



ОБУКА ЗА ПОЛАГАЊЕ СТРУЧНОГ ИСПИТА ЗА ОБЛАСТ
ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ЗГРАДА



Тематско поглавље 9.1

Уређаји и опрема система грејања

др Бранислав Стојановић
Машински факултет Универзитета у Нишу



СИСТЕМИ ГРЕЈАЊА

- **Индивидуално грејање** – ложиште се налази у посторији која се греје
- **Централно грејање** – за просторије које се греју постоји само једно ложиште (често у подруму) а у просторијама су грејна тела.
 - Ако се ради о једном стану употребљава се термин **етажно грејање**.



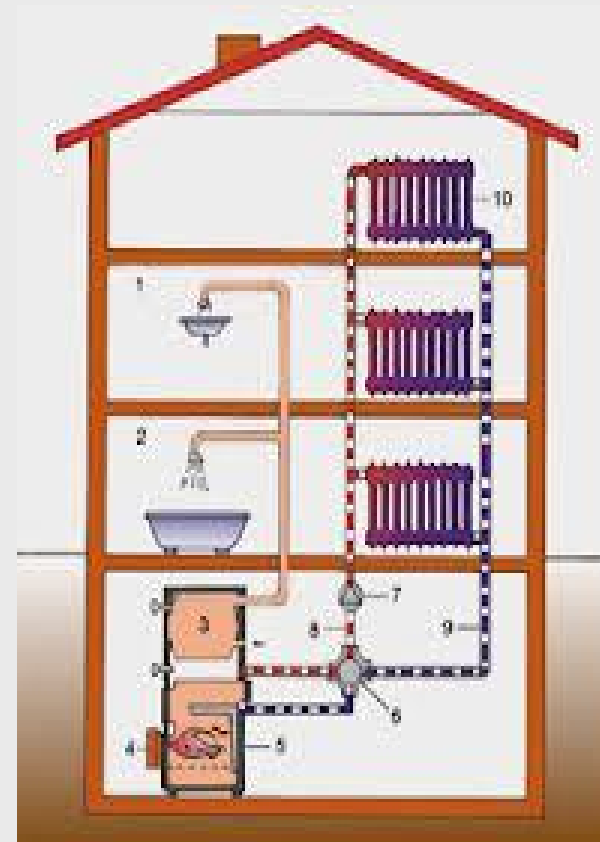
Индивидуално грејање

- Камини
- Каљеве пећи
- Металне пећи
- Елекрични уређаји



Централно грејање

- Извор топлоте (котао)
- Развод (цевни водови)
- Грејна тела





Централно грејање

Подела

- Гравитационо и пумпно топловодно
- Једноцевни и двоцевни систем
- Горњи и доњи развод
- Отворени и затворени систем



Котлови за централно грејање

- **Котлови** су уређаји у којима се врши сагоревање горива и претварање хемијске енергије горива у топлоту. Добијена топлота се предаје радном флуиду, који може бити вода, водена пара, ваздух или термално уље. **Битно се разликују котлови за воду – тзв. топоводни и вреловодни котлови од котлова за пару – тзв. парни котлови.**
- **Према начину израде**
 - Ливени чланкасти котлови
 - Челични котлови
- **Према врсти горива**
 - Котлови на чврста горива
 - Котлови на течна горива
 - Котлови на гасовито гориво

Котлови на чврста горива

- У зависности од горива које се користи (угаљ, дрво, брикет, пелет...) различите су конструкције
- Деле се на котове са ручним и аутоматским ложењем





Котлови на течна горива

- Као гориво користе лако и тешко лож уље
- Уређај за сагоревање - горионик



Котлови на гасовито гориво

- Према капацитету: мали и средњи
- Према врсти израде: гасни, проточни, кондензациони
- Према постављању: подни и зидни
- Према гориву: природни гас, пропан-бутан..
- Према горионику: атмосферски и вентилаторски





Степен корисности котлова

- Степен корисности котла
=корисна енергија /унета енергија (V_{xHd})
- Губици топлоте
 - Губици у процесу сагоревања
 - Губици услед зрачења котла
 - Губици са излазним гасовима



Степен корисности котлова

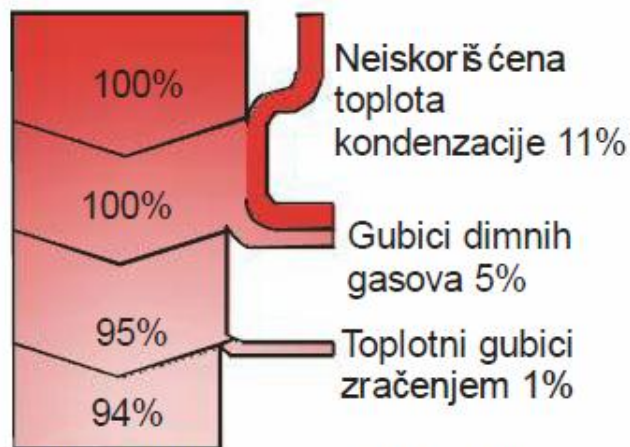
Котлови		
Чврсто гориво	Котлови без регулације	0,65
	Котлови до 50 kW са ручном регулацијом	0,68
	Котлови преко 50 kW са добром ручном регулацијом	0,72
	Котлови до 175 kW са механичком регулацијом	0,75
	Котлови преко 175 kW са добром механичком регулацијом	0,83
	Котлови на различиту биомасу	0,82 – 0,92
Течно гориво	Котлови до 50 kW са ручном регулацијом	0,81 – 0,85
	Котлови преко 50 kW са аутоматском регулацијом	0,83 – 0,90
Гасовито гориво	Котлови до 100 kW са природном промајом	0,80 – 0,88
	Котлови преко 100 kW са принудном промајом	0,88 – 0,94
	Нискотемпературски котлови	0,95 – 0,98
	Кондензациони котлови	до 1,08

Степен корисности котлова

- Поређење нискотемпературног и кондезационог котла

Енергија горива: горња топлотна моћ H_g

Donja toplotna moć H_d = Korisna toplota kondenzacije
100% + 11%

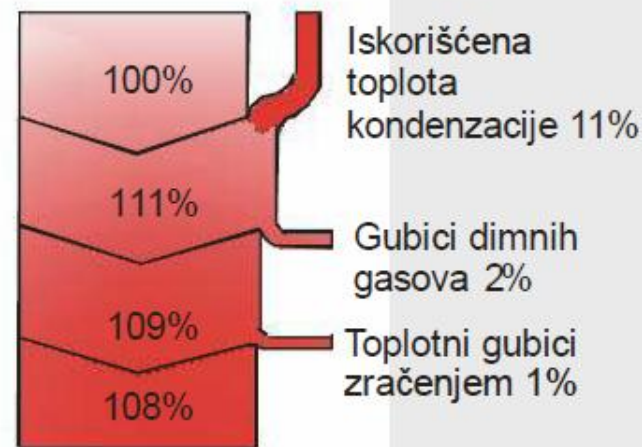


Korisna toplota prema H_g - 85%
Korisna toplota prema H_d - 94%

Нискотемпературски котло

Енергија горива: горња топлотна моћ H_g

Donja toplotna moć H_d = Korisna toplota kondenzacije
100% + 11%



Korisna toplota prema H_g - 97%
Korisna toplota prema H_d - 108%

Кондезациони котло



Цевна мрежа

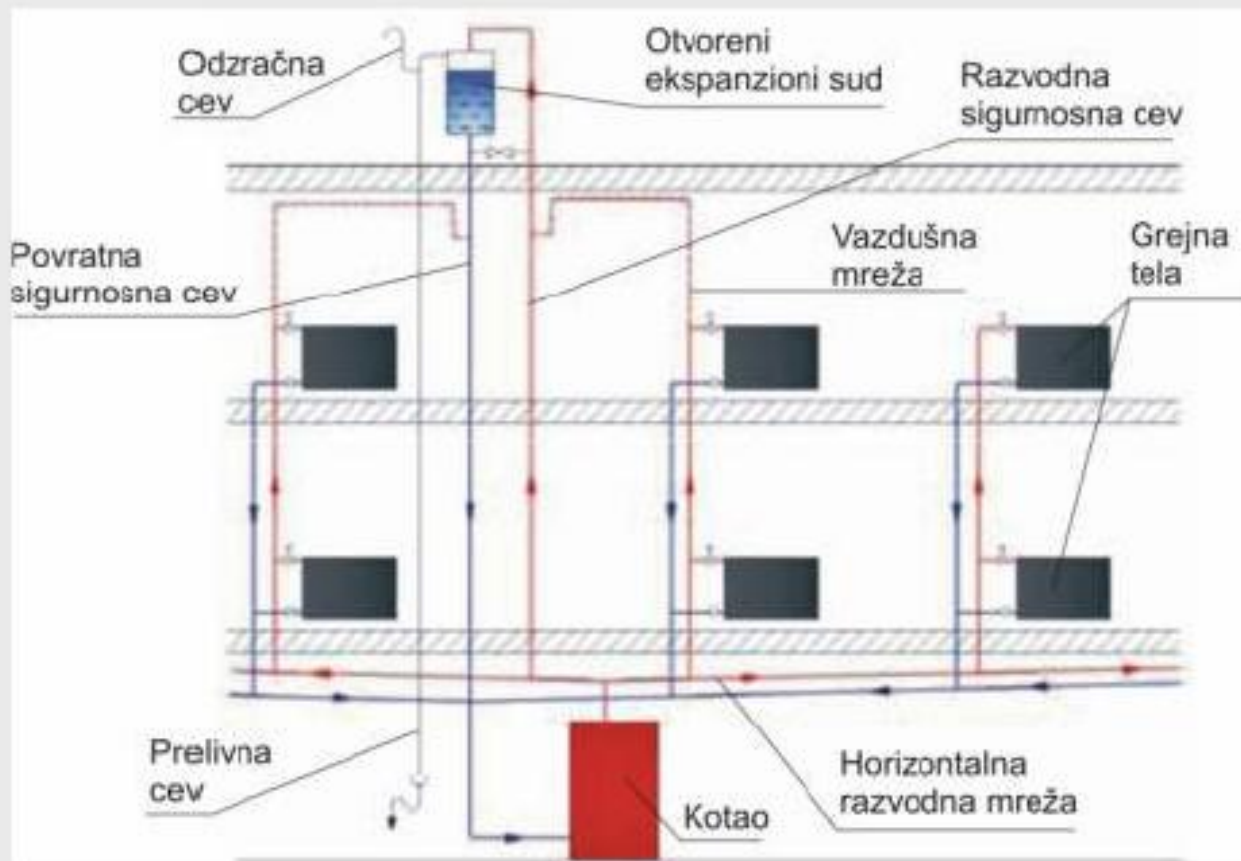
- Цевна мрежа у системима централног грејања има функцију повезивања извора топлоте са грејним телима у у систему. Постоје различити системи повезивања инсталције грејања, као на пример:
 - двоцевни системи са горњим и доњим разводом,
 - једноцевни системи –
 - хоризонтални и вертикални, са кратком везом и без ње, итд.
- Свака цевна мрежа у системима централног грејања чини један **затворени струјни круг, односно повезује извор топлоте са грејним телима чинећи затворен систем.**
- Сачињена је од цеви које могу бити од различитих материјала, и свака цев у струјном кругу истог пречника и протока флуида назива се **деоницом.**

Цевна мрежа

- Постоје и делови цевне мреже који не служе за основну функцију -циркулацију грејног флуида, али имају своју улогу и представљају саставни део систем за централно грејање:
 - Сигурносни водови – разводна и повратна сигурносна цев, које су повезане са експанзионим судом;
 - Ваздушна мрежа у систему централног грејања служи за одвођење ваздуха из инсталације, тј. има улогу одзрачивања;
 - Дренажна мрежа постоји у системима парног грејања;
 - Обилазни водови (by-pass).

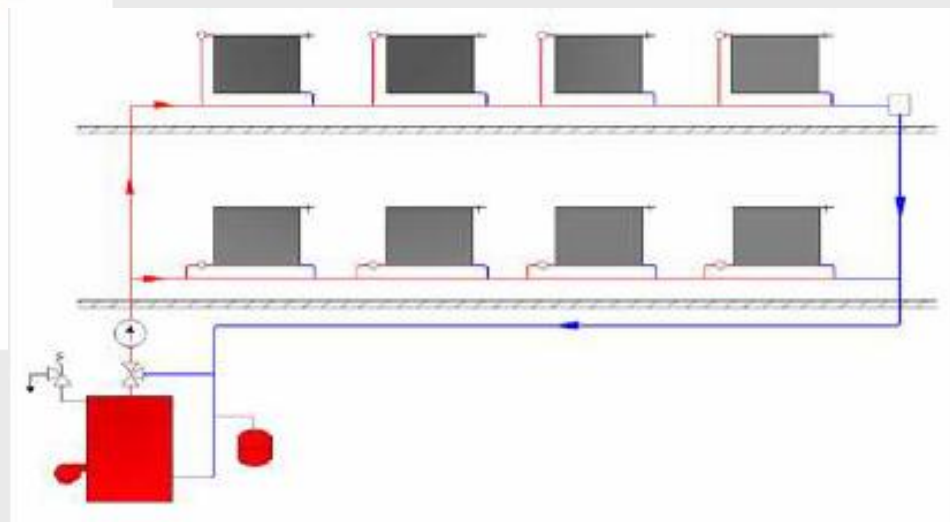
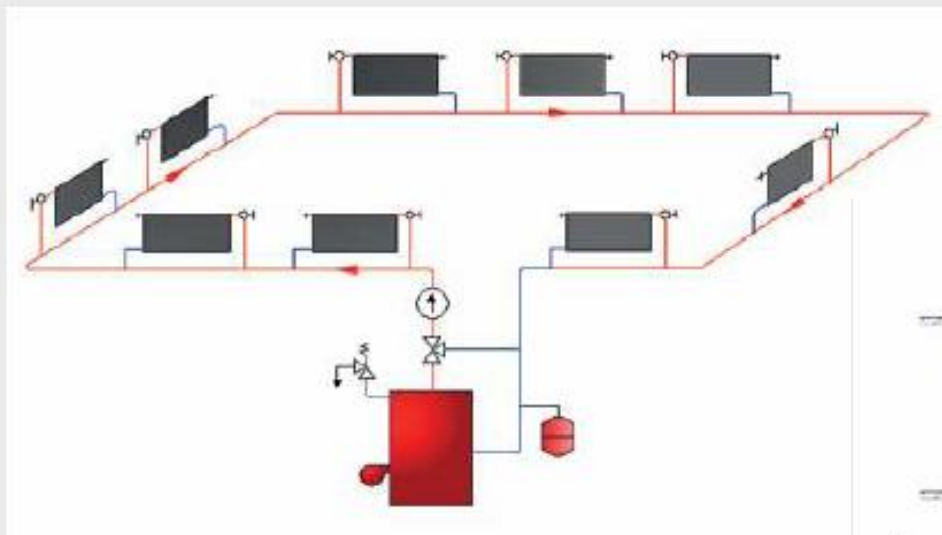
2. Цевна мрежа	
Неизолована цевна мрежа унутар термичког омотача зграде	0,95
Изолована цевна мрежа у делу негрејаног простора зграде	0,98
Предизоловане цеви топоводне мреже даљинског грејања	0,88 – 0,92

Двоцевни систем





Једноцевни систем



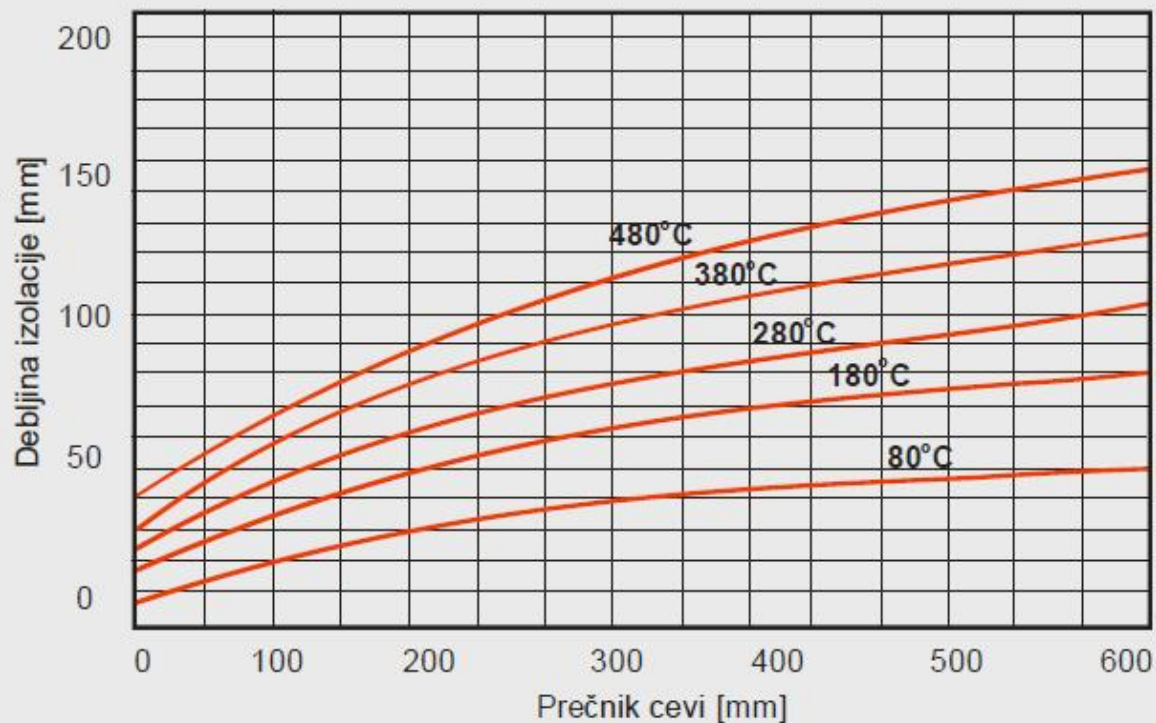
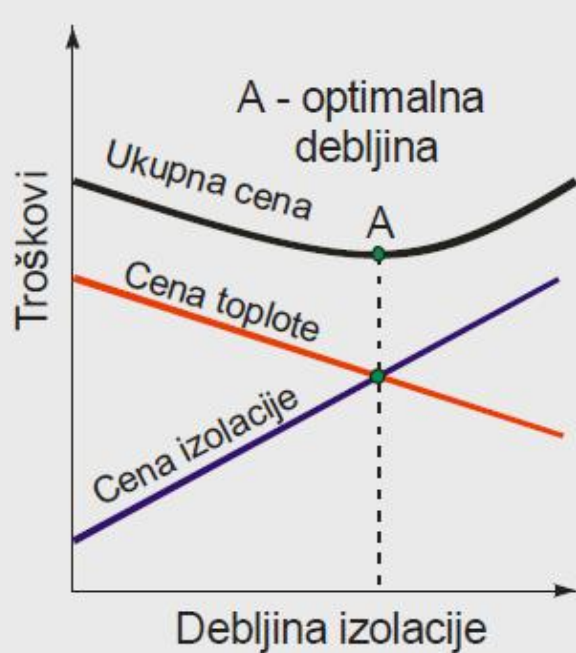


Изолација цевовода

- Задатак изолације је да се губици топлоте сведу на минималне вредности или да се из других разлога ограничи површинска температура цеви. Уграђује се на котловима, резервоарима топле воде, цевоводима, арматури, размењивачима топлоте и уређајима смештеним у негрејаним просторима.
- Димензионисање дебљине изолације може бити извршено по различитим критеријумима:
 - да се оствари економски оптимално снабдевање топлотом (улагања у изолацију требају бити оправдана уштедом на топлоти у току времену рада постројења),
 - да се осигура промена температуре грејног флуида у одговарајућим границама,
 - да се ограничи утицај на околину (нпр. ограничено зрачење, ограничена површинска температура - додир).



Оптимална дебљина изолације





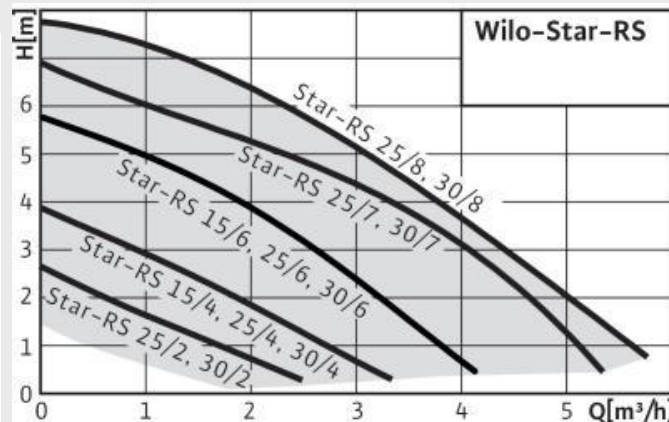
Оптимална дебљина изолације

Економски оправдане дебљине изолације за цеви

Навојне челичне цеви	-	-	DN10	DN15	DN20	-	DN25	DN32	-	DN40	
Шавне челичне цеви	-	-	-	-	-	DN25	-	DN32	-	DN40	
Бакарне цеви*	12	15	18	22	-	28	35	-	44	-	
ПОТРЕБНА ДЕБЉИНА ИЗОЛАЦИЈЕ ЦЕВИ y [mm]											
Топлотна проводљивост λ [W/mK]	0.025	10	11	11	11	12	17	18	18	23	24
	0.030	15	15	15	15	15	23	23	24	31	31
	0.035	20	20	20	20	20	30	30	30	40	40
	0.040	27	27	26	26	25	38	38	38	51	50
	0.045	36	35	34	33	30	49	47	47	63	69
	0.050	48	45	43	41	39	61	59	57	78	77

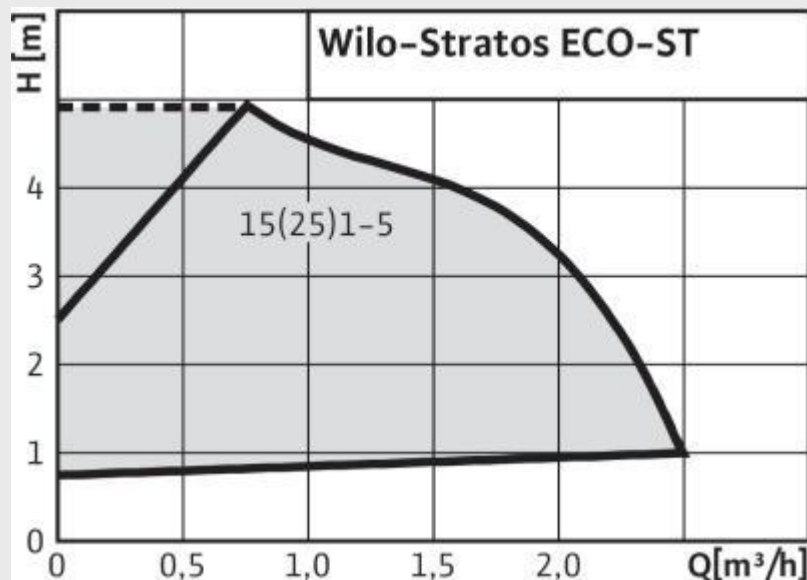
Циркулациона пумпа

- Циркулациона пумпа има задатак да обезбеди циркулацију у грејном кругу (котао – цевовод – грејно тело)
- Проток пумпе је одређен на основу снаге система и температурног режима
- Напор пумпе зависи од пада притиска у котлу, цевној мрежи и грејним телима



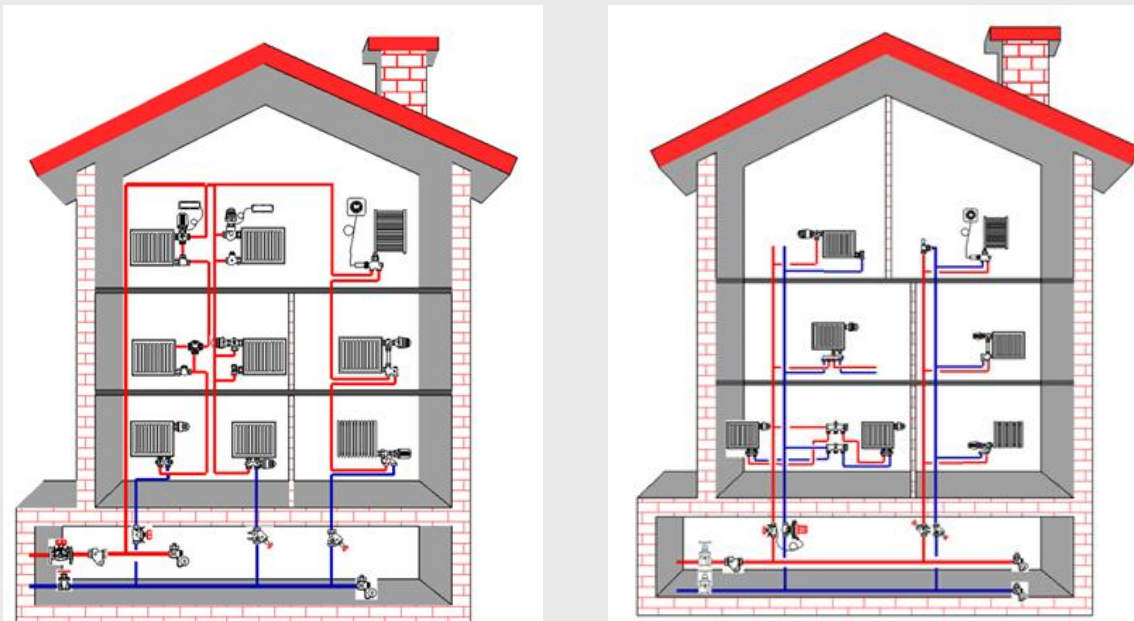
Циркулациона пумпа

- Циркулациона пумпа са аутоматским прилагођавањем снаге



Регулација протока

- Балансирање цевне мреже – регулација протока у свим гранама цевне мреже и у сваком грејном телу има задатак да инсталација обезбеди квалитетан рад – пројектоване вредности протока



3. Систем регулације

Начин регулације	са поделом на зоне	без поделе на зоне
Аутоматска централна и локална регулација	1,0	0,95
Аутоматска централна регулација	0,95	0,92
Ручна централна регулација	0,92	0,90



Арматура у системима централног грејања

- У зависности од функције коју треба да обавља у систему, постоји следећа подела арматуре:
- *запорна* (има функцију отварања и затварања, тј. поставља се у положај отворено/затворено;
- *балансна* (има функцију при балансирању система приликом пуштања у рад)
- *регулациона* (има функцију регулације топлотног учинка током грејне сезоне) и
- *сигурносна* (има заштитну функцију – обично штити елементе система од превисоког притиска).

Арматура у системима централног грејања



- Запорни вентил



- Регулациони вентил



- Вентил сигурности



- Балансни вентил

Арматура у системима централног грејања

Радијаторски вентил са термостатском главом - принцип рада

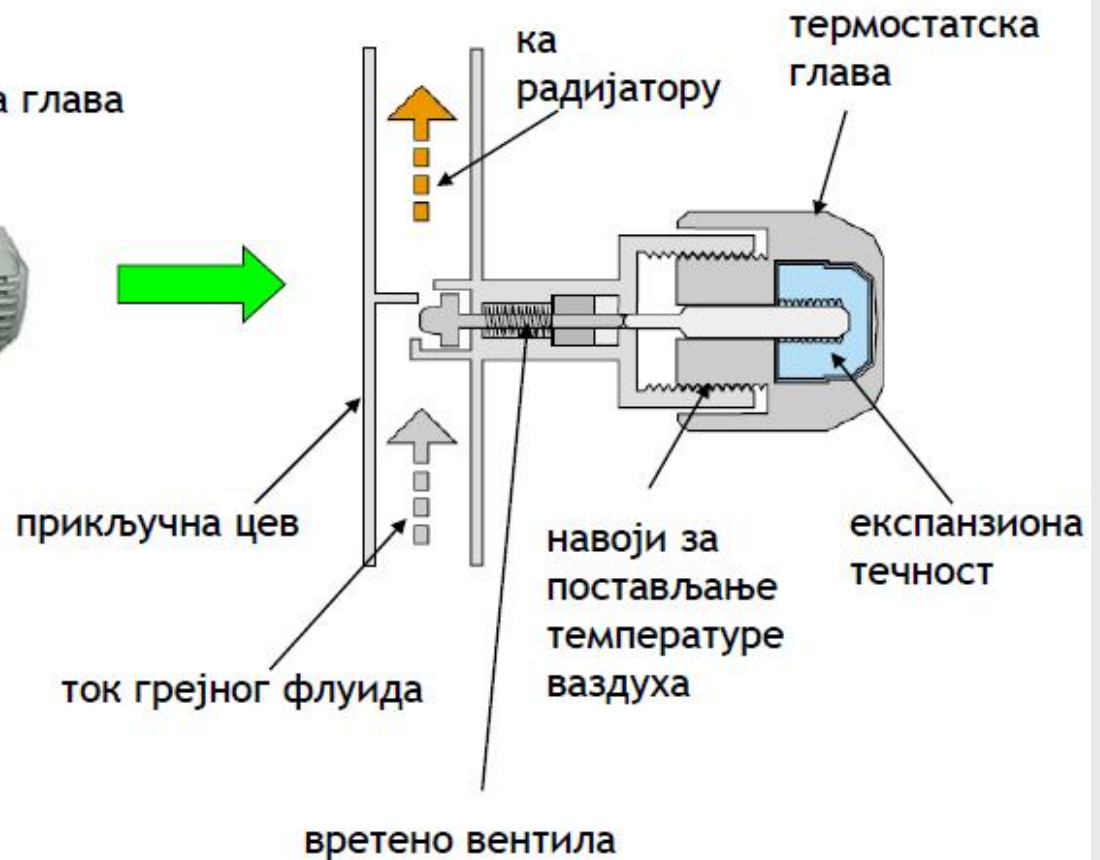
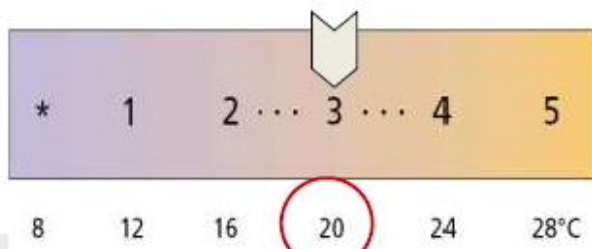
тело вентила



термостатска глава



Положаји на глави вентила и одговарајућа поставна вредност температуре ваздуха у просторији





Грејна тела

- Грејно тело има основни задатак да одаје топлоту и да загрева просторију (зрачење и конвекција)
- Критеријуми за оцену квалитет грејног тела су:
 - Функционалност
 - Економичност
 - Хигијенски услови
 - Естетика
 - Безбедност
 - Екологија



Грејна тела

- Радијатори
- Цевни регистри
- Конвектори
- Грејни панели

Грејна тела

- Радијатори



Ливени чланкасти



Алуминијумски чланкасти

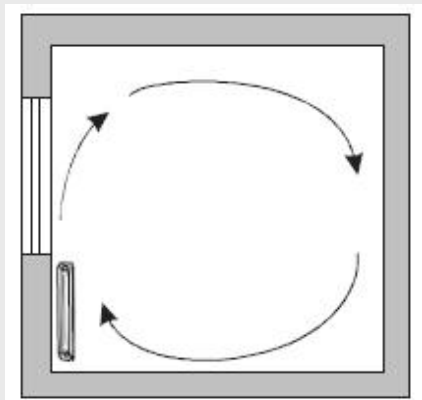


Челични панелни

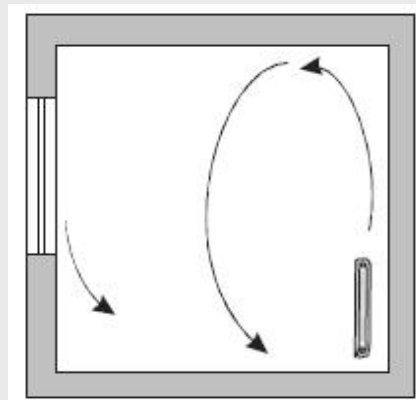
Температурни режим 90/70°C,

Грејна тела

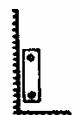

Постављање радијатора



испод прозора



уз спољни зид

VRSTA ZAKLO- NA														
		a												
OTVORI u cm		4	8	10	4	8	10	26	22	18	a = 13	a ≥ 10	b = 0,8a	b = 0,8a c = 1,5a
%	100	95	97	98	89	93	94	88	87	81	60 - 80	85	110	100

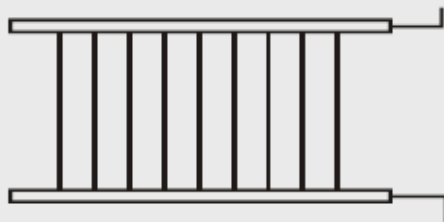
заклони

Грејна тела

- **Цевни регистри**
- **Цевна грејна тела** су састављена од више редова цеви, које су слободно изложене собном ваздуху. Користе у просторијама које имају мале губитке топлоте, ако што су купатила, тоалети, ходници, блокиране просторије...



Цевна змија



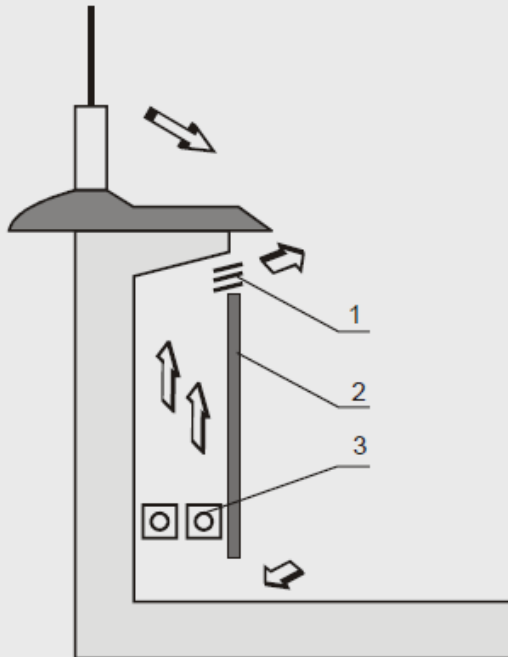
Цевни регисар



Цевни регисар

Грејна тела

- **Конвектори** су ламеласте загрејачи ваздуха који се израђују од оребрених цеви. Сам загрејач ваздуха је смештен у посебно кућиштекоје је конструисано тако да поспешује природну конвекцију

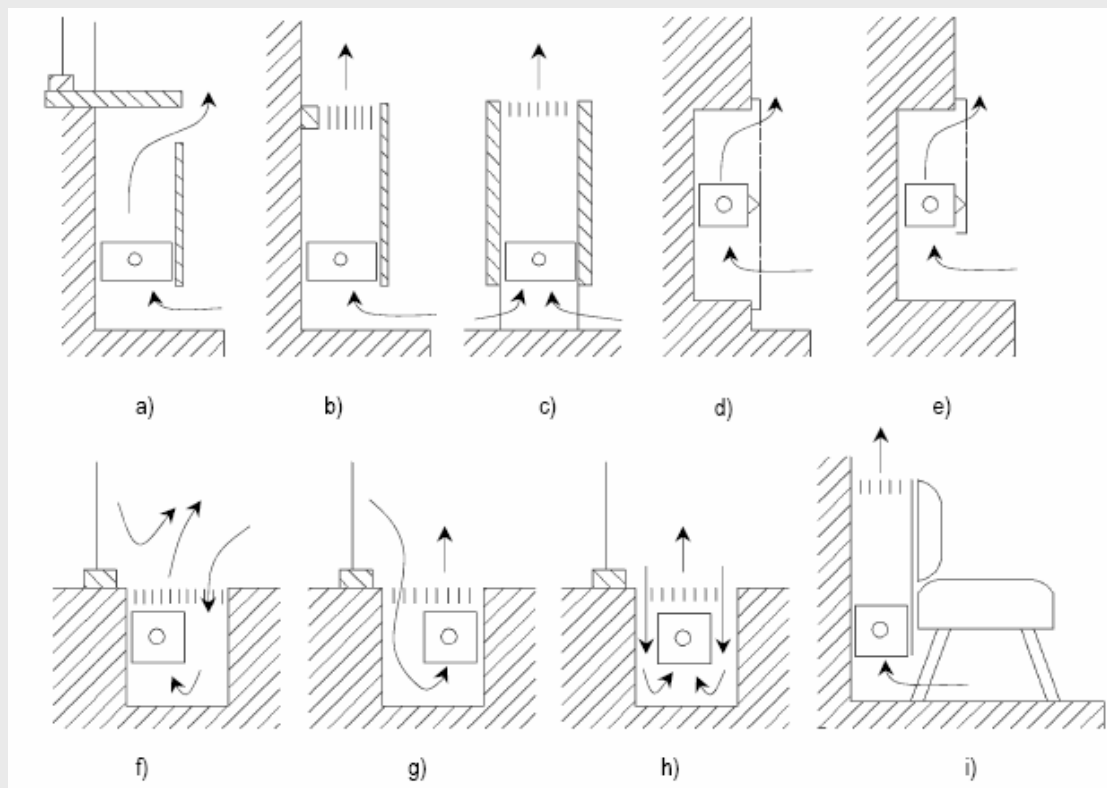


Елементи конвектора

1. Канал за струјање ваздуха са жалузинама и успостављање узгонског ефекта
2. Кућиште конвектора
3. Конвекторско тело – загрејач ваздуха израђен од оребрених цеви

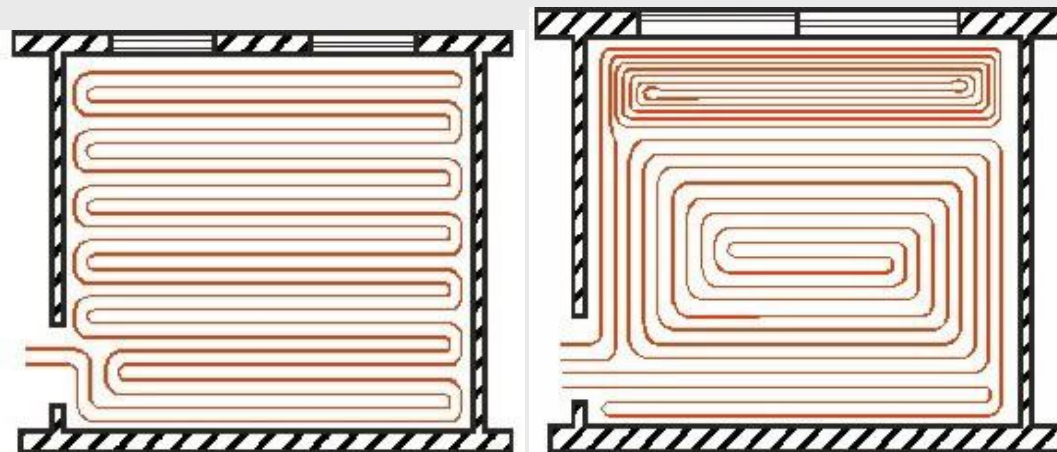
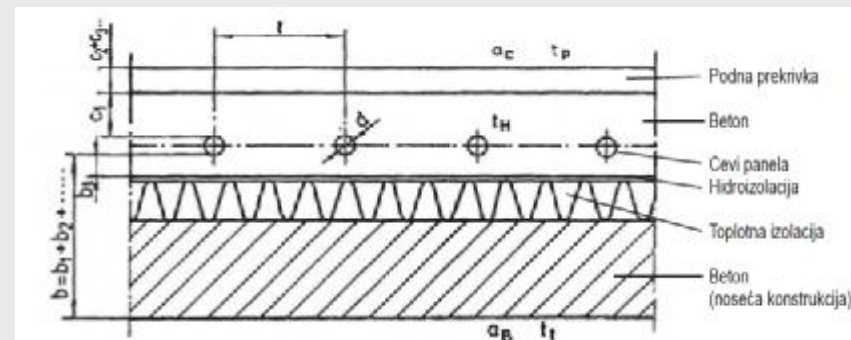
Грејна тела

- Могући начини постављања конвектора: а) испод прозора; б) поред зида; в) слободно постављен; д), е) уграђен у зиду; ф), г), х) у поду; и) иза клупе



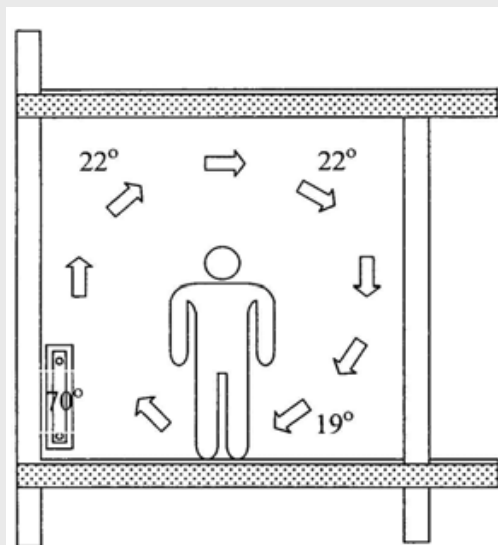
Грејна тела

- Панелна грејна тела се састоје од неоребраних цевних змија (најчешће пластичне цеви) постављених у грађевинску конструкцију просторије – подни, плафонски и зидни панели

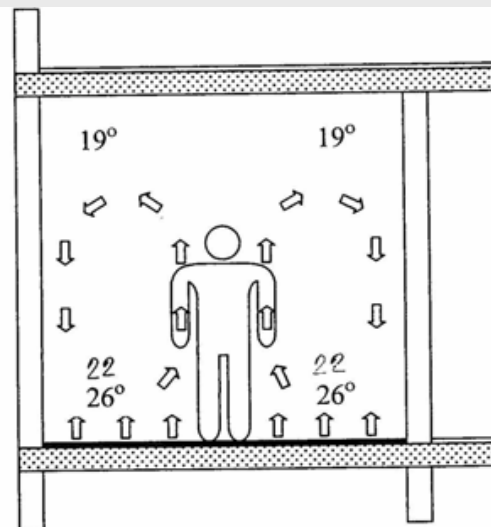


Грејна тела

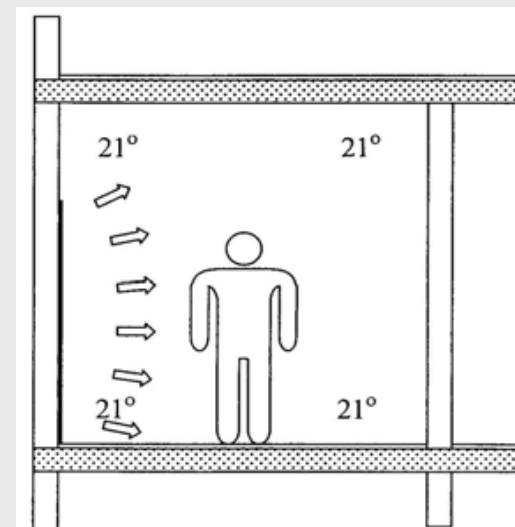
Распоред температуре по запремини просторије



радијаторско грејање



подно грејање



зидно грејање

Уобичајени температурски режим воде: 45/40°C, 40/35°C



Грејна тела

Предности панелног грејања у односу на радијаторско грејање:

- Повољнија расподела температура по запремини просторије (подно грејање).
- Повољнији услови угодности за боравак људи због ниско-температурског зрачења.
- Нема подизање прашине.
- Могућност коришћења алтернативних извора енергије (ОИЕ – соларне и геотермалне).
- Нижа температура ваздуха за исте услове угодности – уштеда енергије.
- Нема видних грејних тела у просторији – нема нарушавања ентеријера.
- Могућност коришћења за хлађење током лета (плафонски панели).

Недостаци панелног грејања у односу на радијаторско грејање:

- Инертан систем, па је отежана регулација.
- Високи инвестициони трошкови, уколико се инсталција не изводи током грађења објекта.
- Велика материјална штета уколико дође до пуцања цеви.



Утицај температуре грејног флуида на ТОПЛОТНИ УЧИНАК

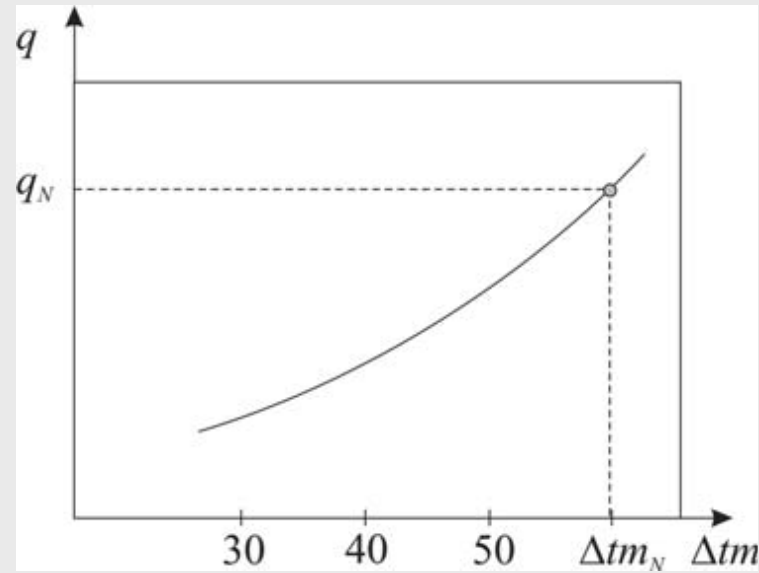
- Када су у питању системи топоводног грејања избор *температурског режима* је јако битан са аспекта услова угодности, тоplotног учинка грејних тела и економичности постројења.
- Захтеви за постизање одговарајућих хигијенских и услова угодности и извођење економичног постројења често су у супротности, па је потребно наћи компромис, тј. оптимално решење.
- Пoviшење температуре грејног флуида неповољно је са аспекта услова угодности, јер висока температура грејног тела мале површине изазива непријатан осећај доводећи до “асиметричног зрачења”, узрокује ојачано струјање ваздуха и подизање прашине у просторији, а такође може доћи до сагоревања начистоћа на површини грејног тела и стварања непријатних мириса.
- С друге стране, висока температура грејног тела значи мању потребну површину (мањи број чланака радијатора) за исти грејни учинак, што резултује нижом ценом постројења (нижи инвестициони трошкови).



Утицај температуре грејног флуида на ТОПЛОТНИ УЧИНАК

$$\Delta\theta_m = \frac{\theta_{\text{vaz}} + \Delta\theta_{\text{pov}}}{2} - \theta_{\text{vaz}}$$

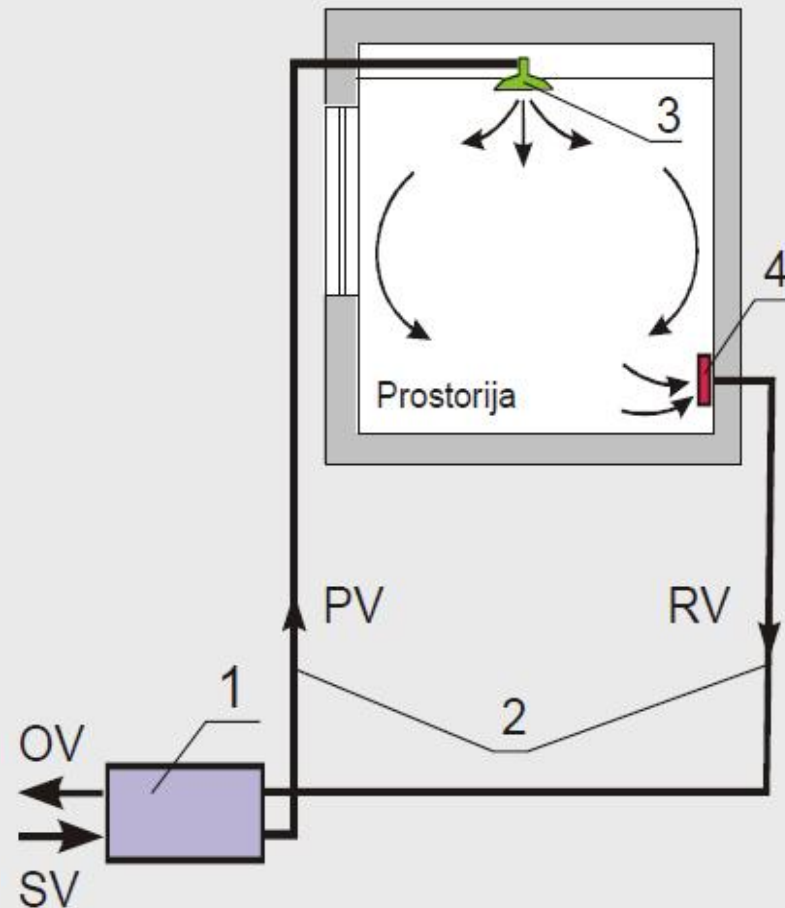
$$q = q_N \left(\frac{\Delta\theta_m}{60} \right)^m$$



Vrsta grejnog tela		<i>m</i>
Člankasta grejna tela	Liveni radijatori	4/3
	Aluminijumski radijatori	1,25 – 1,33
Cevna grejna tela (cevni registri)		1,25
Konvektori		1,35 – 1,45

Ваздушни системи грејања и вентилације

1. КЛИМА КОМОРА – централни уређај за припрему ваздуха за климатизацију; припремљен ваздух у клима комори има одговарајуће параметре који одговарају потребама климатизованог простора у сваком тренутку
2. ДИСТРИБУЦИЈА ВАЗДУХА (или каналска мрежа која служи да се припремљени ваздух разведе од клима коморе до просторија и да се обезбеди повратак ваздуха назад до коморе и/или његово избацавање у околину
3. ДИСТРИБУТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ (АНЕМОСТАТИ, РЕШЕТКЕ, ДИФУЗОРИ, МЛАЗНИЦЕ - чија је функција убацавање и правилна расподела припремљеног ваздуха по просторији; такође постоје и одговарајући елементи за извлачење ваздуха из просторије)





Клима комора

- Клима коморе су намењене за централну припрему ваздуха и омогућавају све основне функције везане за обраду ваздуха:
 - Грејање
 - Хлађење
 - Филтрирање
 - Влажење
 - Сушење
 - Рекуперацију
 - циркулацију



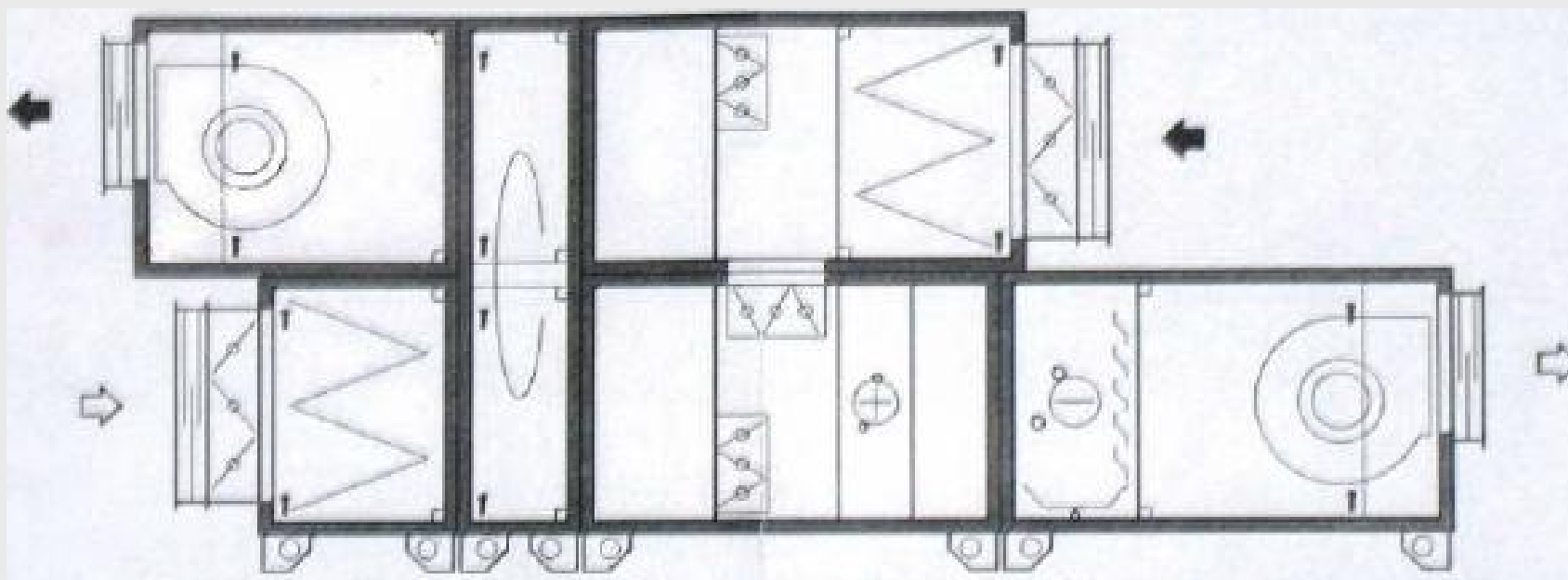
Клима комора



- изоловани канали
- одсисни вентилатор
- ротациони размењивач
- грејач
- хладњак
- филтерска секција
- потисни вентилатор

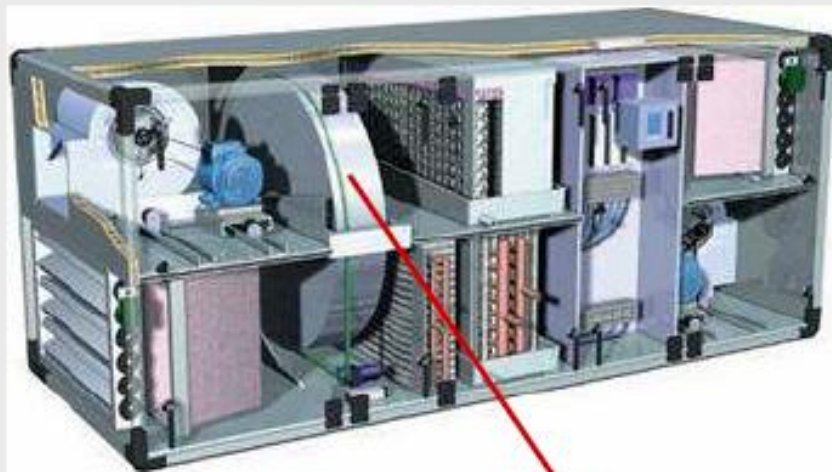


Клима комора





Коришћење топлоте отпадног ваздуха



Ротациони
регенеративни
размењивач
топлоте са
"сањастом" испуном
 $\eta = 0,8 - 0,9$



Плочаста унакрсни
рекуперативни
размењивач
топлоте
 $\eta = 0,7 - 0,75$





Канали за развод ваздуха

- Израђују се од
 - Челичног лима
 - Поцинкованог лима
 - Алуминијумског лима
 - Бетона
 - Синтетичких материјала
 - Флексиилних цеви
- Морају да испуне следеће услове
 - Да су са унутрашње стране глатки
 - Да се лако чисте
 - Да су трајни
 - Да нису хигроскопни



Елементи за дистрибуцију ваздуха



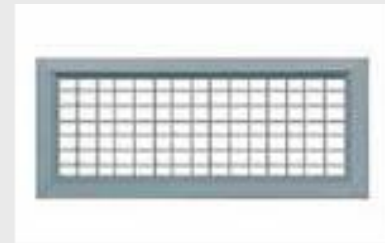
Квадратни анемостат



Кружни анемостат



Анемостат са
кутијом



Дворедна зидна
решетка



Плафонска решетка



Линијски дифузор



Вртложни дифузор



Подна решетка

У зависности од геометрије просторије, положаја места за убацивање и извлачење (одсисавање) ваздуха и жељене струјне слике пројектант бира одговарајуће елементе.



Минимални технички захтеви за системе грејања

Члан 13.

- Системе централног грејања пројектовати и изводити тако да буде омогућена централна и локална регулација и мерење потрошње енергије за грејање.
- Котлове и цевну мрежу система централног грејања пројектовати и изводити тако да степен корисности одговара вредностима датим у Прилогу 6, који је саставни део овог правилника.
- Циркулационе пумпе разгранатих система, код којих се примењује квантитативна регулација, опремити контролером броја обртаја повезаним са системом контроле према стварним захтевима простора.



Минимални технички захтеви за системе механичке припреме ваздуха

Члан 14.

- Системе механичке припреме ваздуха пројектовати и изводити тако да буде омогућено коришћење топлоте отпадног ваздуха.
- Систем вештачког довода ваздуха пројектовати и изводити са могућношћу промене количине свежег ваздуха према стварним захтевима простора, са ограничењем минимума потребног за вентилацију у складу са наменом просторије.
- За централну вентилацију зграда могу се користити реверзибилне топлотне пумпе за грејање простора зими и за делимично хлађење лети.
- Канале за усис свежег ваздуха пројектовати и изводити са изолацијом од усиса до уласка у клима комору, у сврху отклањања ефекта топлотног моста и топлотних губитака.
- Канали за дистрибуцију припремљеног ваздуха пројектовати и изводити са изолацијом у делу зграде који није климатизован, као и све делове каналске мреже где може доћи до кондензације влаге из околног ваздуха.
- Дозвољена је уградња расхладних агрегата са ефикасношћу једнаком или већом од вредности садржаних у Прилогу 7.
- Ваздушне климатизационе уређаје пројектовати и изводити тако да могу да користе природно хлађење, са адијабатском контролом.



Минимални технички захтеви за системе припреме СТВ

Члан 15.

- У зграде се уграђују топлотно изоловани резервоари у грејним системима или системима за топлу воду који испуњавају захтеве утврђене српским стандардом SRPS EN 15332.
- Разводна мрежа топле воде мора бити уграђена унутар термичког омотача зграде, по правилу смештена у инсталационом каналу и изолована у складу захтевима датим у Прилогу 6.