

## ZAŠTITNE NAPRAVE ZA DISANJE

Zaštita organa za disanje pripada u jedno od najvažnijih područja vatrogastva. Da bi se pravilno uporabile zaštitne naprave za disanje, njihovi korisnici moraju ispunjavati neke važne preduvjete. Ti preduvjjeti su:

- zdravstveno stanje korisnika,
- fizička kondicija korisnika,
- dobro poznavanje naprava za disanje,
- prepoznavanje štetnih i otrovnih tvari,
- dobra i pravovremena orijentacija u zadimljenim ili zatrovanim prostorima.

### 1. FIZIOLOGIJA DISANJA

Da bi se razumio način djelovanja i značaj zaštitnih naprava za disanje potrebno je razumjeti proces disanja ljudskog organizma. Općenito se uzima da čovjek može živjeti bez hrane oko 30 dana, bez uzimanja tekućine oko 3 dana, ali samo oko 3 minute bez kisika. Iz navedenog se vidi koliko je kisik potreban da bi čovjek mogao živjeti. Tijelu se potreban kisik u normalnim okolnostima dovodi udisanjem zraka iz okolne atmosfere. Sastav udisajnog zraka je **21 % kisika, 78 % dušika i 1% ostalih plinova (od toga 0,04 % ugljičnog dioksida)**. Čovjekova potreba za zrakom ovisi o njegovoj aktivnosti. Što je čovjekova aktivnost veća to je i potreba za zrakom (kisikom) veća.

Aktivnost	Potrošnja zraka u minuti
Spavanje	5 l/min
Mirovanje	10 l/min
Laki fizički posao	30 l/min
Srednji fizički posao	50 l/min
Teški fizički posao	70 l/min
Najveća aktivnost	100 l/min

Tablica 1. Prikaz potrošnje zraka u ovisnosti o aktivnosti

Važno je napomenuti da su navedene vrijednosti samo orientacijske budući da je potrošnja zraka za svakog pojedinca različita i ovisi o više faktora kao što su npr. fizička kondicija, zdravstveno stanje i sl.

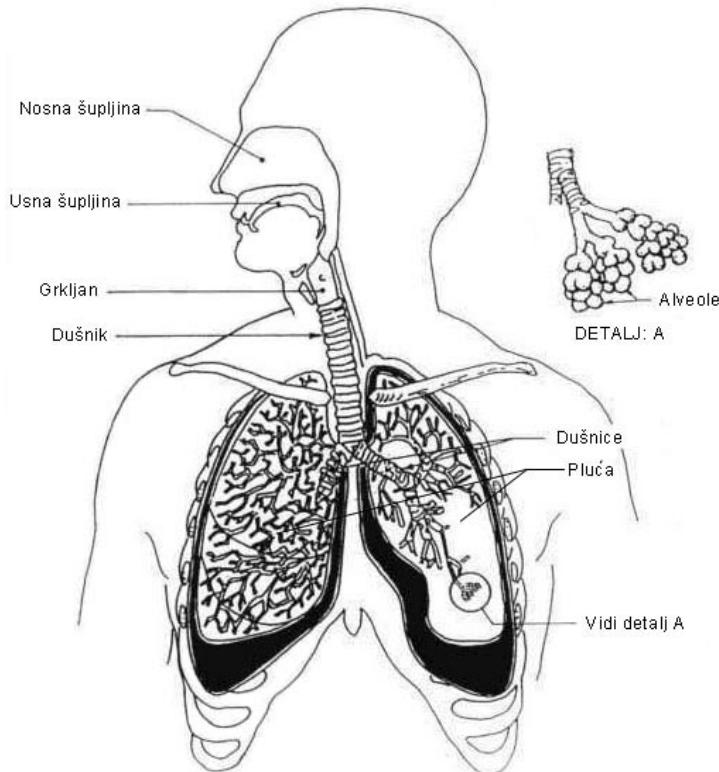
Disanje je izmjena plinova između organizma i njegove okoline. Bitna karakteristika disanja je primanje kisika i otpuštanje ugljičnog dioksida.

Kod čovjeka postoje tri procesa disanja organizma:

- vanjsko,
- unutarnje i
- stanično disanje.

Dišni sustav čovjeka sastoji se od organa za disanje: nosne i usne šupljine, grkljana, dušnika, dviju dušnica i pluća;

- iz nosne odnosno usne šupljine zrak prolazi kroz grkljan te dušnikom i dušnicama dolazi do pluća.
- stezanjem i otpuštanjem međurebarnih i trbušnih mišića zrak ulazi i izlazi iz pluća,
- pluća su načinjena od plućnih mjehurića (alveola) koji su okruženi krvnim kapilarama,
- kisik se iz zraka unosi u plućne mjehuriće, a iz njih preko krvnih kapilara u krv,
- izmjenu plinova između krvi u plućnim kapilarima i kisika u alveolama nazivamo vanjsko disanje.



Slika 1. Dišni sustav čovjeka

Proces unutarnjeg disanja:

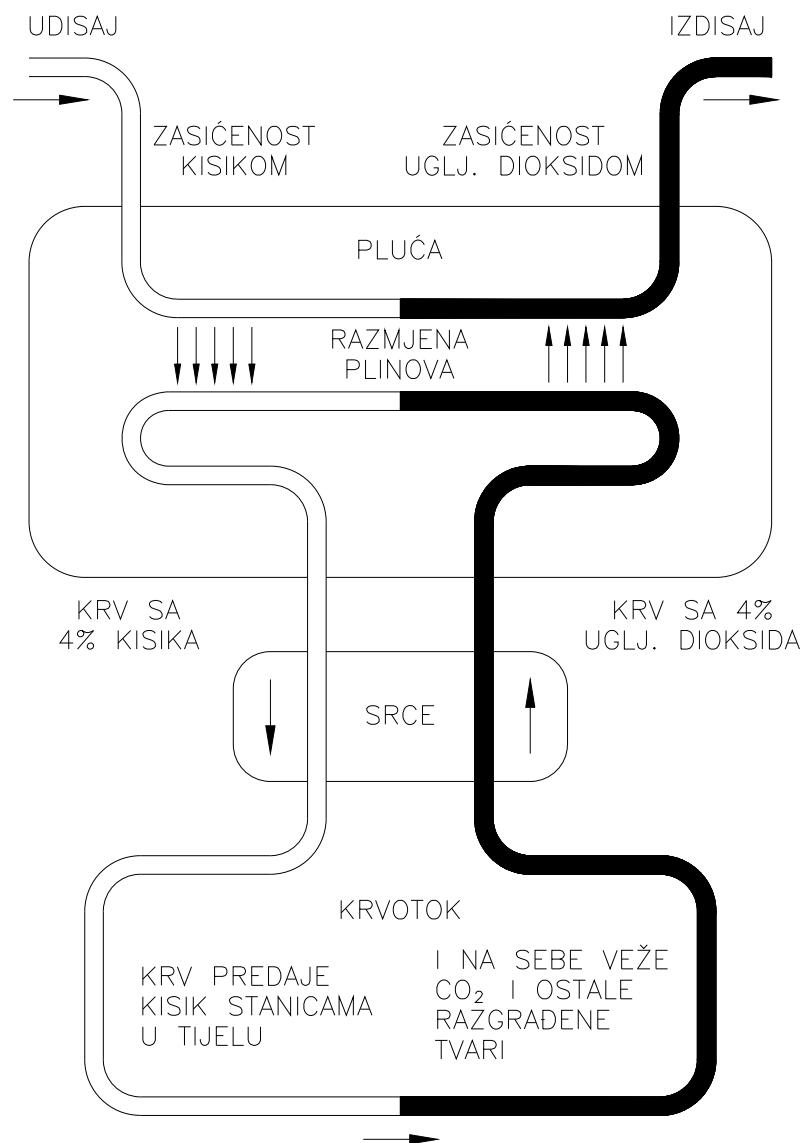
- protok krvi tijelom omogućuje srce koje radi kao potisna pumpa. Steže se i otpušta oko 70 puta u minuti pri čemu potisne u krvožilni sustav oko 5 litara krvi,
- većim fizičkim naporom povećava se frekvencija srca, a time i količina krvi koja se potpisne u krvožilni sustav u minuti,
- krv zasićena kisikom dolazi do tjelesnih stanica gdje difuzijom kisik prelazi u stanice.

Staničnim disanjem nazivaju se oksidativni procesi u stanicama, u kojima se oslobađa energija. Pritom se istovremeno produkt tog izgaranja, ugljični dioksid, ponovno predaje krvi, te ga ona prenosi do pluća u kojima se s pomoću plućnih mjehurića ugljični dioksid predaje izdisajnom zraku.

**Sastav izdahnutog zraka je: 17% kisika, 78% dušika, 4,04% ugljičnog dioksida i 0,96% ostalih plinova.**

## Shematski prikaz fiziologije disanja

78 %	←	DUŠIK	→	78 %
21 %	←	KISIK	→	17 %
0,04 %	←	UGLJ. DIOKSID	→	4,04 %
0,96 %	←	OSTALI PLINNOVI	→	0,96 %



## **2. KLASIFIKACIJA ŠTETNIH I OTROVNIH TVARI**

- to su tvari koje kad uđu u organizam čak i u relativno malim količinama izazivaju poremećaj normalnih funkcija organizma ili pojedinih organa,
- štetne i otrovne tvari klasificiraju se prema više kriterija, ali za korisnike zaštitnih naprava za disanje važnija od ostalih su fizikalna i fiziološka klasifikacija.

### **2.1. Fizikalna klasifikacija**

- klasifikacija prema obliku u kojem se one nalaze u zagađenoj atmosferi

#### **Plinovi**

- su tvari koje pri standarnim uvjetima ( $t=0^{\circ}\text{C}$  i  $P=101325 \text{ Pa}$ ) nalaze u plinovitom agregatnom stanju,
- plinovi se mogu nalaziti u obliku elemenata i spojeva (npr. kisik, dušik,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ....)

#### **Pare**

- para je plinska faza tekućine, tj. pare se uvijek pojavljuju uz prisustvo tekućine. Tekućine normalno isparavaju kod sobne temperature i iznad njih uvijek ima para,
- što je temperatura veća, isparavanje je brže i jače, a time se i povećava koncentracija para u zraku.

Plinovi i pare se ponašaju jednako po fizikalnim značajkama, te je i način zaštite od plinova i para za dišne organe isti.

#### **Aerosoli**

- (grč. aer – zrak i lat. solvere – rastaviti) su skup čvrstih (dim, prašina) ili tekućih (magla) čestica raspršenih u zraku,
- veličina tih čestica je od 1 do 100  $\mu\text{m}$ ; ovisno od veličine čestica ti sistemi mogu biti nestabilni (čestice veće od 10  $\mu\text{m}$  se talože pod utjecajem sile gravitacije) i stabilni. Najopasnije čestice po čovjekovo zdravlje su čestice manje od 2  $\mu\text{m}$  jer one prodiru u najsitnije dišne putove.

- u zagađenim prostorima moguće se zadržavati bez zaštitnih naprava za disanje do maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) štetnih i otrovnih plinova, para i aerosola,
- maksimalno dopuštena koncentracija (MDK) smatra se ona koncentracija otrovnih i štetnih plinova, para i aerosola u zraku koja ne uzrokuje narušavanje zdravlja u toku svakodnevnog osmosatnog rada (pri normalnim klimatskim uvjetima i neforsiranom disanju).

MDK se izražava:

- za plinove i pare u miligramima po kubnom metru zraka ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) ili u kubnim centimetrima volumena po kubnom metru zraka ( $\text{cm}^3/\text{m}^3$ ),
- za aerosole u  $\text{mg}/\text{m}^3$  zraka,
- u RH MDK je propisan pravilnikom o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima.

## **2.2. Fiziološka klasifikacija**

- odnosi se na podjelu štetnih i otrovnih tvari prema njihovom načinu djelovanja na ljudski organizam,
- razlikuju se stanični otrovi, krvni otrovi, nervni otrovi, zagušljivci i nadražljivci,

Stanični otrovi oduzimaju stanicama vodu te tako onemogućuju stanično disanje, ishranu stanica, zgrušavaju ih i usmrćuju.

Krvni otrovi razaraju crvena krvna zrnca onemogućujući oksidacioni proces disanja.

Nervni otrovi razaraju živčane stanice.

Zagušljivci svojom nazočnošću istiskuju odgovarajuću količinu kisika iz atmosfere odnosno respiratornog zraka, te oštećuju najsitnije dišne puteve (dušnik i dušnica) i plućne mjehuriće (alveole).

Nadražljivci su otrovi čija primjena ima svrhu da djeluju tako da nadražuju oči, dišne puteve i kožu.

## **3. VRSTE I NAMJENA ZAŠTITNIH NAPRAVA ZA DISANJE**

Zaštitne naprave za disanje dijele se prema njihovoј osnovnoј konstrukciji tj. prema načinu djelovanja u dvije temeljne skupine:

- a) filterske naprave,
- b) aparati za disanje.

### **3.1. Filtarske naprave**

- pročišćuju zrak iz neposredne okoline u kojoj se nalazi korisnik,
- djeluju prirodnim strujanjem zraka, potpornim puhanjem ili upuhivanjem zraka,
- mogu štititi samo do ograničenih koncentracija poznatih onečišćenja u zraku, ako su odabrani odgovarajući filter i zaštitna maska,
- one ne daju zaštitu od pomanjkanja kisika (koncentracija kisika u atmosferi mora biti najmanje 17 %).
- općenito se sastoje od dva osnovna dijela:
  - a) zaštitne maske
  - b) filtra.

- Način spajanja filtra na zaštitnu masku može biti direktni ili s pomoću cijevi za disanje.
- Zaštitna maska povezuje dišne puteve korisnika s filtrom (jednim ili više), a istovremeno i odvaja dišne puteve od okolne atmosfere.
- Zaštitna maska također služi i za usmjeravanje zraka za udisanje prema korisnikovom nosu i ustima.

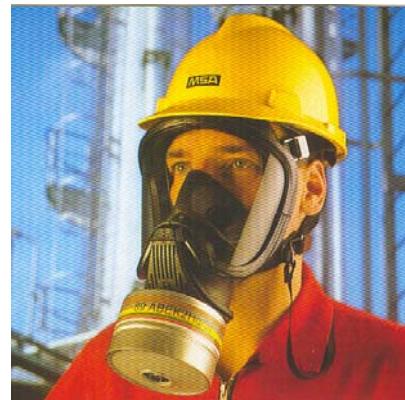
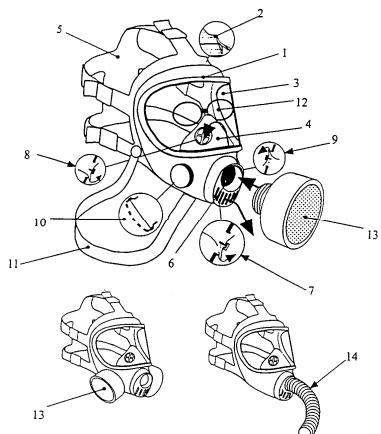
U zaštitne maske ubrajamo:

- masku za cijelo lice
- polumasku
- četvrtmasku
- filtrirajuću polumasku
- sklop usnika
- kapuljaču
- kacigu.

### 3.1.1. Zaštitne maske

#### Maska za cijelo lice

- je maska, tijesno priljubljena na lice, koja prekriva usta, nos, oči i bradu.



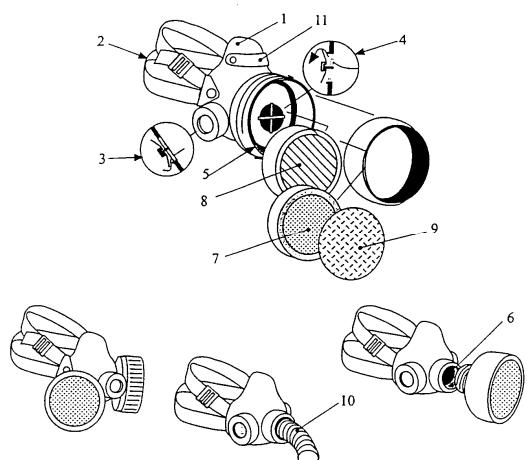
Osnovni dijelovi:

- |                         |                         |                       |                      |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1. tijelo maske,        | 5. stezne trake,        | 9. udišni ventil,     | 13. filter,          |
| 2. brtveni okvir maske, | 6. priključni element,  | 10. govorna membrana, | 14. cijev za disanje |
| 3. panorama staklo,     | 7. izdišni ventil,      | 11. remen za nošenje, |                      |
| 4. unutarnja maska,     | 8. upravljački ventili, | 12. (naočale),        |                      |

Slika 2. Maska za cijelo lice

#### Polumaska ili četvrtmaska

- je maska, tijesno priljubljena na lice, koja prekriva usta, nos i bradu, za razliku od četvrtmaske koja prekriva samo usta i nos.



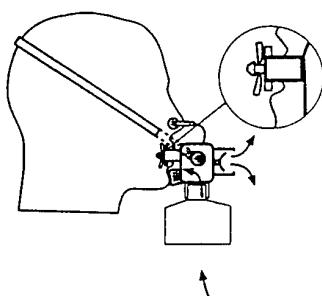
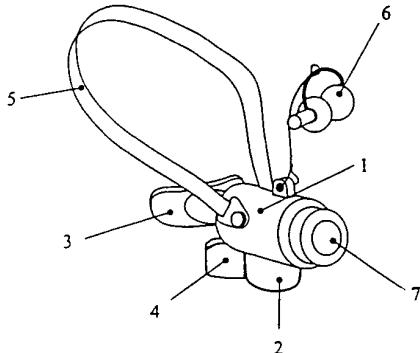
Osnovni dijelovi:

- |                                      |                        |                        |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1. tijelo polumaske ili četvrtmaske, | 6. priključni element, | 11. priljubnica za nos |
| 2. stezne trake,                     | 7. čestični filter,    |                        |
| 3. izdišni ventil,                   | 8. plinski filter,     |                        |
| 4. udišni ventil,                    | 9. predfiltrar,        |                        |
| 5. kućište filtra,                   | 10. cijev za disanje,  |                        |

Slika 3. Polumaska ili četvrtmaska

## Sklop usnika

- pridržava se zubima ili zubima i privezom na glavi, priljubljen je na usne, a kroz cjevčicu se udiše i izdiše zrak, dok je nos zatvoren štipaljkom.



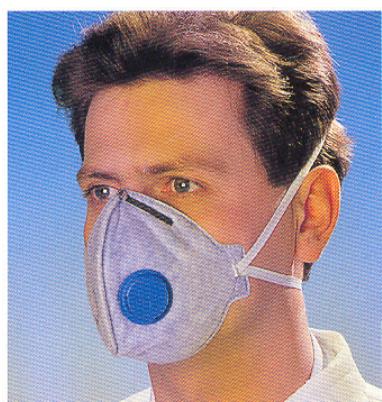
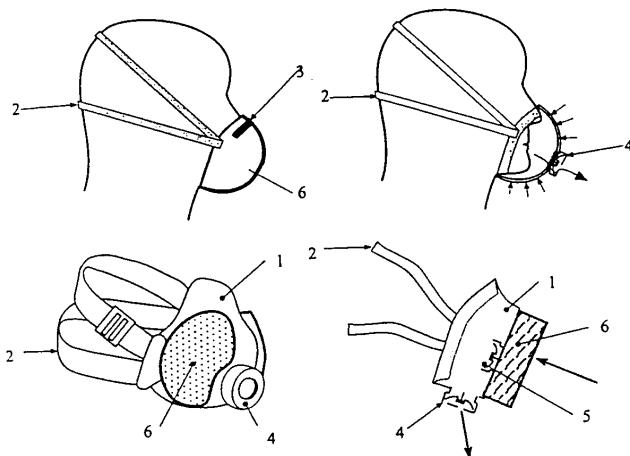
Osnovni dijelovi:

- 1. tijelo usnika,
- 2. priključni element,
- 3. usnik,
- 4. potpora na bradi,
- 5. stezna traka,
- 6. štipaljka za nos,
- 7. izdišni ventil

Slika 4. Sklop usnika

## Filtrirajuća polumaska

- je filterska naprava potpuno ili glavninom načinjena od filtrirajućeg materijala, s udišnim i izdišnim ventilima ili bez njih,
- namijenjena je za zaštitu od aerosola,
- načinjene su potpuno od filtrirajućeg materijala (gaze, celuloze ili specijalno složenih papira) služe za jednokratnu uporabu, nakon čega se odbacuju u cijelosti,
- složenije filtrirajuće polumaske imaju kvalitetnu silikonsku ili gumenu polumasku u koju se umeće filtrirajući element.



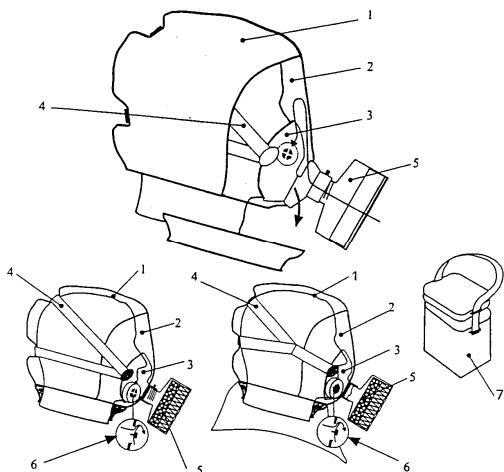
Osnovni dijelovi:

- 1. tijelo polumaske,
- 2. stezne trake,
- 3. priljubnica za nos,
- 4. izdišni ventil,
- 5. udišni ventil,
- 6. filter

Slika 5. Filtrirajuća polumaska

### Kapuljača i kaciga

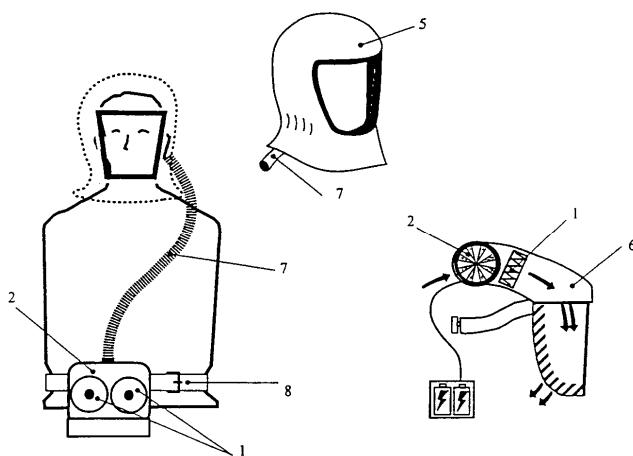
- specificirane su u odgovarajućim evropskim normama za određeni proizvod,
- one se za razliku od maske za cijelo lice, polumaski, četvrtmaski i sklopa usnika, ne definiraju zasebno, nego s filtrom i tako zajedno čine filtersku napravu.



Osnovni dijelovi:

1. kapuljača,
2. panorama staklo,
3. unutrašnja maska,
4. stezne trake,
5. filter,
6. izdišni ventil,
7. prijenosni spremnik

Slika 6. Filtarska naprava s kapuljačom za samospašavanje iz požara



Osnovni dijelovi:

- |                |   |
|----------------|---|
| 1. filtri,     | 6. kaciga,                              |
| 2. ventilator, | 7. cijev za disanje,                    |
| 5. kapuljača,  | 8. opasač ili pojasnja traka za nošenje |

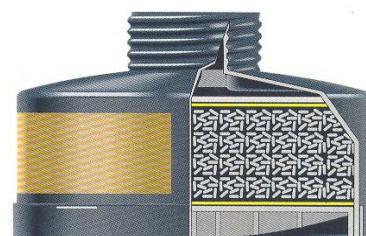
Slika 7. Filtarska naprava s upuhivanjem, s kacigom ili kapuljačom

### 3.1.2. Filtri

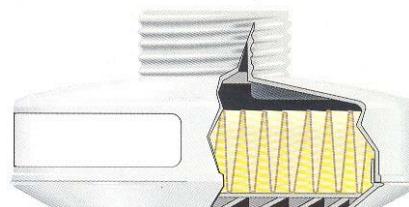
- filtri su vitalni dio svake filtarske naprave, predviđeni da fizički ili neutralizacijom, tj. kombinacijom oba načela, sprječavaju prolazak toksičnih i agresivnih tvari,
- trajanje kvalitete zaštite filtra je vremenski ograničeno, te ovisno o vrsti i koncentraciji štetnih i otrovnih tvari,
- zbog toga je svaki filter obilježen odgovarajućom bojom, natpisom za koji su plin i/ili čestice namijenjeni, maksimalnom dopuštenom koncentracijom štetnih tvari i sl,
- znak istrošenosti filtra je povećani otpor pri disanju i eventualno osjećanje specifičnih mirisa štetnih i otrovnih tvari.

Općenito, filtri se dijele:

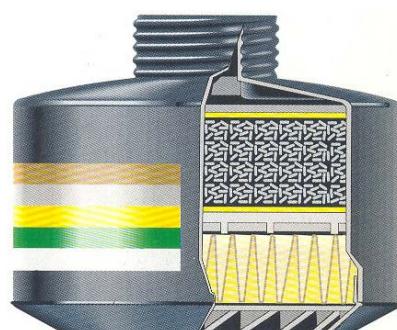
- a) na filtre za zaštitu od plinova i para (plinski filtri)
- b) na filtre za zaštitu od aerosola (čestični filtri)
- c) na filtre za zaštitu od plinova, para i aerosola (kombinirani filtri).



Plinski filter



Čestični filter



Kombinirani filter

Prema vrsti zaštite filtri se dijele u **tipove**, a prema veličini (trajanju zaštite) u **klase**.

#### **Podjela filtara prema tipu:**

##### Plinski filtri

- tip A: za zaštitu od određenih organskih plinova i para s točkom vrelja > 65° C
- tip B: za zaštitu od određenih anorganskih plinova i para (isključujući CO)
- tip E: za zaštitu od sumpornog dioksida i drugih kiselih plinova i para
- tip K: za zaštitu od amonijaka i organskih derivata amonijaka.

##### Višenamjenski plinski filtri

- oni su kombinacija dva ili više tipova A, B, E ili K.

##### Čestični filtri

- filtri koji štite od inertnih (neotrovnih) čestica, te čestica niske i visoke toksičnosti (ovisno o klasi).

##### Kombinirani filtri

- istovremeno štite od plinova, para i aerosola (kombinacija plinskog filtra ili višenamjenskog plinskog filtra s čestičnim filtrom)

##### Specijalni filtri

Specijalni filtri su:

- tip NO-P3: za zaštitu od dušikovih oksida (NO, NO<sub>2</sub> , NO<sub>x</sub> )
- tip Hg-P3: za zaštitu od živinih para.

#### **Podjela filtra prema klasi:**

##### Plinski filtri

Plinski filtri tipa A, B, E ili K dijele se u sljedeće klase:

- klasa 1: filtri niskog kapaciteta
- klasa 2: filtri srednjeg kapaciteta
- klasa 3: filtri visokog kapaciteta.

Otrovni plinovi (za odgovarajuću klasu plinskog filtra) ne smiju prijeći maksimalno dopustivu koncentraciju:

<b>Klasa plinskog filtra</b>	<b>Max. dopustiva koncentracija otrovnih plinova</b>
1	0,1 vol %
2	0,5 vol %
3	1,0 vol %

Tablica 2. Prikaz klasa plinskih filtera

##### Čestični filtri

Djele se u sljedeće klase:

- klasa P1: filtri niske učinkovitosti
- klasa P2: filtri srednje učinkovitosti
- klasa P3: filtri visoke učinkovitosti

Zaštitu čestičnih filtera ovisi o klasi.

Klasa čestičnog filtra	Zaštita
P1	od inertnih čestica (koje smetaju ali nisu štetne)
P2	od čestica niske toksičnosti (opasnih po zdravlje)
P3	od čestica visoke toksičnosti

Tablica 3. Prikaz klasa čestičnih filtera

### Označavanje filtara

Svi filtri moraju biti označeni pripadajućom normom, tipom, klasom, i bojom.

Tip	Klasa	Boja
A	1, 2 ili 3	smeđa
B	1, 2 ili 3	siva
E	1, 2 ili 3	žuta
K	1, 2 ili 3	zelena
P	1, 2 ili 3	bijela
Njihove kombinacije		
NO-P3		plava-bijela
Hg-P3		crvena-bijela

Tablica 4. Označavanje filtara prema europskoj normi

Primjeri:

- plinski filter EN 141, A2, smeđa
- plinski filter EN 141, A1B2, smeđa-siva

## 3.2. Aparati za disanje

- uređaji koji su neovisni o okolnoj atmosferi,
- oni se temelje na načelu izolacije dišnog sustava nositelja, izoliraju korisnika od okolnog zraka i dobavljaju zrak ili plin pogodan za sigurno disanje,
- štite od pomanjkanja kisika u okolnom zraku kao i od onečišćenja u okolnom zraku (poznatih i nepoznatih).

Osnovna podjela aparata za disanje:

- a) cijevni aparati (nesamostalni uređaji),
- b) izolacijski aparati (samostalni uređaji),
- c) izolacijski aparati za spašavanje (samostalni uređaji).

### 3.2.1. Cijevni aparati

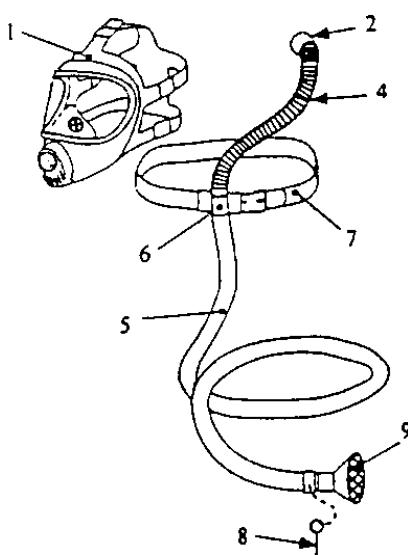
- su uređaji za disanje koji štite korisnika od udijala štetnih primjesa iz okolnog zraka dovođenjem čistog zraka iz drugih prostora ili iz spremnika s pomoću cijevi,
- upotrebljavaju se na ograničenom prostoru jer u radu nisu samostalni, odnosno njihova je primjena ograničena uslijed duljine cijevi.
- zbog opasnosti od savijanja i prekidanja cijevi za opskrbu zrakom koriste se samo za tehničke intervencije kao npr. pri bojenju prostorija, u lakiernicama, pri pjeskarenju, ulasku i radu u malim prostorima i sl.

Podjela cijevnih aparata:

- a) cijevni aparati sa svježim zrakom
- b) cijevni aparati s upuhivanjem svježeg zraka
- c) cijevni aparati sa stlačenim zrakom.

### Cijevni aparati sa svježim zrakom

- su uređaji kod kojih se korisnik opskrbljuje zrakom s pomoću cijevi udisanjem zraka snagom svojih pluća,
- upotrebljavaju se onda kada za dovod čistog zraka nije potrebna cijev duža od 10 metara.
- dišna rebrasta cijev mora imati dovoljnu dužinu i rastezljivost da ne smeta slobodno okretanje glave,
- cijev za dovod zraka mora biti učvršćena klinom da korisnik aparata prilikom korištenja ne pomakne cijev u zagađenu zonu. Na kraju cijevi nalazi se grubi filter koji sprječava ulazak prašine.



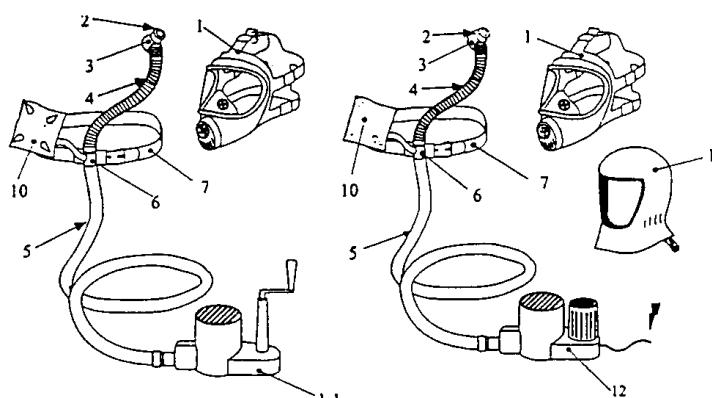
Osnovni dijelovi:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. zaštitna maska,               | 6. spojnica,                           |
| 2. priključak na zaštitnu masku, | 7. opasač ili pojasa traka za nošenje, |
| 4. cijev za disanje,             | 8. klin za učvršćenje,                 |
| 5. cijev za dovođenje zraka,     | 9. grubi filter                        |

Slika 8. Cijevni aparat sa svježim zrakom

### Cijevni aparati s upuhivanjem svježeg zraka

- upotrebljavaju se onda kad je udaljenost između korisnika uređaja i izvora čistog zraka veća od 10 metara, odnosno manja onda kad je rad s uređajem naročito naporan,
- zrak za udisanje dospijeva do korisnika pomoću ventilatora (ručno pokretanog ili pomoću motora) ili injektora na stlačeni zrak,
- za razliku od cijevnog aparata sa svježim zrakom ovaj uređaj ima odušni ventil i vrećicu za disanje. Odušni ventil služi za ispuštanje suviška zraka, a vrećica za disanje za ujednačen rad uređaja tijekom uporabe.

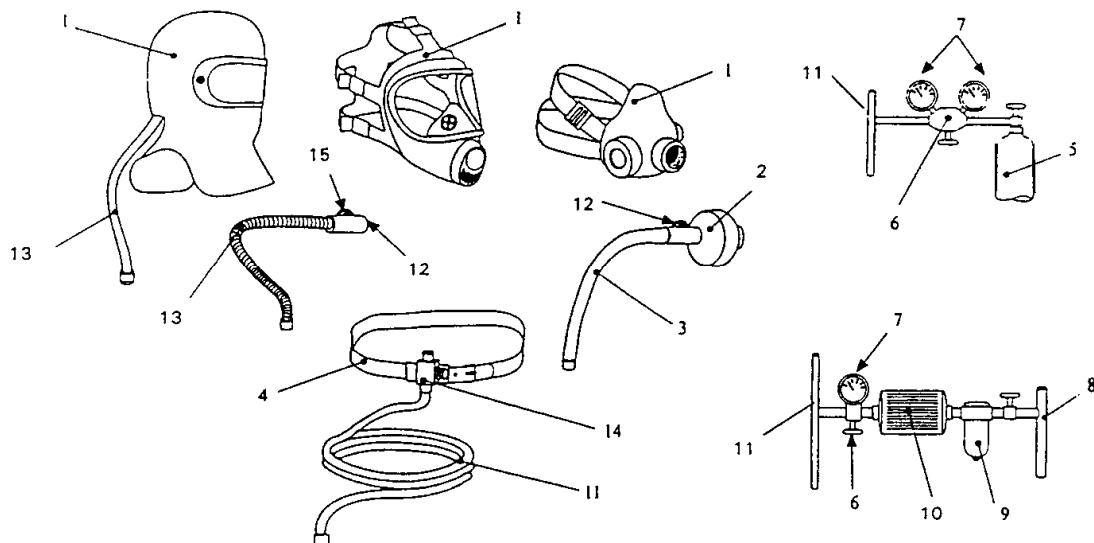
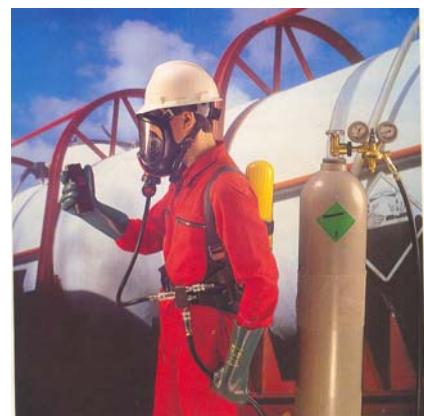


Osnovni dijelovi: 1. zaštitna maska, 2. priključak na zaštitnu masku, 3. odušni ventil (za suvišak zraka), 4. cijev za disanje, 5. cijev za dovođenje zraka, 6. spojnica, 7. opasač ili pojasma traka za nošenje, 10. vrećica za disanje, 11. ventilator (ručni), 12. ventilator (motorni) ili injektor na stlačeni zrak

Slika 9. Cijevni aparat s upuhivanjem svježeg zraka

### Cijevni aparati sa stlačenim zrakom

- su uređaji kod kojih se korisnik opskrbljuje zrakom pod tlakom za disanje iz izvora sa stlačenim zrakom,
- maksimalni tlak zraka u cijevi za dovođanje stlačenog zraka je 10 bara,
- izvor stlačenog zraka može biti boca sa stlačenim zrakom ili vod stlačenog zraka (kompresor). Kada se koristi maska za cijelo lice, polumaska ili sklop usnika, zrak se udiše preko plućnog automata (isto kao i kod izolacijskih aparata),
- pri uporabi kapuljače ili kacige, one se neprekidno opskrbljuju zrakom pod tlakom (pretlakom), dok višak zraka izlazi kroz odušni ventil. Ako je izvor stlačenog zraka boca, cijevni aparati se u principu ne razlikuju od izolacijskih aparata sa stlačenim zrakom osim što je boca većeg volumena (do 50 litara) pa je korisnik ne nosi sa sobom. Boca je stacionirana u nekom drugom prostoru, a korisnik je putem cijevi povezan s reduksijskim ventilom na boci,
- takvi aparati mogu se koristiti u kombinaciji s izolacijskim aparatima sa stlačenim zrakom (npr. pri uporabi plinonepropusnih odijela), gdje korisnik udiše zrak iz cijevnog aparata, a izolacijski aparat služi kao rezervna količina zraka u slučaju prekida dovoda zraka iz cijevnog aparata,
- kod cijevnih aparata koji se napajaju stlačenim zrakom s pomoću kompresora posebna pozornost mora se обратити на čistoću zraka koji udišemo te se stoga u tlačni vod između korisnika i kompresora ugrađuju filter za stlačeni zrak i odjeljivač kondenzata.



Osnovni dijelovi: 1. zaštitna maska, 2. plućni automat, 3. tlačna cijev, 4. opasač ili pojasna traka za nošenje, 5. boca za stlačeni zrak, 6. ventil za redukciju, 7. manometar, 8. cijev za stlačeni zrak, 9. odjeljivač kondenzata (separator), 10. filter za stlačeni zrak, 11. cijev za dovođenje stlačenog zraka, 12. priključak na zaštitnu masku, 13. cijev za disanje, 14. spojnica s ventilom za stalan protok, 15. odušni ventil (za suvišak zraka).

Slika 10. Cijevni aparat sa stlačenim zrakom

### 3.2.2. Izolacijski aparati

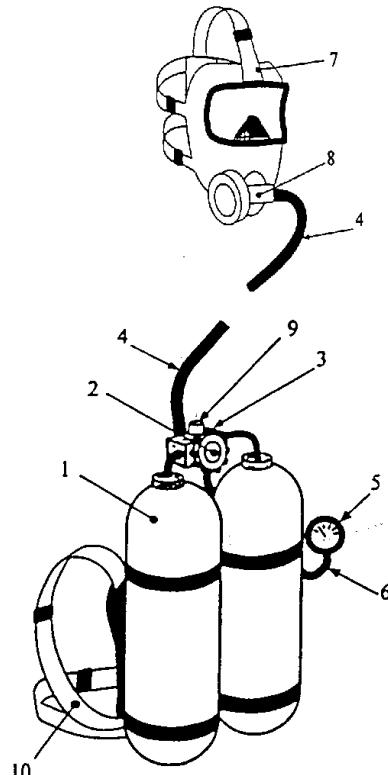
- su aparati koji su izrađeni tako da zalihi plina za disanje nosi korisnik,
- upotrebljavaju se za zaštitu organa za disanje za vrijeme boravka u zagađenoj atmosferi s visokom koncentracijom toksičnih plinova i aerosola i / ili s nedovoljno kisikom,
- omogućuju potpunu autonomnost korisnika, neovisno o mjestu intervencije i stupnju zagađenosti. Vrijeme korištenja izolacijskih aparata ovisi o zalihi plina i težini izvođenja radova.

Podjela izolacijskih aparata:

- Izolacijski aparati s otvorenim sustavom:
  - izolacijski aparati sa stlačenim zrakom
- Izolacijski aparati s zatvorenim sustavom:
  - izolacijski aparati sa stlačenim kisikom
  - izolacijski aparati s kemijski vezanim kisikom.

### Izolacijski aparati sa stlačenim zrakom

- način rada ovih aparata sastoji se u opskrbljivanju korisnika čistim zrakom za disanje iz boce,
- zrak iz boce prolazi kroz ventil za redukciju i dolazi preko tlačne cijevi do plućnog automata za reguliranje dovoda potrebne količine zraka za disanje,
- izdahnuti zrak preko izdišnog ventila na zaštitnoj maski izlazi u atmosferu.



#### Osnovni dijelovi:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1. boca za stlačeni zrak, | 6. visokotlačna cijev,                    |
| 2. ventil boce,           | 7. zaštitna maska,                        |
| 3. ventil za redukciju,   | 8. plućni automat,                        |
| 4. tlačna cijev,          | 9. signalna zviždaljka,                   |
| 5. manometar,             | 10. leđni nosač s naramenicama i opasačem |

Slika 11. Izolacijski aparat sa stlačenim zrakom

#### Boca za stlačeni zrak

- aparati mogu biti opremljeni s jednom ili rjeđe dvije boce,
- boce se izrađuju od specijalnih čelika, aluminijskih legura, a u novije vrijeme od kompozitnih materijala (karbonska vlakna).
- radni tlak boca je 200 ili 300 bara, dok im je volumen različit, a najčešće 4, 6 ili 6.8 litara,
- količina zraka za disanje ovisi o tlaku punjenja i volumenu boce (npr.: boca od 6 litara pod tlakom od 300 bara sadrži 1800 litara zraka, što kod potrošnje od 60 l/min iznosi 30 minuta neprekidne upotrebe izolacijskog aparata)

#### Ventil boce

- ventili moraju biti lako okretljivi, i to tako da se mogu otvarati i zatvarati rukom bez uporabe alata.

### Ventil za redukciju (reduksijski ventil) i sigurnosni ventil

- zrak iz boce pod visokim tlakom prolaskom kroz reduksijski ventil smanjuje se na tlak od max. 10 bara. To je 1. stupanj redukcije izolacijskog aparata.
- u slučaju neispravnosti reduksijskog ventila otvara se sigurnosni ventil koji propušta višak zraka tako da do korisnika ne može doći zrak pod visokim tlakom. Sigurnosni ventil otvara se između 11 i 15 bara.

### Tlačna cijev s plućnim automatom

- tlačna cijev povezuje plućni automat sa srednjetlačnim sustavom opskrbe stlačenim zrakom, tj. tlačna cijev je spoj između 1. i 2. stupnja redukcije. Plućni automat je 2. stupanj redukcije izolacijskog aparata. Plućnim automatom reguliramo potrebnu količinu zraka za disanje. S pomoću elastične membrane i polužnog ili opružnog mehanizma snagom pluća (udisaj) jače se ili slabije otvara sapnica kroz koju se korisnik aparata opskrbljuje zrakom.

- plućni automat aktivira se na podtlak ili pretlak, pa prema tome i izolacijske aparate dijelimo na podtlačne i pretlačne. Osnovna razlika je u tome što pretlačni aparati drže cijelo vrijeme pretlak u masci neovisno da li korisnik udiše ili izdiše zrak. Priključak na plućnom automatu za spoj sa zaštitnom maskom može biti izведен kao navojni ili utični spoj.

### Visokotlačna cijev s manometrom

- manometar pokazuje tlak zraka u boci. Umnoškom očitanog tlaka na manometru i volumena boce moguće je u svako vrijeme dobiti podatak kolika je zaliha zraka u boci. Prilikom korištenja izolacijskog aparata manometar mora biti na vidljivom mjestu da bi korisnik mogao češće provjeravati stanje tlaka u boci.

### Zaštitna maska

- zaštićuje dišne organe korisnika, na nju se priključuje plućni automat. Razlikujemo maske normalnog tlaka i povećanog tlaka. Kod rada s pretlačnim izolacijskim aparatima ispod obrazine maske stalno se održava pretlak što je prednost zbog toga što se sprječava ulazak okolnog onečišćenog zraka, ako maska nije dobro priljubljena uz lice. Tip maske (normalnog ili povećanog tlaka) i priključni spoj maske uvijek moraju biti usklađeni s tipom plućnog automata.

### Signalna zviždaljka

- signalizira minimalnu rezervu zraka. Njenim aktiviranjem korisnik izolacijskog aparata mora napustiti zagađeni prostor. Signalna zviždaljka mora se aktivirati pri tlaku zraka u boci između 60 i 50 bara. Prilikom aktiviranja javlja se prodoran zvuk jačine veće od 90 dB koji može biti kontinuiran ili s prekidima do potpune potrošnje zraka u boci.

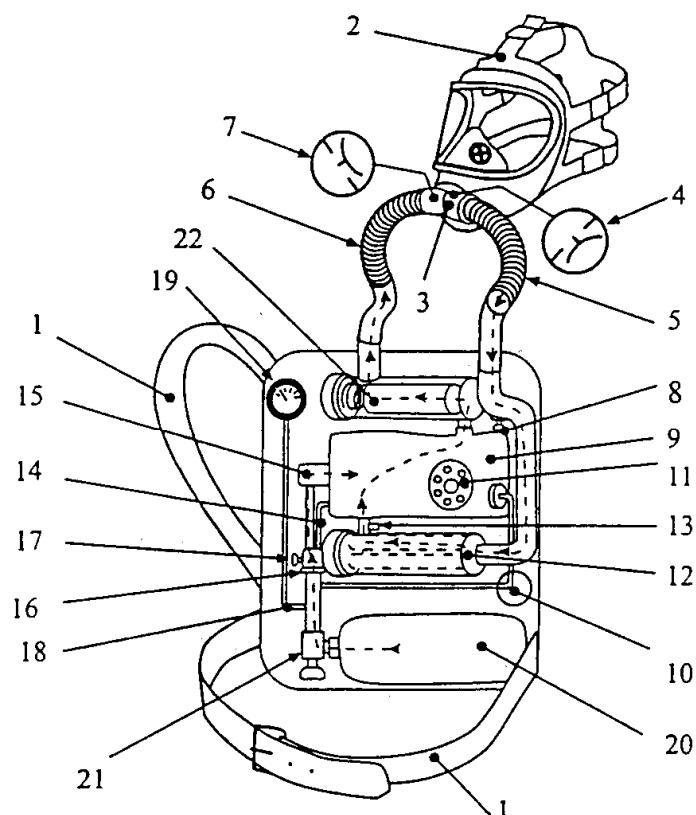
### Leđni nosač s naramenicama i opasačem

- na njega se priključuje boca (jedna ili dvije) sa stlačenim zrakom. Omogućuje udobno i sigurno nošenje aparata.

### Izolacijski aparati sa stlačenim kisikom

- način rada ovih aparata sastoji se u tome da se izdahnuti zrak ne izbacuje u atmosferu nego se preko cijevi i ventila za izdisanje dovodi u patronu s CO<sub>2</sub> apsorberom u kojoj se apsorbira vлага i ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>),

- pročišćeni zrak zatim ulazi u vrećicu za disanje, gdje se dopunjaje čistim kisikom iz boce,
- preko cijevi i ventila za udisanje zrak se dovodi u zaštitnu masku korisnika aparata,
- danas se ti aparati rjeđe koriste nego prije, jer su ih potisnuli izolacijski aparati sa stl. Zrakom,
- prednost im je u odnosu na izolacijske aparate sa stlačenim zrakom je vrijeme korištenja (do 4 sata) i relativno mali obujam i težina,
- nedostaci su im relativna složenost, veći zahtjevi za kontrolu i održavanje te činjenica da korisnici udišu topli zrak (do 50 °C) potpuno zasićen vlagom.
- u novije vrijeme postoje aparati sa sustavom za hlađenje zraka koji udišemo, međutim s time se još više usložnjava te aparate i povećava im se cijena.



Osnovni dijelovi: 1. zaštitna kutija s naramenicama i opasačem, 2. zaštitna maska, 3. priključak za zaštitnu masku, 4. izdišni ventil, 5. izdišna cijev, 6. udšna cijev, 7. udšni ventil, 8. skupljač sline, 9. vrećica za disanje, 10. signalna zviždaljka,

11. sigurnosni ventil, 12. patrona s CO<sub>2</sub> apsorberom, 13. izlazna naprava, 14. uređaj za konstantno doziranje, 15. plućni automat, 16. ventil za redukciju, 17. dodatni ventil za doziranje, 18. visokotlačna cijev, 19. manometar, 20. boca za stlačeni kisik, 21. ventil boce, 22. posuda za hlađenje

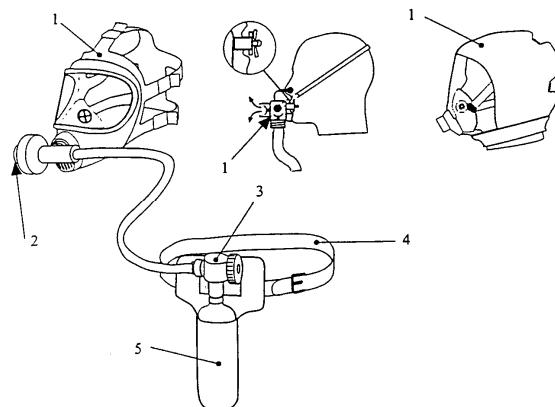
Slika 12. Izolacijski aparat sa stlačenim kisikom

### 3.2.3. Izolacijski aparati za spašavanje

- način rada ovih aparata isti je kao i kod izolacijskih aparata,
- namijenjeni su prvenstveno za spašavanje iz zagađenih prostora, a ne za intervencije,
- razlog tome je što su manjih dimenzija, a samim time i s manjim vremenom korištenja,
- u odnosu na izolacijske aparate su i puno manje težine, imaju manje sastavnih dijelova te su stoga jednostavniji za rukovanje i održavanje,
- konstruirani su za nošenje na opasaču ili sa steznim trakama za nošenje na prsima.
- zaštitna maska kod izolacijskih aparata za spašavanje sa stlačenim zrakom može biti izvedena kao maska za cijelo lice, sklop usnika ili kapuljača,
- izolacijski aparati za spašavanje su predviđeni da ih potencijalni nositelji tijekom rada drže nadohvat ruke, kako bi ih u slučaju nužde mogli odmah upotrijebiti.

Podjela izolacijskih aparata za spašavanje:

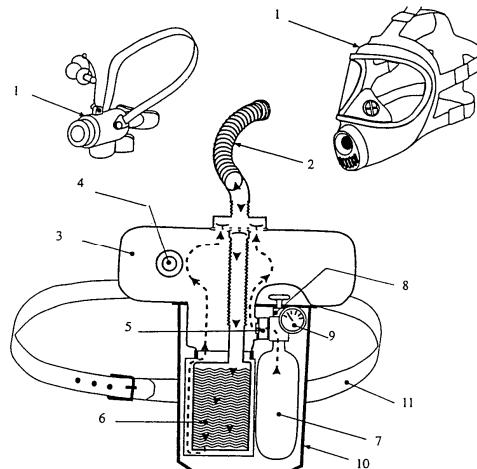
a) Izolacijski aparati za spašavanje sa stlačenim zrakom



Osnovni dijelovi: 1. zaštitna maska, 2. plućni automat, 3. ventil za redukciju, 4. opasač ili pojasnica za nošenje, 5. boca za stlačeni zrak

Slika 13. Izolacijski aparat za spašavanje sa stlačenim zrakom

b) Izolacijski aparati za spašavanje sa stlačenim kisikom



Osnovni dijelovi: 1. zaštitna maska, 2. cijev za disanje, 3. vrećica za disanje, 4. sigurnosni ventil, 5. ventil za redukciju, 6. CO<sub>2</sub> – apsorber, 7. boca za stlačeni kisik, 8. ventil boce, 9. manometar, 10. kućište, 11. opasač ili pojasnica za nošenje

Slika 14. Izolacijski aparat za spašavanje sa stlačenim kisikom

#### **4. ODRŽAVANJE ZAŠTITNIH NAPRAVA ZA DISANJE**

Sve zaštitne naprave za disanje moraju biti ispravne i spremne za uporabu, jer o njihovoj ispravnosti ovisi i sigurnost njihovih korisnika. Zaštitne naprave za disanje moraju se održavati redovito prema uputama proizvođača. Proizvođač je obavezan da uz zaštitne naprave za disanje priloži i upute koje moraju sadržavati oznaku kvalitete zaštitnih naprava, od čega zaštićuju, te način upotrebe i održavanja. Kod održavanja se smiju koristiti samo originalni zamjenski dijelovi.

Odgovornost za ispravnost tj. ispravan rad zaštitnih naprava za disanje prenosi se na vlasnika ili rukovatelja u slučaju kad naprave za disanje nestručno servisiraju ili popravljaju osobe koje nisu ovlaštene za to, te ako je riječ o načinu rukovanja koji ne odgovara namijenjenoj primjeni.

##### **Održavanje maski za cijelo lice**

Pakiraju se pojedinačno, a ukoliko nisu upotrijebljene ambalaža mora biti plombirana. Čuvaju se u prostoriji zagrijanoj na sobnu temperaturu. Ne smiju se čuvati na mjestima koja su neposredno izložena suncu, niti u prostorijama u kojima se nalaze materijali i uvjeti koji mogu štetno djelovati na kvalitetu maske.

Nakon svake uporabe masku treba temeljito očistiti i dezinficirati. Čišćenje i dezinfekcija vrši se u posudama s otopinom. Pri uporabi sredstva za čišćenje i dezinfekciju potrebno je poštivati upute proizvođača tj. potrebno je obratiti pažnju na koncentraciju i vrijeme reakcije. Za čišćenje gumenih ili silikonskih dijelova ne smiju se koristiti organska otapala kao što su npr. aceton ili alkohol. Nakon čišćenja i dezinfekcije masku treba detaljno isprati u tekućoj vodi. Maska se suši u visećem položaju u prostoriji prirodnim strujanjem zraka ili u ormaru za sušenje (izbjegavati temperaturu višu od 60 °C). Nakon čišćenja, dezinfekcije i sušenja, a prije pakiranja masku treba ispitati.

Komponenta	Radnja koju treba izvršiti	Nakon svake uporabe	Svakih 6 mjeseci	Jednom godišnje	Svake 2. godine	Svake 6. godine
Maska (komplet)	Čišćenje	X		X <sup>C</sup>		
	Dezinfekcija	X		X <sup>C</sup>		
	Test funkcionalnosti i propuštanja	X	X <sup>A</sup>			
Govorna membrana	Vizualna inspekcija membrane i O-prstena	X <sup>D</sup>		X		
	Zamjena O-prstena					X <sup>B</sup>
Izdvišni i udišni ventili te upravljački ventili unutrašnje maske	Vizuelna inspekcija diskova ventila	X	X <sup>A</sup>			
	Zamjena diskova ventila				X	X <sup>B</sup>

<sup>A</sup> Samo testiranje uzorka ako su maske pakirane vakumirano

<sup>B</sup> Isto treba provesti i na uređajima u skladištu

<sup>C</sup> Ne provodi se na maskama pakiranim vakumirano

<sup>D</sup> Samo ako je maska bila korištena u vrlo agresivnom mediju, npr. klor, amonijak i sl.

Tablica 5. Intervalli održavanja maske za cijelo lice

## Održavanje filtara

Skladište se u prostorijama zagrijanim na sobnu temperaturu i normalne vlažnosti koje nisu izložene nikakvom zagadživanju, zapakirani tako da prilikom rukovanja budu osigurani od mehaničkog oštećenja. Tako zapakiranom i uskladištenom plinskom i kombiniranom filtru rok trajanja je, ovisno o tipu, od 3 do 5 godina. Ako se filter otvorи (bez da bude korišten) rok trajanja se smanjuje na najviše 6 mjeseci. Filtri kojima je prošao određeni rok uskladištenja ne smiju se više upotrebljavati.

Filtri koji su namijenjeni za jednokratnu uporabu nakon korištenja moraju se odbaciti. Prilikom korištenja višekratnih filtera, mora se voditi evidencija korištenja tj. na filteru mora biti označen datum uporabe.

## Održavanje izolacijskih aparata sa stlačenim zrakom

Prije svake uporabe mora se provjeriti ispravnost aparata. Provjera obuhvaća sljedeće radnje:

- vizualni pregled kompletног aparata
- provjera napunjenošти boce
- provjera nepropusnosti visokog tlaka
- provjera plućnog automata i signalne zviždaljke
- provjera nepropusnosti zaštitne maske.

Nakon svake uporabe potrebno je pažljivo očistiti, dezinficirati i potpuno osušiti zaprljane dijelove, napuniti boce i provjeriti ispravnost izolacijskog aparata. Aparati se skladište (spremni za uporabu) na suha i hladna mjesta, bez prašine i prljavštine. Gumeni dijelovi moraju biti zaštićeni od direktnog utjecaja sunca. Potrebno je voditi evidenciju o održavanju aparata.

	Opis	Nakon uporabe	Svaki mjesec	Svake godine	Svake 3. godine	Svake godin
Kompletan aparat	Čišćenje i dezinfekcija	X				
	Vizualni pregled	X				
	Test ispravnosti i propuštanja prema Uputama za rad	X				
	Test protoka i statički test prema uputama proizvođača			X		
Plućni automat	Čišćenje i dezinfekcija prema potrebi	X				
	Zamjena membrane				X	
Redukcijski ventil	Provjera srednjeg tlaka			X		
	Zamjena O-prstena priključka visokog tlaka			X		
	Osnovni remont					X
Boca za stlačeni zrak	Napuniti na radni tlak	X				

	Provjera tlaka punjenja i datuma ispitivanja boce		X			
	Ispitivanje boce (prema nacionalnim normama)					
Ventil boce	Osnovni remont prema potrebi ili za vrijeme ispitivanja boce					
Sve gumene dijelove mjesечно kontrolirati i prema potrebi zamijeniti						

Tablica 6. Intervali održavanja izolacijskog aparata sa stlačenim zrakom

## **PITANJA ZA PONAVLJANJE:**

1. Koje važne preduvjetete za pravilno korištenje zaštitnih naprava za disanje poznajete ?
2. Kako dijelimo zaštitne naprave za disanje ?
3. Objasnite proces disanja.
4. Navedite sastav udisajnog i izdisajnog zraka.
5. Navedite potrošnju zraka u minuti u ovisnosti o aktivnosti.
6. Kako klasificiramo štetne i otrovne tvari ( fizikalna klasifikacija )?
7. Kako klasificiramo štetne i otrovne tvari ( fiziološka klasifikacija )?
8. Koje opasnosti nastaju uslijed djelovanja požarnih plinova i dimova ?
9. Što su to filterske naprave, kada ih koristimo i od čega se sastoje ?
10. Navedite i objasnite vrste zaštitnih maski.
11. Kako općenito dijelimo filtre ?
12. Objasni podjelu filtra prema tipu i klasi.
13. Kako označavamo filtre ?
14. Što ubrajamo u aparate za disanje i kada ih koristimo ?
15. Što su to cijevni aparati, koje vrste cijevnih aparata poznajete i koje su im karakteristike ?
16. Što su to izolacijski aparati i koje vrste izolacijskih aparata poznajete ?
17. Što su to izolacijski aparati sa stlačenim zrakom, kako ih dijelimo, koji su im glavni dijelovi i čemu služe ?
18. Što su to izolacijski aparati sa stlačenim kisikom, koji su im glavni dijelovi i čemu služe ?
19. Što su to izolacijski aparati za spašavanje, koje su im glavne karakteristike i čemu služe ?
20. Objasnite načela izolacijskog aparata sa stlačenim zrakom.
21. Objasnite načela rada izolacijskog aparata sa stlačenim kisikom.
22. Kako se održavaju maske za cijelo lice ?
23. Kako se održavaju filtri ?
24. Koje radnje obuhvaća provjera ispravnosti izolacijskih aparata sa stlačenim zrakom prije uporabe ?
25. Kako se održavaju izolacijski aparati sa stlačenim zrakom ?