

# Utjecaj udisanja štetnih tvari na zdravlje radnika i razvoj profesionalnih bolesti

---

Šestak, Josipa

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:411548>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-05**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

JOSIPA ŠESTAK

**UTJECAJ UDISANJA ŠTETNIH TVARI  
NA ZDRAVLJE RADNIKA I RAZVOJ  
PROFESIONALNIH BOLESTI**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

JOSIPA ŠESTAK

**UTJECAJ UDISANJA ŠTETNIH TVARI  
NA ZDRAVLJE RADNIKA I RAZVOJ  
PROFESIONALNIH BOLESTI**

ZAVRŠNI RAD

Mentor :

doc.dr.sc. Josip Žunić

Karlovac, 2015.

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**ZAVRŠNI ZADATAK**

Student: Josipa Šestak  
0416611077

Matični broj:

Naslov teme: Utjecaj udisanja štetnih tvari na zdravlje radniaka i razvoj profesionalnih bolesti

Opis zadatka: Prikupiti podatke o utjecaju udisanja štetnih tvari na dišne puteve i razvoj profesionalnih bolesti dišnog sustava. Temeljem podataka preporučiti mjere za poboljšanje zdravstvene zaštite sa ciljem smanjenja stope profesionalnih bolesti dišnog sustava.

Zadatak zadan:  
06/2015

Rok predaje rada:  
12/2015

Predviđen datum obrane  
12/2015

Mentor:  
Doc.dr.sc. Josip Žunić

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se mentoru doc.dr.sc. Josipu Žuniću što me je pratio tijekom pisanja završnog rada na temu „Utjecaj udisanja štetnih tvari na zdravlje radnika i razvoj profesionalnih bolesti“.

Također mu se zahvaljujem na sugestijama, izmjenama i dopunama teksta koji se nalazi u ovom radu, te što me je svojim predavanjima inspirirao da napišem ovaj završni rad.

## **SAŽETAK**

Tema završnog rada je utjecaj udisanja štetnih tvari na zdravlje radnika i razvoj profesionalnih bolesti. Opasne tvari nalaze se svuda oko nas, a toga često nismo niti svjesni. One mogu ozbiljno ugroziti zdravlje radnika na radnom mjestu jer se često pojavljuju u različitim vrstama industrije. Kada je organizam izložen opasnim tvarima u dužem vremenskom periodu, može doći do profesionalnih bolesti. Poslodavci imaju zakonsku obvezu da zaštite zdravlje i sigurnost radnika. Osiguranjem sigurnih uvjeta rada koji se ostvaruju primjenom modernih, tehničkih, zdravstvenih, edukativnih i drugih mjera, koje doprinose sprječavanju i otklanjanju opasnosti na radnom mjestu, te tako utječu na sigurnost i zdravlje radnika na radu.

## **SUMMARY**

Topic of the dissertation is the effect of inhalation of harmful substances to the health of workers and the development of occupational diseases. Hazardous substances are all around us and that we are often unaware. One can seriously endanger the health of workers at work, as they often occur in different types of industries. When the organism is exposed to hazardous substances in the long term, can lead to occupational diseases. Employers have a legal obligation to protect the safety and health of workers. By providing safe working conditions that are realized through the application of modern, technical, health, education and other measures, which contribute to the prevention and elimination of hazards in the workplace, and thus affect the safety and health of workers.

# SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Klasifikacija štetnih tvari.....	4
2.1. Klasifikacija prema učinku na organizam.....	4
2.2. Kemijska klasifikacija.....	6
2.3. Plinovi, dimni plinovi i krute čestice pri zavarivanju.....	6
2.3.1. Plinovi pri zavarivanju.....	7
2.3.2. Izloženost radnika štetnim tvarima tijekom zavarivanja.....	12
2.3.3. Toksični i alergijski dimni plinovi i prašine.....	14
2.3.4. Prašine sa mutagenim i kancerogenim djelovanjem.....	17
2.3.5. Učinci dimnih plinova i čestica na zdravlje čovjeka.....	18
2.3.6. Ocjenjivanje opasnosti od onečišćenja zraka plinovima i česticama.....	18
2.3.7. Mjere zaštite od djelovanja plinova i krutih čestica pri zavarivanju.....	19
2.3.8. Osobna zaštitna sredstva.....	21
2.3.9. Kontrola tijekom rada.....	22
3. Profesionalne bolesti pluća.....	24
3.1. Azbestoza.....	24
3.1.1. Simptomi.....	25
3.1.2. Dijagnoza.....	25
3.1.3. Sprječavanje i liječenje.....	26
3.2. Silikoza.....	26
3.2.1. Simptomi.....	27
3.2.2. Dijagnoza.....	27
3.2.3. Sprječavanje i liječenje.....	27

3.3. Crna pluća.....	28
3.3.1.Simptomi .....	28
3.3.2.Dijagnoza .....	29
3.3.3.Sprječavanje i liječenje.....	29
3.4.Berilioza.....	29
3.4.1.Simptom.....	30
3.4.2.Dijagnoza.....	30
3.4.3.Sprječavanje i liječenje.....	30
3.5.Profesionalna astma.....	30
3.5.1.Simptomi .....	31
3.5.2.Dijagnoza .....	31
3.5.3.Sprječavanje i liječenje.....	31
3.6.Bisinoza .....	32
3.6.1.Simptomi .....	32
3.6.2.Dijagnoza .....	32
3.6.3.Sprječavanje i liječenje.....	32
3.7. Izloženost plinovima i kemikalijama.....	33
3.7.1. Simptomi.....	33
4.7.2.Dijagnoza.....	34
4.7.3. Sprječavanje i liječenje.....	34
4.8. Ostale tegobe i bolesti pluća i dišnih puteva.....	34
4. Zaključak .....	37
POPIS LITERATURE .....	39
POPIS PRILOGA.....	40



# 1. Uvod

Prilikom obavljanja bilo kojeg rada u raznim tehnologijama dolazi do mogućnosti za nastanak ozljeda, privremenog ili trajnog oštećenja zdravlja radnika. Ozljede se ne događaju samo u proizvodnim procesima koji koriste strojeve što predstavljaju mehaničke opasnosti, već su češće u proizvodnim procesima koji za rad koriste opasne tvari. Jedna od takvih vrsta opasnosti su i brojne štetne tvari koje se oslobađaju u atmosferu radnih prostorija, pa tako dospjevaju u organizam putem dišnih organa. Danas se opasnim tvarima mogu nazvati sve tvari koje za vrijeme proizvodnje, prijevoza, prerade, skladištenja, korištenja u tehnološkom procesu ili nastajanja u tehnološkom procesu u obliku nusproizvoda ili otpada, ispuštaju ili stvaraju zarazne, nadražujuće, zapaljive, eksplozivne, korozivne, zagušljive, toksične ili druge opasne prašine, dimove, plinove, magle, pare ili vlakna kao i štetna zračenja u količinama koje mogu ugroziti život i zdravlje ljudi, materijalna dobra i okoliš u cijelosti što ponekad može dovesti do ekološke nesreće.

Tijekom različitih tehnoloških procesa nastaju prašine, dimove, maglice, pare i plinovi. Udisanjem ulaze u dišne puteve te uzrokuju oštećenja različitih dijelova dišnih puteva, a poslije i bolesti. Prašine su krute čestice različitog oblika i veličine koje su proizvedene rukovanjem, drobljenjem, brušenjem i raznim drugim mehaničkim postupcima s organskim ili anorganskim tvarima. Ove čestice uslijed utjecaja elektrostatskih sila dosta dugo lebde u zraku, ovisno o veličini čestica. Prašina se u mirnoj atmosferi vremenom taloži pod utjecajem gravitacije. Dimovi su krute čestice nastale najčešće kondenzacijom para rastaljenih metala poput cinka i kadmija koji ponekad oksidiraju s kisikom iz zraka. Maglice (aerosoli) su sitne kapljice tekućine nastale kondenzacijom para ili na bilo koji drugi način, raspršivanjem čestica tekućine u zrak. Pare su plinski oblik tvari koja se najčešće pojavljuje kao tekućina ili kruta tvar, pri normalnoj temperaturi. Mogu se ponovo kondenzirati sniženjem temperature ili povećanjem tlaka. Plinovi su čestice plinovite tvari (na normalnoj temperaturi). U tekući oblik se prevode snižavanjem temperature i povećanjem pritiska, a

kritična temperatura im je ispod 25°C. Ova klasifikacija je praktična, ali ne obuhvaća sve grupe tvari koje mogu biti štetne poput radioaktivnog zračenja, biološke štetnosti i slično, a koje su svakako važne sa stanovišta rizičnosti za zdravlje radnika u industriji.

Opasne tvari se nalaze svuda oko nas, a da toga često nismo niti svjesni. Vrlo često se opasne tvari koriste kao sirovina ili prateći materijal u prehrambenoj industriji, proizvodnji roba široke potrošnje, ili se pak pojavljuju kao gotovi proizvodi koji imaju različitu primjenu bilo u drugim granama industrije, zaštititi zdravlja ljudi, flore i faune. S obzirom na činjenicu da opasne tvari mogu ugroziti zdravlje ljudi, izazivati onečišćenje okoliša ili nanjeti materijalnu štetu, njihova proizvodnja stavljanje u promet i samo korištenje mora biti pod nadzorom kompletnih institucija i stručnjaka, te je ovo područje uređeno odgovarajućim nacionalnim zakonima, pravilnicima i uredbama, europskim direktivama i drugim propisima i međunarodnim ugovorima. S obzirom da je velik broj ljudi u izravnim i posrednom kontaktu s opasnim tvarima, od njihove proizvodnje, prijevoza i rukovanja na razne načine, te opasne tvari, glede svoje opasnosti zaslužuju, posebnu pozornost, a prije svega jedinstven način razvrstavanja i označavanja.

Ovisno o vrsti štetne tvari, koncentraciji, dužini i načinu izloženosti učinci mogu biti akutni i kronični s djelovanjem na kožu, dišni sustav, pa tako i na unutarnje organe. Kemijske tvari postaju dio našeg življenja na način da potpomažu mnoge naše aktivnosti, ali se pri tome ne smije zaboraviti da ukoliko se ne upotrebljavaju pravilno ugrožavaju naše zdravlje, ali i truju okoliš. Kod izloženosti organizma u gore navedenim uvjetima rada, može doći do tzv. profesionalnih bolesti koje su izazvane dužim neposrednim utjecajem procesa rada i uvjeta rada na određenim poslovima. Lista profesionalnih bolesti i poslova na kojima se te bolesti javljaju i uvjeti pod kojima se smatraju profesionalnim bolestima utvrđuju se Zakonom o listi profesionalnih bolesti. Ozljedom na radu smatra se ozljeda izazvana neposrednim i kratkotrajnim mehaničkim, fizikalnim ili kemijskim djelovanjem te ozljeda prouzročena naglim promjenama položaja tijela, iznenadnim opterećenjem tijela ili drugim

promjenama fiziološkog stanja organizma, ako je uzročno vezana uz obavljanje poslova. Također se tu ubraja i bolest koja je nastala izravno i isključivo kao posljedica nesretnog slučaja ili više sile za vrijeme rada, odnosno obavljanja djelatnosti.

## **2. Klasifikacija štetnih tvari**

Tijekom različitih tehnoloških procesa nastaju prašine, dimove, maglice, pare i plinovi. Udisanjem ulaze u dišne puteve te uzrokuju oštećenja različitih dijelova dišnih puteva, a poslije i bolesti. Prašine su krute čestice različitog oblika i veličine koje su proizvedene rukovanjem, drobljenjem, brušenjem i raznim drugim mehaničkim postupcima s organskim ili anorganskim tvarima. Ove čestice uslijed utjecaja elektrostatskih sila dosta dugo lebde u zraku, ovisno o veličini čestica. Prašina se u mirnoj atmosferi vremenom taloži pod utjecajem gravitacije. Dimovi su krute čestice nastale najčešće kondenzacijom para rastaljenih metala poput cinka i kadmija koji ponekad oksidiraju s kisikom iz zraka. Maglice (aerosoli) su sitne kapljice tekućine nastale kondenzacijom para ili na bilo koji drugi način, raspršivanjem čestica tekućine u zrak. Pare su plinski oblik tvari koja se najčešće pojavljuje kao tekućina ili kruta tvar, pri normalnoj temperaturi. Mogu se ponovo kondenzirati sniženjem temperature ili povećanjem tlaka. Plinovi su čestice plinovite tvari (na normalnoj temperaturi). U tekući oblik se prevode snižavanjem temperature i povećanjem pritiska, a kritična temperatura im je ispod 25°C. Ova klasifikacija je praktična, ali ne obuhvaća sve grupe tvari koje mogu biti štetne poput radioaktivnog zračenja, biološke štetnosti i slično, a koje su svakako važne sa stanovišta rizičnosti za zdravlje radnika u industriji.

### **2.1. Klasifikacija prema učinku na organizam**

Ova klasifikacija se dosta primjenjuje u toksikologiji. Po njoj se štetne tvari i otrovi razvrstavaju prema njihovom djelovanju na organizam. Takva podjela nije bez prigovora, jer način djelovanja često ovisi ne samo o vrsti tvari nego i o koncentraciji. Osim toga mnoge tvari bi se mogle, s obzirom na svoje djelovanje svrstati u više grupa. Prema mehanizmu djelovanja, dijele se na inertne (obične) i kemijske zagušljivce. Obični zagušljivci razrjeđuju kisik u zraku i na taj način otežavaju ili onemogućavaju disanje. Normalni sadržaj kisika u atmosferi je oko 21%, a ukoliko koncentracija padne ispod 18% počinju poteškoće s disanjem. Pri sadržaju kisika od 12-16% disanje je ubrzano, kucanje srca je

pojačano, a koordinacija pokreta obično poremećena, dok koncentracije od 10-14% uzrokuju depresiju, jaki umor i otežano disanje. Disanje zraka sa sadržajem kisika od 6-10% dovodi do nesvjestice i smrti. Među obične zagušljivce spadaju inertni plinovi, ugljični dioksid, vodik, dušik. Kemijski zagušljivci se vežu na hemoglobin čime onemogućavaju vezanje kisika i prijenos putem krvi ili blokiraju enzime (citokrome) koji sudjeluju u unosu kisika u stanice. Najpoznatiji kemijski zagušljivci su ugljični monoksid, cijanovodik i sumporovodik. Korozivi djeluju korozivno na tkiva. Ovako djeluju jake kiseline, lužine i neke tvari koje imaju jako oksidirajuće djelovanje te razaraju tkiva izazivajući kemijske opekline. Nadražljivci uzrokuju nadraženost i upalu sluznica očiju, nosa, grla i kože. To djelovanje se očituje u peckanju, crvenilu kože i otoku tkiva. Prema mjestu na koje djeluju mogu se podijeliti u tri skupine. Prvoj skupini pripadaju nadražljivci koji djeluju na gornje dišne putove i sluznice očiju (formaldehid, amonijak). Oni su najmanje štetni u grupi nadražljivaca, jer svojim djelovanjem upozoravaju, dok još nisu prouzročili oštećenja u plućima. Drugoj skupini pripadaju nadražljivci koji oštećuju gornje dišne putove i pluća (halogeni elementi, dimetil-sulfat) te nadražljivci koji izrazito oštećuju pluća (fosgen, nitrozni plinovi). Ova podjela se zasniva na njihovoj različitoj topivosti u vodi. Dobro topivi nadražljivci se osjete već u sluznicama očiju, nosa i grla, a slabo topivi dolaze duboko u pluća i polagano se otapaju, te su najčešće uzrok edema pluća. Nadražujuće djelovanje najčešće pokazuju neka organska otapala. Neke tvari u suhom stanju nemaju nadražljivo djelovanje. Međutim, u reakciji s vodom stvaraju kiselinu ili lužinu i postaju nadražljivci, Anestetici i narkotici djeluju depresivno na središnji živčani sustav. Znaci njihovog djelovanja su pospanost, opijenost, vrtoglavica, bezvoljnost, gubitak svijesti i u krajnjem slučaju smrt. Anestetska svojstva imaju niži predstavnici homolognih nizova alkina, alkena, alkana, alifatskih ketona, alifatskih alkohola, te esteri. U ovom nizu narkotično djelovanje im opada, a najslabiji narkotici su esteri. Dietil-eter dolazi po jačini djelovanja između alkena i alkana. Sistemski otrovi su one štetne tvari koje svojim djelovanjem oštećuju pojedine organe u organizmu, a na mjestu ulaska najčešće ne ostavljaju nikakvih znakova. Halogenirani ugljikovodici (ugljik-tetraklorid, tetraklor-etan) i neki aromatski nitro-spojevi (trinitrotoluen) oštećuju

jetru i bubrege. Benzen i u manjoj mjeri naftalen, oštećuju koštanu srž. Tvari štetne za živčani sustav su primjerice metanol koji uništava očni živac te ugljik-disulfid.

## **2.2. Kemijska klasifikacija**

Osnovica ovih klasifikacija je kemijska građa pojedinih štetnih tvari. Prednost ove podjele je činjenica da tvari iste kemijske grupe posjeduju slična svojstva i djelovanja. Ove tvari djeluju slično kao i tvari fizikalne klasifikacije na organizam, oštećuju pojedine organe u organizmu, a na mjestu ulaska najčešće ne ostavljaju nikakvih znakova, a znaci djelovanja su pospanost, vrtoglavica, bezvoljnost, poremećenost koordinacije pokreta i ravnoteže, gubitak svijesti i u krajnjem slučaju smrt. Ostale štetne tvari su fibrogene i interne prašine, alergeni i infektivni organizmi.

## **2.3. Plinovi, dimni plinovi i krute čestice pri zavarivanju**

Rijetka su zanimanja gdje su radnici tijekom obavljanja svoga rada izloženi tako složenim i raznovrsnim fizikalnim i kemijskim štetnostima kao što je zanimanje zavarivač. Zbog toga je potrebno posvetiti veliku pažnju zaštiti zdravlja djelatnika koji obavljaju poslove zavarivanja, kako bi se prosječni radni staž zavarivača od 20 godina produžio i dosegno radni staž drugih zanimanja. Zavarivač je na svojem radnom mjestu izložen brojnim opasnostima koje imaju izvor u samom postupku zavarivanja ili u neposrednoj okolini. Zbog toga je neophodno da zavarivač poznaje opasnosti i štetnosti u svom radu kojima je izložen tijekom rada i koje mogu narušiti njegovo zdravlje kao i bolesti koje se mogu razviti zbog nepažnje, dugotrajne izloženosti bez odgovarajuće zaštite.

Osiguravanje sigurnih uvjeta rada koji se ostvaruju primjenom modernih tehničkih, zdravstvenih, socijalnih, edukativnih i drugih mjera doprinose sprječavanju i otklanjanju opasnosti na radnom mjestu, te tako utječu na sigurnost i zdravlje radnika na radu. Pri izvođenju zavarivanja i srodnih postupaka pojavljuju se kompleksne profesionalne štetnosti među kojima su toksični plinovi, dimnim plinovima i prašini, zračenje električnog luka, prskanje užarenog metala te opasnosti od strujnog udara, požara i eksplozije.

Količina i sastav dimnih plinova i krutih čestica koji se oslobađaju u atmosferu radnih prostorija ovise o postupku zavarivanja, o vrsti i debljini korištene elektrode, kemijskom sastavu osnovnog materijala kao i o jačini struje i naponu. Vrste zavarivanja su elektrolučno, plinsko, elektrotopno i zavarivanje bez taljenja.<sup>9</sup> Ostali postupci zavarivanja su zavarivanje elektronskim snopom, zavarivanje električnom troskom, indukcijsko zavarivanje, zavarivanje laserskim snopom, udarno zavarivanje, termitno zavarivanje.

### **2.3.1. Plinovi pri zavarivanju**

Zavarivanje je postupak spajanja dvaju ili više istovrsnih ili raznovrsnih materijala taljenjem ili pritiskom sa ili bez dodavanja dodatnog materijala na način da se dobije homogen zavareni spoj. Tijekom zavarivanja nastaju toksični plinovi, dimni plinovi metala i krute čestice dima. S obzirom na raznovrsnost materijala koji se zavaruju, kao i uporabu različitih vrsta elektroda, zaštitnih antikorozivnih sredstava na metalima i pojedinih postupaka vrlo teško je odrediti prisutnost svih plinove koji nastaju. Osnovni izvori koji uzrokuju nastajanje plinova, dimnih plinova i krutih čestica tijekom zavarivanja su obloga dodatnog materijala koja je najčešće bogata celulozom, površinska prevlaka, električni luk te inertni plin koji štiti zavar pri zavarivanju u zaštitnoj atmosferi.

Osim plinova koji se primjenjuju u pojedinim postupcima zavarivanja za zaštitu zavara, razni plinovi poput ozona nastaju u procesu zavarivanja uslijed djelovanja zračenja na okolišno okruženje. Među nastalim plinovi najznačajniji su plinovi ugljični monoksid (CO), ugljik (IV)oksid ili ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), dušik (N<sub>2</sub>), dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>) i fosgen (COCl<sub>2</sub>).

Plin je jedno od agregatnih stanja materije, nema vlastitog oblika i volumena nego zauzima oblik posude ili prostora u kojem se nalazi. Djelovanje plina ovisi o njegovim fizikalnim i kemijskim svojstvima, koncentraciji, trajanju izloženosti brzini disanja i o odnosu nazalnog i oronazalnog disanja. Topljivost plina u vodi najvažnija je osobina plina koja određuje toksikokinetiku plina. U vodi topljivi plinovi zadržavat će se u gornjim dijelovima, a oni slabije topljivi u vodi u donjim dijelovima dišnog sustava, te svaki na svojem mjestu izazvati akutna i kronična

onečišćenja, zbog čega su vrlo opasni po zdravlje. Neki plinovi su bez mirisa, dok drugi imaju karakterističan miris koji se može osjetiti kada je koncentracija plina ispod kritične koncentracije.

### **2.3.1.1. Plinovi nadražljivci**

U skupinu nadražljivaca donjih dišnih putova spadaju dušikovi oksidi, poznati pod nazivom nitrozni plinovi. U skupini u vodi teško topivih nadražljivaca najčešće se kao kao uzročnici trovanja navode dušikovi oksidi i fosgen. Razlika u brzini topljivosti dovodi do razlike u njihovu djelovanju. Lako topljivi nadražljivci otapaju se odmah u kontaktu sa sluznicom oka i gomjih dišnih putova i njihovo djelovanje se osjeti već pri niskim koncentracija te na taj način upozoravaju na svoju prisutnost i opasnost. Osim toga, daljnji rad u takvoj atmosferi je nemoguć, te je radnik napušta prije nego je udahnuo opasnu koncentraciju. Teško topljivi nadražljivci uzrokuju mnogo blaže, gotovo neprimjetne simptome koji ne upozoravaju radnika na opasnost i on nastavlja s radom sve dok se plin nakupi i otopi u dovoljnoj količini. Simptomi se javljaju s odgodom i do 10 sati. Ako se udahne veća koncentracija tih plinova, tada oni djeluju na pluća te mogu uzrokovati teška otrovanja.

Dušikovi oksidi (nitrozni plinovi) su nadražljivci donjih dišnih putova, nedovoljno izraženog mirisa. Nemaju izrazito nadražujuće djelovanje, pa se može udahnuti obilna količina, a da se to ne osjeti. Tada djeluje na pluća, izaziva teška trovanja, pa i smrt u vrlo kratkom vremenu. Kod nitroznih plinova važno je napomenuti da se znaci trovanja mogu javiti i 24 sata nakon udisanja. Stvaranje dušikovih oksida za vrijeme zavarivanja i rezanja metala je posljedica intenzivnog ultraljubičastog zračenja. Sam zavarivački (elektični) luk ne daje okside dušika već se oni stvaraju na udaljenosti od nekoliko metara. Mjesto sa najvišom koncentracijom nije i neposrednoj blizini električnog luka, već 3-4 m u radnom okolišu. Posebice se mnogo razvijaju kod plinskog rezanja jer plamen plina sadrži dosta kisika koji na povišenoj temperaturi reagira s dušikom iz zraka stvarajući okside. Koncentracija dušikovih oksida je to veća ako su limovi premazani bojama koje sadrže dušikove spojeve.



- **Fozgen** je bezbojan plin. Pri niskim koncentracijama ima miris na svježe sijeno, a kod visokih na trulo voće ili pljesnivo voće. Kao i kod nitroznih plinova mogu se udahnuti i visoke razine ovog plina, bez da se osjeti, jer nije izraziti nadražljivac. Fosgen je vrlo jak otrov. Kod akutnog trovanja brzo dolazi do ostećenja pluća, povraćanja, teškog disanja i smrti.

- **Ozon** O<sub>3</sub> nastaje iz atmosferskog kisika pod utjecajem ultraljubicastih zraka iz električnog luka. Ima prodorno karakterističan miris. Ozon je jače oksidacijsko sredstvo od kisika. Toksično djelovanje ozona osniva se na oksidaciji poluzasicećenih masnih kiselina. Kod viših koncentracija (0.3 do 0.8 ppm) pojavljuje se iritacija očiju, nosa i grla, pritisak u prsima, kašalj i dispneja. Kod koncentracija viših od 2 ppm pojavljuju se simptomi akutnog nekardiogenog plućnog edema.<sup>13</sup> Radnici zavarivači obavezni su nositi zavarivačke maske. Rezultati mjerenja su pokazali da je prisutnost ozona uz masku blizu dišnih organa na granici dopuštenog, dok izvan maske ozon višestruko prelazi dopuštenu vrijednost.

- **Narkotici** su plinovi koji djeluju na centralni živčani sustav i uzrokuju stanje slično pijanstvu, a u višim koncentracijama nesvijest i smrt. Relativno mali broj plinova ima takvo djelovanje. Predstavnici su acetilen i etilen.

- **Acetilen** (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) je plin bez boje, slabog eteričnog mirisa, vrlo zapaljiv i eksplozivan. Lako eksplodira u smjesi sa zrakom ili pod tlakom. Pod tlakom od dvije atmosfere sam eksplodira.

### 2.3.1.2. Plinovi zagušljivci

Jednostavni (inertni) zagušljivci ne stvaraju u tijelu nikakve spojeve pa i nemaju pravog „toksičnog,“ učinka, osim što svojom prisutnošću u zraku manje ili više smanjuju parcijalni tlak kisika. U skupinu jednostavnih zagušljivaca ubrajaju se ugljikov dioksid CO<sub>2</sub>, metan CH<sub>4</sub>, etan(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) i dušik(N<sub>2</sub>). Prilikom naglog udisanja čistog zagušljivca mogu izazvati teskoće u disanju, pa i smrt, jer

smanjuju koncentraciju kisika u zraku, a posljedica je gušenje uslijed nedostatka kisik.

Unesrećeni pada i može umrijeti za nekoliko minuta. Ako se koncentracija kisika u zraku polagano smanjuje zbog prisustva zagušljivca, unesrećeni prolazi kroz nekoliko stadija od jedva primjetljivih promjena do prestanka disanja i rada srca. U prvom stadiju kada se koncentracija kisika smanji od normalnih 21%, neophodnih za život, dolazi do ubrzanog disanja i povećane frekvencije pulsa. U drugom stadiju (koncentracija kisika 14-10%) pojavljuje se emocionalna nestabilnost i opći umor čak i pri minimalnom naprezanju. Pri koncentraciji kisika 10 do 6% u zraku dolazi do mučnine i povraćanja. Unesrećeni gubi sposobnost izvršenja bilo kakve jače mišićne kretnje i postaje potpuno nepokretan. Nakon toga slijedi konfuzno stanje i gubitak svijesti. Kod još nižih koncentracija kisika <6%, disanje se sastoji samo od nepravilnog hvatanja zraka i zastoja srca (četvrti stupanj).

- **Ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>)** je plin koji nastaje od svakoga izgaranja. a pri zavarivanju kod izgaranja obloga elektroda, izgaranja ugljika u metalima, te kod izgaranja onečišćenja na površini metala. Ugljični dioksid je plin bez boje i mirisa, slabo kiselkastog okusa. Teži je od zraka, te se skuplja u donjim dijelovima prostora. Izloženost koncentraciji višoj od 10% ugljikova dioksida kroz samo jednu minutu dolazi do gubitka svijesti, pada i umire u dubokoj nesvijesti. Također, mnogi plinovi su lakozapaljivi i eksplozivni (CO, acetilen, butan i drugi) pa postoji opasnost od iznenadnog zapaljenja plina u uređajima, što može rezultirati opeklinama ili zapaljenjem odjeće radnika.

- **Butan i propan** čine smjesu plinova, a butan ili plin u bocama, upotrebljava se kao gorivo. Nema mirisa, pa mu se dodaje određeni miris kako bi se mogao osjetiti njegov „izlazak“ iz boce ili cijevovoda. Zapaljiv je i eksplozivan plin. Teži je od zraka, pa se skuplja u nižim dijelovima prostorije. Ovi zagušljivci fiziološki su neutralni plinovi, jer se ne spajaju ni s jednom supstancijom u organizmu. No, oni svojom prisutnošću istiskuju kisik iz pluća, što dovodi do gušenja.

U skupinu kemijskih zagušljivaca ubrajaju se plinovi koji svojom kemijskom reakcijom u organizmu blokiraju vezivanje kisika iz zraka u krvi ili onemogućavaju iskorištavanje

kisika iz krvi u stanicama organizma te dovode do unutarnjeg gušenja. Kemijski zagušljivci su ugljikov monoksid, cijanovodik i sumporovodik.

- **Ugljični monoksid (CO)** je plin bez boje, mirisa i okusa, a nastaje nepotpunim sagorijevanjem. Kod zavarivanja štetne koncentracije CO nastaju uglavnom pri radu u skućenim prostorima, npr. cijevima, manjim kotlovima i slično. Isto tako, nastaje kod elekrolučnog zavarivanja u zaštitnom plinu kada je zaštitni plin CO<sub>2</sub>. Ugljični monoksid je plin bez boje, mirisa i okusa te se njegova prisutnost u zraku ne može osjetiti. Nakon unosa preko pluća u organizam u eritrocitima se veže za hemoglobin tvoreći karbohemoglobin (COHb). Afinitet hemoglobina prema CO je 240 puta veći od afiniteta prema kisiku i na taj način CO sprečava osnovnu funkciju hemoglobina da prenosi kisik.

Otrovanja s CO mogu biti kronična i akutna. Kronično otrovanje može nastati tijekom duže izloženosti niskim koncentracijama CO. Simptomi su glavobolja, vrtoglavica, opća slabost brzo zamaranje, nesanica. Znakovi akutnog otrovanja su glavobolja, vrtoglavica, ubrzano i isprekidano disanje, zujanje u ušima, mučnina i titranje pred očima. Ako se odmah ne pruži prva pomoć i otrovana osoba ne izvede na čisti zrak, nastupa koma i smrt. Kod koncentracije od 1% vol (10 000 ppm) smrt nastupa već za nekoliko minuta, a da se simptomi uopće ne pojave ili su vrlo oskudni. Maksimalno dopuštena koncentracija ugljik monoksida u radnim prostorima je 0.005%. Pri zavarivanju čelika MAG (CO<sub>2</sub>) postupkom, u dimu se nalazi oko 0,025%, u okolini zavarivača s prirodnom ventilacijom 0,007% CO, dok je unutar rnaske zadovoljavača koncentracija od 0,001% CO. Pri zavarivanju aluminija u struju argona nema prisustva ugljik monoksida.

### 2.3.2. Izloženost radnika štetnim tvarima tijekom zavarivanja

Tijekom zavarivanja radnik je izložen osim toksičnim plinovima dimovima i krutim česticama, prašini. Dimovi su čvrste čestice koje nastaju kondenzacijom iz plinovitog/parovitog stanja u termičkim procesima koje može pratiti proces oksidacije. U atmosferi dimovi se ponašaju kao plinovi. Nakon hlađenja nastaju čestice aerodinamskog promjera 0.01-0.5 um. U krute čestice osim dimova spadaju i prašine. Prašine su veličine <1-100 um aerodinamičkog promjera. Prašine tih veličina ne lebde nego se talože, ali najsitnije čestice mogu imati znatan domet od svog izvora. Djelovanje prašine na respiracijski sustav, osim o njihovim fizikalno kemijskim svojstvima, ovisi o veličini čestica, koncentraciji ukupne i respirabilne frakcije te o duljini izloženost. Emisija dimova i krutih čestica u radni okoliš, posljedica je

visokotemperaturnih fizikalno-kemijskih reakcija pri samom postupku zavarivanja i predstavlja glavnu opasnost za izložene. Sastav dimnih plinova uglavnom ovisi o sastavu materijala koji se zavaruje i o elektrodama koje se koriste dugim parametrima kao što su:

- postupak zavarivanja
- sastav žice ili elektrode
- sastav i debljina obloge ili punjenja
- parametrima zavarivanja: struja, napon električnog luka, brzina zavarivanja
- operacija zavarivanja ili navarivanja
- koncentracija i sastav zaštitnih plinova
- sama površina materijala koja se zavaruje ili navaruje

Koncentracija i sastav dimnih plinova koji se oslobađaju u radni okoliš ovisi prvenstveno o postupku zavarivanja. Iako je poznato više od 70 različitih postupaka zavarivanja, više od 80% ih se najčešće izvodi primjenom tri postupka:

1. TIG (Zavarivanje s netaljivom elektrodom u zaštitnoj plinskoj atmosferi)

2. MIG/MAG (Zavarivanje taljivom elektrodom u zaštitnoj atmosferi)
3. REL(Ručno elektrolučno zavarivanje obloženim elektrodama) postupcima.

Kod TIG zavarivanja nastaje najmanje dimnih plinova a među njima se najviše stvara ozona. Kod ovog postupka koristi se netaljiva volframova elektroda, a električni luk se uspostavlja između vrha volframove elektrode i materijala koji se zavaruje. Kontinuirani protok inertnog plina, argona, struji oko elektrode te štiti električni luk i rastaljeni metal prije nego što se oslobodi u okolinu. Metal koji se dodaje u obliku žice za zavarivanje povećava koncentraciju dimnih plinova, a stvaraju se pri topljenju žice u električnom luku. Kod postupaka MIG/MAG zavarivanja koncentracija dimnih plinova ovisi o vrsti dodanog materijala, a koncentracija dimnih plinova je veća nego kod TIG zavarivanja. Ovdje je elektroda topiva žica koja se dovodi kontinuirano određenom brzinom kroz pištolj za zavarivanje. Električni luk se uspostavlja između vrha žice i materijala koji se zavaruje. U struji inertnog (argon ili helij) plina štiti se elektroda, električni luk i zavar.<sup>26</sup> U principu MIG i MAG postupci zavarivanja stvaraju manje ozona nego TIG jer dim smanjuje količinu UV zračenja.

Ručno elektrolučno zavarivanje obloženim elektrodama REL kao najčešće korišten postupak zavarivanja stvara najveću koncentraciju dimnih plinova najstroženijeg sastava ali s najmanjom količinom ozona. Električni luk se uspostavlja između potrošne elektrode i materijala koji se zavaruje. Elektrode su najčešće obložene s kompleksnom smjesom tvari koje variraju od slučaja do slučaja. Sadržaj dimova je jako složen, 85-90 % dima nastaje iz dodanog materijala, te iz elektrode i njene obloge. Kod plinskog zavarivanja i rezanja metala ultraljubičasto zračenje je znatno slabije, a atmosfera oko plinskog zavarivača bogatija je dušikovim oksidima i ugljik monoksidom nego kod REL zavarivanja, a mogu biti prisutni i toksični spojevi arsena i fosfora.

Sastav dimnih plinova koji nastaju pri različitim postupcima zavarivanja uglavnom ovisi o sastavu metala koji se zavaruje i o elektrodama koje se koriste. Osnovu čine FeO s primjesama Mn, Cr, Ni, V. Štetni plinovi nastali

zavarivanjem su smjesa dušikovih i ugljikovih oksida, ozona i u nekim slučajevima fozgena. Toksični štetni sastojci dimnih plinova i prašina pri zavarivanju mogu se podjeliti u:

1. Izrazito otrovne tvari-oksidi i soli metala: Cr, Ni, Mo, Co, V, Cd, Pb, Be, te plinovi O<sub>3</sub>, hidrazin N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
2. Otrovne tvari-oksidi metala Cu, As, Mn, Zn, F, Cl, Ba, formaldehid HCOH, NaOH, KOH, CaO, fozgen
3. Štetnih tvari-ovdje spadaju sve ostale tvari koje nastaju pri zavarivanju.

Kad se dimovima i prašini dodaju i plinovi koji se primjenjuju u pojedinim postupcima zavarivanja dobije se potpuna slika o kemijskom sastavu plinova i dimnih plinova i krutih čestica koji nastaju pri zavarivanju.

### **2.3.3. Toksični i alergijski dimni plinovi i prašine**

U ovu skupinu s obzirom na učinke koje uzrokuju ulaskom u organizam ubrajaju se dimni plinovi metalnih oksida, spojevi metala i krute čestice, prašine koje preko respiracijskog sustava dospjevaju u pluća te prelaze u krv, gdje se otapaju, i dalje prenose do pojedinih organa u organizmu gdje mogu uzrokovati poremećaj normalne funkcije i bolest. Normalno u samom procesu zavarivanja razvijaju se oksidi samo onih elemenata koji je osnovni, dodani i potrošni materijal. Najčešći metali koji se koriste pri zavarivanju kao osnovni i potrošni materijal i u uvjetima procesa zavarivanja stvaraju dimne plinove i prašine metalnih oksida su aluminij, bakar, berilij, cink, kadmij, kositar, krom, mangan, nikal, olovo, vanadij, željezo i flour.

- Aluminij dopijeva u dimne plinove kod zavarivanja aluminija ili pri primjeni elektroda koje sadrže aluminij kao aluminijev oksid. Štetni učinci aluminija na zdravlje radnika očituju se na plućima, koži i u poremaćajima središnjeg živčanog sustava. Mogu se pojaviti kronični bronhitis i aluminoza nakon dugotrajne izloženosti prašini aluminija a vjerojatno i dimu oksida.

- Bakar dospijeva u dimne plinove kod zavarivanja i rezanja bakra ili pobakrenih dijelova. Pri udisanju uzrokuje nadražljivost sluznica gornjih dišnih putova. Može kao i cink uzrokovati tzv. metalnu ili ljevačku groznicu sa simptomima povišene temperature, tresavicu, bolu kostima i zglobovima.

- Berilij se upotrebljava za legiranje raznih metala. Njegovi spojevi su i u malim količinama vrlo otrovni. Pri udisanju, para može uzrokovati bezazlenu metalnu groznicu, a kod dulje izloženosti i kronične bolesti pluća.

- Cink u visokim koncentracijama u obliku cinkova oksida dospijeva u dimne plinove pri zavarivanju, rezanju mjedi ili pocinčanih limova. Udisanje dimova cinka ima za posljedicu nadražljivost sluznica gornjih dišnih putova i tzv. metalnu ili ljevačku groznicu sa simptomima kao kod gripe.

- Kadmij kao žutosmeđi kadmijev oksid u dimnim plinovima pojavljuje se pri zavarivanju ili rezanju komada s prevlakom kadmija kao i pri tvrdom lemljenju s materijalom koji sadrži kadmij. Kronično otrovanje kadmijem nastaje inhalacijom relativno niskih koncentracija kadmija kroz dugo razdoblje. Akutno otrovanje nastaje ponajprije inhalacijom visokih koncentracija kadmija obično  $>1.0 \text{ mg Cd/m}^3$ . Simptomi su slični u ljevačkoj groznici. U težim slučajevima nastaje akutni plućni edem često s fatalnim završetkom.

- Kositar se u dimnim plinovima pojavljuje kao kositreni oksid koji, isto kao oksid cinka, pri udisanju može uzrokovati metalnu groznicu.

- Krom dospijeva u dimne plinove pri rezanju i zavarivanju nehrdajućih čelika i kromiranih materijala. Šesterovalentni spojevi mogu izazvati alergijske, toksične i karcinogene učinke, dok su trivalentni bez zdravstvenih učinaka. Spojevi kroma u prvom redu oštećuju kožu i sluznice. Na koži mogu nastati promjene u obliku ekcema. Kromni dimovi i prašine mogu oštetiti i sluznice dubljih dijelova dišnih organa i dovesti do pojave bronhalne astme.

- Mangan se pojavljuje u dimu pri zavarivanju jer je prisutan u oblozi i materijalu elektrode, a često i u osnovnom materijalu. Koncentracija dimnih manganovih oksida najveća je kod elektroda s kiselim oblogom. Udisanje sitnih čestica manganova dioksida može uzrokovati oštećenja živčanog sustava.

- Nikal u dimnim plinovima dolazi kod rezanja i zavarivanja nehrdajućih celika, te od elektroda. Dimovi nikla nisu otrovni, ali mogu kod udisanja izazvati tzv. metalnu groznicu te preosjetljivost.

- Olovo, pare olova nastaju kod zavarivanja, rezanja i lemljenja olova ili materijala s olovnom prevlakom to materijala obojenih olovnim bojama. Otrovanje olovom može nastupiti već nakon nekoliko sati rada, pri povećanoj koncentraciji, udisanjem para ili prašine, ali najčešće djeluje tek nakon dugotrajnije izloženosti. Do otrovanja može doći i putem probavnih organa, unošenjem olova u organizam prljavim rukama, primjerice pri jelu ili pušenju. Prvi znaci otrovanja su osjećaj slatkoće u ustima, a nakon nekoliko tjedana ili mjeseci javljaju se probavne smetnje i bolovi u truhu.

- Vanadij dospijeva u dimne plinove pri zavarivanju čelika koji sadrže mnogo vanadija. Vanadijev oksid ima veoma jako nadražujuće djelovanje, posebno na sluznicu dišnih putova, a može uzrokovati i upalu pluća to promjene slične astmi.

- Željezo i željezni oksidi koji nastaju pri zavarivanju i rezanju željeza talože se pri udisanju u plućima uzrokujući promjenu nazvanu sideroza, koja nije štetna, ne izaziva oboljevanje niti smanjuje radnu sposobnost. Željezni oksidi mogu, inače, pri duljem udisanju, uzrokovati lakše nadražaje dišnih putova.

- Fluor i spojevi fluora, fluoridi, pojavljuju se u dimovima pri izgaranju bazičnih elektroda. Fluoridi su vrlo otrovni te pri udisanju malih koncentracija uzrokuju nadražaje dišnih putova. Dolaze u plinovitom obliku: fluorovodik (HF),



tetrafluorometan (CF<sub>4</sub>), tetrafluoroetan (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) i kao aerosoli natrijev fluorid, aluminijev fluorid (AlF<sub>3</sub>), tetrafluorosilikat (SiF<sub>4</sub>). Među njima svakako je najvažniji plin fluorovodik.

Sastav i količina prašine koja se stvara pri zavarivanju ovisi o vrsti i debljini elektrode, odnosno debljina punjene žice pri elektrolučnom zavarivanju u zaštitnom plinu. Pri zavarivanju debelo-obloženim elektrodama izdvaja se velika količina prašine u kojoj najviše ima oksida željeza, Visoko disperzna prašina FeO lako prolazi kroz tkaninu i dišne organe. Udisanje i deponiranje u plućima prašine sa željeznim oksidom u izloženih uzrokuje bolest siderozu.

Radnici su pri postupcima zavarivanja izloženi i prašini silicijeva dioksida. Prašina se taloži na plućima uzrokujući stvaranje tvrdog plućnog tkiva. Nastala bolest se naziva silikoza. To je kronična bolest, koja se razvija nakon dugotrajne izloženosti česticama slobodnog silicijeva dioksida (10-20 godina). Udisanjem i akumulacijom u plućima prašine a vjerojatno i dima oksida aluminiija razvija se aluminoza. Sideroza, silikoza i aluminoza zajednički se imenom zovu pneumokonioze.

#### **2.3.4. Prašine sa mutagenim i kancerogenim djelovanjem**

U ovu grupu spadaju čestice šesterovalentnog kroma, nikla i berilija. Najčešće dospjevaju u dimove prilikom spajanja visokolegiranih čelika, gdje je koncentracija prva kroma i nikla izrazito visoka. Ovisno o koncentraciji i načinu izloženosti, učinci mogu biti akutni i kronični s djelovanjem na kožu, nosnu sluznicu i dišni sustav, a kod ingestije i na druge unutarnje organe. Akutna izloženost visokim koncentracijama prašine s kromatima uzrokuje u vrlo kratkom vremenu iritaciju sluznice oka, nosa, grla i dišnog sustava. Kod radnika koji su dugotrajno izloženi spojevima šesterovalentnog kroma zabilježen je porast karcinoma pluća. Iako nema sigurne granične vrijednosti koncentracije kroma, koja bi štitila od nastajanja karcinoma pluća, dosadašnje spoznaje upućuju da je incidencija raka manja ako su koncentracije kroma u atmosferi <

50 mg Cr<sup>VI</sup>/m<sup>3</sup>. Štetni učinci nikla na zdravlje čovjeka očituju se kao alergije, akutne i kronične bolesti dišnog sustava te karcinoma pluća i nosnih sinusa.

### **2.3.5. Učinci dimnih plinova i čestica na zdravlje čovjeka**

Dimni plinovi i prašine ulaze u organizam čovjeka zajedno sa zrakom putem respiratornog sustava. Količina dima koja uđe u organizam čovjeka, ovisi o koncentraciji u zraku i veličini čestica. Što su čestice veće, to je količina koja uđe u organizam, manja. Veće čestice prašine ne prodiru do pluća jer se zadržavaju u nosu i nosnoj šupljini, odakle se kašljanjem i kihanjem izbacuju. Vrlo sitne čestice ulaze u pluća, ali se tamo vrlo mali broj zadržava, a većina ih izlazi s izdahnutim zrakom. Najopasnije su čestice srednje veličine do 5 µm koje pri udisanju dolaze do pluća te se tamo i zadržavaju.<sup>36</sup> Djelovanje tih čestica, koje se zadržavaju u plućima, ovise o kemijskom sastavu tvari od kojih je dimni plin ili prašina nastali.

### **2.3.6. Ocjenjivanje opasnosti od onečišćenja zraka plinovima i česticama**

Osnovni način ocjenjivanja opasnosti od onečišćenja zraka plinovima, dimnim plinovima i krutih čestica jest određivanje njihovih koncentracija na radnom mjestu i prostoru. Rezultati analize uspoređuju se s maksimalno dopustivom koncentracijom (MDK) za dotično onečišćenje zraka. Maksimalno dopustiva koncentracija (MDK) je najveća koncentracija neke tvari kojoj radnik smije biti izložen tijekom cijele radne smijene, 5-6 dana tjedno, tijekom čitavog radnog života, bez negativnih zdravstvenih učinaka. Ako se analizom zraka ustanovi da je izmjerena koncentracija onečišćenja veća od njezine MDK ne smije se dopustiti rad radnika u takvim uvjetima.

Vrijednosti MDK nalaze se u Pravilnik o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora (MDK) i o biološkim graničnim vrijednostima Republike Hrvatske (NN br. 92/1993). Kratkotrajno dopustive koncentracije (KDK) najviša je koncentracija štetne tvari kojoj radnik smije biti izložen tijekom kraćega vremena bez opasnosti od oštećenja zdravlja. Izloženost

KDK smije trajati najviše 15 minuta i ne smije se ponoviti više od 4 puta tijekom radne smjene. Između dviju izloženosti mora proći najmanje 60 minuta.<sup>38</sup> Vrijednosti KDK izražavaju se u istim jedinicama kao MDK. Izražavaju se ppm ili mg/m<sup>3</sup> zraka za plinove i pare, u mg/m<sup>3</sup> zraka za otrovne topljive prašine, dimove i magle.<sup>39</sup> Mjerenja se vrše u svim smjenama, ukoliko postoji smjenski rad, da bi se dobio uvid u promjenjivost koncentracija prisutnih štetnosti u zraku. Ovisno o svrsi analize zraka tri su lokacije na kojima se direktno određuje koncentracija onečišćenja ili se uzima uzorak u neposrednoj blizini radnika, radi ocjene stupnja njegove ekspozicije.<sup>40</sup> Takva mjerenja obavljaju se u visini nosa radnika, ako radnik mijenja svoj položaj tijekom rada na svim tim lokacijama. Te su lokacije najvažnije za ocjenu opasnosti po zdravlje radnika, jer daju osnovu za izračunavanje kompletne količine onečišćenja koju je radnik tijekom smjene udahnuo, zatim u blizini izvora onečišćenja da bi se dobili podaci o emisiji onečišćenja koja prodiru u radnu okolinu.

Rezultati tih mjerenja važni su za izbor tehničkih metoda asanacija nepovoljnih radnih uvjeta te u općoj atmosferi radne okoline da bi se dobila prostorna raspodjela koncentracije onečišćenja. Instrumenti i metode koji se koriste za ispitivanje koncentracije plinova u radnim prostorima su infracrveni spektrometar, koristi se za mjerenje koncentracije CO, nuklearna magnetna rezonancija (NMR), atomska apsorpciona spektrometrija (AAS) indikatorske cijevčice te kemijska luminiscencija, koristi se za mjerenje koncentracije Nox.<sup>41</sup> Idealno rješenje za radni okoliš bilo bi potpuno uklanjanje štetnih tvari što je sa sadašnjim stupnjem razvoja tehnologije nemoguće.

### **2.3.7. Mjere zaštite od djelovanja plinova i krutih čestica pri zavarivanju**

Zbog štetnog djelovanja pojedinih plinova i dimova na organizam zavarivača moraju se kod zavarivanja i sličnih postupaka provoditi mjere zaštite, kako koncentracije naročito na mjestu rada zavarivača, nikada ne bi premasila propisima dopuštene koncentracije. Mjere opreza koje su potrebne da bi se izbjegla izloženost ili smanjila izloženost radnika plinovima i dimnim plinovima

ispod MDK su uređaji u kojima se radi s plinovima, moraju biti nepropusni, a posude dobro zatvorene jer plinovi mogu izlaziti i kroz najmanje pukotine i brzo ispuniti sav prostor. Propusnost uređaja se uvijek kontrolira sapnicom ili specijalnim instrumentima.

Također treba paziti da sve cijevne armature za plin i ventili na bocama dobro brtve. U radnim prostorijama treba osigurati dobru ventilaciju kako bi koncentracija plinova bila ispod dozvoljene. Paziti da je za vrijeme rada uključen ventilacioni sustav. Pri radu u prostorijama, u kojima je koncentracija plina iznad dozvoljene, treba nositi plinske maske s odgovarajućim filterom, odnosno cijevne maske ili izolacijske aparate. Najefikasniji način uklanjanja plinova i dimova iz radnih prostorija je ventilacija. Ventilacija može biti opća, kada obuhvata cijelu prostoriju i zamjenjuje nečisti zrak s čistim, i može biti lokalna koja obuhvaća samo izvor onečišćenja (primjerice mjesto zavarivanja). Ako se radi u prostoriji u kojoj je velika koncentracija prašine, a koja se nije uklonila ventilacijom, treba koristiti osobnu zaštitu.

Za zaštitu organa za disanje potrebljavaju se respiratori s filterima, koji sprječavaju ulazak čestica sa zrakom u organe za disanje. Potrebno je mjeriti koncentraciju kisika u atmosferi radnog prostora. Također, u malim prostorima potrebno je osigurati dovod svježeg zraka kako bi se dobile nove količine kisika i kako bi se odstranili plinovi ugljidioksid i dušikovi oksidi.<sup>42</sup> Najučinkovitije se na smanjenje koncentracije štetnih plinova, para i krutih čestica koje nastaju pri zavarivanju može se utjecati ventilacijom. Prema namjeni ventilacija se dijeli se na opću i lokalnu ventilaciju. Opća ventilacija se primjenjuje kada se u radnom prostoru istovremeno vrši zavarivanje na više zavarivačkih mjesta, pa su svi radnici unutar tog radnog prostora podvrgnuti relativno visokoj koncentraciji štetnih plinova i para koje nastaju prilikom zavarivanja.<sup>43</sup> Protok zraka treba biti pravilan, bez tzv. džepova u kojima se koncentriraju štetni sastojci nastali prilikom zavarivanja. Prosječni protok od 60 m<sup>3</sup>/h po jednom zavarivačkom mjestu smatra se potrebnim. Važno je predvidjeti smjer strujanja kako bi se izbjegao kontakt zavarivačkih para i plinova sa zonom udisanja zavarivača.

Kod kratkotrajnog zavarivanja, kao što je primjerice reparaturno zavarivanje pripajanje nije potrebno koristi opću ventilaciju.<sup>45</sup> Znatna poboljšanja moguće je ostvariti i promjenom pozicije zavarivača u odnosu na izvor plinova i para, odnosno električni luk. Budući da je dio plinova, i para kod zavarivanja lakši od zraka, oni direktno ulaze u zonu udisanja zavarivača. Promjenom položaja zavarivača smanjuje se ulazak plinova i para u zonu udisanja radnika. Lokalna ventilacija koristi se za uklanjanje štetnih plinova i para lokalno, s mjesta gdje se vrši zavarivanje. Time se poboljšava kakvoće atmosfere u radnom prostoru, a najviše u zoni disanja zavarivača. Usisni dio ventilacijskog sustava treba biti smješten u blizinu mjesta zavarivanja i lemljenja. Minimalna brzina strujanja zraka u zoni zavarivanja mora biti 0.5 m/s. Kod zavarivanja punjenom žicom gdje nema dodatne potrebe za zaštitnim plinom, koriste se pištolji na kojima je pričvršćen usis za plinove. Ako je ovakav sustav korektno izveden i upotrijebljen nema potrebe za drugim metodama ventilacije, no dolazi do povećanja težine pištolja i smanjenja mogućnosti pristupa mjestu zavarivanja.

### **2.3.8. Osobna zaštitna sredstva**

Osobna zaštitna sredstva obuhvaćaju sve predmete, uređaje, odjeću i obuću, koje radnici nose na sebi ili ih upotrebljavaju pri radu, a služe za zaštitu tijela od štetnih utjecaja radnog okoliša. Štetni utjecaji koji ugrožavaju život ili zdravlje radnika pri spajanju i razdvajanju materijala su: prašina, dim, plinovi, rastaljeni, usijani ili vrući predmeti, električna struja, štetna zračenja i slično. Kod korištenja maski za disanje bitno je dobro nalijeganje maske, kako bi se spriječilo propuštanje nefiltriranog zraka. Filter treba odvajati cestica pare, a pri tome ne smije biti otežano disanje zavarivača. Takve maske ne uklanjaju plinove koje nastaju prilikom zavarivanja, s mogućom iznimkom ozona.

Maske za zavarivanje s dovodom zraka uklanjaju mnoge opasnosti koje nastaju prilikom zavarivanja (UV zrake, jaka svjetlost, plinovi i pare i slično). Sustav za dovod zraka mora osigurati dotok čistog zraka u zonu udisanja zavarivača. Hladniji zrak smanjuje osjećaj nelagode kod zavarivanja. Maske za zavarivanje s filtrom sadrže filter kroz koji se upuhuje zrak uz pomoć ventilatora u zonu udisanja zavarivača. Oprema za disanje koja se sastoji od boce pod tlakom,

respiratora i manometara, što omogućuje zavarivanje u zagušljivim ili zatrovanim atmosferama, gdje nije moguć dovod svježeg zraka. Postoje i automatizirani sustavi za nanošenje sredstava za zaštitu i čišćenje sapnice pod nazivom Nozzle Cleaning System. Takav sustav se najčešće koristi u kombinaciji s robotiziranim MIG/MAG uređajima gdje se nakon programiranog vremenskog intervala izvodi čišćenje sapnice. Robot dovodi pištolj u sustav, a sapnica se steže pomoću pneumatskih klješta. Nakon toga rotirajući alat čisti nataložene kapljice nastale prilikom prskanja. Na kraju se kapljice ispušu i pištolj, odnosno sapnica se zaštite sredstvom protiv ljepljenja.



**Slika 1** Zaštita dišnih organa

### **2.3.9. Kontrola tijekom rada**

Osnovno je pravilo tijekom uporabe komprimiranih tehničkih plinova spriječiti njihovo širenje po okolnom prostoru. Ovo se posebno odnosi na spriječavanje širenja acetilena i kisika zbog velike mogućnosti stvaranja eksplozivnih koncentracija. Acetilen je tako eksplozivan u smjesi sa zrakom od 2,3% do 82%, a s kisikom od 2,8% do 93%. Da bi se spriječilo izlaženje plina, valja kontrolirati brtve na plameniku, ventilima i spojnim mjestima. Osobito valja paziti da se kisik ne širi po radnom prostoru, a najstrože je zabranjeno puštati kisik radi provjetravanja. Ne šetati po radnom prostoru s upaljenim plamenom, a posebno ondje gdje postoje lako zapaljive tvari (masne krpe, papir, drvo, zapaljive tekućine i slično). Svaku posudu u koju se komprimiraju tehnički plinovi valja obavezno pregledati i ispitati prije uporabe.

Pregledom ili ispitivanjem utvrđuje se jesu li ispunjeni sve zahtjevi zadanih propisa za odgovarajuću posudu i njezinu armaturu i je li zajamčen siguran rad s posudom. Osim redovnih pregleda propisanih za posude pod tlakom, nužno je svakodnevno kontrolirati boce, nabore i armaturu. Svakodnevnu kontrolu provodi korisnik, zaposlenik, tako da prije početka rada pregleda sva sredstva koja mu služe za rad (boce, gume, vodene i suhe osigurače, redukcijske ventile, plamenike i ostali pribor).

Svaki uočeni nedostatak pri pregledu zaposlenik mora prijaviti neposrednom rukovoditelju. Boce s komprimiranim plinovima moraju biti označene na propisani način. Radi raspoznavanja vrste plina u boci, treba obojiti kapu boce, njezinu sfernu površinu i jedan tak na gornjoj trećini boce (ovisno o vrsti plina) – jednom od sljedećih boja, acetilen – bijela, klor – zelena, svi ostali zapaljivi plinovi – crvena, kisik – plava te ostali nezapaljivi plinovi – tamnosiva.

### **3. Profesionalne bolesti pluća**

Profesionalne bolesti pluća uzrokovane su štetnim česticama, maglama, parama ili plinovima koji se udišu za vrijeme rada. Gdje će se u dišnim putovima ili plućima udahnuta tvar zaustaviti i koji će se tip plućne bolesti razviti ovisi o veličini i vrsti udahnute čestice. Veće čestice mogu se zaustaviti u nosu i velikim dišnim putovima, ali najmanje stignu u pluća. Tamo se neke čestice otope i mogu biti apsorbirane u krvnu struju. Većina čvrstih čestica koje se ne otapaju uklanjaju obrambeni mehanizmi tijela.

Tijelo ima nekoliko načina da se riješi udahnutih čestica. Čestice u dišnim putovima obavija sluz pa se one mogu lakše iskašljati. U plućima posebne stanice čistačice progutaju većinu čestica i pretvore ih u neopasne. Različite vrste čestica uzrokuju i različite reakcije u tijelu. Neke čestice, poput biljne peludi mogu uzrokovati alergijske reakcije kao što su groznica od sijena ili neki tip astme. Čestice kao što su one ugljene, ugljika ili kositrova oksida ne proizvode takve reakcije u plućima. Druge čestice, kao što su kremena prašina ili azbest, mogu dovesti do trajnog stvaranja ožiljaka u plućnom tkivu (plućna fibroza). Neke čestice, kao što je azbest, mogu u dovoljno velikim količinama u pušača dovesti do raka.

#### **3.1. Azbestoza**

Azbestoza je rasprostranjeno stvaranje ožiljkastog tkiva u plućima uzrokovano udisanjem prašine azbesta. Azbest je sastavljen od vlaknastih mineralnih silikata različita kemijskog sastava. Udahnuta azbestna vlakna sedimentiraju duboko u plućima uzrokujući stvaranje ožiljaka. Udisanje azbesta može uzrokovati i zadebljanje obih opni koje prekrivaju pluća (pleure).

Ljudi koji rade s azbestom u opasnosti su od razvitka plućne bolesti. U opasnosti su i radnici koji ruše zgrade koje sadrže izolacijski materijal od azbesta, iako je taj rizik malen. Što je više čovjek izložen azbestnim vlaknima, to je veća opasnost od razvitka bolesti povezanih s azbestom.



### **3.1.1. Simptomi**

Simptomi azbestoze javljaju se postupno samo nakon što se stvori mnogo vezivnih ožiljaka pa pluća izgube elastičnost. Prvi simptomi su blaga zaduha i smanjena sposobnost za fizičku aktivnost. Teški pušači, koji uz azbestozu imaju kronični bronhitis, mogu kašljati i hripati. Postupno disanje postaje sve teže. U oko 15% ljudi s azbestozom dolazi do teške zaduhe i zatajenja funkcije disanja.<sup>57</sup>

Udisanje azbestnih vlakana može ponekad uzrokovati nakupljanje tekućine u prostoru između dviju pleuralnih opni, nazvanom pleuralni prostor. Azbest rijetko uzrokuje tumore na pleuri koji se zovu mezoteliomi ili na opnama u trbuhu koji se zovu peritonealni mezoteliomi. Mezoteliomi izazvani azbestom su oblik raka i neizlječivi su. Mezoteliomi se najčešće pojavljuju nakon izloženosti krocidolitu, jednoj od četiri vrste azbesta. I amozit, drugi tip azbesta, uzrokuje mezoteliome. Krizotil vjerojatno ne uzrokuje mezoteliome, ali je ponekad onečišćen tremolitom koji ih uzrokuje.<sup>58</sup> Rak pluća je djelomično u vezi s razinom izloženosti azbestnim vlaknima, ali u ljudi s azbestozom rak pluća se razvija gotovo isključivo u pušača, naročito onih koji puše više od jedne kutije na dan.

### **3.1.2. Dijagnoza**

Osobi koja ima u anamnezi izloženost azbestu liječnik može katkad postaviti dijagnozu azbestoze na temelju rendgenograma pluća koji pokazuje karakteristične promjene. Obično osoba ima poremećenu plućnu funkciju i liječnik može stetoskopom iznad pluća čuti nenormalne zvukove poput pucketanja. Da bi utvrdio je li pleuralni tumor rak, liječnik mora izvesti biopsiju (uzeti mali komadić poplućnice i ispitati ga pod mikroskopom). Tekućina oko pluća može se ukloniti iglom i analizirati (postupak koji se zove torakocenteza), ali taj postupak obično nije tako siguran kao biopsija.

### **3.1.3. Sprječavanje i liječenje**

Bolesti uzrokovane udisanjem azbesta mogu se spriječiti svođenjem azbestne prašine i vlakana na radnom mjestu na najmanju moguću mjeru. Budući da su industrije koje koriste azbest poboljšale suzbijanje zapašenosti, danas manje ljudi oboli od azbestoze, ali u ljudi koji su bili izloženi više od 40 godina još uvijek se javljaju mezoteliomi. Radnici izvježbani u sigurnosnim tehnikama uklanjanja mogu ukloniti azbest iz kuća. Pušači koji su bili u dodiru s azbestom mogu prestajanjem pušenja smanjiti rizik od raka pluća.

Većina načina liječenja azbestoze ide za olakšavanjem simptoma. Na primjer, liječenje kisikom olakšava zaduhu. Disanje može olakšati i uklanjanje tekućine oko pluća. Ponekad je u liječenju azbestoze uspješna transplantacija pluća. Mezoteliomi su praktički uvijek smrtni. Kemoterapija nije uspješna, a ni kirurško uklanjanje tumora ne dovodi do izlječenja.

## **3.2. Silikoza**

Silikoza je trajno ožiljkavanje pluća uzrokovano udisanjem prašine silicijeva dioksida (kremena). Silikoza, najstarija plućna profesionalna bolest, nastaje u ljudi koji su mnogo godina udisali prašinu silicijeva dioksida. Silicijev dioksid je glavni sastojak pijeska pa je česta izloženost među rudarima metala, sjekača kamena i granita, radnika u talionicama i u proizvodnji porculana. U zanimanjima kao što su pjeskarenje, kopanje tunela i proizvodnja abrazivnih sapuna, u kojima se proizvodi visoka razina prašine silicijeva dioksida, simptomi se mogu javiti i prije 10 godina.

Udahnuta silicijeva prašina prolazi u pluća gdje je stanice čistačice kao što su makrofagi progutaju. Enzimi koje otpuštaju stanice čistačice dovode do ožiljkavanja plućnog tkiva. U početku su ožiljkasta područja sitne okrugle nakupine (jednostavna čvorasta silikoza), ali se konačno mogu sažimati u velike mase (konglomerirana silikoza). Takva ožiljkasta područja ne mogu normalno prenositi kisik u krv. Pluća postaju slabije elastična i disanje zahtijeva veći napor.

### **3.2.1. Simptomi**

Ljudi s običnom čvorastom silikozom nemaju smetnje kod disanja, ali mogu kašljati i imati iskašljaj, jer su im veliki dišni putovi neprestano podraživani—stanje koje se naziva bronhitis. Konglomerirana silikoza može uzrokovati kašalj, stvaranje iskašljaja i tešku zaduhu. Najprije se zaduha javlja samo pri naporu, ali se na kraju javlja i u mirovanju. Disanje može biti otežano i 2 do 5 godina nakon što osoba prestane raditi sa silicijevim dioksidom.

### **3.2.2. Dijagnoza**

Oštećenje pluća opterećuje srce i može dovesti do zatajenja srca koje može dovesti do smrti. Osim toga, kada su ljudi sa silikozom izloženi bakteriji koja uzrokuje tuberkulozu (*Mycobacterium tuberculosis*) tri puta češće obole od tuberkuloze nego ljudi bez silikoze. Dijagnoza silikoze se postavlja kad se osobi, koja je radila s prašinom silicijeva dioksida, na rendgenogramu prsnog koša vidi tipična slika ožiljaka i čvorića.

### **3.2.3. Sprječavanje i liječenje**

Sprječavanju silikoze pomaže suzbijanje prašine na radnom mjestu. Kada se to ne može postići, što može biti slučaj pri pjeskarenju, radnici moraju nositi cijepljene maske kojima se dobavlja vanjski čisti zrak ili maske koje potpuno odfiltriraju sitne čestice. Kako se takva zaštita ne može osigurati svim osobama koje rade u zaprašenim prostorima (na primjer, ličioc i zavarivači), za brušenje treba rabiti, kadgod je to moguće, druge materijale a ne pijesak. Radnici izloženi prašini silicijeva dioksida moraju se redovito rendgenski pregledavati—pjeskari svakih 6 mjeseci, a ostali radnici svakih 25 godina, tako da se promjene mogu otkriti rano. Ako se na rendgenogramu vidi silikoza, liječnik će vjerojatno radniku savjetovati da prestane biti stalno izložen prašini silicijeva dioksida.

Silikozu se ne može izliječiti. Međutim, ako osoba prestane biti izložena prašini silicijeva dioksida u ranom stadiju, napredovanje silikoze može se zaustaviti. Osobi koja ima poteškoće s disanjem može se pomoći liječenjem kao kod

kronične opstruktivne plućne bolesti, tj. lijekovima koji drže dišne putove otvorenima i koji sprječavaju stvaranje sluzi. . Budući da ljudi sa silikozom imaju veliki rizik obolijevanja od tuberkuloze, moraju se redovito kontrolirati što uključuje i kožno testiranje na tuberkulozu.

### **3.3. Crna pluća**

Crna pluća (pneumokonioza kopača ugljena) označavaju plućnu bolest prouzročenu naslagama ugljene prašine u plućima. Crna pluća nastaju zbog udisanja ugljene prašine duže vremena. Kod jednostavnih crnih pluća, ugljena se prašina nakuplja oko malih dišnih putova (bronhioli). Iako je ugljena prašina relativno inertna i ne uzrokuje jaču reakciju, rasprostire se po plućima i na rendgenogramu prikazuje u obliku sitnih mrlja. Ugljena prašina ne blokira dišne putove. Ipak, svake godine 12% ljudi s jednostavnim crnim plućima dobiva teži oblik bolesti, što se naziva progresivna masivna fibroza u kojoj velika područja pluća (promjera najmanje 1 cm) postaju ožiljkasto promijenjena.<sup>60</sup> Progresivna masivna fibroza može se pogoršati čak i kod osobe koja nije izložena ugljenoj prašini. Ožiljkavanje može uništiti plućno tkivo i krvne žile u plućima.

Kod Caplanova sindroma, rijetke bolesti koja može nastati u rudara oboljelih od reumatoidnog artritisa, u plućima brzo nastaju veliki okrugli čvorići vezivnog tkiva. Takvi čvorići mogu nastati i u ljudi koji su u velikoj mjeri izloženi ugljenoj prašini.

#### **3.3.1. Simptomi**

Jednostavna crna pluća obično ne uzrokuju simptome. Međutim, mnogi ljudi s tom bolešću kašlju i lako dobiju zaduhu, jer imaju i emfizem (zbog pušenja cigareta) ili bronhitis (zbog pušenja cigareta ili zbog izloženosti drugim industrijskim onečišćivačima). S druge strane, teži stadiji progresivne masivne fibroze uzrokuju kašalj i često zaduhu koja dovodi do invalidnosti.

### **3.3.2.Dijagnoza**

Liječnik postavlja dijagnozu nakon što utvrdi karakteristične mrlje na rendgenogramu prsnog koša osobe koja je duže vrijeme bila izložena ugljenoj prašini. Obično je to osoba koja je barem 10 godina radila u rudniku ispod zemlje.

### **3.3.3.Sprječavanje i liječenje**

Crna pluća se mogu spriječiti odgovarajućim suzbijanjem ugljene prašine na radnom mjestu. Kopači ugljena trebaju svakih 45 godina napraviti rendgenogram tako da se bolest može otkriti u ranom stadiju. Ako se bolest otkrije, da bi se spriječilo progresivnu masivnu fibrozu, radnika treba premjestiti u područje u kojem je razina ugljene prašine niska.

Sprječavanje je ključno, jer se crna pluća ne mogu izliječiti. Osobi koja ne može slobodno disati mogu koristiti lijekovi koji se rabe kod kronične opstruktivne plućne bolesti kao što su lijekovi s pomoću kojih se dišni putovi drže otvorenima.

### **3.4.Berilioza**

Berilioza je upala pluća uzrokovana udisanjem prašine ili dimova koji sadrže berilij. U prošlosti se berilij često kopao i ekstrahirao za uporabu u elektroničkoj i kemijskoj industriji i u proizvodnji fluorescentnih svjetiljaka. Danas se gotovo isključivo rabi u zrakoplovnoj industriji. Osim radnika u tim industrijama malen broj ljudi koji živi u blizini rafinerija berilija također su oboljeli od berilioze.

Berilioza se razlikuje od drugih profesionalnih bolesti pluća po tome što se čini da plućni problemi nastaju samo u osoba koje su osjetljive na berilij, a to je oko 2% onih koji s njime dolaze u dodir.<sup>62</sup> Bolest se može pojaviti i u onih koji imaju relativnu kratku izloženost beriliju, a simptomi se ne moraju pojaviti ni kroz desetak godina.

### **3.4.1.Simptom**

U nekih se ljudi berilioza javlja naglo (akutna berilioza), uglavnom kao upala pluća (pneumonitis). Ljudi s akutnom beriliozom dobivaju nagli početak kašlja, poteškoće pri disanju i gubitak težine. Akutna berilioza može zahvatiti kožu i oči. Ostali dobivaju kroničnu beriliozu u kojoj se u plućima stvara nenormalno tkivo i dolazi do povećanja limfnih čvorova. U njih se postupno pojavljuju kašalj, teško disanje i gubitak težine.

### **3.4.2.Dijagnoza**

Dijagnoza se temelji na osobnoj anamnezi o izloženosti beriliju, simptomima i karakterističnim promjenama na rendgenogramu prsnog koša. Međutim, rendgenogram slični promjenama kod druge plućne bolesti, sarkoidoze, pa mogu biti potrebni dodatni imunološki testovi.

### **3.4.3.Sprječavanje i liječenje**

Akutna berilioza može biti ozbiljna, čak smrtna bolest. Međutim, većina ljudi se oporavi, iako su u početku jako bolesni. Pluća su im kruta, a funkcija loša. S odgovarajućim liječenjem, kao što je primjena ventilatora i kortikosteroida, obično se oporave za oko 2 godine i nemaju posljedica.

Ako su pluća jako oštećena kroničnom beriliozom, može doći do opterećenja srca, što može dovesti do zatajenja srca i smrti. Ponekad se kod kronične berilioze propisuju kortikosteroidi kao što je prednison na usta, iako općenito govoreći nisu jako korisni.

## **3.5.Profesionalna astma**

Profesionalna astma je povratno stezanje dišnih putova uzrokovano udisanjem čestica ili para na radnom mjestu, koji djeluju kao iritansi ili uzrokuju alergijsku reakciju. Mnoge tvari na radnom mjestu mogu uzrokovati stezanje dišnih putova što otežava disanje. Neki su ljudi posebno osjetljivi na iritanse u zraku.

### **3.5.1.Simptomi**

Profesionalna astma može uzrokovati zaduhu, stezanje u prsima, hripanje, kašalj, kihanje, curenje iz nosa i vodenaste oči. U nekih ljudi je jedini simptom hripanje po noći. Simptomi se mogu razviti za vrijeme radne smjene, ali obično ne počinju prije nekoliko sati nakon posla. U nekih ljudi započinju 24 sata nakon izloženosti. Isto tako simptomi mogu nastati i nestati i tjedan i više nakon izloženosti. Na taj način povezanost između radnog mjesta i simptoma je često nejasna. Simptomi često postaju blaži ili nestaju vikendom ili preko praznika. S ponovljenom izloženošću se pojačavaju.

### **3.5.2.Dijagnoza**

Da postavi dijagnozu liječnik pita o simptomima i izloženosti tvarima za koje je poznato da mogu izazvati astmu. Ponekad se alergijsku reakciju može otkriti kožnim testom (test krpicom) pri čemu se na kožu stavi mala količina sumnjive tvari. Kada je postavljanje dijagnoze teže, liječnik rabi inhalacijski provokativni test pri čemu osoba udiše malu količinu sumnjive tvari, a promatra se dobiva li hripanje ili zaduhu i testira ima li smanjenu plućnu funkciju.

Budući da se zračni putovi mogu suziti i prije nego se pojave simptomi, osoba s odgođenim simptomima može uporabiti uređaj za praćenje dišnih putova za vrijeme rada. Aparat, mjerač maksimalne brzine izdisaja, mjeri brzinu kojom ispitanik može izbaciti zrak iz pluća. Kada se zračni putovi suže, brzina zraka se značajno smanji, što ukazuje na profesionalnu astmu.

### **3.5.3.Sprječavanje i liječenje**

Industrije koje rabe tvari koje mogu uzrokovati astmu provode mjere suzbijanja prašine i para, ali potpuno uklanjanje prašine i para ponekad je nemoguće. Ako je moguće, radnici s teškom astmom trebaju promijeniti zanimanje. Nastavak izloženosti često dovodi do još teže i trajne astme. Liječenje je isto kao i za druge vrste astme. Lijekove koji otvaraju dišne putove (bronhodilatatori) može se davati preko inhalatora ili u tabletama. Kod teških napadaja mogu se kratko

vrijeme davati kortikosteroidi preko usta. Za dugotrajno liječenje prednost se daje udisanju kortikosteroida.

### **3.6.Bisinoza**

Bisinoza je suženje dišnih putova uzrokovano udisanjem čestica pamuka, lana ili konoplje. U SAD - u i Velikoj Britaniji bisinoza se gotovo isključivo pojavljuje u ljudi koji rade s neprerađenim pamukom. Bolest mogu dobiti i osobe koje rade s lanom i konopljom. Čini se da su najčešće zahvaćeni ljudi koji otvaraju pakete sirovog pamuka ili oni koji rade u prvim stadijima prerade pamuka. Očito je da nešto u sirovom pamuku uzrokuje suženje dišnih putova osjetljivih osoba.

#### **3.6.1.Simptomi**

Bisinoza može uzrokovati hripanje i stezanje u prsima obično prvoga radnog dana nakon prekida rada. Za razliku od astme, simptomi se nakon ponovljene izloženosti smanjuju i krajem radnog tjedna stezanje u prsima može nestati. Međutim, nakon što je osoba radila s pamukom mnogo godina, stezanje u prsima može trajati 23 radna dana ili čak čitav tjedan.

#### **3.6.2.Dijagnoza**

Produžena izloženost prašini pamuka povećava učestalost hripanja, ali ne dovodi do onesposobljavajuće plućne bolesti. Dijagnoza se postavlja testom koji ukazuje na smanjenje plućnog kapaciteta tijekom radnog dana. To je smanjenje obično najveće prvog dana radnog tjedna.

#### **3.6.3.Sprječavanje i liječenje**

Za sprječavanje bisinoze najbolje je suzbijati zaprašenost. Hripanje i stezanje u prsima može se liječiti lijekovima koji se rabe za astmu. Lijekovi koji otvaraju dišne putove (bronhodilatatori) mogu se dati preko inhalatora, poput albuterola ili u tabletama, poput teofilina.



### **3.7. Izloženost plinovima i kemikalijama**

Mnogi plinovi kao što su klor, fosgen, sumporov dioksid, sumporovodik, dušikov dioksid i amonijak mogu se naglo osloboditi prilikom industrijskih incidenata i teško nadražiti pluća. Plinovi kao što su klor i amonijak otapaju se lako i odmah nadražuju usta, nos i grlo. Donji dijelovi pluća zahvaćeni su samo kada ih se duboko udahne. Radioaktivni plinovi koji se mogu osloboditi prilikom nuklearnih incidenata mogu uzrokovati rak pluća i drugih organa za čiji razvoj treba mnogo godina.

Neki plinovi, poput dušikovog dioksida, ne otapaju se lako. Zato ne prouzrokuju rane znakove upozorenja izloženosti kao što su nadražaj nosa i očiju pa je vjerojatnost da ih se udahne duboko u pluća veća. Takvi plinovi mogu uzrokovati upalu malih dišnih putova (bronhioli) ili dovesti do nakupljanja tekućine u plućima (plućni edem). Kod bolesti silosnih radnika, koja nastaje kao rezultat udisanja dimova koji sadrže dušikov dioksid koji otpušta većina sadržaja silosa, tekućina se ne mora u plućima stvoriti niti do 12 sati nakon izloženosti. Stanje se može privremeno poboljšati i bolest ponovno pojaviti 1214 dana kasnije, čak i bez daljnjeg dodira s plinom.<sup>63</sup> Ponovno pojavljivanje zahvaća male dišne putove (bronhioli).

Kod nekih ljudi izloženost malim količinama plina ili drugim kemikalijama tijekom dužeg razdoblja može dovesti do kroničnog bronhitisa. Isto tako smatra se da izloženost nekim kemikalijama kao što su spojevi arsena i ugljikovodici može u nekih ljudi izazvati rak. Rak može nastati u plućima ili drugdje u tijelu ovisno o udahnutoj tvari.

#### **3.7.1. Simptomi**

Topljivi plinovi kao što je klor uzrokuju teško pečenje očiju, nosa, grla, grkljana i većih dišnih putova. Često dovode do kašlja i krvi u iskašljaju (hemoptiza). Česti su i nagon na povraćanje i zaduha. Slabije topljivi plinovi kao što je dušikov dioksid dovode do zaduhe, ponekad vrlo jake, nakon odgode od 3 do 4 sata.

#### **4.7.2. Dijagnoza**

Na rendgenogramu prsnog koša može se vidjeti razvoj plućnog edema ili bronhiolitis. Većina ljudi se od slučajne izloženosti plinovima potpuno oporavi. Najteža komplikacija je infekcija pluća.

#### **4.7.3. Sprječavanje i liječenje**

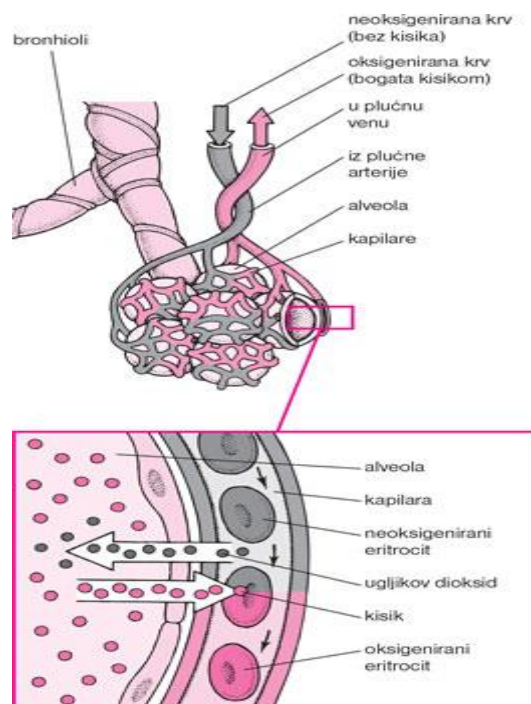
Najbolji način sprječavanja izloženosti je brižno rukovanje plinovima i kemikalijama. U slučaju akcidentalnog izlijevanja moraju biti dohvatljive plinske maske s vlastitom dobavom zraka. Poljoprivrednike se mora upoznati da izloženost otrovnim plinovima u silosu može biti opasna.

U liječenju je glavno sredstvo kisik. Ako je oštećenje pluća teško, osobi može biti potrebna mehanička ventilacija. Mogu biti korisni lijekovi koji otvaraju dišne putove, intravenske tekućine i antibiotici. Da se smanji upala pluća često se propisuju kortikosteroidi kao što je prednison.

#### **4.8. Ostale tegobe i bolesti pluća i dišnih puteva**

Ponekad i druge tvari uzrokuju nenormalnosti na rendgenogramu pluća. Udisanjem željezna oksida može nastati sideroza, od udisanja barija baritoza, a od udisanja čestica kositra stanoza. Premda se te prašine na rendgenogramu pluća vide, ne dovode do znatne reakcije u plućima, pa izloženi ljudi nemaju ni simptoma ni funkcijskih oštećenja.

Dišni sustav započinje nosom i ustima i nastavlja se preko dišnih putova do pluća, u kojima se kisik iz zraka izmjenjuje s ugljičnim dioksidom iz tjelesnih tkiva. Pluća, najveći dio dišnog sustava, nalikuju velikim ružičastim spužvama koje gotovo ispunjaju prsište. Lijevo plućno krilo je malo manje od desnog, jer na lijevoj strani prsnog koša dijeli prostor sa srcem. Svako je plućno krilo podijeljeno u odsječke (lobuse), tri u desnom a dva u lijevom plućnom krilu.



**Slika 2** Građa bronhija

- Zrak ulazi u dišni sustav preko nosa i usta i prolazi kroz ždrijelo i grkljan. Ulaz u grkljan pokriven je malim reznjem mišićnog tkiva (epiglotis) koji se pri gutanju zatvara i tako sprječava ulazak hrane u dišne putove. Među najčešće simptome dišnih bolesti spadaju kašalj, nestašica daha ili zaduha (dispneja), bol u prsištu, zviždanje pri disanju, hripanje pri disanju, iskašljavanje krvi, plavkasto obojenje kože i sluznica (cijanoza), batičasti prsti i zatajenje disanja.<sup>66</sup> Neki od tih simptoma ne ukazuju uvijek na dišni problem. Bol u prsištu, na primjer, može biti i zbog bolesti srca ili želuca i crijeva.

- Kašljanje, poznati ali i komplicirani refleks, je jedan od načina kojim se štite pluća i dišni putovi. Uz druge mehanizme, kašljanje pomaže u zaštiti pluća od udahnutih čestica. Kašljanje katkada stvara iskašljaj (sputum), mješavinu sluzi, otpadnutih dijelova sluznice i stanica izbačenih iz pluća.

- Kašalj može biti vrlo različit. Može biti izrazito neugodan, naročito ako su epizode kašljanja popraćene boli u prsištu, nestašicom daha ili neuobičajeno velikim količinama sputuma. Međutim, ako se kašalj razvija desetljećima, kao što to može biti u pušača s kroničnim bronhitisom, osoba to jedva i primjećuje.

## 4. Zaključak

Ulazom stranih tvari kroz dišni sustav nastat će oštećenja organa dišnog sustava, ali i drugih organskih sustava. Strane tvari mogu biti zadržane na različitim mjestima gornjeg ili donjeg dišnog sustava i uzrokovati najprije lokalne, a potom i sustavne promjene. Promjene uzrokuju niz poremećaja zbog kojih mogu nastupiti suženja dišnih puteva zbog spazma mišića, a poslije i zadebljanja slojeva stijenke i pojačano lučenje sluzi. Upalni su procesi česti, a nastala bolest je ireverzibilna ako se uzroci ne otklone na vrijeme. Poslije slijede i poremećaji funkcija drugih organa i organskih sustava. Prašine, dimove, maglice, pare i plinovi mogu nastati tijekom najrazličitijih tehnoloških procesa. Udisanjem ulaze u dišne puteve te uzrokuju oštećenja različitih dijelova dišnih puteva, a poslije i bolesti

Proces zavarivanja je vrlo čest, ali i vrlo opasan. Zavarivanjem nastaju različiti toksični i alergijski dimovi i prašine koje radnik udiše: različiti spojevi aluminijska, bakra, berilija, cinka, kadmija, kositra, korma, mangana, nikla, olova, vanadija, željeza, fluora i brojnih drugih. Mnogi spojevi imaju mutageno i karcinogeno djelovanje. Danas su još uvijek prisutne brojne profesionalne bolesti poput azbestoze, silikoze, „crnih pluća“, berilioze, profesionalne astme, bisinoze i niz drugih poremećaja dišnih puteva uzrokovanih različitim plinovima i kemikalijama.

Da bi se što više spriječilo oštećenja zdravlja stranim tvarima, pojava oboljenja, profesionalnih bolesti i ozljeda radnici moraju biti kvalitetno educirani za rad na siguran način, upoznati s tvarima koje se koriste u proizvodnji, opasnostima i svim mjerama osobne i kolektivne zaštite tijekom rada. Sigurnost na radu se postiže primjenom odgovarajućih pravila i provedbom mjera zaštite na radu. Rizik treba prepoznati, proučiti i odabrati odgovarajuću mjeru zaštite. Poslodavac je dužan primjenjivati manje opasne i štetne tehnologije, radne postupke i stalno unaprjeđivati stanje zaštite na radu. U nekim slučajevima nužno je i skratiti radno vrijeme. Proces rada mora se tako planirati, pripremiti i provoditi da osigura kvalitetnu zaštitu radnika i okoliša. Tehnologiju rada mora

razraditi i uzeti u obzir sve čimbenike sigurnosti. Radni postupci moraju se pripremiti i organizirati tako da ne utječu na život i zdravlje radnika. Kada se osnovnim pravilima zaštite ne mogu otkloniti opasnosti i štetnosti, poslodavac je obavezan radnicima osigurati odgovarajuća sredstva osobne i/ili kolektivne zaštite. Zaštitna sredstva moraju biti podvrgnuta redovitim pregledima. Samo osiguravanje sigurnih uvjeta rada koji se ostvaruju primjenom modernih tehničkih, zdravstvenih, socijalnih, edukativnih i drugih mjera, doprinose sprječavanju i otklanjanju opasnosti na radnom mjestu, te tako utječu na sigurnost i zdravlje radnika na radu.

# POPIS LITERATURE

## Knjige

1. Brumen, V., Gavran, Ž. : *Sigurnost i zaštita na radu u biomedicinskoj djelatnosti*, Medicinska Naklada Zagreb, Zagreb, 2009.
2. Rešković, S.: *Ispitivanje materijala*, Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2010.
3. Sofilić, T. : *Opasne tvari u okolišu*, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2013.

## Internet

1. Službena internet stranica Sveučilišta u Zagrebu, [www. simet. unizg. hr](http://www.simet.unizg.hr) (20.9.2015.)
2. Službena internet stranica Sveučilišta u Rijeci, [www. riteh. uniri. hr](http://www.riteh.uniri.hr) (21.9.2015.)
3. [www. scribd. com / doc](http://www.scribd.com/doc) (2014.)

## POPIS PRILOGA

Slika 1 Zaštita dišnih organa.....	22
Slika 2 Građa bronhija .....	35