

VATROGASNE SPRAVE I OPREMA

VATROGASNI ČASNICI

I dio

Predavač: Božidar Horvat, dipl. ing.

Varaždin, ožujak 2014.

Vrste i namjena zaštitnih naprava za disanje

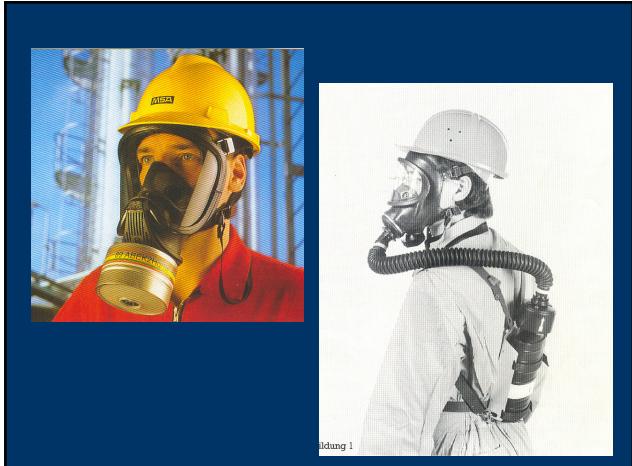
Zaštitne naprave za disanje dijele se prema njihovoj osnovnoj konstrukciji tj. prema načinu djelovanja u dvije temeljne skupine:

- a) **filtarske naprave** (ovisne o okolnoj atmosferi)
- b) **aparati za disanje** (neovisni o okolnoj atmosferi).

SPRAVE ZA ZAŠTITU ORGANA ZA DISANJE

Filtarske naprave





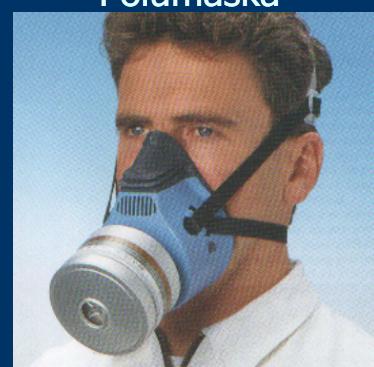
Maska za cijelo lice



Zaštitne maske

- maska za cijelo lice
- polumaska
- četvrtmaska
- filtrirajuća polumaska
- sklop usnika
- kapuljaču
- kacigu

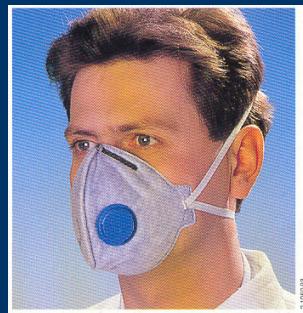
Polumaska



Četrvrtmaska



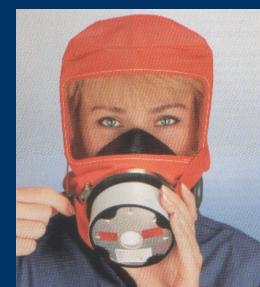
Filtrirajuća polumaska



Sklop usnika



Filtarska naprava s kapuljačom za spašavanje iz požara



Filtarska naprava s upuhivanjem s kacigom



Dije se na:

- filtri za zaštitu od plinova i para (plinski filtri)
- filtri za zaštitu od aerosola (čestični filtri)
- filtri za zaštitu od plinova, para i aerosola (kombinirani filtri)

Filtri

- vitalni dio svake filtarske naprave
- predviđeni da fizički ili neutralizacijom, tj. kombinacijom oba načela, sprječavaju prolazak toksičnih i agresivnih tvari
- obilježeni su 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

Plinski filtri



Čestični filter



Podjela filtra

- Prema vrsti zaštite filtri se dijele u **tipove**
- Prema veličini (trajanju zaštite) u **klase**.

Kombinirani filter



Podjela filtra prema tipu:

A) Plinski filtri

Dijele se na:

- **tip A** - za zaštitu od određenih organskih plinova i para s točkom vrelista $> 65^{\circ}\text{C}$
- **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

b) Višenamjenski plinski filtri

- to su filtri koji su kombinacija dva ili više tipova A, B, E ili K

c) Čestični filtri

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

d) Kombinirani filtri

- to su filtri koji istovremeno štite od plinova, para i aerosola (kombinacija plinskog filtra ili višenamj. plinskog filtra s čestičnim filtrom)

e) Specijalni filtri

- tip NO-P3 - za zaštitu od dušikovih oksida (NO, NO₂, NO_x)
- tip Hg-P3 - za zaštitu od živinih para

Podjela filtra prema klasi**a) Plinski filtri**

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

- klasa 1 – filtri niskog kapaciteta
- klasa 2 – filtri srednjeg kapaciteta
- klasa 3 – filtri visokog kapaciteta

f) Ostali tipovi filtra

- tip AX - za zaštitu od određenih organskih plinova i para s točkom vrelišta < 65° C
- tip SX - za zaštitu od spojeva koji se posebno navode
- tip CO - za zaštitu od ugljičnog monoksida

Zaštita koju osigurava filter klase 2 ili 3 uključuje razinu zaštite koju osigurava filter niže klase, odnosno nižih klasa.

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

klasa plinskog filtra	max. dopustiva koncentracija otrovnih plinova
1	0,1 vol %
2	0,5 vol %
3	1,0 vol %

Ovisno o klasi čestični filtri štite od:

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

b) Čestični filtri

- Dijele se u sljedeće klase:
- klasa P1 – filtri niske učinkovitosti
- klasa P2 – filtri srednje učinkovitosti
- klasa P3 – filtri visoke učinkovitosti
- Zaštita koju osigurava filter klase P2 ili P3 uključuje razinu zaštite koju osigurava filter niže klase, odnosno nižih klasa.

Označavanje filtra

a) odgovarajućim 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
AX		smeda
SX		ljubičasta
CO		crna
P	1, 2 ili 3	bijela
njihove kombinacije		
NO-P3		plava-bijela
Hg-P3		crvena-bijela

Primjeri:

- P3, bijela
- A2, smeđa
- A1B2, smeđa-siva
- SXP3, ljubičasta-bijela
- A2B2E2K2P3 ili ABEK2P3, smeđa-siva-žuta-zelena-bijela

- i) svi Hg-P3 filtri moraju biti označeni dodatnom rečenicom «Naj dulje vrijeme uporabe 50 sati», ili odgovarajući piktogram
- j) kombinirani filtri deklarirani da zadovoljavaju zahtjeve protiv začepljenja moraju biti dodatno označeni slovom D.

- b) oznakom koja pokazuje je li filter namijenjen za višestruku filtersku napravu
- c) broj i godina izdanja norme
- d) godina i mjesec isteka roka uporabe
- e) identifikacijskom oznakom proizvođača
- f) za AX filtre, rečenicom «Samo za jednokratnu uporabu», ili odgovarajućim piktogramom
- g) za SX filtre, naziv i odgovarajuće najviše koncentracije kemikalija za koje filter osigurava zaštitu
- h) svi NO-P3 filtri moraju imati dodatnu oznaku «Samo za jednokratnu uporabu», ili odgovarajući piktogram

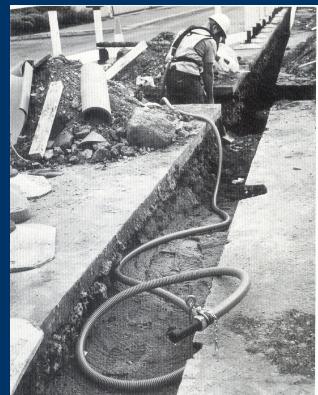
Aparati za disanje

- Aparatima za disanje nazivamo uređaje koji su neovisni o okolnoj atmosferi. Oni se temelje na načelu izolacije dišnog sustava nositelja. Aparati za disanje 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 je:

- Cijevne aparate (nesamostalne uređaje)
- Izolacijske aparate (samostalne uređaje)
- Izolacijske aparate za spašavanje (samostalne uređaje)

Cijevni aparati sa svježim zrakom

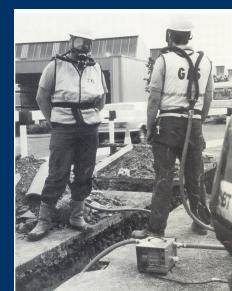


Cijevni aparati

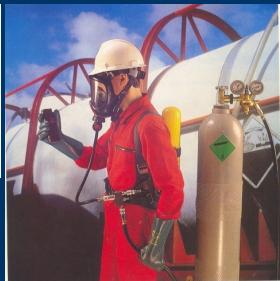
Podjela cijevnih aparata:

- cijevni aparati sa svježim zrakom
- cijevni aparati s upuhivanjem svježeg zraka
- cijevni aparati sa stlačenim zrakom.

Cijevni aparati s upuhivanjem svježeg zraka



Cijevni aparati sa stlačenim zrakom



Podjela izolacijskih aparata:

a) Izolacijski aparati s otvorenim sustavom:

- izolacijski aparati sa stlačenim zrakom
- b) Izolacijski aparati s zatvorenim sustavom:**
- izolacijski aparati sa stlačenim kisikom
 - izolacijski aparati s kemijski vezanim kisikom

Izolacijski aparati

- Izolacijskim aparatima nazivamo aparate koji su izrađeni tako, da zalihu 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 kisika. Omogućavaju potpunu autonomnost korisnika, neovisno o mjestu intervencije i stupnju zagađenosti. Vrijeme korištenja izolacijskih aparata ovisi o zalihi plina i težini izvođenja radova.

Izolacijski aparati sa stlačenim zrakom





Ventil boce



Boca za stlačeni zrak



Ventil za redukciju (reduktijski ventil) i sigurnosni ventil



Tlačna cijev s plućnim automatom



Zaštitna maska



Visokotlačna cijev s manometrom



Leđni nosač s naramenicama i opasačem

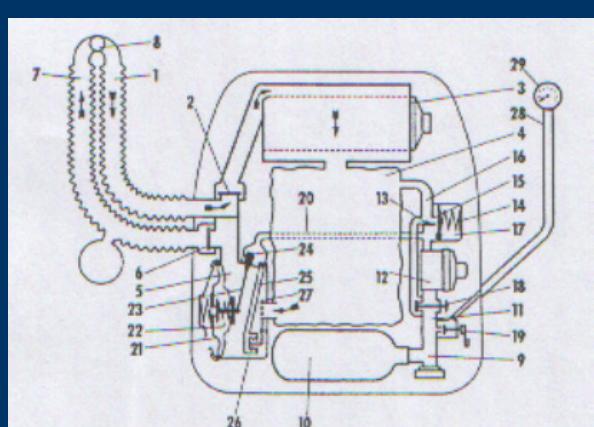


Izolacijski aparat s stlačenim kisikom

- 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 CO₂ apsorberom u kojoj se apsorbira vлага i ugljični dioksid (CO₂). Pročišćeni zrak zatim ulazi u vrećicu za disanje, gdje se dopunjuje čistim kisikom iz boce. Preko cijevi i ventila za udisanje zrak se dovodi u zaštitnu masku korisnika aparata.

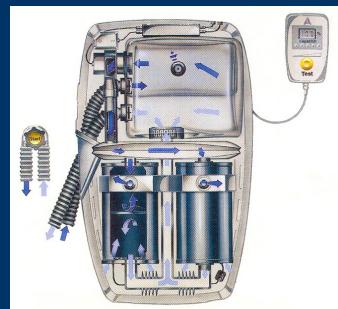
Glavni dijelovi aparata:

- Zaštitna kutija s naramenicama i opasačem
- Zaštitna maska
- Udišna i izdišna cijev
- Udišni i izdišni ventil
- Vrećica za disanje
- Signalna zviždaljka
- Patrona s CO₂ apsorberom
- Uređaj za konstantno doziranje
- Plućni automat
- Dodatni uređaj za doziranje
- Visokotlačna cijev s manometrom
- Boca za stlačeni kisik s ventilom





<http://www.youtube.com/watch?v=BPMY1Wmdsk>



Izolacijski aparati s kemijski vezanim kisikom

- Način rada ovih aparata zasniva se na tome da se izdahnuti zrak ne izbacuje u atmosferu nego se preko cijevi i ventila za izdisanje dovodi u regenerativnu patronu u kojoj se izdahnuti CO₂ i vlaga vežu na regenerativnu tvar (kemijski vezani kisik) i tako oslobođaju približno istu količinu kisika. Tako oslobođeni kisik i pročišćeni zrak ulaze u vrećicu za disanje. Ona svojom zapremninom vrši ublažavanje nesklada između potreba nosioca aparata i stvorene količine zraka za disanje, u slučaju naglih promjena u ritmu disanja. Također služi i za hlađenje zraka. Prije ulaska u udišnu cijev zrak prolazi kroz izmjenjivač topline gdje se dodatno hlađi. Vrijeme korištenja aparata je do 4 sata.



<http://www.youtube.com/watch?v=BPMY1Wmdsk>

Izolacijski aparati za spašavanje

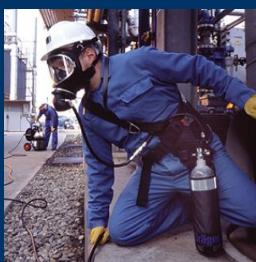
- Treća skupina aparata za disanje (neovisnih o okolnoj atmosferi). Način rada ovih aparata isti je kao i kod izolacijskih aparata. Namijenjeni su prvenstveno za spašavanje iz zagađenih prostora, a ne za intervencije.

- b) Izolacijski aparati za spašavanje sa stlačenim kisikom
c) Izolacijski aparati za spašavanje s kemijski vezanim kisikom



Podjela izolacijskih aparata za spašavanje

- a) Izolacijski aparati za spašavanje sa stlačenim zrakom



POTROŠNJA ZRAKA KOD POJEDINIХ AKTIVNOSTI

VRSTA AKTIVNOSTI	POTROŠNJA ZRAKA (l/min)
Mirovanje	10 – 15
Lagano kretanje	15 – 20
Lagani rad	20 – 30
Srednje teški rad	30 – 40
Težak rad	35 – 55
Najteže radove	50 – 85

Ispitivanje zaštitnih naprava za disanje

- ispitivanje u svrhu certificiranja proizvoda,
- ispitivanje u svrhu provjere usklađenosti proizvoda s certificiranim tipom,
- priznavanje izvještaja o ispitivanju izdanih u inozemstvu u svrhu izdavanja potvrda o sukladnosti (certifikata) i
- periodično ispitivanje (pregled).

Primjer izračunavanja vremena upotrebe izolacijskog aparata

"U boci od 6,8 (l) nalazi se zrak pod tlakom 230 bara. Nositelj aparata obavlja težak rad i troši 50 l/min. Koliko će se vremena moći koristiti izolacijskim aparatom?"

$$\text{KOLIČINA ZRAKA U BOCI} = V_{\text{boce}} \cdot P_{\text{zraka}} = \\ 6,8 \text{ (l)} \cdot 230 \text{ (bara)} = 1564 \text{ (l)}$$

$$\text{VRIJEME KORIŠTENJA APARATA} = \\ \text{KOLIČINA ZRAKA} / \text{POTROŠNJA ZRAKA} \\ = 1564 \text{ (l)} / 50 \text{ (l/min)} = 31 \text{ (min)}$$

■ Nositelj aktivnosti nad prva tri ispitivanja je Državni zavod za mjeriteljstvo. Naime, temeljem Zakona o normizaciji (N.N. 55/96 i 163/03) donijeti su slijedeći podzakonski propisi:

- Naredba o obaveznom atestiranju aparata za zaštitu dišnih organa (Sl. 49/87 i NN 131/00)
- Pravilnik o uvjetima i načinu priznavanja izvještaja o ispitivanju izdanih u inozemstvu i izdavanja potvrda o sukladnosti (N.N. 69/97), koji definiraju ta ispitivanja.
- Državni zavod za mjeriteljstvo ovlašćuje pravnu osobu za provedbu navedenih ispitivanja. Ovlaštena pravna osoba nakon obavljenog ispitivanja izdaje zapisnik o obavljenom ispitivanu ili zapisnik o provedenom postupku za priznavanje izvještaja o ispitivanju izdanih u inozemstvu i izdavanja potvrda o sukladnosti. Na temelju zapisnika Državni zavod za mjeriteljstvo izdaje ili produljuje certifikate za zaštitne naprave za disanje. Valjanost certifikata se produljuje svake godine.

- Periodično ispitivanje zaštitnih naprava za disanje se vrši prema uputama proizvođača, a vrše ga ovlašteni serviseri proizvođača. Također, i sami korisnici zaštitnih naprava za disanje mogu vršiti periodično ispitivanje ako završe usavršavanje kod proizvođača i redovito ga obnavljaju izobrazbom, te ako posjeduju ispitne uređaje i rezervne dijelove proizvođača.

- Pravilnikom o tehničkim normativima za pokretne zatvorene posude za komprimirane, tekuće i pod tlakom otopljenе plinove (S.L. 25/80 i 9/86) propisano je da se boce za stlačeni zrak moraju podvrgavati redovitim pregledima. Pod redovitim pregledom podrazumijeva se prvi pregled prije uporabe i pregledi koji se obavljaju u slijedećem vremenskom periodu:
 - svake 3. godine za boce od legiranih čelika i kompozitne boce
 - svake 5. godine za čelične boce

Uređaji za ispitivanje zaštitnih maski



- Pravilnik se provodi u praksi tako da je vlasnik ili korisnik boca za stlačeni zrak dužan bocu podvrgnuti redovnom pregledu kod ovlaštene pravne osobe. Pregled se vrši pod nadzorom inspektora posuda pod tlakom Državnog inspektorata. Nakon obavljenog pregleda inspektora posuda pod tlakom izdaje se rješenje o pregledu boce za slijedeće održano vrijeme (3 ili 5 godina), te ukucava žig inspekcije, mjesec i godinu pregleda (za boce od legiranih čelika ili čelične boce).
- Prema odluci Inspekcije posuda pod tlakom boce starije od 40 godina stavljaju se van uporabe.

- Za boce od kompozitnih materijala (karbonska vlakna) ne ukucava se žig nego lijepljiv naljepnica na kojoj je otisnut žig inspekcije te mjesec i godina ponovnog pregleda.
- Prema Pravilniku o stručnoj spremi i drugim uvjetima za obavljanje poslova u radnim organizacijama koja imaju elektroenergetska, kotlovska i druga energetska postrojenja i posude pod tlakom (S.L.47/64), osoba koja puni boce mora imati položene ispite:
 - **punitelj posuda tehničkim plinovima i**
 - **rukovatelj kompresora**

Održavanje sprava za zaštitu disanja

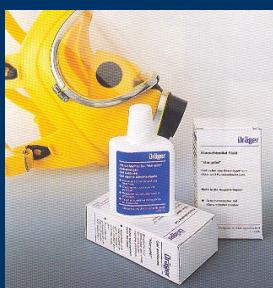
- Sve zaštitne naprave za disanje moraju biti ispravne i spremne za uporabu, jer o njihovoj ispravnosti ovisi i sigurnost njihovih korisnika
- Zaštitne naprave za disanje moraju se održavati redovito prema uputama proizvođača.
- Proizvođač je obavezan da uz zaštitne naprave za disanje da i upute koje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

- Ispiti se polažu pred ispitnom komisijom Državnog inspektorata. Nakon položenih ispita polagatelj dobiva uvjerenje o položenom ispitu za zvanje punitelj posuda tehničkim plinovima i za zvanje rukovatelj kompresora.



Održavanje maski za cijelo lice

- Nakon svake uporabe masku treba temeljito očistiti i dezinficirati.
- Čišćenje i dezinfekcija vrši se u posudama s otopinom.
- Prije čišćenja i dezinfekcije, sve diskove ventila, a svakako diskove izdišnog ventila, treba skinuti s maske.
- 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



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

Održavanje filtara

- Skladište se u prostorijama zagrijanim na sobnu temperaturu i normalne vlažnosti koje nisu izložene nikakvom zagađivanju, zapakirani tako da prilikom rukovanja budu osigurani od mehaničkog oštećenja.
- 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.
- Filteri kojima je prošao određeni rok uskladištenja ne smiju se više upotrebljavati.

Održavanje izolacijskih aparata sa stlačenim zrakom

- Prije svake uporabe mora se provjeriti ispravnost aparata. Provjera obuhvaća sljedeće radnje:
- vizualni pregled kompletног aparata
- provjera napunjenošti boce (maksimalno dozvoljeno odstupanje -10% od nazivnog radnog tlaka)
- provjera nepropusnosti visokog tlaka (dozvoljena propusnost ≤ 10 bara/min)
- 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.

Pumpa ugrađena na vozilo

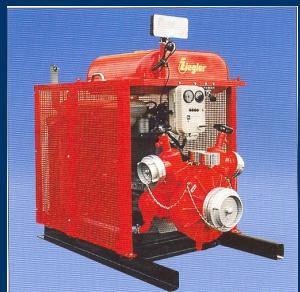


VATROGASNE PUMPE

- U vatrogastvu se koriste klipne i centrifugalne pumpe.
- Klipne pumpe tijekom svog rada ostvaruju pravocrtno gibanje klipa i mrtve točke.
- Centrifugalne pumpe karakteristične su rotiranjem rotora u kućištu pumpe. Zbog rotacije rotora u njemu dolazi do pojave centrifugalne sile (kao posljedica rotacije) koja ima smjer od središta rotacije prema obodu rotora.

Motorne pumpe

- Motorne pumpe mogu biti izvedene kao:
- prijenosne pumpe
 - stacionarne pumpe
 - vučno-prijevozne pumpe: pumpe koje su trajno ugrađene na zasebno prijevozno podvozje tako da mogu biti pokretane odnosno vučene s pomoću vozila.



Podjela centrifugalnih vatrogasnih pumpi prema radnom tlaku

- **Pumpe normalnog tlaka:** jednosecene ili višestepene centrifugalne vatrogasne pumpe koje ostvaruju izlazni radni tlak do 20 bar.
- **Pumpe visokog tlaka:** centrifugalne vatrogasne pumpe koje ostvaruju izlazne radne tlakove do 54,5 bar.



Centrifugalne vatrogasne pumpe

- Centrifugalna pumpa predaje vodi energiju koju dobiva od pogonskog stroja.
- Ta energija na izlazu pumpe očituje se kao kinetička energija (protok) i energija tlaka (pretlak).

Osnovni dijelovi centrifugalne pumpe koja se upotrebljava u vatrogastvu su:

- Kućište pumpe
- Rotor
- Stator
- Osovina pumpe
- Ulaz u pumpu
- Tlačni izlazi
- Elementi za regulaciju protoka pumpe
- Slavina za ispuštanje vode
- Manometar
- Manovakuummetar
- Otvor za ulijevanje vode

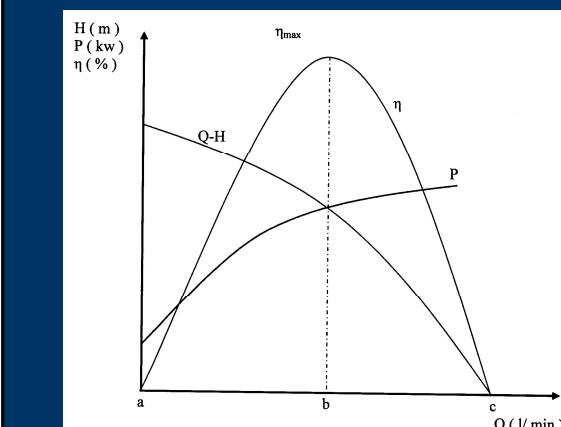
Princip rada centrifugalne pumpe

- Rotacijom rotora u rotoru dolazi do pojave centrifugalne sile
- Centrifugalna sila ima smjer djelovanja od središta rotacije (direktnog ulaza u rotor) prema obodu lopatice rotora. Djelovanjem te sile vodi se u lopatice rotora predaje energija.
- Ukupna energija koja se u lopatici rotora predaje vodi većim djelom na izlazu rotora javlja se kao energija brzine (E_k – kinetička energija), a manjim dijelom kao energija tlaka odnosno potencijalna energija (E_p).



- Dakle na izlazu lopatice rotora voda ima razmjerno veliku brzinu, ali i određeni mali tlak. Po izlazu iz rotora voda ulazi u stator ili direktno u spiralno kućište pumpe.
- Lopatice statora u kućištu pumpe suprotno su zakriviljene od lopatica rotora. Poprečni presjek lopatica statora veći je od poprečnog presjeka lopatica rotora.
- Zbog toga se tu vodi povećava tlak, a smanjuje brzina. Dolazi do pretvorbe energije brzine u energiju tlaka. Na taj način na izlazu iz kućišta pumpe voda ima određenu energiju tlaka i kinetičku energiju. Odnosno na tlačnim izlazima pumpe voda ima i tlak i protok.

- U određenim uvjetima tijekom rada pumpe ukupna energija na izlazu pumpe može se pretvoriti ili samo u energiju tlaka ili većim djelom u kinetičku energiju, a manjim dijelom u energiju tlaka.
- No međutim za pravilan rad vatrogasne pumpe ni jedan od ovih rubnih uvjeta rada nije prihvatljiv.
- **Na tlačnom izlazu pumpe mora postojati određena tlačna i kinetička energija.**



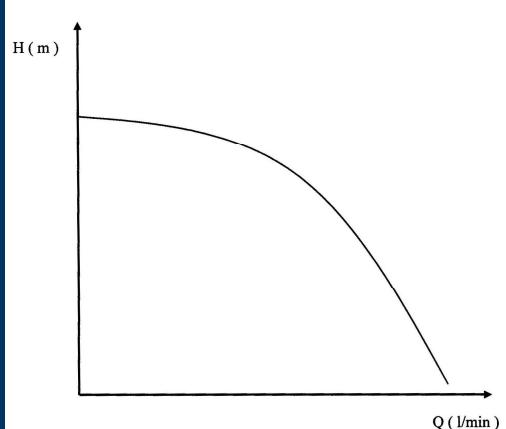
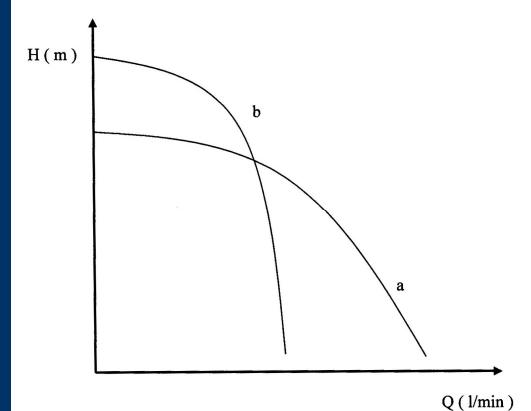
Karakteristike centrifugalne pumpe

- **H (m) – visina dobave pumpe:** povećanje specifične energije tekućine pri prolazu kroz pumpu, a ono odgovara razlici energije na izlazu i ulazu pumpe.
- **Q (l/min) – volumni protok:** volumen tekućine koji prođe kroz pumpu u jedinici vremena.
- **n (min^{-1}) – broj okretaja rotora:** broj okretaja rotora pumpe u jedinici vremena.
- **P_p (kW) – pogonska snaga pumpe:** snaga potrebna za pogon pumpe. Ona je veća od hidrauličke snage za iznos gubitaka.
- **P_k (kW) – korisna snaga:** ova snaga se naziva i hidraulička snaga jer je to snaga koja se prenosi na tekućinu pri prolazu kroz pumpu.
- **η (%) – stupanj iskoristivosti:** nije se ocjenjuje ekonomičnost rada nekog procesa. On predstavlja omjer dobivenog i uloženog rada.

- a – rad pumpe pri potpuno zatvorenim tlačnim izlazima. U toj točci postiže se maksimalna visina dobave, a protoka nema ($H=\max, Q = 0$).
- b – točka u kojoj pumpa radi u optimalnim uvjetima. Optimalan rad pumpe je u onoj točci u kojoj se postiže maksimalan stupanj iskoristivosti ($\eta = \max$). Ta radna točka je *nazivna radna točka*.
- c – rad pumpe pri maksimalno otvorenim izlaznim otvorima pumpe. U toj točci postiže se minimalna visina dobave, a maksimalan protok ($Q = \max$).

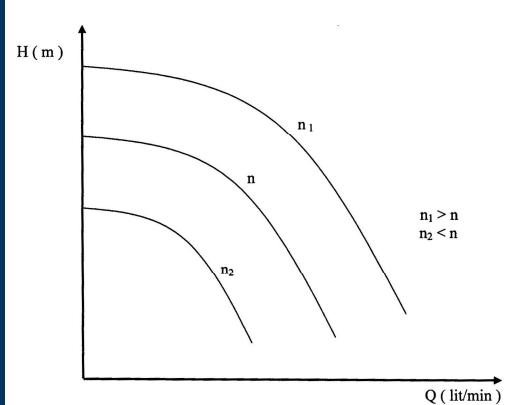
QH dijagram

- Q-H dijagram pumpe prikazuje ovisnost visine dobave (H) i volumnog protoka (Q). Ukoliko promatramo međusobnu ovisnost dviju veličina sve ostale veličine koje na bilo koji način mogu utjecati na njih moraju biti nepromijenjene odnosno konstantne.
- Tako Q-H dijagram pumpe vrijedi uz konstantan broj okretaja rotora pumpe ($n=\text{const.}$) i konstantnu usisnu visinu. Iz toga proizlazi da je odnos visine dobave i volumnog protoka u Q-H obrnuto proporcionalan. To znači da će se uz spomenute uvijete porastom visine dobave volumni protok smanjivati i obratno porastom volumnog protoka visina dobave će se smanjivati.



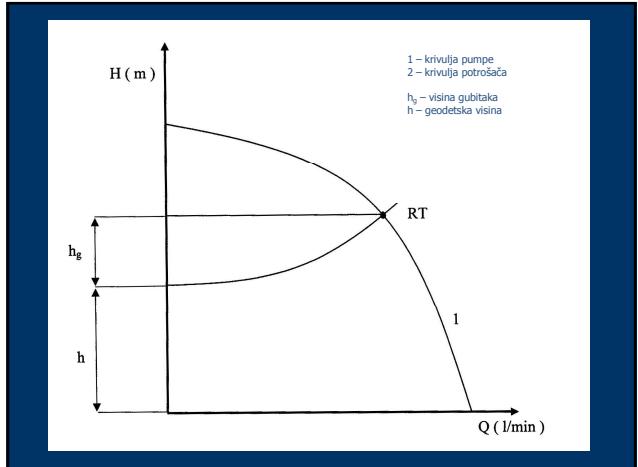
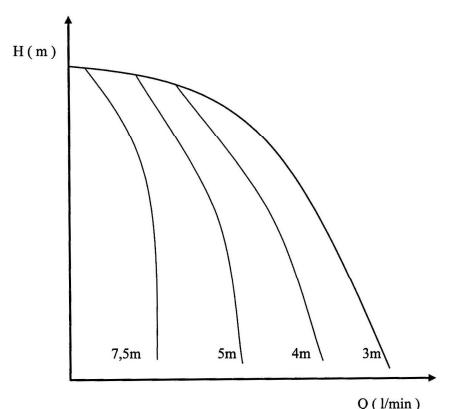
Ovisnost Q-H dijagraama pumpe o "n" i usisnoj visini

- Budući da Q-H krivulja pumpe vrijedi uz konstantnu usisnu visinu i broj okretaja rotora pumpe n (min^{-1}) analizirajmo što se događa ukoliko se te veličine tijekom rada pumpe mijenjaju.
- Mjereći izlazne karakteristike pumpe pri povećavanju ili smanjivanju broja okretaja rotora pumpe dolazi se do zaključka da se ovisno o tim uvjetima mijenja i položaj krivulje pumpe u Q-H dijagramu.



Radna točka u Q - H dijagramu

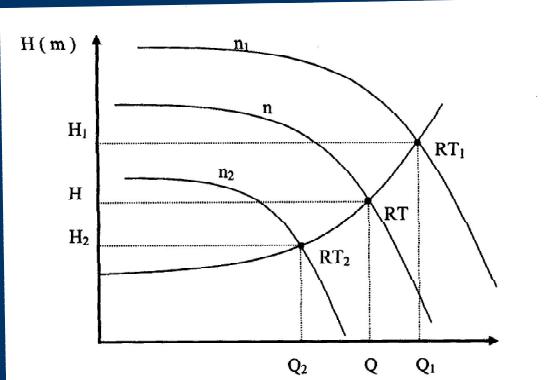
- Kako je već ranije rečeno centrifugalna pumpa tijekom svog rada na izlazu pumpe ostvaruje određeni tlak i protok. Ovisno o uvjetima rada pumpe mogu se ostvarivati različiti tlakovi i protoci. Svako stanje pumpe pri kojem ona ostvaruje određeni radni tlak i protok naziva se radna točka pumpe.
- Da bi se odredio položaj radne točke u Q-H dijagramu pumpe potrebne su dvije krivulje. Te krivulje nazivaju se krivulja pumpe i krivulja potrošača.



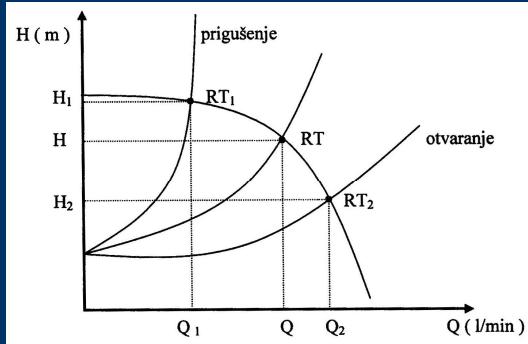
Promjena položaja radne točke u Q-H dijagramu

- Pri svakoj promjeni položaja krivulje pumpe ili krivulje potrošača odnosno pri promjeni položaja radne točke pumpa će ostvarivati različite učinke.
- **Promjenom položaja krivulje pumpe** u dijagramu mijenjaju se volumni protok i visina dobave. Položaj krivulje pumpe u Q-H dijagramu moguće je mijenjati promjenom broja okretaja rotora pumpe.
- Povećanjem broja okretaja rotora pumpe ostvaruju se veći volumni protok i visina dobave kao što je vidljivo i iz dijagrama.
- Smanjenjem broja okretaja rotora pumpe u dijagramu je vidljivo istodobno smanjenje volumnog protoka i visine dobave.

- RT – radna točka (Q i H) pri broju okretaja rotora pumpe (n)
- RT₁ – radna točka (Q_1 i H_1) pri povećanom broju okretaja rotora pumpe ($n_1 > n$)
- RT₂ – radna točka (Q_2 i H_2) pri smanjenom broju okretaja rotora pumpe ($n_2 < n$)



- **Promjenu položaja krivulje potrošača** moguće je postići zatvaranjem tj. prigušenjem ili otvaranjem elementa za regulaciju protoka na tlačnim izlazima.
- Prigušenjem smanjujemo volumni protok, a povećavamo visinu dobave pumpe.
- Suprotno tome otvaranjem tlačnih izlaza pumpa će ostvarivati veći volumni protok uz manju visinu dobave.



RT – radna točka (Q i H) pri nekom položaju krivulje potrošača
 RT₁ – radna točka (Q_1 i H_1) pri smanjenju poprečnog presjeka na izlazu
 RT₂ – radna točka (Q_2 i H_2) pri povećanju poprečnog presjeka na izlazu

Podjela pumpi prema hrvatskoj normi HRN EN 1028-1:2004

- Centrifugalne vatrogasne pumpe sa nazivnom visinom dobave 6 bar: CVPN 6-500
- Centrifugalne vatrogasne pumpe sa nazivnom visinom dobave 10 bar: CVPN 10-750, CVPN 10-1000, CVPN 10-1500, CVPN 10-2000, CVPN10-3000, CVPN 10-4000, CVPN 10-6000 Centrifugalne vatrogasne pumpe sa nazivnom visinom dobave 15 bar: CVPN 15-1000, CVPN15-2000, CVPN 15-3000
- Centrifugalne vatrogasne pumpe sa nazivnom visinom dobave 40 bar: CVPV 40-250.

- Dakle tijekom rada sa vatrogasnog pumpom bilo promjenom položaja krivulje pumpe ili krivulje potrošača moguće je mijenjati položaj radne točke u Q-H dijagramu. Na taj način direktno se utječe na izlazne karakteristike pumpe odnosno na volumni protok i visinu dobave.
- Pumpa tijekom svog rada može ostvariti mnogo različitih radnih točaka, a to je sada vidljivo i iz mogućnosti promjene položaja radne točke u Q-H dijagramu.
- Međutim samo jedna od tih radnih točaka je *nazivna radna točka*.
- U toj radnoj točci vatrogasna pumpa radi svoju maksimalnu iskoristivost tj. optimalan rad.
- Upravo po toj radnoj točci označavaju se vatrogasne pumpe.

Označavanje vatrogasnih pumpi

- Prema hrvatskoj normi HRN EN 1028-1:2004 centrifugalne vatrogasne pumpe označavaju se:
- opisom
 - brojem navedene norme
 - podjelom prema izlaznom tlaku

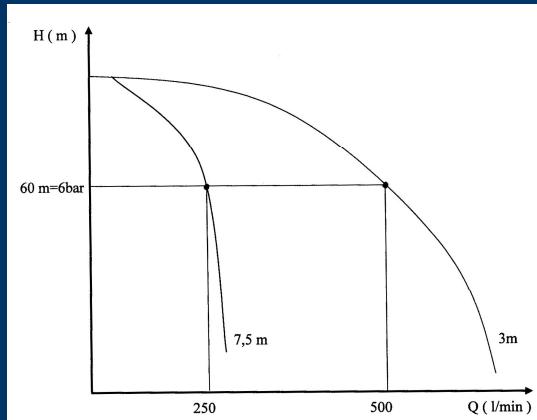
Primjer označavanja pumpi:

- Centrifugalna vatrogasna pumpa prilagođena normi HRN EN 1028-1:2004, nazivne visine dobave od 6 bar, nazivnog volumnog protoka 500 l/min, ograničenim izlaznim tlakom 11 bar, dinamičkim ispitnim tlakom 16,5 bar te tlakom pri zatvorenim tlačnim izlazima od 6-11 bar bit će označena na slijedeći način:

Centrifugalna vatrogasna pumpa HRN EN 1028-1 - CVPN 6 - 500

Crpljenje i dobava vode

- Početna dobava vode zasniva se na stvaranju podtlaka u kućištu pumpe i usisnom vodu. Potreban podtlak stvara vakuum uređaj koji je sastavni dio centrifugalne vatrogasne pumpe.
- Stvaranjem podtlaka u kućištu pumpe i usisnom vodu stvara se razlika tlakova između tlaka koji vlada u kućištu pumpe i usisnom vodu te vanjskog atmosferskog tlaka.
- Na osnovi te razlike vanjski tlak zraka djeluje na površinu vode i podiže stupac vode u usisnom vodu koji tada ulazi u pumpu.
- Atmosferski tlak od 101 325 Pa može teorijski podići stupac vode na visinu od 10,33 m. Međutim tu usisnu visinu u praksi nije moguće postići zbog prisutnosti gubitaka koji se javljaju pri radu pumpe, a koji utječu na dobavu vode. Zbog toga se kao stvarna i moguća usisna visina uzima nešto manja od teorijske. Ta usisna visina za garantirane učinke pumpe iznosi 7,5 m. Razliku između teorijske i stvarne usisne visine čine gubici koji utječu na dobavu vode.

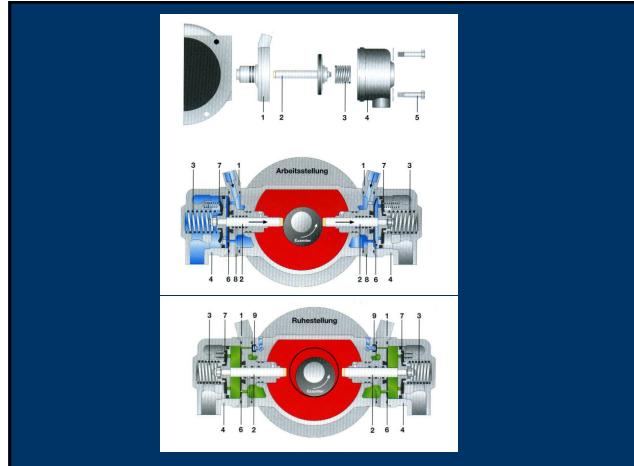


Gubici koji utječu na dobavu vode

- TEMPERATURA VODE
- DINAMIČKI OTPOR (razna trenja)
- VARIRANJE ATMOSFERSKOG TLAKA
- NADMORSKA VISINA
- SMANJENJE NIVOA VODE
- VISINA ULAZNOG OTVORA PUMPE OD TLA

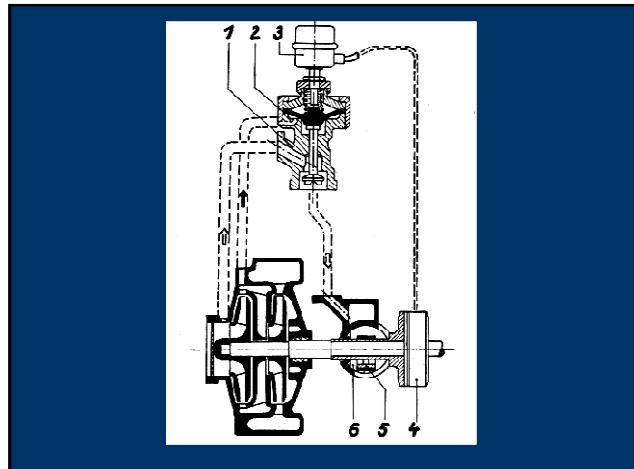
Vakuum uređaji

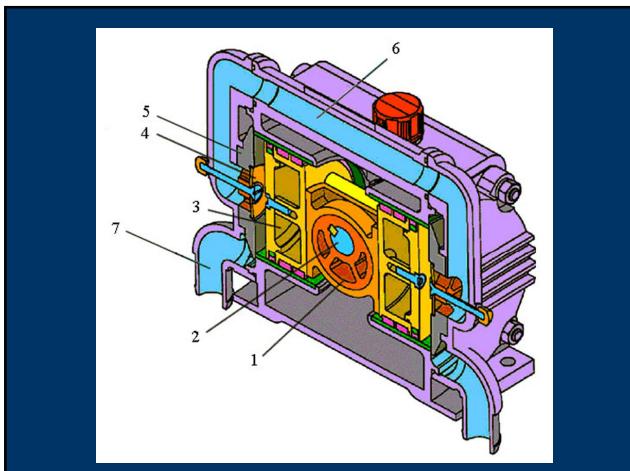
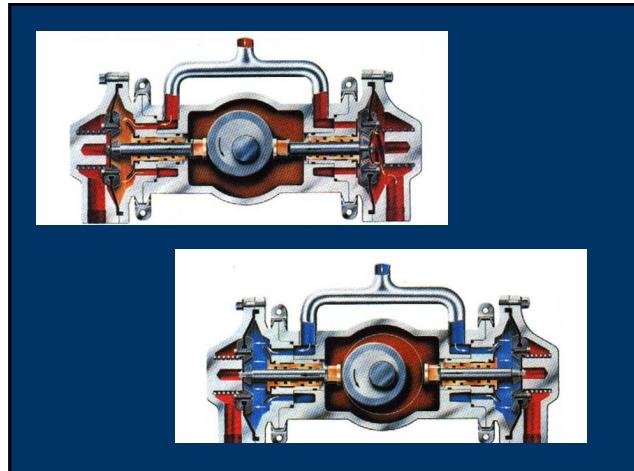
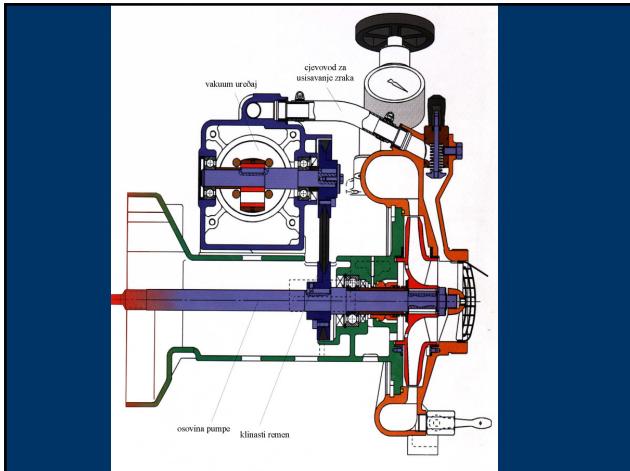
- Namjena vakuum uređaja je da u usisnom vodu i kućištu pumpe stvori potreban podtlak te tako omogući početnu dobavu vode.
- Osnovne vrste vakuum uređaja i principi rada
- Osnovne vrste vakuum uređaja su:
- **KLIPNI**
- **ROTACIJSKI**
- **PLINSKI EJEKTOR**



KLIPNI VAKUUM UREĐAJI

- a) Trokomat – Ziegler
- b) Automatic – Rosenbauer
- c) Klipni vakuum uređaj Rosenbauer - (novi tip)
- d) Primatic-Magirus



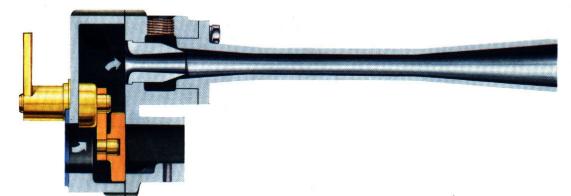


ROTACIJSKI VAKUUM UREĐAJI

a) Vacumatic-Metz

PLINSKI EJEKTOR

- Magirus



■ Dubokosrkač je mlazna pumpa koja služi za crpljenje i transport vode (korisna voda) pomoću sekundarne vode pod tlakom sa hidrantu ili centrifugalne pumpe (pogonska voda).

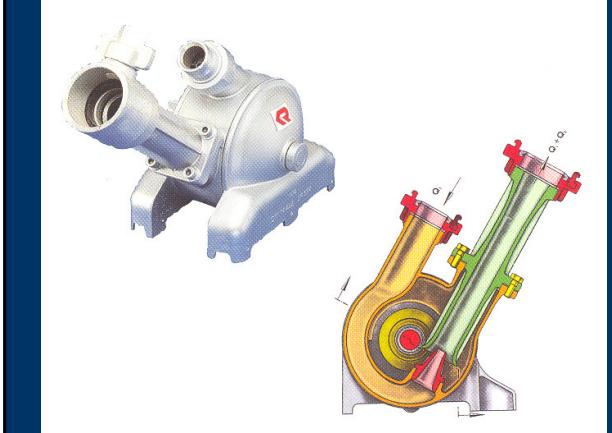
■ Primjenjuje se za uklanjanje vode iz podruma i sl. (kod tehničkih intervencija) i za dobavu vode iz većih dubina (kada je usisna visina veća od 8 m pa standardni vakuum uređaji ne mogu usisati vodu). Praktična primjena dubokosrkača je do 22 m dubine kada je odnos pogonske i korisne vode 2,5 : 1.

■ Dubokosrkač radi na injektorskom principu. Pri radu cijelokupna energija pogonske vode koristi se kao energija brzine koja stvara podtlak i podiže na površinu ukupnu količinu vode.

■ Osnovni dijelovi dubokosrkača su: kućište, ulazni otvor za pogonsku vodu, ulazni otvor za korisnu vodu (sa ili bez usisnog sita), izlazni otvor za pogonsku i korisnu vodu, stabilne spojnice na otvorima, pogonska sapnica i difuzor.

UREĐAJI ZA DOBAVU VODE IZ VEĆIH DUBINA

- dubokosrkač
- potopna elektropumpa
- dubinska turbopumpa.



POTOPNA ELEKTRO PUMPA

- Potopna elktropumpa radi na principu pogona elektromotora. Elektromotor pokreće rotor koji je smješten u kućištu pumpe. Rotor se nalazi ukljinjen na osovini pumpe. Zbog električnog pogona pumpa mora imati izolirano kućište.

Osnovni dijelovi:

- - kućište
- - elektromotor
- - osovina s rotorom
- - ulazni otvor za vodu s metalnim sitom
- - izlazni otvor za vodu sa stabilnom spojnicom
- - strujni kabl s utičnicom

DUBINSKA TURBOPUMPA

- Princip rada ove pumpe zasniva se na pogonu vodene turbine koja je smještena u kućištu pumpe. Dubinskom turbopumpom moguće je ispumpavati vodu s dubine od približno 30 m.

Osnovni dijelovi pumpe:

- kućište
- ulazni otvor za pogonsku vodu sa stabilnom spojnicom
- izlazni otvor za pogonsku vodu sa stabilnom spojnicom
- osovina s rotorom i turbinom
- izlazni otvor za ispumpanu vodu s stabilnom spojnicom



RELEJNA DOBAVA VODE

- Relejna dobava vode upotrebljava se kad raspoloživi volumni protoci i tlakovi na pumpi nisu dovoljni za gašenje požara, ili ako se voda transportira na velike udaljenosti. Naime ima slučajeva kada su udaljenosti pri radu s vatrogasnom pumpom tako velike da za njihovo savladavanje nije dostatan tlak koji se može postići pri samostalnom radu jedne vatrogasne pumpe.
- Tada se upotrebljava relejna dobava vode uporabom dviju ili više vatrogasnih pumpi. Preslabi izlazni tlakovi i protoci mogu biti ne samo kod velikih udaljenosti pumpi, nego i kod većih geodetskih visina na kojima su smještene pumpe u releju. U relej se mogu spajati bilo prijenosne pumpe, prijevozne ili ugradbene pumpe na vozilima.

Rukovanje vatrogasnim pumpama

- Pri radu sa vatrogasnim pumpama uvijek je potrebno pridržavati se postupaka navedenih u naputku o uporabi pumpe. To je vrlo važno jer se neispravnim rukovanjem pumpi mogu nanijeti nepotrebne štete.
- **Vatrogasnom pumpom rukuje osoblje koje je osposobljeno i upoznato s pravilima o rukovanju pumpom.**

S obzirom na raspored vatrogasnih pumpi u postavljenom releju relejna dobava vode može biti:

- serijska
- paralelna

Prema načinu dopremanja vode u svaku pumpu relej može biti:

- **otvoreni**
- **zatvoreni**

Održavanje vatrogasne motorne pumpe

- Centrifugalnu pumpu potrebno je redovno održavati prema preporuci proizvođača. U mesta
- koja su predviđena za mazanje tlačnim mazalicama ili u vakuum uređaje koji se podmazuju uljem potrebno je redovno tlačiti mast ili sipati ulje. Sredstva za mazanje i period podmazivanja vrlo su bitni za ispravan rad vatrogasne pumpe u cijelosti te ih je osoba zadužena za održavanje pumpe obvezna se pridržavati.
- Radi lakše kontrole podmazivanja i održavanja vatrogasne pumpe upisom u knjižicu pumpe vodi se točna i redovita evidencija svih postupaka održavanja.

- U svakom naputku o uporabi vatrogasne pumpe uvijek je točno naveden i opisan period potiskivanja brtvenice. Naravno da se time tзв. "grafitni listići" tog potiskivača troše te ih je potrebno o zadanom roku zamijeniti novim. Nepodmazivanje bilo kakvih strojnih dijelova pri njihovom međusobnom prijenosu uzrokuje razvijanje topline, a također i njihovo prijevremeno trošenje.
- Na ulazu u centrifugalnu pumpu nalazi se sito koje je potrebno povremeno kontrolirati, te prema potrebi očistiti ili neispravno zamijeniti ispravnim.
- Svako oštećenje bilo na spojnici ili na brti spojnice treba odmah otkloniti te neispravne spojnice ili brte zamijeniti ispravnim.

- Uključenjem vakuum uređaja na pumpi, podtlak koji se stvara mora biti trenutno uočljiv i čitljiv na manovakuummetru. Višekratno uključivanje vakuum uređaja zbog potrebe stvaranja podtlaka u kućištu pumpe odnosno uzastopan "rad na suho" izuzetno je štetan za vakuum uređaj.
- Potpuno zatvorene tlačne ventile (pri velikom broju okretaja rotora pumpe zbog usisavanja) nakon dobivenog pretlaka u kućištu pumpe teško je otvoriti, pa je za njihovo otvaranje potrebno ponovo smanjiti broj okretaja rotora pumpe.
- Ovisno o izlaznom tlaku pumpe ta pojava može uzrokovati ponovno uključenje vakuumuređaja i to je nepotrebno.

- Neispravne spojnice mogu uzrokovati razne nezgode i povrede pri radu sa vatrogasnog pumpom jer bi pri radnom tlaku moglo doći do njihova pucanja, a time i do nezgoda za strojara na pumpi.
- Loše, istrošene ili u bilo kom smislu neispravne usisne ili tlačne brtve na pumpi mogu uzrokovati nemogućnost stvaranja podtlaka u kućištu pumpe i usisnom vodu, ali i propusnost zbog lošeg brtvljenje spoja tlačnih cijevi.
- Ventile na tlačnim izlazima nije preporučljivo zatvarati u potpunosti na način da se oni jako stisnu.

- Crpljenjem vode iz prirodnih izvora potrebno je pažnju obratiti na to da voda koja ulazi u pumpu nije pjeskovita ili da se usisna košara zbog polaganja usisnog voda ne nalazi u mulju. Pjeskovita i muljevita voda oštećuje lopatice rotora centrifugalne pumpe, a također i vakuum uređaj čiji rad je reguliran tlakom vode u kućištu vatrogasne pumpe.
- Po završetku rada pumpe uvijek je potrebno potpuno isprazniti vodu iz kućišta pumpe i pipac za ispuštanje vode iz kućišta pumpe ostaviti otvoren tako da se kućište iznutra u potpunosti osuši.