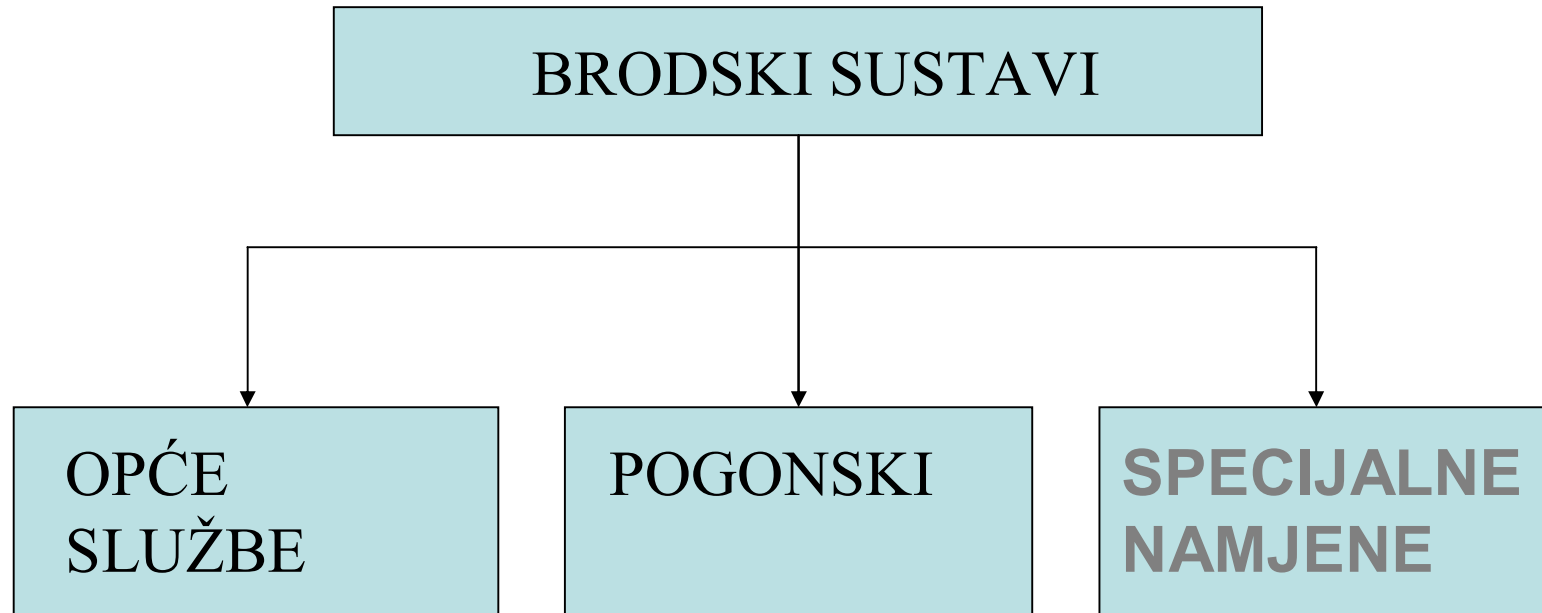


BRODSKI POMOĆNI SUSTAVI

Sustavi na tankerima

4.7.2014

Podjela



Tankeri

- tankeri za ulja
 - sirova nafta i preradevine
- tankeri za prijevoz kemikalija
 - kiseline, lužine, biljna ulja, melasa...
- tankeri za prijevoz ukapljenih plinova
 - prirodni plin i derivati nafte

Sustavi

- ukrcaj/iskrcaj tereta (posušivanje tankova)
- **grijanje i hlađenje tereta**
- **inertiranje tankova ili prostora oko tankova**
- pranje tankova
- odušivanje – ventilacija
- uzimanje uzoraka
- sondiranje

Grijanje

- temperature:

okolnog zraka $+2^{\circ}\text{C}$

mora $+5^{\circ}\text{C}$

tereta u plovidbi (sirova nafta) $20-50^{\circ}\text{C}$

tereta prije iskrcaja (sirova nafta) $20-70^{\circ}\text{C}$

- vrijeme zagrijavanja na temp. iskrcaja - brodovlasnik

2-3 dana

Temperature tereta

A: Temperature during loading - °C
 B: Temperature during voyage - °C
 C: Temperature at time of discharge - °C
 D: Max. recommended temperature of the heating medium - °C

| Heating medium | A | B | C | D |
|-----------------------|--------|-------|--------|-----|
| <u>Heavy fuel oil</u> | | | | |
| ASTM No 6 | 50 | 44-66 | 66 | 175 |
| Crude oil | 20-70 | 20-50 | 20-70 | 175 |
| Super phosphoric acid | 50-60 | 40-60 | 70-90 | 140 |
| Phocphoric acid | 35-45 | 30-40 | 40-50 | 140 |
| Caustic soda | 20 | 20 | 25-30 | 110 |
| Glyserine | 25-35 | 30-35 | 40 | 120 |
| Toulo1 | 35 | 30-35 | 40 | 110 |
| Phenol | 35 | 30-35 | 40 | 120 |
| Paraffin vax | 65 | 50-60 | 65-70 | 140 |
| Petrolatum | 60 | 50-60 | 65-70 | 140 |
| Creosot | 30-40 | 30-40 | 50 | 120 |
| <u>Vegetable oils</u> | | | | |
| Castor | 38 | 20-25 | 33-36 | 140 |
| Coconut | 46 | 27-32 | 41-46 | 140 |
| Cottonseed | 25 | -20- | 20-25 | 100 |
| Groundnut | 25 | -20- | 20-25 | 100 |
| Lard | 54 | 38-45 | 51-54 | 140 |
| Linseed | 15 | 15-20 | 10-15 | 100 |
| Menhaden | 35 | 20-25 | 30-35 | 140 |
| Palm | 52-58 | 25-35 | 50-60 | 140 |
| Palm kerner | 46 | 27-32 | 43-46 | 140 |
| Rapeseed | 15 | 15-20 | 15-20 | 100 |
| Soya Been | 15 | 15-20 | 15-20 | 100 |
| Whale | 35 | 20-25 | 30-35 | 140 |
| Wood | 45 | 30-40 | 40-45 | 140 |
| Fish oil | 35 | 20-25 | 30-35 | 140 |
| Maize | 20 | 18-20 | 20-25 | 100 |
| Olive | 15 | 15-20 | 15-20 | 100 |
| Safflower | 20 | 20 | 20-25 | 100 |
| Sesame | 20 | 20 | 20-25 | 100 |
| Sunflowerseed | 15 | 20 | 15-20 | 100 |
| Tung | 45 | 35-40 | 40-45 | 140 |
| Lhempseed | 10 | 15-20 | 10-15 | 100 |
| Tallows | 60 | 44-49 | 55-60 | 140 |
| Teaseed | 20 | 15-20 | 20-25 | 100 |
| Molasses | max 35 | 30-35 | max 40 | 120 |



Dimenzioniranje sustava

- za održavanje temperature 44°C

$$D = \sum A_i k_i (t_{ok} - t_i) / h_2 - h_1$$

- za povišenje temperature prije iskrcaja

$$D = \sum A_i k_i (t_{ok} - t_i) / h_2 - h_1 + V \rho c (t_2 - t_1) / (h_2 - h_1) T$$

-izmjena topline

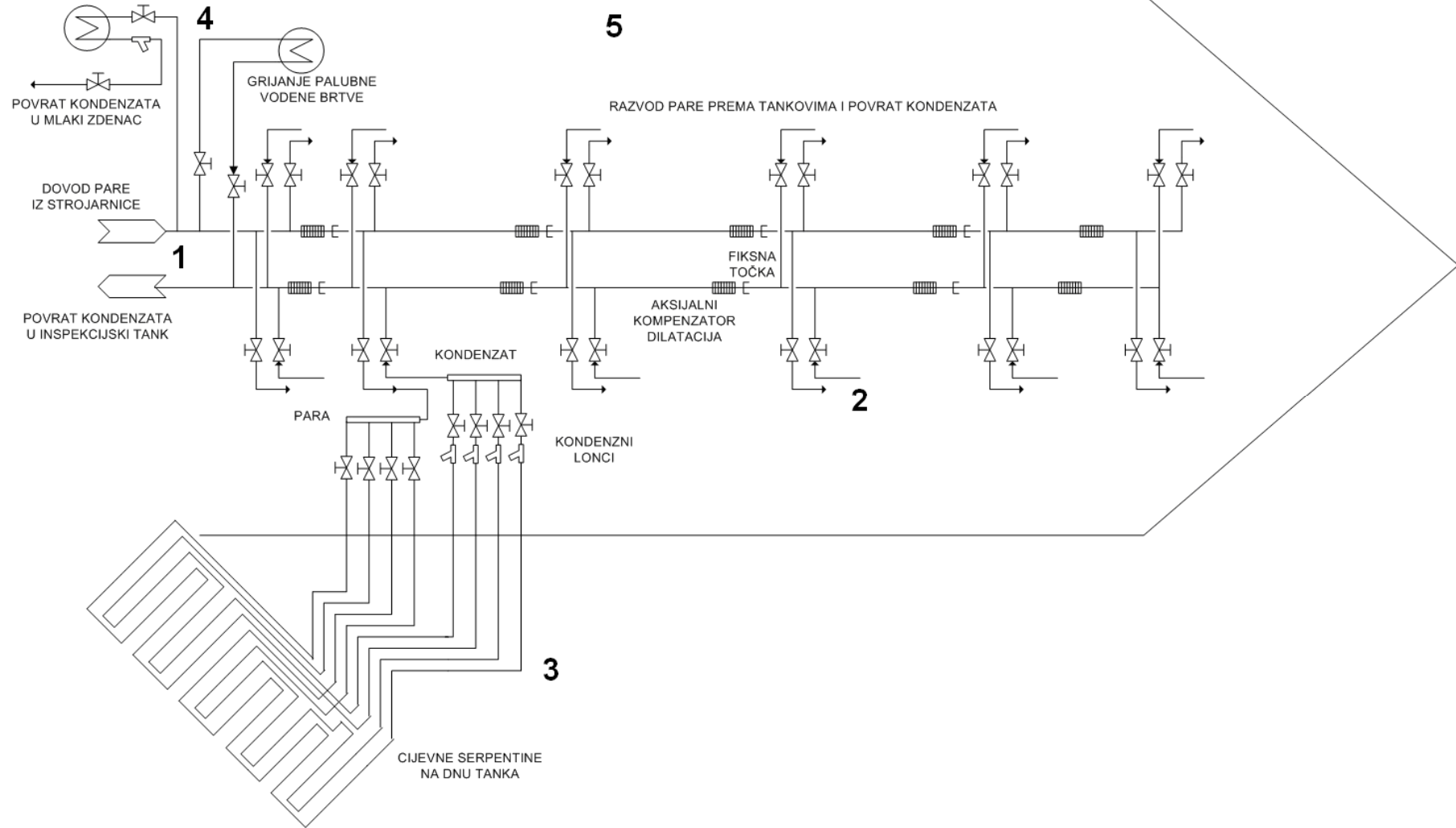
Ogrjevni fluid

- para
 - ne više od 2 MPa
- voda
 - indirektno grijanje
- termalno ulje
 - visoke temperature pri relativno niskim tlakovima

Izvedbe sustava

- ogrjevni elementi u tanku (CO)
- palubni grijači (CO, kemikalci)
- grijanje oplata tanka (OBO, kemikalci)

GRIJAČ VODE ZA PRANJE TANKOVA





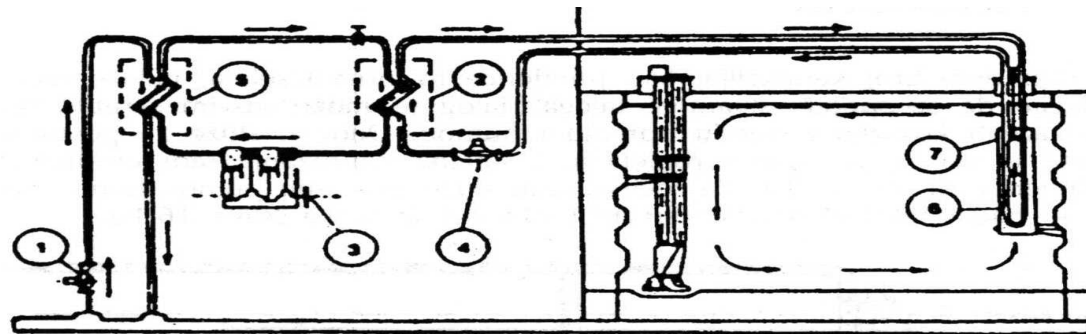
Dimenzioniranje sustava hlađenja

- temperatura morske vode $+32^{\circ}\text{C}$
- temperatura zraka $+35^{\circ}\text{C}$
- potrebno održavati zadane temperature tereta koje su niže od okolišnih

Kemikalci: hlađenje tereta

Indirektni rashladni sustav:

- parno-kompresorski rashladni uređaj
- smjesa voda-glikol

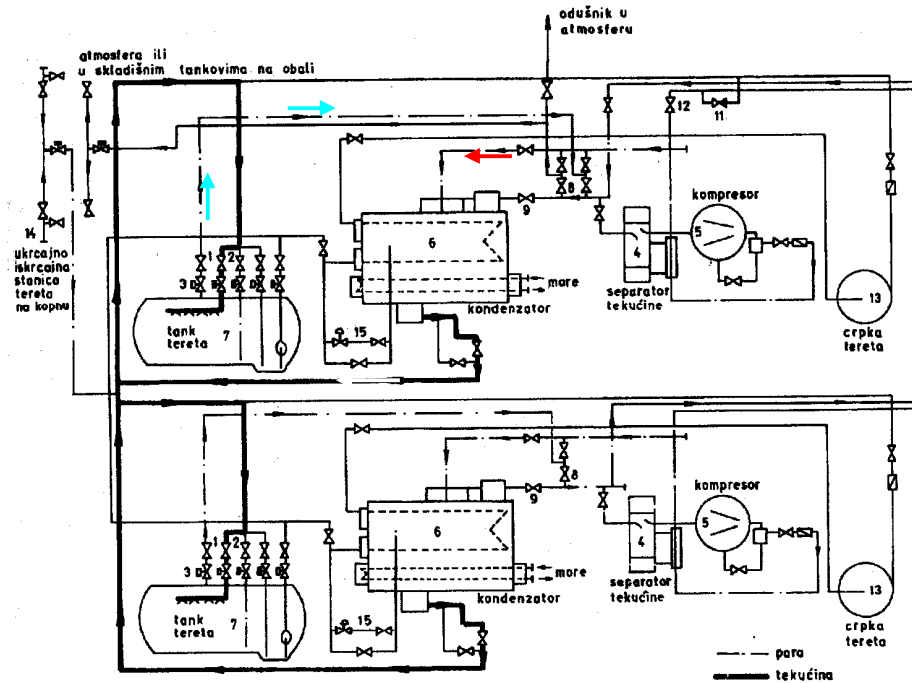


1. Pumpa za morsku vodu
2. Isparivač (hladnjak tekućine)
3. Kompresor za hlađenje
4. Pumpa za miješanje vode i glikola
5. Kondenzator
6. Sklop za hlađenje tereta s cijevima za hlađenje
7. Rotor pogonjen pomoću motora s palube

Ukapljeni plinovi

- parno-kompresijski rashladni sustavi
- kompresori sišu pare tereta iz tanka, tlače u kondenzator (hlađen morskom vodom ili parno-kompresijskim uređajem) te kroz prigušni ventil vraćaju u tank
- LNG: visokotlačni sustavi s N_2
- ukapljivanje: odnos p_{ter} i T_{ter} prema p_{okol} i T_{okol}

Hlađenje tereta - plovidba



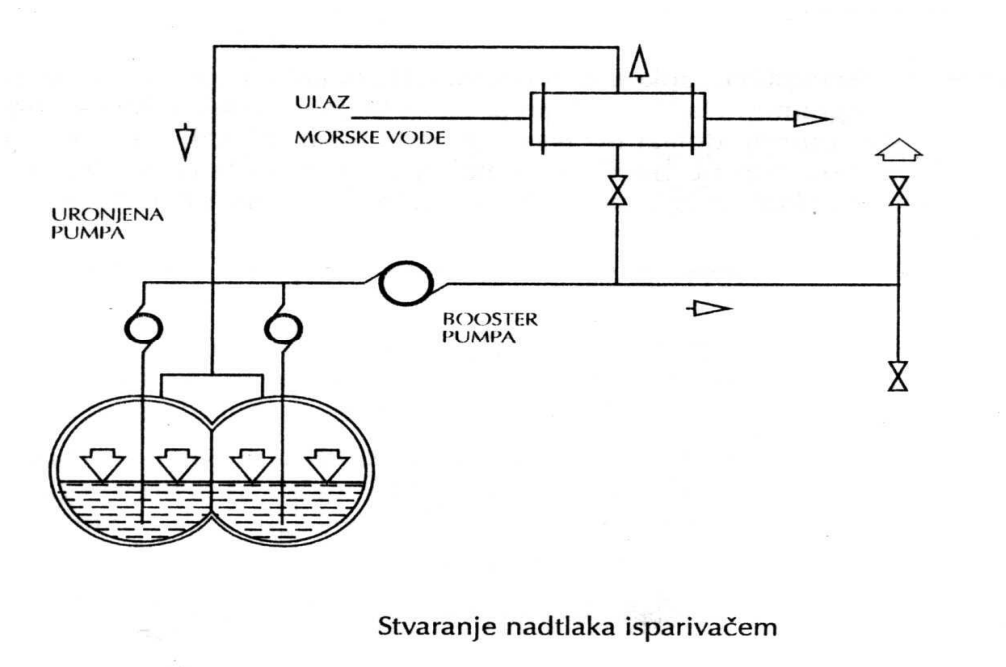
- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 – ventil za pothlađivanje, | 9 – zaporni ventil, |
| 2 – ukrajni ventil, | 10 – ventil odušnika, |
| 3 – prekotalačni ventil tekućinskih para, | 11 – nepovratni ventil, |
| 4 – odvajač tekućine, | 12 – zaporni ventil, |
| 5 – kompresor, | 13 – crpka tereta, |
| 6 – kondenzator, | 14 – ukrajno-iskrajni ventil, |
| 7 – tank tereta, | 15 – regulacijski ventil. |
| 8 – zaobilazni ventil, | |

Pothlađivanje tijekom plovidbe

Iskrcaj ukapljenih plinova

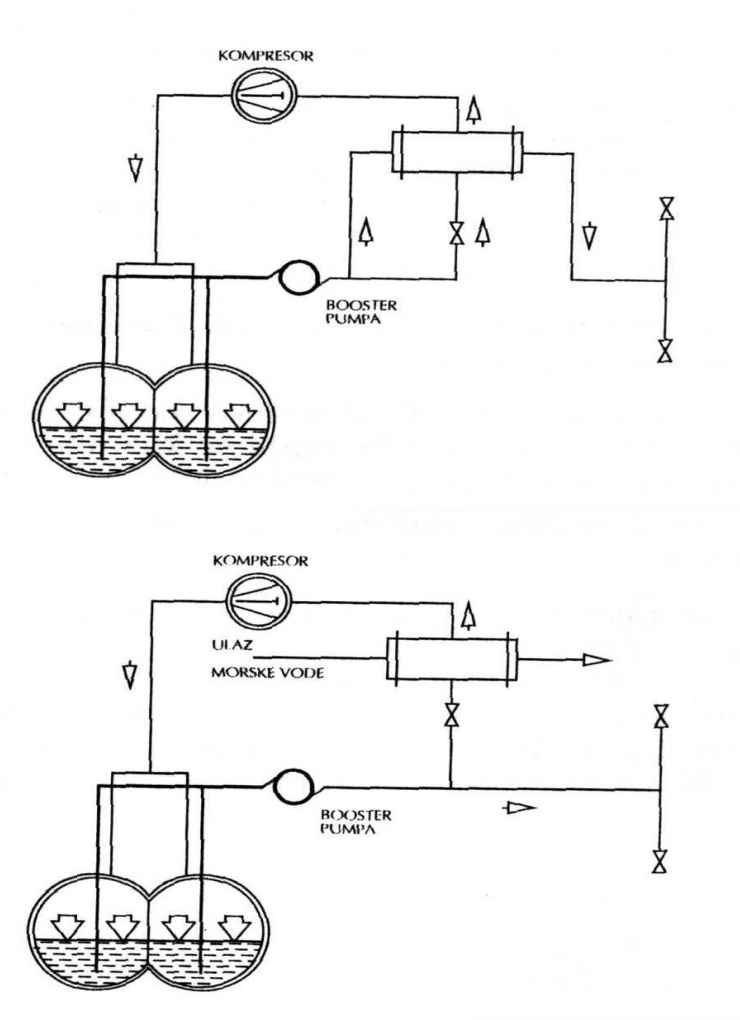
- tlačenje tankova parama tereta????
- LPG brodovi: DA
- LNG brodovi: NE, dopušten je vrlo mali pretlak i tankovi bi se oštetili

LPG: isparivač

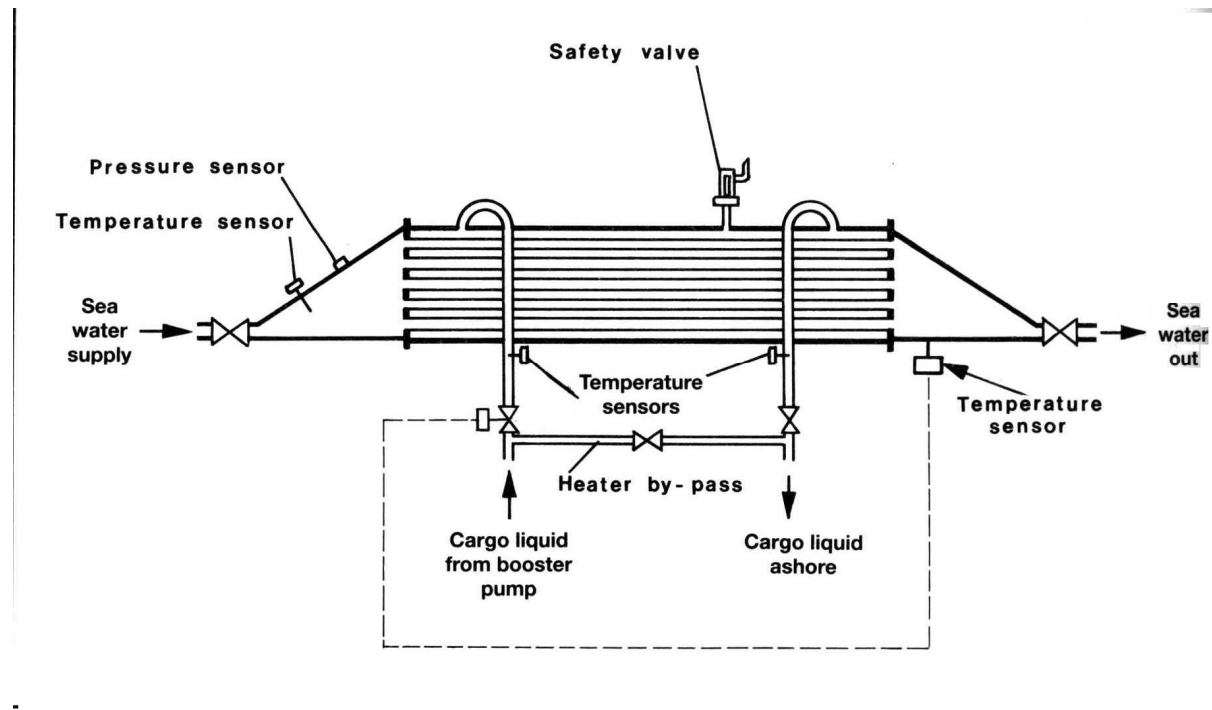


Kod ovakvog rada u seriji (deepwell i booster) prigušivanje na tlačnoj strani deepwell pumpe nije pogodno pa se mali potrební nadtlak stvara pomoću isparivača.

LPG: isparivač + kompresor



LNG: grijač tereta prije kotla



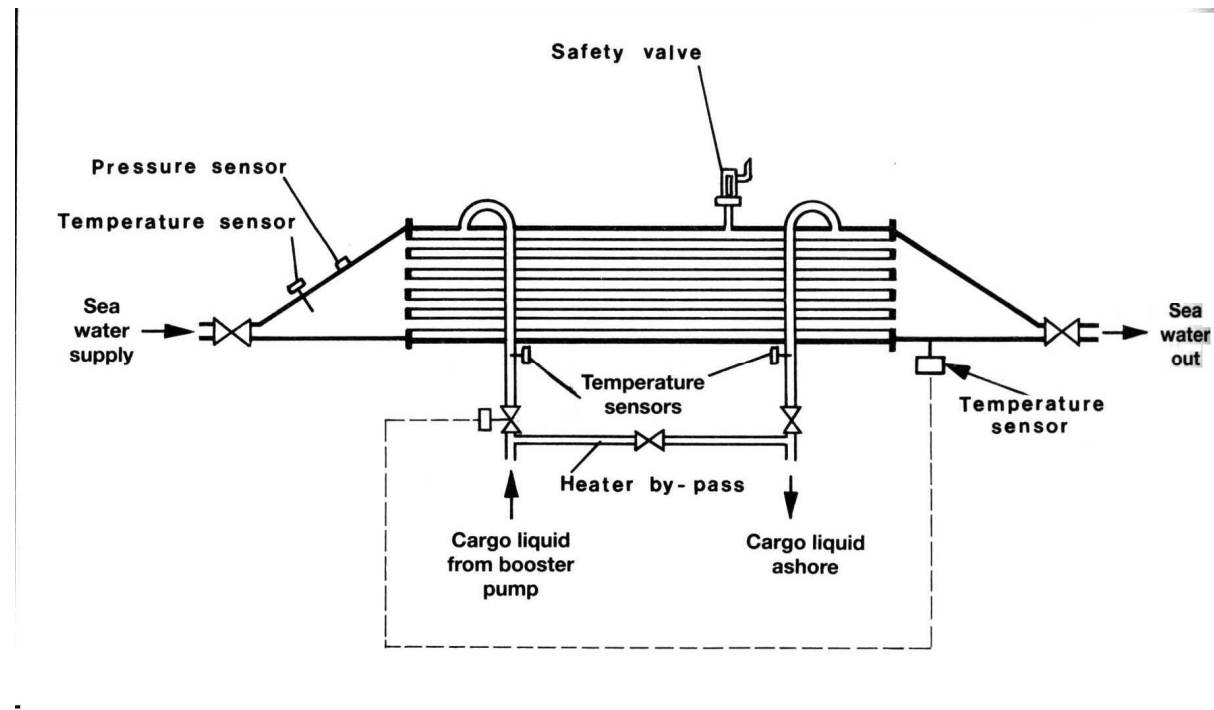
LNG: teret $\approx -163^{\circ}\text{C}$

- kubna plošno centrirana rešetka
 - čisti Al, visokolegirani Cr-Ni čelik, INVAR
- trup?
- mjerenje temperature u dvoboku i dvodnu te grijanje

Grijanje?

- grijanje+isparivanje kod iskrcaja LPG
- grijanje LNG ukoliko se koristi kao gorivo
- medij: morska voda ili sam teret (tekući)
- zaštita zbog niskih temperatura i mogućnosti zaleđivanja vode

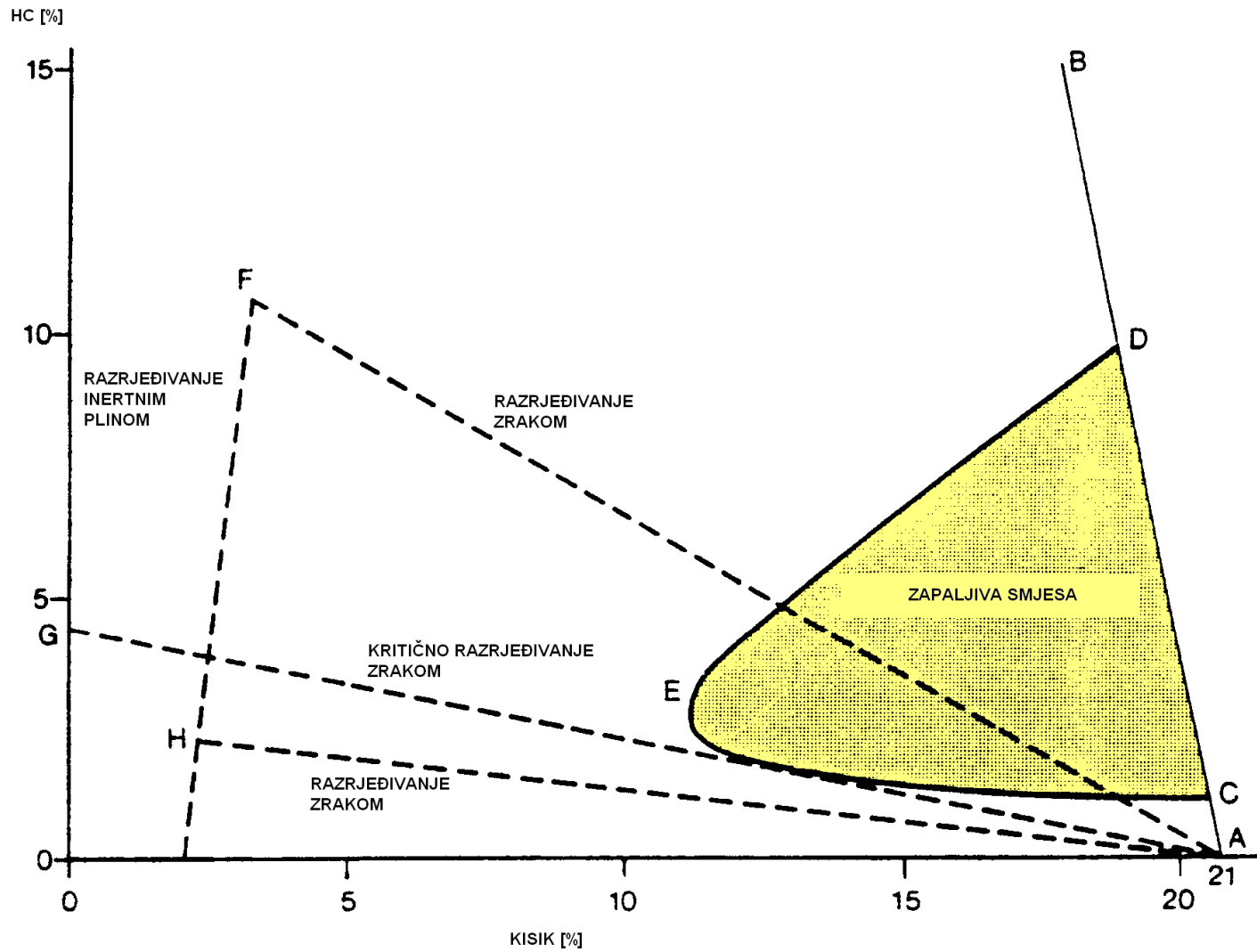
LNG: grijač tereta prije kotla



Inertni plin

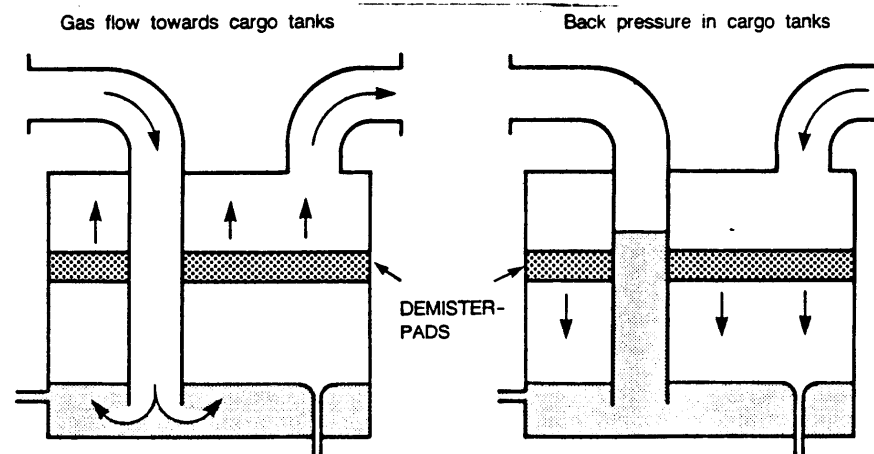
- inertni plin: ne podržava gorenje
- dimni plinovi kotla (dizelski motor, plinska turbina?), generator inertnog plina
- N_2 – inertiranje izolacijskih slojeva na LNG

Svrha



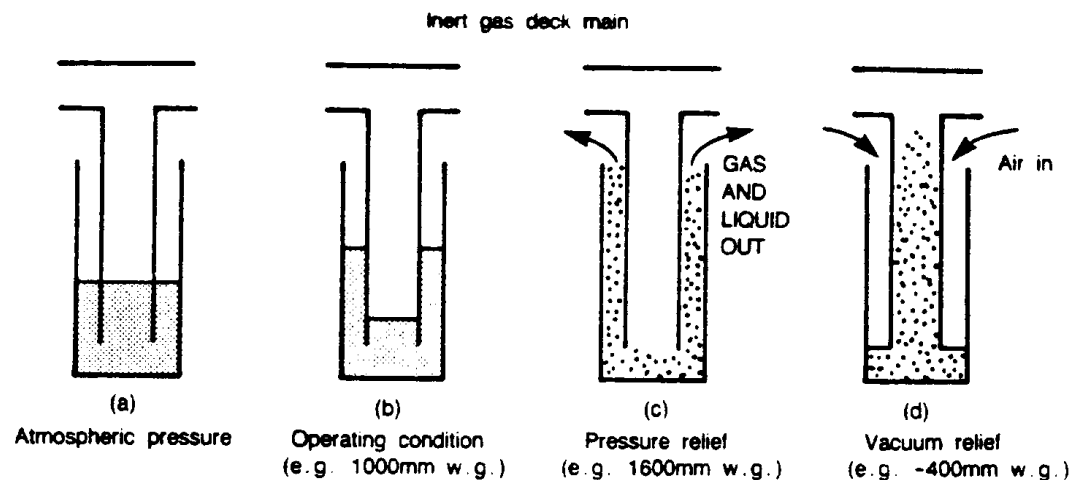
Sprječavanje povrata

- ukoliko se tlak u tanku poveća
- mali %-tak kisika - smrtonosan
- nepovratni ventil
- palubna (vodena) brtva



Sprječavanje većih promjena tlaka u tankovima

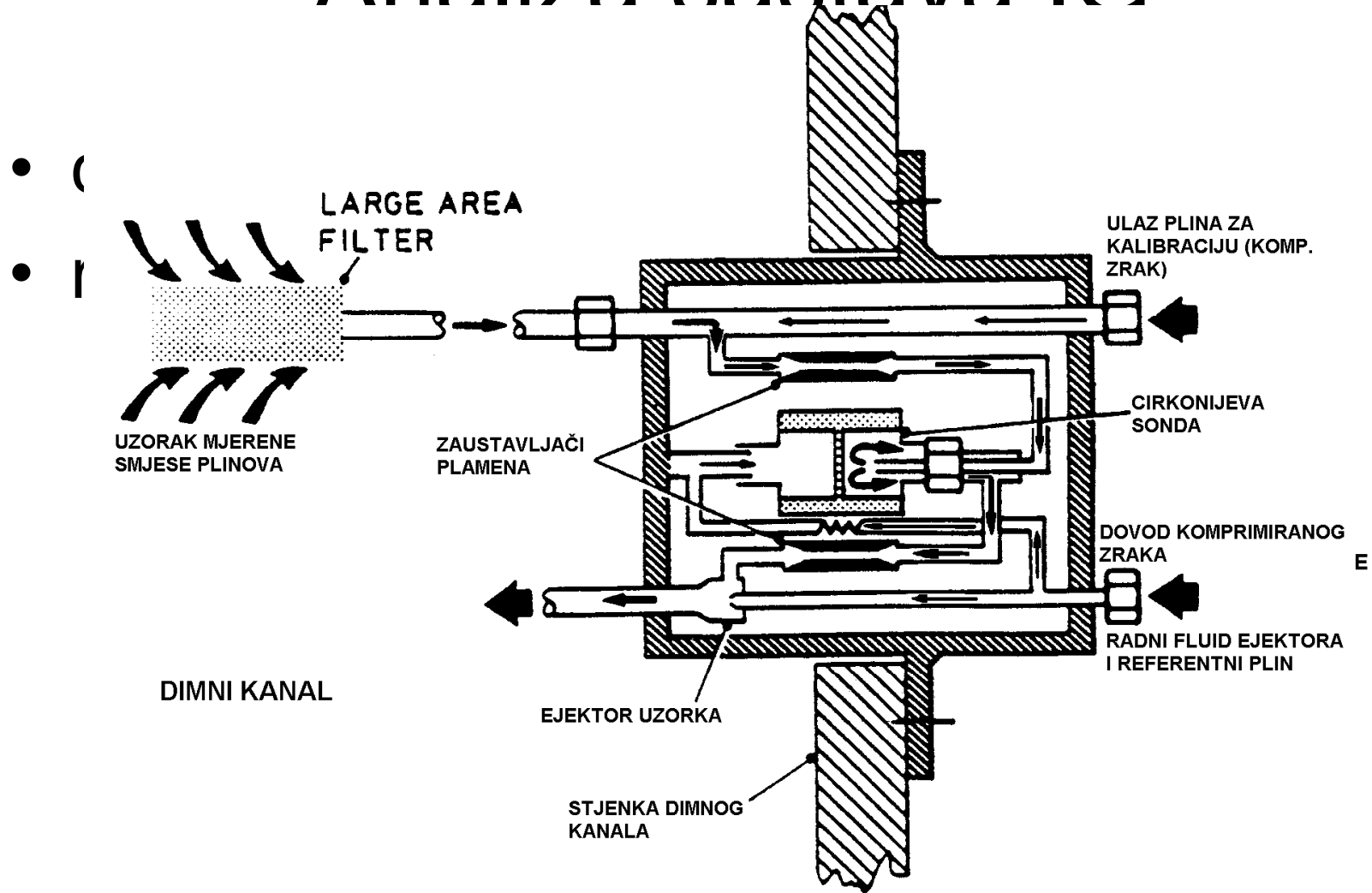
- uslijed promjene temperature tereta
- pressure vacuum breaker
- PV ventili²



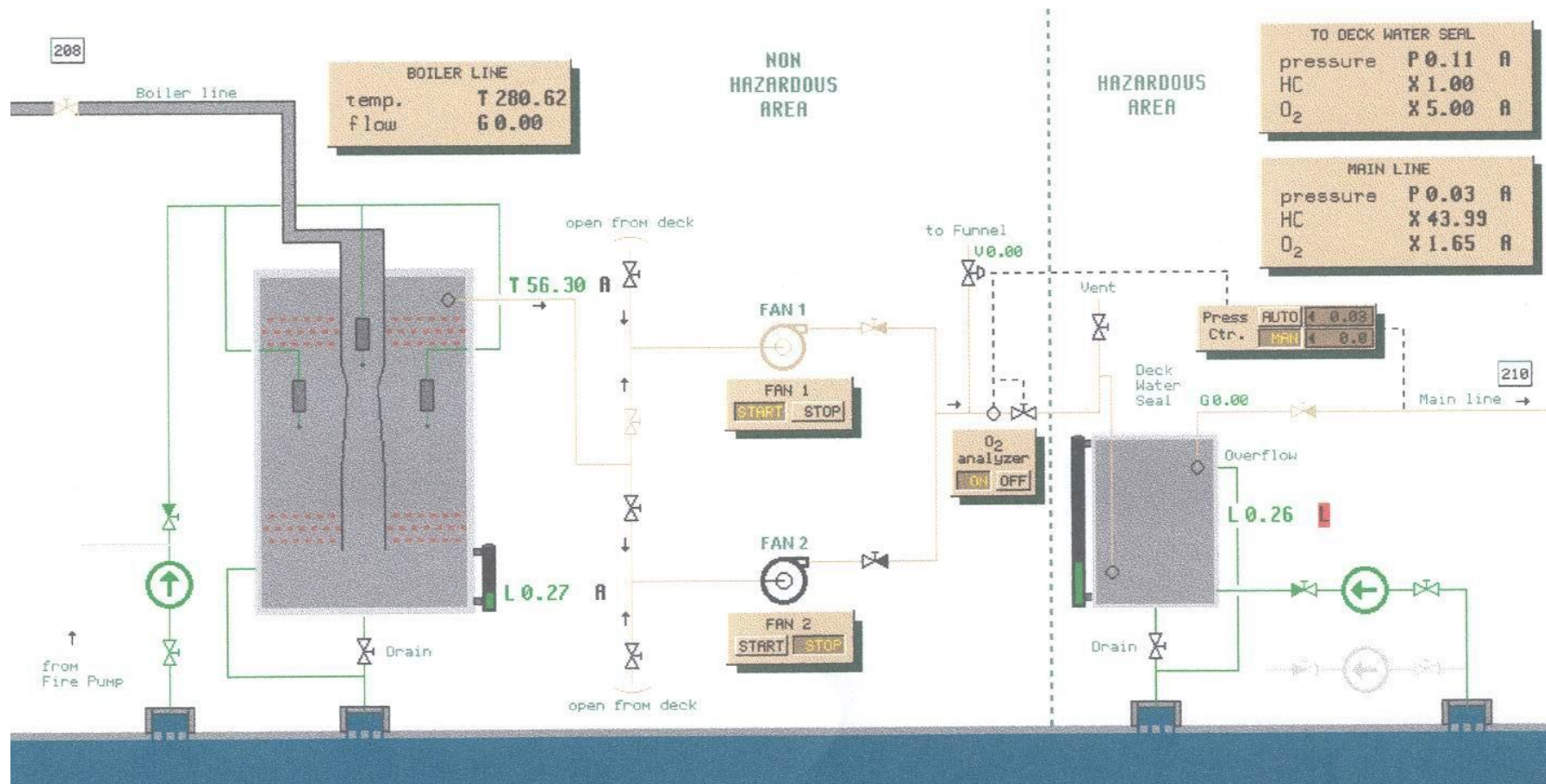
Ventilatori

- $Q_{\text{ventil}} \geq 1,25 Q_{\text{ukup,pump.ter.}}$
- 2 x 100%
- 1 x 100% + 1 x 50%
- 2 x 50%
- usis zraka – ventilacija tankova

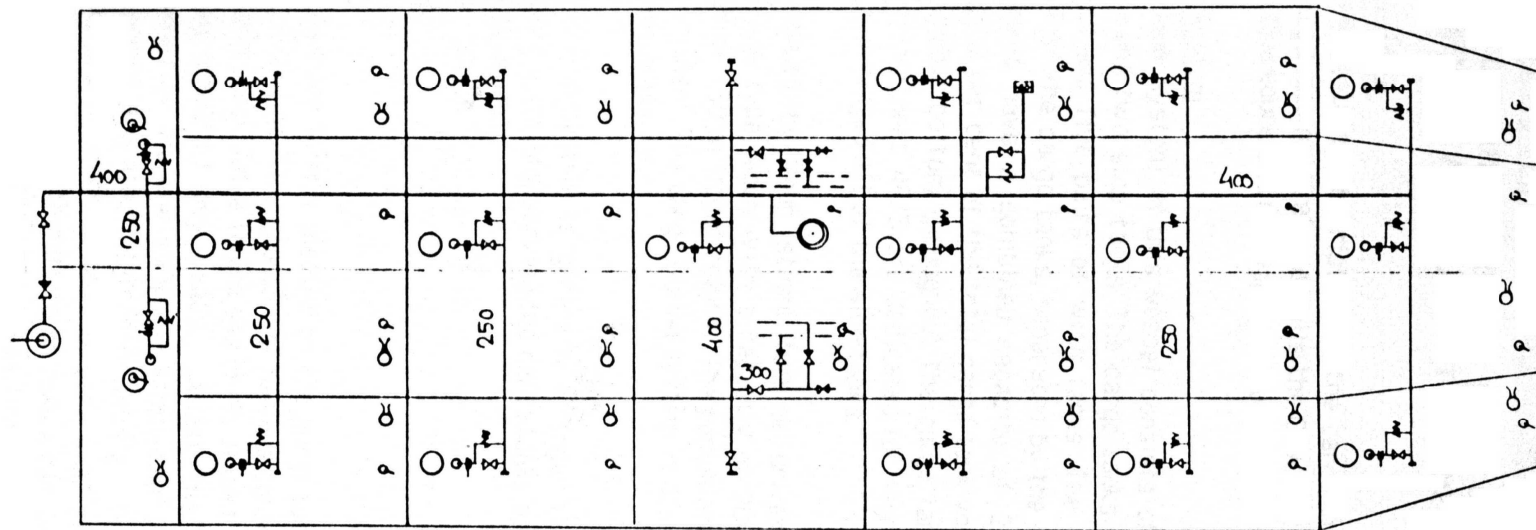
Analiza sastava IG



IGS



IGS - paluba



IGS tank branch with spectacle flange, stop valve and breather valve

Tank hatch

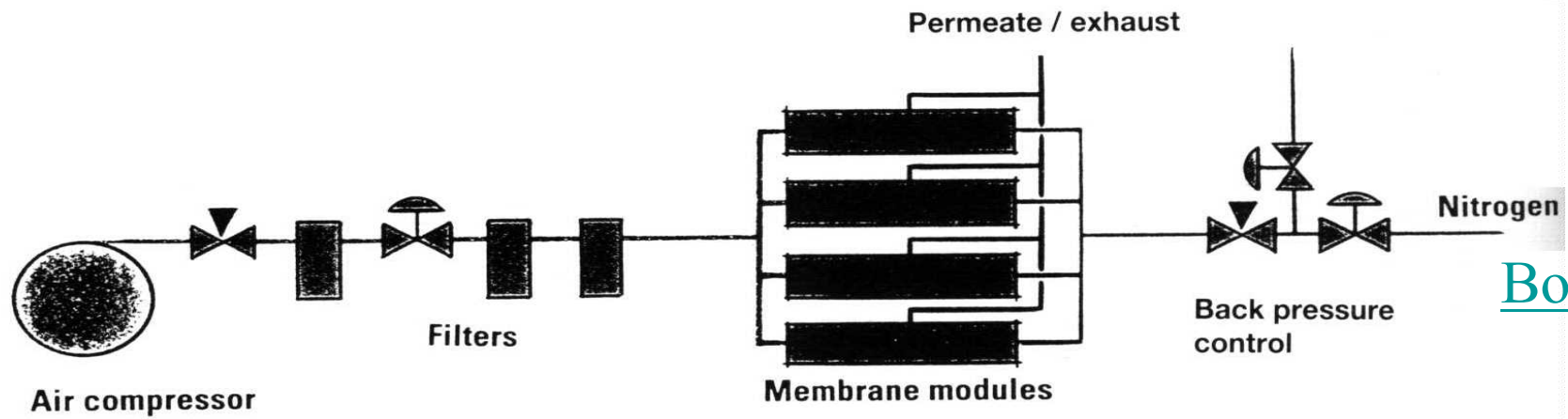
Tank vent mast - (High velocity P/V valve and gas freeing cover)

Gas sampling point

Dušik

- obično se primjenjuje na tankerima za kemikalije te ukapljene plinove
- tlačenje zraka

N₂



Boce