

# Zbirka pravil varnega dela za študente na UL FKKT

2. letnik



September 2019

## VSEBINA

1	UVOD .....	3
2	VNETLJIVE KEMIKALIJE .....	5
2.1	NEVARNOSTI PRI DELU Z VNETLJIVIMI KEMIKALIJIAMI .....	5
2.1.1	Nevarnosti za nastanek požara in eksplozije.....	6
2.1.2	Zdravstvene škodljivosti pri delu z vnetljivimi kemikalijami.....	9
2.2	VARNOSTNI UKREPI PRI DELU Z VNETLJIVIMI KEMIKALIJIAMI.....	10
3	STRUPENE KEMIKALIJE .....	11
3.1	LASTNOSTI STRUPENIH KEMIKALIJI .....	11
3.2	RAZDELITEV STRUPENIH SNOVI.....	14
3.3	OZNAČEVANJE STRUPENIH SNOVI.....	15
3.3.1	Rakotvorne kemikalije .....	16
3.3.2	Mutagene kemikalije.....	17
3.3.3	Kemikalije, ki so strupene za razmnoževanje .....	18
3.3.4	Varnostni ukrepi pri delu z rakotvornimi mutagenimi kemikalijami ter kemikalijami, strupenimi za razmnoževanje (CRM kemikalije).....	19
4	OPREMA ZA VAROVANJE DIHAL.....	20
4.1	FILTRIRNE NAPRAVE.....	21
4.1.1	Delitev filtrirnih naprav .....	22
4.1.2	Izbira ustrezne filtrirne naprave.....	23
4.2	DIHALNI APARATI .....	25
5	SPISEK UPORABLJENE LITERATURE.....	26
	Priloga 1: Tabela nezdržljivih (inkompatibilnih) kemikalij .....	27

## 1 UVOD

V prvem letniku ste se seznanili z osnovami varnega dela, v drugem letniku pa se program usposabljanja za varno delo razširi. Najprej se na kratko ponovi vsebina teoretičnega dela 1. letnika in sicer:

- laboratorijski red,
- uporaba osebne varovalne opreme,
- nevarnosti v laboratoriju,
- postopki v primeru izrednih dogodkov (poškodba, požar, razlitje),
- označevanje nevarnih snovi,
- prikaz aktiviranja ročnega gasilnika.

V drugem letniku se boste podrobneje seznanili z vnetljivimi kemikalijami ter nevarnostmi in ukrepi za preprečevanje nevarnosti pri delu z vnetljivimi kemikalijami. Pri delu v laboratoriju se pogosto uporabljajo organska topila in spojine, katerih hlapi so lahko vnetljivi in z zrakom tvorijo eksplozivne zmesi. Nekatera izmed organskih topil so tudi strupena (rakotvorna, teratogena, mutagena, strupena za razmnoževanje). Glede na zgoraj navedene lastnosti organskih topil, je v drugem letniku pri programu usposabljanja za varno delo v laboratoriju poudarek na varnemu delu s temi snovmi. Seznanili se boste z:

- vnetljivimi kemikalijami,
- strupenimi kemikalijami,
- opremo za varovanje dihal.

### Razvrstitev nevarnih snovi:

Nevarne kemikalije so snovi ali zmesi, ki ustrezajo kriterijem za fizikalne nevarnosti, nevarnosti za zdravje ali nevarnosti za okolje, opredeljene v Prilogi I Uredbe (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006, UL L št. 353 z dne 31. 12. 2008. V skladu z Uredbo o izvajanju Uredbe (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006 (Uradni list RS, št. 56/10) in 2. Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o kemikalijah (ZKem-C) (Uradni list RS, št. 9/11) so nevarne snovi razvrščene v naslednje razrede nevarnosti:

1. FIZIKALNE NEVARNOSTI
2. NEVARNOSTI ZA ZDRAVJE
3. NEVARNOSTI ZA OKOLJE.

Kategorije nevarnosti znotraj razreda nevarnosti so:

### 1. FIZIKALNE NEVARNOSTI

1.1. Eksplozivi	1.9. Piroforne tekočine
1.2. Vnetljivi plini	1.10. Piroforne trdne snovi
1.3. Vnetljivi aerosoli	1.11. Samosegrevajoče se snovi in zmesi
1.4. Oksidativni plini	1.12. Snovi in zmesi, ki v stiku z vodo sproščajo vnetljive pline
1.5. Plini pod tlakom	1.13. Oksidativne tekočine
1.6. Vnetljive tekočine	1.14. Oksidativne trdne snovi
1.7. Vnetljive trdne snovi	1.15. Organski peroksidi
1.8. Samoreaktivne snovi in zmesi	1.16. Jedko za kovine

### 2. NEVARNOSTI ZA ZDRAVJE

2.1. Akutna strupenost
2.2. Jedkost za kožo/draženje kože
2.3. Huda poškodba oči/draženje oči
2.4. Preobčutljivost dihal ali kože
2.5. Mutagenost za zarodne celice
2.6. Rakotvornost
2.7. Strupenost za razmnoževanje
2.8. Specifična strupenost za ciljne organe – enkratna izpostavljenost_STOT
2.9. Specifična strupenost za ciljne organe – ponavljajoča izpostavljenost_STOT
2.10. Nevarnost pri vdihavanju

STOT- Specifična strupenost za ciljne organe (Specific Target Organ Toxicity)

### 3. NEVARNOSTI ZA OKOLJE

3.1. Nevarno za vodno okolje, akutno
3.2. Nevarno za vodno okolje, kronično

## 2 VNETLJIVE KEMIKALIJE

Vnetljive kemikalije se zelo lahko vnamejo in z zrakom tvorijo eksplozijske zmesi. Nevarnost vnetljivih kemikalij prepoznamo na osnovi piktograma za nevarnost:



Med vnetljive kemikalije spadajo: vnetljivi plini, vnetljivi aerosoli, vnetljive tekočine, vnetljive trdne snovi, samoreaktivne snovi in zmesi, piroforne tekočine, piroforne trdne snovi, samosegrevajoče se snovi in zmesi, snovi in zmesi, ki v stiku z vodo sproščajo vnetljive pline in organski peroksidi.

Po zakonu o kemikalijah iz leta 2003 se te delijo na tri skupine:

1. zelo lahko vnetljive kemikalije,
2. lahko vnetljive kemikalije,
3. vnetljive kemikalije.



### 2.1 NEVARNOSTI PRI DELU Z VNETLJIVIMI KEMIKALIJI

Nevarnosti pri delu z vnetljivimi kemikalijami so:

1. Nastajanje plinaste faze (plina, hlapov; par), ki se širi v delovni prostor in je lahko strupena ali zdravju škodljiva, lahko povzroča raka, mutagenost, teratogenost, ali pa je strupena za razmnoževanje in nevarna za okolje.
2. Nenadzorovano sproščanje tekoče, vnetljive kemikalije v delovni prostor ali okolje, ki kontaminira delovno opremo in površinske vode in sočasno nastaja plinasta faza.
3. Vnetljive kemikalije se zelo lahko vnamejo, potrebujejo zelo majhno energijo za vžig. Požar se hitro širi, obstaja možnost nastanka eksplozije. Pri tem sproščajo veliko količino toplote. Razkrojni sežigni produkti so strupeni, zdravju škodljivi in nevarni za okolje.

Preventivni ukrepi:

- usposobljenost za delo z vnetljivimi kemikalijami,
- odstraniti vse možne vire vžiga,
- embalaža mora biti zaprta,
- čim manjša količina tekočin na delovnem mestu,
- pri pretakanju tekočin je potrebno pritrčiti ozemljitev,
- potrebno prezračevanje in primerna temperatura,
- v zaprtih napravah možnost inertizacije (znižanje koncentracije oksidanta),
- uporaba ustrezne osebne varovalne opreme,
- pisna navodila za varno delo,
- ustrezna količina gasilnikov s primernimi gasili,
- vpojna sredstva na/v bližini delovnega mesta.

### 2.1.1 Nevarnosti za nastanek požara in eksplozije

Snov lahko zagori, če so izpolnjeni trije pogoji za gorenje:

1. prisotnost goriva,
2. prisotnost oksidanta (kisika),
3. vir vžiga.

Pri delu z vnetljivimi kemikalijami imamo skoraj vedno izpolnjena dva pogoja; kisik in vnetljivo kemikalijo. Zato moramo biti pri takem delu pozorni, da ne pride še do tretjega pogoja, vira vžiga, ki sklene trikotnik gorenja.



Slika 1: Trikotnik gorenja

Vire vžiga razdelimo v štiri skupine:

1. **Mehanski** (trenje, prelomi kovin, vroči delci npr. pri brušenju, rezanju),
2. **Električni** (električna napeljava, elektromagnetno valovanje, elektrostatična napetost, strela),
3. **Termični** (vroče površine, odprti ogenj, varjenje, samovžig, toplota, ki nastaja pri stiskanju),
4. **Kemijski** (eksotermne reakcije, npr. razpada peroksidov, polimerizacije, ipd).

Pomembnejši fizikalno-kemijski podatki za ocenjevanje nevarnosti požara in eksplozije so:

- Parni tlak –  $p_r$ /mbar
- Plamenišče –  $T_{pl}/^{\circ}C$
- Območje vnetljivosti ali eksplozivnosti  $S_{MV} - Z_{MV}/vol. \%$
- Vrelišče –  $T_{vr}/^{\circ}C$
- Samovžigna temperatura –  $T_{sv}/^{\circ}C$
- Relativna gostota glede na zrak
- Relativna gostota glede na vodo
- Topnost v vodi ( $g/m^3$  ali  $g/l$ )
- MV
- Podatki o strupenosti –  $LD_{50}$

### *Plamenišče vnetljive tekočine*

To je najnižja temperatura, izražena v °C, pri kateri se iz tekočine ali trdne snovi razvijejo hlapi v tolikšni količini, da se pomešani z zrakom lahko vnamejo, če se nad površino pojavi primeren vir vžiga. Hlapi trenutno zagorijo in ugasnejo, ker snov še ni segreta do tiste ravni, da bi stalno nastajala zadostna količina vnetljive plinaste faze.

### *Vrelišče vnetljive tekočine*

Temperatura vrelišča je tista temperatura, pri kateri parni tlak tekočine doseže 1,013 bar.

Čim nižje je vrelišče vnetljive tekočine, tem prej se prične intenzivnejše gorenje. Tekočine z nižjim vreliščem so torej nevarnejše kot tekočine z višjim vreliščem, čeprav imajo isto plamenišče.

### *Samovžigna temperatura*

vnetljive snovi je najnižja temperatura, pri kateri se snov v obliki hlapov, megle ali prahu, pomešana z zrakom, lahko vname ali eksplodira brez tujega vira vžiga.

### *Parni tlak*

je ravnotežni tlak nasičenih hlapov nad tekočino pri določeni temperaturi.

### *Eksplozijsko območje*

je določeno s spodnjo eksplozijsko mejo (SEM) in zgornjo eksplozijsko mejo (ZEM) izraženo v volumenskih % ali g/m<sup>3</sup> vnetljivih hlapov, plinov, megle ali prahu, v katerem se gorenje po vžigu iz vira vžiga samostojno širi v še ne gorečo zmes (eksplozija).

### *Podatki o reaktivnosti*

nam povejo ali je snov stabilna (ne reagira hitro) oziroma je reaktivna (hitro reagira).

### *Podatki o toksičnosti*

prikažejo kakšna je možnost, da določena snov povzroča biološke poškodbe. Podatke o toksičnosti najdemo v varnostnih listih.

Podatki o plamenišču, vrelišču, parnem tlaku, temperaturi samovžiga in območju vnetljivosti za nekatere snovi

V spodnji tabeli so navedeni podatki za pet najbolj pogostih vnetljivih kemikalij, ki se uporabljajo v laboratoriju:

Snov	Plamenišče ( $T_{pl}/^{\circ}\text{C}$ )	Vrelišče ( $T_{vr}/^{\circ}\text{C}$ )	Parni tlak ( $p_r/\text{mbar}$ )	Temperatura samovžiga ( $T_{sv}/^{\circ}\text{C}$ )	Območje vnetljivosti (vol. %)
acetone	-19		240	540	2,5–13
dietileter	-45		585	160	1,9–36
metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )	11 c.c.	64,5	128	455	5,5–11
etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )	12 c.c.	78,3	59	425	3,5–15
bencin neosvinčen	< -40	25–215	350–900	250–460	0,6–8
dieselsko gorivo	> 55	160–385	-	> 200	0,6–6,5
benzen ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	-11	80,1	101	555	1,4–8
stiren ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ )	31	145	6	480	1,1–8,9
anilin ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ )	76	77	0,5	540	1,3–11
dimetil sulfid ( $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ )	-37	37	645	205	2,2–9,7

Nevarnost statične elektrike

Pri delu z vnetljivimi kemikalijami obstaja nevarnost, da se zmes hlapov, plinov in prahu z zrakom vžge in eksplodira zaradi statične elektrike. Elektrostatični naboji se spraznijo z iskro ali šopom isker, ki imajo dovolj energije, da lahko vnetljiva zmes eksplodira.

Elektrostatične polnitve nastanejo ne predmetih zaradi influence pri mehaničnem delovanju, kot je dvigovanje, drobljenje, pretakanje, mešanje, izlivanje ipd. Pri elektrostatičnih nabojih so važni specifični upori snovi, specifična električna prevodnost in površinski upor. Lahko prevodne so snovi, ki imajo specifični upor manjši kot  $10^6 \Omega$ . Naelektrijo se tekočine, ki imajo specifični upor večji kot  $10^{10} \Omega$  in trdne snovi z upornostjo več kot  $10^9 \Omega$ .

Nastajanju statične elektrike se izognemo z:

- ozemljitvijo prevodnih delov (vodnik rumeno-zelene barve),
- prevodnimi tlemi,
- prevodno obutvijo in obleko iz bombaža,
- ozemljitvijo posod za pretakanje vnetljivih kemikalij,
- električno inštalacijo v Ex izvedbi,
- ter drugimi ukrepi.



### Nezdružljivost (inkompatibilnost) snovi

Ker uporabljamo v laboratoriju različne kemikalije, pridemo prej ali slej v stik s snovmi, ki so nezdružljive. Mešanje inkompatibilnih kemikalij lahko privede do eksplozije ali tvorbe zelo toksičnih ali gorljivih snovi. HCN (vodikov cianid) je npr. nezdružljiv s kislinami in bazami. S kislinami tvori zelo toksične pare, z bazami pa agresivno reagira.

Nezdružljivi so tudi močni oksidanti in reducenti, vendar predstavljajo resno nevarnost tudi če se mešajo s kemikalijami ki niso tako močni reducenti ali oksidanti. Stopnja nevarnosti je odvisna od količine snovi, tako je v laboratoriju nevarnost manjša, ker so tudi količine manjše, medtem ko je pri večjih količinah (nad 500 g ali 1 L) potrebno ustrezno, ločeno skladiščenje.

V prilogi 1 je navedena tabela nekaterih inkompatibilnih snovi za laboratorijske kemikalije.

### **2.1.2 Zdravstvene škodljivosti pri delu z vnetljivimi kemikalijami**

Nekatere vnetljive kemikalije povzročajo tveganja za zdravje, če vdihavamo njihove hlape ali pare. Poleg tega, da so kemikalije razvrščene med vnetljive, imajo lahko še eno od naslednjih lastnosti:

- Strupenost,
- Rakotvornost,
- Mutagenost,
- Strupenost za razmnoževanje.

Zgoraj navedene škodljivosti za zdravje pri delu z vnetljivimi kemikalijami so podane v poglavju 3 in 4.

### Lastnosti organskih topil

Organsko topilo je katerakoli hlapna organska spojina, ki se uporablja sama ali skupaj z drugimi snovmi, ne da bi se pri tem kemijsko spremenila, za raztapljanje surovin, izdelkov ali odpadnih snovi ali se uporablja kot čistilno sredstvo za raztapljanje nečistoč, kot sredstvo za raztapljanje, disperzni medij, sredstvo za uravnavanje viskoznosti ali površinske napetosti, plastifikator ali kot zaščitno sredstvo.

Vnos organskih topil v telo je:

1. skozi pljuča (dihanje),
2. skozi kožo (resorpcija),
3. skozi prebavila (zaužitje).

Najpogosteje prehajajo organska topila v telo z dihanjem. Pri tem upoštevamo, da je količina topil odvisna od koncentracije, časa izpostavljenosti in od težavnosti dela oziroma hitrosti dihanja. Učinki organskih topil ne telo se delijo na nespecifične in specifične.

a) Nespecifični učinki:

topijo maščobe (na koži topijo maščobni sloj in s tem znižajo odporne karakteristike in pH kože)

- Sistemski učinek, ki se kaže kot depresija osrednjega živčnega sistema (narkotični učinek: najprej pijanost, sledi euforija, zaspanost, narkoza, koma in smrt).
- Takojšen učinek zaradi lokalnega draženja predvsem zgornjih dihal (včasih tudi spodnjih), kar lahko privede tudi do pljučnega edema.
- Na nekatere učinke se lahko privadimo. Medsebojni učinki se med seboj seštevajo, pogosteje pa množijo
- Pri kronični izpostavljenosti povzročajo utrujenost, razdražljivost, glavobol in nespečnost.

b) Specifični učinki

nastopijo z latenco več ur ali dni po zaužitju ali inhalaciji zaradi nastanka toksičnih metabolitov. Prisotnost organskih topil v telesu vpliva na krvotvorne organe, živčni sistem, jetra, ledvice, srce ter na delovanje presnove maščob in ogljikovih hidratov. Pozni specifični učinki delujejo kot rakotvorni (enzen in njegove spojine, anilin), mutageni ali škodljivi za plod (glej poglavje 3).

Ker so organska topila večinoma vnetljiva in eksplozivna pomenijo tudi potencialno nevarnost za požar in nezgode pri delu. Značilno za organska topila je, da so hlapna, njihove pare pa so težje od zraka, zato se kopičijo pri tleh, kar upoštevamo pri načrtovanju prezračevanja v delovnem okolju. Hlape organskih topil zajamemo na viru nastajanja s pomočjo odsesovalnega sistema.

## 2.2 VARNOSTNI UKREPI PRI DELU Z VNETHLJIVIMI KEMIKALIAMI

Pri ravnanju z vnetljivimi tekočinami moramo upoštevati naslednje splošne varnostne ukrepe:

1. Zagotoviti moramo dobro prezračevanje prostora. Glede na relativno gostoto hlapov izsesavamo zrak iz spodnjega ali zgornjega dela prostora.
2. Zagotoviti moramo varnostne ukrepe pred statično elektriko.
3. Tla delovnih prostorov morajo biti odporna proti topilom, vodoodporna in prevodna.
4. Aparature morajo biti ozemljene.
5. V laboratoriju morajo biti stalno pripravljena sredstva za gašenje požara.
6. Hlape odsesavamo na mestu sproščanja.
7. Posode z vnetljivimi tekočinami morajo biti zaprte.
8. Na delovnih mestih hranimo le najmanjše količine, nujno potrebno za delo.
9. Vnetljive tekočine hranimo v posebnih kovinskih omarah za hranjenje vnetljivih tekočin. Omare morajo biti prezračevane.
10. Preprečiti moramo vse vire vžiga. Stroga prepoved kajenja in varjenja.
11. Upoštevamo varnostno-tehnične podatke v varnostnih listih in oznake na embalaži.
12. Uporaba osebne varovalne opreme.

### 3 STRUPENE KEMIKALIJE

“Only the dose makes a poison.” Paracelsus (1493 – 1541)



Slika 2: Aureoleus Phillipus Theostratus Bombastus von Hohenheim – »Paracelsus,«  
(11 nov. ali 17 Dec. 1493, Einsiedeln, Switz.; 24 Sept. 1541, Salzburg)

#### 3.1 LASTNOSTI STRUPENIH KEMIKALIJ

**STRUP** je vsaka snov, ki škoduje človeškemu organizmu, če pride na površino telesa ali če se vanj vnese. Je snov, ki glede na količino in sestavo moti funkcioniranje in anatomsko zgradbo telesa. Strupene snovi delujejo takoj (akutno delovanje) ali z zakasnitvijo (kronično delovanje). Na telo vplivajo splošno ali lokalno.

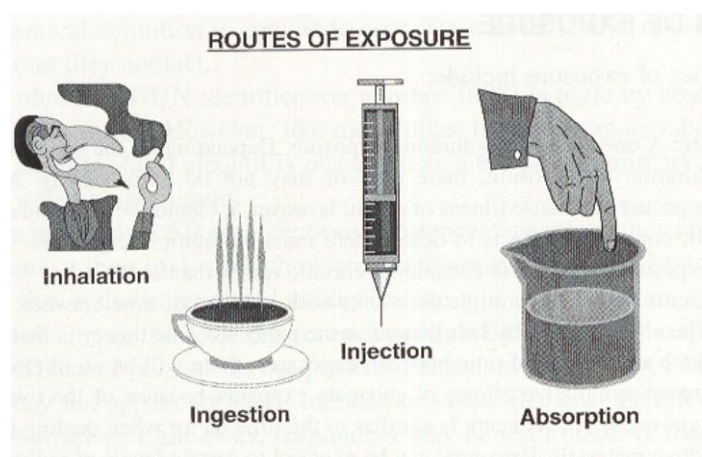
**ŠKODLJIVE SNOVI** so tiste, ki v času proizvodnje, transporta, skladiščenja ali uporabe uhajajo ali se tvorijo in s tem povzročajo infektivne, dražilne, dušljive, strupene ali druge škodljivosti: prah, dim, plin, megla, pare, ali vlakna v količinah, ki lahko prizadenejo zdravje oseb, ki z njimi pridejo v stik.

**TOKSIKOLOGIJA** je veda, ki zasleduje škodljive vplive čistih kemikalij ali njihovih zmesi na žive organizme. Toksikologija obsega študij interakcij med kemijskim in biološkim sistemom z namenom, da se kvantitativno določi možnost škodljivega delovanja na nepoškodovane žive organizme in raziskuje naravo, učinke, mehanizme in reverzibilnost škodljivih učinkov.

**STRUPENOST** snovi je zmožnost, da ta snov povzroča biološke poškodbe.

Strupene kemikalije lahko vstopajo v organizem pri:

- vdihavanju,
- zaužitju,
- stiku s kožo ali očmi,
- vbrizgu.



Slika 3: Način vstopa strupene kemikalije v telo

Merilo za strupenost je **LD<sub>50</sub>** vrednost (lethal dose, smrtonosna količina) je količina snovi (mg snovi/kg telesne teže), ki povzroči odmrtnje ali pogin 50 % testnih osebkov v 14 dneh.

**LC<sub>50</sub>** vrednost (lethal concentration, smrtonosna koncentracija) je koncentracija snovi (mg ali cm<sup>3</sup> snovi/m<sup>3</sup>), ki povzroči odmrtnje ali pogin 50 % testnih osebkov v 14 dneh.

Tabela 1: LD<sub>50</sub> vrednosti za nekaj kemikalij

Snov	LD <sub>50</sub> /mg/kg
Sladkor	29.000
Etilni alkohol	14.000
Natrijev klorid	3.000
Vitamin A	2.000
Aspirin	1.000
Kofein	192
Natrijev nitrat	85
Nikotin	53
Natrijev cianid	6,4
Strihnin	2,5

Za način vstopa v telo je pomembno agregatno stanje snovi. Plini običajno delujejo na organizem preko dihal. Tekočine delujejo predvsem na kožo, tako da jo najedajo, razmaščujejo, povzročajo ekceme ali pronicajo skozi kožo v organizem. V obliki hlapov in aerosolov pa prodirajo v organizem tudi preko dihal in lahko vplivajo na oči. Trdne snovi lahko vstopajo z zaužitjem, v kolikor so v obliki drobnih prašnih delcev lahko vstopajo tudi z vdihavanjem.

Na stopnjo zdravstvene okvare vplivajo:

1. kemična sestava snovi,
2. koncentracija snovi,
3. čas izpostavljenosti.

Koncentracije snovi v zraku na delovnem mestu, pri kateri pri izpostavljenih delavcih običajno ne pričakujemo negativnih učinkov na zdravje so podane s t.i. mejnimi vrednostmi za poklicno izpostavljenost.

### MV – mejna vrednost za poklicno izpostavljenost

**MEJNA VREDNOST (MV, TLV-TWA)** za poklicno izpostavljenost pomeni povprečno koncentracijo nevarne kemične snovi v zraku na delovnem mestu znotraj območja vdihavanja, ki na splošno ne škoduje zdravju delavca, če delavec dela pri koncentraciji nevarnih kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu, ki je manjša ali enaka mejni vrednosti nevarne kemične snovi, 8 ur na dan oz. 40 ur na teden, polno delovno dobo, pri normalnih mikroklimatskih razmerah (20 °C in  $1,013 \cdot 10^5$  Pa) in pri fizično lahkem delu. Izraža je v mL/m<sup>3</sup> (ppm) ali mg/m<sup>3</sup>.

**KRATKOTRAJNA VREDNOST (KTV, TLV-STEL)** pomeni dovoljeno odstopanje od mejne vrednosti nevarne snovi navzgor za krajša obdobja oziroma faktor, s katerim množimo mejno vrednost, da dobimo koncentracijo snovi, ki ji je delavec brez nevarnosti za zdravje lahko izpostavljen krajši čas. Izpostavljenost kratkotrajni vrednosti snovi lahko traja največ 15 min in se ne sme ponoviti več kot štirikrat v delovni izmeni, med dvema izpostavljenostma tej koncentraciji pa mora preteči najmanj 60 minut. Izraža je v mL/m<sup>3</sup> (ppm) ali mg/m<sup>3</sup>.

**TEHNIČNO DOSEGLJIVA KONCENTRACIJA (TDK)** je koncentracija snovi na delovnem mestu, ki jo je glede na stanje tehnike mogoče doseči in še mogoče tolerirati in ki jo je treba upoštevati kot kriterij za primerne varnostne ukrepe in mersko tehnično kontrolo ne delovnem mestu. TDK se nanaša le na rakotvorne snovi, kjer ne bo mogoče postaviti utemeljenih mejnih vrednosti na delovnem mestu. TDK naj bi zmanjševala nevarnosti zdravstvenih okvar, vendar jih ne more popolnoma izključiti.

Tabela 2: Seznam nekaterih blapnih organskih snovi z MV in KTV vrednostmi\*

Kemijsko ime	MV (mg/m <sup>3</sup> )	KTV*	Skupina rakotvornosti
ACETON	1210		
DIETIL ETER	308	2	
BENZEN	3,25	4	1
ETANOL	1900	4	
METANOL	260		
DIKLOROMETAN	350	4	2

KTV\* pomeni faktor, s katerim množimo MV

**BIOLOŠKA MEJNA VREDNOST (BAT)** je koncentracija snovi na delovnem mestu, ki jo je glede na stanje tehnike mogoče doseči in še mogoče tolerirati in ki jo je treba upoštevati kot kriterij za primerne varnostne ukrepe in mersko tehnično kontrolo ne delovnem mestu.

### 3.2 RAZDELITEV STRUPENIH SNOVI

Nevarne kemikalije so snovi ali zmesi, ki ustrezajo kriterijem za fizikalne nevarnosti, nevarnosti za zdravje ali nevarnosti za okolje, opredeljene v Prilogi I Uredbe (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006, UL L št. 353 z dne 31. 12. 2008. V skladu z Uredbo o izvajanju Uredbe (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006 (Uradni list RS, št. 56/10) in 2. Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o kemikalijah (ZKem-C) (Uradni list RS, št. 9/11) so nevarne snovi razvrščene v naslednje razrede nevarnosti:

1. FIZIKALNE NEVARNOSTI
2. NEVARNOSTI ZA ZDRAVJE
3. NEVARNOSTI ZA OKOLJE.

Kategorije nevarnosti znotraj razreda nevarnosti za zdravje so:

2.1.	Akutna strupenost
2.2.	Jedkost za kožo/draženje kože
2.3.	Huda poškodba oči/draženje oči
2.4.	Preobčutljivost dihal ali kože
2.5.	Mutagenost za zarodne celice
2.6.	Rakotvornost
2.7.	Strupenost za razmnoževanje
2.8.	Specifična strupenost za ciljne organe – enkratna izpostavljenost_STOT
2.9.	Specifična strupenost za ciljne organe – ponavljajoča izpostavljenost_STOT
2.10.	Nevarnost pri vdihavanju

STOT- Specifična strupenost za ciljne organe (Specific Target Organ Toxicity)





Strupene kemikalije so po zakonu o kemikalijah iz leta 2003 razdeljene v tri skupine:

1. zelo strupene kemikalije,
2. strupene kemikalije,
3. zdravju škodljive kemikalije.

	<b>LD<sub>50</sub> zastropitev skozi usta mg/kg</b>	<b>LD<sub>50</sub> zastropitev skozi kožo mg/kg</b>	<b>LC<sub>50</sub> zastropitev z vdihavanjem mg/L (4 ure)</b>
zelo strupeno	< 25	<50	<0,5
strupeno	25-200	50-400	0,5-2
zdravju škodljivo	200-2000	400-2000	2-20

### 3.3 OZNAČEVANJE STRUPENIH SNOVI

Strupene kemikalije prepoznamo na osnovi naslednjih piktogramov za nevarnost:

Piktogram za nevarnost	Nevarnost
	Akutna strupenost (oralno, dermalno, pri vdihavanju).
	Jedkost za kožo. Hude poškodbe oči.
	Preobčutljivost dihal. Mutagenost za zarodne celice. Rakotvornost. Strupenost za razmnoževanje. Specifična strupenost za posamezne organe – enkratna izpostavljenost. Specifična strupenost za posamezne organe – ponavljajoča se izpostavljenost. Nevarnost pri vdihavanju.
	Akutna strupenost (oralno, dermalno, pri vdihavanju). Draženje kože. Draženje oči. Preobčutljivost kože. Specifična strupenost za posamezne organe – enkratna izpostavljenost. Draženje dihalnih poti. Narkotični učinki.



Po zakonu o kemikalijah iz leta 2003 se označujejo s simboli:

Kot strupene snovi se označujejo tudi naslednje kemikalije:

1. rakotvorne kemikalije,
2. mutagene kemikalije,
3. kemikalije, ki so strupene za razmnoževanje.

### 3.3.1 Rakotvorne kemikalije

Rakotvorna snov je snov ali zmes snovi, ki povzroča raka ali povečuje njegovo pojavnost. Snovi, ki so povzročile benigne in maligne tumorje pri dobro opravljenih eksperimentalnih študijah na živalih, se obravnavajo kot snovi, za katere se domneva ali sumi, da so rakotvorne snovi za ljudi, razen če obstajajo trdni dokazi, da mehanizem tvorjenja tumorja ni povezan z ljudmi.

Zaradi razvrščanja glede na rakotvornost se snovi uvrstijo v eno od dveh kategorij na podlagi trdnosti dokazov in dodatnih preudarkih (zanesljivost dokazov). V nekaterih primerih se lahko odobri razvrstitev na podlagi načina izpostavljenosti, če obstajajo trdni dokazi, da noben drug način izpostavljenosti ne povzroča.

Kategorije	Kriterij
1	Snovi, za katere je znano ali se domneva, da so rakotvorne za ljudi Snov se razvrsti v kategorijo 1 glede na rakotvornost na podlagi epidemioloških podatkov in/ali podatkov o živalih. Snov se lahko dodatno loči kot kategorija 1A, kamor spadajo snovi, za katere je znano, da imajo zmožnost za rakotvornost za ljudi, večinoma na podlagi dokazov pri ljudeh.
1A 1B	Kategorija 1B, Snovi, za katere se domneva, da imajo zmožnost za rakotvornost za ljudi; opredelitev v veliki meri temelji na dokazih pri živalih. Razvrstitev v kategorijo 1A in 1B temelji na trdnosti dokazov in dodatnih preudarkih. Takšni dokazi lahko izhajajo iz: <ul style="list-style-type: none"> <li>• študij na ljudeh, ki vzpostavljajo vzročni odnos med izpostavljenostjo ljudi snovi in razvojem raka (znana rakotvorna snov za ljudi) ali</li> <li>• testov na živalih, za katere je dovolj dokazov za ugotovitev rakotvornosti za živali (domnevno rakotvorna snov za ljudi).</li> </ul> Poleg tega se lahko na podlagi znanstvene presoje za vsak primer posebej odloči o domnevni rakotvornosti za ljudi, kadar se izhaja iz študij, ki katerih rezultat so omejeni dokazi o rakotvornosti za ljudi v povezavi z omejenimi dokazi o rakotvornosti pri testnih živalih.
2	Snovi, pri katerih obstaja sum rakotvornosti za ljudi. Uvrstitev snovi v kategorijo 2 temelji na dokazih iz študij na ljudeh in/ali živalih, ki pa niso dovolj prepričljivi za uvrstitev snovi v kategorijo 1A ali 1B na podlagi zanesljivosti dokazov skupaj z dodatnimi preudarki. Takšni dokazi lahko izhajajo iz omejenih dokazov rakotvornosti v študijah na ljudeh ali omejenih dokazov rakotvornosti v študijah na živalih.



### 3.3.2 Mutagene kemikalije

Mutacija je trajna sprememba količine ali strukture genskega materiala v celici. Izraz „mutacija“ se uporablja za dedne genetske spremembe, ki se lahko kažejo v spremembah DNK, kadar so znane (vključno s posebnimi spremembami baznih parov in translokacijami kromosomov), in na iz teh sprememb izvirajoči fenotipski ravni. Izraza „mutageno“ in „mutagenost“ se bosta uporabljala za aktivne snovi, ki povečujejo število mutacij pri populacijah celic in/ali organizmov.

Bolj splošna izraza „genotoksičen“ in „genotoksičnost“ se uporabljata za aktivne snovi ali postopke, ki spreminjajo strukturo, vsebino informacij ali ločevanje DNK, vključno s tistimi, ki povzročajo poškodbe DNK z oviranjem običajnih postopkov podvajanja ali ki na nefiziološki način (začasno) spreminjajo podvajanje.

Rezultati testov genotoksičnosti se običajno obravnavajo kot kazalniki mutagenih učinkov.

Kategorije nevarnosti za mutagene snovi zarodnih celic

Kategorije	Kriterij
1	Snovi, ki povzročajo dedne mutacije ali se obravnavajo kot povzročitelji dednih mutacij v zarodnih celicah ljudi. Snovi, ki povzročajo dedne mutacije v zarodnih celicah ljudi.
1A	Razvrstitev v kategorijo 1A temelji na pozitivnem dokazu epidemioloških študij na ljudeh. Snovi, ki se obravnavajo kot povzročitelji dednih mutacij v zarodnih celicah ljudi.
1B	Razvrstitev v kategorijo 1B temelji na: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivnih rezultatih testov mutagenosti dednih zarodnih celic na sesalcih in vivo ali</li> <li>• pozitivnih rezultatih testov mutagenosti somatskih celic na sesalcih in vivo v povezavi z nekaterimi dokazi, da lahko snov povzroči mutacije zarodnih celic. Ti podporni dokazi lahko izhajajo iz testov mutagenosti/genotoksičnosti zarodnih celic in vivo ali s prikazom zmožnosti snovi ali njenega(-ih) metabolita (-ov), da medsebojno vpliva(-jo) na genski material zarodnih celic ali</li> <li>• pozitivni rezultati testov, ki kažejo mutagene učinke v zarodnih celicah ljudi, brez prikaza prenosa na potomce; na primer pogostejša aneuploidija v moških spolnih celicah izpostavljenih oseb.</li> </ul>
2	Snovi, ki vzbujajo skrb zaradi morebitnega povzročanja dednih mutacij v zarodnih celicah ljudi. Razvrstitev v kategorijo 2 temelji na: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivnih dokazih testov na sesalcih in/ali v nekaterih primerih poskusov in vitro:</li> <li>• testov mutagenosti somatskih celic na sesalcih in vivo ali</li> <li>• drugih testov genotoksičnosti somatskih celic in vivo, ki jih podpirajo pozitivni rezultati testov mutagenosti in vitro. Opomba: Snovi, ki so pozitivne pri testih mutagenosti na sesalcih in vitro in ki kažejo tudi kemijsko razmerje med strukturo in aktivnostjo za znane mutagene snovi zarodnih celic, se obravnavajo pri razvrstitvi kot mutagene snovi kategorije 2.</li> </ul>

### **3.3.3 Kemikalije, ki so strupene za razmnoževanje**

Strupenost za razmnoževanje zajema zmanjšanje razmnoževalnih funkcij ali sposobnosti pri moških in ženskah in nastajanje nedednih škodljivih učinkov na potomstvo. Deli se na dva glavna dela:

1. Učinki na plodnost moških ali žensk.
2. Strupenost za razvoj plodu v svojem najširšem pomenu zajema vse učinke, ki vplivajo na normalen razvoj, bodisi pred rojstvom ali po njem.

Strupenost za razmnoževanje vključuje škodljive učinke na spolno delovanje in plodnost pri odraslih moških in ženskah ter strupenost za razvoj pri potomcih.

V tem sistemu razvrstitve je strupenost za razmnoževanje razdeljena v dve glavni poglavji:

- a) škodljivi učinki na spolno delovanje in plodnost;
- b) škodljivi učinki na razvoj potomcev.

Nekateri strupeni učinki za razmnoževanje se ne morejo točno določiti kot škodljivost za spolno delovanje in plodnost ali strupenost za razvoj. Kljub temu se snovi s temi učinki ali zmesi, ki jih vsebujejo, razvrstijo kot strupene snovi za razmnoževanje.

Zaradi sistema razvrstitve se razred nevarnosti strupenost za razmnoževanje deli na:

- škodljive učinke
- na spolno delovanje in plodnost ali
- razvoj;
- učinke na dojenje ali prek dojenja.

Kategorije nevarnosti za strupene snovi za razmnoževanje (a)

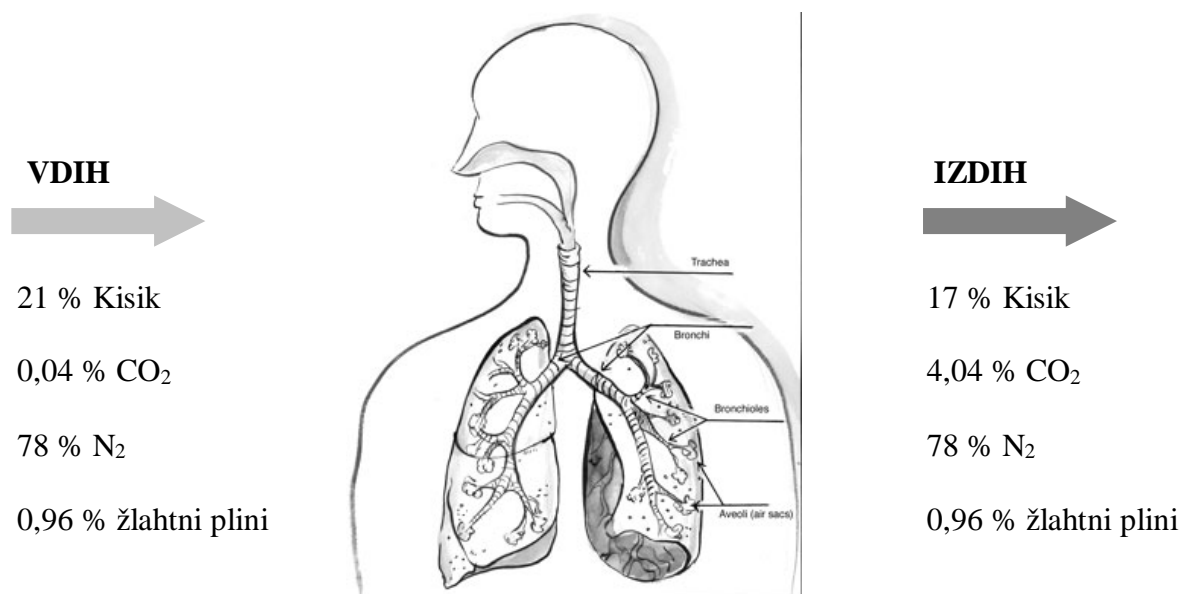
Kategorije	Kriterij
1	Snovi, za katere je znano ali se domneva, da so strupene za razmnoževanje za ljudi. Snovi so razvrščene v kategorijo 1 glede na strupenost za razmnoževanje, kadar je znano, da povzročajo škodljive učinke na spolno delovanje in plodnost ali na razvoj ljudi ali kadar obstajajo dokazi študij na živalih, ki so, če je mogoče, dopolnjeni z drugimi informacijami, na podlagi katerih se močno domneva, da lahko snov ovira razmnoževanje pri ljudeh. Razvrstitev snovi se dodatno loči glede na to, ali dokazi za razvrstitev temeljijo predvsem na podatkih o ljudeh (kategorija 1A) ali živalih (kategorija 1B).
1A	Snovi, za katere je znano, da so strupene za razmnoževanje za ljudi. Razvrstitev snovi v kategorijo 1A večinoma temelji na dokazih pri ljudeh.
1B	Snovi, za katere se domneva, da so strupene za razmnoževanje za ljudi. Razvrstitev snovi v kategorijo 1B večinoma temelji na podatkih iz študij na živalih. Takšni podatki so jasen dokaz škodljivega učinka na spolno delovanje in plodnost ali na razvoj v odsotnosti drugih strupenih učinkov ali pa se škodljivi učinek na razmnoževanje, če se pojavi skupaj z drugimi strupenimi učinki, ne šteje za sekundarno splošno posledico drugih strupenih učinkov. Kadar obstajajo informacije o mehanizmih, ki povzročajo dvom o pomembnosti učinka na ljudi, pa je primernejša razvrstitev v kategorijo 2.
2	Snovi, pri katerih obstaja sum, da so strupene za razmnoževanje za ljudi. Snovi so razvrščene v kategorijo 2 glede na strupenost za razmnoževanje, kadar obstajajo dokazi pri ljudeh ali testnih živalih, ki so, če je mogoče, dopolnjeni z drugimi informacijami, o škodljivem učinku na spolno delovanje in plodnost ali na razvoj in kadar dokazi niso dovolj prepričljivi za uvrstitev snovi v kategorijo 1. Zaradi pomanjkljivosti študije je lahko kakovost dokazov manj prepričljiva, zato je primernejša razvrstitev v kategorijo 2. Takšni učinki morajo biti opaženi, kadar ni drugih strupenih učinkov ali pa se škodljivi učinek na razmnoževanje, če se pojavi skupaj z drugimi strupenimi učinki, ne šteje za drugotno splošno posledico drugih strupenih učinkov.

### 3.3.4 Varnostni ukrepi pri delu z rakotvornimi mutagenimi kemikalijami ter kemikalijami, strupenimi za razmnoževanje (CRM kemikalije)

1. Zamenjava CRM kemikalij z drugimi nenevarnimi ali manj nevarnimi.
2. Izbor manj nevarnih tehnoloških procesov (npr., da trdne snovi v obliki prahu, ki povzročajo raka, spremenimo v suspenzije ali granulate).
3. Meritve koncentracij snovi na delovnem mestu.
4. Navodila za varno delo nameščena na delovnem mestu. Iz njih morajo biti razvidni podatki o nevarnem učinku CRM kemikalij in o ukrepih, ki so potrebni za zaščito pred njimi.
5. V laboratoriju moramo vsa dela z izvajati v digestoriju ali v zaprtih aparataturah.
6. Osebe, ki rokujejo s CRM kemikalijami moramo poučiti o nevarnostih učinkov izpostavljenosti tem kemikalijam in o ukrepih, ki so potrebni za zaščito pred njimi.
7. Poostren higienski režim.
8. Izvajanje zdravstvenih pregledov oseb, ki rokujejo s CRM kemikalijami.
9. S CRM kemikalijami ne smejo rokovati nosečnice in osebe, mlajše od 18 let.

## 4 OPREMA ZA VAROVANJE DIHAL

Dihanje je proces, ki je nujen za življenje. Telesne celice namreč za življenje potrebujejo kisik, s katerim se naše telo oskrbuje iz zraka s pomočjo procesa dihanja. Z vdihom pride v pljuča svež zrak in v njih omogoči izmenjavo kisika in ogljikovega dioksida. Pri tem se kisik iz vdihnjene zraka prenese na krvne prenašalce kisika, vdihnen zrak pa se sočasno obogati z ogljikovim dioksidom, ki se prenese iz krvi. Ogljikov dioksid je namreč produkt celičnega dihanja. Ob izdihu je v izdihanem zraku tako koncentracija kisika manjša, koncentracija ogljikovega dioksida pa večja kot v izdihanem zraku. Številčne vrednosti koncentracij so prikazane na sliki 5, ki prikazuje povprečno sestavo vdihanega in izdihanega zraka. V vdihanem zraku je kar 78 % dušika, ki je z vidika dihanja inerten osnovni plin. Vdihan zrak vsebuje še okoli 21 % kisika in 0,04% ogljikovega dioksida. V izdihanem zraku pa je v povprečju okoli 17 % kisika in 4 % ogljikovega dioksida. Izdihani zrak je običajno tudi bolj vlažen.



Slika 4: Shematski prikaz dihalne poti in sestave vdihanega in izdihanega zraka

Če so v zraku prisotne škodljive snovi oziroma, če je njihova koncentracija višja od dovoljene mejne vrednosti (MV), govorimo o onesnaženju zraka in moramo dihala ustrezno zavarovati. V zvezi z zaščito dihal so pomembni naslednji 4 koraki:

### *Poznavanje nevarnosti*

Pred izbiro ustrezne osebne varovalne opreme za zaščito dihal je potrebno poznati agregatno stanje oziroma vrsto škodljive snovi, pred katero se bomo zavarovali. Snovi, ki so škodljive za dihala, so namreč lahko v obliki prahu, dima, megle ali plina. Zelo nevaren je lahko tudi primanjkljaj kisika v zraku ali pa zrak izredno nizke ali visoke temperature.

### *Vpliv škodljivih snovi na zdravje*

Ko so škodljive snovi identificirane, moramo prepoznati in ovrednotiti njihove škodljive vplive na zdravje. Ti podatki so pomembni tudi z vidika boljše motivacije za dejansko uporabo in nošenje osebne varovalne opreme.

### *Izbira ustrezne zaščite za dihala*

Obstaja več vrst osebne varovalne opreme za zaščito dihal z zelo različnimi učinki in tudi področji uporabe. Najbolj univerzalna osebna varovalna oprema za zaščito dihal je izolirni dihalni aparat (IDA), vendar pa tako visoka stopnja zaščite dihal pri običajnem delu v večini primerov niti ni potrebna in bi predstavljala pretirano oviro pri delu. Običajno je zadovoljiv že ustrezen filtrirni sistem z masko oziroma filtrom za zaščito pred delci, aerosoli, plini, parami ipd. Pri izbiri osebne varovalne zaščite na osnovi filtriranja zraka pa je seveda potrebno paziti na konkreten namen uporabe (škodljivo snov), saj se sicer lahko zgodi, da zaščite ne bo oziroma bo ta neustrezna.

### *Izobraževanje in usposabljanje za uporabo izbrane osebne varovalne opreme*

Uporabnik mora znati izbrati ustrezno opremo za varovanje svojih dihal in jo tudi pravilno in vestno uporabljati. Zato je pomembno, da je uporabnik usposobljen za pravilno namestitev opreme na obraz, njeno uporabo in tudi njeno vzdrževanje. Prav tako je nujno redno preverjanje tesnosti osebne varovalne opreme za zaščito dihal pred vstopom v nevarno območje, saj s tem preverimo ustreznost zaščite.

Osebno varovalno opremo za zaščito dihal lahko delimo glede na način kroženja kisika v njej na opremo z odprtim, polodprtim in zaprtim krogom. V prvem primeru zrak za dihanje zajemamo neposredno iz okolice, v katero se izdihani zrak tudi vrača. V drugem primeru zrak za dihanje zajemamo iz neke tlačne posode oziroma posode, kjer kisik nastaja po kemijskem postopku, izdihani zrak pa se izpusti v okolico. V primeru zaprtega kroga pa se izdihani zrak vrača nazaj v sistem, se pa pred ponovnim vdihavanjem preko ustreznega procesa delno prečisti. Slednji princip omogoča podaljšanje avtonomije dihalnega aparata.

Osebno varovalno opremo za zaščito dihal pa lahko delimo tudi glede na način delovanja, in sicer na sisteme z očiščevanjem zraka s pomočjo filtracije in izolirne dihalne sisteme z dovajanjem zraka ali kisika iz neonesnaženega vira.

## **4.1 FILTRIRNE NAPRAVE**

Filtrirni sistemi za zaščito dihal so uporabni le v primerih, ko je v zraku vsaj 17 vol. % kisika, koncentracija onesnaževalca pa ni previsoka (običajno do 1 vol. %). Delujejo na principu filtracije pri čemer potuje zrak, ki ga vdihavamo, predhodno skozi filter, ki odstrani onesnaževalce. Filtracijo lahko dosežemo na osnovi različnih mehanizmov, kot to na primer prikazuje slika 6. Ti mehanizmi so naslednji:

- *Ujetje z usedanjem* – večji delci (običajno nad 2 mm) zaradi gravitacije sedimentirajo v filtru.
- *Ujetje z naletom* – gre za inercialno zagozditev, ki se običajno zgodi delcem velikosti med 0,5 do 2 mm. Ti namreč zaradi vztrajnosti ne morejo slediti ukrivljeni poti plina med vlakni filtra, zato se prej ali slej zaletijo v vlakno in se na njem zadržijo.
- *Ujetje z direktnim prestržanjem* – delci med 0,05 in 0,5 mm lahko sledijo poti plina med vlakni filtra, a se vseeno lahko zgodi, da se pri tem dotaknejo vlakna in se na njem zadržijo.
- *Ujetje z difuzijo* – manjši delci (običajno pod 0,1 mm) se zaradi difuzije v toku plina zaletijo v vlakno in se na njem zadržijo.
- *Ujetje zaradi elektrostatskega privlaka* – nabiti delci se zaradi elektrostatskega privlaka zadanejo ob vlakno in se na njem zadržijo.



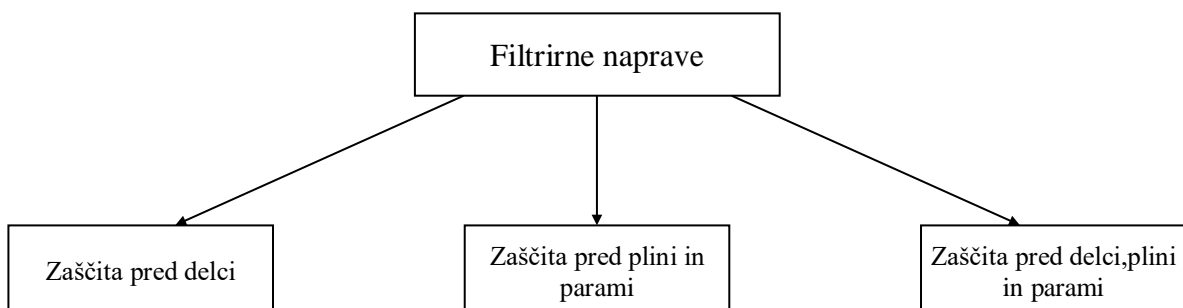
Slika 5: Shematski prikaz različnih mehanizmov filtracije

Filtri v osebni varovalni opremi za zaščito dihal so običajno večslojni, kar preprečuje njihovo hitro zamašitev, in lahko izkoriščajo enega ali kombinacijo več mehanizmov. Tako poznamo:

- **Mehanske filtre**, ki izkoriščajo mehansko filtracijo. Njihova učinkovitost je odvisna od števila vlaken v filtru, ki lovijo prašne delce, večja količina polnila pa na žalost pomeni tudi večji upor za dihanje.
- **Elektrostatske filtre**, ki vsebujejo vlakna, ki so statično nabita. Takšna vlakna privlačijo nabite prašne delce, zato je potrebno manj polnila za enako učinkovitost kot pri mehanskem filtriranju.
- **Kombinirane filtre** – kombinacija mehanskih in elektrostatskih filtrov je potrebna, ko prašni delci niso nujno nabiti – npr. oljni aerosoli. Običajno so to zelo učinkoviti filtri, njihov upor za dihanje pa ni velik.

#### 4.1.1 Delitev filtrirnih naprav

Glede na vrsto onesnaževalca filtrirne naprave ločimo na naprave za zaščito pred delci, naprave za zaščito pred plini in parami in naprave za zaščito pred delci, plini in parami, kot to prikazuje shema na sliki 6.



Slika 6: Shematski prikaz delitve filtrirnih naprav glede na vrsto onesnaževalca

Po načinu izvedbe pa jih delimo na respiratorje in obrazne maske. Respiratorji imajo filter v obliki obrazne maske, kot je to prikazano na sliki 7, skozi katerega vdihavamo in tudi izdihavamo zrak.



*Slika 7: Prikaz običajnega respiratorja*

Primeri celoobrazne in polobrazne maske sta prikazana na sliki 8. Celoobrazna maska pokriva usta, nos, brado in oči in vsebuje tudi notranjo masko, ki usmerja zrak in preprečuje rosenje stekla maske z notranje strani. Polobrazna maska pa pokriva le usta, nos in brado, poznamo pa tudi izvedbe le z ustnikom s filtrirno napravo in ščipalko za zatesnitev nosu.



*Slika 8: Prikaz celoobrazne in polobrazne maske*

#### **4.1.2 Izbira ustrezne filtrirne naprave**

Ustrezno filtrirno napravo izberemo ob upoštevanju agregatnega stanja onesnaževalca v zraku (prah, plini, pare), vrste onesnaževalca in koncentracije onesnaževalca (osnova za to so meritve koncentracije onesnaževalca v zraku). Največjo pozornost pri izbiri ustrezne filtrirne naprave je potrebno nameniti filtru. Kombinirano varovanje pred delci, parami in plini dosežemo s kombinacijo mehanskega filtra, ki zaustavi delce (prah in aerosole), in aktivnega polnila, ki lahko absorbira strupene pare in pline. V tabeli 3 so prikazane karakteristične lastnosti filtrov glede na vrsto onesnaževalca in stopnjo zmogljivosti ujetja.

Tabela 3: Karakteristične lastnosti različnih razredov filtrov

	Razred filtra	Ščiti pred	Najvišja dopustna koncentracija onesnaževalca
<b>Filter za zaščito pred plini</b>		plini, parami	
		Zmogljivost:	
	1	nizka	0,1 vol % (1000 ppm)
	2	srednja	0,5 vol % (5000 ppm)
	3	visoka	1,0 vol % (10.000 ppm)
<b>Filter za zaščito pred delci</b>		delci	
		Zmogljivost:	
	1	nizka	4x prekoračena MV
	2	srednja	12x prekoračena MV
	3	visoka	25x prekoračena MV
<b>Kombinirani filter</b>	npr.	plini, parami in delci	
	1 - P2		
	2 - P2		vrednosti odvisne glede na kombinacije
	2 - P3		
	3 - P3		

Filtri za zaščito proti param in plinom so označeni z barvnimi pasovi, ki so natisnjeni po obsegu cedila filtra in nakazujejo vrsto onesnaževalca (plina ali pare). Pomen posamezne barve in odgovarjajoče oznake je pojasnjen v tabeli 4.

Tabela 4: Pomen barvnih oznak filtrov

Barva	Oznaka filtra	Glavno območje uporabe
Rjava	AX	Plini in pare organskih spojin. Vrelišče pod 65 °C.
Rjava	A	Plini in pare organskih spojin. Vrelišče nad 65 °C.
Siva	B	Anorganske pare in plini npr. klor, vodikov sulfid, vodikov cianid.
Rumena	E	Klorovodik, žveplov dioksid
Zelena	K	Amoniak in njegovi derivati
Črna	CO	Ogljikov monoksid
Rdeča	Hg	Pare živega srebra
Modra	NO	Nitrozni plini (vključno dušikov monoksid)
Bela	P	Delci



## 4.2 DIHALNI APARATI

Dihalne aparate je potrebno uporabiti namesto filtrirnih naprav v primeru:

- ko je vsebnost kisika v prostoru nižja od 17 vol %,
- ko smo v slabo prezračevanih prostorih, kot so cisterne, rezervoarji, tuneli ipd.,
- ko ni znana koncentracija škodljivih snovi,
- ko je koncentracija škodljivih snovi višja kot je zmogljivost filtrirnih naprav,
- ko imamo opravka s škodljivimi snovmi, ki imajo slabe opozorilne lastnosti kot so neprijeten vonj, okus ali druga draženja (npr. anilin, benzol, heksan, metil klorid, metanol, mravljična kislina).

Dihalne aparate glede na dovod zraka delimo na cevne dihalne aparate, pri katerih se zrak dovaja po cevi, in izolirne dihalne aparate (IDA), ki imajo svoj rezervoar z zrakom. Pri cevnih dihalnih aparatih se zrak lahko dovaja s pomočjo črpalke, ali pa se dovaja komprimiran zrak, kot je prikazano na sliki 9. Na sliki 10 pa je prikazan IDA, ki je oskrbovan z zrakom iz lastnega izvora (jeklenke).



Slika 9: Prikaz cevnega dihalnega aparata



Slika 10: Prikaz izolirnega dihalnega aparata

## **5 SPISEK UPORABLJENE LITERATURE**

1. Uredba št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006
2. Zakon o kemikalijah (Ur. l. RS št. 110/2003)
3. Praktične smernice za delo z nevarnimi kemičnimi snovmi (Ur. l. RS št. 50/03, 78/18)
4. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Uradni list RS, št. 100/01, 39/05, 53/07, 102/10, 43/11 – ZVZD-1, 38/15 in 78/18)
5. Prudent Practice in the Laboratory, National Research Council, USA, 1995
6. Robert Burke: Hazardous material chemistry for emergency responders, USA 1997
7. SIST EN 132 Oprema za varovanje dihal - Definicije
8. SIST EN 133 Oprema za varovanje dihal - Razvrstitev
9. Katalogi proizvajalcev opreme za varovanje dihal: Dräger in 3M
10. Uredba o mejnih vrednostih emisije hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav, v katerih se uporabljajo organska topila (Ur. l. RS št. 35/15 in 58/16)

## Priloga 1: Tabela nezdružljivih (inkompatibilnih) kemikalij

V levem stolpcu so snovi, ki ne smejo priti v stik s snovmi v desnem stolpcu v nekontroliranih pogojih.

očetna kislina	peroksidi, permanganati kromove (VI) spojine, dušikova (V) kislina
acetanhidrid	spojine s hidroksilno skupino kot so etilenglikol, perklorna kislina
acetona	zmes koncentrirane dušikove in žveplene kisline, vodikov peroksid
aceten	klor, brom, baker, srebro, fluor, živo srebro
natrij, kalij, aluminijev prah	CO <sub>2</sub> , CCl <sub>4</sub> , ostali klorirani ogljikovodiki (prepovedana uporaba vode, pene in prahu za gašenje-uporabljammo samo suh pesek)
amoniak	živo srebro, klor, kalcijev hipoklorit, jod, brom, vodikov fluorid
amonijev nitrat	kislina, kovinski prahovi, vnetljive tekočine, klorati, nitrati, žveplo, prah trdnih organskih snovi, goriva
anilin	dušikova kislina, vodikov peroksid
brom	amoniak, aceten, butadien, naftni plini, natrijev karbid, terpentin, benzen, kovinski prahovi
kalcijev oksid	voda
aktivno oglje	kalcijev hipoklorit, ostali oksidanti
klorati	amonijeve soli, kislina, kovinski prahovi, žveplo, prah trdnih organskih snovi, goriva
kromove (VI) spojine	očetna kislina, naftalin, kafra, glicerol, terpentin, benzen, kovinski prahovi
klor	amoniak, aceten, butadien, butan, ostali plinasti ogljikovodiki, vodik, natrijev karbid, terpentin, benzen, kovinski prahovi
klorov dioksid	amoniak, metan, fosfor, vodikov sulfid
baker	aceten, vodikov peroksid
fluor	vse snovi
hidrazin	vodikov peroksid, dušikova kislina, vsi oksidanti
ogljikovodiki (benzen, butan, propan, bencin, terpentin...)	fluor, klor, brom, kromova kislina, peroksidi
cianovodikova kislina	dušikova kislina, baze
fluorovodikova kislina (brezvodna), vodikov fluorid	amoniak
vodikov sulfid	hlapi dušikove kisline, oksidativni plini

jod	acetilen, amoniak
živo srebro	acetilen, fulminska kislina (nastane v zmesi dušikove kisline in etanola), amoniak
koncentrirana dušikova kislina	ocetna kislina, aceton, alkohol, anilin, kromova kislina, cianovodikova kislina, vodikov sulfid, vnetljive tekočine in plini, nitrati
nitrirani ogljikovodiki	anorganske baze, amini
oksalna kislina	srebro in soli, živo srebro in soli
kisik	olja, masti, vodik, vnetljive tekočine, vnetljivi plini in vnetljive trdne snovi
perklorova kislina	bizmut in njegove spojine, alkohol, papir, les, masti, olja, (organske snovi)
peroksidi, organski	kislina (organske in anorganske), izogibamo se trenju in sunkom, shranjujemo v hladnem prostoru
beli fosfor	zrak, kisik
fosforjev pentaoksid	alkoholi, močne baze, voda
kalijev klorat	kislina, (tudi klorati)
kalijev perklorat	kislina, (tudi perklorova kislina)
kalijev permanganat	glicerol, etilenglikol, žveplena kislina, benzaldehid
srebro in njegove soli	acetilen, oksalna kislina, vinska kislina, fulminska kislina (nastane v zmesi dušikove kisline in etanola), amonijske spojine
natrijev nitrit	amonijski nitrit, amonijske soli
natrijev peroksid	vsi oksidanti, etanol, metanol, ledocetna kislina, benzaldehid, ogljikov disulfid, glicerol, etilen glikol, etilacetat, metilacetat, furfural
žveplena kislina	klorati, perklorati, permanganati

Vir: National research council - Prudent practices in the laboratory