opasnosti od atmosferskog pražnjenja manifestuju se kao direktni udar groma i sekundarno dejstvo koje dovodi do pojave visokog potencijala na provodnim elementima. Posledice direktnog udara groma u objekte mogu biti velike zbog veoma visokih intenziteta struja koje prolaze kroz predmet udara, usled čega se oslobađa toplota manifestovana visokim temperatura na mestu udara. Opasnost od sekundarnog dejstva se ispoljava u vidu oštećenja elektronskih uređaja i opreme, kao i opasnosti nastanka požara i eksplozija u prostorima sa zapaljivim materijama i eksplozivnom atmosferom. Opasnost od pražnjenja atmosferskog elektriciteta zavisi od geografskog položaja, lokacije u odnosu na okolne objekte, vrste materijala od kog je objekat izrađen, sadržaja objekta u pogledu zapaljivih i eksplozivnih materija, kao i od stanja projektovane i izvedene gromobranske instalacije, njene ispravnosti, ispitivanja i održavanja itd.

Osnovni pravilnici kojima je uređena ova problematika su: Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona [5]; Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekta od atmosferskog pražnjenja [6]; Pravilnik o tehničkim propisima o gromobranama [7], kao i SRPS i IEC standardi iz oblasti elektrotehnike.

Štetnosti koje nastaju korišćenjem opasnih materija

Opasne materije su one materije koje pri proizvodnji, transportu, rukovanju i korišćenju mogu da predstavljaju opasnost u pogledu ugrožavanja zdravlja ljudi, materijalnih i prirodnih dobara.

Opasne materije imaju bar jedno od svojstava koje ih čine opasnim, a to su: eksplozivnost, zapaljivost, sklonost ka oksidaciji, sklonost ka koroziji, otrovnost, infektivnost, radioaktivnost, kancerogenost i dr. U skladu s tim, može se izvršiti klasifikacija, koja može poslužiti za identifikaciju štetnosti koje nastaju korišćenjem opasnih materija:

- **eksplozivne materije** su hemijska jedinjenja ili mehaničke smeše hemijskih jedinjenja u čvrstom ili tečnom stanju, koje u sebi sadrže neophodne elemente za proticanje hemijske reakcije, praćene oslobađanjem toplote i gasnih produkata;
- **zapaljive materije** (zapaljive tečnosti i zapaljive čvrste materije) su one materije koje pod normalnim uslovima mogu da se zapale i nakon toga nastave da samostalno gore sve do svog potpunog sagorevanja;
- **oksidirajuće materije** u dodiru sa drugim materijama se razlažu i pri tom mogu prouzrokovati požar (hloridi, perflorati, vodeni rastvor vodonik - superoksida, peroksidi alkalnih metala i njihove smeše) i **organski peroksidi** (organske materije sa višim stepenom oksidacije koje mogu da izazovu štetne posledice po zdravlje i život ljudi ili oštećenje materijalnih dobara. Veliki broj organskih peroksida je osetljiv na povećane temperature i udare, pri čemu mogu eksplodirati);
- **otrovne - toksične** (materije sintetičkog, biološkog ili prirodnog porekla i preparati proizvedeni od tih materija koji uneseni u organizam ili u dodiru sa organizmom mogu ugroziti život ili zdravlje ljudi ili štetno delovati na životnu sredinu) i **infektivne materije** (materije koje šire neprijatan miris ili sadrže mikroorganizme ili njihove toksine za koje se zna da mogu izazvati zarazna oboljenja kod ljudi i životinja - sveža usoljena ili neusoljena koža, otpaci od proizvodnje tutkala, iznutrice, žlezde, fekalije, mokraća, gnojivo i dr.);
- **radioaktivne materije** su materije čija specifična aktivnost prelazi 74 bekerela (0,02 mikrokirija) po gramu;
- **korozivne materije** čine materije koje u dodiru sa drugim materijama i živim organizmima izazivaju njihovo oštećenje ili uništenje (sumporna, azotna kiselina, mravlja kiselina, brom, natrijum hlorksid, hidroksidi, homogeni elementi). Korozivne materije u dodiru sa ljudskom kožom izazivaju teška oštećenja kože, očiju, disajnih puteva i probavnih organa. Delovanjem na druge materije mogu izdvajati toplotu, otrovne gasove i pare što može dovesti do požara i eksplozija;
- **ostale opasne materije** su materije koje se ne mogu svrstati u prethodne klase (azbest, suvi led,

magnetni materijali i sl.). Opasnim materijama smatraju se i sirovine od kojih se proizvode opasne materije i otpaci, ako imaju osobine tih materijala.

Preventivne mere prilikom transporta proizvoda su regulisane Zakonom o prevozu opasnih materija [8], "Sl. list SFRJ", br. 27/90 i 45/90 -ispr. i "Sl. list SRJ", br.24/94, 28/96, 21/99, 44/99- dr. zakon i 68/2002, a definisane su u zavisnosti od klase opasnih materije, odnosno vrste saobraćaja (drumski - ADR, železnički - RID, rečni - ADN, pomorski - IMDG, vazdušni - ICAO).

Hemijske štetnosti, prašina i dimovi

Ispitivanja hemijskih štetnosti vrše se na radnom mestu i u radnoj okolini gde se u tehnološkim procesima pojavljuju hemijske štetnosti. Ispitivanja se vrše uzimanjem najmanje jednog uzorka na radnom mestu najbližem izvoru štetnosti [9].

Ako je utvrđena koncentracija hemijskih štetnosti na radnom mestu najbližem izvoru štetnosti iznad dozvoljenih koncentracija, ispitivanje hemijskih štetnosti vrši se uzimanjem najmanje jednog uzorka i na ostalim radnim mestima na kojima se opravdano očekuju te štetnosti.

Na radnim mestima na kojima je u postupku ispitivanja utvrđena koncentracija hemijskih štetnosti iznad dozvoljenih koncentracija, vrši se kontinualno ispitivanje radi procene rizika i preduzimanja mera za smanjenje štetnosti i zaštitu zdravlja zaposlenih.

Prema Pravilniku o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju hemijskim materijama [9] definiše se granična vrednost izloženosti na radnom mestu (GVI). Ona predstavlja prosečnu koncentraciju opasne hemijske materije u vazduhu na radnom mestu u zoni disanja zaposlenog, pri normalnim mikroklimatskim uslovima rada i uz lakši fizički rad. Određuje se za određeni vremenski period, u odnosu na naznačeni referentni period, za koju se smatra da nije štetna po zdravlje zaposlenog, ako zaposleni radi pri koncentraciji opasne hemijske materije koja je niža ili jednaka graničnoj vrednosti opasne hemijske materije, osam sati dnevno, a izražena u mg/m^3 ili ml/m^3 [ppm]. Granična vrednost izloženosti definiše se za osmočasovnu izloženost. Granična vrednost za pare i gasove definisana je za temperaturu od 20°C i pritisak od $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Kratkotrajna granična vrednost izloženosti (KGVI) je ona koncentracija opasne hemijske materije kojoj zaposleni može biti izložen bez opasnosti po oštećenje zdravlja kraći vremenski period. Izloženost takvoj koncentraciji opasne hemijske materije može trajati najviše 15 minuta i ne sme se ponoviti više od četiri puta tokom radnog vremena. Između dva perioda izloženosti takvoj koncentraciji mora proći najmanje 60 minuta. Vrednosti kratkotrajne izloženosti izražavaju se u mg/m^3 ili ml/m^3 [ppm].

Granična vrednost izloženosti prašini data je kao ukupna prašina.

Pri određivanju hemijskih štetnosti utvrđuju se i sledeće kategorije:

- **kanc. kat. 1** - hemijske materije za koje je dokazano da su kancerogene za čoveka;
- **kanc. kat. 2** - hemijske materije koje su verovatno kancerogene za čoveka;
- **kanc. kat. 3** - hemijske materije za koje je moguće kancerogeno dejstvo na čoveka.
- **mut. kat. 1** - hemijske materije za koje se zna da imaju mutageno dejstvo na čoveka.
- **mut. kat. 2** - hemijske materije koje verovatno imaju mutageno dejstvo na čoveka.
- **mut. kat. 3** - hemijske materije za koje je moguće mutageno dejstvo na čoveka.
- **repr. kat. 1** - hemijske materije za koje se zna da smanjuju reproduktivnu sposobnost kod ljudi i/ili materije za koje se zna da deluju toksično u procesu rasta i razvoja kod ljudi;
- **repr. kat. 2** - hemijske materije koje verovatno smanjuju reproduktivnu sposobnost kod ljudi i/ili materije koje verovatno deluju toksično u procesu rasta i razvoja kod ljudi;
- **repr. kat. 3** - hemijske materije za koje se pretpostavlja da mogu smanjiti reproduktivnu sposobnost kod ljudi i/ili materije za koje se pretpostavlja da mogu da deluju toksično u procesu rasta i razvoja kod ljudi.

Biološke štetnosti

Osnovne smernice za procenu rizika od bioloških štetnosti kao i mere za sprečavanje i smanjenje rizika regulisane su Direktivom 2000/54 EC Evropske unije o zaštiti radnika od rizika pri izloženosti biološkim agensima na radu [10]. Pojam „biološke štetnosti“ u ovoj direktivi odnosi se na:

- **biološke agense** - mikroorganizme, uključujući i one koji su genetski modifikovani, ćelijske kulture i humane endoparazite koji su sposobni da izazovu infekciju, alergijske reakcije ili toksične efekte;
- **mikroorganizme** - ćelijske ili nećelijske mikrobiološke entitete sposobne za razmnožavanje ili za prenošenje genetskog materijala;
- **kulture ćelija** - ćelije, poreklom iz multićelijskih organizama, uzgajane in vitro.

Biološki agensi se svrstavaju u četiri rizične grupe, s obzirom na njihov nivo rizika od bolesti koje mogu izazvati kod ljudi:

- **rizična grupa 1** - biološki agens za kojeg nije verovatno da će uzrokovati bolest kod ljudi;
- **rizična grupa 2** - biološki agens koji može uzrokovati bolest kod ljudi i mogao bi biti opasan po radnike, ali nije verovatno da će se raširiti u okolinu; obično je na raspolaganju delotvorna profilaksa ili lečenje;
- **rizična grupa 3** - biološki agens koji može uzrokovati tešku bolest kod ljudi i predstavlja ozbiljnu opasnost za radnike; može predstavljati

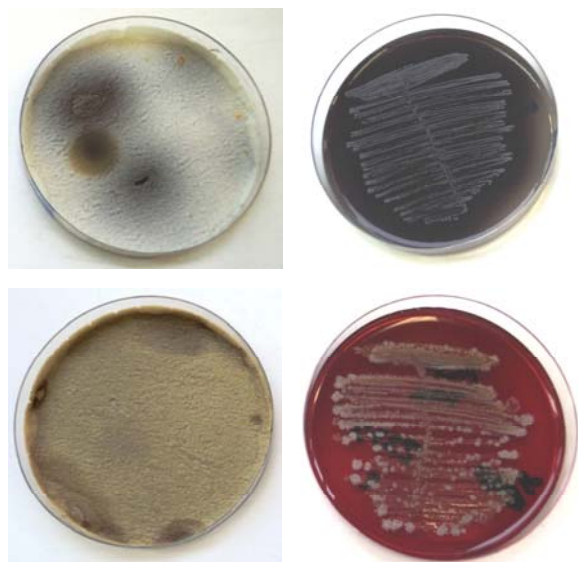
rizik za širenje u okolinu, ali obično je na raspolaganju delotvorna profilaksa ili lečenje;

- **rizična grupa 4** - biološki agens koji uzrokuje tešku bolest kod ljudi i predstavlja ozbiljnu opasnost za radnike; može predstavljati veliki rizik za širenje u okolinu, a obično na raspolaganju nema delotvorne profilakse ili lečenja.

Identifikacija bioloških štetnosti u radnoj sredini vrši se mikrobiološkom obradom materijala uzetog sa radnih površina (razni brisevi), sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda. Uzimanje uzoraka vazduha iz radne sredine vrši se izlaganjem otvorenih hranljivih podloga vazduhu radne prostorije tokom određenog vremena ili propuštanjem određene količine vazduha preko specijalnih aparata na hranjive podloge.

Mnoge patogene bakterije prisutne su u niskim koncentracijama pa je njihova detekcija teška. Stoga se koriste indikatorske bakterije za detekciju verovatne prisutnosti patogenih bakterija. Koliformne bakterije su uz fekalne streptokoke najpodobnija grupa indikatorskih bakterija za ocenu kvaliteta vazduha radne sredine.

Fekalne streptokoke su grupa crevnih bakterija. Široko su rasprostranjena, a nalaze se u fekalijama čoveka i mnogih drugih kičmenjaka. Broj fekalnih streptokoka po pravilu raste s porastom broja ukupnih koliformnih bakterija. U slučaju da ukupne koliformne bakterije nisu dokazane u uzorku, a fekalne streptokoke jesu, to je pouzdan znak da se radi o fekalnom zagađenju vazduha (slika 5.).



Slika 5. Hranjive podloge sa razvijenim fekalnim streptokokama i koliformnim bakterijama

Standardi koji se najčešće koriste za uzorkovanje bioloških štetnosti u radnoj atmosferi su: ISP/MYC/AC-01 [11], ISP/MYC/AC-03 [12] i NIOSH 0800 [13], a za ocenu kvaliteta radne sredine PN-89/ Z 0411/02 i 03 [14] i European Community Directive 2000/54/EC [15].

Fizičke štetnosti (buka)

Pod bukom u radnoj sredini podrazumeva se svaki zvuk stvoren radom mašine, aparata ili uređaja u proizvodnji. Na radnom mestu može da vlada i buka koja potiče iz okoline, pa se zbog toga pri analizi njenog štetnog dejstva uzimaju tri tipa buke:

- buka koju pravi oprema za rad ili uređaj kojim radnik neposredno rukuje, ili ga opslužuje;
- buka koju pravi oprema za rad ili uređaj kojim radnik ne rukuje niti ga opslužuje;
- buka koju stvaraju neproizvodni izvori (uređaji za ventilaciju i klimatizaciju, saobraćaj, drugi tehnološki proces i dr.).

U različitim tehnološkim sistemima, kao posledica tehnološkog procesa, jaka buka dovodi, pri dužem radu, do ozbiljnih oštećenja. Tekstilna industrija se odlikuje konstantnom bukom, metalna industrija je izvor najjače buke, hemijska industrija ima u nekim pogonima buku izrazito štetnog dejstva (sita i mešalice) i dr.

Merodavni nivo buke na određenom radnom mestu u radnim prostorijama ne sme prelaziti dopuštene vrednosti predviđene Pravilnikom o merama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama [16]. Dopušteni nivo buke na radnom mestu s obzirom na vrstu delatnosti dat je u tabeli 2.

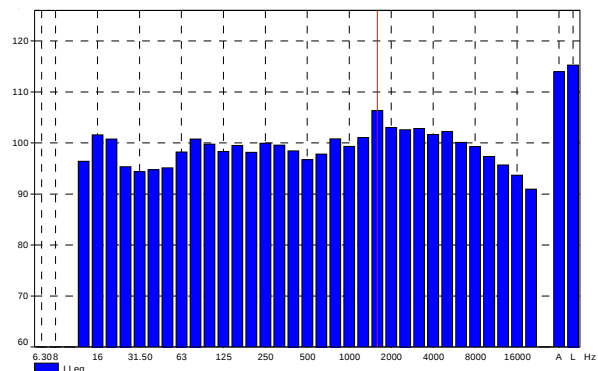
Tabela 2. Dopušteni nivo buke na radnom mestu s obzirom na vrstu delatnosti

R b	VRSTA DELATNOSTI	Nivo buke u dB(A)		
		a	b	v
1.	Fizički rad bez zahteva za mentalnim naprežanjem i zapažanjem okoline sluhom	85	85	80
2.	Fizički rad usmeren na tačnost i koncentraciju; povremeno praćenje i kontrola okoline sluhom; upravljanje transportnim sredstvima	80	75	70
3.	Rad koji se obavlja pod čestim govornim komandama i akustičnim signalima	75	70	60
	Rad koji zahteva stalno praćenje okoline sluhom			
	Rad pretežno mentalnog karaktera, ali rutinski			
4.	Rad pretežno mentalnog karaktera koji zahteva koncentraciju, ali rutinski	70	65	55
5.	Mentalni rad usmeren na kontrolu rada grupe ljudi koja obavlja pretežno fizički rad	-	60	50
	Rad koji zahteva koncentraciju ili neposredno komuniciranje govorom i telefonom			
6.	Mentalni rad usmeren na kontrolu rada grupe ljudi koja obavlja pretežno mentalni rad	-	55	45
	Rad koji zahteva koncentraciju, neposredno komuniciranje govorom i telefonom			
	Rad isključivo vezan za razgovore preko komunikacionih sredstava			
7.	Mentalni rad koji zahteva veliku koncentraciju, isključivanje iz okoline, preciznu psihomotoriku ili komuniciranje sa grupom ljudi	-	-	40
8.	Mentalni rad, kao izrada koncepcija, rad vezan za veliku odgovornost, komuniciranje radi dogovora sa grupom ljudi	-	-	35
9.	Koncertne i pozorišne sale	-	-	30

U cilju ocene karaktera buke i planiranja mera za smanjenje nivoa buke, pored merenja ukupnog nivoa buke, vrši se i frekvencijska analiza nivoa.

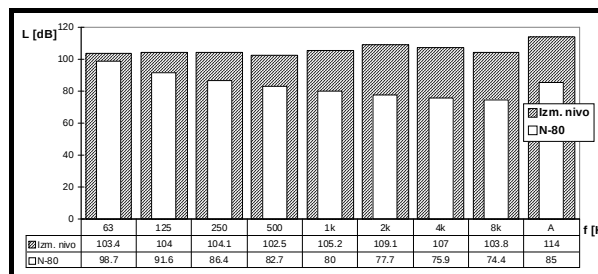
Rezultat frekvencijske analize buke je spektar buke, koji prikazuje komponente buke u najčešće tercnim standardizovanim opsezima, slika 6.

Na osnovu dobijenog spektra može se odrediti tonalnost buke i karakteristike koje treba da ispuni sistem. Takođe, moguće je identifikovati određene komponente mašinskog sistema koji generiše najveći nivo buke [17].



Slika 6. Frekvencijska terčna analiza nivoa buke

Na radnim mestima na kojima se merenjem i ocenjivanjem utvrdi da buka prelazi dozvoljeni nivo buke vrši se oktavna analiza, slika 7. Za normiranje štetnosti delovanja buke na osnovu oktavne analize koriste se N-krive.



Slika 7. Frekvencijska oktavna analiza nivoa buke i komparacija sa N-krivom koja odgovara dozvoljenom nivou buke za neometano obavljanje delatnosti i za zaštitu od oštećenja sluha

Praćenjem nivoa dnevne izloženosti buci, kao i iskustvom u merenjima i ispitivanjima, za normiranje rizika može koristiti tabela 3.

Tabela 3. Skala normiranja rizika izloženosti buci

Nivo dnevne izloženosti buci $L_{EX,8h}$ [dB(A)]	Nivo rizika
$L_{EX,8h} \leq 80$	bez rizika
$80 < L_{EX,8h} \leq 85$	umereni rizik
$85 < L_{EX,8h} < 87$	povećan rizik
$L_{EX,8h} \geq 87$	neprihvatljiv rizik

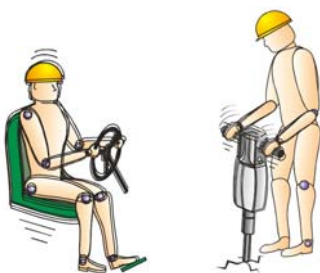
Fizičke štetnosti (vibracije)

Vibracije su oscilatorna kretanja mehaničkih sistema, kod kojih su pomeranja tačaka sistema mala u poređenju sa dimenzijama sistema, a period oscilovanja znatno manji od vremena u kome se kretanje posmatra. Vibracije su rezultat dinamičkih sila kod mašina i alata koji imaju pokretne delove, kao i kod delova i elemenata za povezivanje mašina i alata. Proučavaju se dve komponente vibracija i to: prva komponenta koja predstavlja korisna vibraciona kretanja koja se koriste za obavljanje mehaničke operacije jedne mašine ili tehnološkog procesa i druga komponenta, a to su štetna vibraciona kretanja, gde različiti delovi mašina mogu da vibriraju različitim amplitudama i frekvencijama, pa je to često uzrok nastajanja profesionalnih oboljenja radnika koji rukuju mašinom ili alatom.

Radnik u radnoj okolini je aktivan činilac sistema čovek-mašina, pa je često izložen prinudnim vibracijama. Izloženost vibracijama na čoveka može uticati na različite načine, od običnih smetnji do smanjenja radnog učinka, opasnosti po zdravlje, pa i do pojave profesionalnih oboljenja [17].

Prema načinu delovanja na ljudsko telo, vibracije se mogu podeliti na (slika 8):

- **opšte ili vibracije celog tela** (*whole-body vibration*) koje deluju na ljudsko telo kao celinu kada se čovek nalazi u okruženju mašine koja vibrira, a mogu da se prenose na celo telo, obično kroz mesto kontakta, odnosno strukturu oslonca (industrijske platforme ili sedišta vozila);
- **lokalne ili vibracije šaka-ruka** (*hand-arm vibration*) koje deluju na pojedine delove tela koji su u neposrednom kontaktu sa vibrirajućim sistemom - najčešće na dlanove i prste, a od mesta ulaska vibracije se rasprostiru na sve strane u vidu talasnog kretanja izazivajući naizmenično skupljanje i rastezanje tkiva.



Slika 8. Tipovi vibracija: vibracije celog tela (levo) i vibracije šaka-ruka (desno)

U zavisnosti od lokalizacije dejstva vibracija, razlikuju se i dva osnovna klinička oblika oboljenja: vibraciona bolest nastala pod dejstvom opštih ili lokalnih vibracija. Prenosjenje vibracija na celo telo zavisi od pozicije tela. Efekti vibracija su zato kompleksni. Vibracije izazivaju kretanja i sile u ljudskom telu koje mogu izazvati neudobnost, imati nepovoljni uticaj na karakteristike, pogoršati već postojeće povrede u leđima i predstavljati rizik za bezbednost i zdravlje [18].

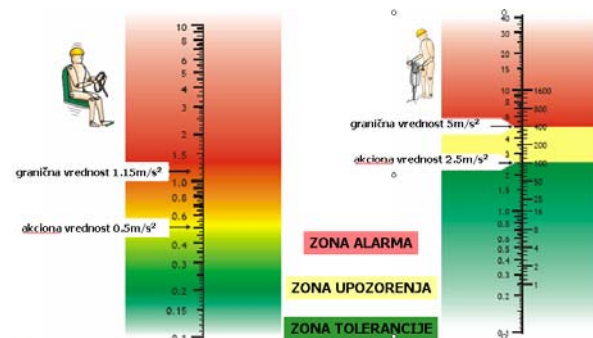
Usvajanjem direktive 2002/44/EC postavljeni su minimalni zahtevi za kontrolu rizika na radnim mestima koja su izložena negativnom dejstvu vibracija. Direktivom su definisane granične vrednosti dnevne izloženosti vibracijama, kao i akcione vrednosti dnevne izloženosti vibracijama kojima radnik ne bi smeo da bude izložen (tabela 4.). Pored toga, direktivom su postavljeni zahtevi poslodavcima za eliminisanje rizika ili smanjenje na najmanju moguću meru.

Tabela 4. Dozvoljene vrednosti dnevne izloženosti vibracijama

	Šaka - ruka	Celo telo
Granične vrednosti dnevne izloženosti	5m/s^2	1.15m/s^2 ($\text{VDV}=21\text{m/s}^{1.75}$)
Akzione vrednosti dnevne izloženosti	5m/s^2	0.5m/s^2 ($\text{VDV}=9.1\text{m/s}^{1.75}$)

Na osnovu dozvoljenih vrednosti dnevne izloženosti vibracijama mogu se formulisati tri zone za procenu rizika od negativnog dejstva vibracija.

Pored tabelarnog prikaza vrednosti ubrzanja vibracija po zonama (tabela 5.), zone su grafički prikazane na slici 9.



Slika 9. Zone za procenu rizika usled dejstva vibracija

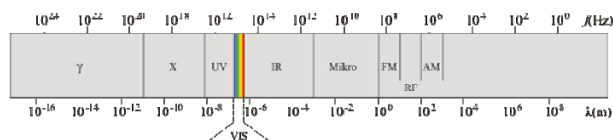
Tabela 5. Zone za procenu rizika

	Šaka - ruka	Celo telo
Zona alarma	$>5\text{m/s}^2$	$>1.15\text{m/s}^2$ ($>21\text{m/s}^{1.75}$)
Zona upozorenja	$2.5 \div 5\text{m/s}^2$	$0.5 \div 1.15\text{m/s}^2$ ($9.1 \div 21\text{m/s}^{1.75}$)
Zona tolerancije	$0 \div 2.5\text{m/s}^2$	$0 \div 0.5\text{m/s}^2$ ($0 \div 9.1\text{m/s}^{1.75}$)

Poređenjem ponderisanih vrednosti ubrzanja vibracijama sa dozvoljenim vrednostima može se utvrditi kojoj zoni pripada posmatrana izloženost vibracija i na osnovu toga proceniti rizik oštećenja tkiva i organa ljudskog tela usled dugotrajnog izlaganja vibracijama mašine, opreme ili alata sa kojom radnik rukuje i koja generiše vibracije.

Fizičke štetnosti (zračenje)

Pod pojmom **elektromagnetno zračenje** smatra se elektromagnetni talas u prostiranju (propagaciji) ili prostiranje više elektromagnetnih talasa. Elektromagnetni talas može biti proizvoljne frekvence, pa prema tome i energija elektromagnetnog kvanta pridruženog ovakvom elektromagnetnom zračenju može biti u širokom opsegu (frekvencija od $3 \cdot 10^{20}$ Hz do 3 Hz), (talasnih dužina od $1 \cdot 10^{15}$ m do $1 \cdot 10^6$ m), (energija kvanta od $1 \cdot 10^{-13}$ J do $1 \cdot 10^{-32}$ J), slika 10. Energija je najbitnija karakteristika koja definiše uticaj na sredinu kroz koju se prostire elektromagnetno zračenje [19].



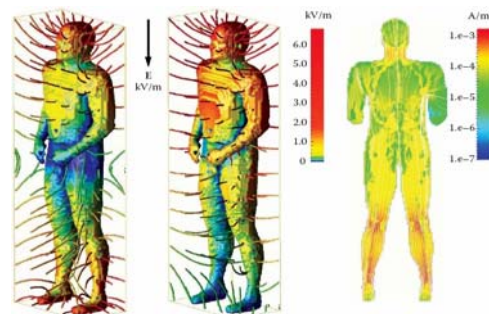
Slika 10. Elektromagnetni spektar

Elektromagnetna (EM) zračenja se prema svom primarnom dejstvu na materijalnu sredinu dele na jonizujuća i nejonizujuća. Jonizujuća elektromagnetna zračenja imaju energiju kvanta dovoljnu da izvrše jonizaciju atoma ili molekula (12,4eV), dok energija kvanta dela nejonizujućeg zračenja nije bila dovoljna da se izvrši jonizacija. Opšte prihvaćena granica jonizacije je na talasnim dužinama oko 100nm u ultraljubičastom (UV) području. Frekvencijski opseg EM talasa koji se danas tehnički koristi je od 0Hz do frekvencija reda THz.

Jonizujuća elektromagnetna zračenja se u radnoj okolini javljaju: pri korišćenju izotopa kao obeleživača (hemijaska industrija, metalurgija), kod primene radioizotopa u kontroli procesa proizvodnje, biološkog zračenja u prehrambenoj industriji i u industriji lekova i medicini.

Izvori nejonizujućeg elektromagnetnog zagađenja se sa prema učestanosti dele na:

- **UV izvore** (ultraljubičaste izvore, talasne dužine od 100 do 400nm, sunce, UV lampe) koji se nalaze na samoj granici sa jonizujućim zračenjima i mogu imati jonizujuće dejstvo;
- **izvore vidljive svetlosti** (prirodne i veštačke kao svetiljke sa užarenim volframovim vlaknom, fluorescentna svetiljka, živina svetiljka, natrijumska svetiljka, halogene svetiljke i dr.);
- **IC izvore** (infracrvene ili izvore toplotnog zračenja)
- **visokofrekventne izvore** (antene radio i televizijskih stanica, primopredajne antene mikrotalasnih linkova, bazne stanice mobilne telefonije, *wireless* uređaja, mobilni telefoni, mikrotalasne izvore i dr.);
- **niskofrekventne izvore** ili izvore industrijske učestanosti (elektromagnetna postrojenja, transformatore, dalekovode, distributivnu električnu mrežu, kao i kućne električne uređaje);
- **izvore statičkih i stacionarnih električnih i magnetnih polja** (električna polja kondezatora, elektrostatičkih sistema u industiji, statička polja prirodnih i veštačkih magneta).



Slika 11. Raspodela električnog polja u čoveku i indukovane gustine struje ispod dalekovoda

Prvi korak u proceni mogućih uticaja elektromagnetnih polja na žive organizme, a samim tim i na čoveka u radnoj sredini, je merenje i analiza elektromagnetnog zračenja. Potencijalno štetno dejstvo elektromagnetnih talasa zahteva da se vrši kontrola intenziteta zračenja na mestima gde se smatra da mogu da se pojave ova polja. Pri merenju UV zračenja vrši se merenje intenziteta (*iradijance*, I [W/m^2]) i gustine energije zračenja (*radiant exposure*, Φ [J/m^2]). Granične vrednosti su određene preporukom INCNIRP [20] i standardom ISO 17166 [21].

Istraživanja bioloških efekata je dovelo do razvoja standarda i propisa u ovoj oblasti koji služe za normiranje dozvoljenih vrednosti za električno (E) i magnetno (H) polja i površinske gustine zračenja (S). Nacionalno zakonodavstvo je ovu oblast pravno regulisalo: Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja [22], Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima [23] i standardom SRPS EN 50413 [24].

Značajno je izvršiti pravilno merenje elektromagnetnih polja [25], s obzirom da su ovo veličine koje se u zavisnosti od vrste izvora menjaju, pa je pored snage i intenziteta potrebno znati i raspodelu po frekvenci. Merenje vrše akreditovane organizacije, a procenu rizika iz ove oblasti treba da vrše samo stručnjaci koji se bave ovom problematikom. Izuzetno je značajno pravilno odrediti ekspozicione uslove (mesto i dužinu izloženosti).

Kod procene izloženosti zaposlenih koji intenzivno koriste mobilne telefone i druge komunikacione uređaje u opsegu visokih frekvenci neophodno je sagledati, izmeriti ili izračunati veličinu SAR (*Specific Absorption Rate*), specifičnu apsorpciju ili specifičnu količinu apsorbovane energije.

$$SAR = \frac{P}{m} = \frac{\sigma E^2}{\rho_m} = \frac{J^2}{\rho_m \sigma} = c_p \frac{dT}{dt} \quad (2)$$

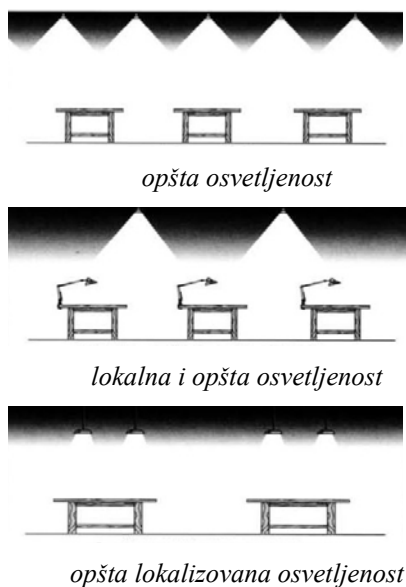
gde je P snaga apsorbovane količine toplote, m masa tela ili dela tela (glava), E jačina električnog polja unutar objekta, ρ_m zapreminska gustina, J gustina indukovanih struja, σ električna provodnost tkiva, c_p toplotni kapacitet tkiva, dT promena temperature tela. Normiranje ove veličine se vrši za celo telo ili samo za pojedine delove tela ili organe (glava, koža).

Značajno je ukazati da biološki efekti zavise od frekvencije talasa koji dolazi do osobe koja je izložena i da apsorpcija energije na površinskim delovima kože raste sa povećanjem frekvencije incidentnog EM talasa.

Fizičke štetnosti (štetni uticaj osvetljenosti)

Svetlo, posredstvom oka, vidnom centru mozga ne daje samo informacije, već utiče i na regulacione organe vegetativnog nervnog sistema, koji upravljaju celokupnom razmenom materija u ljudskom organizmu i njegovim telesnim funkcijama. Zato se može reći kako kvalitetno svetlo ne olakšava samo gledanje i percepciju, već podiže volju za radom, ostvaruje vizuelni osećaj u prostoriji, a isto tako i poboljšava koncentraciju i sprečava prevremeni umor.

Iz tih razloga proizilaze osnovni zahtevi koje osvetljenost (dnevna svetlost ili veštački sistem osvetljenosti) mora ispunjavati, a to su: da omogući dobre vidne uslove, potrebne za uspešno i bezbedno izvršavanje radnih zadataka; da u okviru kompleksnog oblikovanja prostora čoveku omogući takvu okolinu koja doprinosi dobrom fizičkom i psihološkom osećaju; da spreči nezgode i nesreće na radnom mestu.



Slika 12. Sistemi osvetljenosti

Nepovoljna i nedovoljna osvetljenost stvara uslove za nastajanje nesrećnog slučaja; sličan efekat izaziva nepravilna jaka osvetljenost. Isto tako, vremenski neravnomerna osvetljenost može da prouzrokuje pojavu stroboskopskog efekta, što dovodi do subjektivne optičke varke. Čoveku se čini da se predmeti obasjani takvom svetlošću okreću brže ili sporije, odnosno da stoje iako se okreću. Loša osvetljenost posredno utiče na povećanje psihičkog i fizičkog zamora zaposlenih, smanjuje njihovu opreznost, smanjuje preciznost rada, povećava broj grešaka pri radu, smanjuje produktivnost itd. Slaba osvetljenost takođe može da prouzrokuje prekid celokupnog radnog procesa čija je značajna komponenta dobra vidljivost.

Utvrđivanje faktora kvaliteta osvetljenosti, kao posledičnog stanja dnevnog i električnog osvetljenja u skladu sa SRPS U.C9.100/62 [26], podrazumeva određivanje pre svega nivoa i ravnomernosti osvetljenja na radnom mestu i u radnoj okolini i ocenu poređenjem

sa dozvoljenim vrednostima u zavisnosti od vidnog zahteva i vrste delatnosti.

Za ocenu kvaliteta osvetljenosti radnog mesta i radnih prostorija u radnoj okolini potrebno je odrediti:

- srednju osvetljenost od opšteg osvetljenja;
- maksimalnu osvetljenost od opšteg osvetljenja;
- minimalnu osvetljenost od opšteg osvetljenja;
- osvetljenost radnog mesta;
- ravnomernost osvetljenja;
- kontrast.

Osim navedenog standarda za utvrđivanje kvaliteta osvetljenosti koristi se i međunarodni standard EN 12464 [27].

Fizičke štetnosti (štetni uticaj mikroklimе)

Mikroklimatski parametri (temperatura, vlažnost i brzina strujanja vazduha) u značajnoj meri utiču na aktivnost radnika. Tako, rad u uslovima visoke temperature vodi teškim poremećajima (krvotok, varenje, metabolizam minerala, funkcije CNS-a sa simptomima umora, diskoordinacija pokreta i sl.) i iscrpljenosti. Takođe i rad pri niskim temperaturama izaziva poremećaje organizma i pad učinka.

Ispitivanja mikroklimatskih parametara vrši se na radnim mestima u radnoj okolini u kojoj se obavlja proces rada, odnosno u kojoj se zaposleni kreću, ili zadržavaju duže od dva sata u toku radne smene. Vršе se u letnjem periodu, kad je spoljna temperatura iznad 15°C, i zimskom periodu kada je spoljna temperatura ispod 5°C. Ispitivanja mikroklimе se ne vrše u prostorijama u kojima tehnološki postupak uslovljava određene klimatske uslove.

Ispitivanja mikroklimе vrše se u skladu sa Pravilnikom o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad na radnom mestu [28], tehničkim propisima, standardima i preporukama. Standardi koji se tom prilikom koriste zavise od kriterijuma ocenjivanja, i to:

- za toplotni komfor PMV i PPD: ISO 7730 [29];
- za velika toplotna opterećenja WBGT: ISO 7243 [30];
- za rad po hladnoći: ISO 11079, ISO 9920 [31, 32].

Štetni klimatski uticaji

U tehnološkim procesima različitih grana privrede (dobijanje i prerada nafte, rad na površinskim kopovima, građevini, rad na separaciji peska i sl.) zaposleni rade na otvorenom i tom prilikom mogu biti izloženi manje ili više štetnim klimatskim uslovima.

Pod **klimom** jednog kraja odnosno predela pozdrumeva se skup prosečnih vrednosti fizičkih faktora (temperatura, vlažnost, kretanje vazduha, toplotno zračenje, insolacija (količina energije koju prima Zemlja sa sunčevim zracima), barometarski pritisak i atmosferske padavine) u toku određenog vremena.

Osim navedenih faktora, od značaja za procenu rizika od štetnih klimatskih uticaja su:

- izolaciona svojstva odeće - svojstvo odeće koje omogućava isparavanje znoja sa površine kože;

- metabolička toplota - toplota koja je glavni "nusproizvod" metabolizma našeg organizma; što je veći fizički rad veća je proizvodnja toplote.

Pri razmatranja uticaja tople i hladne sredine na organizam treba imati u vidu da u termoregulaciji učestvuje ceo organizam - svi sistemi, organi i ćelije, iz čega proističe značaj termičkog komfora za očuvanje zdravlja i radne sposobnosti.

Za sve radnike koji su izloženi **visokim temperaturama pri radu na otvorenom** kažemo da su pod toplotnim stresom. Za normiranje rizika pri ovakvim uslovima, upotrebljava se tzv. indeks vlažne globus temperature - IVGT (engl. WBGT - *wet bulb global temperature*), detaljnije je opisan u standardu toplotnog stresa ISO 7243 [30].

Procenu rizika u uslovima **rada na otvorenom pri niskim temperaturama** najpreciznije možemo odrediti pomoću tzv. *Wind chill indeksa*, a detaljnije je opisan u standardu ISO 11079 [31]. Wind chill indeks je temperatura koju ljudi i životinje „osećaju“ kada se nalaze na otvorenom, pri temperaturi od 10°C i nižoj i brzini vetra većoj od 4,2 km/h.

Štetnosti koje proističu iz fizičkih opterećenja

Prilikom identifikacije štetnosti koje proističu iz fizičkih opterećenja treba obratiti pažnju na starosnu dob, način života i radna opterećenja radnika. Rizični faktori pri radu su dizanje i nošenje tereta, nepravilan položaj tela i vibracije.

Ručno rukovanje teretom može biti podizanje, držanje, prenošenje, povlačenje ili guranje, kao na primer postavljanje građevinskog kamena, utovar mašina, istovar paketa, držanje prenosne brusilice, postavljanje skela, premeštanje pacijenta.

Svaki položaj tela koji značajno od uobičajenog i udobnog držanja smatra se nefiziološkim kao na primer saginjanje prema napred, okretanje ili bočno saginjanje gornjeg dela tela, teret odmaknut od tela ili iznad visine ramena, klečeći ili čučajući položaj. Ukoliko je teret glomazan, nepravilnog oblika, nestabilan, vruć, hladan, oštih ivica ili pak glatkih površina onda je rukovanje teretom dodatno otežano. Ukoliko su uslovi rada takvi da je skučen prostor za kretanje, ili su prostorije male visine, neravnog, mekanog ili klizavog poda, loše osvetljenosti, onda je rukovanje teretom takođe dodatno otežano ovakvim uslovima rada. Radnici u tim slučajevima mogu imati pritužbe koje se tiču bolova u leđima i zglobovima, povećanim umorom. Takođe se mora obratiti pažnja kada ručno rukovanje teretom izvode mladi radnici, stariji radnici ili trudnice.

Faktore koje treba uzeti u obzir za procenu rizika prilikom ručnog prenošenja tereta su:

- karakteristike tereta (težina, oblik, dimenzije i dr.);
- pritisci kojima je izložen radnik (kretanje i držanje tela, udaljenost tereta od tela radnika, horizontalno i/ili vertikalno rastojanje na kojem se premešta teret, intenzitet, učestalost i trajanje fizičkih

napora, upotreba sredstava lične zaštite na radu, tempo rada, vreme odmora);

- karakteristike radne okoline (temperatura, vlažnost i brzina strujanja vazduha, osvetljenost, vrsta podne površine i dr.).

Fizički napor se karakteriše i **položajem tela pri radu**. Izbor položaja tela pri radu vrši se na osnovu fizičko organizaciono - tehničkih zahteva. Na radnom mestu mogu se zauzimati sledeći položaji: ležeći (na leđa, na bok i na trbuh); poluležeći; čučajući; sedeći (nisko i normalno sedenje); polustojeći i klečeći; stojeći.

Postoji velika varijabilnost položaja koji se koriste pri različitim poslovima, kao i varijabilnost položaja koje zauzimaju radnici pri izvršavanju istih zadataka, pri čemu je najveća različitost primećena u položaju ručnog zgloba.

Optimalan radni položaj je onaj položaj u kome su delovi tela poravnati vertikalno, a centar gravitacije prolazi kroz sve ose zglobova. Sile pritiska delova tela u optimalnom položaju raspoređene su ravnomerno oko nosećih površina, tako da nema prekomernog pritiska na ligamente i mišiće.

Neudoban radni položaj podrazumeva rad u položaju koji odstupa od optimalnog. Rad u neudobnim položajima može biti bolan, kada pokreti dovode do izduženja tkiva iznad normalnog obima pokreta, uzrokujući mikrooštećenje ili istežanje tkiva,

Bitno fizičko opterećenje je i **spoljašna sila**, odnosno opterećenja/naprezanja primenjena na neku površinu tela tokom radnih aktivnosti, kao što su **podizanje, guranje ili držanje predmeta**.

Štetnosti koje proističu iz psihofizioloških opterećenja

Štetnosti koje stvaraju kao posledica psihofiziološkog opterećenja na radu mogu se javiti zbog: poremećaja međuljudskih odnosa, neadekvatne organizacije rada - kako samog radnog procesa, tako i radnog vremena (rad u smenama, rad noću, prekovremeni rad, skraćeno radno vreme, pripravnost, ritam i režim rada i sl.), subjektivnog odnosa prema radu i konstitucije ličnosti, odgovornosti (u primanju i prenošenju informacija, korišćenju odgovarajućeg znanja i sposobnosti, rukovođenju, u pravilima ponašanja, za kvalitet rada i dr.), karaktera rada (brze izmene radnih procedura, intenzitet u radu, prostorna uslovljenost radnog mesta, nošenje oružja, jednoličnost radnih operacija, zavisnost od drugih izvršilaca), odnosa sa drugim licima (radne grupe, stranke, rad sa novcem, rizične grupe, nasilnički napadi) i ličnosti učesnika u radu (psihosenzorskih, psihomotornih, intelektualnih, emocionalnih i psihosocijalnih). Psihofiziološka opterećenja kod zaposlenog najčešće prouzrokuju stres koji u najvećoj meri utiče na mentalno zdravlje, a može da izazove i druge zdravstvene tegobe psihosomatske prirode. Pored stresa, u ovakvim situacijama javljaju se i druge promene u raspoloženju koje izazivaju stanje depresije, osećaj monotonije i slično.

Do poremećaja međuljudskih odnosa dolazi usled konflikta, sukoba između pojedinaca ili grupa (formalnih i neformalnih), koje se pri radu stvaraju ciljano ili spontano. Konfliktne situacije mogu nastati u odnosima po vertikali, između nadređenih i podređenih (rukovodilaca i radnika), i u odnosima po horizontali, kada se sukobi javljaju u grupi. Stvaranju konfliktnih situacija često doprinose frustrirajući uslovi u radnoj sredini ili u organizaciji rada, a nekada i zbog reakcije pojedinaca koji ispoljavaju određeno devijantno ponašanje. Krajem prošlog veka ispoljio se poseban oblik ponašanja u profesionalnim komunikacijama pod nazivom mobing koji je zbog ozbiljnosti posledica koje nastaju, u mnogim državama pravno regulisan kako bi se obezbedila zaštita od raznih oblika narušavanja, pre svega, psihofiziološkog integriteta.

Prekomerno zalaganje, kao "sagorevanje" na poslu uglavnom dovodi do frustracija i poremećaja psihofiziološke ravnoteže. Međutim, ne znači da u svim slučajevima u ovakvim uslovima dolazi i do narušavanja psihofiziološkog integriteta. Da li će kod određene osobe doći do ugrožavanja psihofiziološkog integriteta, i u kojoj meri, zavisi i od intenziteta štetnosti i izloženosti njenom uticaju, kao i od psihofiziološke integracije ličnosti.

Poremećaji psihofiziološkog integriteta mogu se ispoljiti u manjoj meri kao neki od oblika neuroza koji ne zahteva medicinsku intervenciju, ali utiče na ponašanje na radnom mestu. Međutim, oni se mogu javiti i kao vrlo ozbiljni emocionalni poremećaji (neurotski, psihofiziološki poremećaji i psihoze) koji zahtevaju medicinsku pomoć radi uspostavljanja mentalnog zdravlja i psihičke ravnoteže.

Jedna od klasifikacija štetnosti koje proističu iz psihofizioloških opterećenja je:

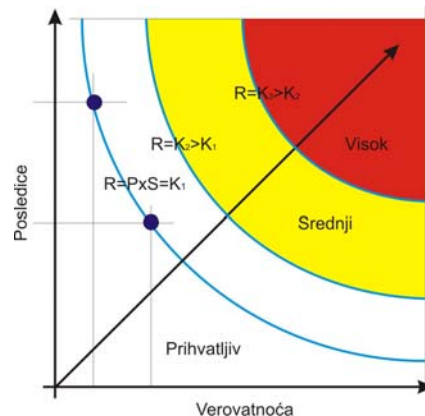
- režim rada u smenama;
- psihomotorno opterećenje;
- psihosenzorno opterećenje;
- monotonija;
- emocionalno opterećenje;
- intelektualno (mentalno) opterećenje.

Za razliku od većine drugih štetnosti koje se mogu naći u radnoj sredini i za koje su utvrđene dozvoljene vrednosti, standardi ili preporuke, za psihofiziološke štetnosti univerzalne norme ne postoje. To znači da se procena psihofiziološkog opterećenja zasniva na praktičnom iskustvu procenjivača. Zbog toga se od njih zahteva dobro poznavanje uslova, zahteva i mogućih opterećenja na radu.

Procena rizika vrši se posebno za svaki element psihofiziološkog opterećenja, koga čine: hronobiološko opterećenje pri radu u smenama, psihomotorno opterećenje, psihosenzorno opterećenje, monotonija i dinamika radne aktivnosti, emocionalno i intelektualno opterećenje. Svaki element psihofiziološkog opterećenja rangira se na ordinalnoj skali u 4 nivoa Sx po rastućem redosledu intenziteta.

FORMIRANJE MATRICE RIZIKA

Obzirom da je za određivanje nivoa rizika bitan kumulativni efekat dejstva opasnosti i/ili štetnosti od značaja je formiranje **matrice rizika** na osnovu ravni rizika. Ravan rizika je određena koordinatnim osama verovatnoće i posledica rizičnog događaja, slika 4.4. Na osnovu izraza 4.1. u ravni rizika su određene krive iste vrednosti rizika - izo-linije rizika. Takođe je predstavljena i izo-linija prihvatljivog rizika.



Slika 4.4. Ravan rizika

Rang rizika radnog mesta određen je najvišim rangom rizika od pojedine opasnosti, odnosno štetnosti. Radna mesta sa rangovima rizika I i II smatraju se radnim mestima sa **prihvatljivim rizikom**. Radna mesta sa **povećanim rizikom** su radna mesta sa rangovima rizika III, IV i V.

ZAKLJUČAK

Aдекватна analiza kriterijuma i pokazatelja za procenu profesionalnog rizika, bazirana na standardima, pravilnicima, direktivama i drugoj zakonodavnoj regulativi u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, jedan je od osnovnih preduslova kvalitetnom upravljanju rizikom radne sredine.

LITERATURA

- [1] S. Savić, M. Stanković, Teorija sistema i rizika, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Univerzitet u Nišu, 2010.
- [2] I. Krstić, Modeli za sistemsku analizu rizika tehnoloških sistema, Doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2010.
- [3] Pravilnik o zaštiti na radu pri izvođenju građevinskih radova, „Sl. glasnik RS“ br. 53/97, 1998.
- [4] S. Borjanović, Metod za procenu rizika na radnom mestu i u radnoj okolini, Institut za medicinu rada Srbije "Dr Dragomir Karajović", Beograd, 2008.
- [5] Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona („Službeni list SFRJ“ br. 53/88 i 54/88 i „Službeni list SRJ“ br. 28/95)
- [6] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekta od atmosferskog pražnjenja ("Službeni list SRJ", br. 11/96)
- [7] Pravilnik o tehničkim propisima o gromobranima ("Službeni list SFRJ", br. 13/68)
- [8] Zakon o prevozu opasnih materija, "Sl. list SFRJ", br. 27/90 i 45/90 -ispr. i "Sl. list SRJ", br. 24/94, 28/96, 21/99, 44/99- dr. zakon i 68/2002

- [9] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju hemijskim materijama, „Sl. glasnik RS“ br. 101/05
- [10] Direktiva 2000/54 EC, Evropske unije o zaštiti radnika od rizika pri izloženosti biološkim agensima na radu
- [11] ISP/MYC/AC-01 - Qualité microbiologique dans les batiments a bureaux equipes de conditionnement d'air: enquete microbiologique standardisee de base
- [12] ISP/MYC/AC-03 - Qualité microbiologique dans les batiments a bureaux equipes de conditionnement d'air: la charge bacterienne totale de l'air
- [13] NIOSH 0800 - Bioaerosol sampling
- [14] Polish standard PN-89/ Z 0411/02 i 03 (evaluation of microbiological air pollution)
- [15] European Community Directive 2000/54/EC (biological agents at work)
- [16] Pravilnik o merama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama, („Sl. list SFRJ“ br. 21/1992)
- [17] D. Cvetković, M. Praščević, Buka i vibracije, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2005.
- [18] M. Praščević, D. Mihajlov, Postupak za procenu rizika u radnoj okolini usled dejstva vibracija, Upravljanje vanrednim situacijama, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2007.
- [19] D. Petković, D. Krstić, V. Stanković, „The Effect Of Electric Field On Humans In The Immediate Vicinity Of 110 kV Power Lines“, FACTA UNIVERSITATIS, Series: Working and Living Environmental Protection Vol. 3, No 1, 2006.
- [20] ICNIRP Guidelines 2004, Guidelines On Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation)
- [21] ISO 17166:1999/CIE S007-1998, Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose
- [22] Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja (Službeni glasnik 36/09)
- [23] Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik RS“ 104/09, br.110-00-58/2009-05)
- [24] Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima SRPS EN 50413:2010 Osnovni standard za procedure merenja i izračunavanja izlaganja ljudi električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima (od 0Hz do 300GHz).
- [25] ECC Recommendation (02)04, Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz)
- [26] SRPS U.C9.100/62, Dnevno i električno osvetljenje prostorija u zgradama
- [27] EN 12464, Light and lighting - Lighting of work places
- [28] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad na radnom mestu („Službeni glasnik RS“, br. 21/09)
- [29] ISO 7730, Ergonomics of the thermal environments – Analytic determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria
- [30] ISO 7243, Hot environments - Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)
- [31] ISO 11079, Evaluation of cold environments - Determination of required clothing insulation (IREQ)
- [32] ISO 9920, Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble

BIOGRAFIJE AUTORA

Krstić M. Ivan je rođen u Nišu, 1972. godine. Doktorirao je na Univerzitetu u Nišu, Fakultetu zaštite na radu, iz oblasti inženjerstva zaštite radne i životne sredine. Vodeći je proverivač sistema upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu prema BS OHSAS 18001.



Zaposlen je na Fakultetu zaštite na radu na radnom mestu docenta za užu oblast Bezbednost i rizik sistema.

Dejan D. Krstić je rođen u Nišu, 1969. godine. Doktorirao je na Univerzitetu u Nišu, Fakultetu zaštite na radu, iz oblasti inženjerstva zaštite radne i životne sredine. Vodeći je proverivač sistema upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu prema BS OHSAS 18001.



Zaposlen je na Fakultetu zaštite na radu na radnom mestu docenta za užu oblast Energetski procesi i zaštita.

Ana Đ. Kusalo je rođena u Nišu, 1972. godine. U fazi je odbrane magistarske teze na Univerzitetu u Nišu, Fakultetu zaštite na radu, iz oblasti Bezbednosti i rizika sistema. Oblast naučnog i stručnog interesovanja je upravljanje profesionalnim rizikom.



Zaposlena je u Institutu za kvalitet radne i životne sredine "1.maj" a.d. Niš.

ANALYSES OF INDICATORS FOR OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT

Abstrakt: U predhodnom periodu od donošenja Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu, došlo je do usklađivanja zakonodavne regulative u ovoj oblasti u Srbiji, sa Evropskom unijom. Neusaglašenost je u tome što ne postoji jedinstvena metodologija za procenu profesionalnog rizika. U radu su analizirani pokazatelji za procenu profesionalnog rizika koji se zasnivaju na standardima, pravilnicima, direktivama i drugoj zakonodavnoj regulativi u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu. Jedinstveni metodološki postupak procene profesionalnog rizika bi omogućio jednostavan uvid u stanje zaštite na radu i sistematičan pregled dobijenih rezultata, a samim tim i kvalitetnije upravljanje profesionalnm rizikom.

Ključne reči: pokazatelji, profesionalni rizik.