

УТИЦАЈ СПОЉНЕ ПРОЈЕКТНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ЗА ГРЕЈАЊЕ НА РЕЖИМ КЛИЗАЊА ТЕМПЕРАТУРЕ РАЗВОДНЕ ВОДЕ У ДИРЕКТНОМ СИСТЕМУ ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА

INFLUENCE OF OUTSIDE HEATING DESIGN TEMPERATURE
ON SLIDING TEMPERATURE REGIME OF SUPPLY WATER IN
THE DIRECT DISTRICT HEATING SYSTEM

*Др Бранислав Живковић, д-р инж., Машински факултет, Београд,
и Предраг Зекоња, д-р инж., ЈКП "Београдске електричне", Београд*

Након објављивања стандарда JUS U.J5.600 – "Технички услови за пројектовање и грађење зграда", у Београду су се почели пројектовати системи централног грејања према спољној пројектној температури од минус 18°C, уместо до сада коришћеној вредности од –15°C. То је проузроковало и промену режима клизања температуре воде у систему даљинског грејања.

У раду су анализирани последице повезивања две зграде чије су потребне количине топлоће одређене према различитим спољним пројектним температурама, на истој топловодној мрежи при централној квалитативној регулацији. Када је "клизни дијаграм" одређен према вишој t_{sN} од оне за коју је димензионирана кућна инсталација за грејање, долази до прегревања проспорије. Обрнуто, када је "клизање" температуре разводне воде у примару одређено према нижој t_{sN} , проспорије су недовољно загреване.

Immediately after the Yugoslav standard JUS U.J5.600 – "Technical conditions for building's design and construction", had been published, the practice of design of central heating systems began in Belgrade according to the basis of outside design temperature of –18°C, instead of formerly used value of –15°C. It caused the change of district heating system water temperature indoor/outdoor reset schedule.

The consequences of connecting two buildings whose heat demands were determined according to different outside design temperatures and which are connected to the same hot water heating system network, are analyzed in the paper.

When the indoor/outdoor reset schedule ("sliding diagram") is determined according to t_{sN} higher than the one for which the house heating installation has been designed, the overheating occurs. On the contrary, when the "sliding diagram" of supply water temperature in primary circle is determined according to lower t_{sN} , the rooms are insufficiently heated.

Кључне речи: даљинско грејање; директан систем; квалитативна регулација; "клизни дијаграм"; спољна пројектна температура
Key words: district heating; direct connection; qualitative regulation; indoor/outdoor reset schedule; outside design temperature

1. Увод

У Београду је до пре десетак година, при прорачуну топлотних губитака зграда, за спољну пројектну температуру коришћена вредност $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$. Ступањем на снагу ЈУС-а У.Ј.5.600 ("Технички услови за пројектовање и грађење зграда"), са обавезном применом од 20.05.1987. год., као спољна пројектна температура користи се вредност $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$. Сада се у пракси јавља случај да су једне зграде димензионисане према $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$, а друге према $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$. Када су зграде, димензионисане за различите спољне пројектне температуре, повезане на исту топлану, која ради са централном регулацијом температуре разводне воде t'_r , то представља проблем при одређивању одговарајућег "клизања" температуре разводне воде у систему даљинског грејања.

Прелиминарни прорачуни спољне пројектне температуре за грејање, извршени према различитим методологијама (стари ДИН 4701, нови ДИН 4701, ASH-RAE и др.), на основу измерених часовних вредности температуре ваздуха у Београду у последњих 20 година, указују да је за град Београд меродавна вредност спољне пројектне температуре за грејање око -12°C , па је реално очекивати да ће се у блиској будућности зграде димензионисати према овој спољној пројектној температури. У тим условима, проблем одређивања адекватног "клизног дијаграма" температуре разводне воде у систему даљинског грејања постаће још израженији.

2. Потребне температуре разводне воде у директном систему даљинског грејања и кућној инсталацији у зависности од спољне пројектне температуре

Потребна температура разводне и повратне воде у директном систему даљинског грејања и кућној инсталацији, у зависности од спољне температуре ваздуха (при константној брзини ветра), рачуна се према следећим релацијама:

– даљинско грејање – примарни систем:

$$t'_r = \Delta t''_{mN} \cdot Z^{1/m} + \left(\Delta t'_N - \frac{1}{2} \Delta t''_N \right) \cdot Z + t_u \quad (1)$$

$$t'_p = \Delta t''_{mN} \cdot Z^{1/m} - \frac{1}{2} \Delta t''_N \cdot Z + t_u \quad (2)$$

– кућна инсталација грејања – секундарни систем:

$$t''_r = \Delta t''_{mN} \cdot Z^{1/m} + \frac{1}{2} \Delta t''_N \cdot Z + t_u \quad (3)$$

$$t''_p = \Delta t''_{mN} \cdot Z^{1/m} - \frac{1}{2} \Delta t''_N \cdot Z + t_u \quad (4)$$

где је
$$Z = \frac{t_u - t_s}{t_{uN} - t_{sN}} \quad (5)$$

За уобичајено коришћење директни систем даљинског грејања 140/70°C и систем у кућној инсталацији 90/70°C у пројектним (номиналним) условима, при унутрашњој температури ваздуха од 20°C, са ливеним радијаторима као грејним телима (термичка карактеристика $m = 4/3$), једначине (1–4) гласе:

– за спољну пројектну температуру ваздуха $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$:

$$t'_r = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right)^{3/4} + 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right) + 20 \quad (1')$$

$$t'_p = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right)^{3/4} - 10 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right) + 20 \quad (2')$$

$$t''_r = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right)^{3/4} + 10 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right) + 20 \quad (3')$$

$$t''_p = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right)^{3/4} - 10 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{35} \right) + 20 \quad (4')$$

– за спољну пројектну температуру ваздуха $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$:

$$t'_r = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right)^{3/4} + 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right) + 20 \quad (1'')$$

$$t'_p = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right)^{3/4} - 10 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right) + 20 \quad (2'')$$

$$t''_r = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right)^{3/4} + 10 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right) + 20 \quad (3'')$$

$$t''_p = 60 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right)^{3/4} - 10 \cdot \left(\frac{20 - t_s}{38} \right) + 20 \quad (4'')$$

Потребне температуре разводне и повратне воде директног система даљинског грејања и кућне инсталације грејања за интервал спољне температуре од спољне пројектне до температуре спољњег ваздуха, при којој престаје грејање, израчунате према једначинама (1–5), приказане су на слици 1. Пуном линијом приказан је "клизни дијаграм" за случај када је $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$, а испрекидане линије представљају потребну температуру воде за $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$. На дијаграму се може уочити да је за зграду димензионисану према спољној пројектној температури од -18°C , потребна нижа температура разводне и повратне воде, него за зграду у којој су инсталације за грејање димензионисане према вишој спољној пројектној температури $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$, и то у свим експлоатационим условима. Разлика између одговарајућих температура воде у једном и другом случају, приказана је на слици 2. Већа одступања јављају се при нижим температурама спољашњег ваздуха.

3. Одступање унутрашње температуре ваздуха у случају када је спољна пројектна температура "клизања" даљинског система грејања различита од вредности за коју је димензионисана кућна инсталација грејања

У пракси се јавља случај да је централна регулација температуре разводне воде у даљинском систему грејања одређена према једној вредности спољне пројектне температуре, а да су кућне инсталације грејања димензионисане према другој. У том

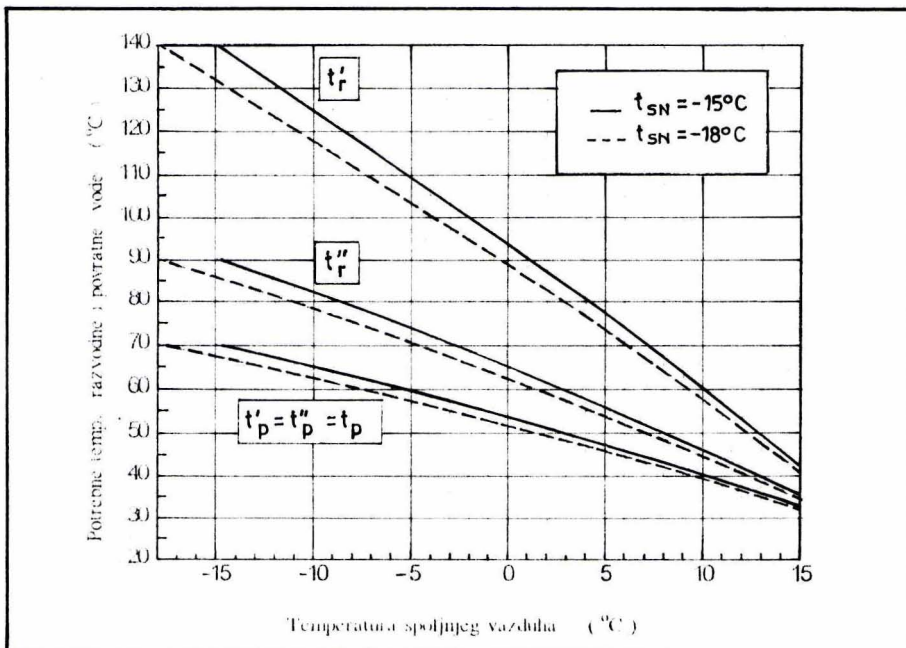
Табела 1. Потребни и стварни параметри грејања у случају када је " клизни дијаграм" даљинског грејања одређен према спољној пројектној шематској $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$, а кућна инсталација је димензионисана према $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$ и $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$

t_s	$t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$								$t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$							
	$t' r, T$	$t' r, z$	$t'' r, z$	$t' p, z$	$t'' r, o$	$t' p, o$	$t u, o$	q	$t' r, z$	$t'' r, z$	$t' p, z$	$t'' r, o$	$t' p, o$	$t u, o$	q	
-18	140,0	140,0	90,00	70,00	90,00	70,00	20,00	1,00	*	*	*	88,93	68,50	17,75	1,02	
-17	140,0	137,2	88,55	69,08	90,35	70,49	20,73	0,99	*	*	*	89,29	69,00	18,50	1,01	
-16	140,0	134,5	87,09	68,14	90,70	70,98	21,47	0,99	*	*	*	89,64	69,50	19,25	1,01	
-15	140,0	131,7	85,62	67,20	91,05	71,47	22,20	0,98	140,0	90,00	70,00	90,00	70,00	20,00	1,00	
-14	137,0	128,9	84,15	66,25	89,44	70,42	22,14	0,95	137,0	88,42	69,00	88,42	69,00	20,00	0,97	
-13	134,0	126,1	82,66	65,29	87,82	69,36	22,08	0,92	134,0	86,84	67,98	86,84	67,98	20,00	0,94	
-12	131,0	123,2	81,17	64,32	86,19	68,29	22,02	0,90	131,0	85,24	66,96	85,24	66,96	20,00	0,91	
-11	127,9	120,5	79,66	63,35	84,56	67,21	21,96	0,87	127,9	83,64	65,92	83,64	65,92	20,00	0,89	
-10	124,9	117,6	78,15	62,36	82,91	66,12	21,90	0,84	124,9	82,02	64,88	82,02	64,88	20,00	0,86	
-9	121,8	114,8	76,62	61,36	81,25	65,02	21,84	0,81	121,8	80,39	63,82	80,39	63,82	20,00	0,83	
-8	118,8	111,9	75,09	60,35	79,58	63,91	21,77	0,78	118,8	78,75	62,75	78,75	62,75	20,00	0,80	
-7	115,7	109,1	73,54	59,33	77,89	62,79	21,71	0,76	115,7	77,10	61,67	77,10	61,67	20,00	0,77	
-6	112,6	106,2	71,98	58,30	76,20	61,65	21,65	0,73	112,6	75,44	60,58	75,44	60,58	20,00	0,74	
-5	109,5	103,3	70,41	57,25	74,49	60,50	21,59	0,70	109,5	73,76	59,48	73,76	59,48	20,00	0,71	
-4	106,4	100,4	68,82	56,19	72,77	59,33	21,53	0,67	106,4	72,07	58,36	72,07	58,36	20,00	0,69	
-3	103,2	97,5	67,23	55,12	71,03	58,15	21,47	0,64	103,2	70,36	57,22	70,36	57,22	20,00	0,66	
-2	100,1	94,6	65,61	54,03	69,28	56,96	21,40	0,62	101,1	68,64	56,07	68,64	56,07	20,00	0,63	
-1	96,9	91,6	63,98	52,93	67,51	55,75	21,34	0,59	96,9	66,90	54,90	66,90	54,90	20,00	0,60	
0	93,7	88,7	62,34	51,81	65,72	54,52	21,28	0,56	93,7	65,15	53,72	65,15	53,72	20,00	0,57	
1	90,5	85,7	60,68	50,68	63,91	53,28	21,22	0,53	90,5	63,37	52,52	63,37	52,52	20,00	0,54	
2	87,3	82,7	59,00	49,52	62,09	52,01	21,16	0,50	87,3	61,58	51,30	61,58	51,30	20,00	0,51	
3	84,1	79,7	57,29	48,35	60,24	50,72	21,09	0,48	84,1	59,77	50,05	59,77	50,05	20,00	0,49	
4	80,8	76,6	55,57	47,15	58,37	49,41	21,03	0,45	80,8	57,93	48,79	57,93	48,79	20,00	0,46	
5	77,5	73,6	53,83	45,93	56,48	48,08	20,97	0,42	77,5	56,07	47,50	56,07	47,50	20,00	0,43	
6	74,2	70,5	52,06	44,69	54,57	46,72	20,91	0,39	74,2	54,18	46,18	54,18	46,18	20,00	0,40	
7	70,8	67,4	50,26	43,42	52,62	45,33	20,84	0,36	70,8	52,26	44,83	52,26	44,83	20,00	0,37	
8	67,5	64,2	48,43	42,12	50,64	43,91	20,78	0,34	67,5	50,31	43,46	50,31	43,35	20,00	0,34	
9	64,0	61,1	46,57	40,78	48,63	42,46	20,72	0,31	64,0	48,33	42,04	48,33	42,04	20,00	0,31	
10	60,6	57,8	44,68	39,41	46,58	40,97	20,65	0,28	60,6	46,30	40,59	46,30	40,59	20,00	0,29	
11	57,1	54,6	42,74	38,00	44,48	39,43	20,59	0,25	57,1	44,24	39,10	44,24	39,09	20,00	0,26	
12	53,6	51,3	40,75	36,54	42,33	37,84	20,53	0,22	53,6	42,12	37,55	42,12	37,55	20,00	0,23	
13	49,9	47,9	38,71	35,03	40,13	36,20	20,46	0,20	49,9	39,94	35,94	39,94	35,94	20,00	0,20	
14	46,3	44,5	36,61	33,45	37,85	34,48	20,40	0,17	46,3	37,70	34,27	37,70	34,27	20,00	0,17	
15	42,5	41,0	34,42	31,79	35,50	32,69	20,33	0,14	42,5	35,37	32,51	35,37	32,51	20,00	0,14	

случају, температура разводне воде примара и потребна температура разводне воде секундарна нису одговарајуће (међусобно спрегнуте). Када грејном телу, које је димензионисано према типлотним губицима израчунатим са једном вредношћу спољне пројектне температуре, долази неодговарајућа температура разводне воде, јавља

се поремећај у систему загревања просторије. Овај поремећај се одражава на одступање температуре повратне воде у кућној инсталацији од прорачунске вредности и поремећај (одступање) унутрашње пројектне температуре ваздуха од жељене вредности.

Потребно је нагласити да у директним системима даљинског грејања, измењена (поремењена) температура повратне воде из кућне инсталације у односу на прорачунску, ремети температуру разводне воде у главној мешачкој вези при мешању са разводном водом примара, чија температура такође не одговара.



Слика 1. Потребне температуре разводне и повратне воде за $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$ и $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$

Слична ситуација се дешава и у индиректним системима у размењивачу топлоте.

У циљу одређивања одступања (девијације) унутрашње температуре ваздуха од пројектне, посматраће се два случаја:

а) случај када је "клизни дијаграм" даљинског грејања одређен према једначини (1'), тј. према спољној пројектној температури $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$, а кућна инсталација је димензионисана према $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$, па је потребна температура разводне воде одређена према једначини (3');

б) обрнут случај, када је "клизни дијаграм" даљинског грејања одређен према једначини (1''), тј. према спољној пројектној температури $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$, а кућна инсталација је димензионисана према $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$, тако да је потребна температура разводне воде одређена према једначини (3).

Да би се бројно одредило одступање унутрашње температуре ваздуха од пројектне, за први случај пошло се од следећих релација:

– пад температуре у грејном телу:

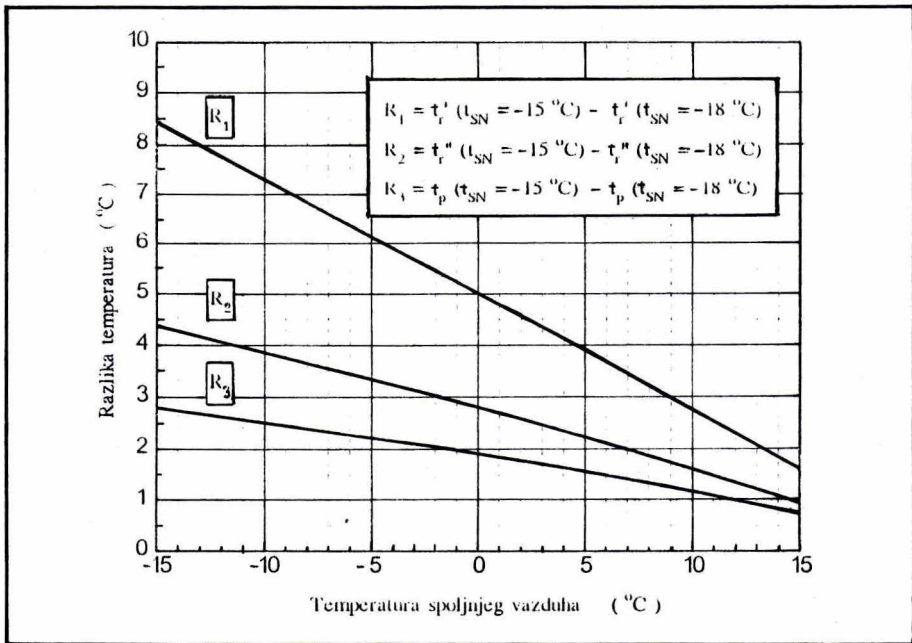
$$q = \frac{t_r'' - t_p''}{20} \quad (6)$$

– одавање топлоте грејног тела:

$$q = \frac{\left(\frac{t_r'' + t_p''}{2} - t_u \right)^m}{60^m} \quad (7)$$

– потребна количина топлоте за грејање (промена топлотних губитака):

$$q = \frac{t_u - t_s}{38} \quad (8)$$



Слика 2. Разлика температур разводне и повраћне воде одређена за $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$ и $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$

где q представља однос тренутних топлотних губитака просторије и губитака топлоте у пројектним условима (при спољној пројектној температури $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$);

– температура разводне воде у кућној инсталацији, у зависности од температуре разводне воде у систему даљинског грејања, израчуната је из услова константног односа мешања воде из примарног и секундарног круга $x = x_N$:

$$t_r'' = \frac{t_r' + x_N \cdot t_p''}{x_N + 1} \quad (9)$$

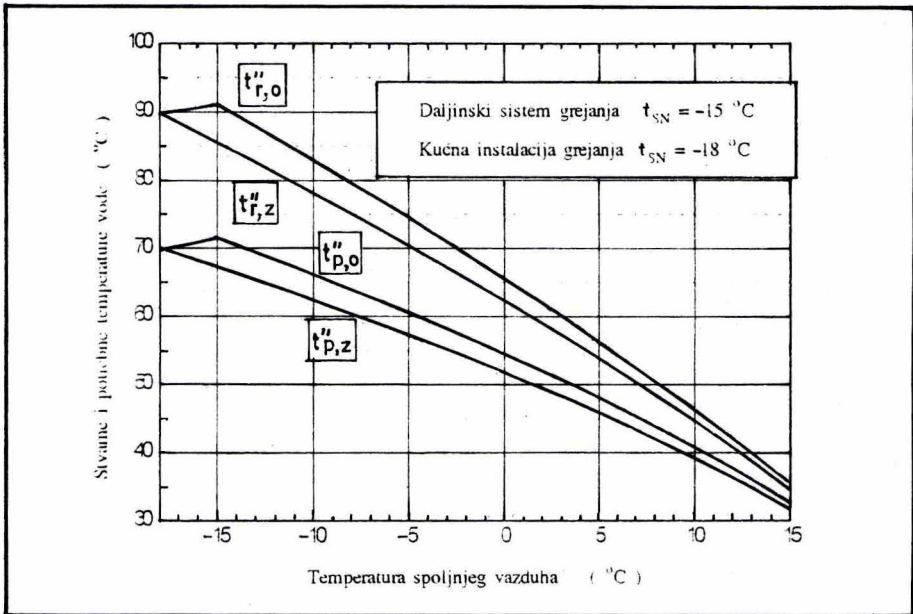
где је:

$$x_N = \frac{\Delta t'_N}{\Delta t''_N} - 1 = \frac{70}{20} - 1 = 2,5$$

Из једначина (6–9) добија се кључна једначина:

$$q^{1/m} + \frac{98}{60}q - \frac{t'_r - t_s}{60} = 0 \quad (10)$$

при чему се вредност t'_r мења према једначини (1').



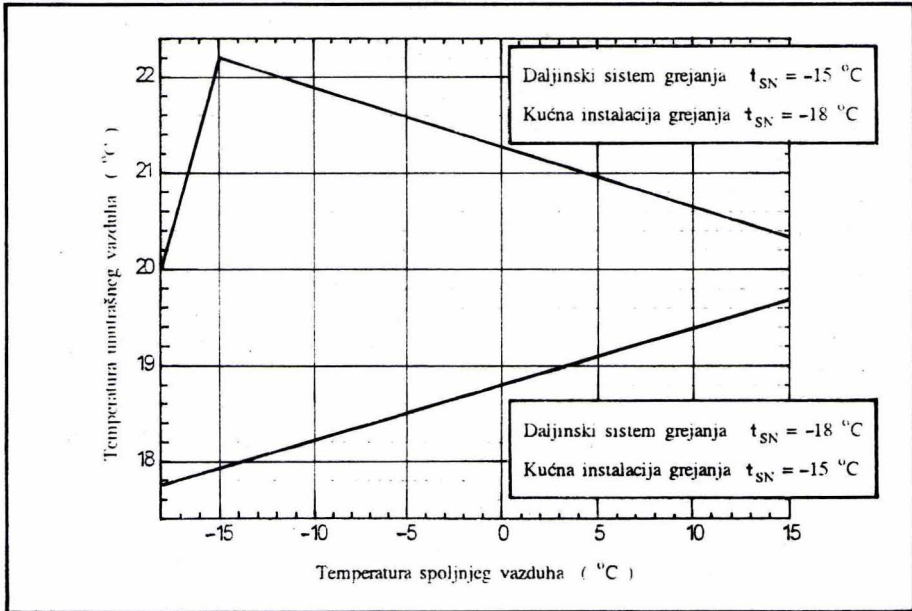
Слика 3. Сиварне и пошребне шемперишуре воде у кућној инстпалацији ггрејања када је "клизни дијаграм" даљинског ггрејања одређен према спољној пројектној шемперишуре $t_{SN} = -15^{\circ}\text{C}$, а кућна инстпалација је димензионисана према $t_{SN} = -18^{\circ}\text{C}$

Једначина (10) је решена по q нумерички, применом Њутн–Рафсонове методе. Заменом решења q у једначину (7), добијају се унутрашње температуре ваздуха које би се успоставиле при достизању стационарних услова. Те равнотежне температуре, тј. измењене (поремењене) температуре унутрашњег ваздуха у односу на пројектне, као и вредности измењених температура разводне воде кућне инсталације у односу на потребне, приказане су у табели 1 за цео опсег спољних температура ваздуха. У првим двома колонама налазе се температуре разводне воде у примарном кругу у функцији спољне температуре ваздуха. Топлана "клизи" од спољне пројектне температуре од -15°C до граничне температуре при којој престаје грејна сезона. При нижим температурама ваздуха од пројектне, задржава се максимална вредност температуре у разводном топловоду од 140°C . Индекси z означене су потребне (захтевне) температуре разводне и повратне воде у

Табела 2. Потребни и стварни параметри грејања у случају када је "клизни дијаграм" даљинског грејања одређен према спољној пројектној температури $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$, а кућна инсталација је димензионисана према $t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$ и $t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$

ts	$t_{sN} = -15^{\circ}\text{C}$								$t_{sN} = -18^{\circ}\text{C}$							
	t _r , T	t _r , z	t _r , z	t _p , z	t _r , o	t _p , o	tu, o	q	t _r , z	t _r , z	t _p , z	t _r , o	t _p , o	tu, o	q	
-18	140,0	*	*	*	88,93	68,50	17,75	1,02	140,0	90,00	70,00	90,00	70,00	20,00	1,00	
-17	137,2	*	*	*	87,51	67,62	17,81	1,00	137,2	88,55	69,08	88,55	69,08	20,00	0,97	
-16	134,5	*	*	*	86,08	66,73	17,87	0,97	134,5	87,09	68,14	87,09	68,14	20,00	0,95	
-15	131,7	140,0	90,00	70,00	84,64	65,83	17,92	0,94	131,7	85,62	67,20	85,62	67,20	20,00	0,92	
-14	128,9	137,0	88,42	69,00	83,19	64,92	17,98	0,91	128,9	84,15	66,25	84,15	66,25	20,00	0,90	
-13	126,1	134,0	86,84	67,98	81,74	64,00	18,04	0,89	126,1	82,66	65,29	82,66	65,29	20,00	0,87	
-12	123,3	131,0	85,24	66,96	80,28	63,08	18,10	0,86	123,3	81,17	64,32	81,17	64,32	20,00	0,84	
-11	120,5	127,9	83,64	65,92	78,80	62,14	18,15	0,83	120,5	79,66	63,35	79,66	63,35	20,00	0,82	
-10	117,6	124,9	82,02	64,88	77,31	61,19	18,21	0,81	117,6	78,15	62,36	78,15	62,36	20,00	0,79	
-9	114,8	121,8	80,39	63,82	75,82	60,24	18,27	0,78	114,8	76,62	61,36	76,62	61,36	20,00	0,76	
-8	111,9	118,8	78,75	62,75	74,32	59,27	18,33	0,75	111,9	75,09	60,35	75,09	60,35	20,00	0,74	
-7	109,1	115,7	77,10	61,67	72,80	58,29	18,39	0,73	109,1	73,54	59,33	73,54	59,33	20,00	0,71	
-6	106,2	112,6	75,44	60,58	71,27	57,30	18,45	0,70	106,2	71,98	58,30	71,98	58,30	20,00	0,68	
-5	103,3	109,5	73,76	59,48	69,73	56,30	18,50	0,67	103,3	70,41	57,25	70,41	57,25	20,00	0,66	
-4	100,4	106,4	72,07	58,36	68,17	55,28	18,56	0,65	100,4	68,82	56,19	68,82	56,19	20,00	0,63	
-3	97,5	103,2	70,36	57,22	66,60	54,25	18,62	0,62	97,5	67,23	55,12	67,23	55,12	20,00	0,61	
-2	94,6	100,1	68,64	56,07	65,02	53,20	18,68	0,59	94,6	65,61	54,03	65,61	54,03	20,00	0,58	
-1	91,6	96,9	66,90	54,90	63,42	52,14	18,74	0,56	91,6	63,98	52,93	63,98	52,93	20,00	0,55	
0	88,7	93,7	65,15	53,72	61,80	51,06	18,80	0,54	88,7	62,34	51,81	62,34	51,81	20,00	0,53	
1	85,7	90,5	63,37	52,52	60,17	49,97	18,85	0,51	85,7	60,68	50,68	60,68	50,68	20,00	0,50	
2	82,7	87,3	61,58	51,30	58,52	48,85	18,91	0,48	82,7	59,00	49,52	59,00	49,52	20,00	0,47	
3	79,7	84,1	59,77	50,05	56,85	47,72	18,97	0,46	79,7	57,29	48,35	57,29	48,35	20,00	0,45	
4	76,6	80,8	57,93	48,79	55,15	46,56	19,03	0,43	76,6	55,57	47,15	55,57	47,15	20,00	0,42	
5	73,6	77,5	56,07	47,50	53,44	45,39	19,09	0,40	73,6	53,83	45,93	53,83	45,93	20,00	0,40	
6	70,5	74,2	54,18	46,18	51,69	44,18	19,15	0,38	70,5	52,06	44,69	52,06	44,69	20,00	0,37	
7	67,4	70,8	52,26	44,83	49,93	42,95	19,21	0,35	67,4	50,26	43,42	50,26	43,42	20,00	0,34	
8	64,2	67,5	50,31	43,46	48,13	41,69	19,27	0,32	64,2	48,43	42,12	48,43	42,12	20,00	0,32	
9	61,1	64,0	48,33	42,04	46,29	40,39	19,33	0,30	61,1	46,57	40,78	46,57	40,78	20,00	0,29	
10	57,8	60,6	46,30	40,59	44,42	39,06	19,39	0,27	57,8	44,68	39,41	44,68	39,41	20,00	0,26	
11	54,6	57,1	44,24	39,10	42,52	37,69	19,45	0,24	54,6	42,74	38,00	42,74	38,00	20,00	0,24	
12	51,3	53,6	42,12	37,55	40,56	36,27	19,51	0,21	51,3	40,75	36,54	40,75	36,54	20,00	0,21	
13	47,9	49,9	39,94	35,94	38,54	34,75	19,57	0,19	47,9	38,71	35,03	38,71	35,03	20,00	0,18	
14	44,5	46,3	37,70	34,27	36,42	33,25	19,63	0,16	44,5	36,61	33,45	36,61	33,45	20,00	0,16	
15	41,0	42,5	35,37	32,51	34,31	31,63	19,69	0,13	41,0	34,42	31,79	34,42	31,79	20,00	0,13	

примарном и секундарном кругу, које обезбеђују да се у просторији одржава константна (пројектна) температура ваздуха у свим експлоатационим условима. Индекс о означава стварне (остварене) температуре воде у кућној инсталацији, када у подстанциу долази топла вода која "клизи" према спољној пројектној температури -15°C .



Слика 4. Сиварна шематрајура ваздуха у ироспорији када је "клизни дијаграм" даљинског грејања одређен према једној вредности спољне пројектне шематрајуре, а кућна инсталација према другој (различитој)

Према вредностима из табеле 1, на слици 3 приказане су потребне и остварене температуре разводне и повратне воде у кућној инсталацији грејања. У случају када је инсталација централног грејања у згради пројектована према нижој спољној пројектној температури у односу на температуру према којој је одређен "клизни дијаграм" примарног круга (топлане), реална (остварена) температура и разводне и повратне воде је у свим експлоатационим условима виша од потребне температуре. То има за последицу прегревање просторије.

У десном делу табеле 1 приказан је и додатни случај када је кућна инсталација грејања димензионисана према истој спољној пројектној температури према којој је одређен и "клизни дијаграм" топлане, тј. када су температура разводне воде примара и потребна температура разводне воде секундара међусобно спрегнуте. У овом случају нема поремећаја унутрашње температуре ваздуха и њеног одступања од пројектне вредности, осим када је споља температура нижа од пројектне.

У табели 2 приказани су резултати за случај супротан од претходног. Кућна инсталација грејања је димензионисана према спољној пројектној температури $t_{SN} = -15^{\circ}\text{C}$, а температура разводне воде из топлане "клизи" према $t_{SN} = -18^{\circ}\text{C}$. Све остале величине су аналогне као у табели 1. Може се уочити да су остварене (реалне) температуре разводне и повратне воде ниже од потребних, што има за последицу недовољно грејање просторија, па је постигнута унутрашња температура нижа од пројектне вредности. Остварене унутрашње температуре ваздуха за оба случаја (према табелема 1 и 2) приказане су на слици 4.

4. Закључак

Када се на једну топлану, у којој се врши централна квалитативна регулација топле воде, повежу зграде чије су инсталације за грејање дименциони-

сане према различитим спољним пројектним температурама, јавља се проблем избора меродавне спољне пројектне температуре према којој ће се водити "клизни дијаграм" примара. Ако се промена температуре разводне воде у примару врши према највишој t_{sN} (за посматрани скуп зграда), онда је температура разводне воде превисока за велики број зграда. То доводи до више температуре разводне воде у објекту и прегревања просторија (зграде).

Уколико се "клизни дијаграм" води према нижој t_{sN} у односу на коју су димензионисане кућне инсталације грејања, температура разводне воде у примару је прениска, тако да је температура разводне воде у кућној инсталацији недовољна да надокнади тренутне топлотне губитке. У том случају, температура ваздуха у просторији је нижа од пројектне вредности.

Најбоље решење је да се "клизни дијаграм" примара одреди према највишој спољној пројектној температури, према којој је рачуната инсталација за грејање у некој згради повезаној на топлану, а да се у осталим зградама, у којима је систем за грејање димензионисан према вишој t_{sN} , врши локална регулација у подстанци, како би се добила разводна вода у кућној инсталацији одговарајуће (потребне) температуре.

Коришћене ознаке

q	- [-]	- однос између тренутних и пројектних губитака топлоте
t_u	- [°C]	- температура ваздуха у просторији (згради)
t_s	- [°C]	- температура спољњег ваздуха
t	- [°C]	- температура воде за грејање
Δt	- [°C]	- разлика температуре разводне и повратне воде
Δt_m	- [°C]	- разлика између средње температуре воде у грејном телу и ваздуха у просторији
x	- [-]	- однос мешања примарне разводне и секундарне повратне воде
Z	- [-]	- релативна спољна температура - јед. (5)

Индекси

m	- средњи
N	- пројектни (номинални) услови
o	- остварен (стваран) параметар
p	- повратна мрежа
r	- разводна мрежа
T	- топлана
Z	- захтеван (потребан) параметар

Експоненти

m	- термичка карактеристика грејног тела
'	- примарни круг (топлана)
"	- секундарни круг (кућна инсталација).

Литература

- [1] **Зекоња, П. и Б. Живковић:** *Оптими облик једначина за одређивање "клизног дијаграма" у кућној инсталацији и директном систему даљинског грејања*, часопис КГХ бр. 2/1996, СМЕИТС, Београд, стр. 47-51.
- [2] **Живковић, Б., П. Зекоња и А. Качар:** *Influence of Wind Velocity to Supply Water Temperature in House Installation and Hot-Water District Heating Sistem - World*

Congress "CLIMA 2000", Брисел, Белгија, септембра 1997.

- [3] **Зекоња, П. и Б. Живковић:** *Могућности централне регулације штојловодног грејања у зградама са различитим уделом вентилационих губиљака штојлоше*, зборник радова са Саветовања о рационалном газдовању енергијом у широкој потрошњи, Београд, априла 1997.
- [4] **Зекоња, П. и Б. Живковић:** *Карактеристике везе мешања у штојлошним подстианицама директно прикљученим на систем даљинског грејања*, часопис КГХ бр. 2/1993, СМЕИТС, Београд.