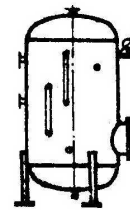


## POSUDE POD PRITISKOM



- 
- Zatvoreni ekspanzioni sudovi - ZES

- 
- Membranski ekspanzioni sudovi - F

- 
- Rezervoari za komprimovani vazduh - RKV

- 
- Hidroforske posude - HS

- 
- Membranski hidrofori - MH
- 





## ZATVORENI EKSPANZIONI SUD

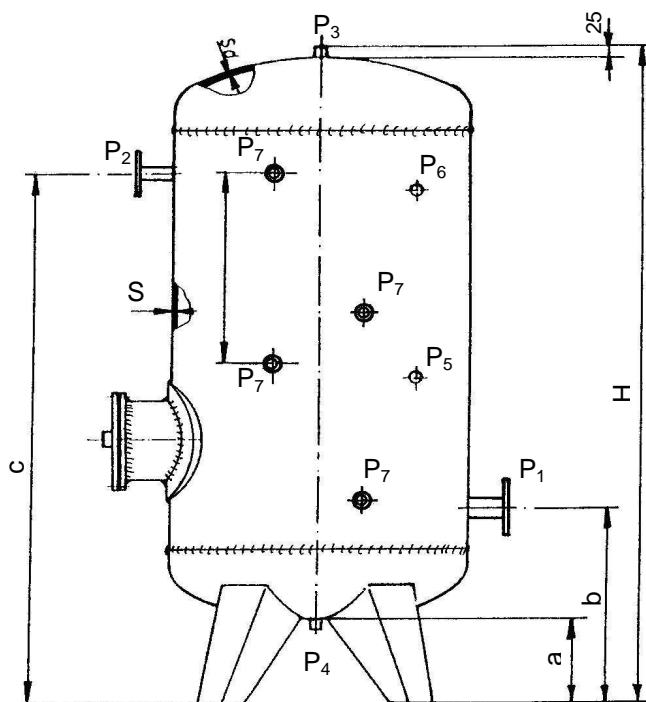
Zatvoreni ekspanzioni sud je posuda pod pritiskom (PN6, PN10, PN16) izrađena od konstruktivnog čelika Č.0361 SRPS C.B0.500 sa plaštom i dva toresferična danca.

Sud ima potrebne priključke za:

- P<sub>1</sub> – veza sa grejnom mrežom
- P<sub>2</sub> – gas pod pritiskom (vazduh ili N<sub>2</sub>)
- P<sub>3</sub> – ozračivanje
- P<sub>4</sub> – pražnjenje
- P<sub>5</sub> – termometar
- P<sub>6</sub> – manometar
- P<sub>7</sub> – vodokaznu armaturu  
revizioni otvor

Spajanje je izvršeno zavarivanjem. Na zahtev kupca na sud se montira fina armatura: manometar, vodokazno staklo i termometar.

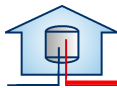
Sud sa priključcima je spolja zaštićen od korozije odgovarajućim antikorozivnim premazom. Pregled konstrukcije i proba vodenim pritiskom vrše se u prisustvu inspektora parnih kotlova o čemu se izdaje uverenje koje se prilaže tehničkoj dokumentaciji.



Tip broj	V Zapremina	D Prečnik	DIMENZIJE					PRIKLJUČCI							TEŽINA M															
			H Ukupna visina	a	b	c	VODOKAZ		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	BROJ NOGU	PN 6	PN 10	PN 16											
							d	broj kom	ZA GREJNU MREŽU	GAS POD PRITISKOM	ODZRAČIVANJE	PRAŽNENJE	ZA TERMOMETAR	ZA MANOMETAR	ZA VODOKAZNO STAKLO															
	l	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	DN/ PN 16	DN/ PN 16	R	R	R	R	DN/ PN 16	kom	kg												
ZES-0,3	300	500	1945	250	500	1685		1	740	32	20	1/2"	1"	1/2"	1/2"	10		130	130	175										
ZES-0,4	400	600	1835		520	1560	1020		840									155	155	215										
ZES-0,5	500	700	1720		530	1445	720		940									170	180	265										
ZES-0,6	600		2000			1705	1020		195									200	305											
ZES-0,8	800	800	2090	300	610	1775	1020	1	1090	50							315	395	535											
ZES-1	1000		2510			2175	1300		1290								65	355	400	610										
ZES-1,25	1250	1000	2155			350	700		1790								1020	1	1490	80	32	1"					380	530	730	
ZES-1,5	1500		2375						2010								1300										410	605	785	
ZES-2	2000	1200	2415	400	795			2010	1020	2	1690	100		1/2"	1/2"	1/2"	10											555	755	1075
ZES-2,5	2500		2880					2570	720																			635	860	1245
ZES-3	3000		3345			2950	1020	720	980									1405												
ZES-4	4000		3280			2855	450	895	3265									1020	1	1890	125	40	2"					920	1265	
ZES-5	5000	3940	3505	1045	1455																									
ZES-6	6000	3740	3265	2	985	3705			1300	3	2090																1350	1820		
ZES-7	7000	4180	3705			1470			2000																					
ZES-8	8000	1800	3930			3410	1020	4	1600									2335												
ZES-9	9000	200	3655			3090	1120												2710											
ZES-10	10000	0	4000	1050	3430	2290	150	2000	2920																					

Zadržava se pravo tehničkih izmena.





## ZATVORENI EKSPANZIONI SUD

### OBLAST PRIMENE I ULOGA

Ekspanzioni sudovi "INFLEX" ugrađuju se u sve zatvorene sisteme vodenog grejanja sa sledećim parametrima:

- srednja radna temperature vode  $t_s$  od 70 do 140°C,
- radni pritisci su NP6, NP10 i NP16

### GRANICE PRITISKA

Kod sistema grejanja postoje mesta osetljiva na pritisak koji pomoću ZES-a treba održavati u određenim granicama. Ta mesta su sigurnosni ventil kotla i najviša tačka grejnog sistema.

I – U sigurnosnom ventilu kotla ili izmenjivača toplote pritiska  $P_s$  ne sme da pređe vrednost dozvoljenog radnog pritiska  $P_d$ :

$$P_s \leq P_d$$

II – U najvišoj tački sistema najniži minimalni pritisak  $P_m$  treba da bude:

a)

u hladnom periodu viši od atmosferskog pritiska da se omogući odzračivanje što se postiže nad pritiskom od  $-0,15$  bar (1,5 mVS).

$$P_{m,h} \geq 1,033 + 0,15 \geq 1,183 \text{ bar}$$

b)

u toplom periodu, za radne temperature vode  $t > 100^\circ\text{C}$ , viši od pritiska zasićenja  $P_z$  za radnu temperature. Ovim se sprečava ključanje, isparavanje vode i kavitacija na usisnoj strani pumpe.

$$P_{m,h} > P_z$$

Prema tome, granice pritiska su:

$$P_s \leq P_d \quad P_{m,h} \geq 1,183 \text{ bar} \quad P_{m,h} > P_z$$

### DIMENZIONISANJE I IZBOR ZES-a

Usvajajući da je količina vazduha u ZES-u stalna i da se kompresija te količine vazduha vrši izotermno, dobija se izlaz za zapreminu ZES-a za srednje radne temperature vode  $t$  od 70 do 140°C:

$$V_{ZES} = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_{\min}} - \frac{P_0}{P_{\max}}} = \frac{(0,00074t_s - 0,0335)^*}{\frac{P_0}{P_{\min}} - \frac{P_0}{P_{\max}}} \quad [m^3] \quad \text{ili} \quad [l]$$

Usvaja se standardna (veća) vrednost zapremine ZES-a.

Ovde je:

- $t_s$  (°C) – srednja radna temperatura vode u sistemu
- $V^*$  (m<sup>3</sup>) ili (l) – ukupna zapremina vode u sistemu
- $P_0$  (bar) – pritisak koji vlada u ZES-u kada u njega počinje da ulazi voda
- $P_{\min}$  (bar) – najniži pritisak u ZES-u (neposredno pre zagrevanja kad je sistem pun vode)
- $P_{\max}$  (bar) – najviši unutrašnji pritisak u ZES-u kad voda ima temperature  $t_s$ .

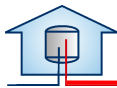
Vrednosti  $P_{\max}$  i  $P_{\min}$  zavise od:

- visinske razlike između ZES-a i kotla –  $h_s$
- Visinske razlike između ZES-a i najviše tačke sistema  $h_m$
- manometarske visine pumpe  $H_p$
- položaja pumpe u odnosu na kotao
- položaja ZES-a u sistemu

\*Ukupna zapremina vode u sistemu može se izračunati i na sledeći način:  
za svaki 1,16 kW potrebno je:

- za konvektorko grejanje 6(l) vode
- za vazdušno grejanje u klimatizaciji 8 (l) vode
- za panelno grejanje 10 (l) vode
- za radijatorsko grejanje 14 (l) vode
- za toplovodno grejanje 20(l) vode





# ZATVORENI EKSPANZIONI SUD

## PRIMERI

Na četiri primera prikazaće se dimenzionisanje ZES-a. Dati sistemi A, B, C i D imaju iste polazne podatke, a razlikuju se po međusobnom položaju ZES-a i cirkulacione pumpe.

Oznake na šemama su sledeće:

GT – grejno telo

ZES – zatvoreni ekspanzioni sud

CP – cirkulaciona pumpa

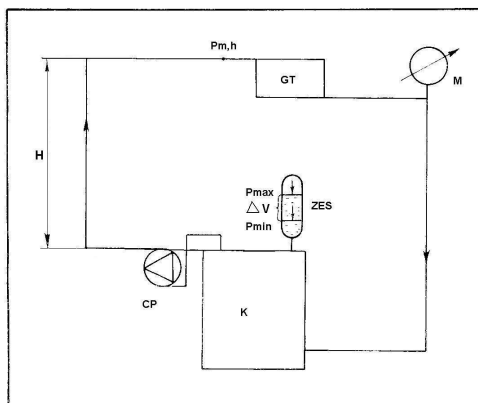
K – kotao

M – manometer

## PRIMER A

Cirkulaciona pumpa iza kotla, a ZES na kotlu. Ova šema se preporučuje kada se koriste visokopritisne pumpe.

### ŠEMA A



Potrebni brojni podaci (isti za sva četiri primera):

- $V^* = 3785$  (l) – ukupna zapremina vode u sistemu
- $H = 7,63$  (m) – visina najviše tačke povratne vertikale računajući od vrha kotla
- $H_p = 0,61$  (bar) – napor pumpe
- $P_s = 2,11$  (bar) – pritisak sigurnosnog ventila kotla
- $P_0 = 1,01$  (bar) – atmosferski pritisak
- $t_s = 93,3$  (°C) – srednja radna temperatura vode u sistemu
- $P_{m,h} = 0,122$  (bar) – pritisak iznad atmosferskog za odstranjenje vazduha

Rešenje A:

Zapremina zatvorenog ekspanzionog suda je:

$$V_{ZES} = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_{min}} - \frac{P_0}{P_{max}}} \quad (1)$$

Pritisci su:

$$P_{min} = P_{m,h} + H$$

$$P_{min} = 0,122 + 0,763 = 0,885 \text{ (bar)}$$

$$P_{min} = 1,01 + 0,885 = 1,895 \text{ (bar) aps.}$$

$$P_{max} = P_s$$

$$P_s = 2,11 \text{ (bar)}$$

$$P_{max} = 1,01 + 2,11 = 3,12 \text{ (bar) aps.}$$

$$\Delta V = (0,00074 t_s - 0,0335) \cdot V^*$$

$$\Delta V = (0,00074 \cdot 93,3 - 0,0335) \cdot 3785$$

$$\Delta V = 134 \text{ (l)}$$

$$V_{ZES} = \frac{134}{\frac{1,01}{1,895} - \frac{1,01}{3,12}} = 640,35 \quad (1)$$

$V_a = 640,35$  (l), usvaja se sledeći standardni veći sud, tip ZES 0,8 proizvodnje "INFLEX"



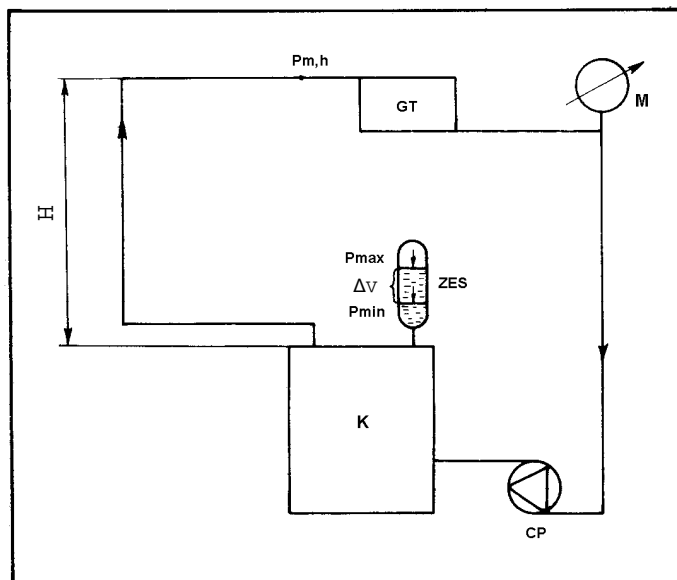


## ZATVORENI EKSPANZIONI SUD

### PRIMER B

Cirkulaciona pumpa ispred kotla, a ZES na kotlu. Šema se isporučuje za slučajeve kada veličine, visina sistema i pritisak pumpe nisu veliki.

### ŠEMA B



Brojni podaci su isti za primer A

Rešenje B:

$$V_{ZES} = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_{min}} - \frac{P_0}{P_{max}}} \quad (1)$$

Pritisci su:

$$P_{min} = P_{m,h} + H$$

$$P_{min} = 0,122 + 0,763 = 0,885 \text{ (bar)}$$

$$P_{min} = 1,01 + 0,885 = 1,895 \text{ (bar) aps.}$$

$$P_{max} = P_s$$

$$P_s = 2,11 \text{ (bar)}$$

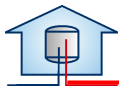
$$P_{max} = 1,01 + 2,11 = 3,12 \text{ (bar) aps.}$$

$$\Delta V = 134 \text{ (l)}$$

$$V_{ZES} = \frac{134}{\frac{1,01}{1,895} - \frac{1,01}{3,12}} = 1686 \quad (1)$$

$V_c = 1686 \text{ (l)}$ , usvaja se sledeći standardni veći sud, tip ZES 2,0 proizvodnje "INFLEX"

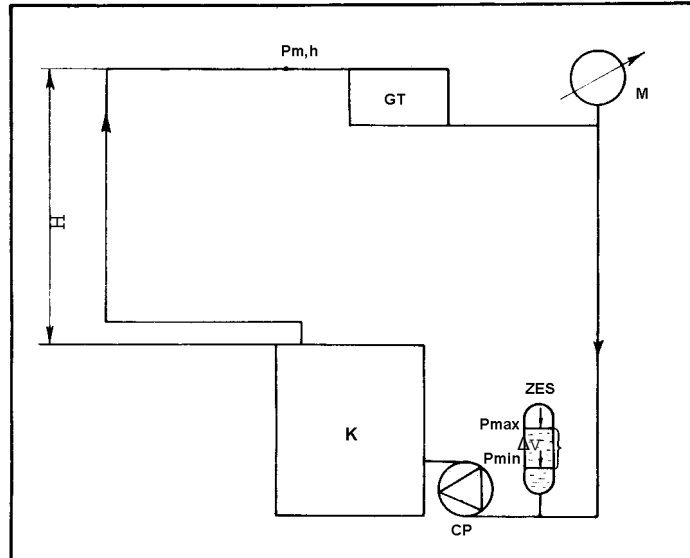




## PRIMER C

Cirkulaciona pumpa ispred kotla, a ZES na usisnom vodu cirkulacione pumpe.

### ŠEMA C



Brojni podaci su isti kao za primer A.

Rešenje C:

$$V_{ZES} = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_{min}} - \frac{P_0}{P_{max}}} \quad (1)$$

Pritisci su:

$$P_{min} = P_{m,h} + H$$

$$P_{min} = 0,122 + 0,763 = 0,885 \text{ (bar)}$$

$$P_{min} = 1,01 + 0,885 = 1,895 \text{ (bar) aps.}$$

$$P_{max} = P_s - H_p$$

$$P_s = 2,11 - 0,61 = 1,5 \text{ (bar)}$$

$$P_{max} = 1,01 + 1,5 = 2,51 \text{ (bar) aps.}$$

$$\Delta V = 134 \text{ (l)}$$

$$V_{ZES} = \frac{134}{\frac{1,01}{1,895} - \frac{1,01}{2,51}} = 1026 \quad (1)$$

$V_b = 1026 \text{ (l)}$ , usvaja se sledeći standardni veći sud, tip ZES 1,25 proizvodnje "INFLEX"

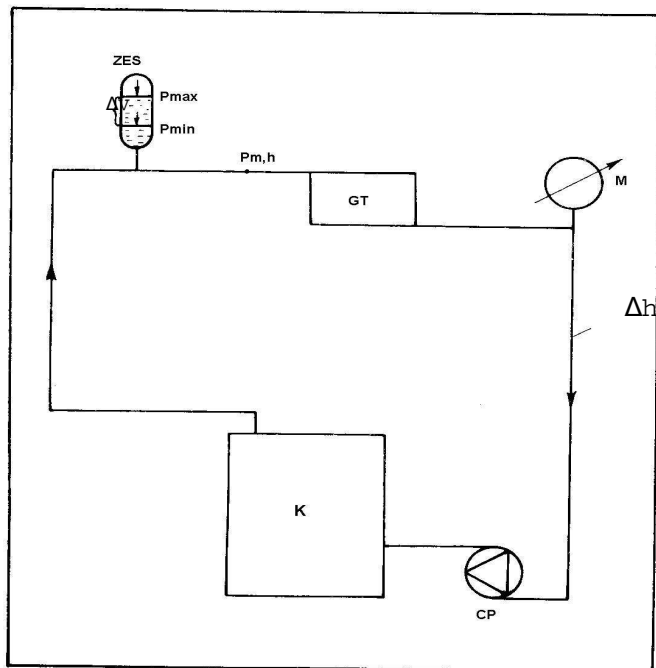




## PRIMER D

Cirkulaciona pumpa ispred kotla, a ZES na najvišoj tački sistema.

## ŠEMA D



Brojni podaci su isti kao za primer A.

Rešenje D:

$$V_{ZES} = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_{min}} - \frac{P_0}{P_{max}}} \quad (l) = \frac{134}{\frac{1,01}{1,376} - \frac{1,01}{2,754}} = 365,12 \quad (l)$$

Pritisci su:

$$P_{min} = P_{m,h} + \Delta h$$

$$P_{min} = 0,122 + 0,244 = 0,366 \text{ (bar)}$$

$$P_{min} = 1,01 + 0,366 = 1,376 \text{ (bar) aps.}$$

Gde je:

$\Delta h = 0,244 \text{ bar}$  – Gubitak pritiska u cevima između usisne strane pumpe i tačke vezivanja ZES-a.

$$P_{max} = P_s - (H_p - \Delta h)$$

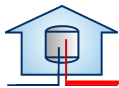
$$P_s = 2,11 - (0,61 - 0,244) = 1,744 \text{ (bar)}$$

$$P_{max} = 1,01 + 1,744 = 2,754 \text{ (bar) aps.}$$

$$\Delta V = 134 \text{ (l)}$$

$V_d = 365 \text{ (l)}$ , usvaja se sledeći standardni veći sud, tip ZES 0,5 proizvodnje "INFLEX"





### ZAKLJUČAK

ilz predhodnih primera A, B, C, D proizilazi da za sistem istih polaznih podataka, a različitog međusobnog položaja bitnih elemenata cirkulacione pumpe i ZES-a dobijaju se zapremine ekspanzionog suda koje se veoma razlikuju.

$$\begin{aligned}V_d &= 365 \text{ (l)} \\V_a &= 640 \text{ (l)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= 1026 \text{ (l)} \\V_b &= 1686 \text{ (l)}\end{aligned}$$

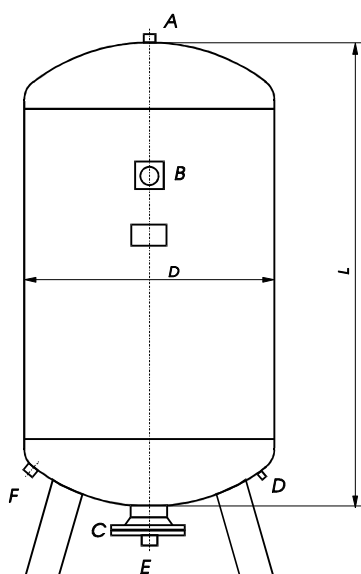
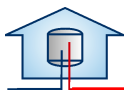
Pored promene međusobnih položaja cirkulacione pumpe i ZES-a iz jednačine

$$V_{ZES} = \frac{\Delta V}{P_0 \left( \frac{1}{P_{\min}} - \frac{1}{P_{\max}} \right)}$$

vidi se da je zapreminu ZES-a moguće smaniti povećanjem pritiska  $P_0$  – pritiska na početku ulaženja vode u ZES pri punjenju sistema vodom. Za to je potrebno imati rezervoar gasa (obično  $N_2$ ) pod pritiskom.







OZN	NAMENA PRIKLJUČKA	DIMENZIJE
A	Ozračivanje	R 1/2"
B	Manometar	R 1/4"
C	Revizioni otvor	NO 150 NP 6
D	Ventil za vazduh	R 1/2"
E	Dovod vode	d*
F	Ispust	R 1/2"

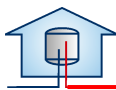
**Tabela 2.**

Tip	Predpritisak azota u posudi (bar)	Korisna zapremina (lit)	Ukupna količina vode u sistemu u pri t=80°C (lit)	Toplotni kapacitet izvora toplote		D (mm)	L (mm)	d* (mm)
				kcal/h	W			
25*	0,5	15,6	538	38400	45000	400	250	3/4"
	0,8	13,7	474	35000	40000			
	1,5	9,4	323	23000	27000			
35*	0,5	21,9	754	53800	63000	450	300	3/4"
	0,8	19,2	663	48000	55500			
	1,5	13,2	452	32300	38300			
50*	0,5	31,3	1077	78000	90000	500	320	3/4"
	1,0	25,0	882	62000	72000			
	1,5	18,8	646	46200	54000			
80*	0,5	50,0	1724	123200	144000	600	360	3/4"
	1,0	40,0	1379	100000	115000			
	1,5	30,0	1034	74000	87000			
125	0,5	62,5	2195	154000	180000	500	1000	1"
	1,0	50,0	1724	125000	144000			
	1,5	37,5	1293	92400	108000			
150	0,5	93,7	3232	230000	270000	500	1100	5/4"
	1,0	75,0	2588	185000	216000			
	1,5	56,3	1939	139000	162000			
215	0,5	134,4	4633	331000	386000	500	1200	5/4"
	1,0	107,5	3706	265000	309000			
	1,5	80,6	2780	200000	23200			
300	0,5	187,5	6464	462000	539000	500	1670	6/4"
	1,0	150,0	5172	370000	431000			
	1,5	112,5	3879	278000	324000			
400	1,0	200,0	6896	493000	579000	600	1570	6/4"
	1,5	150,0	5172	370000	431000			
	2,0	100,0	3448	247000	288000			
500	1,0	250,0	8620	616000	720000	600	1770	2"
	1,5	187,0	6495	462000	539000			
	2,0	126,0	4310	308000	360000			
600	1,0	300,0	10344	740000	862000	700	1820	2"
	1,5	225,0	7758	550000	647000			
	2,0	190,0	5172	370000	431000			
800	1,0	400,0	13723	985000	1254000	800	1737	2 1/2"
	1,5	300,0	10344	739000	940000			
	2,0	200,0	6896	493000	627000			
1000	1,0	500,0	17241	1232000	1567000	900	1737	2 1/2"
	1,5	375,0	12931	924000	1176000			
	2,0	250,0	8620	616000	784000			

\* Napomena: posude nisu u proizvodnom programu

Zadržava se pravo tehničkih izmena.





## 1. Osnove dimenzionisanja

### 1.1. Količina vode u sistemu grejanja

Da bi se odredila veličina ekspanzije vode, potrebno je poznavati zapreminu vode koja se nalazi u celokupnom sistemu grejanja (kotao, radijatori, cevi i armatura). Do ovog podatka može se doći kod jednostavnijih sistema sabiranjem količina vode u pojedinim elementima. Međutim, za određivanje zapremine vode u većim i razgranatim sistemim ovaj način određivanja bio bi dugotrajan i komplikovan posao, pa se u tom slučaju koriste iskustveni podaci za količinu vode u sistemu po jedinici toplote zavisno od vrste grejanja. Ovi podaci su dati u tabeli 01.

### 1.2. Dilatacija vode

Pri zagrevanju vode u sistemu, zapremina vode se povećava počev od 4°C pa naviše. Promena zapremine vode može se izračunati po sledećem obrascu:

$$\Delta V = m \cdot (V_m - V_0) \quad [m^3] \quad (1)$$

gde je:

$m$  (kg) - masa vode u sistemu,  
 $V_m$  ( $m^3/kg$ ) - specifična zapremina vode pri temperaturi  $t_m$  (konačno stanje),  
 $V_0$  ( $m^3/kg$ ) - specifična zapremina vode pri temperaturi  $t_0$  (početno stanje).

Početno stanje je takozvano hladno stanje instalacije i u proračunu ekspanzije to je u stvari stanje pri temperaturi  $t_0 = 4^\circ C$ , kada je specifična zapremina vode minimalna. Vrednost  $V = m \cdot V_0$  [ $m^3$ ] iz obrasca (1) je prema tome konstanta koja predstavlja količinu vode u sistemu u hladnom stanju i praktično se određuje pomoći tabele 01. Na osnovu obrasca (1) za srednje temperature u sistemu napravljen je dijagram 02 – za određivanje koeficijenta dilatacije  $k$  – tako da se dilatacija vode izračunava pomoću modifikovanog obrasca :

$$\Delta V = V_0 \cdot k \quad (2)$$

### 1.3. Određivanje veličine ekspanzije posude

Količina inertnog gasa u ekspanzionoj posudi je konstantna i kompresija te količine je približno izotermna. Početno stanje gasa ima pritisak  $P_1$ , koji odgovara pritisku u instalaciji u hladnom stanju i praktično predstavlja visinu instalacije povećanu za sigurnost od 0,15 bar, tj.

$$P_1 = H_{st} + 0,15 \quad [bar] \quad (3)$$

Zapremina gasa u posudi u početnom stanju 1. je u stvari ukupna zapremina posude:

$$V_1 = V_{uk} \quad [l] \quad (4)$$

Stanje 2. predstavlja stanje gasa u posudi pri maksimalnom pritisku u instalaciji, tj. neposredno pred otvaranje sigurnosnog ventila:

$$P_2 = P_m \quad [bar] \quad (5)$$

Zapremina gasa u stanju 2. je razlika ukupne zapremine posude i količine dilatirane vode koja je ušla u posudu između stanja 1. i stanja 2. tj.:

$$V_2 = V_{uk} - \Delta V \quad [l] \quad (6)$$

Ako postavimo jednačine stanja gasa u posudi za stanja 1. i 2. dobijamo:

$$P_1 \cdot V_1 = m \cdot R \cdot T_1 \quad (7)$$

$$P_2 \cdot V_2 = m \cdot R \cdot T_2 \quad (8)$$

Uz pretpostavku da je  $T_1 = T_2$  (izoterma), iz (1) i (2) se dobija:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad (9)$$





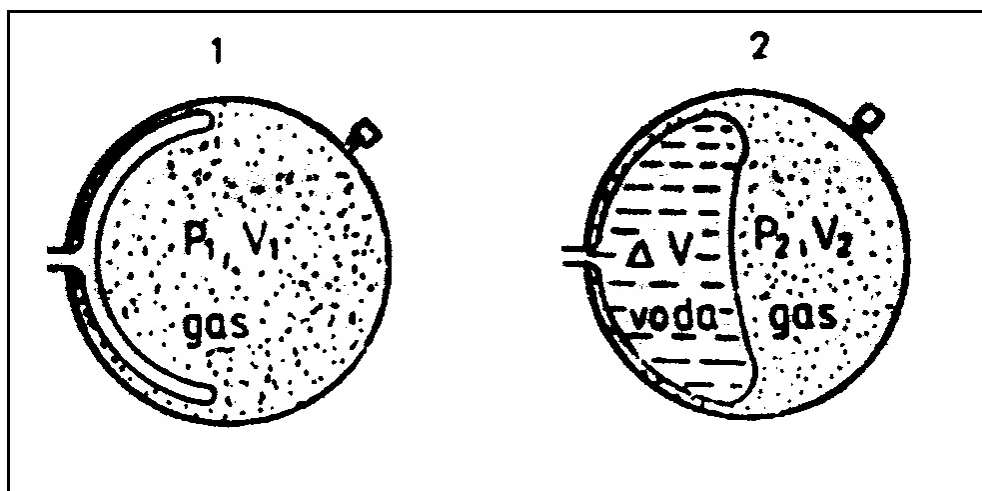
## MEMBRANSKE EKSPANZIONE POSUDE

U SISTEMIMA CENTRALNOG GREJANJA

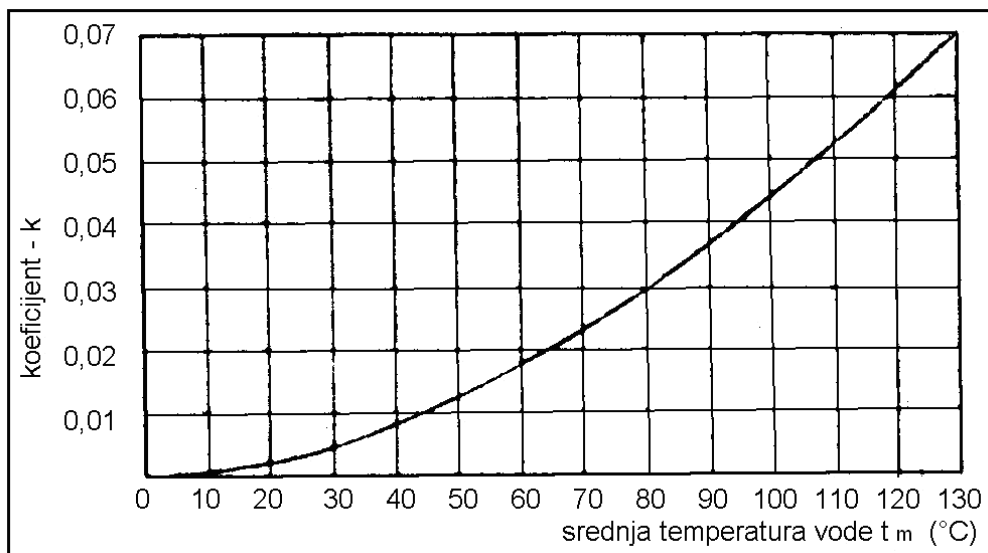
### 2. Osnove dimenzionisanja

Ekspanzione posude zatvorenog tipa mogu se ugrađivati u sisteme centralnog grejanja temperature do 110°C, snage 360 kW i statičke visine do 15 m pod uslovima propisanim standardom SRPS M.E7.202. Uslove ugradnje za temperature do 120°C i snage preko 360 kW, odnosno visine preko 15 m, propisuje DIN 4751 – dodatak 4, iz 1980.god.

Slika 01. Stanje komprimovanog vazduha u posudi pre i za vreme grejanja; stanje 1 (hladno) i stanje 2 (toplo)



Dijagram 02. Vrednosti koeficijenta dilatacije vode u funkciji srednje temperature u sistemu





Uzimajući u obzir jednačine (3), (4), (5) i (6) iz (9) se dobija:

$$V_{uk} = \Delta V \cdot \frac{P_m}{P_m - (H_{st} + 0,15)} \quad [l] \quad (10)$$

gde je:

- $V_{uk}$  (l) - ukupna zapremina vode,  
 $\Delta V$  (l) - dilatacija vode u sistemu određena izrazom (2)  
 $P_m$  (bar) - apsolutni pritisak otvaranja sigurnosnog ventila,  
 $H_{st}$  (bar) - apsolutni pritisak stuba vode u instalaciji (statička visina).

Pri određivanju zapremine ekspanzione posude pomoću jednačine (10), potrebno je posebno voditi računa da se u jednačinu uvrste apsolutne vrednosti pritisa. Na osnovu veličine dobijene izrazom (10), potrebno je odabrati posudu sa ukupnom zapreminom  $V_{uk}$  i zapreminom membrane  $\Delta V$ . Međutim, proizvođači posuda su tipizirali veličine posuda i njima odgovarajuće membrane. Membrane su dimenzionisane tako da mogu primiti količinu vode pri minimalnoj visini instalacije (etažno grejanje). U tabeli 2. su u zavisnosti od visine instalacije i veličine posude izračunati podaci o korisnoj zapremini posude ( $V_k = \Delta V$ ) i priključnog kapaciteta kotla za maksimalni radni pritisak  $p = 3$  bar, srednju temperaturu  $t_m = 80^\circ\text{C}$  i radijatorsko grejanje.

### Primer

Za instalaciju radijatorskog grejanja sistema  $90/70^\circ\text{C}$  i snage kotla  $Q = 200$  kW, potrebno je odrediti veličinu zatvorene ekspanzione posude. Visina instalacije je  $H = 13$  m, a kotlovski sigurnosni ventil je izbaždaren za pritisak  $P = 3$  bar.

### Rešenje

Za radijatorsko grejanje iz tabele 01. količina vode je 12 l/kW, pa je ukupna količina vode u sistemu:

$$V_{uk} = a_1 \cdot Q \quad [l]$$
$$V_{uk} = 12 \cdot Q = 12 \cdot 200 = 2400 \quad [l]$$

Iz jednačine (2) dilatacija vode je:

$$\Delta V = V_{uk} \cdot k = 2400 \cdot 0,029 = 69,6 \quad [l]$$

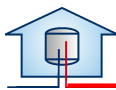
$k = 0,029$  za  $t_{st} = 80^\circ\text{C}$  (dijagram 1)

Zapremina ekspanzione posude se izračunava pomoću obrasca (10):

$$V_{uk} = \Delta V \cdot \frac{P_m}{P_m - (H_{st} + 0,15)} \quad [l]$$
$$V_{uk} = 69,6 \cdot \frac{4,0}{4,0 - (2,32 + 0,15)} = 179,6 \quad [l]$$

Prva veća veličina posude je  $V = 215$  lit. Ovaj podatak se vidi u tabeli 2.





### PREDNOSTI UPOTREBE MEMBRANSKIH SUDOVA

- Zatvoreni sistem grejanja – voda ne isparava, otpada održavanje i nema gubitka toplote
- Voda ne dotiče zidove posude – korozija je isključena i radni vek se produžava
- Mogućnost montaže na bilo kom mestu – jednostavna montaža sa minimalnim troškovima
- Prednost servisiranja – moguća zamena delova
- Bešumni rad
- Instalacioni radovi nisu složeni
- Reducira se vreme montaže i broj cevi
- Posuda je mašinskom delu kotlarnice, nema potrebe za izolaciju – nema opasnosti od smrzavanja
- Garancija 24 meseci, osim membrane

### OSNOVNE VELIČINE KOD IZBORA ODGOVARAJUĆEG TIPA (TOPLOVODNO GREJANJE) KORIŠĆENJEM DIJAGRAMA 02

$H_{st}$  (m VS) – statička visina

(10,2 m VS = 1 bar) (stvarna visina vodenog stuba od najnižeg mesta izvora toplote do najviše tačke sistema – instalacije)

$P_{max}$  (bar) – max. pogonski pritisak

(pritisak kod kojeg počinje otvaranje sigurnosnog ventila)

$Q$  (kcal/h) – toplotni kapacitet izvora toplote ili (kW)

(1 kW = 860 kcal/h)

$K$  (-) – koeficijent dilatacije

(zavisi od temperature sistema – iz dijagrama br.01)

$V_{uk}$  (l) – ukupna količina vode u sistemu

(ovo je voda u cevima, grejnim telima, u svim regulacionim telima, kotlu itd.)

$\Delta V$  (l) – dilatacija vode

(zbog temperature dilatacije poveća se  $V_{uk}$  za iznos  $\Delta V$ )

$V_k$  (l) – korisna zapremina

(to je ona maksimalna zapremina vode, koju može da preuzme membrana u posudi)

$t_m$  (°C) – srednja temperatura vode

(zavisi od toplotnog sistema)

$$t_m = \frac{t_n + t_p}{2} \quad (°C)$$

$t_n$  = temperatura u vodu za napajanje (polazni vod) potrošača

$t_p$  = temperatura u povratnom vodu

$V_{ukp}$  (l) – ukupna zapremina posude

U posudi je deo zapremine „korisna zapremina“ (to je membrana koja se napuni sa dilatacijskom vodom  $\Delta V$ ) preostali deo zapremine azot pod pritiskom (predpritisak azota mora da bude jednak pritisku statičke visine instalacije – kompenzacija statičkog pritiska). Obe zapremine zajedno daju čitavu zapreminu posude.

### POSTUPAK IZBORA EKSPANZIONE POSUDE KORIŠĆENJEM DIJAGRAMA 02

#### IZBOR

Kod projektovanja zatvorenih ekspanzionih posuda membranskog tipa, nema pravila, koja bi tačno određivala postupak izbora odnosno projektovanja.





# MEMBRANSKE EKSPANZIONE POSUDE

## U SISTEMIMA CENTRALNOG GREJANJA

### UKUPNA KOLIČINA VODE U SISTEMU

Ukupna količina vode u sistemu za grejanje ( $V_{uk}$ ) najtačnije se odredi praktično kod samog punjenja instalacije preko vodomera. Kod složenijih primera mora se  $V_{uk}$  odrediti što tačnije.

Da bi se kod projektovanja ekspanzionih posuda olakšao rad, možemo upotrebiti postupak da je količina vode u hladnom instalisanom sistemu:

$$V_{sist.} = a_1 \cdot Q \text{ (l)}$$

Q – toplotna snaga izvora topl. (kotla) (kcal/h) ili (kW)

$a_1$  – faktor zavisian od načina grejanja

Tabela br.01

NAČINA GREJANJA	FAKTOR $a_1$	
	ako je Q u (kcal/h)	ako je Q u (kW)
RADIJATORI	0,014	12
KALORIFERI	0,009	8
KONVEKTORI	0,006	6
PREKO DALEKOVODA	0,020	18

### KOEFICIJENT DILATACIJE

Koeficijent dilatacije možemo odrediti iz diagrama br.02 u zavisnosti od srednje temp. vode ( $t_m$ ) (vidi diagram br.02)

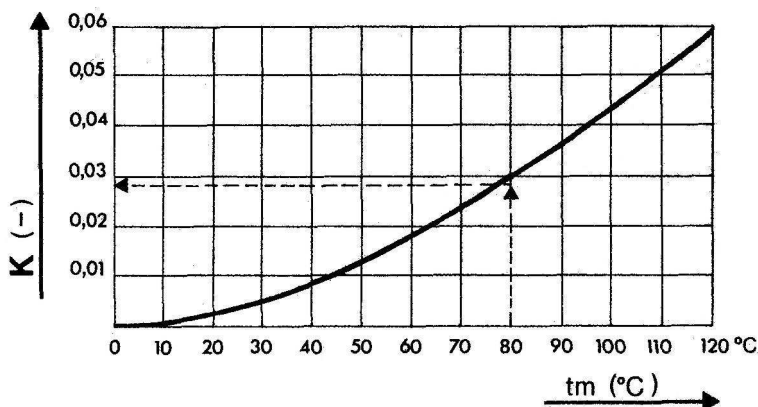


Diagram br.02

Izbor koeficijenta dilatacije „K“

$$t_m = \frac{t_n + t_p}{2} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Primer:  $t_n = 90^\circ\text{C}$   
 $t_p = 70^\circ\text{C}$

$$t_m = \frac{90 + 70}{2} = 80 \Rightarrow (K = 0,029)$$

### DILATACIJA VODE

Temperaturna dilatacija vode ( $\Delta V$ ) je zavisna od ukupne količine vode u sistemu, koja je opet zavisna od vrste cevovoda, ugrađenih grejnih tela, izvora toplote itd.

Dilataciju vode ( $\Delta V$ ) zbog grejanja možemo izračunati po jednačini:

$$\Delta V = V_{uk} \cdot k \text{ [ l ]}$$

$V_{uk}$  [ l ] – ukupna količina vode u sistemu

k (-) – koeficijent dilatacije iz diagrama br.02 u zavisnosti od srednje temperature vode





# MEMBRANSKE EKSPANZIONE POSUDE

## U SISTEMIMA CENTRALG GREJANJA

### IZBOR TIPA

Važno!

Ekspanziona posuda mora biti izabrana na sledeći način: korisna zapremina posude ( $V_k$ ) mora da bude veća od izračunate dilatacije vode ( $\Delta V$ ) (u tabeli istovremeno uzimamo u obzir stvarnu statičku visinu  $H_{st}$ .)

To znači:

Uzimanjem u obzir statičke visine ( $H_{st}$ ) mora važiti uslov:

$$V_k > \Delta V$$

Primerba:

- Biramo po kriterijumu  $V_k > \Delta V$  kod odgovarajuće statičke visine. U pojedinim primerima ( $V_{uk}$  grubo procenjen) potrebno je izabrati posudu koja ima barem 25% rezeve korisne zapremine.

Koja posuda u posebnim primerima?

Kapacitet posude (membrane u njoj) odnosno korisna zapremina mora da bude barem tako velika kao čitava dilatacija  $\Delta V$  sistema kod najviše srednje temperature.

Ova „korisna zapremina“ menja se obzirom na statičku visinu i max radni pritisak te se za izmenjene uslove izračunava po jednačini (Boylev zakon)

$$\frac{V_k [l]}{V_{uk} [l]} = \frac{P_{max} [ata] - H_{st} [ata]}{P_{max} [ata]}$$





## MEMBRANSKE EKSPANZIONE POSUDE

U SISTEMIMA CENTRALNOG GREJANJA

Primer za izbor odgovarajućeg tipa iz tabele 2:

- radijatorsko grejanje
- toplotni kapacitet kotla  $Q = 65.000 \text{ kcal/h} = 75,6 \text{ (kW)}$
- statička visina instalacije  $H_{st} = 7 \text{ mVS}$
- max. radni pritisak  $P_{max} = 3 \text{ bar}$
- temperaturni sistem  $90/70^\circ\text{C}$

a) Ukupna količina vode u sistemu:

$$V_{uk} = 0,014 \cdot Q$$
$$V_{uk} = 0,014 \cdot 65.000 = 910 \text{ (l)}$$

b) Koeficijent dilatacije:

$$t_m = \frac{90 + 70}{2} = \frac{160}{2} = 80^\circ\text{C} \quad K = 0,029$$

c) Dilatacija vode:

$$\Delta V = V_{uk} \cdot K$$
$$\Delta V = 910 \cdot 0,029$$
$$\Delta V = 26,39 \text{ (l)}$$

d) Iz tabele  $P_{max} = 3 \text{ bar}$  izaberemo:

$$H_{st} = 7 \text{ (mVS)}$$
$$\Delta V = 26,39 \text{ (l)}$$
$$V_k > \Delta V \Rightarrow \text{TIP FLEXONA}$$
$$V_k = 50 \text{ (l)}$$
$$\Delta V = 26,39 \text{ (l)}$$
$$V_k > \Delta V$$

e) Oznaka za narudžbenicu

Poručujemo tip F80 /1/3

80 veličina posude u litrima

/1/ = predpritisak azota u posudi (bar)

/3/ = pritisak kod kojeg se otvori sigurnosni ventil (bar) =  $P_{max}$

### TEHNIČKI PODACI EKSPANZIONIH POSUDA F

Veličina – tip (u litrima)

F: 25, 35, 50, 80

F: 125, 215, 250, 400, 600, 800, 1000

Predpritisak azota (bar): po narudžbi 0,5; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0

Max. radni pritisak (bar): 3, 6

Priključci i dimenzije iz tabele 2.

Porudžba primer:

F tip 40/0,5/3  
400..... veličina – tip (l)  
(0,5) ..... predpritisak azota (bar)  
(3) ..... max. radni pritisak (bar)







## MEMBRANSKE EKSPANZIONE POSUDE

### U SISTEMIMA CENTRALNOG GREJANJA

#### OPŠTA OBJAŠNJENJA ZA NESMETAN RAD

Ugradnja membranskih ekspanzionih posuda u sistem grejanja garantuje nasmetan rad pod uslovom da se pridržavamo sledećih tačaka:

#### Predpritisk azota u posudi

Ekspanziona posuda je fabrički punjena azotom sa predpritiskom. Ovaj je naznačen (okružen) na etiketi, koja je nalepljena na posudi, odnosno tablici.

Ukoliko predpritisk azota u posudi (vidi etiketu) nije jednak pritisku statičke visine instalacije (Hst) postupamo ovako:

Pre nego što priključimo posudu na instalaciju potrebno je manometrom proveriti predpritisk u posudi tako, da skinemo poklopac i merimo predpritisk azota preko autoventila.

- a. Ako je predpritisk azota veći od statičke visine instalacije potrebno je preko autoventila ispustiti azot do prave vrednosti statičke visine instalacije. Važi naime:  
10,2 mVS = 1 bar
- b. Ako je predpritisk azota manji od statičke visine instalacije potrebno je preko autoventila posudu dopuniti azotom ili vazduhom do prave vrednosti statičke visine instalacije.  
10,2 mVS = 1 bar

Za objašnjenje važi:

Statička visina Hst (mVS) jeste stvarana visina vodenog stuba od najnižeg mesta izvora toplote (kotla) do najviše tačke instalisanog sistema.

#### Prvo punjenje sistema

Pošto imamo posla sa zatvorenim sistemom instalacije, mora se čitava instalacija za vreme punjenja odzračiti. Zbog toga moraju biti na svim kritičnim mestima instalacije, gde se može zadržavati vazduh, već unapred (po projektu) biti predviđeni i ugrađeni ventili za ozračivanje ili posude za odzračivanje. Isto tako preporučljivo je odzračiti vod (cev) ekspanziona posude, pogotovo ako je cev do posude duža od 1,5 m. Pritisak za punjenje sistema neka bude +0,3 bar iznad pritiska statičke visine instalisanog sistema, odnosno predpritiska azota u posudi.

#### Prvo loženje

Prvo loženje odnosno puštanje sistema u rad traje barem 8 sati i to kod najviše propisane temperature sistema, da se iz hladne vode oslobodi kiseonik.

Zbog toga je potrebno da se termostati u instaliranom sistemu podese na najviše predpisane vrednosti. Za vreme loženja – grejanja povećaćće se pritisak u sistemu. Ako je potrebno, uključićće se sigurnosni ventil, koji će ispustiti višak vode.

#### Ponovno proveravanje

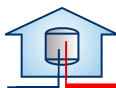
Zbog grejanja i povišavanja temperature vode obavezno je ponovo proveriti sve vertikalne vodove, gde se oslobodio vazduh – kiseonik.

#### Dopuna vode

Zbog odzračivanja oslobođene zapremine u sistemu, potrebno je instalaciju opet dopuniti vodom. Ovo je potrebno uraditi kada temperatura vode nešto pade (40° - 50° C).

Pritisak za punjenje kod tog ponovnog punjenja treba da iznosi +0,5 bar iznad pritiska statičke visine, odnosno azota u posudi.





# MEMBRANSKE EKSPANZIJE POSUDE

## U SISTEMIMA CENTRALNOG GREJANJA

### KONSTRUKCIJA

Gornje i donje dance se proizvodi od duboko vučenog čeličnog lima Č.0147 P3. oblik po SRPS M.E0.020. Plašt je iz čeličnog lima Č.0147. Posude su zavarene. Na posudama se vrši 100% kontrola nepropusnosti.

### BEZBEDNOST

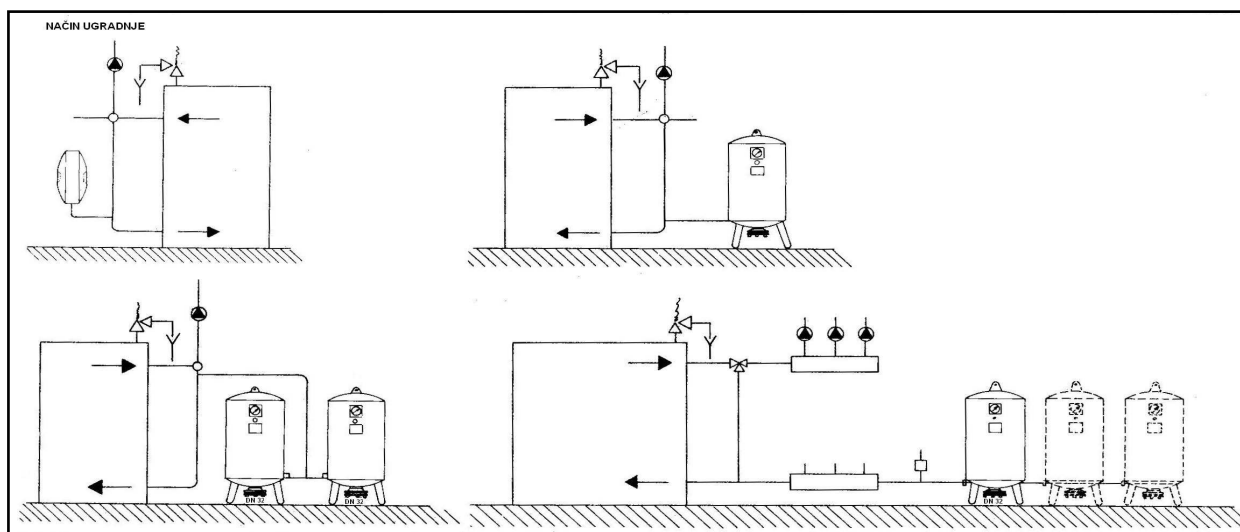
Kod kotlova loženih na čvrsto gorivo mora biti obavezno ugrađen regulator temperature. Svaki uređaj za grejanje mora imati barem jedan sigurnosni ventil, koji mora odgovarati tehničkim zahtevima za sigurnosne ventile i zahtevima projekta. Ventili moraju biti ugrađeni na lako pristupačnim mestima u kotlarnicama.

### NAČIN RADA

U posudi je deo zapremine „korisna zapremina“ (ovo je membrana, koja se napuni dilatiranom vodom  $\Delta V$ ), drugi deo zapremine je gas azot pod pritiskom (van membrane) zvan „predpritiskak“. Predpritiskak azota mora da bude jednak pritisku statičke visine instalacije (kompenzacija statičkog pritiska vode na membranu). Kod povišenja temperature, voda povećava svoju zapreminu u kompletnom sistemu. Dilatacija vode prouzrokuje povišenje pritiska, koji gurne vodu u membranu, ova se širi i komprimira azot koji je oko membrane. Kod sniženja temperature predkomprimovani azot polako potiskuje vodu iz membrane nazad u cevi. Ovaj proces ponavlja se kod svakog povišenja i pada temperature.

### VAŽNA UPUTSTVA ZA MONTAŽU:

- posudu je potrebno montirati na povratni vod (niža temperatura)
- pumpu montirati u polazni vod
- posudu i sigurnosni ventil montirati neposredno skupa (što manji otpor među njih) oba na povratni vod
- predpritiskak azota u posudi mora biti jednak statičkoj visini instalacije odnosno statičkom pritisku vodenog stuba u hladnom stanju (predpritiskak azota možemo kontrolisati sa instrumentom manometrom preko auto-ventila ako skinemo poklopac – meriti dok posuda nije montirana)
- ako je potrebno, posudu dopuniti preko ventila sa azotom do vrednosti statičkog pritiska





## MEMBRANSKE EKSPANZIONE POSUDE

### U SISTEMIMA CENTRALNOG GREJANJA

#### Smetnje

Ukoliko bi se kod probnog rada izgrađenog sistema pokazalo:

1. Instalacija ne zaptiva – pritisak polako pada  
Rešenje: Treba još jedan put ponoviti proveru pritiska instalacije.  
Kod toga treba tada posebno obratiti pažnju na zavarene spojeve, ventile itd. isto kod radijatora.  
Pažnja: kod ponovne provere, sigurnosni ventil demontirati (ponovo podesti viši pritisak otvaranja)
2. Pogrešno odabran tip posude – puknuta membrana – prebrz porast pritiska kod grejanja  
Rešenje: pogrešno odabran tip ekspanzione posude.  
Ugrađena membrana u posudi je premala ili puknuta i ne može primiti kompletno zapreminu delatacije vode. Dali je membrana puknuta ili ne, ustanovimo na sledeći način:  
Skinućemo poklopac i preko ventila oslobodimo nešto azota. Ako membrana uništena iz ventila će curiti voda.  
Potrebno je ponovo preračunati veličinu posude (uzeti u obzir 15 do 25% rezerve) i ugraditi veću posudu.
3. Vazduh u sistemu – hladni najviši radijatori i u instalaciji šumi Uzrok: pritisak je prenizak
  - a. Kad se sistem ohladi voda se skupi i prisak u sistemu padne. Preko spojeva koji ne zaptivaju dovoljno nastupa vakumski efekt – usisavanje vazduha u instalaciju.
  - b. Ako je pumpa na povratnom vodu, porebno je nju premestiti na polazni vod i tako odstarniti vakumski efekft.
  - c. Proveriti ako voda otiče preko ventila sigurnosti (ako ovaj otvara) kad je sistem u radu. Moguće je, da je greška kao u tački 2, ventil sigurnosti ispusti višak vode. Kod ponovnog starta treba dopuniti vodu u sistemu.
  - d. Proveriti, ako ventil sigurnosti ne zatvara – gubi vodu. Očistiti ventil i ponovo dopuniti vodu.
  - e. Sistem moramo ponovo dopuniti sa vodom za punjenje. Ako se iste smetnje pojavljivaju ponovno, moguće je da je greška kao kod tačke 1.





## REZERVOAR KOMPRIMOVANOG VAZDUHA

### PRIMENA

Rezervoar za komprimovani vazduh namenjen za akumulaciju pneumatske energije kao i za umirenje pulsirajuće struje vazduha u instalaciji. Zagrejan vazduh posle izlaska iz kompresora odlazi u rezervoar komprimovanog vazduha gde se hladi.

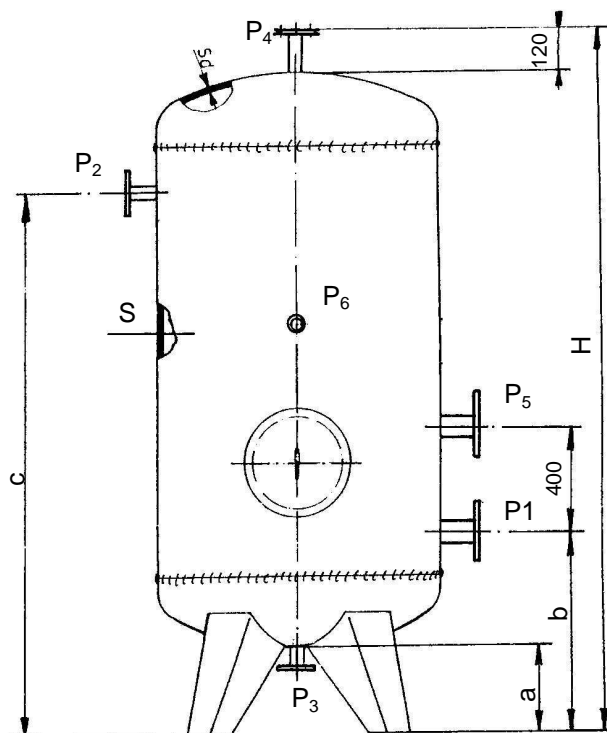
Dovodom vazduha sa donje strane a odvodom sa gornje produžava se put vazduha i vreme njegovog zadržavanja u rezervoaru čime se postiže prirodno hlađenje i čišćenje vazduha od vode i ulja.

### KONSTRUKCIJA

Rezervoar za komprimovani vazduh izrađen je od omotača cilindričnog oblika sa dva danca torisferičnog oblika. Rezervoar se postavlja vertikalno na (tri) odnosno četiri noge trapeznog oblika.

### MATERIJAL

Za izradu omotača rezervoara upotrebljava se čelični lim Č.1204 SRPS C.B4.014 torisferičnog oblika SRPS M.E0.020.



Tip	Zapremina V m <sup>3</sup>	Prečnik D mm	DIMENZIJE					PRIKLJUČCI						BROJ NOGU	TEŽINA			
			H Ukupna visina mm	a mm	b mm	c mm	MAKSIMALNA ŠIRINA L mm	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>		M			
								dovod vazduha DN/ PN16	odvod vazduha DN/ PN16	odvod kondenzata DN/ PN16	ventil sigurnosti DN/ PN16	za rad kompresora DN/ PN16	MANOMETAR R		kom	PN 6	PN 10	PN 16
RKV-1	1	800	2605	300	595	2190	1040	20	20						3	350	389	523
RKV-1.25	1.25	1000	2250	350	690	1795	1240	20	20						3	372	468	658
RKV-1.5	1.5		2570			2110										411	515	735
RKV-2	2	1200	2510	400	795	2000	1440	32	32						3	510	677	931
RKV-2.5	2.5		2975			2460										551	767	1062
RKV-3	3	1400	3440	400	825	2925	1640	40	40						3	619	868	1203
RKV-4	4		3375			2835										769	1147	
RKV-5	5	1600	4035	400	915	3495	1840	50	50	20	15	1/2"		4	882	1328		
RKV-6	6		3835			3255									1183	1666		
RKV-7	7	2000	275	450	1010	3695	2240	65	65					4	1293	1817		
RKV-8	8		4025			3400									2040	1521	2051	
RKV-9	9	2500	3750	500	1150	3070	2740							4	1662	2327		
RKV-10	10		4095			3415									1781	2496		
RKV-13	13	2500	5060	500	1150	4390	2740							4	2114	2979		
RKV-16	16		6040			5370									2455	3457		
RKV-20	20	2500	5085	500	1150	4320	2740							4	3058			
RKV-25	25		6115			5355									3567			

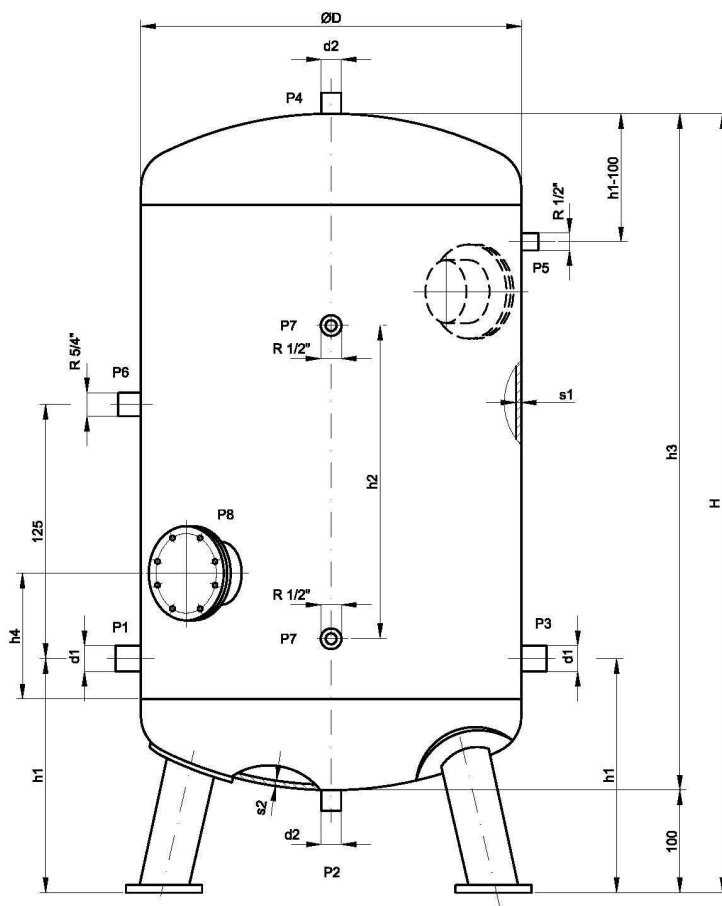
Zadržava se pravo tehničkih izmena.





## HIDROFORSKA POSUDA

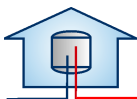
**Za obezbeđenje pitke vode za jednu ili više zgrada, kada je pritisak u cevovodu prenizak**



1. Priključak za odvod vode
2. Priključak za ispust vode
3. Priključak za pumpu
4. Priključak za ispust vazduha
5. Priključak za regulaciju pritiska
6. Priključak za pretkomprimovanje vazduha
7. Priključak za vodokaz
8. Revizioni otvor

Zapremina l	D mm	H mm	P bar	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h <sub>2</sub> mm	h <sub>3</sub> mm	h <sub>4</sub> mm	S <sub>1</sub> mm	S <sub>2</sub> mm	Otvor mm	Težina kp
90	400	880	4	R 1 1/4"	R 3/4"	280	/	780	150	3	4	150	52
130	400	1210	4	R 1 1/4"	R 3/4"	280	/	1110	150	3	4	150	68
180	450	1310	4	R 1 1/4"	R 3/4"	290	/	1210	150	3	4	150	74
300	550	1450	4	R 1 1/4"	R 3/4"	310	700	1350	150	3	4	150	120
500	700	1480	4	R 1 1/2"	R 1"	350	700	1380	150	3	4	150	145
750	800	1700	4	R 2"	R 1"	380	700	1600	150	3	4	150	300
1000	800	2200	6	R 2"	R 1"	380	1000	2100	150	4	5	150	354
1500	1000	2100	6	R 2 1/2"	R 1"	440	1000	2000	300	5	6	400	425
2000	1100	2350	6	R 3"	R 1"	470	1000	2250	300	5	6	400	470
3000	1200	2930	6	R 3"	R 1"	490	1000	2830	300	5	6	400	660





## **HIDROFORSKA POSUDA**

### **Za obezbeđenje pitke vode za jednu ili više zgrada, kada je pritisak u cevovodu prenizak**

#### **UPOTREBA**

Hidroforska posuda se upotrebljava za snabdevanje pitkom vodom jedne ili više stambenih zgrada kada je pritisak u cevovodu prenizak.

#### **RADNI PRITISAK**

Upotrebljavaju se za pritiske:

do 4 bara od 90 – 800 lit.

do 6 bara od 800 - 3000 lit.

Po zahtevu Naručioca hidroforske posude radimo i za pritiske do 10 i 16 bara.

#### **PROBNI PRITISAK**

Probni pritisak za manje posude iznosi 5,2 bara, a za veće 7,8 bara.

#### **MATERIJAL**

Hidroforske posude se izrađuju od čeličnog lima Č.0361 ili prema posebnom zahtevu od limova za parne kotlove.

#### **KONSTRUKCIJA**

Odgovara prema SRPS M.E2.100 po tehničkim propisima za izradu i upotrebu posuda pod pritiskom (Sl.list 16/83). Koeficijent vara zavarenjih spojeva iznosi 0,8. Sa unutrašnje i spoljašne strane je posuda premazana odgovarajućim premazima.

Može se po specijalnoj narudžbini isporučiti sledeća oprema:

- Sklopka za održavanje pritiska
- Manometar
- Pumpa
- Kompresor
- Vodokazna armatura od 300 lit. zapremine i dalje.

Zadržavamo pravo tehničkih izmena.

