

SADRŽAJ

• Sadržaj	2
• Tehnički opis deflegmatora	3
• Proračun deflegmatora	4
1. Tehnološki proračun	4
1.1. Toplotni bilans	4
1.2. Srednja temperaturna razlika	4
1.3. Izbor tipa razmenjivača toplote i osnovne geom. karakteristike	5
1.4. Odeđivanje koeficijenta prelaza toplote sa strane cevi	6
1.5. Odeđivanje koeficijenta prelaza toplote sa strane omotača	7
1.6. Odeđivanje koeficijenta prolaza toplote	7
1.7. Korekcija koeficijenta prolaza toplote	8
1.8. Popravka dimenzija razmenjivača toplote	10
2. Strujni proračun	11
2.1. Određivanje prečnika priključka za ulaz i izlaz vode	11
2.2. Određivanje prečnika priključka za ulaz pare	11
2.3. Određivanje prečnika priključka za izlaz kondenzata	12
2.4. Pad pritiska sa strane cevi	12
3. Mehanički proračun	14
3.1. Proračun debljine zida cilindričnog omotača aparata	14
3.2. Proračun standardnog danaca	15
3.3. Proračun vijaka	19
3.4. Proračun prirubnica	21
3.5. Proračun cevnih ploča	22
3.6. Provera čvrstoće omotača usled dilatacije cevi cevnog snopa	23
3.7. Provera cevi cevnog snopa na izvijanje	24
3.8. Provera izdržljivosti uvaljanog spoja cevi i cevne ploče	24
• Literatura	25

PRORACUN DOBOSASTOG IZMENJIVACA
TOPLOTE SNAGE 200KW

1. Toplotni bilans

$t_{2p} = 70 \text{ C}$ – ulazna temperatura vode

$t_{2k} = 90 \text{ C}$ – izlazna temperatura vode

t_{sr} – srednja temperatura vode

$$t_{2sr} = \frac{t_{2p} + t_{2k}}{2} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$c_{p2} = 4.195 \text{ J/(kg K)}$ – specifični maseni toplotni kapacitet vode na srednjoj temperaturi od 80 C.

$t_{1p} = 260 \text{ C}$ – ulazna temperatura ulja

$t_{1k} = 220 \text{ C}$ – izlazna temperatura ulja

t_{sr} – srednja temperatura ulja

$$t_{1sr} = \frac{t_{1p} + t_{1k}}{2} = 240 \text{ }^\circ\text{C}$$

$c_{p1} = 2,859 \text{ J/(kg K)}$ – specifični maseni toplotni kapacitet ulja na srednjoj temperaturi od 240 C.

$Q = 200 \text{ kW}$ - toplotna snaga izmenjivaca toplote

$$\dot{m}_1 = \frac{Q}{c_{p1}(t_{1p} - t_{1k})} = 1,75 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 6,3 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_2 = \frac{Q}{c_{p2}(t_{2p} - t_{2k})} = 2,38 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 8,57 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

2. Izbor tipa izmenjivača i srednja temperaturna razlika

Srednja temperaturna razlika

$$\Delta t_{\ln} = \frac{(t_{1p} - t_{2k}) - (t_{1k} - t_{2p})}{\ln \frac{t_{1p} - t_{2k}}{t_{1k} - t_{2p}}} = 159,79 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R = 2$$

$$P = 0,105 \quad \varepsilon(P; R) \approx 1$$

$$\Delta t_{sr} = \Delta t_{\ln} \varepsilon(P; R) = 159 \text{ }^\circ\text{C}$$

3. Usvajanje osnovnih geometrijskih karakteristika izmenjivača toplote

Usvojen je horizontalan aparat sa U – cevima (tip aparata U) u kome rashladna voda protiče kroz cevi aparata u četiri prolaza ($N_{pr} = 4$).

Prema tabeli 5.1 iz [1] za sistem lako ulje – voda uobičajan opseg koeficijenta prolaza toplote za dobošaste izmenjivače je $300 - 700 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Pretpostavljam orijentacionu vrednost koeficijenta prolaza toplote $k = 300 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$.

Usvajam cev prečnika $14 / 10 \text{ mm}$.

Usvajam običan trouglasti raspored cevi sa korakom od 17 mm (tabela 6.2 [1]).

Usvajam unutrašnji prečnik omotača $D_u = 250 \text{ mm}$.

Na osnovu dijagrama na slici 6.7 [1] usvojeno je rastojanje između cevnog snopa i omotača od $L_{so} = 14 \text{ mm}$.

Broj cevi u cevnom snopu se utvrđuje pomoću crteža poprečnog preseka cevnog snopa i ona iznosi $N_c = 104$ odnosno $52 \text{ U} - \text{cevi}$.

Površina za razmenu toplote iznosi:

$$S_{iz} = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{sr}} = 4.19 \text{ m}^2$$

Efektivna dužina cevi izmenjivača u skladu sa slikom 6.5 [1] iznosi :

$$L_{ef} = \frac{S_{iz}}{\pi \cdot d_s \cdot N_c} = 0.92 \text{ m}$$

4. Određivanje koeficijenta prelaza toplote sa strane vode

Brzina strujanja vode iznosi:

$$w_2 = \frac{4 \cdot m_2}{\rho_2 \cdot \pi \cdot d_u^2 \cdot \frac{N_c}{N_{pr}}} = \frac{4 \cdot 2.38}{971.8 \cdot 3.14 \cdot 0.01^2 \cdot \frac{104}{4}} = 1.2 \text{ m/s}$$

$\rho_2 = 971.8 \text{ kg}/\text{m}^3$ – gustina vode na srednjoj temperaturi

Rejnoldsov broj iznosi:

$$\text{Re}_2 = \frac{w_2 \cdot d_u \cdot \rho_2}{\mu_2} = 32840$$

$\mu_2 = 355.1 \cdot 10^{-6} \text{ Pa s}$, koeficijent dinamičke viskoznosti vode na srednjoj temperaturi

Posto je $\text{Re}_2 = 32840 > 10000$, sa strane cevi je razvijeno turbulentno strujanje fluida, pa Nuseltov broj iznosi :

$$Nu = 0.023 \cdot \text{Re}_2^{0.8} \cdot \text{Pr}_2^{\frac{1}{3}} \cdot \phi_{t2}$$

$$Nu = 0.023 \cdot 32840^{0.8} \cdot 2.21^{\frac{1}{3}} \cdot 1 = 122.9$$

$\text{Pr} = 2.21$ – Prantlov broj za vodu na srednjoj temperaturi

ϕ_{t2} – korekcionni faktor koji se u prvoj iteraciji uzima da je $\phi_{t2} = (\mu_2/\mu_{g2})^{0.14} = 1$

μ_{g2} , Pa s – koeficijent dinamičke viskoznosti vode na temperaturi na granici sloja zaprljanja i fluida

Koeficijent prelaza toplote sa strane cevi iznosi:

$$\alpha_u = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_u} = \frac{122.9 \cdot 0.674}{0.01} = 8280 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

$\lambda_2 = 67.4 \cdot 10^{-2} \text{ W}/(\text{mK})$ – koeficijent provođenja toplote vode na srednjoj temperaturi

5. Geometrijske karakteristike medjucevnog prostora

Rastojanje izmedju pregrada $L_p=150\text{mm}$

Precnik cevnog snopa $D_{cs}=236\text{mm}$

Rastojanje izmedju cevnog snopa i omotaca $L_{so}=14\text{mm}$

Povrsina karakteristicnog strujnog preseka $A_D = L_p \cdot (D_D - N_{cD} \cdot d_s) = 0.012\text{m}^2$

Relativna visina okna $\varphi_u = \frac{H_u}{D_u} = 0.28 = 28\%$

Povrsina pop. preseka izmedju omotaca i pregrade:

$$A_{po} = \pi \cdot D_u \frac{L_{po} \cdot (360 - \theta_u)}{720} = 1.02 \cdot 10^{-3} \text{m}^2$$

Povrsina poprecnog preseka izmedju cevi i otvora na pregradi:

$$A_{cp} = \frac{\pi}{4} \cdot (N_c - N_{co}) \left[(d_s + L_{cp})^2 - d_s^2 \right] = 0.88 \cdot 10^{-3} \text{m}^2$$

Povrsina pop. preseka na mestima obilaznih tokova C i F:

$$A_b = L_p(L_{so} + L_b) = 0.0021 \text{m}^2$$

Povrsina pop. preseka okna:

$$A_u = 0.0108 \text{m}^2$$

Povrsina pop. preseka za uzdužno strujanje u oknu:

$$A_{cso} = A_u - N_{co} \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 0.007 \text{m}^2$$

Srednji pop. presek izmedju pregrada:

$$A_{sr} = (A_D \cdot A_{cso})^{0.5} = 0.0092 \text{m}^2$$

6. Određivanje koeficijenta prelaza toplote sa omotaca za idealni cevni snop

Brzina strujanja ulja iznosi:

$$w_D = \frac{\dot{m}_1}{A_D \rho_1} = \frac{1.75}{0.012 \cdot 714.34} = 0.2 \text{ m/s}$$

$\rho_1 = 714.34 \text{ kg/m}^3$ – gustina ulja na srednjoj temperaturi

Rejnoldsov broj iznosi:

$$\text{Re}_s = \frac{w_D \cdot d_s \cdot \rho_1}{\mu_1} = 3312$$

$\mu_1 = 604 \cdot 10^{-6} \text{ Pa s}$, koeficijent dinamičke viskoznosti ulja na srednjoj temperaturi

Δ -raspored; $\text{Re}=3312$ - po metodi Bel-Delaver:

$$a_1 = 0.321$$

$$a_2 = 0.612$$

$$a_3 = 1.450$$

$$a_4 = 0.519$$

$$a = \frac{a_3}{1 + 0.14 \text{Re}_s^{a_4}} = 0.092$$

$$N_{uid} = a_1 \left(\frac{1.33}{\frac{t}{d_s}} \right)^a \text{Re}_s^{a_2} \text{Pr}_1^{\frac{1}{3}} \phi_{t1} = 106.9$$

$$\alpha_{id} = \frac{N_{uid} \cdot \lambda_1}{d_s} = 1023 \frac{W}{m^2 K}$$

7. Odredjivanje koeficijenta prolaza toplote sa strane omotaca

$$f_0 = 0.9389 + 1.171\psi_{cs}^{0.4} - 1.579\psi_{cs}^{0.8} = 1.096$$

$$\psi_{cs} = \frac{N_{c0}}{N_c} = 0.24$$

$$f_{AE} = 0.44(1-r_1) + (1-0.44(1-r_1))\exp(-2.2r_2) = 0.766$$

$$r_1 = \frac{A_{PO}}{A_{PO} + A_{CP}} = 0.537$$

$$r_2 = \frac{A_{PO} + A_{CP}}{A_p} = 0.158$$

$$f_{CF} = \exp\left\{-C \frac{A_b}{A_D} \left[1 - \left(2 \frac{N_{tz}}{N_{rc}}\right)^{\frac{1}{3}}\right]\right\} = 0.81$$

$$C = 1.25$$

$$N_{zi} = 0$$

$$f_{lam} = 1$$

$$L_{Pu} = L_{Pi} = 180 \text{ mm}$$

$$L_u = L_i = \frac{L_{Pu}}{L_p} = 1.2$$

$$f_{PK} = \frac{(N_p - 1) + L_u^{0.4} + L_i^{0.4}}{(N_p - 1) + L_u + L_i} = 0.974$$

$$f_{tot} = f_o \cdot f_{AE} \cdot f_{CF} \cdot f_{PK} \cdot f_{lam} = 0.662$$

$$\alpha_s = f_{tot} \cdot \alpha_{id} = 0.662 \cdot 1023 = 677.2 \frac{W}{m^2 K}$$

8. Određivanje koeficijenta prelaza toplote

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_s} + R_1 + \frac{d_s}{d_u} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_u} + R_2\right) + \frac{d_s}{2 \cdot \lambda_s} \cdot \ln \frac{d_s}{d_u}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{677.2} + 0.5 \cdot 10^{-3} + \frac{0.014}{0.010} \cdot \left(\frac{1}{8280} + 0.2 \cdot 10^{-3}\right) + \frac{0.014}{2 \cdot 18} \cdot \ln \frac{0.014}{0.010} = 0.00256$$

$$k = 391 \frac{W}{m^2 K}$$

$\lambda_s = 18 \text{ W/(mK)}$ – koeficijent provođenja toplote izabranog čelika

Otpori provođenju toplote usled zaprljanja iznose (tabela 5.3. [1]) :

$R_1 = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ – sa strane ulja

$R_2 = 0.2 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ – sa strane vode

9. Korekcija koeficijenta prolaza toplote

U prvoj iteraciji je pretpostavljeno da je $\phi_{t2} = 1$. U narednim iteracijama se vrši korekcija pomoću stvarne temperature na granici sloja zaprljanja .

Temperatura na granici sloja zaprljanja i vode sa spoljasnje strane cevi je :

$$t_{g1} = t_{1sr} - \frac{k}{\alpha_s} \cdot (t_{1sr} - t_{2sr}) = 147.6^{\circ}C$$

Temperatura na granici sloja zaprljanja i vode sa unutrašnje strane cevi je :

$$t_{g2} = t_{2sr} + \frac{k}{\alpha_u} \cdot \frac{d_s}{d_u} \cdot (t_{1sr} - t_{2sr}) = 90.6^{\circ}C$$

Proračun se ponavlja sve dok se dve uzastopne vrednosti iteracije ne razlikuju za više od 1%.

Iteracija br.	1	2	3	4
$t_{g1}, ^{\circ}C$	240	147.6	141.5	141.1
$\mu_{g1}, Pa\ s$	$604.3 \cdot 10^{-6}$	$1794.7 \cdot 10^{-6}$	$1969.5 \cdot 10^{-6}$	$1984.6 \cdot 10^{-6}$
ϕ_{t1}	1	0.859	0.847	0.8466
Nu_1	106.9	91.8	90.5	90.5
$\alpha_s, W/(m^2\ K)$	677.2	581.6	573.7	573.4
$t_{g2}, ^{\circ}C$	80	90.6	89.5	89.35
$\mu_{g2}, Pa\ s$	$355.1 \cdot 10^{-6}$	$314.9 \cdot 10^{-6}$	$315.9 \cdot 10^{-6}$	$315.5 \cdot 10^{-6}$
ϕ_{t2}	1	1.017	1.0165	1.0166
Nu_2	122.9	125	124.9	124.9
$\alpha_u, W/(m^2\ K)$	8280	8500	8493	8493.2
$k, W/(m^2\ K)$	391	358	354.7	354.6

10. Određivanje dimenzija izmenjivača toplote

Potrebna površina za razmenu toplote iznosi:

$$S_{iz} = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{sr}} = 3.55 \text{ m}^2$$

Efektivna dužina cevi izmenjivača u skladu sa slikom 6.5 [1] iznosi :

$$L_{ef} = \frac{S_{iz}}{\pi \cdot d_s \cdot N_c} = 0.78 \text{ m}$$

Potrebna dužina pravog dela U-cevi prema (6.1) iznosi:

$$L = L_{ef} - 0.3D_{cs} = 0.71 \text{ m}$$

Broj pregradaje:

$$N_p = \frac{L - L_{pu}}{L_p} + 1 = 4.53$$

Usvajamo $N_p = 5$ pregrada, debljine $\delta_p = 3 \text{ mm}$.

Stvarna dužina pravog dela U-cevi iznosi:

$$L = (N_p - 1) \cdot L_p + L_{pu} + N_p \cdot \delta_p + \delta = 0.82 \text{ m}$$

$\delta = 20 \text{ mm}$, rastjanje od poslednje pregrade do centra savijanja cevi.

Efektivna dužina U-cevi iznosi:

$$L_{ef} = L + 0.3D_{cs} = 0.9 \text{ m}$$

11. Određivanje prečnika priključka za vodu

Unutrašnji prečnik priključka se izračunava iz uslova:

$$\rho_2 \cdot w_{p2}^2 \leq 2250 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

odakle sledi da je:

$$d_{p2} \geq 0.164 \cdot m_2^{0.5} \cdot \rho_2^{-0.25}$$

$$d_{p2} \geq 0.045 \text{ m}$$

Usvaja se cev DN50 ($\phi 57 \times 2.9 \text{ mm}$)

Srednja brzina strujanja fluida u priključku iznosi:

$$w_{p2} = \frac{4 \cdot m_2}{\rho_2 \cdot \pi \cdot d_{p2}^2} = 1.19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

12. Pad pritiska sa strane cevi

Pad pritiska usled trenja izračunava se iz formule:

$$\Delta p_{2,tr} = \xi \cdot \frac{2 \cdot L + \frac{D_{cs} \cdot \pi}{2}}{d_u} \cdot \frac{\rho_2 \cdot w_2^2}{2} = 0.0424 \cdot \frac{2 \cdot 0.82 + \frac{0.236 \cdot 3.14}{2}}{0.01} \cdot \frac{971.8 \cdot 1.2^2}{2}$$

$$\Delta p_{2,tr} = 5965 \text{ Pa}$$

ξ - koeficijent otpora trenja

$$\xi = 0.11 \left(\frac{\delta}{d_u} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0.25} = 0.11 \left(\frac{0.0002}{0.010} + \frac{68}{32840} \right)^{0.25} = 0.0424$$

$D_{cs} = D_u - L_{so} = 250 - 14 = 236 \text{ mm} = 0.236 \text{ m}$ – prečnik cevnog snopa

$L = 820 \text{ mm}$ – dužina pravolinijskog dela cevi

$\rho_2 = 971.8 \text{ kg/m}^3$ – gustina vode na srednjoj temperaturi vode

$w_2 = 1.2 \text{ m/s}$ – srednja brzina strujanja fluida u priključku

Pad pritiska usled lokalnih otpora izračunava se prema formuli:

$$\Delta p_{2,lok} = \sum \zeta_i \cdot \frac{\rho_2 \cdot w_i^2}{2}$$

$$\Delta p_{2,lok} = \frac{971.8}{2} \left[(1 + 0.5) \cdot 1.19^2 + (0.5 + 0.5 + 0.5 + 1 + 0.5) \cdot 1.2^2 \right]$$

$$\Delta p_{2,lok} = 3131 \text{ Pa}$$

ζ_i – koeficijent lokalnog otpora (dati u skladu sa tabelom 6.13 iz [1])

$w_i, \text{ m/s}$ – karakteristična brzina na mestu lokalnog otpora

Red.broj	Lokalni otpor	ζ_i	$w_i, \text{ m/s}$
1.	Ulazni priključak	1.0	1.19
2.	Izlazni priključak	0.5	1.19
3.	Ulaz u cevi cevnog snopa (čeonu površinu je u ravni sa cevnom plocom)	0.5	1.2
4.	Izlaz iz cevi cevnog snopa	1.0	1.2
5.	Promena pravca strujanja za 90° u komorama	0.5	1.2
6.	Promena pravca strujanja za 180° u U - cevi	0.5	1.2

Ukupni pad pritiska sa strane cevi iznosi:

$$\Delta p_u = \Delta p_{2,tr} + \Delta p_{2,lok}$$

$$\Delta p_u = 5965 + 3131 = 9096 \text{ Pa}$$

13. Određivanje prečnika priključka za ulje

Unutrašnji prečnik priključka se izračunava iz uslova (odeljak 6.1.7 iz [1]):

$$\rho_1 \cdot w_{p1}^2 \leq 2250 \text{ kg}/(m \cdot s^2)$$

$$\rho_1 \cdot \left[\frac{4 \cdot m_1}{\rho_1 \cdot 3.14 \cdot d_{p1}^2} \right]^2 \leq 2250 \text{ kg}/(m \cdot s^2)$$

$$d_{p1} \geq 0.164 \cdot m_1^{0.5} \cdot \rho_1^{-0.25} \geq 0.164 \cdot 1.75^{0.5} \cdot 714.34^{-0.25}$$

$$d_{p1} \geq 0.042 \text{ m}$$

Usvajamo standardnu cev prečnika ϕ 48.3 / 2.6 mm – DN 40.

Srednja brzina strujanja fluida u priključku iznosi:

$$w_{p1} = \frac{4 \cdot m_1}{\rho_2 \cdot \pi \cdot d_{p1}^2} = \frac{4 \cdot 1.75}{714.34 \cdot 3.14 \cdot 0.0431^2} = 1.68 \text{ m/s}$$

Mehanički proračun

Mehanički proračun cilindričnog omotaca (Pozicija 1) prema JUS M.E2.253

Radni uslovi:

- Temperatura 260 °C
- Unutrašnji pritisak 4 bar

Ispitni uslovi:

- Temperatura 20 °C
- Unutrašnji pritisak 5.2bar

Potrebna debljina zida omotaca pri radnim uslovima za koeficijent valjanosti

$$s = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v + p} + c_1 + c_2 = \frac{258 \cdot 4}{20 \cdot \frac{161}{1.5} \cdot 0.8 + 4} + 0.3 + 1 = 1.9 \text{ mm}$$

gde su:

- $D_s = 258 \text{ mm}$, spoljašnji prečnik omotaca aparata
- $p = 4 \text{ bar}$, radni pritisak
- $K = 161 \text{ N/mm}^2$, proračunska čvrstoća
- $v = 0.8$, koeficijent valjanosti zavarenog spoja
- $S = 1.5$, stepen sigurnosti
- $c_1 = 0.3 \text{ mm}$, dodatak zbog dozvoljenog odstupanja dimenzija materijala
- $c_2 = 1 \text{ mm}$, dodatak zbog smanjenja debljine lima usled korozije

Potrebna debljina zida omotača pri ispitnim uslovima za koeficijent valjanosti zavarenog spoja

$$s = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v + p} + c_1 + c_2 = \frac{258 \cdot 5.2}{20 \cdot \frac{240}{1.1} \cdot 0.8 + 5.2} + 0.3 + 1 = 1.69 \text{ mm}$$

gde su:

- $D_s = 258$ mm, spoljašnji prečnik omotača aparata
- $p = 5.2$ bar, ispitni pritisak
- $K = 240$ N/mm², proračunska čvrstoća
- $v = 0.8$, koeficijent valjanosti zavarenog spoja
- $S = 1.1$, stepen sigurnosti
- $c_1 = 0.3$ mm, dodatak zbog dozvoljenog odstupanja dimenzija materijala
- $c_2 = 1$ mm, dodatak zbog smanjenja debljine lima usled korozije

Potrebna debljina zida omotača pri radnim uslovima za koeficijent oslabljenja usled otvora

- $v_a = 0.6$, koeficijent oslabljenja usled postojanja otvora prema slici P5.7

$$\frac{s_s - c_{1s} - c_{2s}}{s_a - c_1 - c_2} = \frac{2.9 - 0.3 - 1}{5 - 0.3 - 1} = 0.432$$

$$\frac{d_u}{\sqrt{(D_u - s_a - c_1 - c_2) \cdot (s_a - c_1 - c_2)}} = \frac{51.2}{\sqrt{(250 - 5 - 0.3 - 1) \cdot (5 - 0.3 - 1)}} = 1.67$$

$$s = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v + p} + c_1 + c_2 = \frac{258 \cdot 4}{20 \cdot \frac{161}{1.5} \cdot 0.6 + 4} + 0.3 + 1 = 2.1 \text{ mm}$$

gde su:

- $d_u = 51.2$ mm, unutrašnji prečnik otvora
- $s_s = 2.9$ mm, debljina zida priključka
- $c_{1s} = 0.3$ mm, dodatak zbog dozvoljenog odstupanja dimenzija materijala
- $c_{2s} = 1$ mm, dodatak zbog smanjenja debljine lima usled korozije

Potrebna debljina zida omotača pri ispitnim uslovima za koeficijent oslabljenja usled otvora

$$s = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v + p} + c_1 + c_2 = \frac{258 \cdot 5.2}{20 \cdot \frac{240}{1.1} \cdot 0.6 + 5.2} + 0.3 + 1 = 1.81 \text{ mm}$$

Na osnovu proračuna dobijena je potrebna debljina od 2.1mm.

Iz preporuka iz Tabele 6.4 uzimam da mi je debljina zida omotača 4 mm.

Mehanički proračun ravnih danaca (Pozicija 2) i cevne ploče prema JUS M.E2.259

Radni uslovi:

- Temperatura 260 °C
- Unutrašnji pritisak 4 bar

Ispitni uslovi:

- Temperatura 20 °C
- Unutrašnji pritisak 5.2 bar

Proračun ravnog danceta na radne uslove(slucaj h)

Proračun se radi za neankerisana okrugla ravna danca i ploče bez dodatnog ivičnog momenta prema formuli:

$$s = C \cdot D_1 \left(\frac{p \cdot S}{10 \cdot K} \right)^{0.5}$$

$$s = 0.5 \cdot 250 \left(\frac{4 \cdot 1.5}{10 \cdot 161} \right)^{0.5} = 7.63 \text{ mm}$$

gde su:

- $C = 0.5$ ($s > 3 s_1$), proračunski koeficijent

- $D_1 = 250$ mm, unutrašnji prečnik aparata
- $p = 4$ bar, radni pritisak
- $S = 1.5$, stepen sigurnosti za radne uslove
- $K = 161$ N/mm², proračunska čvrstoća za radne uslove
-

Proračun ravnog danceta na ispitne uslove

$$s = 0.5 \cdot 250 \left(\frac{5.2 \cdot 1.1}{10 \cdot 240} \right)^{0.5} = 6.1 \text{ mm}$$

gde su:

- $C = 0.5$ ($s > 3 s_1$), proračunski koeficijent
- $D_1 = 250$ mm, unutrašnji prečnik aparata
- $p = 5.2$ bar, ispitni pritisak
- $S = 1.5$, stepen sigurnosti za radne uslove
- $K = 240$ N/mm², proračunska čvrstoća za radne uslove

Proračunom smo dobili debljinu ravnog danceta od 8 mm.

Proračun cevne ploče na radne uslove (slučaj g)

Potrebna debljina zida, s , okruglih ravnih ploča sa punim ocevljenjem U – cevima iznosi :

$$s = C \cdot D_1 \cdot \sqrt{\frac{p_i \cdot S}{10 \cdot K \cdot v}}$$

odnosno

$$s = C \cdot D_1 \cdot \sqrt{\frac{p_u \cdot S}{10 \cdot K \cdot v}}$$

Veća vrednost iz formula je merodavna za dimenzionisanje:

Gde su:

- $C = 0.4$, proračunski koeficijent (slučaj g – obostrano naležuća ploča)
- $p_u = 4$ bar, pritisak u međucevnom prostoru
- $p_i = 6$ bar, pritisak u cevima
- $S = 1.5$, stepen sigurnosti za radne uslove
- $K = 161$ N/mm², proračunska čvrstoća materijala na radnim uslovima.

Proračunski koeficijent slabljenja određuje se prema obrascu :

$$\text{za } d_s/d_u > 1.2 \text{ pa prema tome: } v = \frac{t - \frac{d_s}{1.2}}{t} = \frac{19.6 - \frac{14}{1.2}}{19.6} = 0.405$$

Dobija se sledeća vrednost:

$$s = C \cdot D_1 \cdot \sqrt{\frac{p_i \cdot S}{10 \cdot K \cdot v}} = 0.4 \cdot 250 \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot 1.5}{10 \cdot 161 \cdot 0.405}} = 11.75 \text{ mm}$$

$$s = C \cdot D_1 \cdot \sqrt{\frac{p_u \cdot S}{10 \cdot K \cdot v}} = 0.4 \cdot 250 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 1.5}{10 \cdot 161 \cdot 0.405}} = 9.59 \text{ mm}$$

Prema preporuci usvajamo veću vrednost od dve dobijene i ona iznosi **12 mm**.

Proračun cevne ploče na ispitne uslove

$$s = C \cdot D_1 \cdot \sqrt{\frac{p_i \cdot S}{10 \cdot K \cdot v}} = 0.4 \cdot 250 \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot 1.1}{10 \cdot 240 \cdot 0.405}} = 8.24 \text{ mm}$$

$$s = C \cdot D_1 \cdot \sqrt{\frac{p_u \cdot S}{10 \cdot K \cdot v}} = 0.4 \cdot 250 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 1.1}{10 \cdot 240 \cdot 0.405}} = 6.73 \text{ mm}$$

gde su:

- $p_u = 4$ bar, pritisak u međucevnom prostoru
- $p_i = 6$ bar, pritisak u cevima
- $S=1.1$, stepen sigurnosti za ispitne uslove
- $K= 240 \text{ N/mm}^2$, proračunska čvrstoća materijala na ispitnim uslovima.

Iz proračuna se dobija potrebna debljina cevne ploče od **12 mm**, što se slaže sa rešenjem u prethodnom slučaju.

4. Izbor prirubnica i zaptivača kao i njihovih geometrijskih podataka

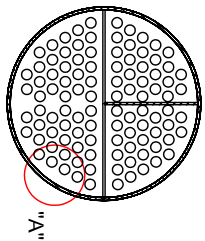
Tabela P4.18 nam daje podatke o spoljašnjem prečniku prirubnice, prečniku podeonog kruga i prečniku rupe za vijke kao i o broju vijaku po JUS M.B6.011.

Tabela P4.22 daje nam podatke o oblicima i merama zaptivnih površina cevnih prirubnica po JUS M.B6.008.

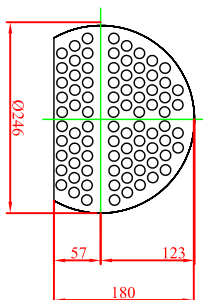
Tabela P.4.26. nam daje podatke o merama ravnih zaptivača za prirubnice po JUS M.C4.110.

Nazivni prečnik i nominalni radni pritisak	Spoljasnji prečnik	Prečnik podeonog kruga	Prečnik rupe za vijak	Broj vijaka	Navoj vijka
Ø60.5 PN1.2	Ø160	Ø130	Ø14	4	M12
Ø133 PN 3	Ø240	Ø200	Ø18	8	M16
Ø177.3 PN 1.2	Ø295	Ø255	Ø18	8	M16
Ø500 PN1.2	Ø645	Ø600	Ø22	20	M20

Mera zaptivne površine	Unutrašnji prečnik zaptivača	Spoljašnji prečnik zaptivača	Debljina zaptivača
Ø110	Ø77	Ø115	2
Ø178	Ø141	Ø182	2
Ø232	Ø195	Ø237	2
Ø570	Ø520	Ø578	2

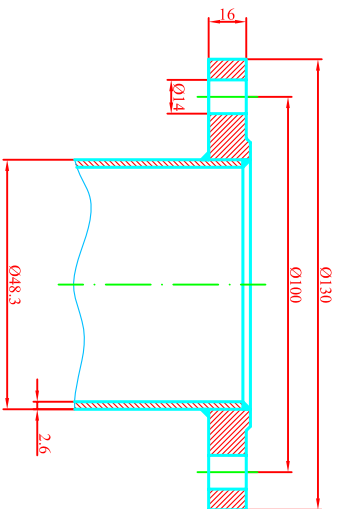
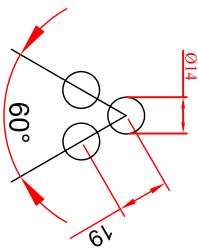


Presek
A-A

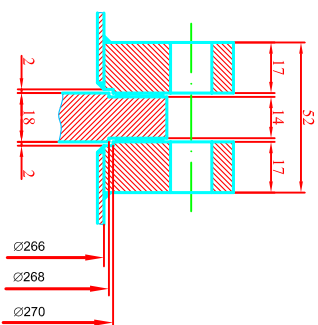
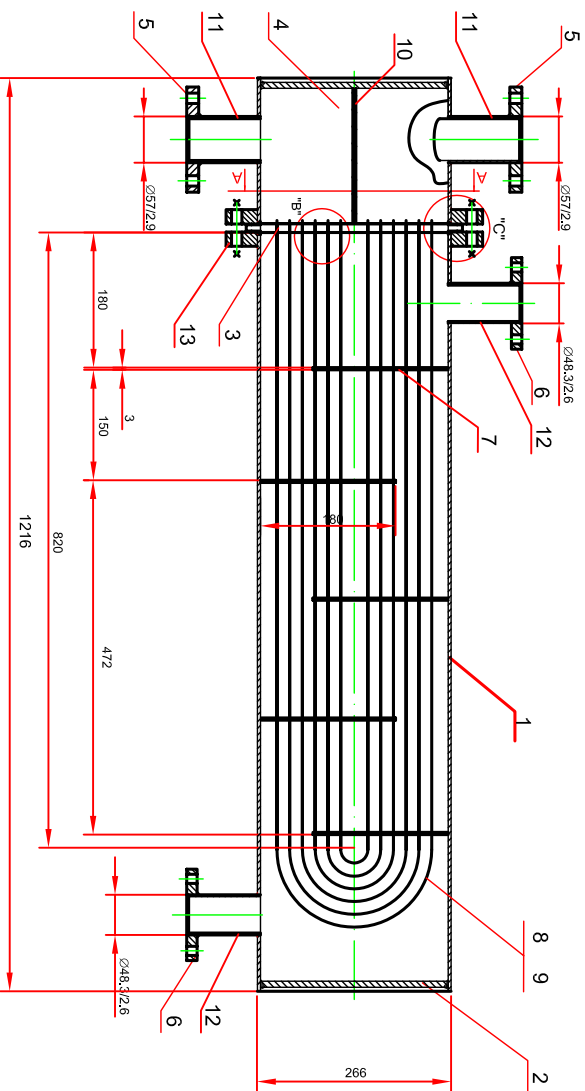


Segment
pregrade
 $\varnothing=3\text{mm}$

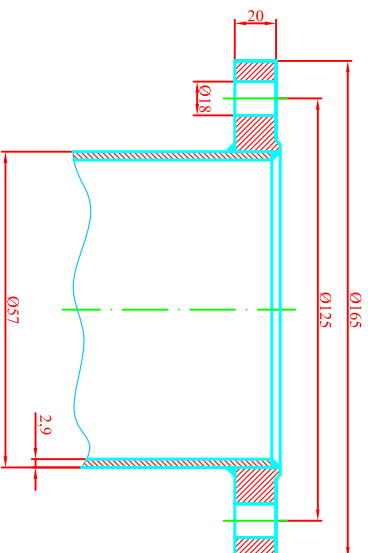
Detalj "A"



Pozicija 6

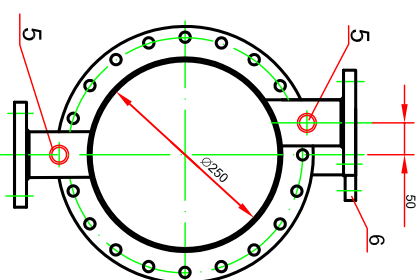
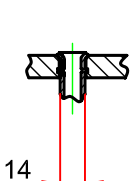


Detailj "C"



Pozicija 5

Detalj "B"



13.	Pritučenica DN 250	2	C-1204	02686-050-16	
12.	Priključak DN 40	2	C-1204	018-302-8	
11.	Priključak DN 50	2	C-1204	02722-8	
10.	Pregrada u razdelnoj komori	2	C-1204	1702-20	
9.	Čavni snop	1	C-1212	0206	
8.	UČav	52	C-1212	01463110	
7.	Poprečna pregrada	5	C-1204	18X3	
6.	Pritučenica DN 40	2	C-1204	0180-100-16	
5.	Pritučenica DN 50	2	C-1204	0180-125-20	
4.	Razdelna komora	1	C-1204	0250X18	
3.	Čavna ploča	2	C-1204	0250X8	
2.	Podlozac omladca	2	C-1204	02686-0218-6	
1.	Omladac	1	C-1204	02686-0218-6	

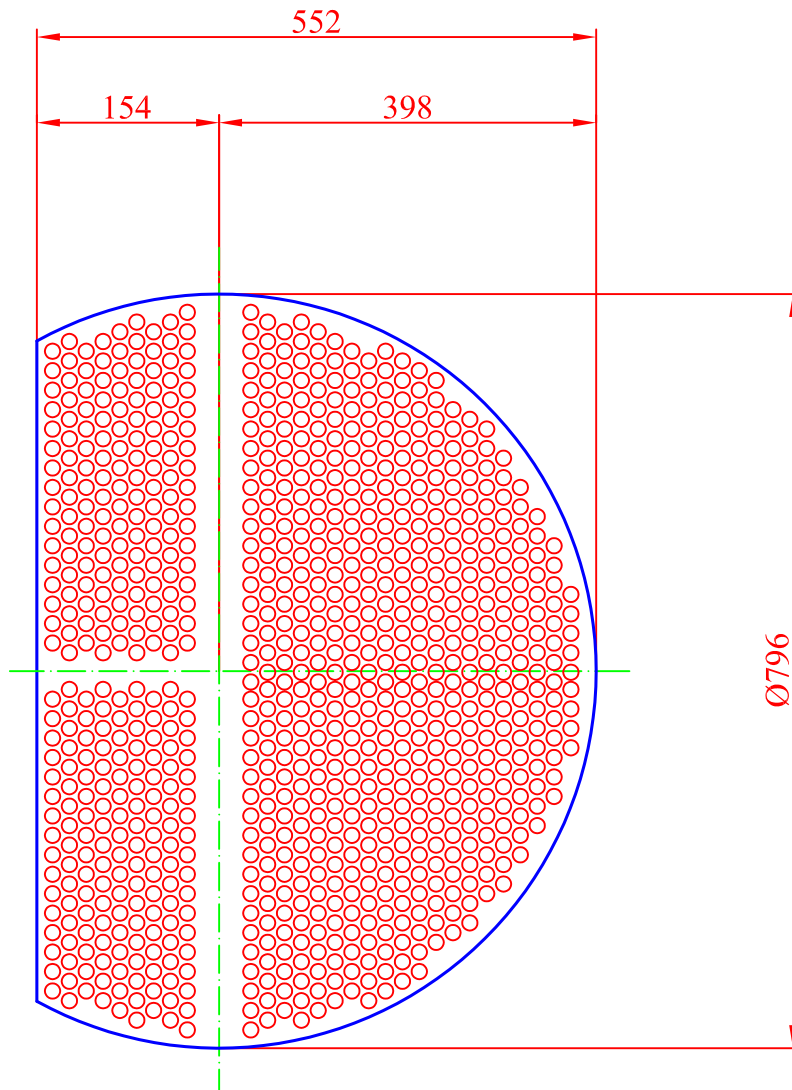
Poz.	Ime i prezime	Ime i prezime	Poljpis	Ime i prezime	Poljpis
Radio					
Projektkovao					
Konstruisao	Jecmenica Dusan				
Odobrio	88/99				

Merilo	Naziv	Datum	Broj crteza
1:5	Dobosasti razmenjivac toplote	Novembar 2004	1.00.00

Masinski fakultet Beograd
Katedra za procesnu tehniku

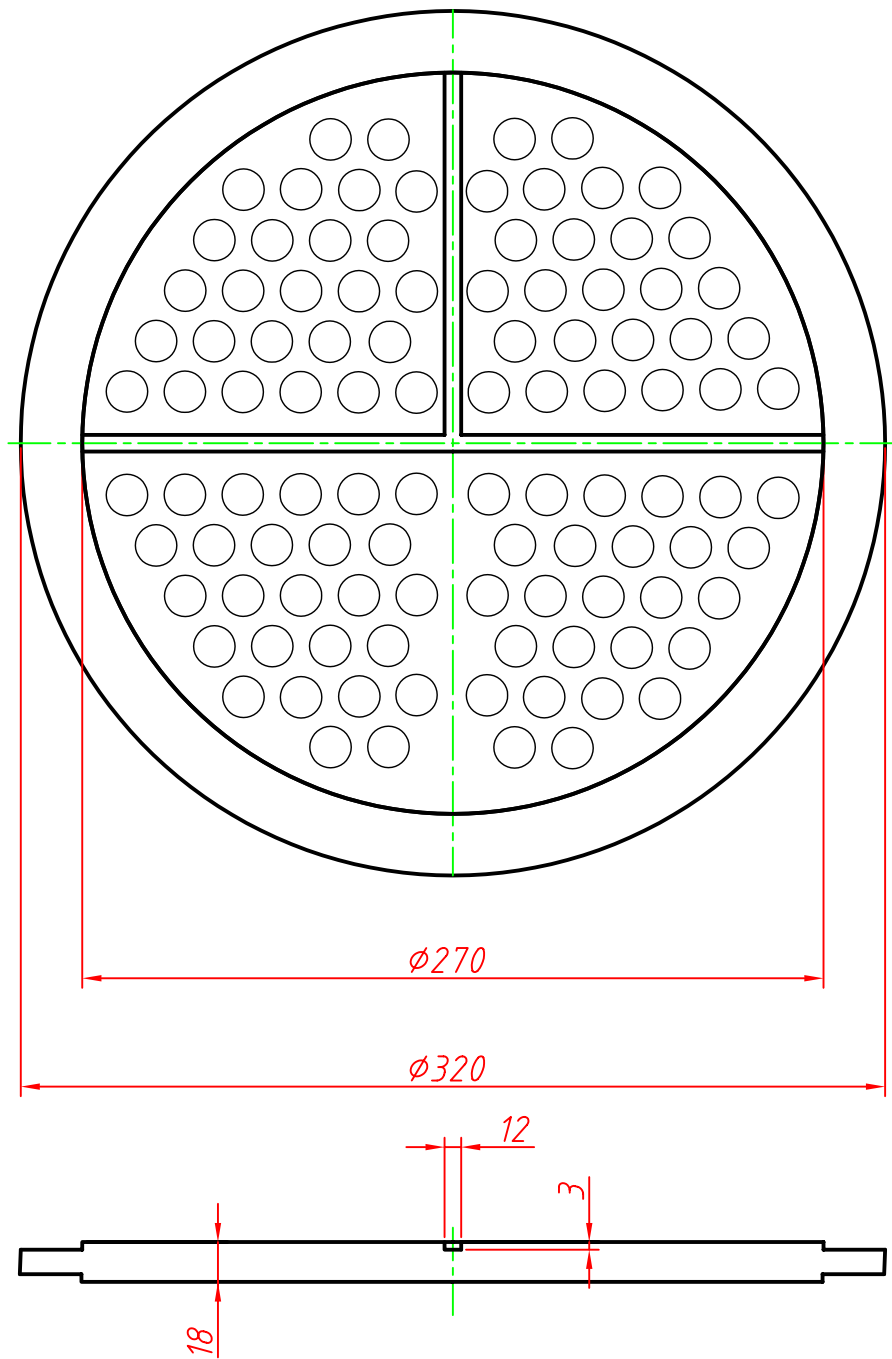
Investicioni konsarzik

Objekat/projekt

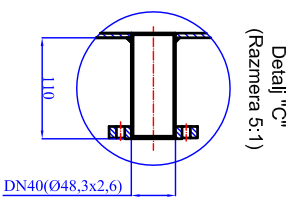
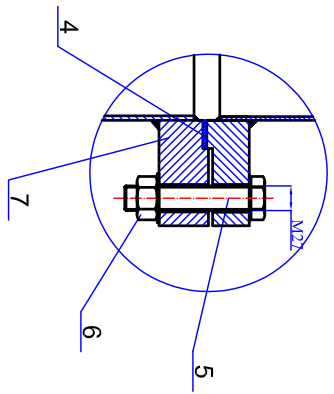
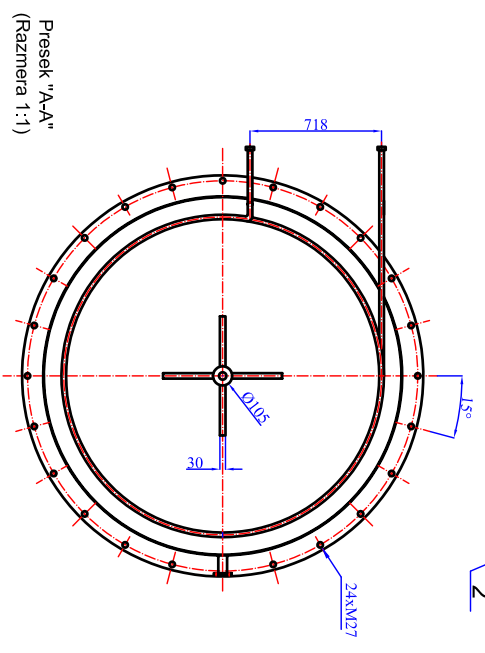
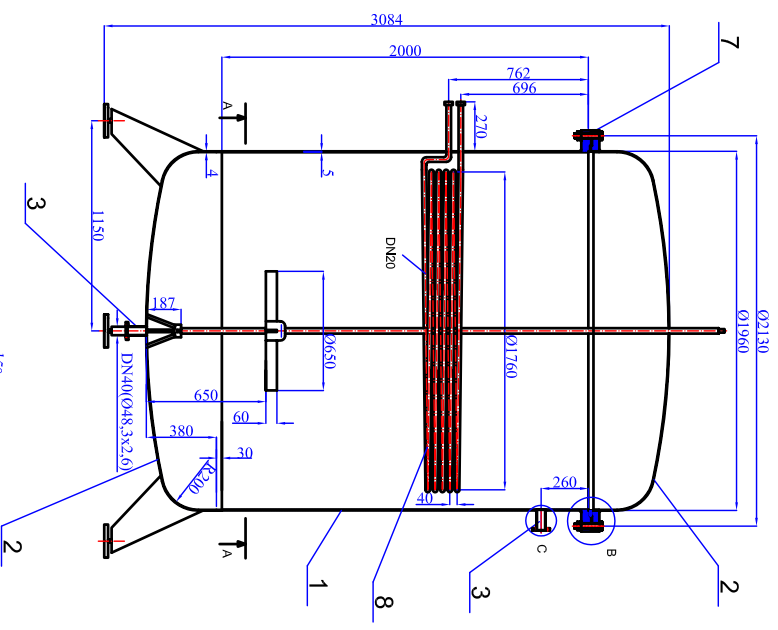


SEGMENT PREGRADE
 $\delta=5$ MM

<i>Radio</i>	<i>Ime i prezime</i>	<i>Potpis</i>		
<i>Projektovao</i>			<i>Investitor/korisnik</i>	
<i>Konstruisao</i>	<i>Nenad Zarkic</i>		<i>Objekat/projekat</i>	
	<i>336/99</i>		<i>Dobosasti razmenjivac toplote</i>	
<i>Odobrio</i>	<i>Srbislav Genić</i>			
<i>Razmera</i>	<i>Naziv</i>	<i>Datum</i>	<i>Broj crteza</i>	
	<i>POPRECNA PREGRADA</i>	<i>NOVEMBAR 2004</i>	<i>00.00</i>	



<i>Radio</i>	<i>Ime i prezime</i>	<i>Potpis</i>		
<i>Projektovao</i>			<i>Investitor/korisnik</i>	
<i>Konstruisao</i>	<i>Dusan Jecmenica</i>		<i>Objekat/projekat</i>	
	<i>88/99</i>		<i>Dobosasti razmenjivac toplote</i>	
<i>Odobrio</i>	<i>Srbislav Genić</i>			
<i>Razmera</i>	<i>Naziv</i>	<i>CEVNA PLOCA</i>	<i>Datum</i> <i>NOVEMBAR</i> <i>2004</i>	<i>Broj crteza</i> <i>00.00</i>



Poz	Naзив	kom.	Dimenzije	Materijal	Broj crteza	Standard
8	CEV	1	Ø3520	C.4571		JUS M.B6.011
7	PRIRUBNICA	2	DN1960xS5	C.4571		JUS M.B6.011
6	NAVRTKA	28	M27	S		JUS M.B1.601
5	VITAK	28	M27	S.8		JUS M.B1.051
4	ZAPRTIVAC	2		TEFLON		JUS M.CA.110
3	CEVNI PRIKLJUČAK	2	DN40	C.4571		
2	DANČE	2		C.4571		
1	CILINDRIČNI DEO	1	Ø1960x200xS	C.4571		

MASINSKI FAKULTET
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Ime i prezime: _____
Redno: Nikola Pešić
Ruglji: 402/01
Kontrola: Slobislav Genić
Ovoje: Slobislav Genić

Investitor - korisnik: _____
Oglednik: _____
Projektant: _____

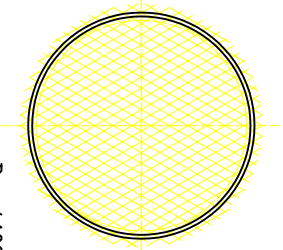
Šaržni hladnjak

Šaržni hladnjak

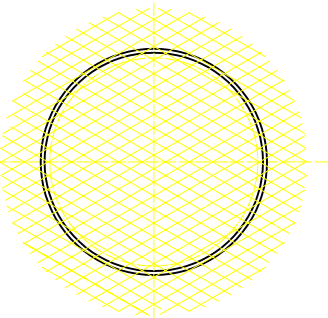
1:20

Šaržni hladnjak

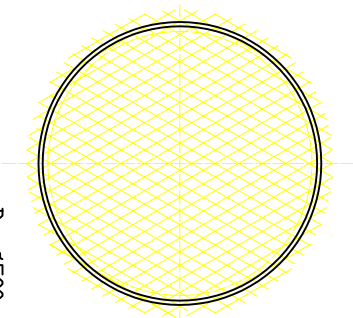
Broj crteza: TIDA-S-00
Zamena za crtez



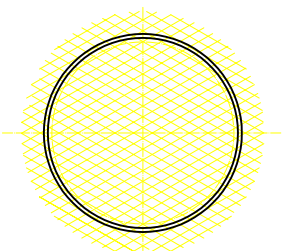
Du=Ø400 ,
Lco=14 mm ,
cevi 14/11 ,
korak 19 mm,
328 cevi



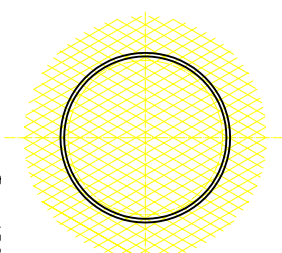
Du=Ø400 ,
Lco=14 mm ,
cevi 18/14 ,
korak 24 mm,
196 cevi



Du=Ø500 ,
Lco=15 mm ,
cevi 18/14 ,
korak 24 mm,
324 cevi



Du=Ø350 ,
Lco=14 mm ,
cevi 14/11 ,
korak 19 mm,
246 cevi



Du=Ø300 ,
Lco=13 mm ,
cevi 14/11 ,
korak 19 mm,
172 cevi

