

# **ETO – Pogonski i cjevovodi opće službe**

Dr. sc. Predrag Kralj

# **1. Pogonski cjevovodi**

**1.1. Cjevovod goriva**

**1.4. Cjevovod ulja za podmazivanje**

**1.5. Cjevovod komprimiranog zraka**

**1.6. Cjevovod rashladne vode**

**1.7. Cjevovod pare, kondenzata i napojne vode**

## **2. Cjevovodi opće službe**

**2.1. Cjevovod balasta**

**2.2. Cjevovod kaljuže**

**2.3. Protupožarni cjevovodi**

**2.4. Cjevovodi ventilacije i klimatizacije**

## **3. Eksploatacija brodskih cjevovoda**

**3.1. Praćenje rada**

**3.2. Preventivno održavanje**

**3.3. Dijagnostika kvarova**

**3.4. Lokalno i daljinsko upravljanje i nadzor**

# 1. Pogonski cjevovodi

5

- za dizelmotorna postrojenja
  - omogućuju rad porivnog stroja, tj. poriv broda
  - praćenje rada - dijagnostika kvarova
  - priprema za upućivanje
-

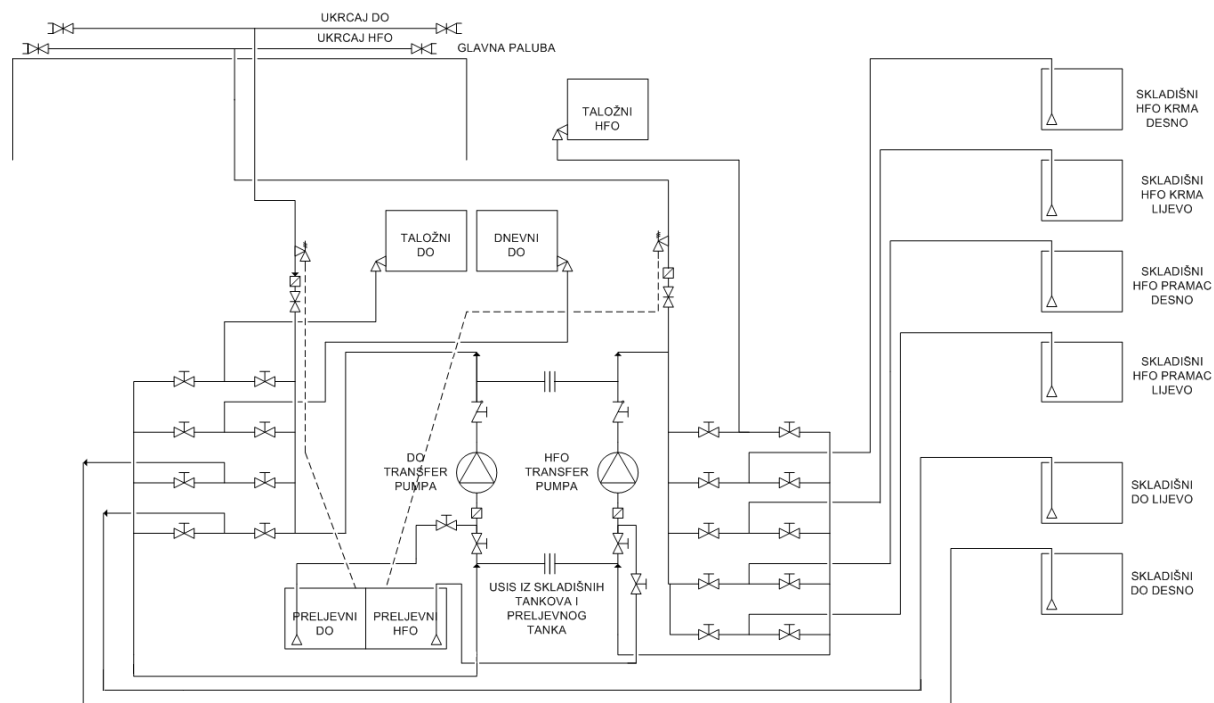
# 1.1. Cjevovod goriva

6

- skladištenje goriva
  - pretakanje
  - obrada – čišćenje
  - priprema za korištenje i distribucija
  - potrošači: glavni porivni stroj, dizel-generatori, loženi generator pare
  - korištenje sustava u raznim režimima rada
-

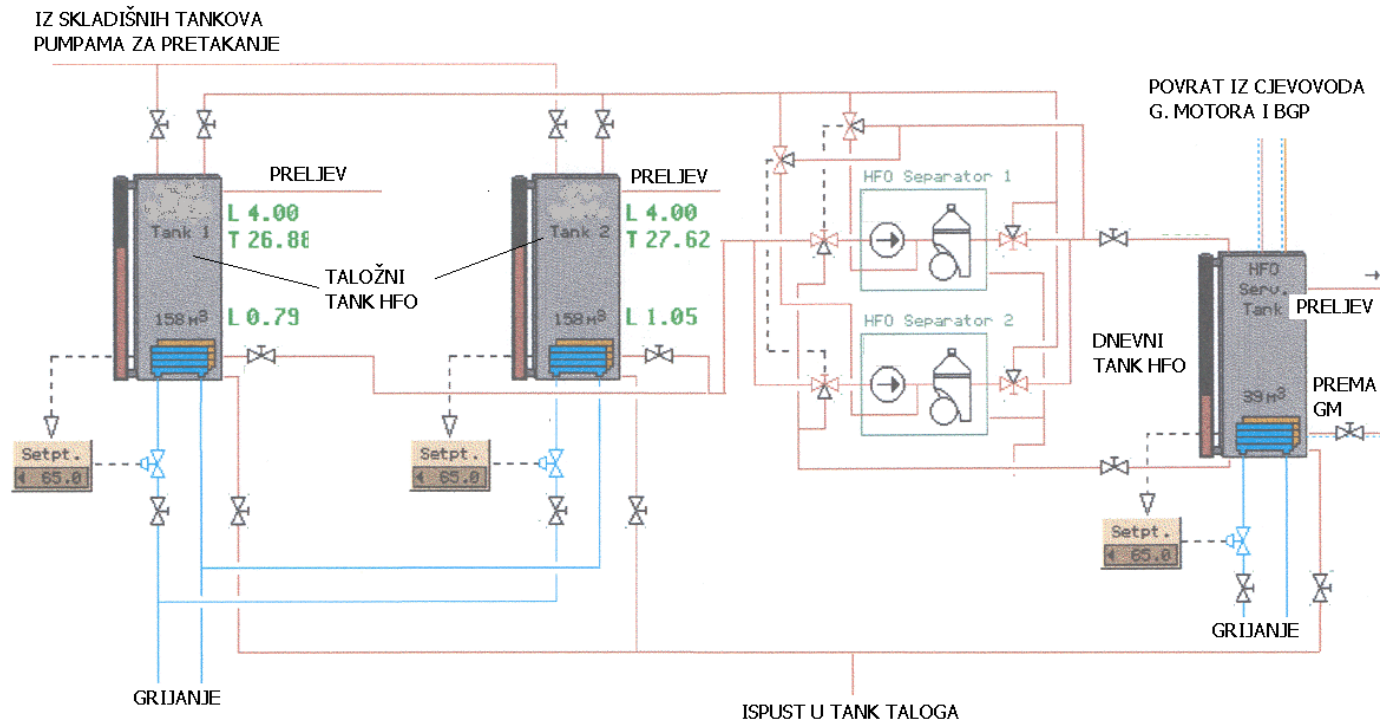
# Skladištenje, pretakanje

- ukrcaj goriva s glavne palube
- rezerva goriva
- grijanje skladišnih tankova
- pumpe za pretakanje (transfer)



# Obrada - čišćenje

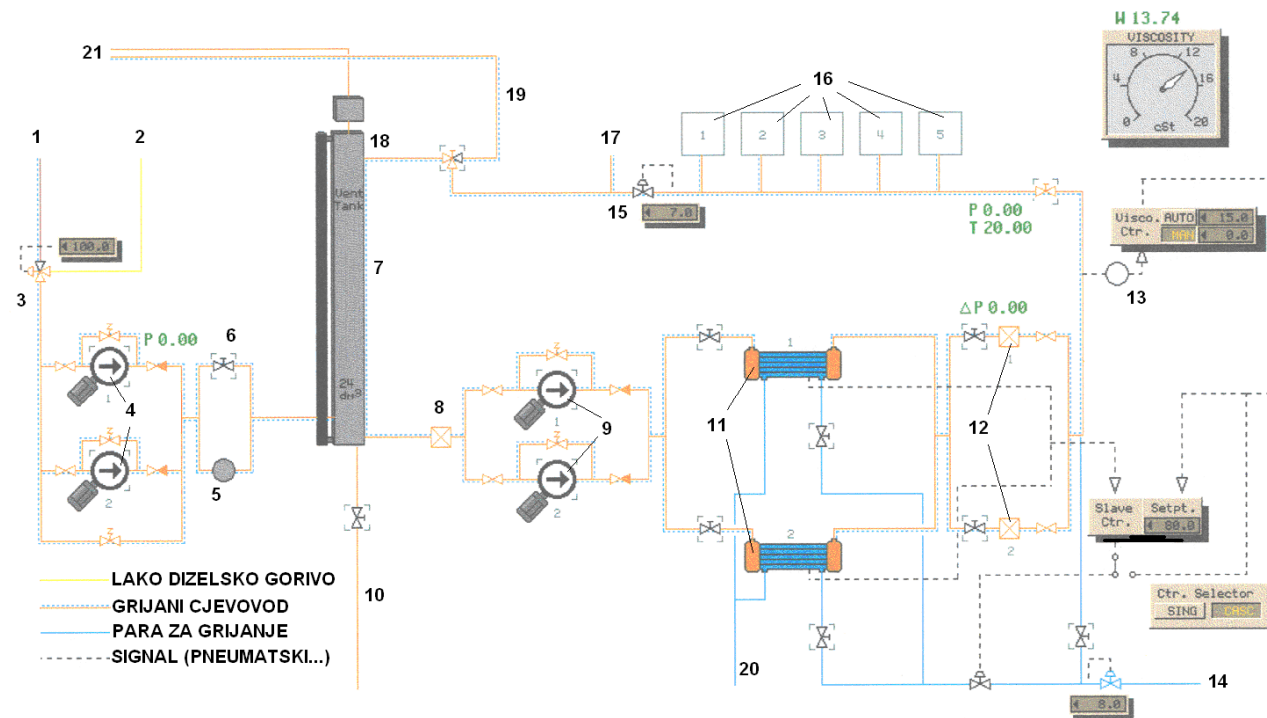
- taložni tank
- separatori
- tlačni filtri su samo zaštita





# Priprema i distribucija - GM

- tip goriva
- dobava
- mjerenje utroška
- povrat
- grijanje i filtriranje
- viskozitet



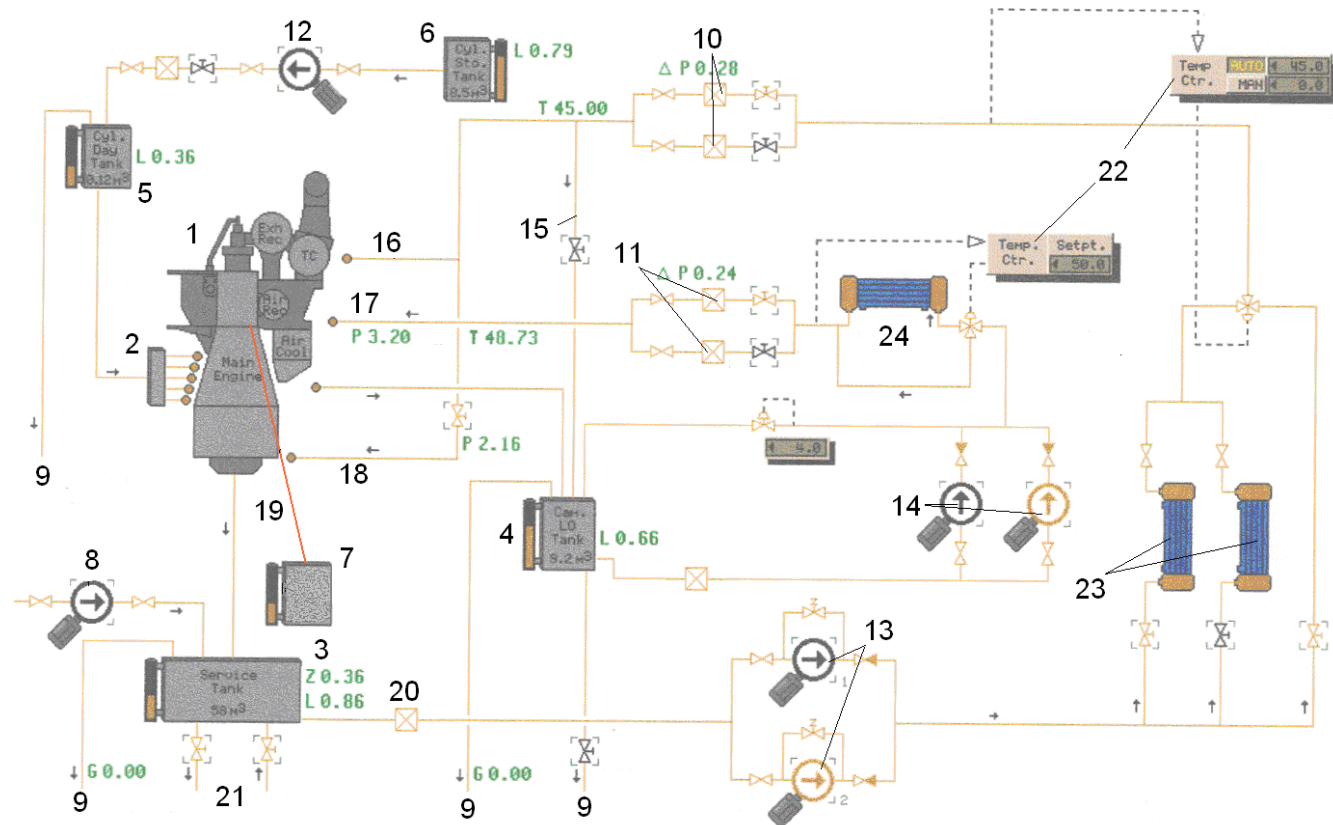
## 1.2. Cjevovod ulja za podmazivanje

10

- izvedbe cjevovoda, vrste ulja, priprema – ovise o modelu motora
  - sporookretni motori – najsloženiji cjevovodi
  - greške u radu – skupe posljedice
  - zaštitne funkcije
  - rezervne količine ulja za zamjenu
-

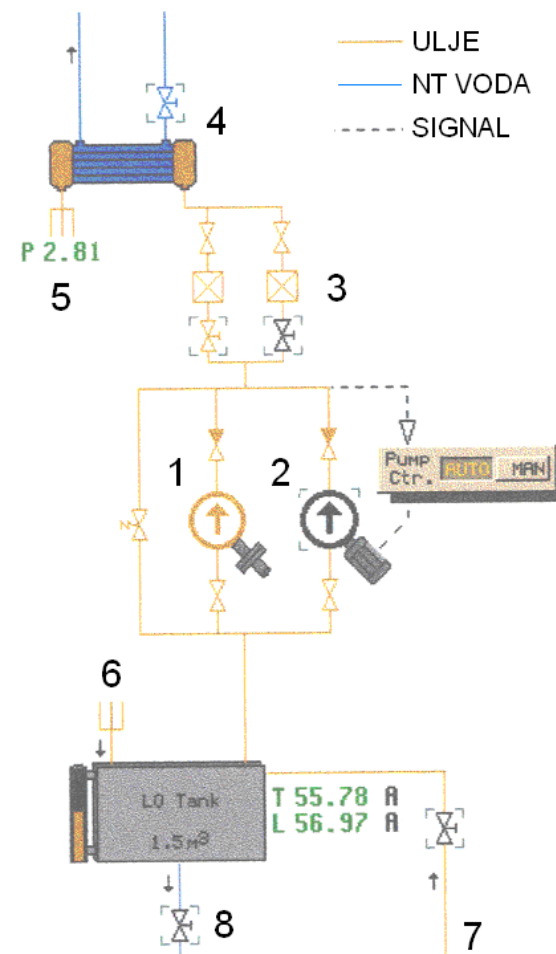
# Cjevovod ulja GM

- 'kartersko' ulje
- razvodni meh.
- cilindarsko
- tlakovi
- temperature
- zaštita motora



# Cjevovod ulja dizel-generatora

- automatizirana brodska elektrana
- brzo upućivanje – priprema
- privješana pumpa i pumpa predpodmazivanja



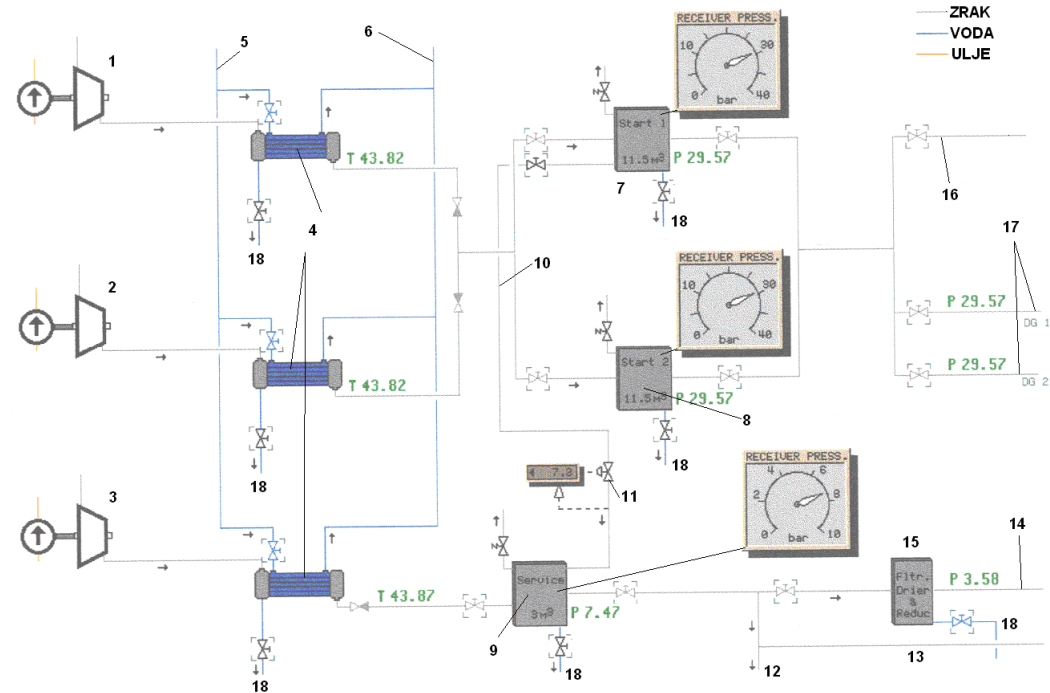
## 1.3. Cjevovod komprimiranog zraka

13

- uputni zrak (glavni motor, pomoćni motori)
  - razni drugi potrošači: brodska sirena, propuhivanje, raspršivanje goriva kod generatora pare, alati i dr.
  - kompresija – hlađenje
  - zaštita od previsokog tlaka
  - broj uzastopnih upućivanja
  - kapacitet kompresora
-

# Cjevovod komprimiranog zraka

- broj upućivanja
- spremnici
- kapacitet kompresora
- radni zrak
- filter - sušilac



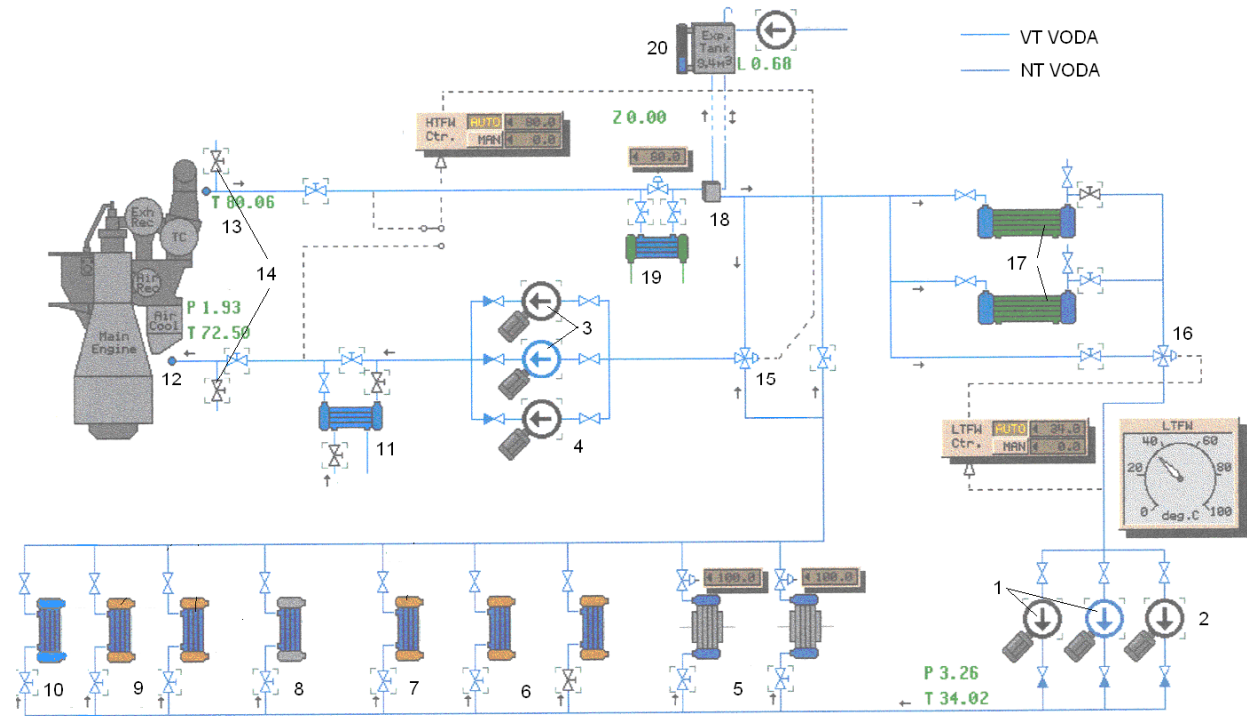
# 1.4. Cjevovod rashladne vode

15

- direktno (protočno) vs. indirektno hlađenje
  - troškovi
  - iskorištavanje otpadne energije
  - centralizirani rashladni sustav:
    - ✦ VT: košuljice i glave
    - ✦ NT: ispirni zrak, ulje...
    - ✦ More hladi slatku vodu
-

# Cjevovod slatke vode

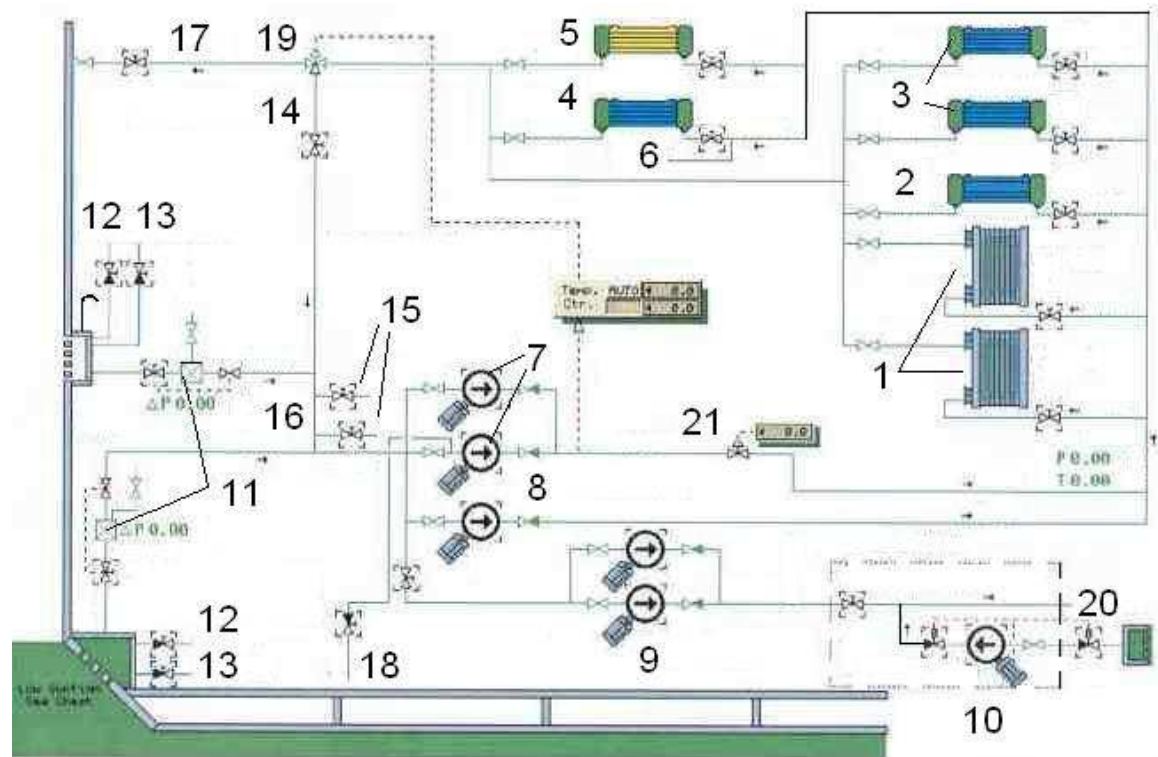
- VT i NT voda
- zatvorena cirkulacija
- odušivanje
- regulacija temperature
- predgrijavanje





# Cjevovod morske vode

- usisne kutije
- visoki i niski
- odušivanje
- para i komp. zrak
- usisni kolektor
- otplavlivanje strojarnice u nuždi
- regulacija temperature



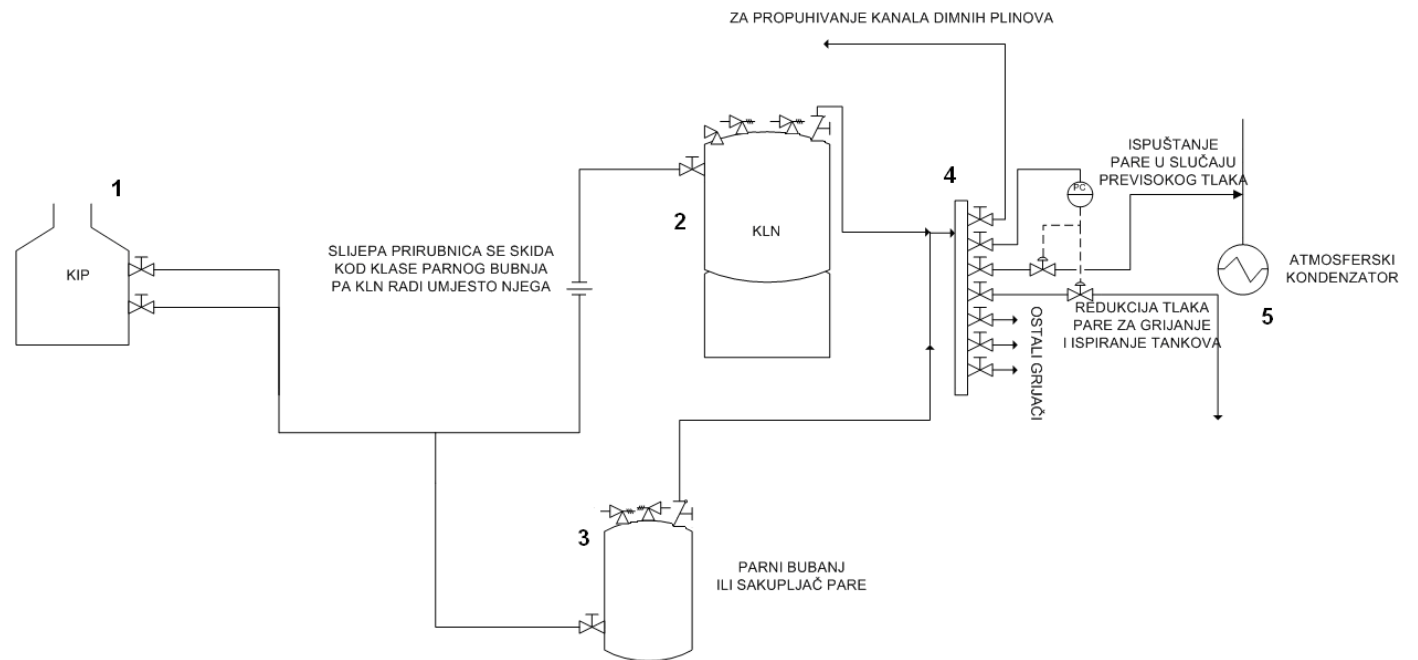
# 1.5. Cjevovod pare, kondenzata i napojne vode

18

- grijanje:
    - ✦ goriva
    - ✦ ulja za podmazivanje
    - ✦ rashladne vode...
  - parne turbine
  - povrat u generator pare
  - destilirana voda + aditivi
  - atmosferski i vakuumski kondenzatori
-

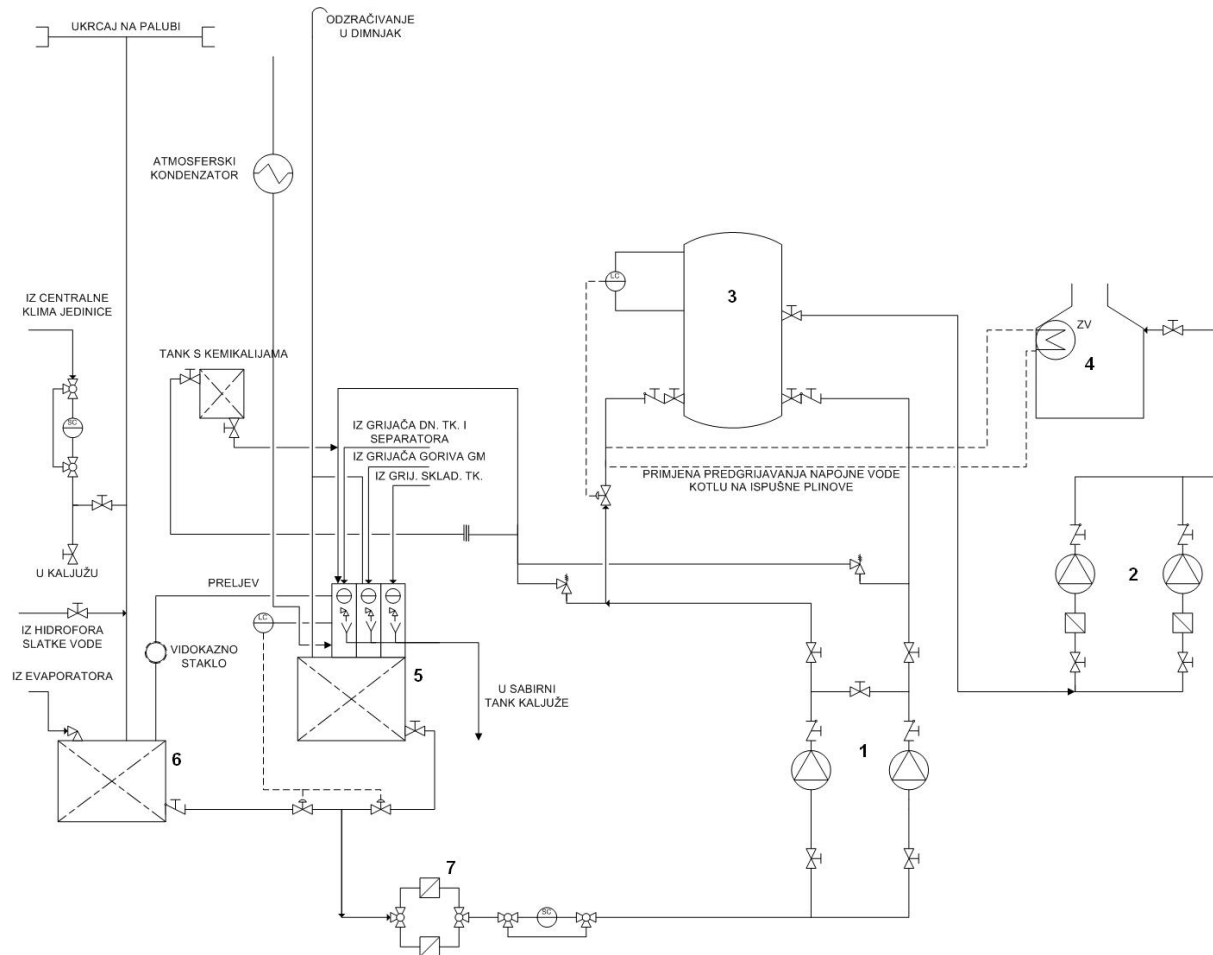
# Para – generatori pare

- loženi i utilizator
- sakupljač pare
- redukcija
- ispust viška u kondenzator
- regulacija opterećenja – tlakom u cjevovodu



# Kondenzat i napojna voda

- kondenzator
- mlaki zdenac
- napojne pumpe



## 2. Cjevovodi opće službe

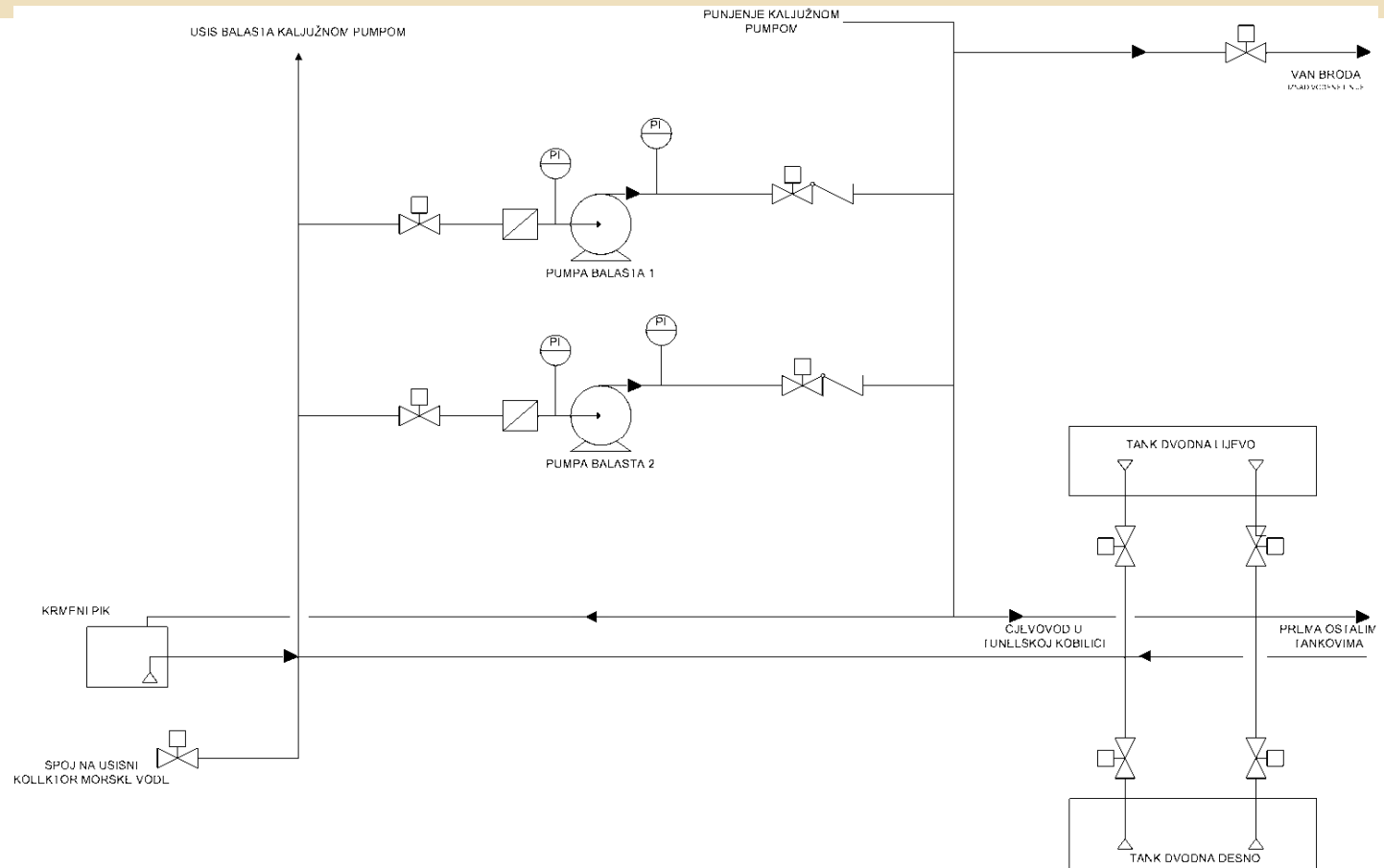
21

- sigurnost broda
  - komfor posade
  - zaštita okoliša
-

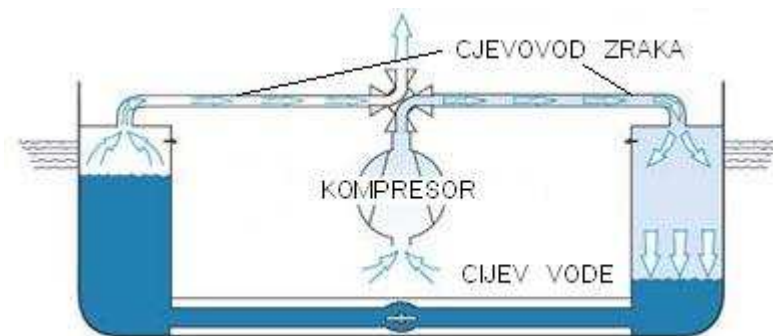
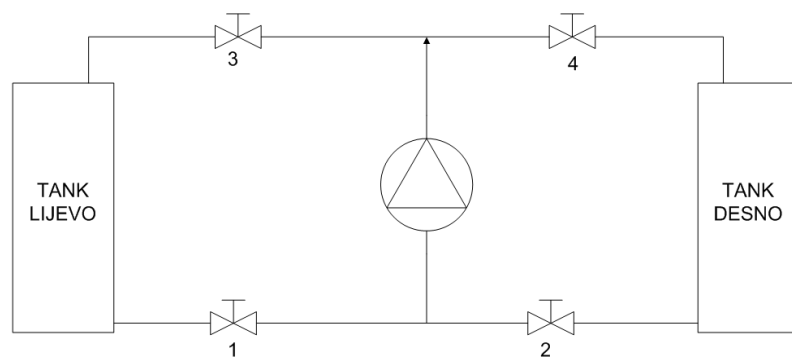
# 2.1. Cjevovod balasta

22

- trim
- nagib
- poriv
- naprezanje
- tankovi
- pumpe



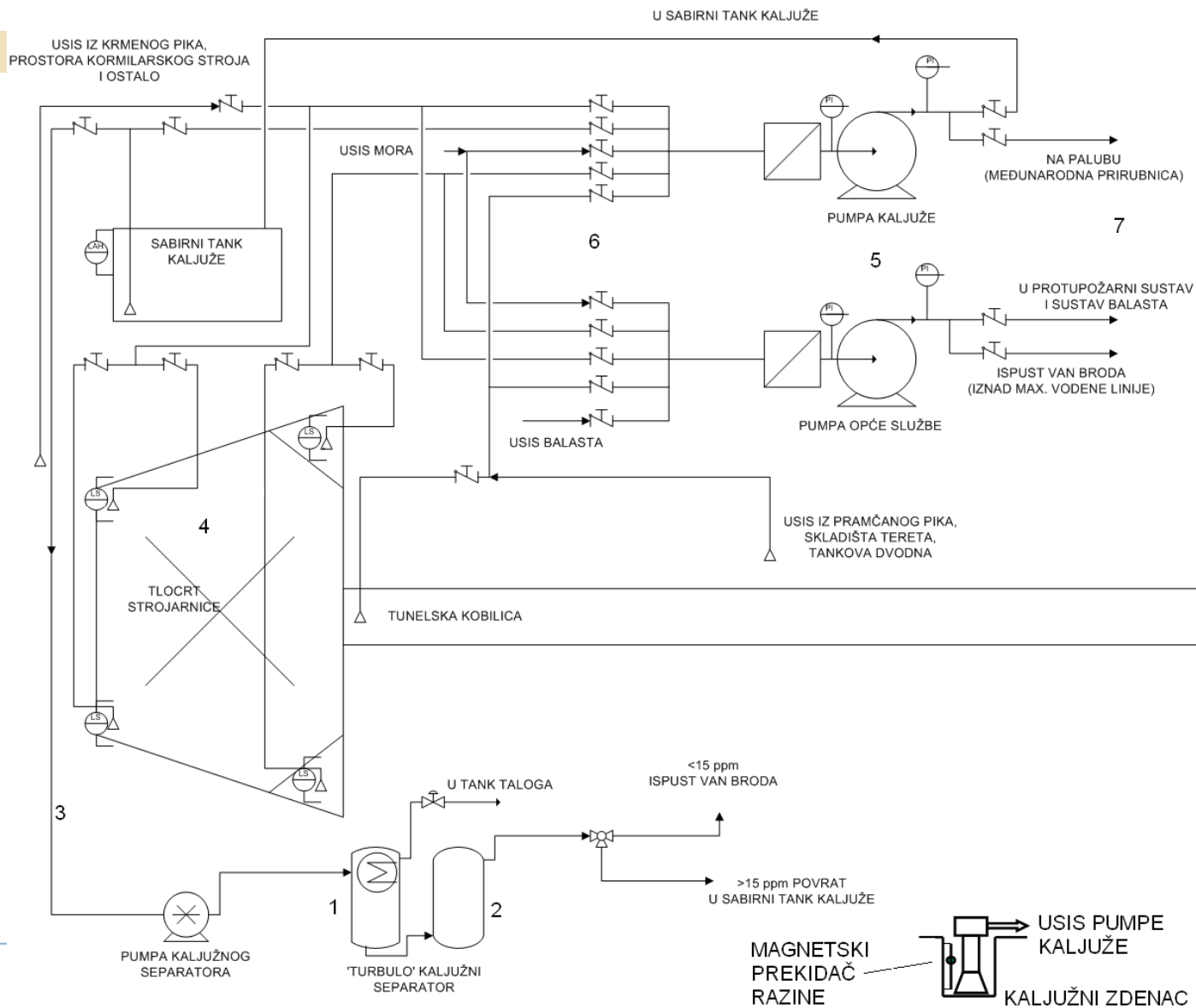
# Automatski protunagibni sustav



## 2.2. Cjevovod kaljuže

24

- izljevi
- sakupljanje
- obrada
- ispuštanje
- 15 ppm





## 2.3. Protupožarni cjevovodi

25

### → voda

- ✦ glavni PP cjevovod, PP pumpa za nuždu
- ✦ rasprskivanje, raspršivanje, rošenje, vodene zavjese

### → plinovi

- ✦ CO<sub>2</sub>, haloni i alternative, (inertni plin)

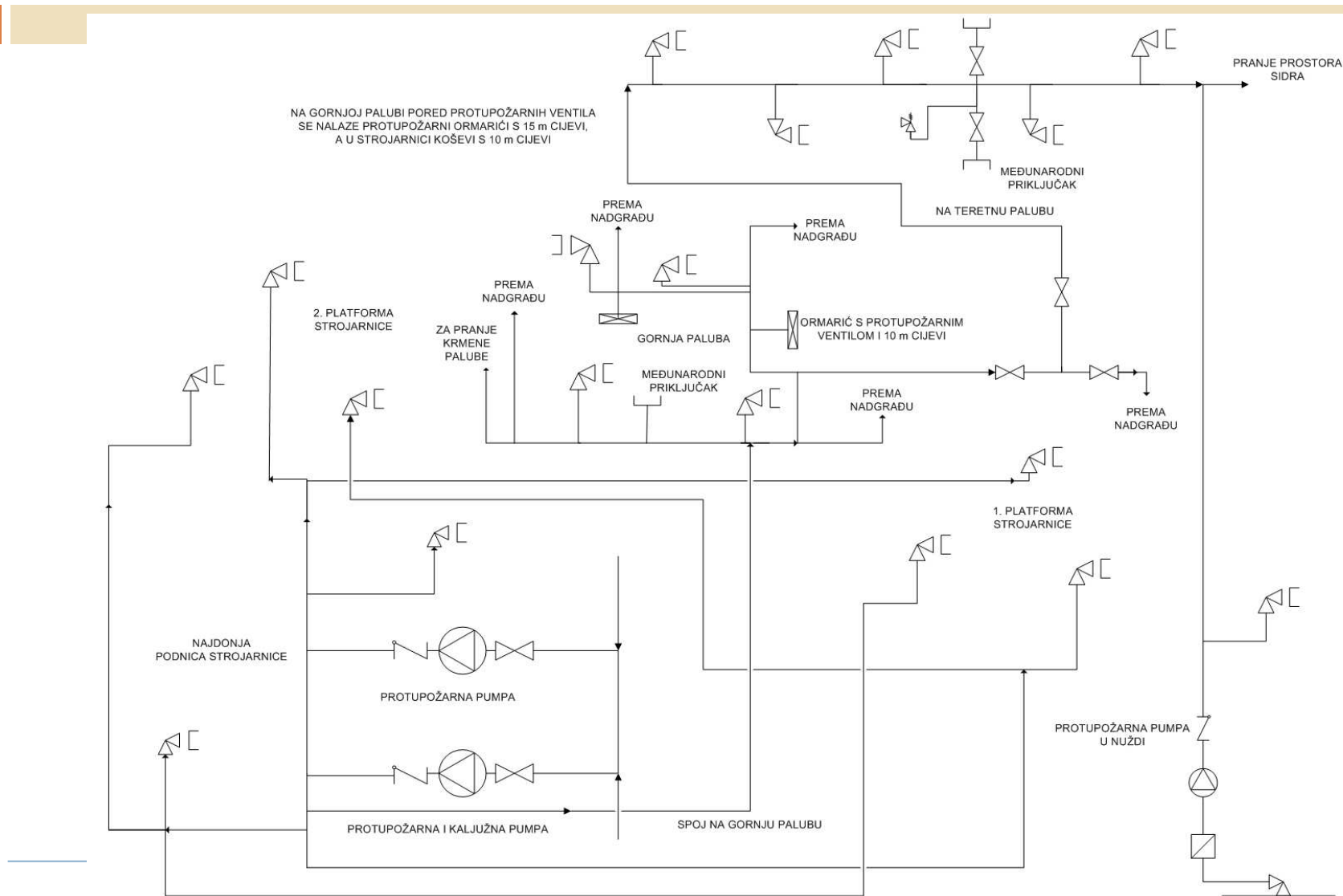
### → suhi (kemijski) prah

### → pjena

---

# Glavni sustav gašenja požara

- PP pumpe
    - broj i kapacitet
    - smještaj i dr. zahtjevi
  - PP pumpa u nuždi
    - osnovni zahtjevi
  - Cjevovod
    - broj i smještaj
  - PP ventili
    - broj i smještaj
  - PP cijevi
    - izvedba
  - PP mlaznice
    - standardizirana, na oba boka broda
  - međunarodna priključnica
-



# Glavne PP pumpe

- teretni br.
  - putnički > 4000 t
  - ukupni kapacitet
  - kapacitet jedne p.
  - smještaj
  - usisi mora
- 2 pumpe
  - 3 pumpe
  - $Q_{ukup} = k \cdot m^2$
  - $m = 1,68 \cdot [L \cdot (B + D)]^{1/2} + 25$
  - $Q_1 \geq 0,8 Q_{ukup} / n_{pumpi}$
  - $\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$
  - što dublje ispod lake vodne linije ili samosisne
  - usisni kolektor i posebna usisna kutija
- Mogu se koristiti sanitarne, balastne, kaljužne i p. opće službe ako se ne koriste za pretakanje goriva, ulja i sl.
-

# PP pumpa u nuždi

→ kapacitet

→  $Q_n \geq 0,4Q$

→  $\geq 25 \text{ m}^3/\text{h}$

→ dvije mlaznice s najvećim otvorom i odgov. tlakom

→ mlaz 12m

→ smještaj

→ van prostora u kojem su GPP

→ pogon

→ elektromotorni, elekt.-hidraulički, dizelski motor (tank goriva)

---

# Cjevovod

- $d \geq 0,8 \cdot m$
  - putnički  $d \leq 175 \text{ mm}$
  - teretni  $d \leq 130 \text{ mm}$ , dovoljan za  $140 \text{ m}^3/\text{h}$
  - na otvorenim palubama ventili za drenažu zbog sprečavanja smrzavanja
  - proračunski tlak  $\geq 1 \text{ MPa}$
  - tlak na ventilima ovisi o nosivosti, min  $0,2 \text{ MPa}$  (za  $4000 \text{ t putn.} = 0,4$ , a teret.  $= 0,28$ )
-

# PP ventili (hidranti)

- ventil i spojnicu za brzo priključivanje
- dva mlaza na svaki dio broda
- udaljenost u zatvorenom 20m, a na otvorenom 40m



# PP cijevi

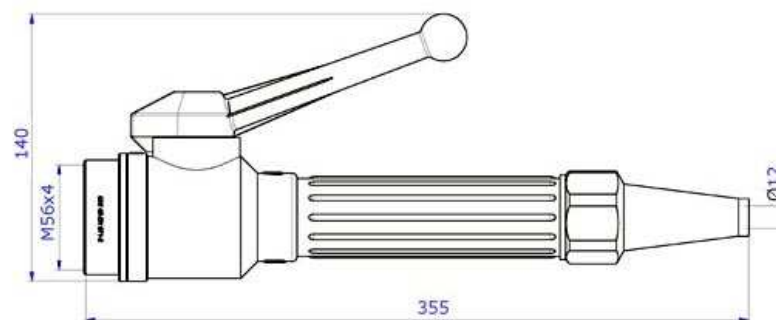
- Putnički: 1 PP cijev za 1 PP ventil
  - Teretni: 1 PP cijev za svakih 25 m duljine, ne manje od 5 cijevi za brodove nosivosti  $\geq 1000$  t i ne manje od 3 cijevi za brodove nosivosti  $< 1000$  t
  - na putničkim brodovima za više od 36 putnika u unutrašnjosti su cijevi stalno spojene na ventile
-



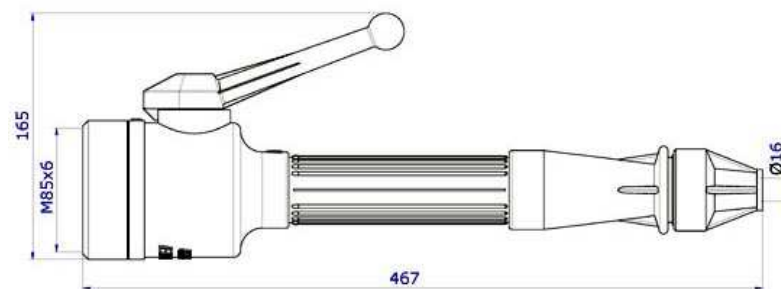
# PP mlaznice

- promjer 12, 16 ili 19 mm - kalibrirane
- mlaz i raspršivanje, zaporni organ

Mlaznice  
*Branchpipes*  
*Strahlrohre*

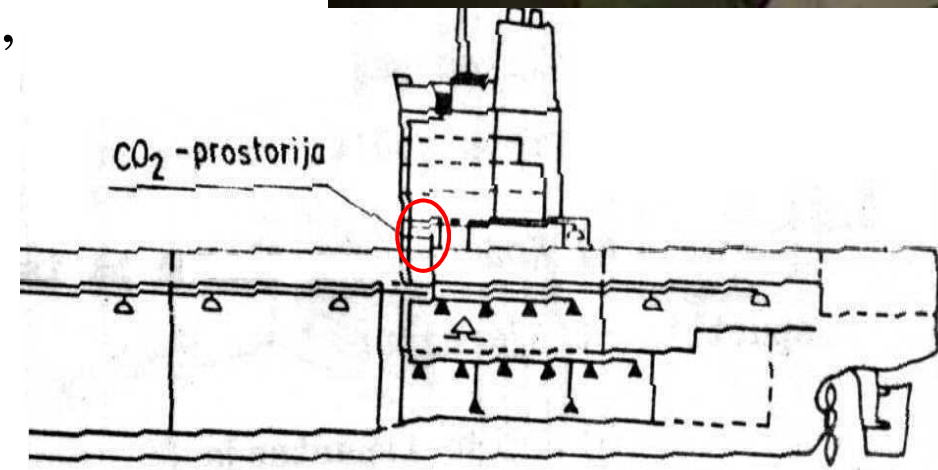


Mlaznice  
*Branchpipes*  
*Strahlrohre*

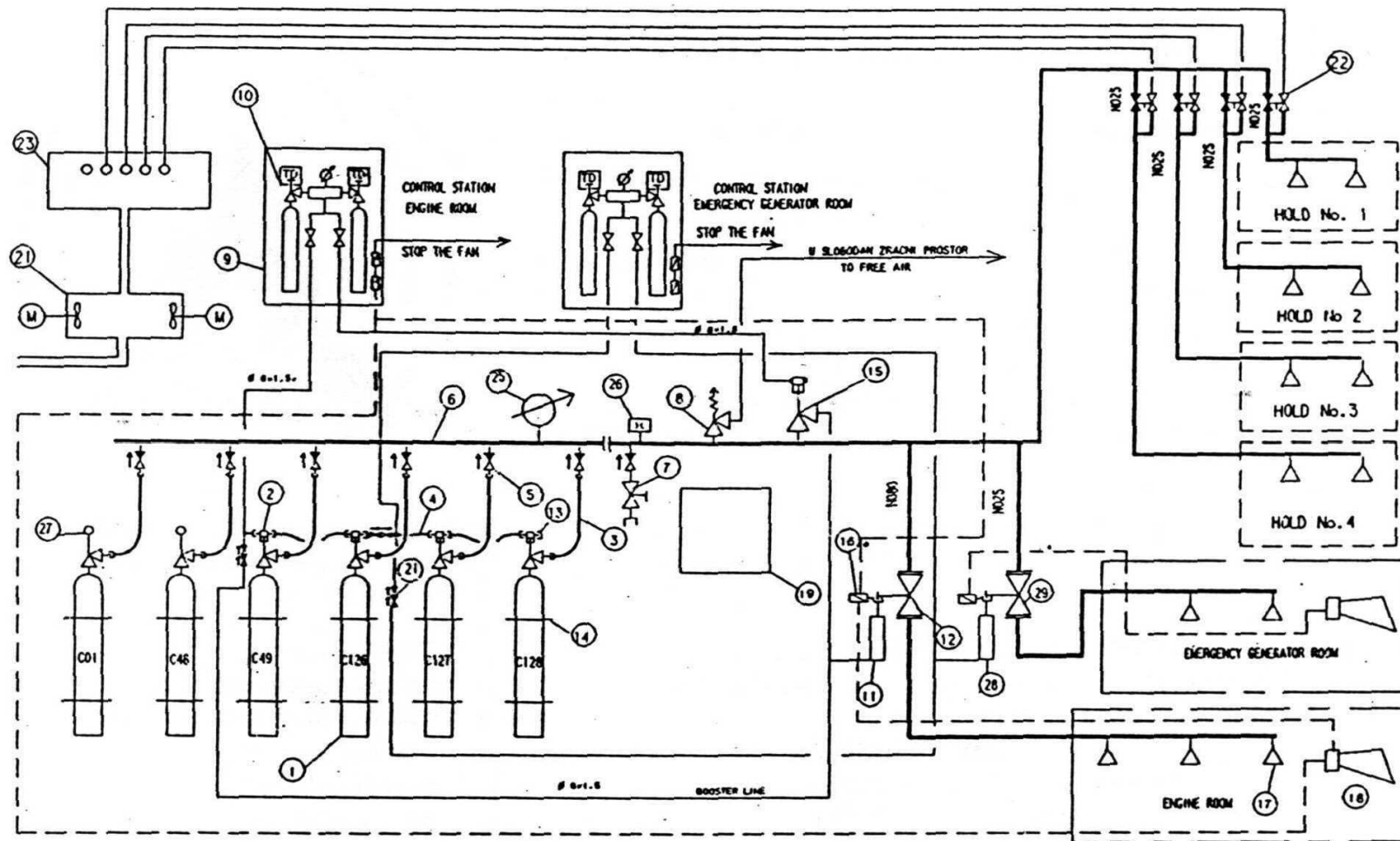


# Cjevovod gašenja s CO<sub>2</sub>

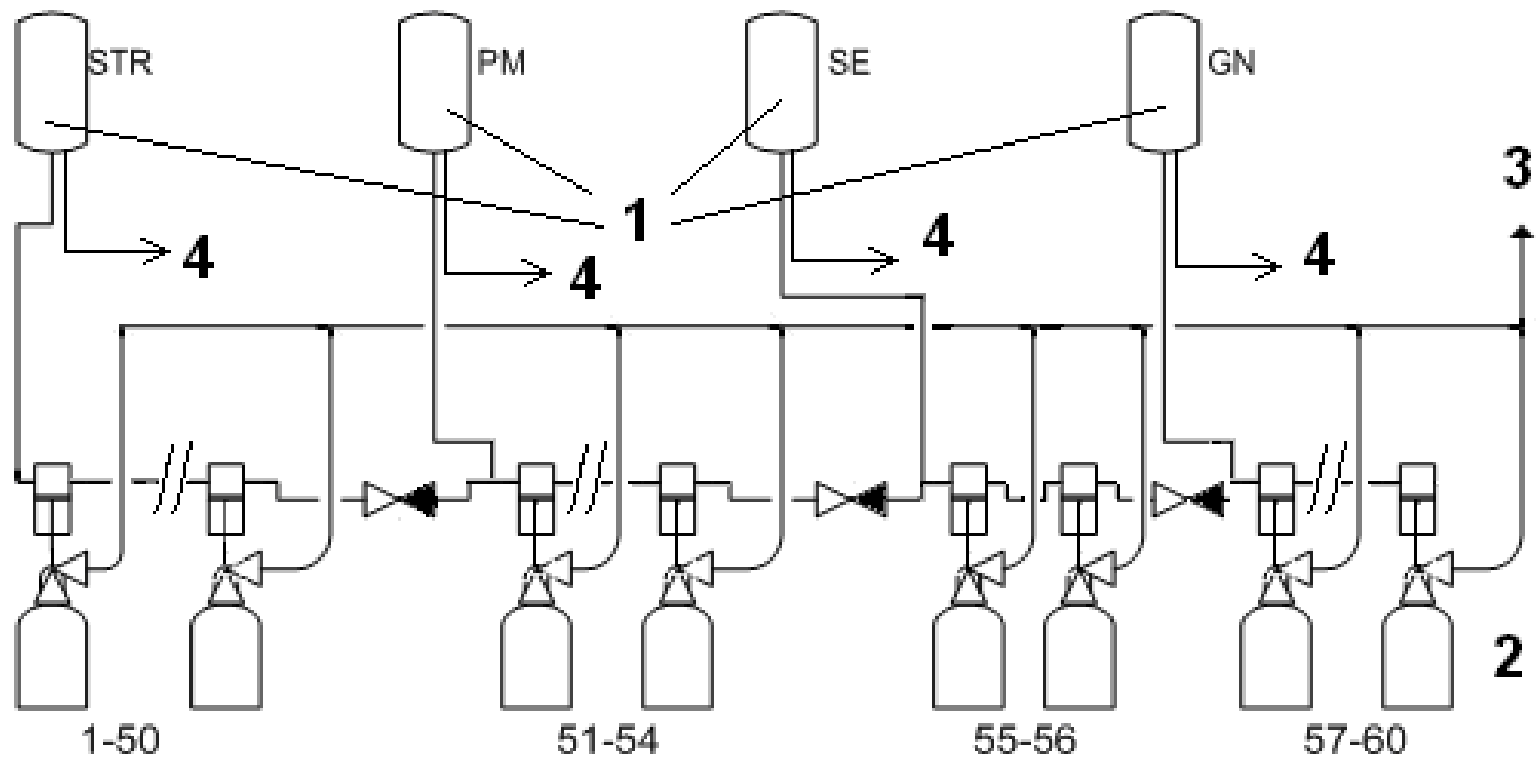
- Smještaj bitnih dijelova u posebnom prostoru, izvan štíćenih prostorija!
- CO<sub>2</sub> prostorija može iznimno biti smještena i ispod glavne palube, ali tada mora imati pristup, u nuždi, kroz grotlo s otvorene palube.



# Visokotlačni cjevovod gašenja s CO<sub>2</sub>



# Broj ormarića za daljinsko aktiviranje odgovara broju štíćenih prostora



# Postupak gašenja s CO<sub>2</sub> sustavom u strojarnici

- otvaranje ormarića za daljinsko aktiviranje
    - ✦ alarm → napuštanje strojarnice
    - ✦ isključivanje prisilne ventilacije (ventilatori, klapne)
    - ✦ (isključivanje pumpi goriva i ulja)
  - zaustavljanje glavnih generatora električne en.
  - zatvaranje brzozatvarajućih ventila goriva i maziva na tankovima
  - zatvaranje svih ventilacijskih otvora
  - provjera napuštenosti prostora
  - otvaraju se oba ventila u odgovarajućoj kontrolnoj stanici
-

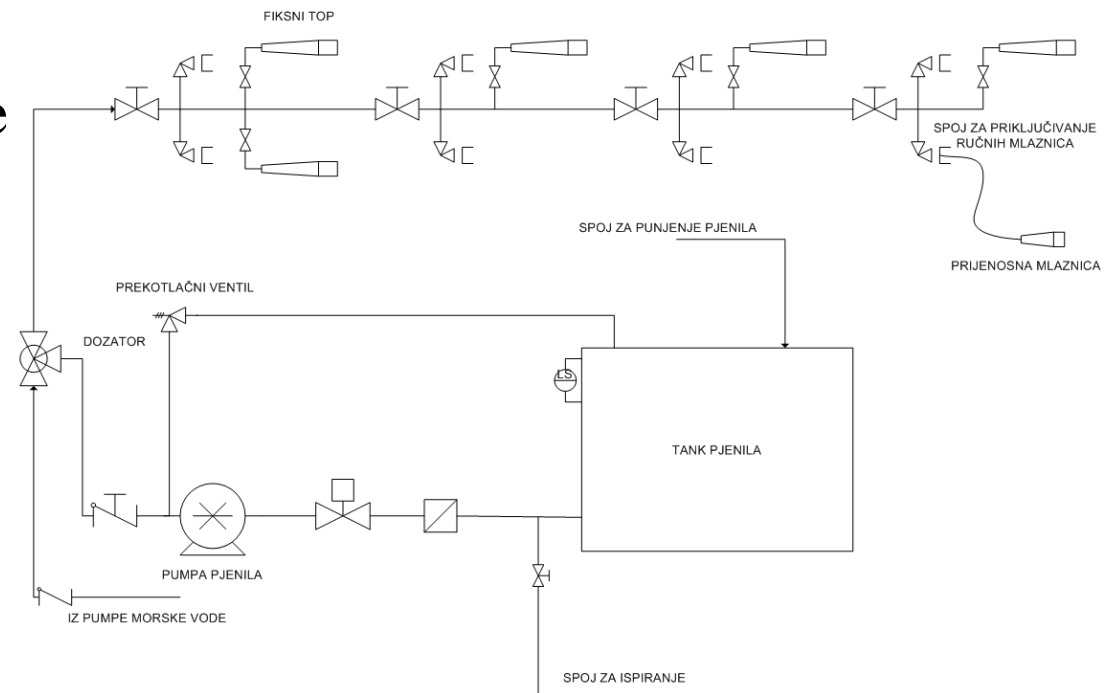
# Održavanje



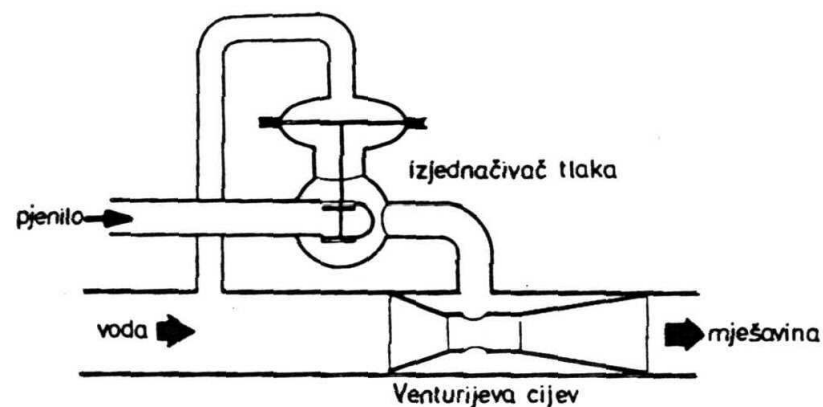
- provjera prekidača u kontrolnom ormariću
  - provjera pilot boca (tlak)
  - provjera stanja spremnika i količine CO<sub>2</sub>
  - provjera mlaznica za ispuštanje
-

# Cjevovod gašenja pjenom

- rezerva pjenila
- doziranje pjenila
- dobavna pumpa morske vode
- prijenosni uređaji i priključci
- postupak: otvaranje ventila na topovima, startanje pumpe vode, ventil i pumpa pjenila



## Doziranje pjenila



Novije izvedbe  
pomoću mjerača  
protoka i  
regulacijskih  
(prigušnih) ventila.



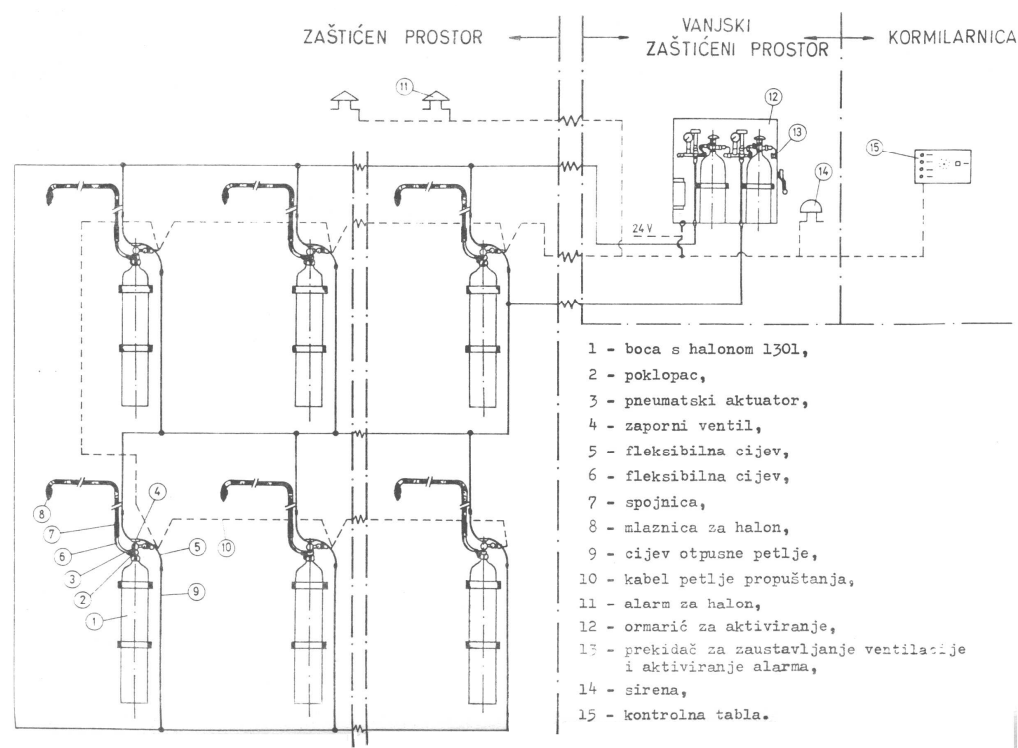


# Haloni i zamjene

- štetni po ozon i utječu na efekt staklenika
  - H1301 (ostali su toksičniji)
  - nema zakonske obveze za zamjenu već ugrađenih sustava
  - smanjuju se dostupne količine na tržištu
- Inergen, FM-200, FE-13
  - gase sličnim 'mehanizmima', a ekološki su prihvatljivi
-

# Cjevovod s halonom

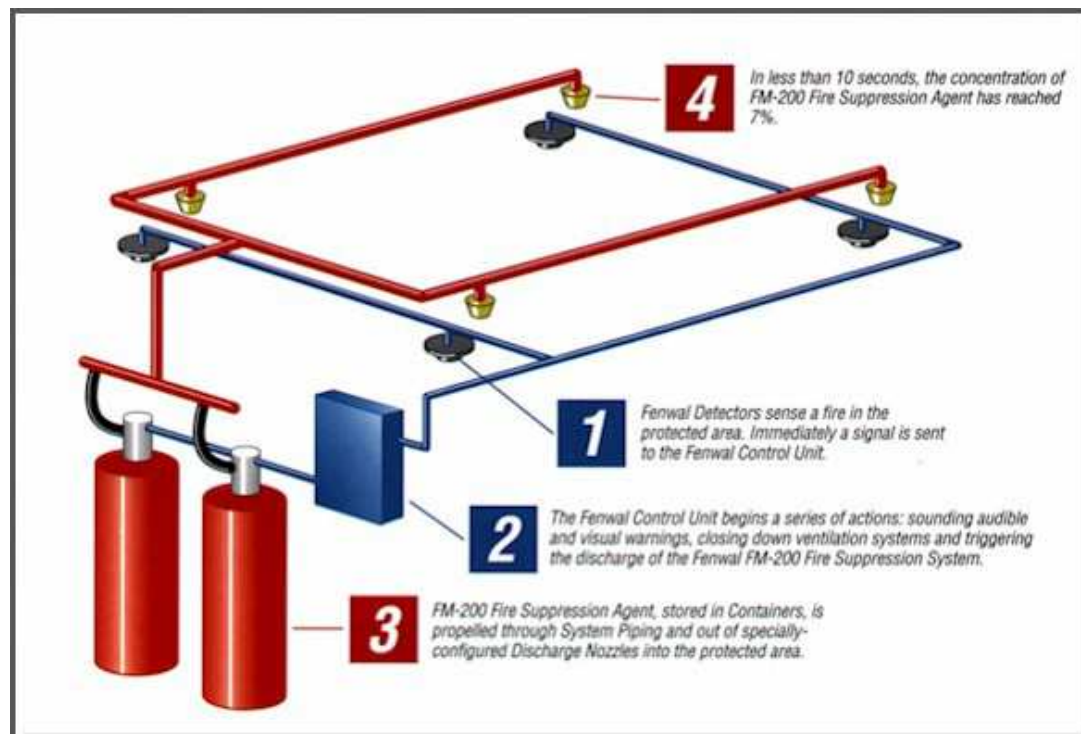
- spremnici mogu biti u štíćenom prostoru
- otpusni cjevovod
- indikacija tlaka i alarm uputnog plina
- provjere spremnika i pilot boca



# Inergen

- mješavina tri prirodna plina: dušik, argon i ugljik dioksid
  - ne provodi el. struju
  - siguran za primjenu u prostorima s ljudima
  - ne oštećuje el. opremu
  - ne oštećuje ozon, ne utječe na globalno zatopljenje, ne traje u atmosferi
  - **smanjuje udio kisika do mjere do koje atmosfera ne podržava gorenje, ali podržava život**
  - smješta se u spremnike blizu mjesta primjene
-

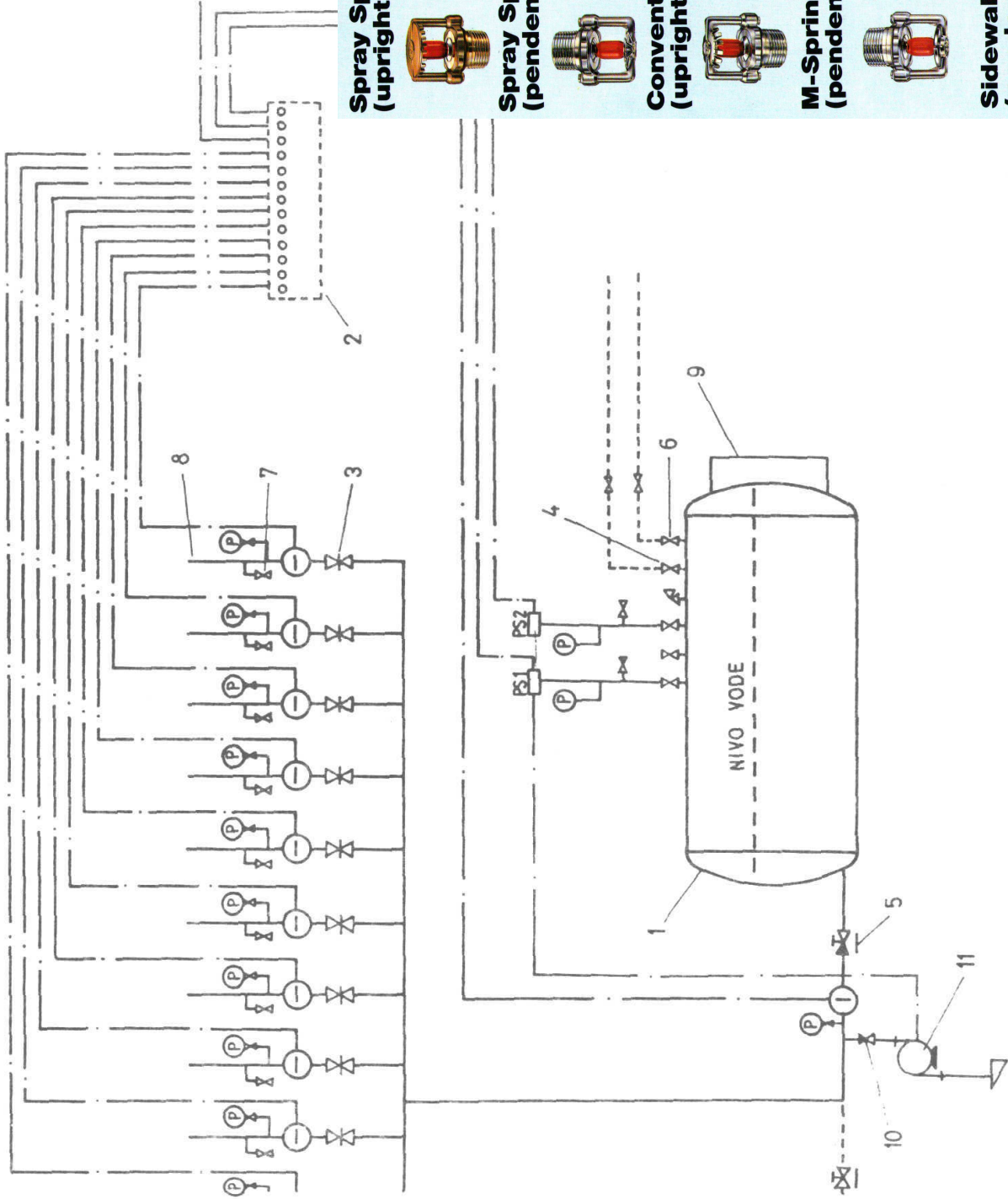
# FM-200 i FE-13



- FM-200: heptafluoropropan, HFC-227ea
- siguran za ljude
- FE-13: razvijen kao rashladno sredstvo
- molekule apsorbiraju toplinu, ali djelomično djeluje i kao halon 1301 - kemijski
- idealan za prostore s ljudima

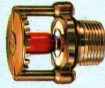
## Automatski s. za gašenje rasprskivanjem - sprinkler

- gašenje u putničkim i prostorijama posade
  - svaka sekcija rasprskivača – alarm
  - u sekcijama max 200 rasprskivača
  - početak gašenja u sta. pros.: 68°C i 79 °C
  - količina vode ne manja od 5 l/m<sup>2</sup>min
  - tlak u cjevovodu za najmanje 28 m<sup>2</sup>
  - suhi i mokri sustav
-



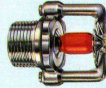
**Spray Sprinklers (upright type)**

are installed in buildings where exposed routing of sprinkler pipes is permissible, e.g. in storage rooms, factories, warehouses with high storage racks, etc.



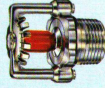
**Spray Sprinklers (pendent type)**

are used when the pipes can be installed above suspended ceilings, e.g. in office buildings, hospitals, department stores, etc.



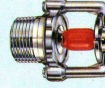
**Conventional Sprinklers (upright or pendent type)**

also wet the ceiling in the event of fire. For this reason they are used above all in buildings with combustible ceilings (or exposed steel structures).



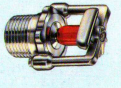
**M-Sprinklers (pendent type)**

spray the extinguishing water evenly beneath the ceiling. They are therefore preferably used in rooms with gridded ceilings or above suspended ceilings, in warehouses with storage racks, etc.



**Sidewall Sprinklers (pendent type)**

spray the water to one side only. For this reason they are used in rooms where location in the centre of the room is not possible, e.g. in corridors, hotel rooms, etc.



Automatski sustav za gašenje požara prskanjem (Sprinkler-uredjaj)

# Cjevovod raspršivanja

- visokotlačni i srednjetlačni sustavi
  - kapljice ulja “štiti” tanki film vode
  - visokotlačni sustav: prost. strojeva
  - srednjetlačni sustavi: paluba vozila i sl.
  - sustav podijeljen u sekcije ručnim ventilima
  - razvoj: “hi-fog” sustav
-



## Sustavi koji koriste vodu: 'Hi-fog'

- požari klase A, B, C, E
  - uklanja kisik samo u blizini požara – lokalno
  - nepotrebno napuštanje prostora prije gašenja = brzina postupka
  - upućivanje daljinsko, može biti automatsko
  - ekološki prihvatljivo sredstvo
  - neškodljivo za ljude
-

# 'Hi-fog'

→ gasi hlađenjem, gušenjem, kapljice vode vezuju se s česticama gorive tvari

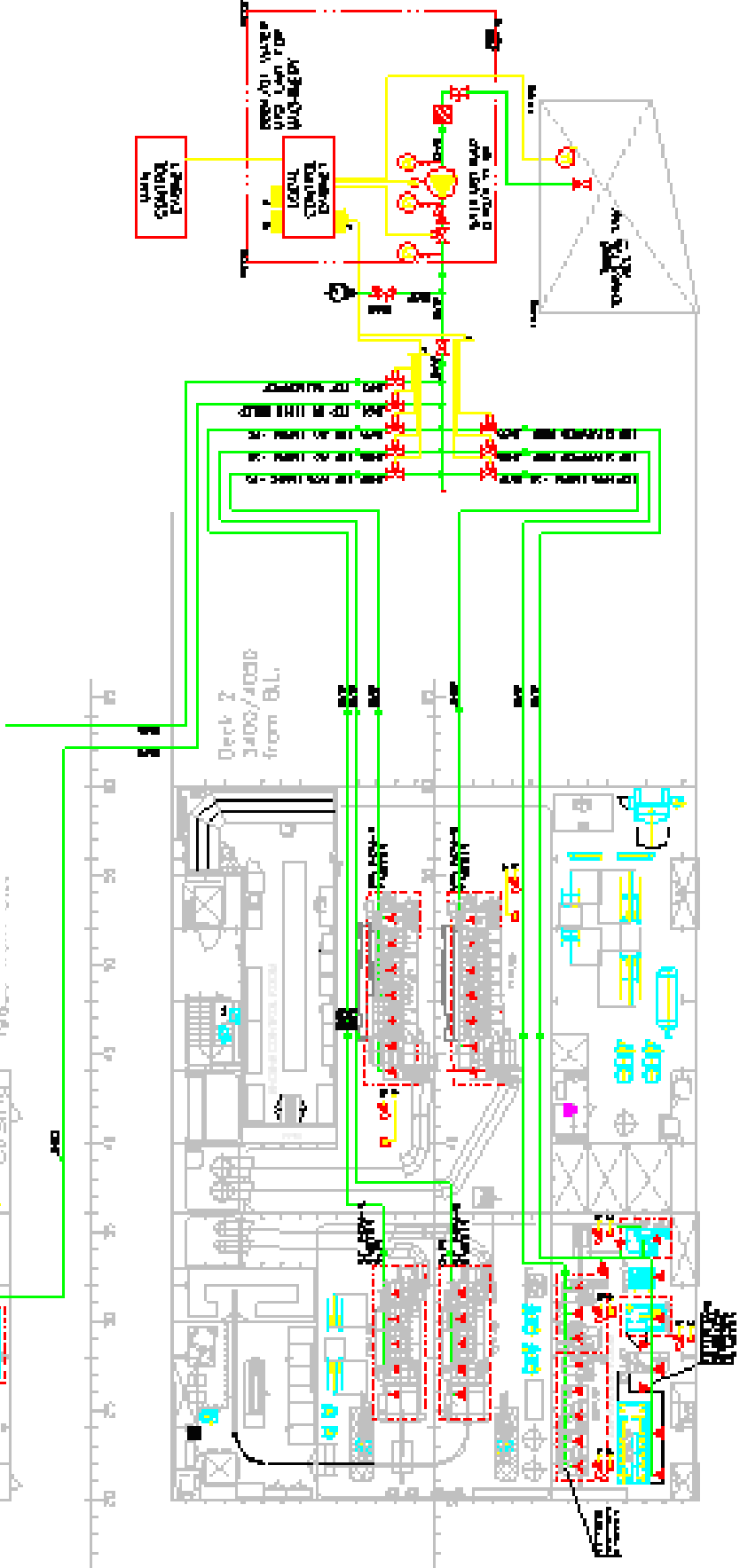
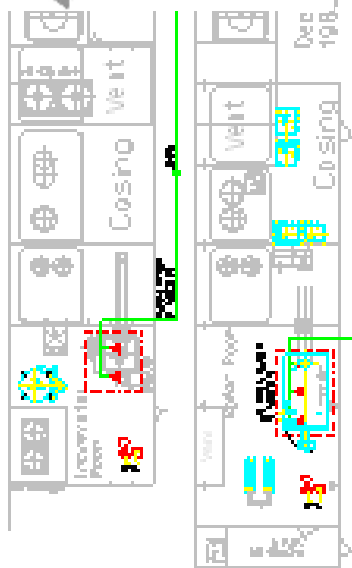
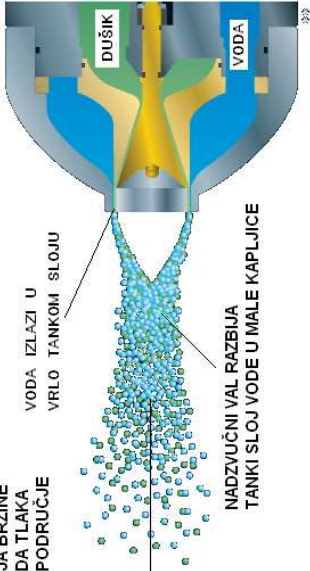
	Broj kapljica	Promjer kapljice	Površina	Vrijeme isparivanja
Sprinkler	1	1 mm	1	1 s
Water myst	40	0,3 mm	10	0,1 s
<b>Hi-fog</b>	<b>8000</b>	<b>0,005 mm</b>	<b>400</b>	<b>0,003 s</b>

---



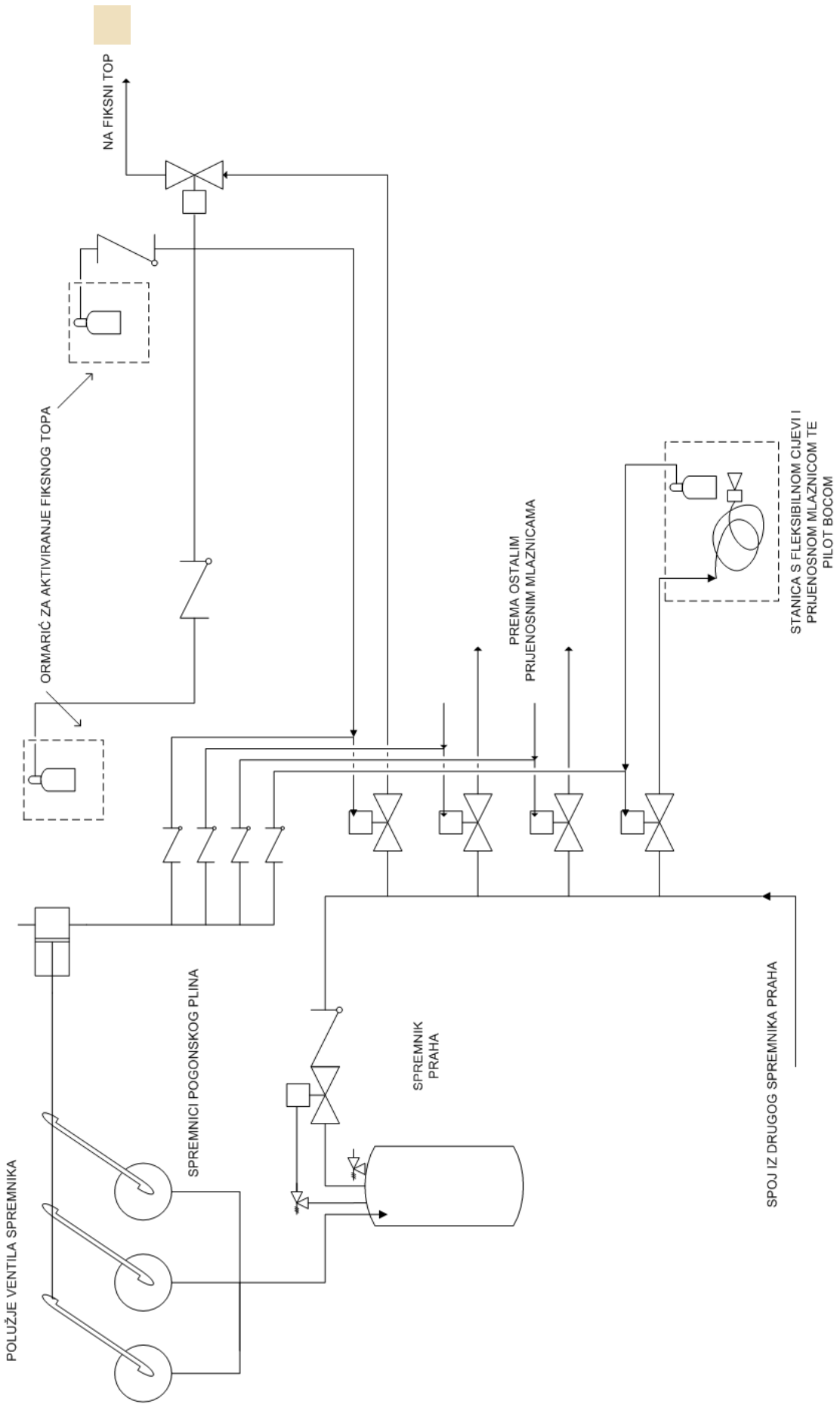
ZBOG POVEĆANJA BRZINE STRUJANJA I PADA TLAKA VODA STRUJI U PODRUČJE ATOMIZACIJE

VODA IZLAZI U VRLO TANKOM SLOJU



# Cjevovod gašenja prahom

- tankeri za prijevoz plina i kemikalija
  - pohranjen u jednom ili više spremnika
  - pogonski plin u posebnim spr.
  - smještaj u prostorijama koje ne mogu biti ugrožene požarom
  - Trebaju se ugraditi dvije neovisne radne stanice smještene na suprotnim stranama broda (osim brodova najmanje nosivosti koji smiju imati jednu radnu stanicu ), a u svakoj barem jedan spremnik praha takvog volumena da u njega stane dovoljno praha za 45 s rada najvećim kapacitetom svih fiksnih i prijenosnih topova (mlaznica) istovremeno
-



## 2.4. Cjevovodi ventilacije i klimatizacije

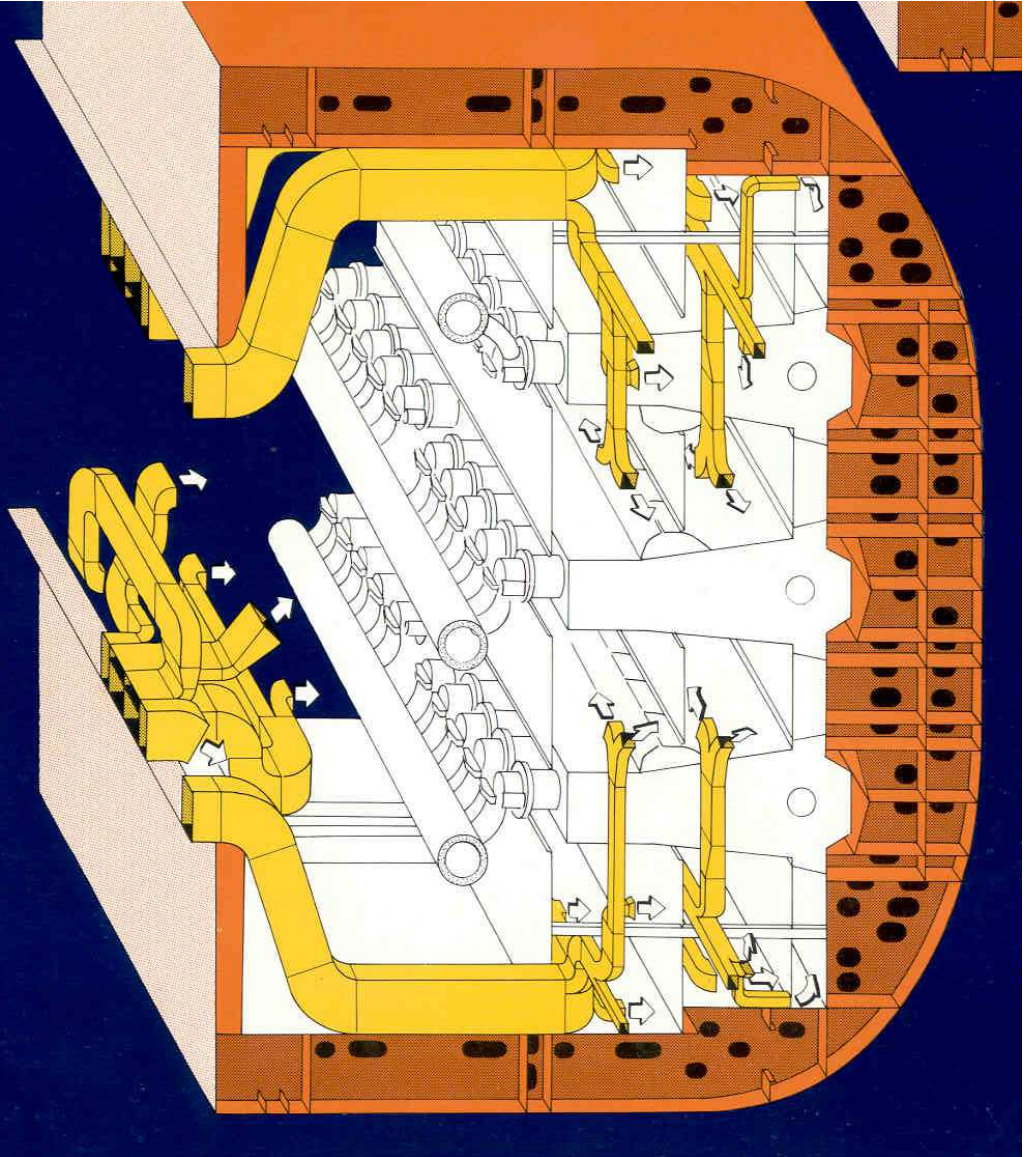
54

- ventilacijom se uvodi svjež (okolišni) zrak
    - ✦ izgaranje
    - ✦ odvođenje topline
    - ✦ odvođenje štetnih tvari
    - ✦ disanje (ljudi, teret)
  - sustavi klimatizacije zrak kondicioniraju
    - ✦ temperatura
    - ✦ relativna vlažnost
-

# Ventilacija strojarnice



- izgaranje (poriv, pomoćni motori, generator pare)
    - ✦ 50% od ukupne količine dovodi se na usis turbopuhala glavnog motora
  - odvođenje topline
    - ✦ za tropske vanjske uvjete temperatura zraka na izlazu ne smije biti veća za 12,5 K
  - iz nekih dijelova strojarnice – isisna ventilacija
  - pozitivno balansirana – 50 Pa pretlak
-





## Ventilacija skladišta tereta

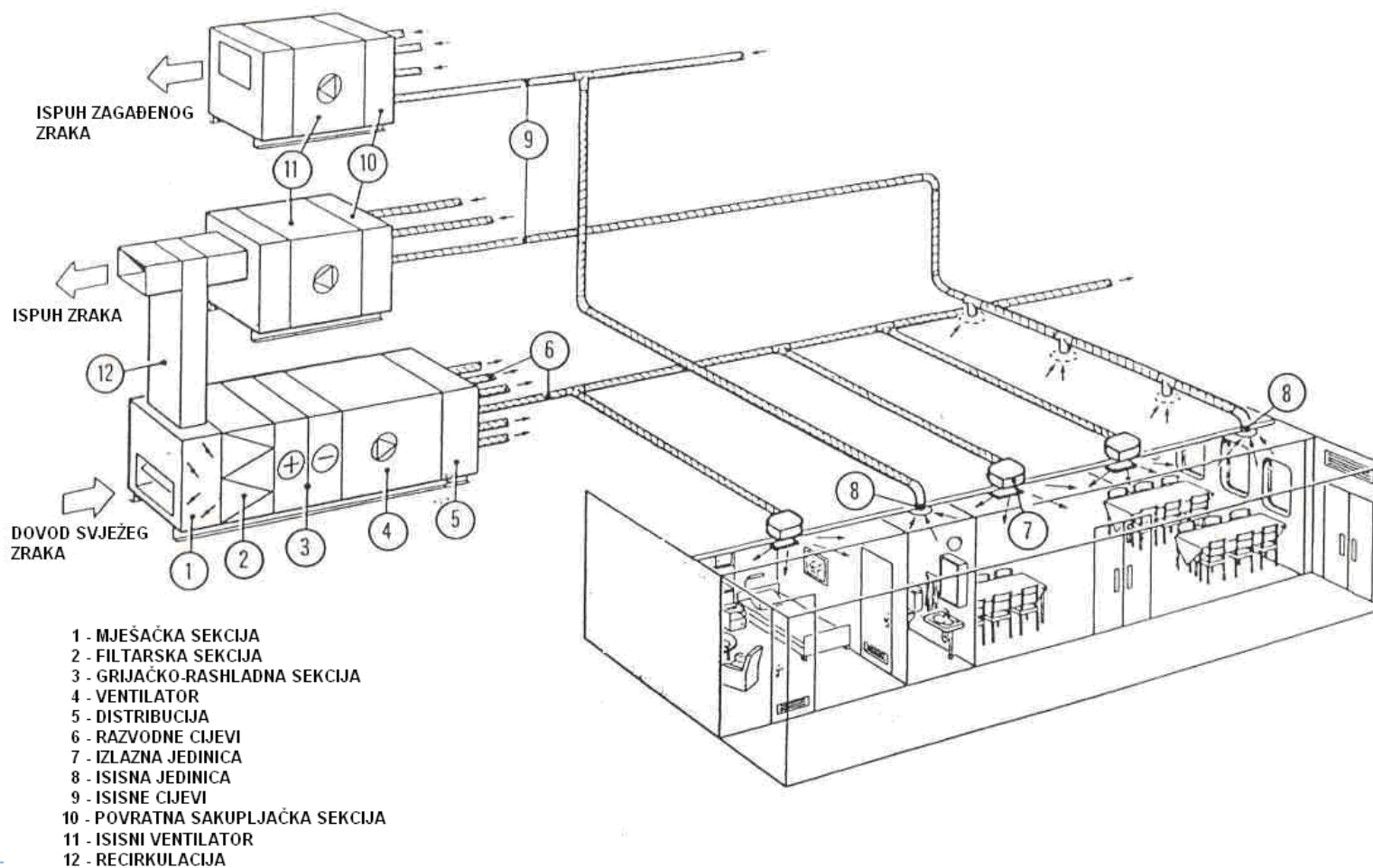


- količina zraka određuje se prema izvoru onečišćenja zraka i dopuštenoj koncentraciji
  - ponekad se regulira vlažnost, a ponekad se ventiliraju prazna skladišta (sušenje i sprečavanje nastanka eksplozivne smjese)
-

# Klimatizacija nadgrađa

- količine zraka – broj izmjena volumena prostora
  - temperatura i vlažnost
  - u pravilu visokotlačni cjevovodi
  - regulacija, ušteda energije
-

# Jednocijevni sustav s recirkulacijom



# 3. Eksploatacija brodskih cjevovoda

60

- praćenje rada
  - preventivno održavanje
  - dijagnostika kvarova
  - lokalno i daljinsko upravljanje i nadzor
-

# 3.1. Praćenje rada

- periodičko (ali učestalo) provjeravanje
  - automatski nadzor parametara i upozoravanje kod nedopuštenih vrijednosti
  - promjene ukazuju na greške u sustavu, ali i na probleme u radu stroja ili uređaja koji opslužuju
  - priprema za rad također je periodička provjera ispravnosti
  - u pravilu se odnosi na pogonske cjevovode
-

## 3.2. Preventivno održavanje

- preventivno održavanje je planirano prema ostvarenom broju radnih sati ili u skladu s protekom vremena (čak i kada se element sustava ne koristi)
  - odnosi se na neke elementne pogonskih cjevovoda (pumpe, kompresore...), ali prije svega na cjevovode koji se koriste rijetko (protupožarni se cjevovodi koriste samo u slučaju požara ili provjere ispravnosti)
-

## 3.3. Dijagnostika kvarova

- promjene mjerenih parametara veće od dopuštenog iznosa ili s velikim gradijentom (velika promjena u kratkom vremenu) ukazuju na kvar
  - alarmiranje, zaštitne funkcije i dijagnostika
  - zaštitne funkcije: upućivanje rezervne pumpe u slučaju pada tlaka, gašenje plamena kotla, slow down i shut down motora...
  - dijagnostika: časnik ili informacijski sustav upravljanja
-

## 3.4. Lokalno i daljinsko upravljanje i nadzor

- indikacija: lokalna i daljinska, stalna i na poziv, analogna i digitalna
  - upravljanje lokalno i daljinsko, daljinsko automatsko
  - alarmi: zvučni i svjetlosni signal u strojarnici i kontrolnoj prostoriji strojarnice, na centralnoj (i upravitelja) noću, na komandnom mostu
  - baždarenje lokalnih mjernih instrumenata, ali posebno sustava prijenosa i pretvaranja signala
-