



# BRODSKA POSTROJENJA I SUSTAVI

---

BRODSKI POMOĆNI UREĐAJI I  
SUSTAVI

dr.sc. Predrag Kralj

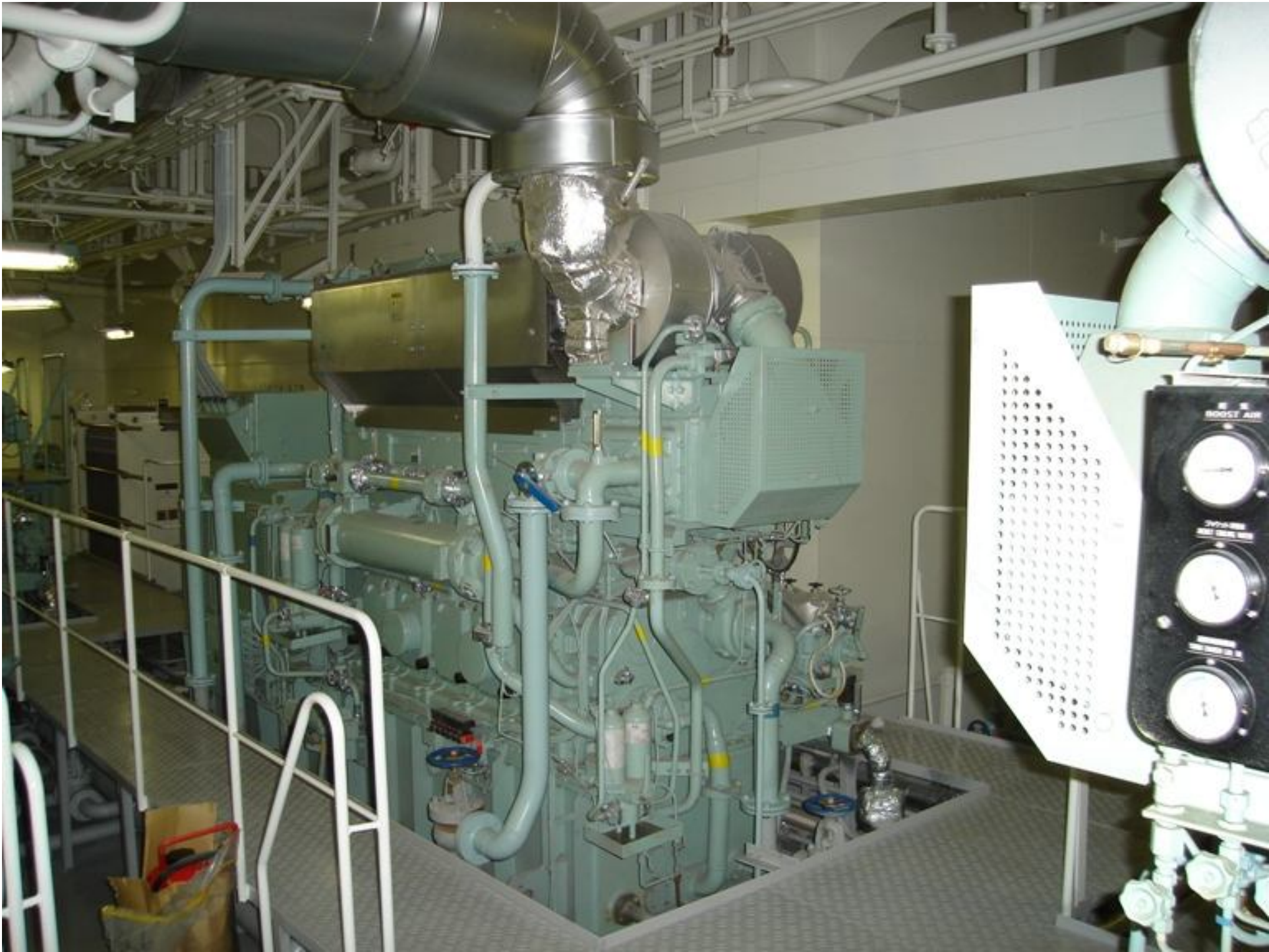
[www.pfri.uniri.hr/~pkralj](http://www.pfri.uniri.hr/~pkralj)



# Uvjeti

---

- ispit
- 30-ak pitanja – 50 bodova
- prolazna ocjena 40% uspješnosti
- studenti s manje bodova, ali prisutni na satima mogu ispitu pristupati ponovo (uz dogovor s nastavnikom)
- studenti s manje bodova i bez uvjeta prisutnosti moraju slušati ponovo





# Teme

---

1. klasifikacijski i sistemski nacrti i simboli
2. klasifikacijska društva i propisi
3. pomoćni uređaji – osnove rada
4. sustavi i elementi

# 1. Klasifikacijski i sistemski nacrti

Ponekad stvarna izvedba cjevovoda odstupa od sheme. To se posebno odnosi na starije brodove, koji nisu proizvedeni kompjuterskom tehnologijom (CAD/CAM), već su cjevovi prema izvedbi strojarnice i razmještaju strojeva i uređaja 'vukli' cijevi, a po potrebi su dodavani elementi cjevovoda koji nisu naknadno uvedeni u nacrt. Drugi razlog koji može dovesti do takve situacije su naknadne preinake u strojarnici. Dužnost je časnika stroja detaljno se upoznati sa stvarnim cjevovodom, drugim riječima, treba 'pratiti' cijevi po cijeloj strojarnici i identificirati sve važne elemente. Neke se cijevi 'vuku' ispod stropa, a neke ispod najdonje podnice strojarnice ('pajola') pa to nije jednostavan posao. Pomoć pri tome je označavanje cjevovoda bojama i glavnih elemenata cjevovoda natpisnim pločicama. Danas se cijevi označavaju prema ISO standardu, dok se nekad radilo o svojevrsnom standardu brodogradnje.



# Pristup nacrtima

---

- (arhiva brodogradilišta)
- arhiva brodarske kompanije
- kod upravitelja stroja
- u kontrolnoj prostoriji strojarnice
- sheme u informacijskom sustavu upravljanja strojarnicom



# Cijevi

---

- materijali (čelik, lijevano željezo, bakar i slitine...)
- zaštita (premazi, pocinčavanje, guma)
- unutarnji promjer i debljina stjenke
- ispitni tlak (najčešće 50% veći od radnog tlaka)
- pad tlaka kroz cjevovod, dilatacije
- označavanje: boja i natpisna pločica



## Marine Pipe Marking



The ISO 14726 standard defines the principle colours for identifying pipes. Each of the following colours indicates a certain group of substances. As this is an international standard and most ships sail in international waters, all text is in English only.

Group colour	Substance	Group colour	Substance
Black	Waste Media	Orange	Oils other than fuel
Blue	Fresh Water	Silver	Steam
Brown	Fuel	Red	Fire Fighting
Green	Sea Water	Violet	Acids, Alkalis
Grey	Non-flammable gases	White	Air in ventilation systems
Copper	Masses (dry and wet)	Yellow	Flammable gases

Legend	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7	Legend	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
		26 x 180 Order Ref.	26 x 70 Order Ref.	26 x 70 Order Ref.			26 x 180 Order Ref.	26 x 70 Order Ref.	26 x 70 Order Ref.

<b>Waste Media</b>					<b>Oil other than fuel</b>				
Waste Media		226600	227051	227170	Oil other than fuel		227021	227082	227201
Black Water		226601	227052	227171	Used oil		227022	227083	227202
Waste Oil		226602	227053	227172	Thermal oil		227023	227084	227203
Billge Water		226603	227054	227173	Dirty oil		227024	227085	227204
Exhaust gas		226604	227055	227174	Lubricating oil		227025	227086	227205
Sewage		226605	227056	227175	Hydraulic oil		227026	227087	227206
<b>Fresh Water</b>					<b>Steam</b>				
Fresh Water		226606	227057	227176	Steam		227027	227088	227207
Condensate from heating systems		226607	227058	227177	Steam for heating		227028	227089	227208
Fresh water-sanitary		226608	227059	227178	Boiler steam		227029	227090	227209
Cooling fresh water		226609	227060	227179	LP Drains		227030	227091	227210
Feed water		227000	227061	227180	Supply steam		227031	227092	227211
Distillate		227001	227062	227181	Exhaust steam		227032	227093	227212
Potable water		227002	227063	227182	HP Drains		227033	227094	227213
Chilled water		227003	227064	227183	<b>Fire fighting</b>				
Condensate		227004	227065	227184	Fire fighting		227034	227095	227214
<b>Fuel</b>					Fire-fighting fresh water		227035	227096	227215
Fuel		227005	227066	227185	Fire-fighting sea water		227036	227097	227216
Heavy Fuel		227006	227067	227186	Fire-fighting CO2 gas		227037	227098	227217
Liquid gas		227007	227068	227187	Sprinkler water		227038	227099	227218
Petrol		227008	227069	227188	Fire-fighting powder		227039	227100	227219
Diesel Fuel		227009	227070	227189	Fire-fighting foam		227040	227101	227220
<b>Sea water</b>					<b>Acids &amp; Alkalis</b>				
Sea water		227010	227071	227190	Acids & Alkalis		227041	227102	227221
Ballast water		227011	227072	227191	<b>Air in ventilation systems</b>				
Cooling sea water		227012	227073	227192	Air in ventilation systems		227042	227103	227222
Sanitary sea water		227013	227074	227193	Natural exhaust air		227043	227104	227223
<b>Non-flammable gases</b>					Supply air, atmospheric		227044	227105	227224
Non-flammable gases		227014	227075	227194	Natural supply air		227045	227106	227225
Oxygen		227015	227076	227195	Mechanical exhaust air		227046	227107	227226
Breathing gas		227016	227077	227196	<b>Flammable gases</b>				
Nitrogen		227017	227078	227197	Flammable gases		227047	227108	227227
Refrigerant		227018	227079	227198	Hydrogen		227048	227109	227228
Pressure air HP		227019	227080	227199	Acetylene		227049	227110	227229
Breathing air		227020	227081	227200	Mixture of Propane/Butane		227050	227111	227230
<b>Masses</b>									
Masses		227167	227168	227169					



PIPE MARKING





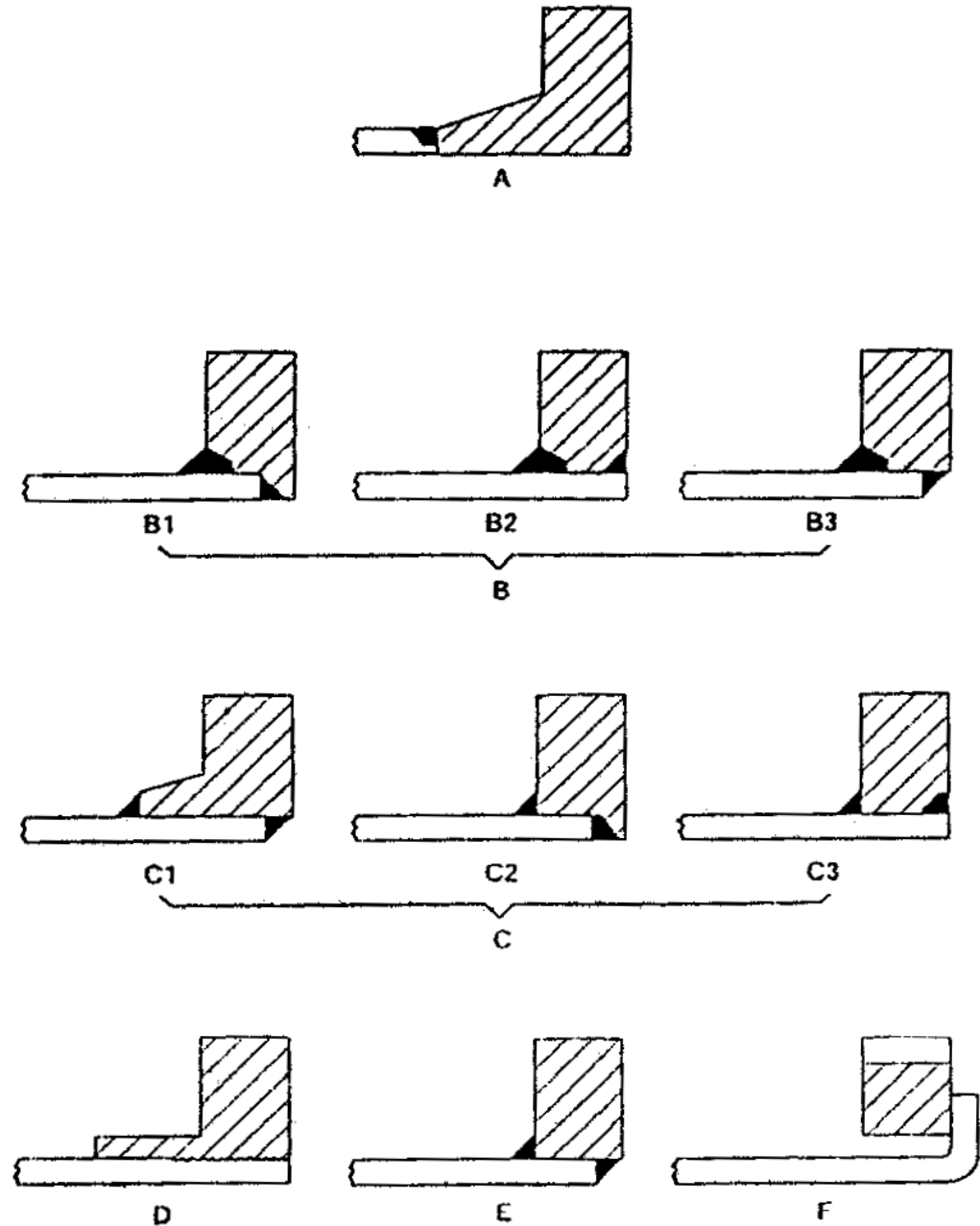
# Natpisne pločice

---

- bakrene
- ugravirana skraćenica naziva
- ne radi se o podacima proizvođača uređaja (npr. pumpe, kompresora, elektromotora...) već o oznaci brodogradilišta
- svaki bitni element cjevovoda

# Cijevni spojevi

- rastavljivi i nerastavljivi
- rastavljivi
  - razne izvedbe 'ERMETO' spojeva
  - brtvljenje od guma s pojačanim rubom
- nerastavljivi
  - zavarivanje,
  - primjena: spojevi kroz nepropusne spojeve

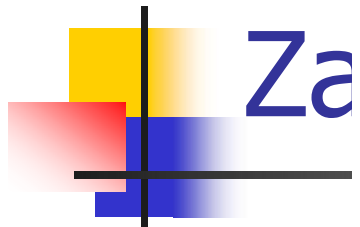




# Ostali elementi cjevovoda

---

- zaporni elementi
- filtri
- regulacijski i kontrolni elementi
- kompenzatori dilatacija
- kondenzni lonci
- slijepe prirubnice (slijepo-prolazne)
- prigušnice...



Za

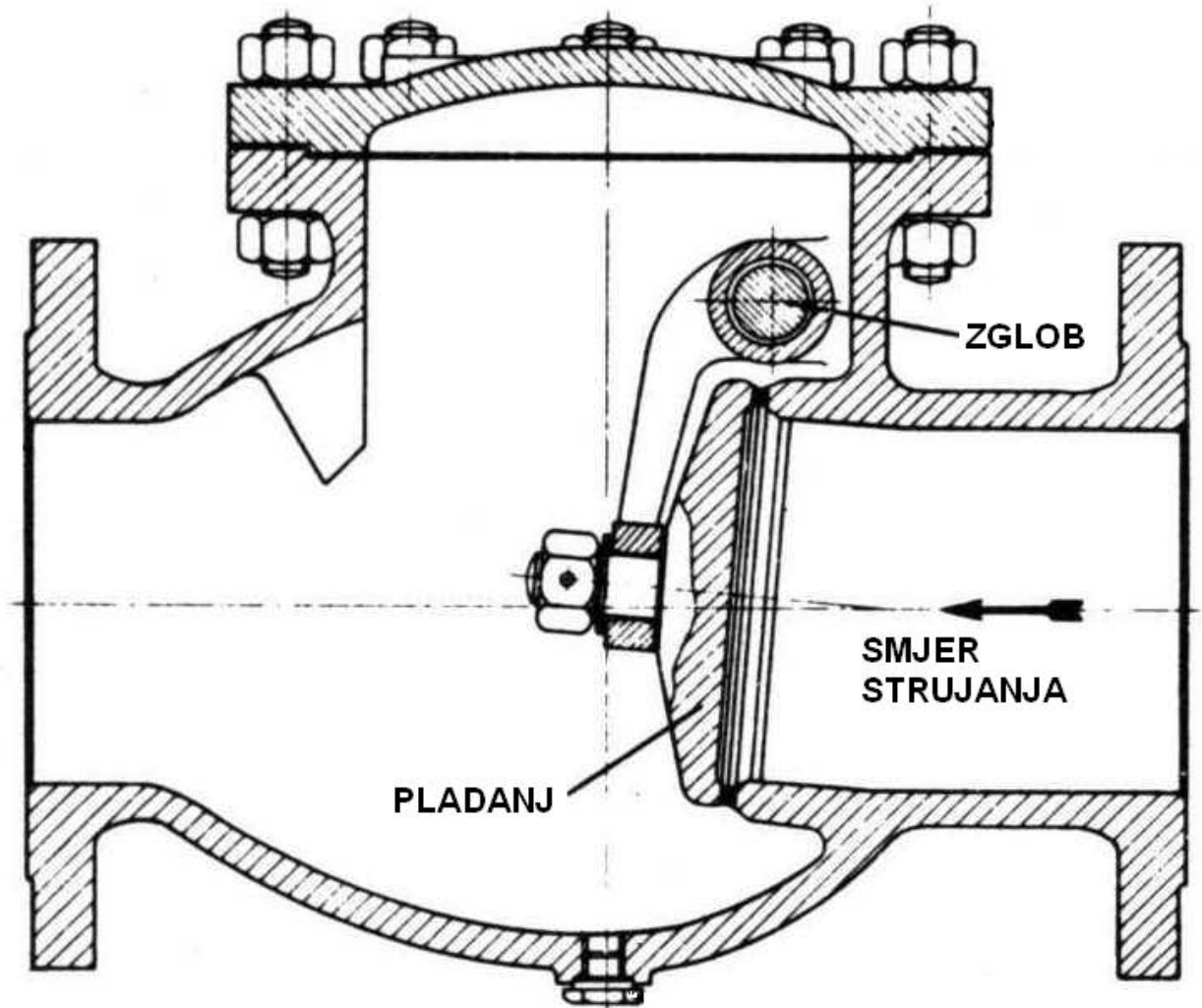
■ V

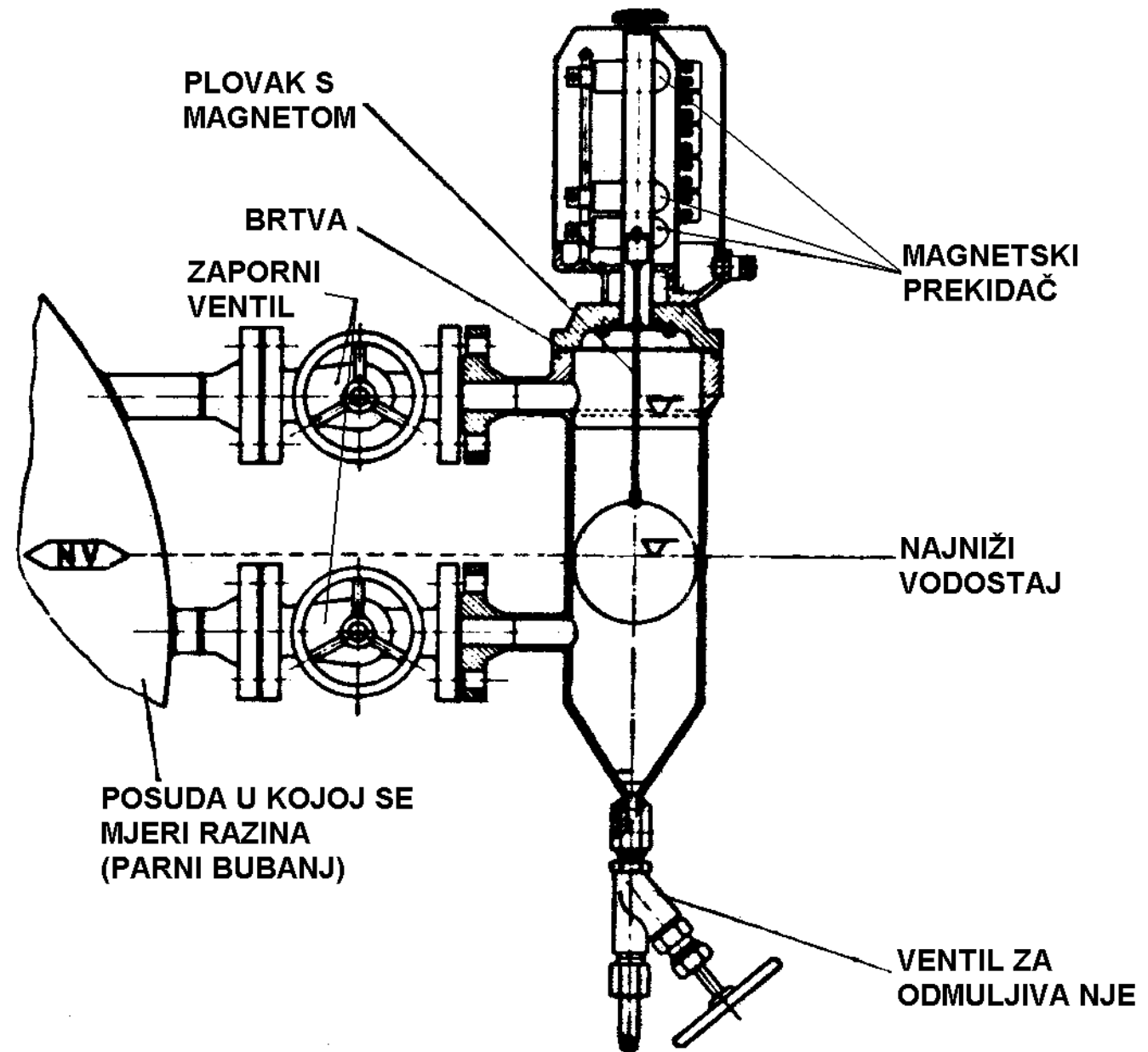
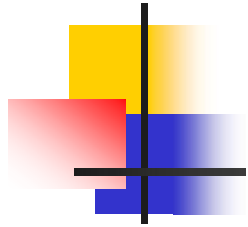
■ C

■ S

Č

■ L







# Dužnosti časnika

---

- redovite provjere funkcionalnosti i propuštanja
- priprema za čišćenje
- baždarenje daljinskih osjetnika

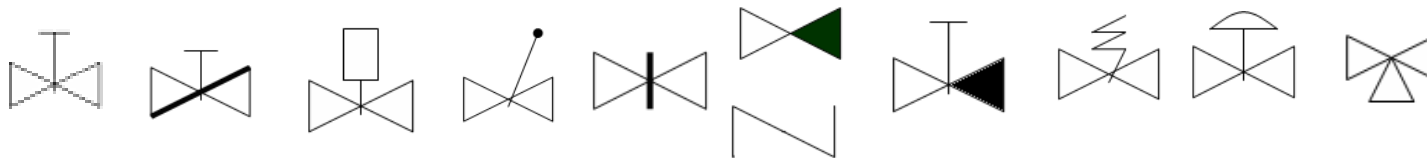


# Simboli elemenata cjevovoda

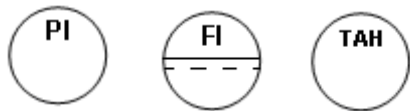
- pumpe, kompresori, turbine



- ventili



- mjerni instrumenti



- nazivni promjeri cijevi



## 2. Propisi

---

- međunarodne konvencije
  - SOLAS, MARPOL
- klasifikacijska društva
  - HRB, LR, ABS, BV, DNV, GL, RINA...
- kod definiranja nekih veličina uzimaju se u obzir i preporuke proizvođača opreme, strukovne norme...



# HRB

---

- dio 7 – Strojni uređaj
- dio 8 – Cjevovodi
- dio 9 – Strojevi
- dio 10 – Kotlovi, izmjenjivači topline i posude pod tlakom
- dio 11 – Rashladni uređaj
- dio 13 – Automatizacija
- dio 17 – Protupožarna zaštita
- dio 22 – Sprečavanje zagađivanja



## 3. Pomoćni uređaji

---

- 3.1. pumpe (crpke)
- 3.2. kompresori, puhala, ventilatori
- 3.3. kormilarski uređaj
- 3.4. pritezna i sidrena vitla
- 3.5. zaštita okoliša
- 3.6. rashladni uređaj
- i dr.



# Pumpe

---

- hidraulički strojevi koji uloženu energiju (rad) pretvaraju u energiju fluida
- povećanje energije fluida očituje se u povećanju potencijalne (tlak, položaj) i kinetičke enegije (brzina)
- manometarska visina – manometri na usisnoj i tlačnoj strani pumpe



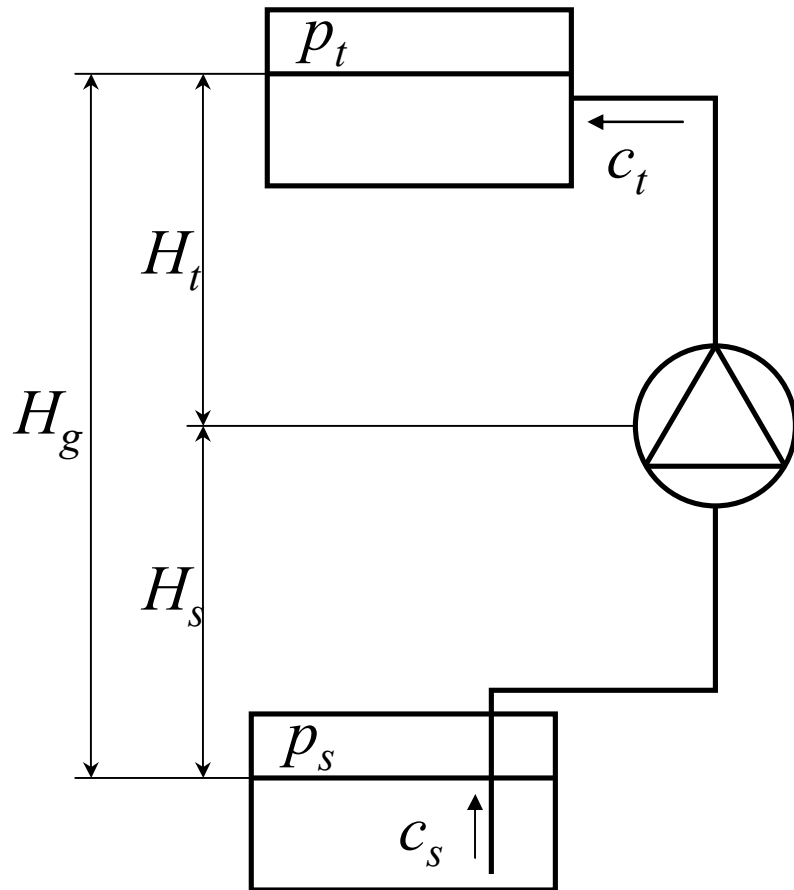
# Podjela pumpi

---

- prema načinu predaje energije fluidu:
  - dinamičke
  - volumenske
- dinamičke: turbopumpe, pumpe s posebnim učincima
- volumenske: stapne i klipne, vijčane, zupčaste, režnjaste, membranske...



# Osnove rada pumpe



$$H_g = H_t + H_s [\text{m}]$$

$$H = H_g + H_p + H_u + h_{tr}$$

$$H = H_g + \frac{p_t - p_s}{\rho \cdot g} + \frac{c_t^2 - c_s^2}{2g} + h_{tr}$$

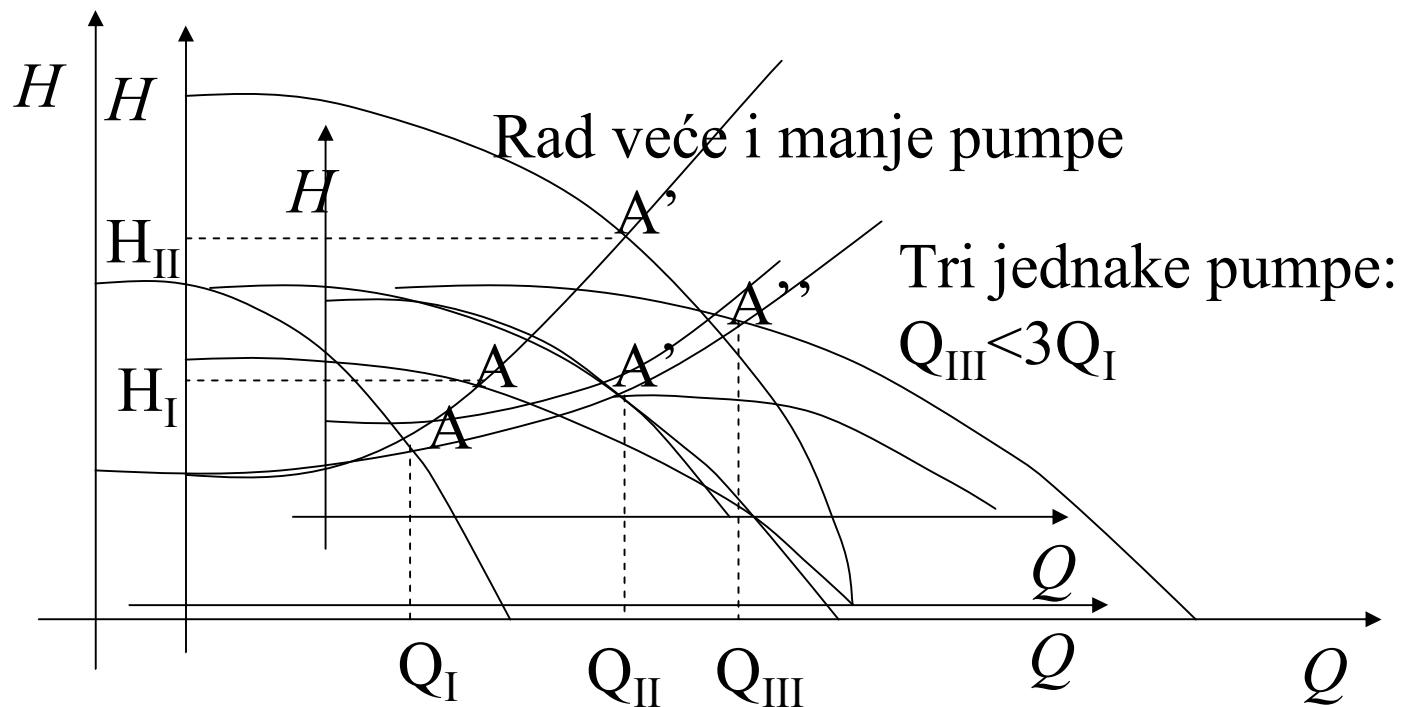


Ⓢ



# Paralelni i serijski spoj

- paralelnim se povećava protok
- serijskim se povećava napor



# Pumpe s nosebnim učincima

■ SEA

■ INLET

■ IMF

■

■

■



INLET

IMPRESSION

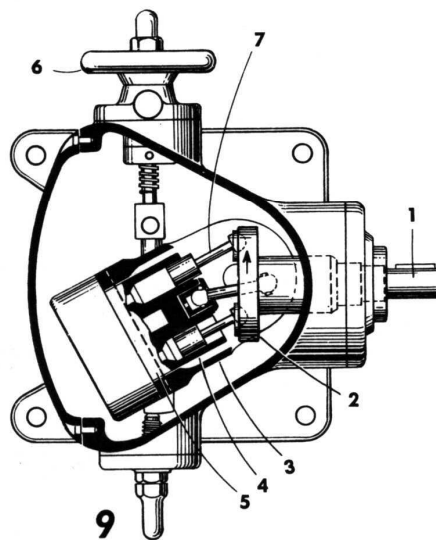
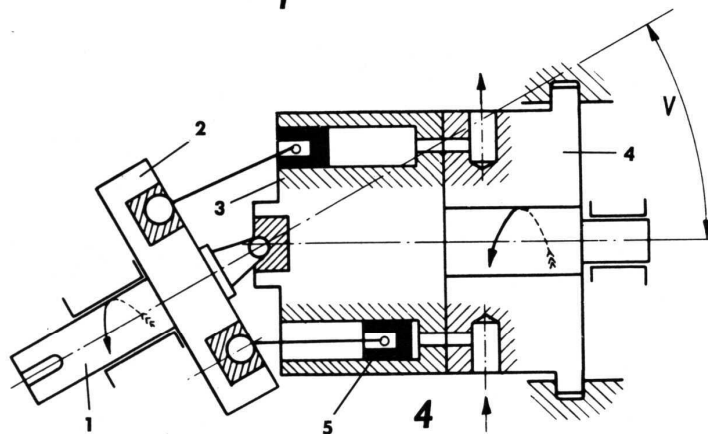
OUTLET

INLET FLANGE



# Stapne i klinne pumpe

- stapne samos
- klipne
- nejedr
- dvorac



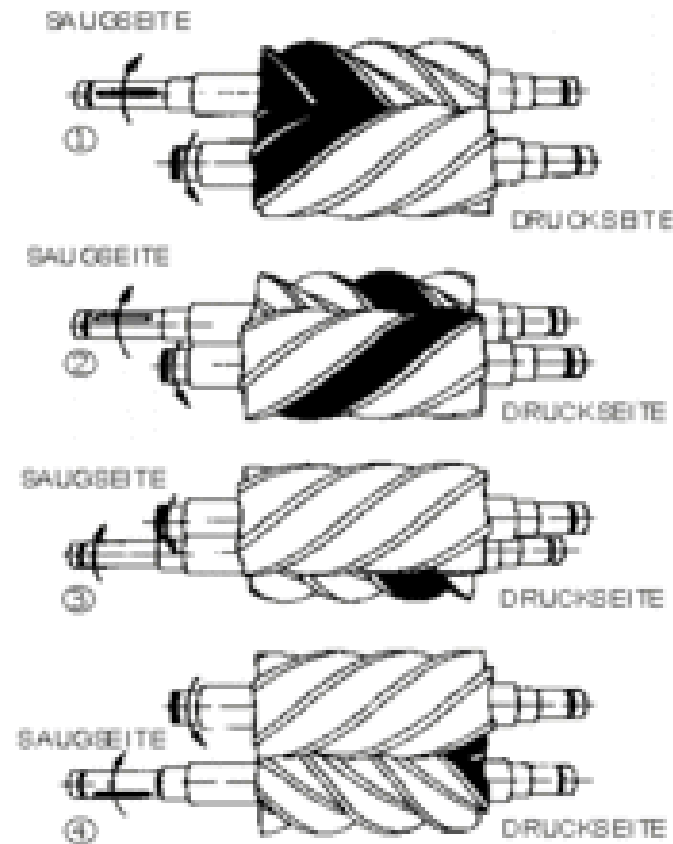
r su

aulički sustavi

šecilindrične

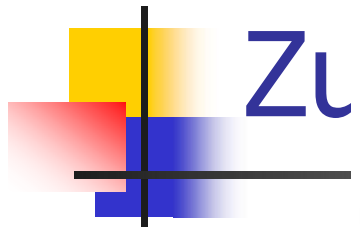
# Vijčane pumpe

- primjena:
- gorivo, ulje
- jedan, dva

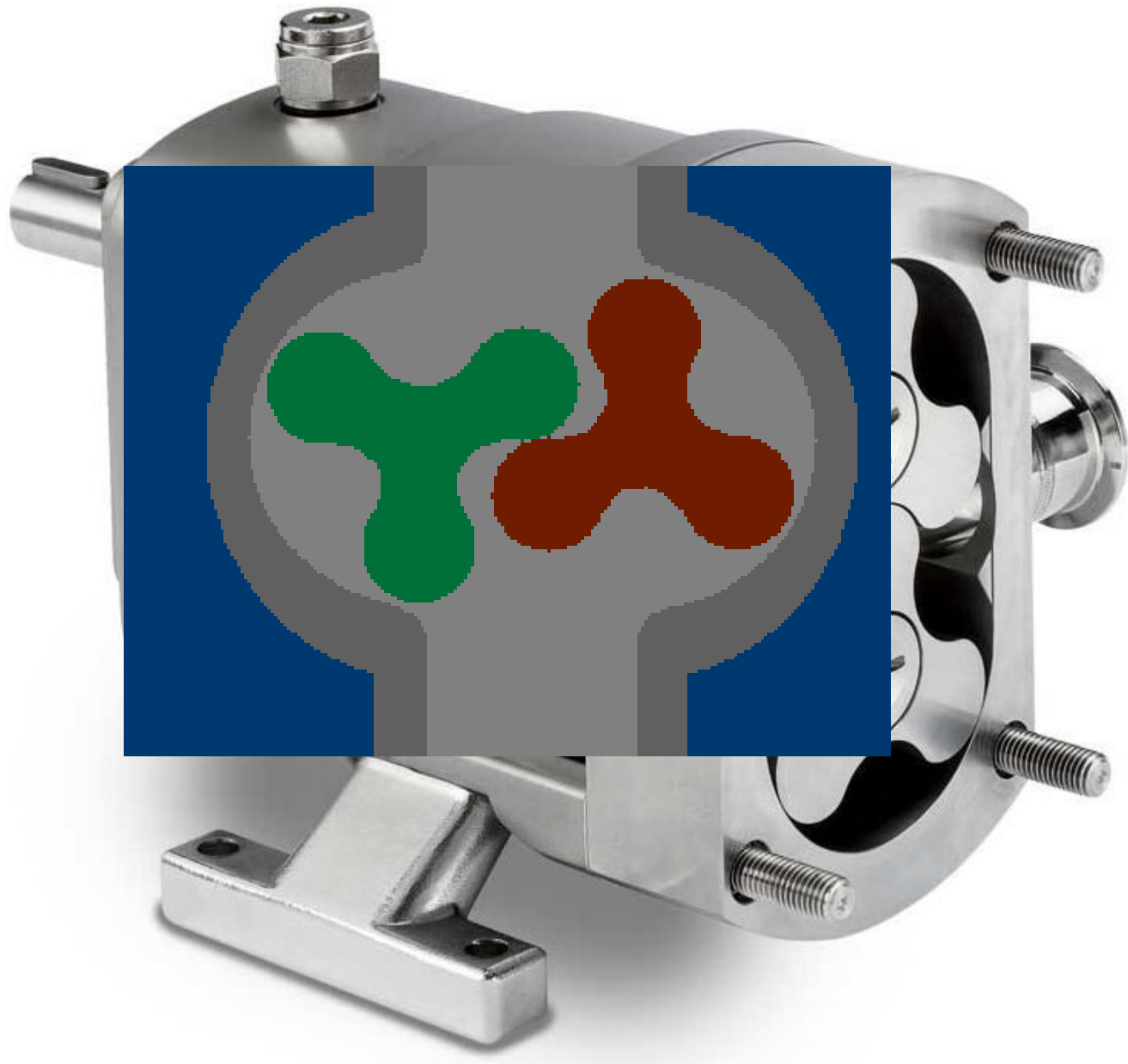


, neki tereti





- F
- F
- C





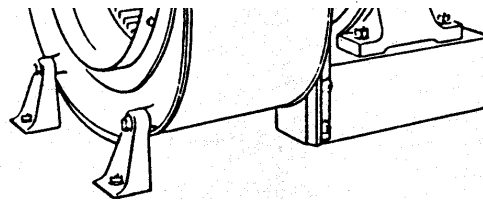
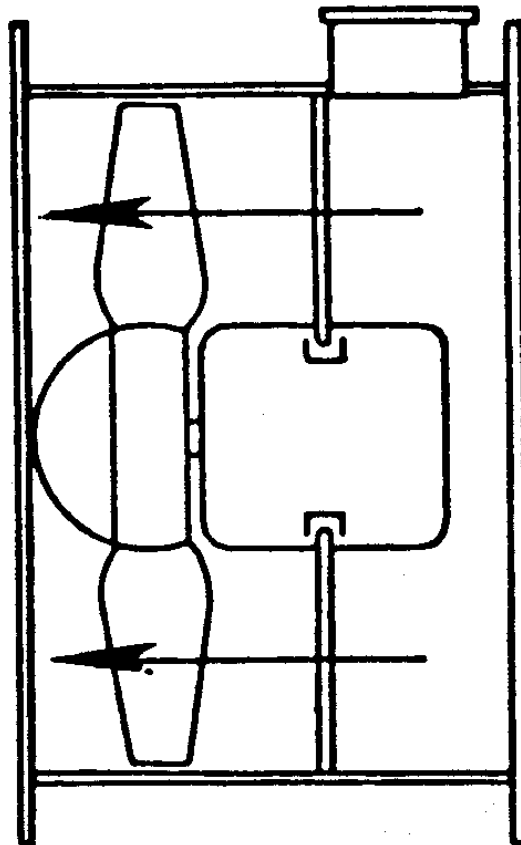
# Važni pojmovi

---

- samosisnost
- kavitacija
- pogonski stroj
- NPSH
- instrumenti za praćenje rada

## 3.2. Ventilatori

- uloženi u er
- ventila
- puha
- supe
- najva
  - sta
  - ras
- **startanje s**
- **strani**



mpresori

u (plinu)  
ilaka

bar

**ilima na tl.**

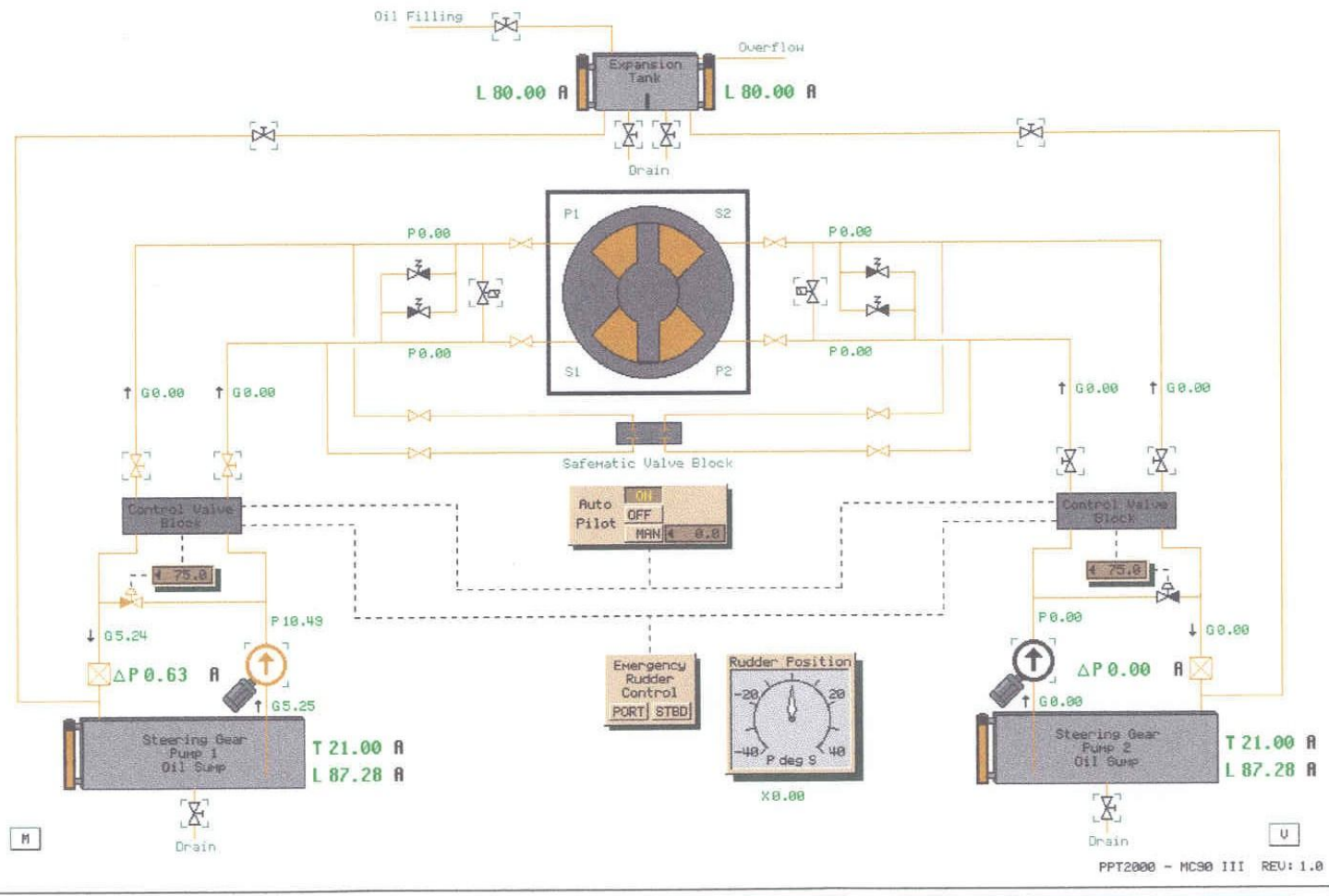


# Tipovi

---

- ventilatori
  - turbostrojevi (propelerni, centrifugalni)
- kompresori
  - stapni – klipni
  - rotacijski: lamelasti, pužni, turbo, vijčani

# 3.3. Kormilarski uređaj



u



## 3.4. Pritezna i sidrena vitla

---

- hidraulična ili električna
- dvije brzine pritezanja – dizanja
- zajednički pogonski stroj – izvrstiva spojka
- kočnica (pojasna)



## 3.5. Zaštita okoliša

---

- MARPOL: zaštita morskog okoliša od ispuštanja s brodova ulja, kemikalija, krutog otpada, fekalija, plinova
- Separator kaljuže
- Uređaj za preradu fekalnih voda
- Spaljivač smeća



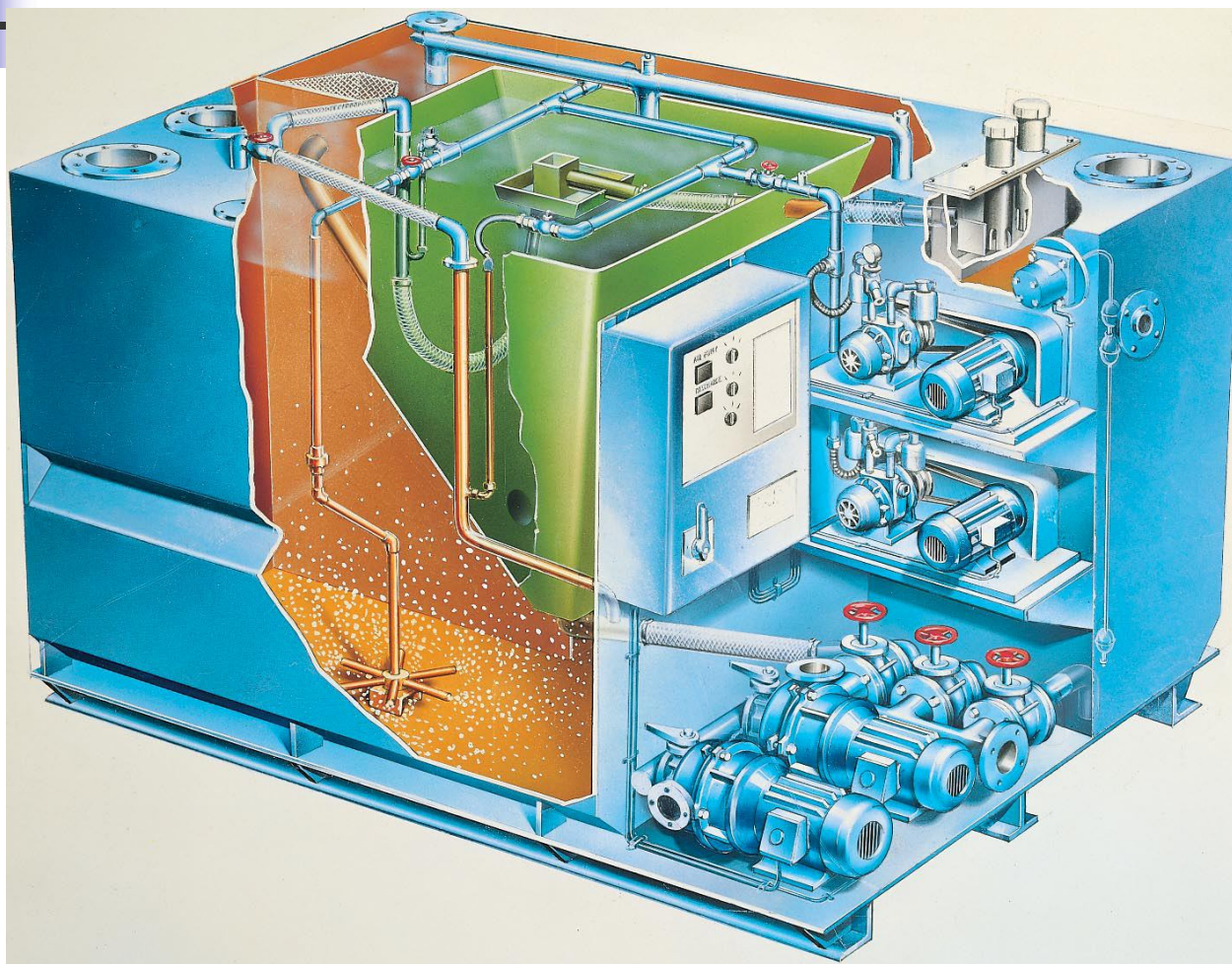
# Separator kaljuže

---

- zauljena i zaprljana voda sakuplja se u sabirnom tanku i ne smije se ispustiti u more bez obrade
- razdvajanje vode i ulja ostvaruje se djelovanjem sile gravitacije (+centrifugalne) zbog različite gustoće
- do 15 ppm ulja i do 30 l/NM



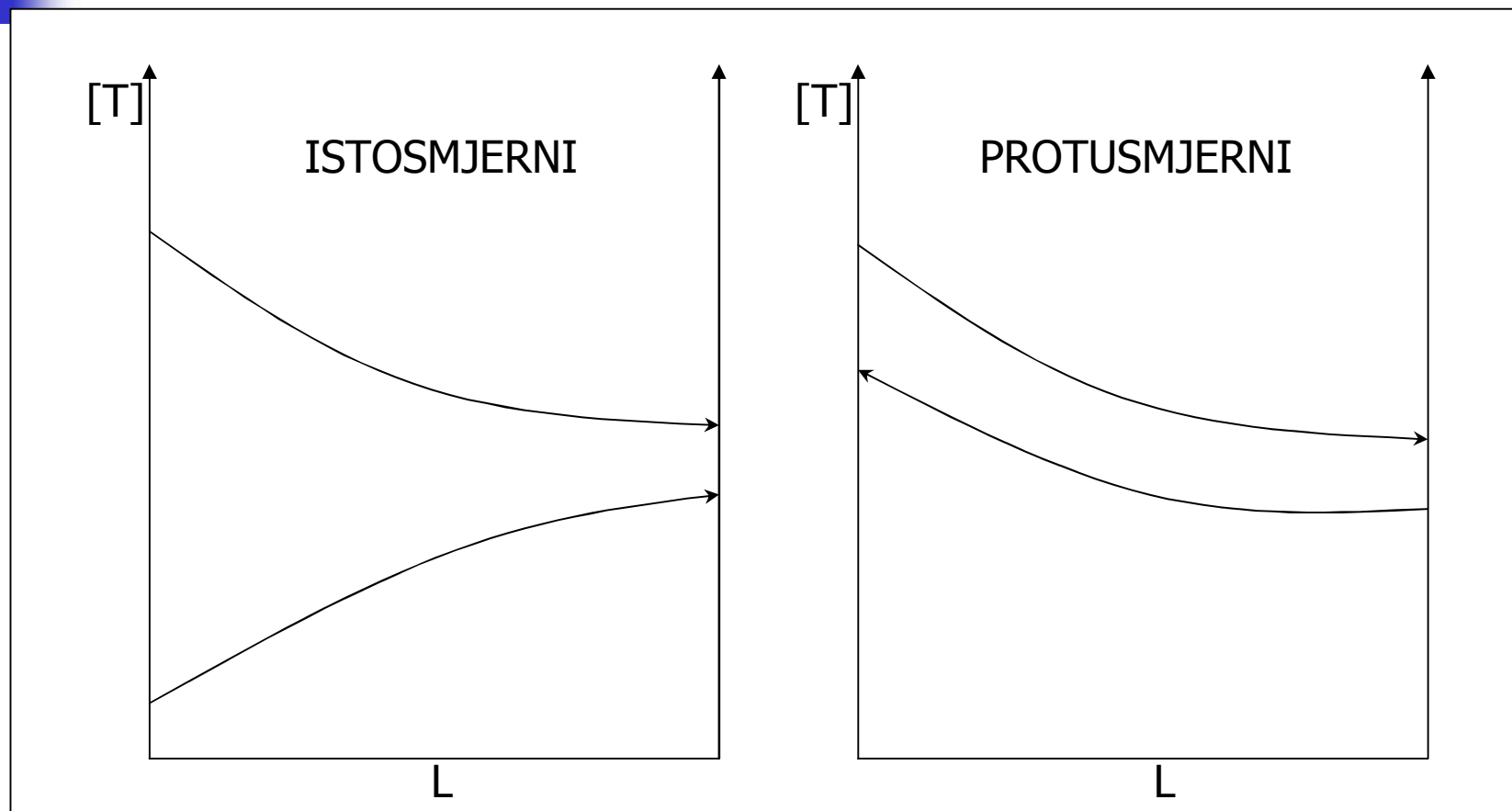
# Prerada fekalnih voda



ije

e

# Izmjenjivači topline





## 3.6. Rashladni uređaj

---

- ohladiti ispod temperature okoline i održati tu temperaturu
- parnokompresijski uređaji
- rade poput dizalica topline
- radni fluidi isparavaju pri niskim temperaturama, a zatim ih se komprimira te kondenzacijom predaju toplinu okolini
- najvažnija primjena: provijant



# Ostalo

---

- hidrofor
- propelerno vratilo i statvena cijev
- separatori goriva i ulja

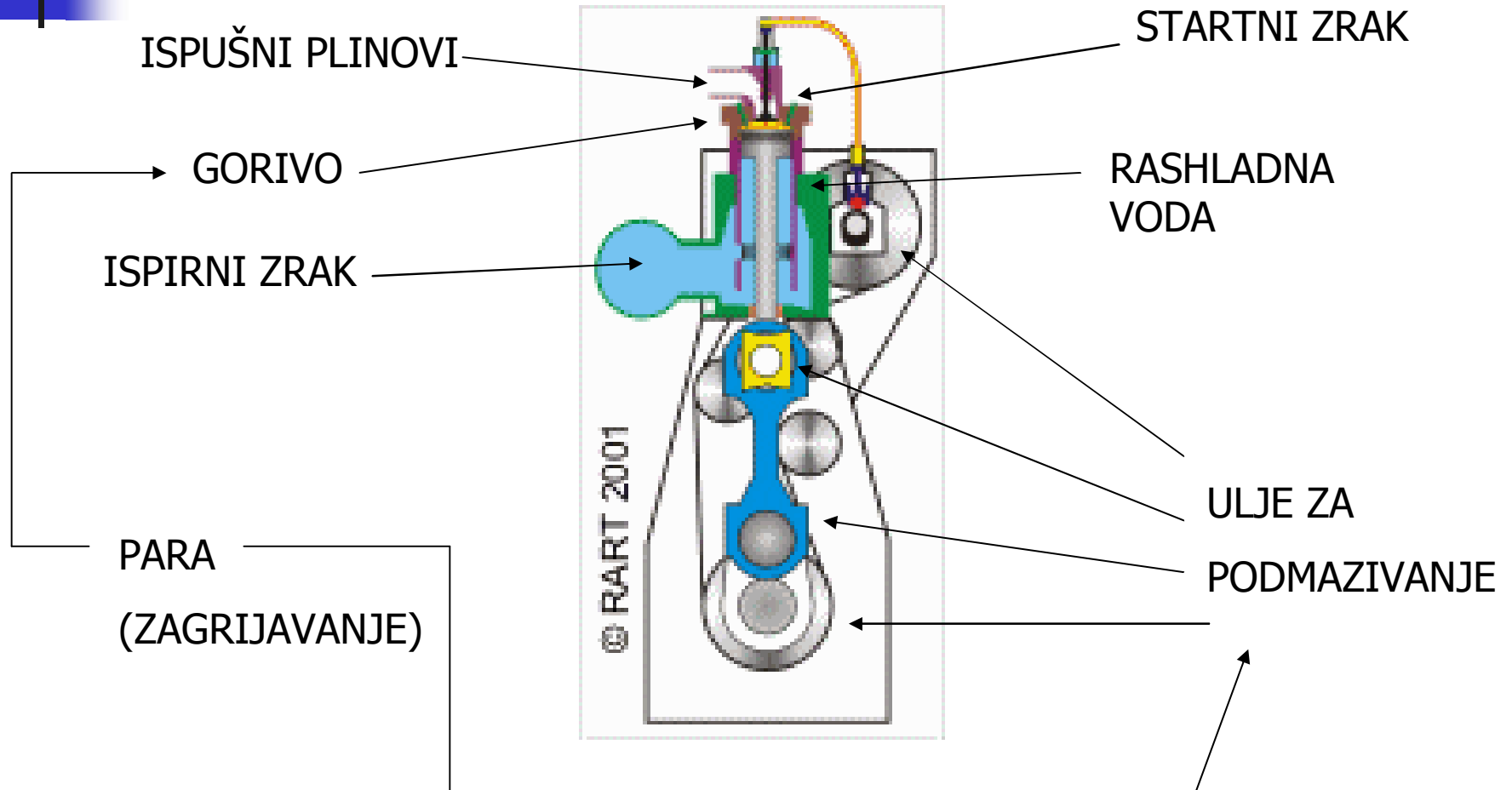


## 4. Sustavi i elementi

---

- pogonski sustavi omogućuju rad porivnog stroja tj. poriv broda
- sustavi opće službe osiguravaju sigurnost broda, okoliša, komfor...
- sustavi specijalne namjene - teret

# Pogonski sustavi - DM



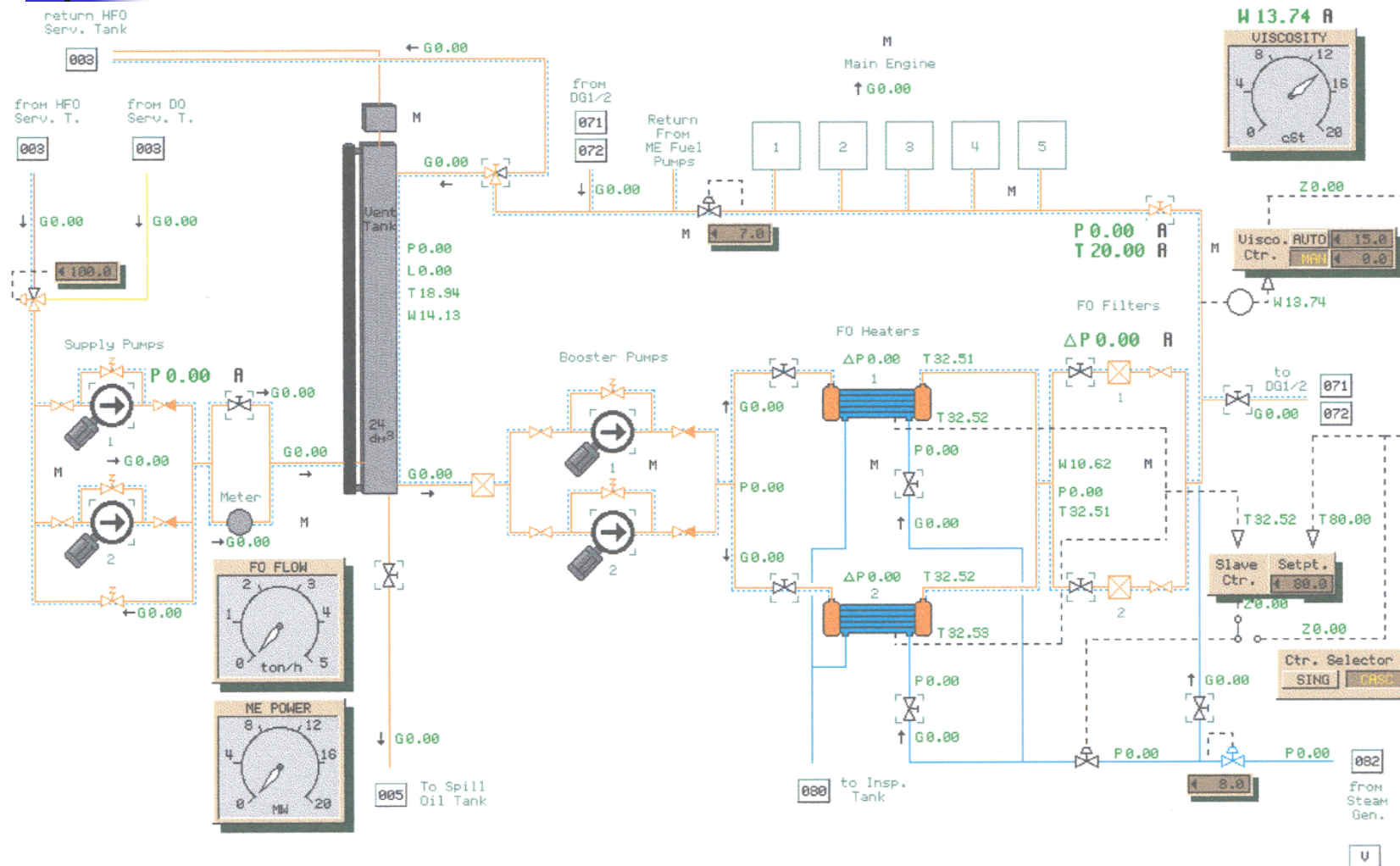


# Uspostava pogona

---

- u svakom trenutku mora postojati mogućnost uspostavljanja pogona
- potrebno: izvor električne energije u nuždi, gorivo (grijanje?), ulje za podmazivanje, rashladna voda

# Sustav goriva





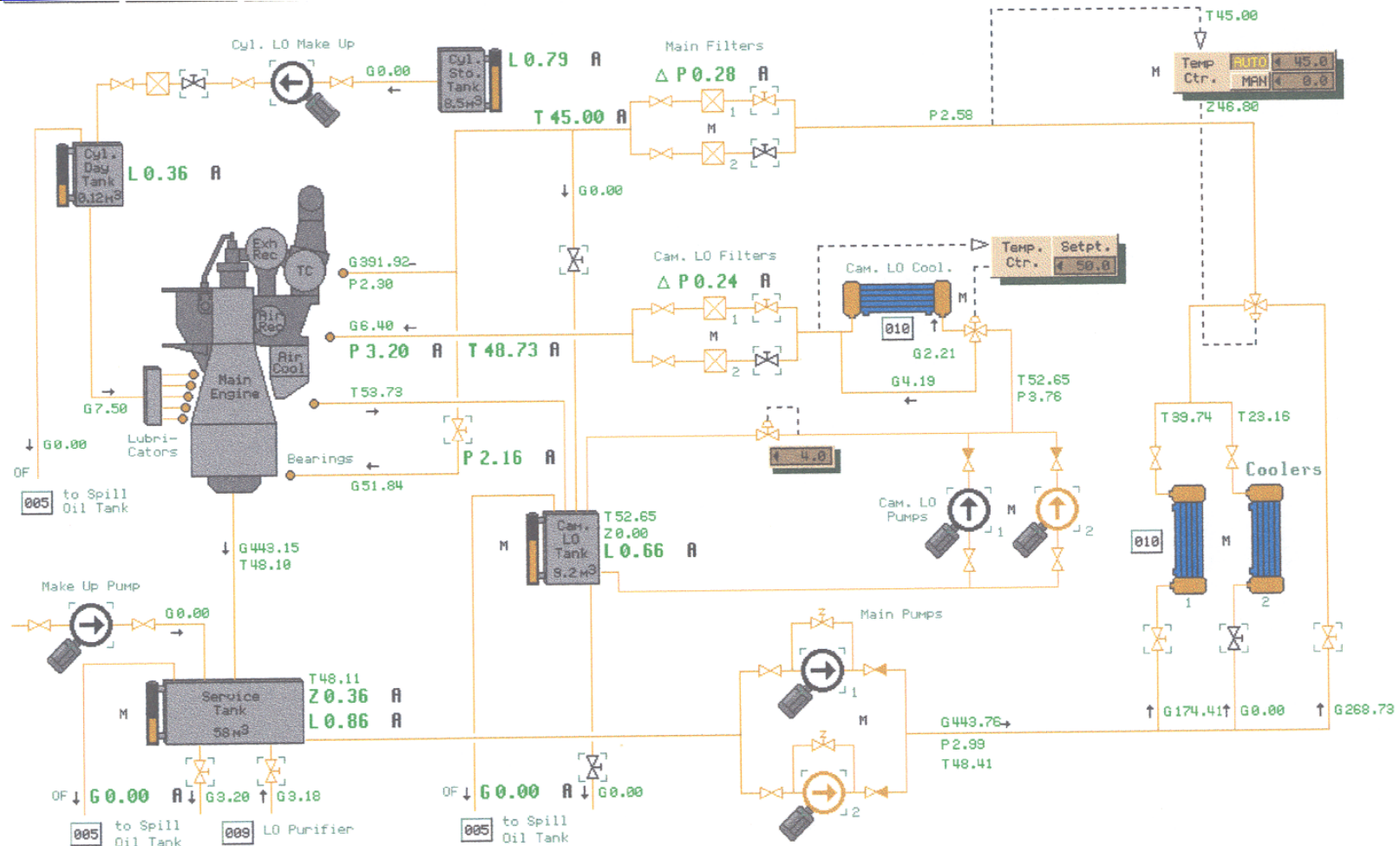


# Dužnosti časnika stroja

---

- praćenje stanja u tankovima – dnevno stanje
- rukovođenje ukrcajem
- transfer goriva po potrebi
- upravljanje radom separatora
- praćenje rada sustava i motora kod pripreme za rad i tijekom rada
- održavanje – plansko ili po potrebi

# Sustav ulja za podmazivanje





# Dužnosti časnika stroja

---

- praćenje stanja sustava, posebno u radu (iako postoji automatska zaštita)
- praćenje potrošnje cilindarskog ulja
- dolijevanje (transfer) ulja po potrebi
- upravljanje radom separatora ulja
- održavanje



High S  
Sea C

R  
R

080  
Steam Generation  
Plant

062  
Bilge Wells

001  
Sea Water  
System

U

"STEEL"

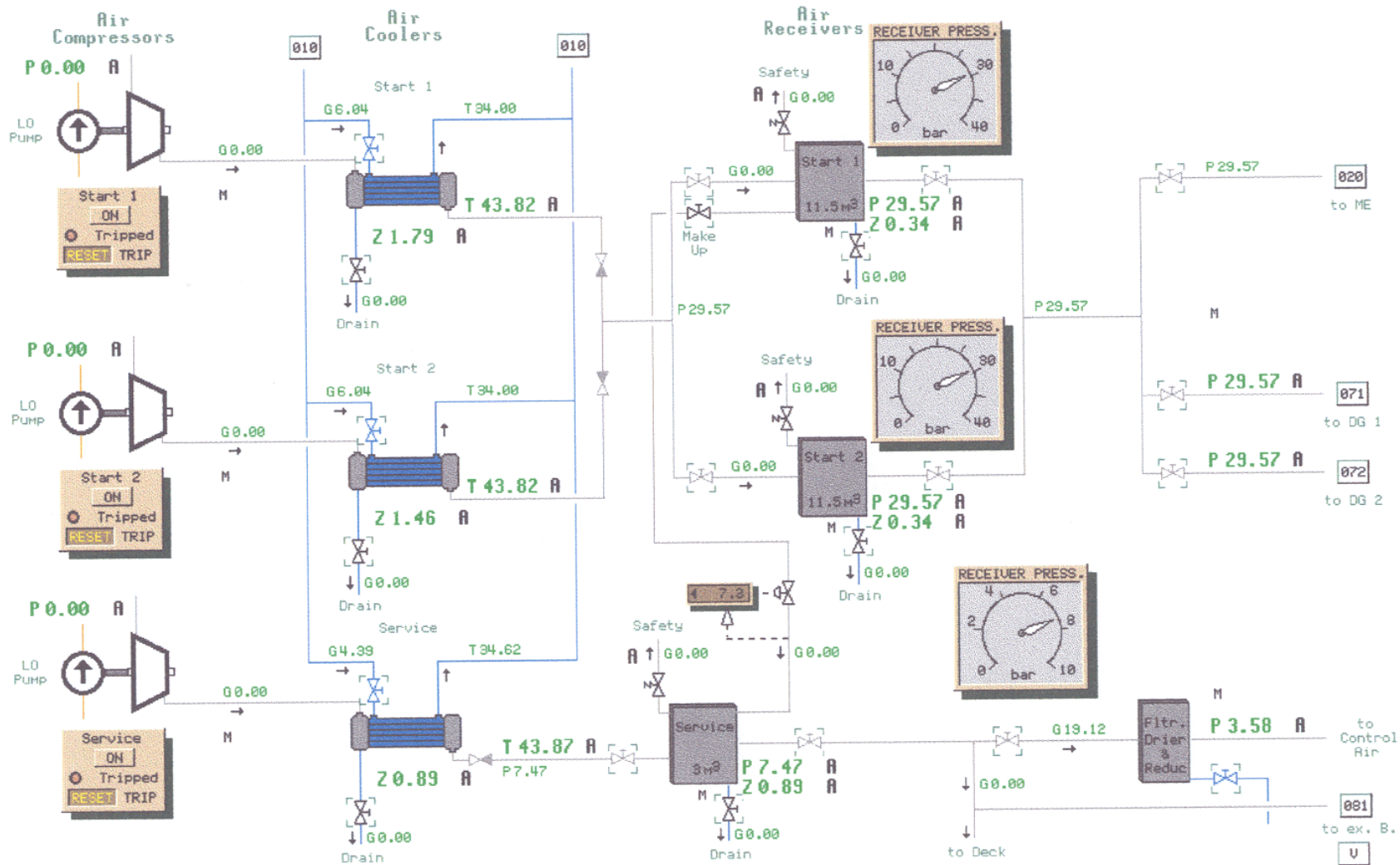


# Dužnosti časnika stroja

---

- praćenje stanja (temperatura i tlakova)
- održavanje elemenata, prije svega čišćenje – morska voda stvara kamenac
- nadopuna sustava slatke vode
- odušivanje – ispuštanje zraka iz cjevovoda kako bi se izbjegli zračni džepovi

# Sustav komprimiranog zraka





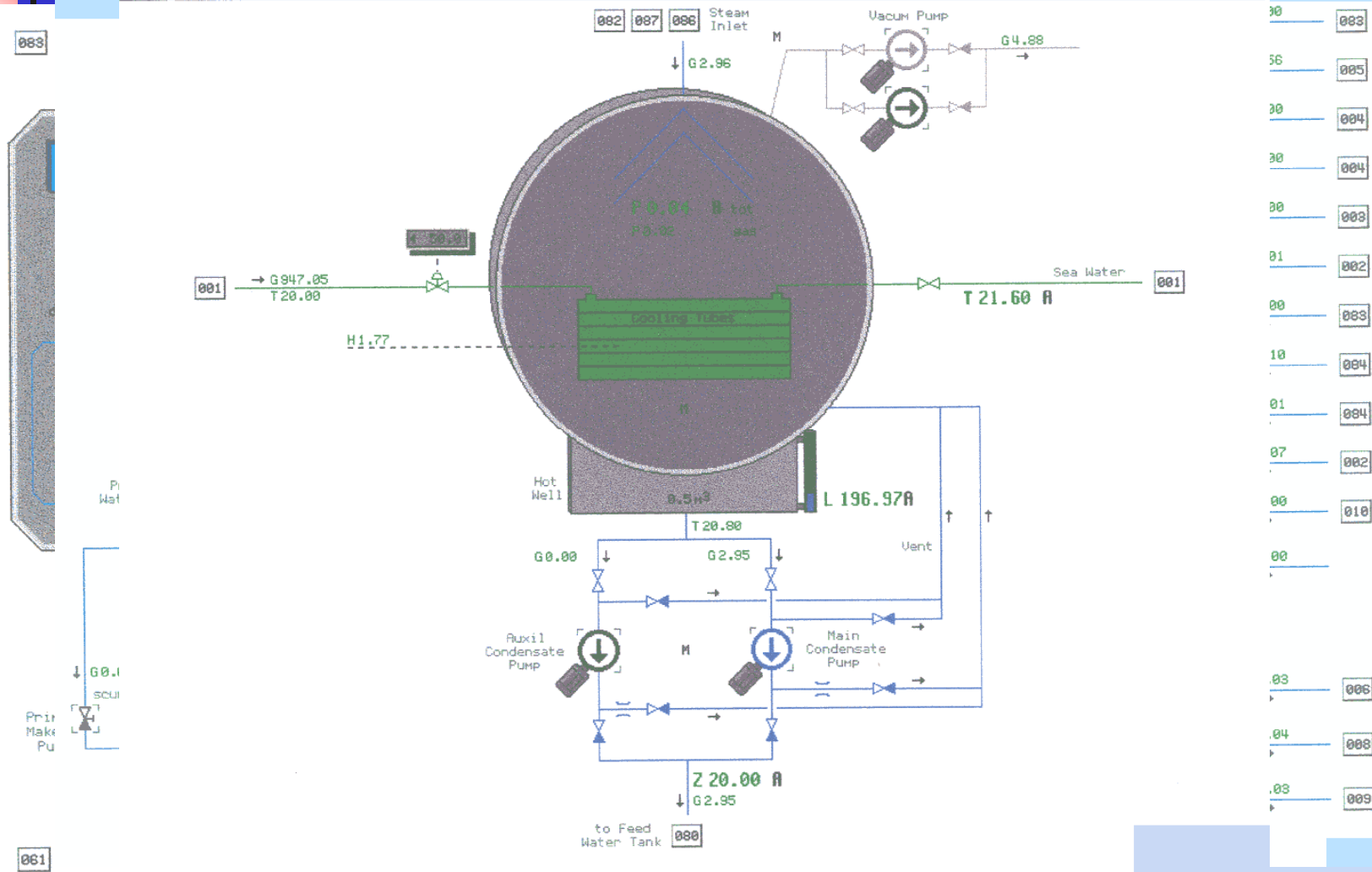
# Dužnosti časnika stroja

---

- praćenje rada kompresora
- stanje tlaka u spremnicima
- dnevno ispuštanje vode iz spremnika
- ispuštanje vode prije upućivanja glavnog porivnog stroja



# Sustav pare, kondenzata i napojne vode



30	003
56	005
30	004
30	004
00	003
01	002
00	003
18	004
01	004
07	002
00	010
00	
03	006
04	008
03	009





# Dužnosti časnika stroja

---

- praćenje stanja
- održavanje elemenata – čišćenje kamenca i dr.
- nadopuna sustava vodom i aditivima
- odušivanje – ispuštanje plinova



# Sustavi opće službe

---

- kaljuža i balast
- ventilacija i klimatizacija
- odušivanje, sondiranje, preljevi i naljevi
- sanitarna voda
- otpadna voda
- protupožarni sustavi
- daljinsko upravljanje (pneumatika i hidraulika)

# Sustav kal

- svaki brodski nenamjerno n mogućnost pr
- pražnjenje se ('drenažom' tj
- neki brodski p dijelu trupa, n te se prazne p
- sakupljena tek zabranjeno isp skupljanje o o



m  
ki  
e



# Dužnosti časnika stroja

---

- redovito prepumpavanje kaljužnih voda u sabirni tank kaljuže
- upravljanje separatorom kaljuže
- ispuštanje pročišćene vode s broda je automatizirano, tj. automatski se prekida ako se postignu određeni uvjeti



# Sustav balasta

---

- balast – dodatna masa
- balastni se tankovi pune morem s ciljem postizanja potrebnog trima, nagiba trupa te naprezanja u brodskoj konstrukciji
- balastni tankovi su tankovi dvodna, bočni tankovi, pramčani i krmni pikovi
- dvije pumpe balasta



# Ventilacija strojarnice

---

- dovođenje svježeg zraka
- važno zbog ispravnog rada strojeva i temperature zraka u strojarnici
- veći broj ventilatora - fleksibilnost
- 50% ukupne količine dovodi se na usisne filtre turbopuhala glavnog motora
- pretlak u strojarnici



# Klimatizacija

---

- kondicioniranje zraka
- temperatura i vlažnost
- centralne klima jedinice
- nadgrađe, kontrolna prostorija  
strojarnice i dr.



# Neki elementi i održavanje

---

- filtri
  - oni su zaštita, provjera zaprljanja i zamjena
- pumpe
  - tlakovi na usisnoj i tlačnoj strani
- kompresori
  - tlakovi na usisnoj i tlačnoj strani
- izmjenjivači topline
  - zaprljanje izmjenjivačkih površina - čišćenje
- hidrofori
  - nadopuna zraka





# Mjerenje i automatizacija

---

- klasa automatiziranosti strojarnice
- definira mjerna mjesta, način indikacije, mjesto prikaza, alarmiranje, zaštitno djelovanje
- mjerno mjesto: npr. prije i poslije pumpe
- način indikacije: stalno ili na poziv, analogno ili digitalno
- mjesto prikaza: lokalno, ECR, BCR
- alarmiranje: donja ili gornja vrijednost
- zaštitno djelovanje: SLOWDOWN i SHUTDOWN motora, uključivanje rezervne pumpe, gašenje plamena na gen. pare itd.

# Automatizacija rada pomoćnih uređaja



- **automatski rad pogonskih pumpi**
  - rezervne kod pada tlaka
  - nakon određenog broja radnih sati
  - po uspostavi EE sustava
- **automatsko uključivanje komp. zraka**
  - dvopoziciona regulacija, kod donje se vrijednosti tlaka u spremniku komp. uključuje, a kod gornje isključuje
- **automatski rad rashladnog uređaja**
  - dvopoz. regulacija temperature u komori, dvop. reg. usisnog tlaka
- **automatski rad separatora goriva i ulja**
  - potpuno automatiziran rad i javljanje greške, isključivanje kod prevelikih vibracija

# Automatizacija rada pomoćnih uređaja



---

- automatski prekid ispuštanja pročišćene kaljužne vode
  - >15 ppm,
  - >30 l/NM
- automatski rad samočistivih filtara (sušioča): gorivo, ulje, kontrolni zrak
- automatski rad uređaja za proizvodnju destilirane vode

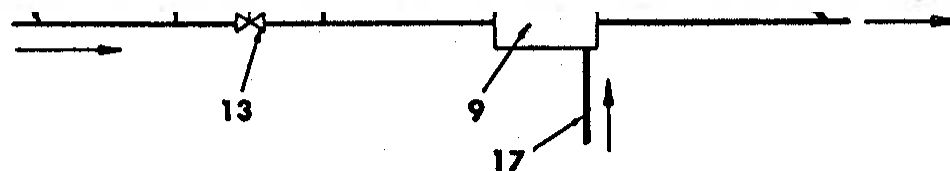
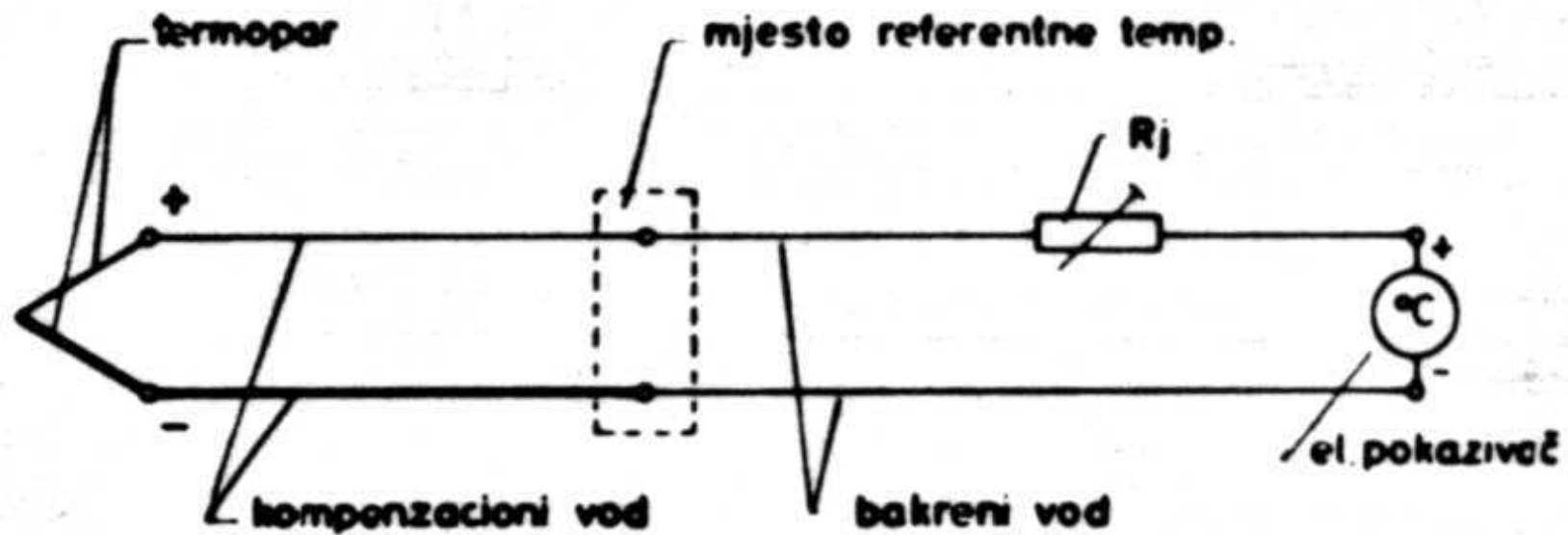
# Automatizirana brodska elektrana



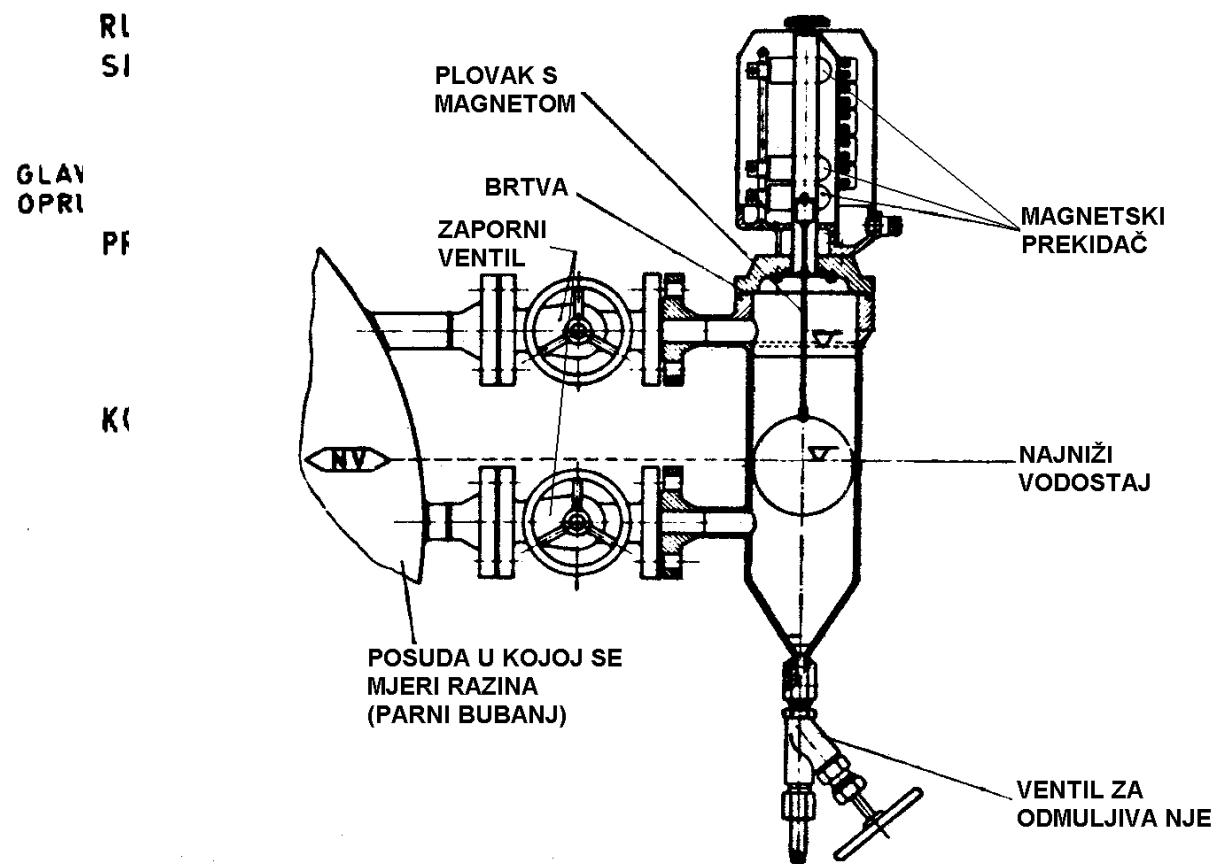
---

- uključivanje i isključivanje 'stand-by' generatora u skladu s opterećenjem
- 'stand-by' generator mora biti spreman za upućivanje (predgrijan, podmazan, pripremljeno gorivo)
- nakon upućivanja automatski se izjednačava frekvencija, dovodi se u fazu, izjednačava napon te nakon priključenja na mrežu izvrši raspodjela opterećenja

# Mjerni instrumenti



# Prekidači





# Zaključak

---

- zahtjevan i odgovoran posao časnika
- pomaže automatski nadzor, ali...
- fizikalne osnove procesa i mjernih instrumenata
- redovite kontrole i praćenja rada
- uvježbavanje reakcija i razmišljanje unaprijed o mogućim situacijama i rješenjima