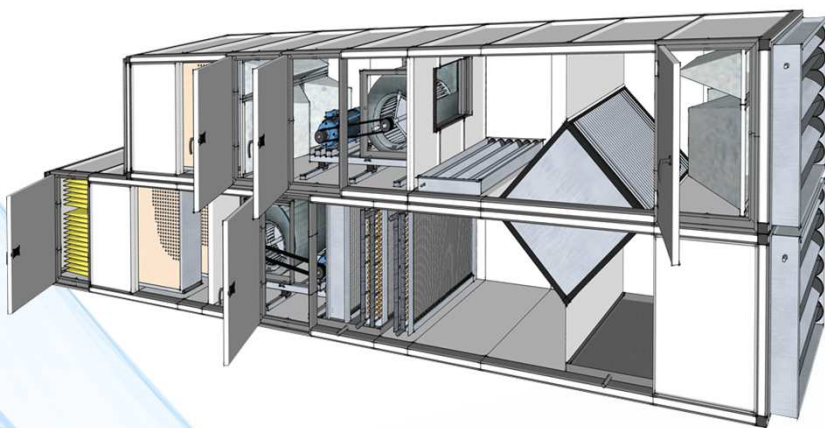


# ТЕРМОТЕХНИКА



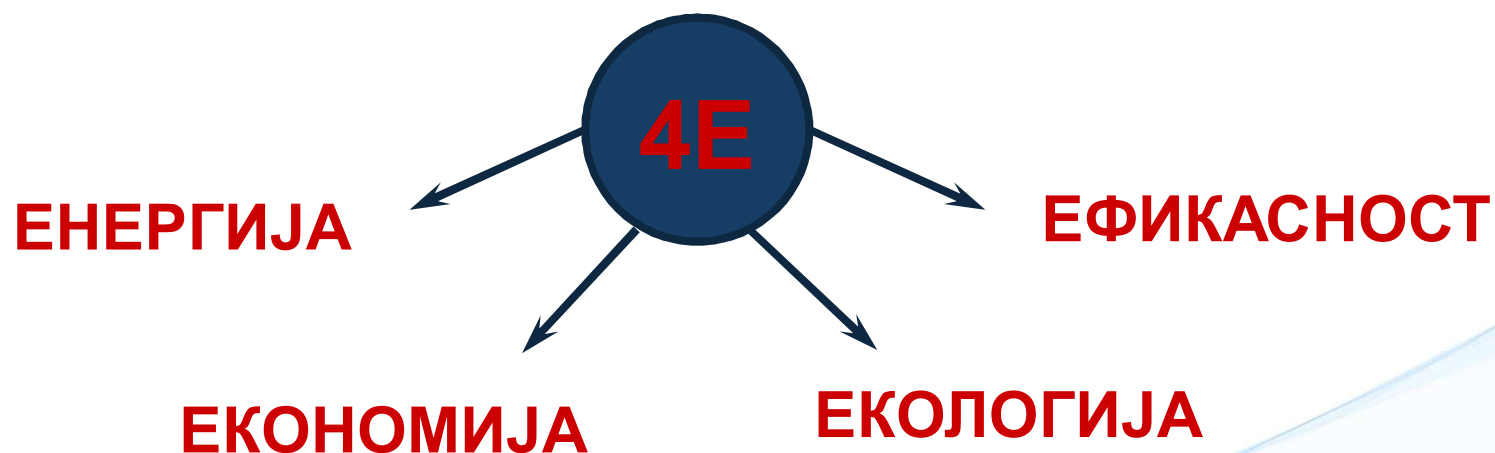
Грејање, хлађење, топлотне пумпе, вентилација,  
климатизација, котловска постројења,  
термоелектране



Област термотехнике је врло широка

**Примена топлоте у техници:**

грејања, хлађења и климатизације



Потрошња енергије- енергетска ефикасност

Производња енергије

- за хлађење (искључиво у нашој надлежности)
- нискотемпературска енергетика (производња топлоте у КО и ТО)
- производња топлоте у великим енерганама

## **Фундаментални предмети:**

Термодинамика

Механика флуида

Преношење топлоте

## **Стручни предмети:**

Расхладна техника, топлотне пумпе

Котловска постројења, термоелектране

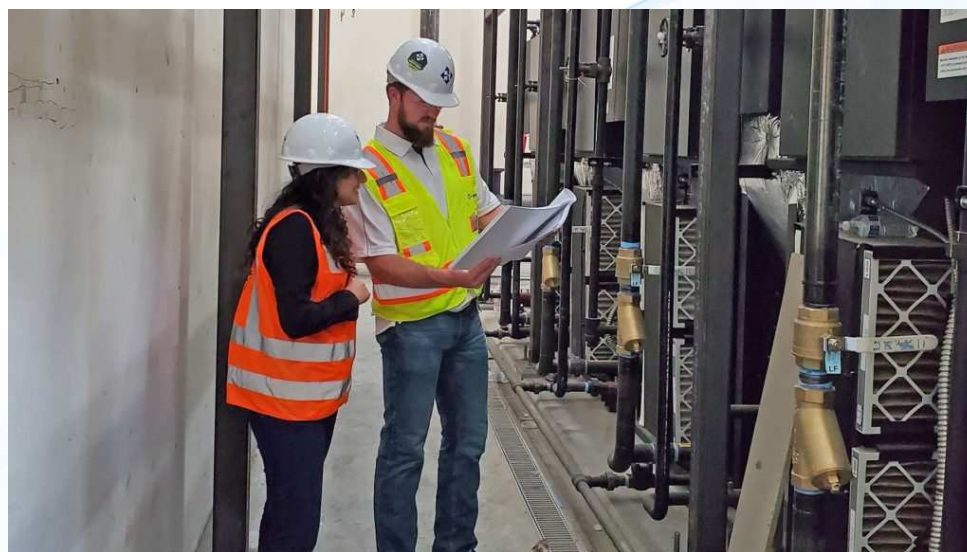
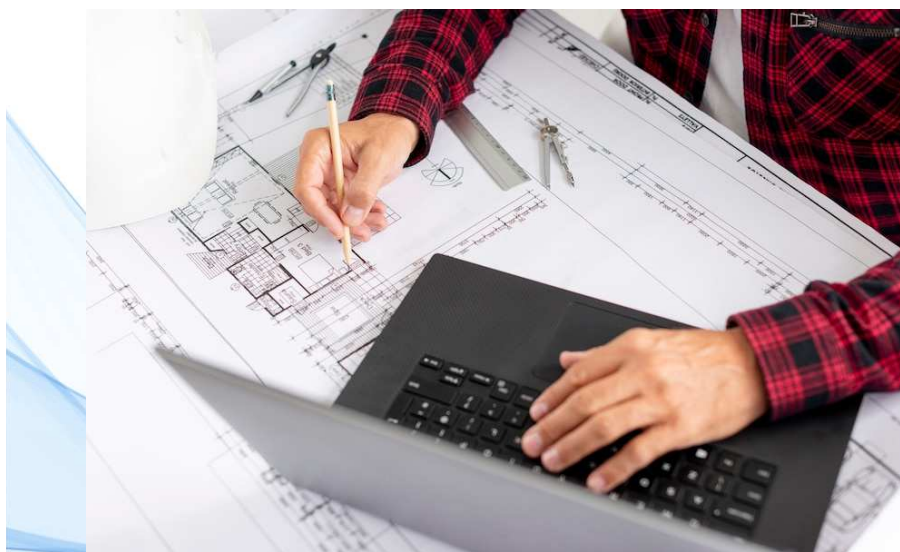
Грејање, проветравање, климатизација

1. година		2. година	
1.	2.	3.	4.
Елементи и опрема парних котлова	Процеси у парним котловима	Термоелектране и топлане	Стручна пракса М - ТТА
Компоненте расхладних уређаја	Расхладна постројења	Топлотне пумпе	Дипломски (М. Sc.) рад
Механика флуида М	Основе технике климатизације	Системи вентилације и климатизације	
Термодинамика М	<ul style="list-style-type: none"> <li>Цевни водови</li> <li>Сагоревање М</li> <li>Техника мерења и сензори</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Енергетска сертификација зграда</li> <li>Енергетска ефикасност у зградама М</li> <li>Екологија сагоревања</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Системи централног грејања</li> <li>Преношење топлоте и супстанције</li> <li>Пумпе и вентилатори</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Преношење топлоте</li> <li>Топлотне турбомашине</li> <li>Динамика гасова</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Соларна енергија</li> <li>Пумпе и вентилатори</li> <li>Размењивачи топлоте</li> <li>Интелигентне зграде</li> </ul>	



# ГДЕ РАДЕ ИНЖЕЊЕРИ ТЕРМОТЕХНИКЕ?

- Производња КГХ уређаја
- Пројектовање
- Извођење (нове зграде, реконструкције)



# ГДЕ РАДЕ ИНЖЕЊЕРИ ТЕРМОТЕХНИКЕ?

- Одржавање система
- Топлане – даљинско грејање
- Термоелектране – производња електричне енергије
- Трговина – опрема и уређаји КГХ
- Образовање





# Студентске посете



- Фриком
- Daikin
- Danfoss
- Соко инжињеринг
- КГХ сајам

# Студентске посете



Trox



LG Академија



# Студентске посете



Обука CAD



Сајам Етаж

# Студентске посете

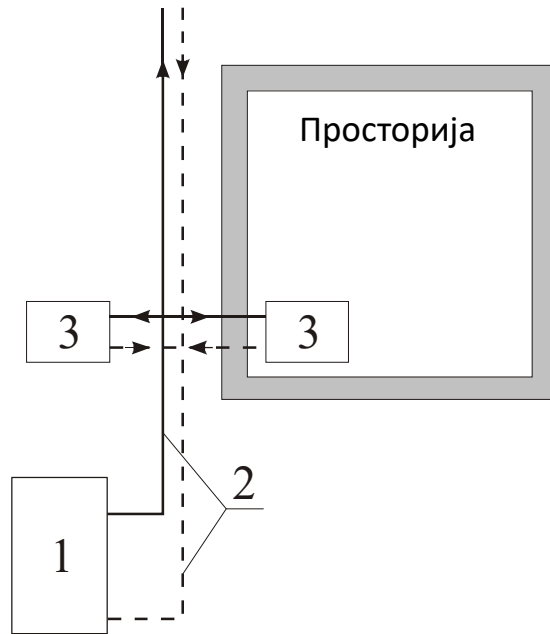




# Лабораторија за термотехнику



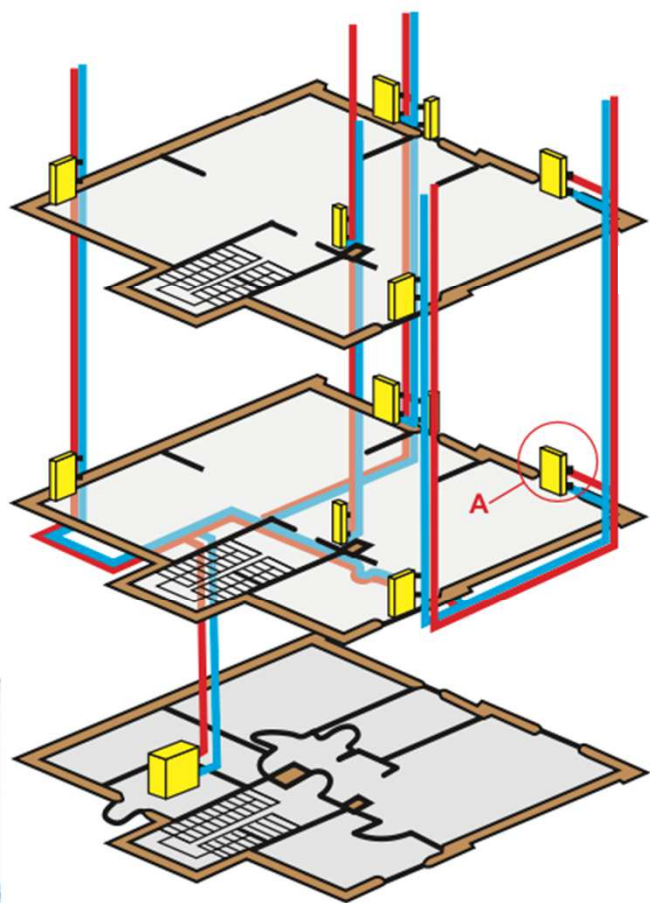
# СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛНОГ ГРЕЈАЊА



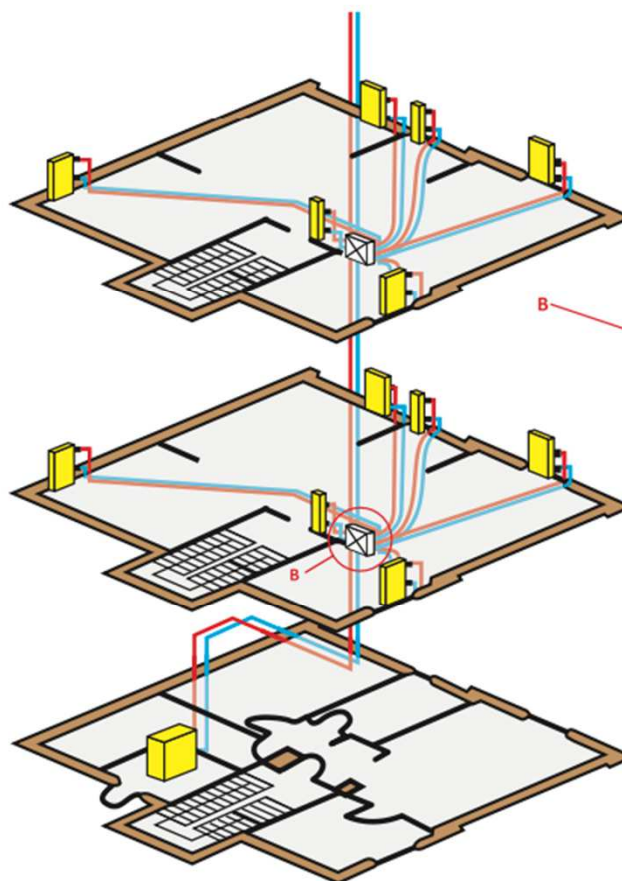
1. ИЗВОР ТОПЛОТЕ – котло на чврсто, течно или гасовито гориво, топлотна пумпа, размењивач у систему даљинског грејања
2. ДИСТРИБУЦИЈА ТОПЛОТЕ – цевна мрежа којом се грејни флуид разводи од извора топлоте до грејног тела и враћа назад до извора топлоте
3. ГРЕЈНА ТЕЛА – одавање топлоте и загревање просторије



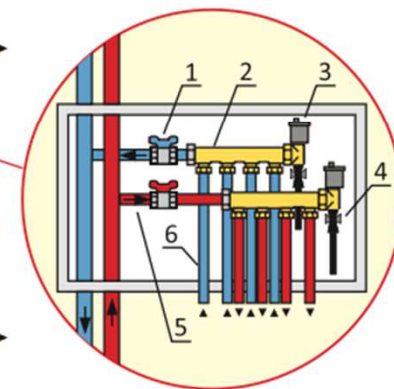
# СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛНОГ ГРЕЈАЊА



Двоцевни систем радијаторског грејања



Двоцевни "паук" систем грејања



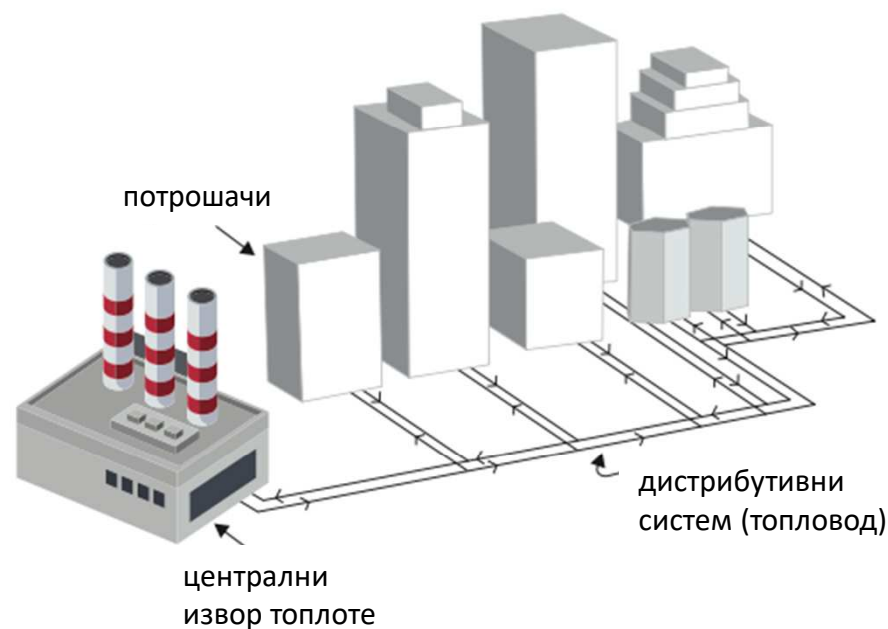
1. Запорни вентил
2. Сабирник
3. Аутоматски одзрачни вентил
4. Славина за одвод
5. Цев за прикључак на главну разводну цев
6. Повратна цев са грејног тела



# СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛНОГ ГРЕЈАЊА



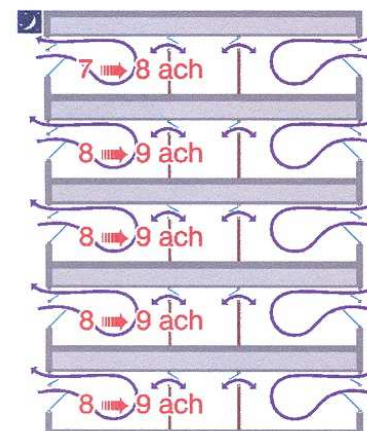
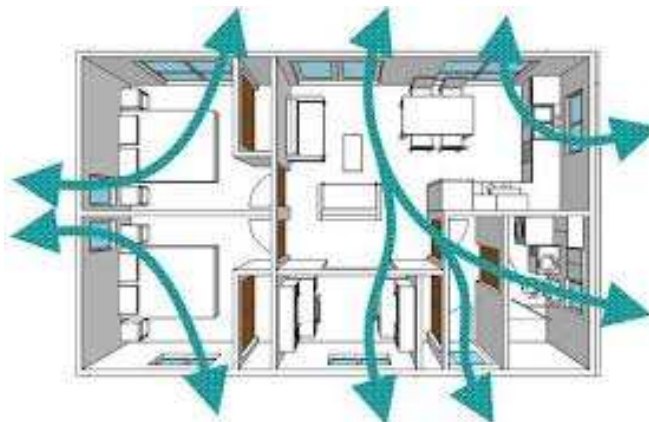
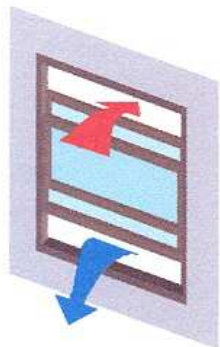
Подно грејање



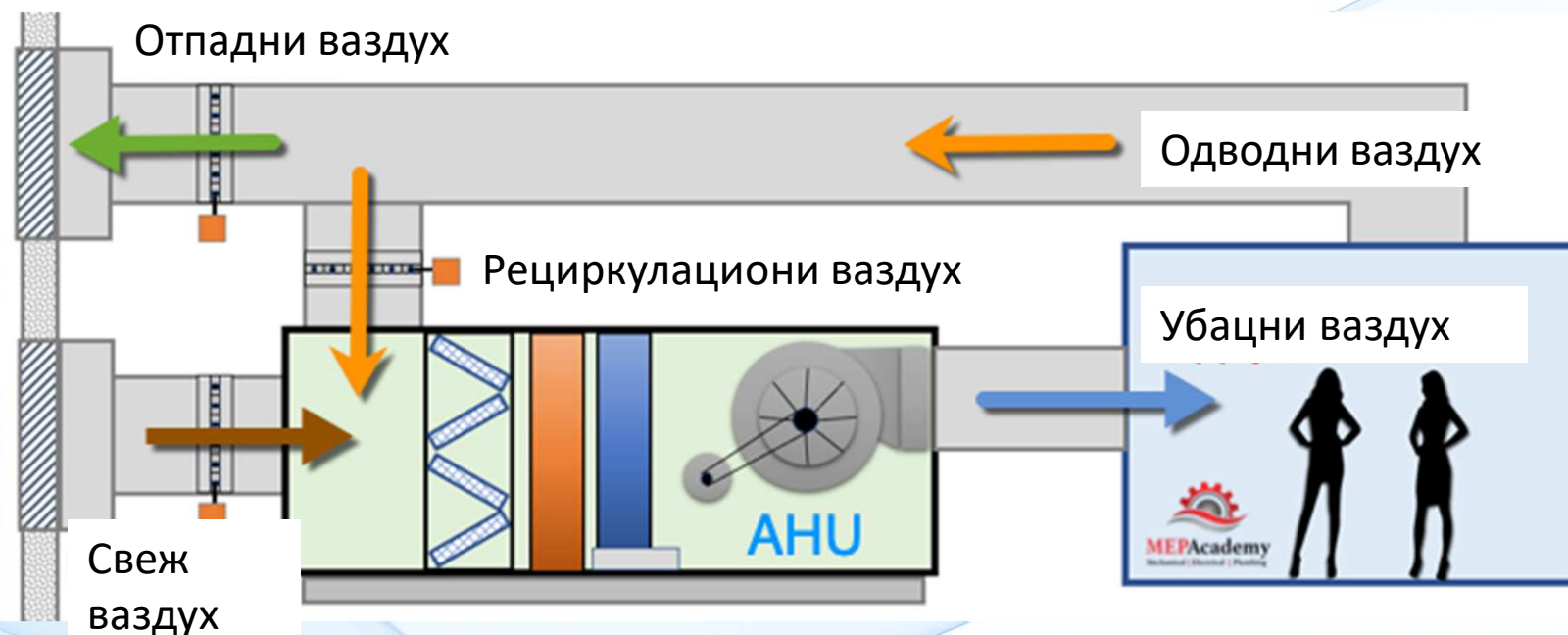
Даљинско грејање

# ПРОВЕТРАВАЊЕ И ВЕНТИЛАЦИЈА

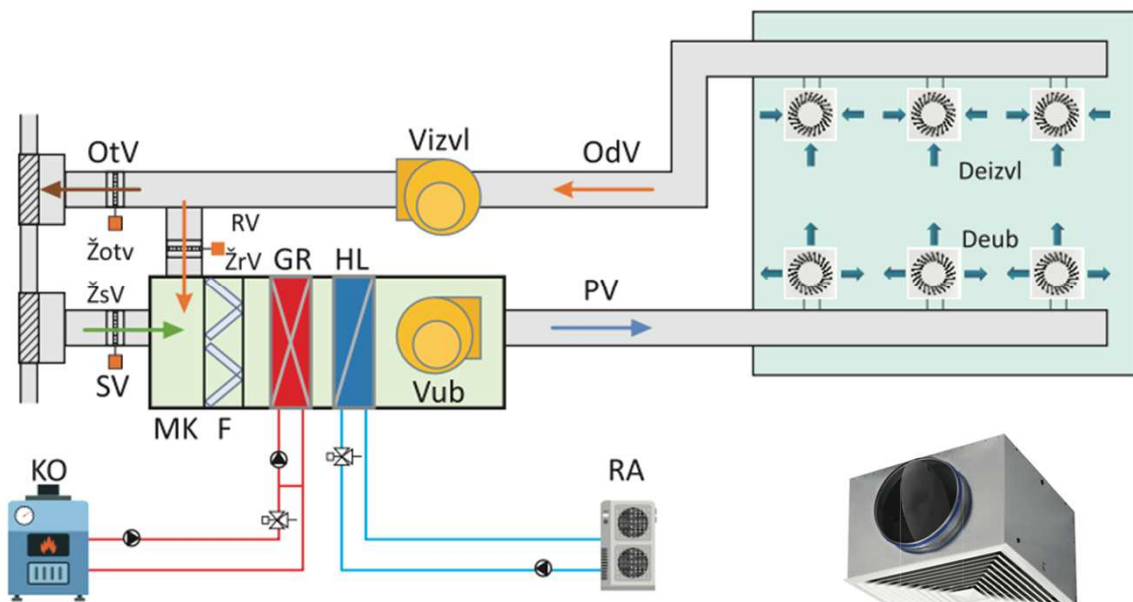
## ПРИРОДНА



## МЕХАНИЧКА



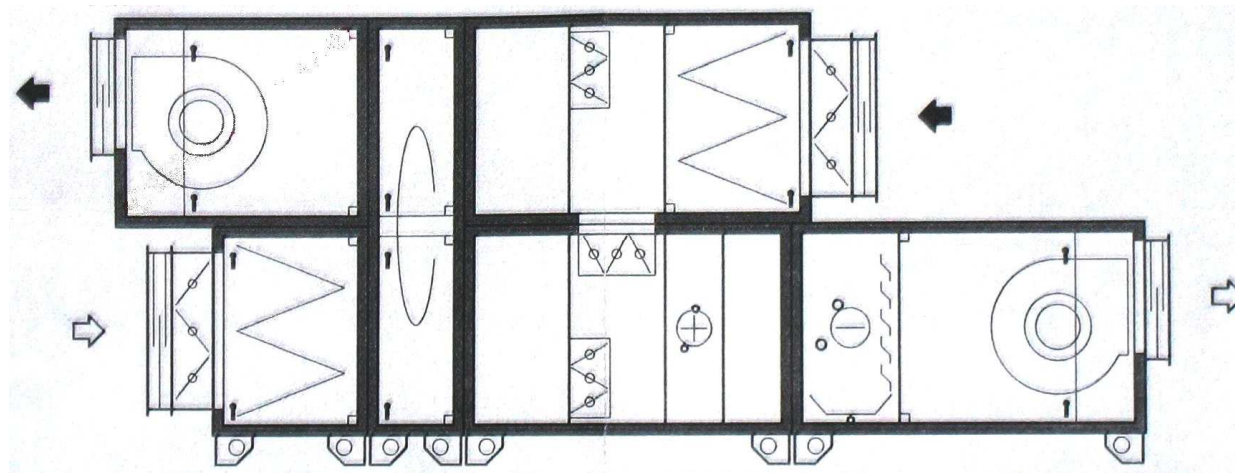
# КЛИМАТИЗАЦИЈА



1. **КЛИМА КОМОРА** – централни уређај за климатизацију – припремљен ваздух има одговарајуће параметре који одговарају потребама климатизованог простора у сваком тренутку
2. **ДИСТРИБУЦИЈА ВАЗДУХА** – 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 избацивање у околину
3. **ДИСТРИБУТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ** (анемостати, решетке, дифузори, млазнице) - убацивање и извлачење, као и правилна расподела припремљеног ваздуха по просторији



# КЛИМАТИЗАЦИЈА – изглед клима коморе



# Енергетска ефикасност

**КГХ системи** – неизоставан сегмент модерних зграда

## **Енергетска ефикасност и заштита животне средине**

- у свету је акценат на побољшање ЕЕ у свим сегментима
- зграде су један од највећих потрошања енергије - ЕЕ у грађевинским објектима је изузетно важна.
- спровођење мера и увођење законске регулативе на државном нивоу

## **Рационално коришћење и уштеда енергије у зградама:**

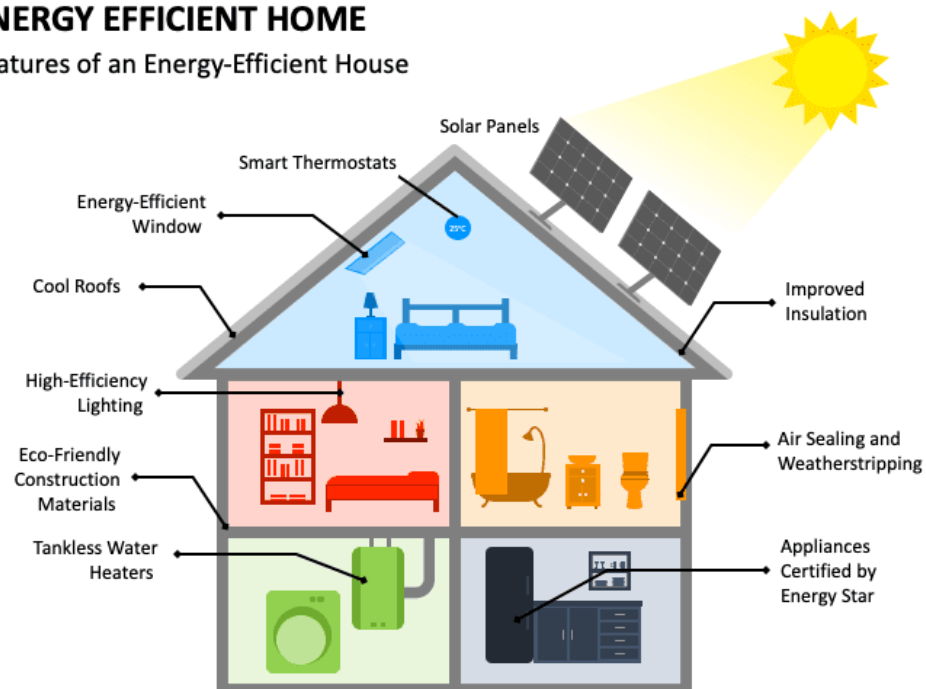
- мере побољшања карактеристика саме зграде (инвестиције)
- мере унапређења термотехничких инсталација (инвестиције)
- мере оптимизације рада постојећих система

# Најважнији утицајни параметри на потрошњу енергије у КГХ системима у зградама

1. Климатски фактори
2. Облик и величина зграде
3. Топлотна изолованост
4. Врста прозора  
(пропустљивост Сунчевог зрачења, заптивеност)

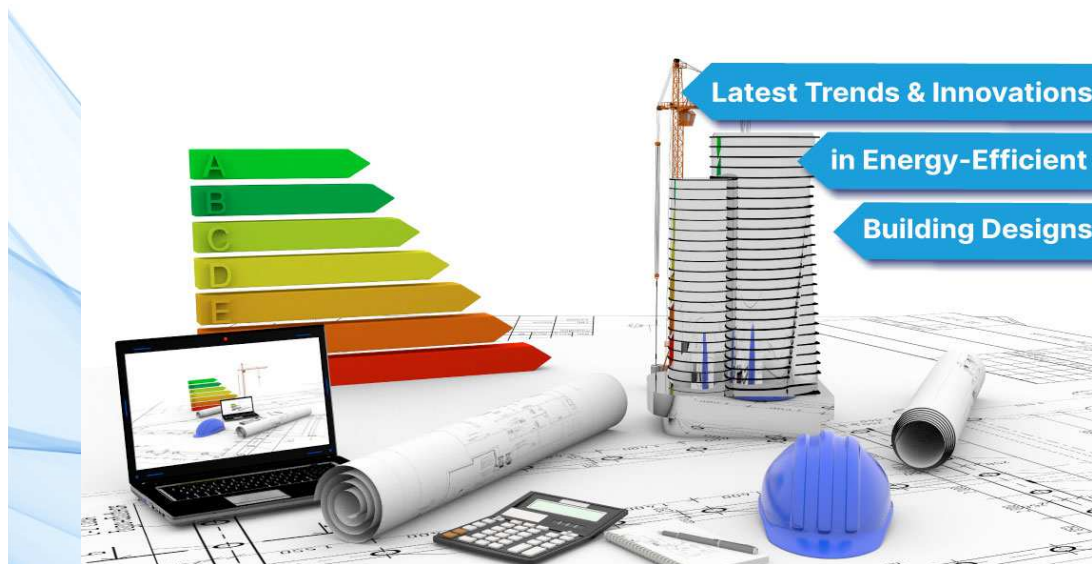
## ENERGY EFFICIENT HOME

Features of an Energy-Efficient House




# Најважнији утицајни параметри на потрошњу енергије у КГХ системима у зградама

5. Систем за грејање, вентилацију и климатизацију
6. Карактеристике опреме за КГХ
7. Регулисање
8. Одржавање
9. Експлоатација
10. Обрачун трошкова





# Енергетска ефикасност зграда

	<b>ЗГРАДА</b>		<input type="checkbox"/> нова	<input type="checkbox"/> постојећа
	Категорија зграде		1. Зграда са једним станом 2. Зграда са више станова	
	Место, адреса:			
	Катастарска парцела:			
	Власник/инвеститор/правни заступник:			
	Извођач:			
	Година изградње:			
	Година реконструкције/енергетске санације:			
	Нето површина $A_N$ [m <sup>2</sup> ]:			
	<b>Енергетски пасош за стамбене зграде</b>	Прорачун	$Q_{H,ind,rel}$ [%]	$Q_{H,ind}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
<b>A+</b>		≤ 15		<b>C</b>
<b>A</b>		≤ 25		
<b>B</b>		≤ 50		
<b>C</b>		≤ 100		
<b>D</b>		≤ 150		
<b>E</b>		≤ 200		
<b>F</b>		≤ 250		
<b>G</b>		> 250		
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош				
Овлашћена организација:				
Потпис овлашћеног лица и печат организације:				
(потпис) М.П.				
Одговорни инжењер:				
Потпис и печат одговорног инжењера ЕЕ:				
(потпис) М.П.				
Број пасоша:				
Датум издавања/рок важења:				

- Енергетска ефикасност у зградама М
- Енергетска сертификација зграда
- Предлози унапређења енергетске ефикасности и примена ОИЕ
- Израда елабората ЕЕ
- Израда енергетских пасоша

# Центар за обуку енергетских менаџера



- Постројење парног котла
- Постројење за компримовани ваздух
- Постројење са циркулационом пумпом





# ПАРНИ КОТЛОВИ И ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ

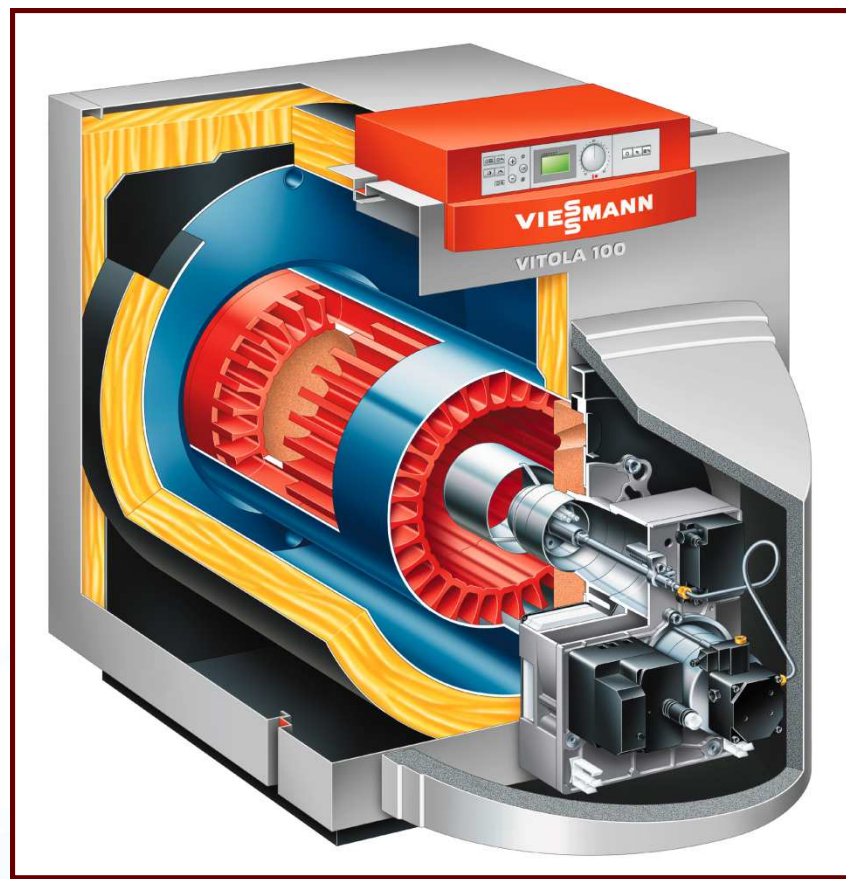
- У оквиру предмета Основе парних котлова изучава се подела котлова, као и конструкција грејних површина од којих се он састоји.
- Парни котло представља уређај у коме се топлотна енергија, добијена сагоревањем фосилног горива, посредством грејних површина предаје води која се у њему, на притиску вишем од атмосферског, загрева и испарава и чија се пара прегрева до одрађене температуре. Са термодинамичке тачке гледишта парни котло, односно његове грејне површине, представља размењивач топлоте.
- Честа подела котлова је према његовој намени.

## Топлификациони котлови

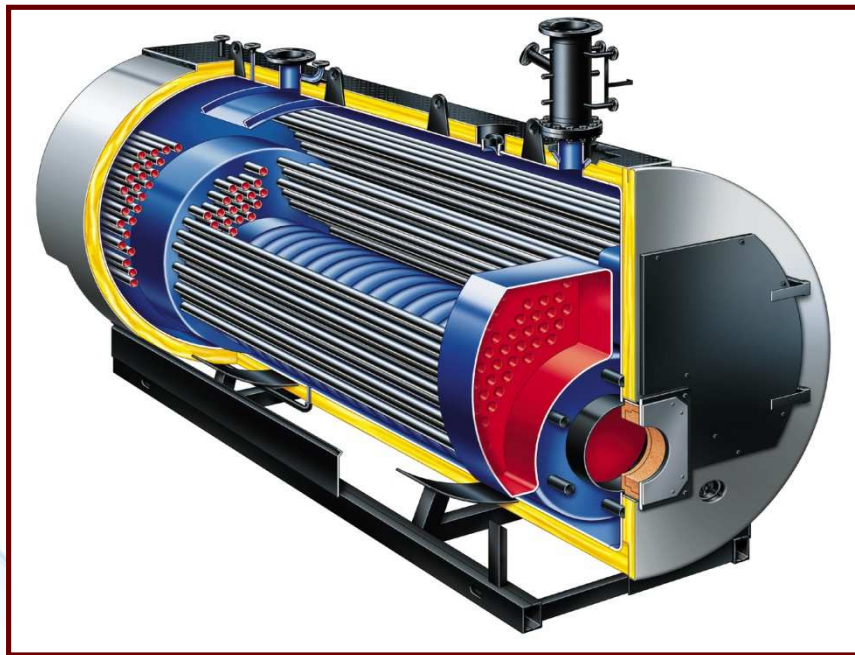
- **Топлификациони котлови** служе за производњу паре или загрејане воде у циљу грејања и производње санитарне топле воде за индивидуалне куће или станове, стамбене зграде, блокове или читава насеља.
- Топлификациони котлови мале снаге (до 40 kW) за сагоревање гасовитог или течног горива за грејање индивидуалних кућа или станова.



- Топлификациони котао снаге (од 18 до 63 kW) за сагоревање гасовитог или течног горива за грејање индивидуалних кућа или станова.



- Топлификациони котлови (до 17 MW) за производњу паре или загрејане воде у циљу грејања и производње санитарне топле воде за стамбене зграде, блокове или читава насеља, у постројењима која се називају топлане.



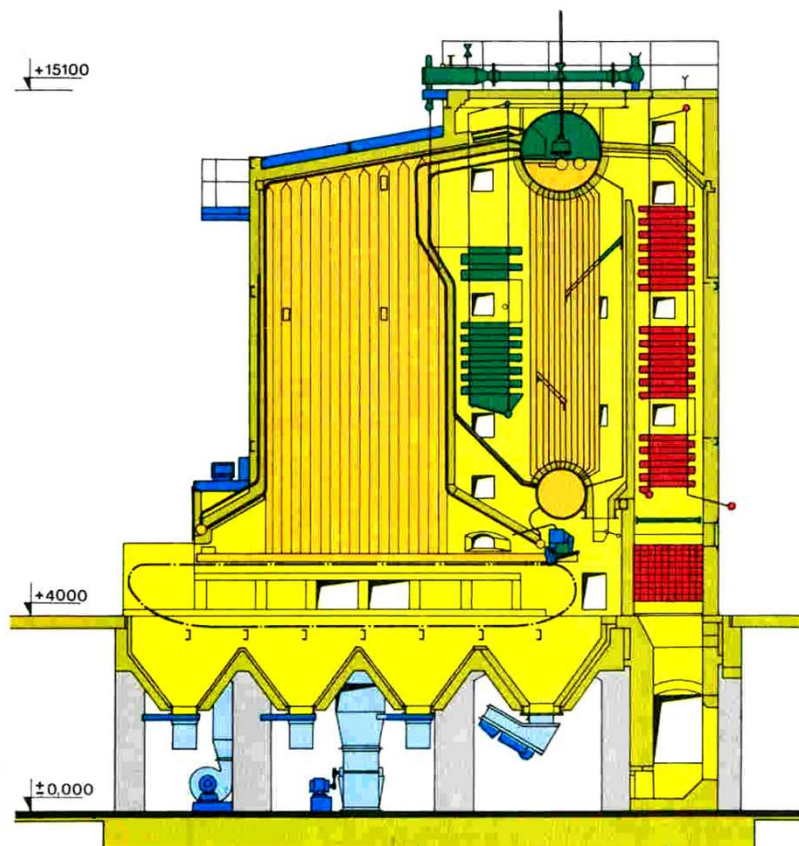


- Већу снагу топлане могуће је постићи уградњом већег броја цилиндричних котлова.



# Индустријски котлови

- Индустријски котлови служе за снабдевање разних техно-лошких процеса паром, а често и за производњу електричне енергије.
- Постројења за производњу електричне енергије и технолошке паре за потребе индустрије називају се индустријске енергане.



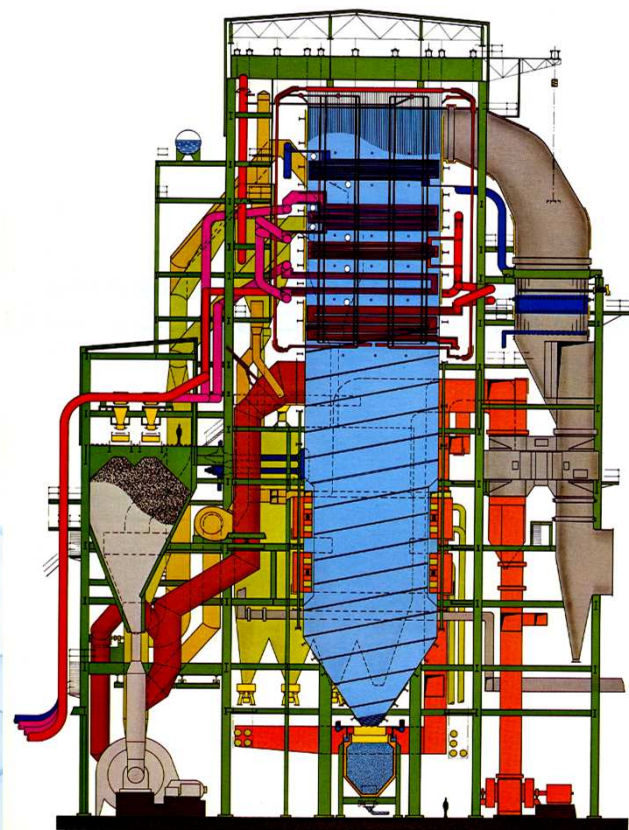
## Индустријски котао за производњу технолошке паре (чврсто гориво)

- продукција паре  
 $D = 6,250 \text{ kg/s}$
- Притисак на излазу из  
прегрејача паре  
 $p_s = 17 \text{ bar}$
- температура паре  
 $t_s = 400 \text{ °C}$



# Енергетски котлови

- Енергетски котлови су један од посредника у претварању хемијске енергије фосилног горива у електричну енергију.
- Они су највећи по јединичној снази, односно капацитету (продукцији паре), а по укупној инсталисаној снази надмашују укупну снагу свих осталих котлова.

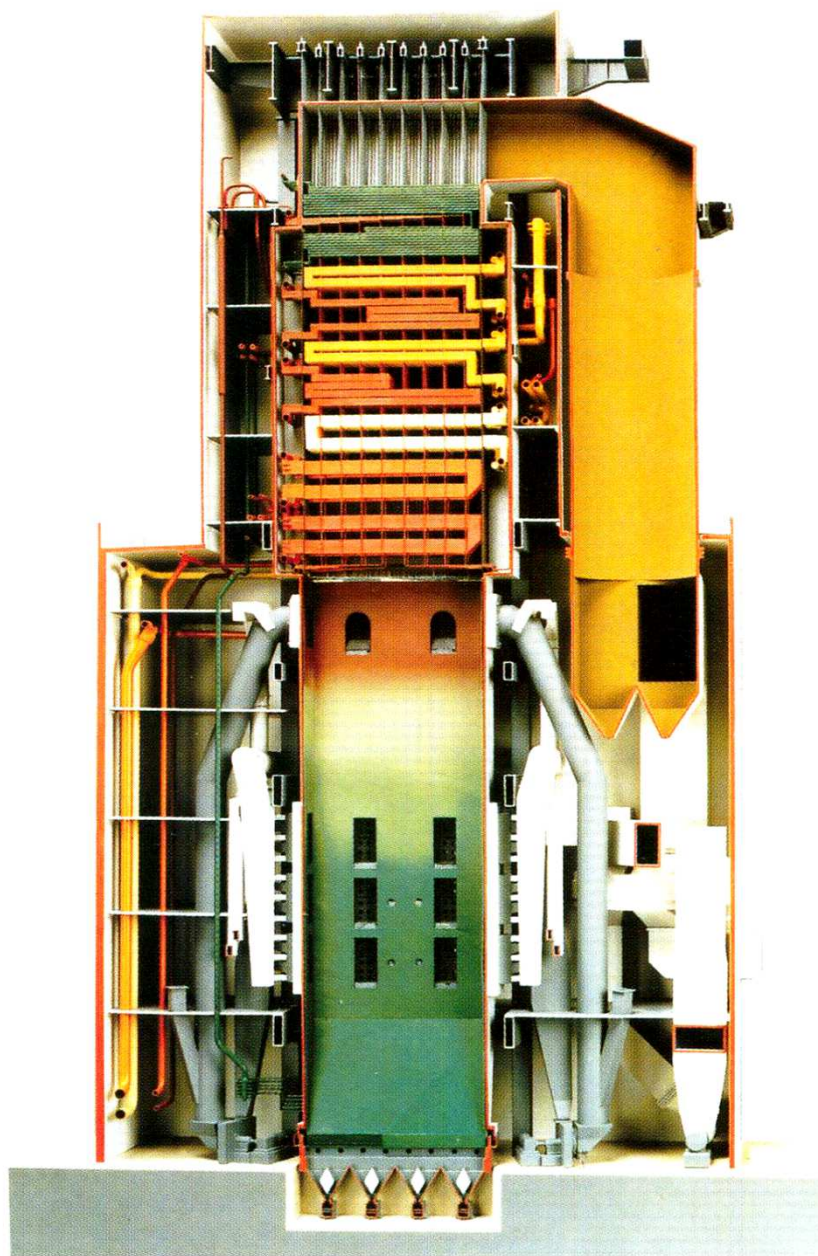


## Енергетски котао

### Регенеративни загрејач ваздуха

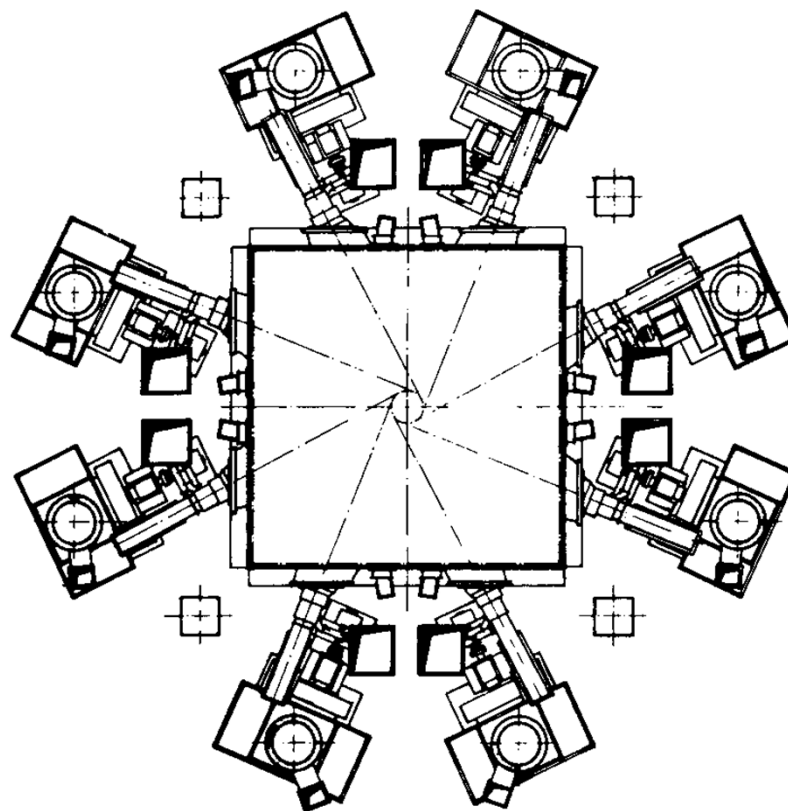
(вратило вертикално постављено)

- електрична снага котла  
 $P = 160 \text{ MW}$
- продукција свеже паре  
 $D = 160 \text{ kg/s}$
- притисак свеже паре  
 $p_s = 174 \text{ bar}$
- температура свеже паре  
 $t_s = 538 \text{ }^{\circ}\text{C}$

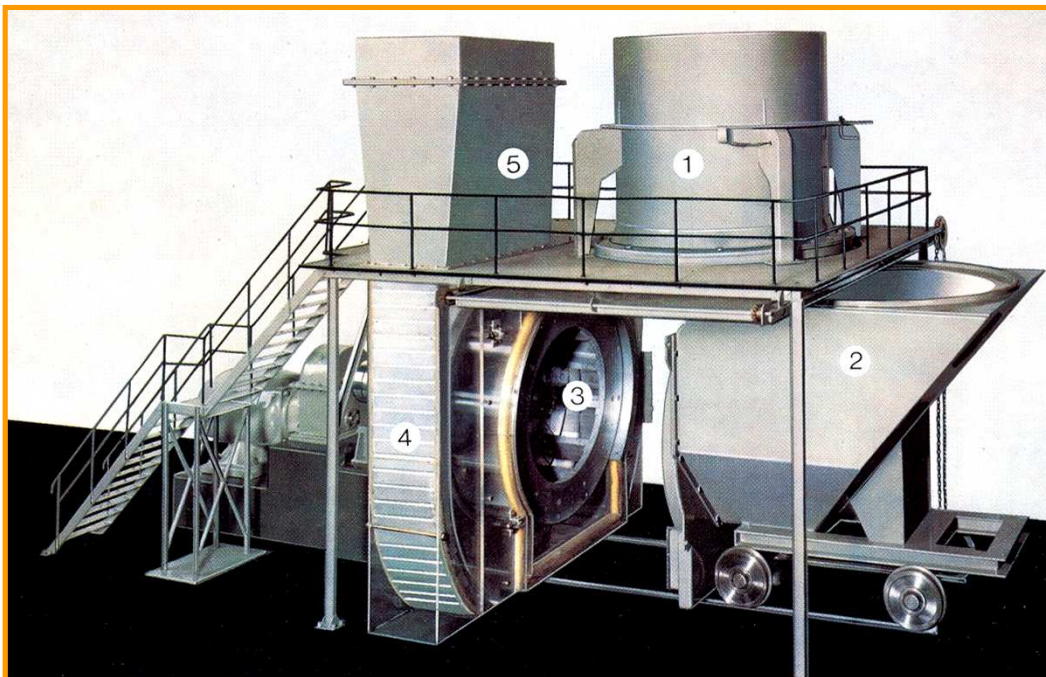


## Енергетски парни котао електричне снаге 600 MW

- продукција паре  $D = 505,4 \text{ kg/s}$
- Ложиште је опремљено са 8 горионика у три етаже
- Сваки горионик снабдева по један вентилаторски млин

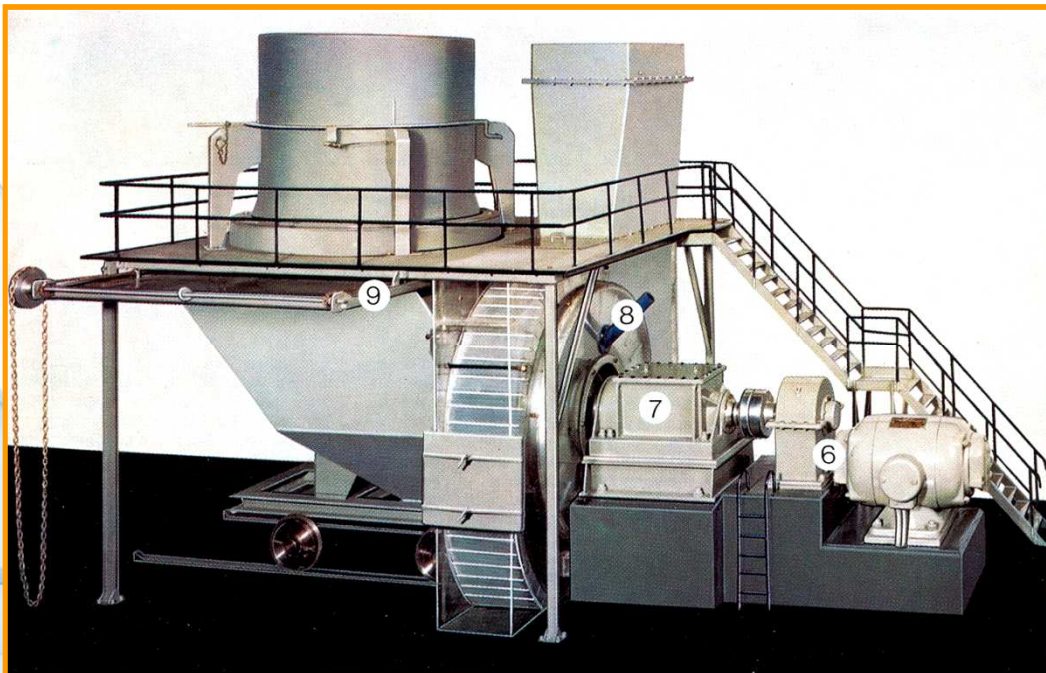






## Вентилаторски млин - макета

- 1) Део рецир. канала – улаз у млин
- 2) Довод угља и гасова у радно коло
- 3) Радно коло млина
- 4) Кућиште млина
- 5) Излаз аеросмеше из млина
- 6) Електромотор
- 7) Двоструки лежај
- 8) Зид кућишта
- 9) Шибер за пропад

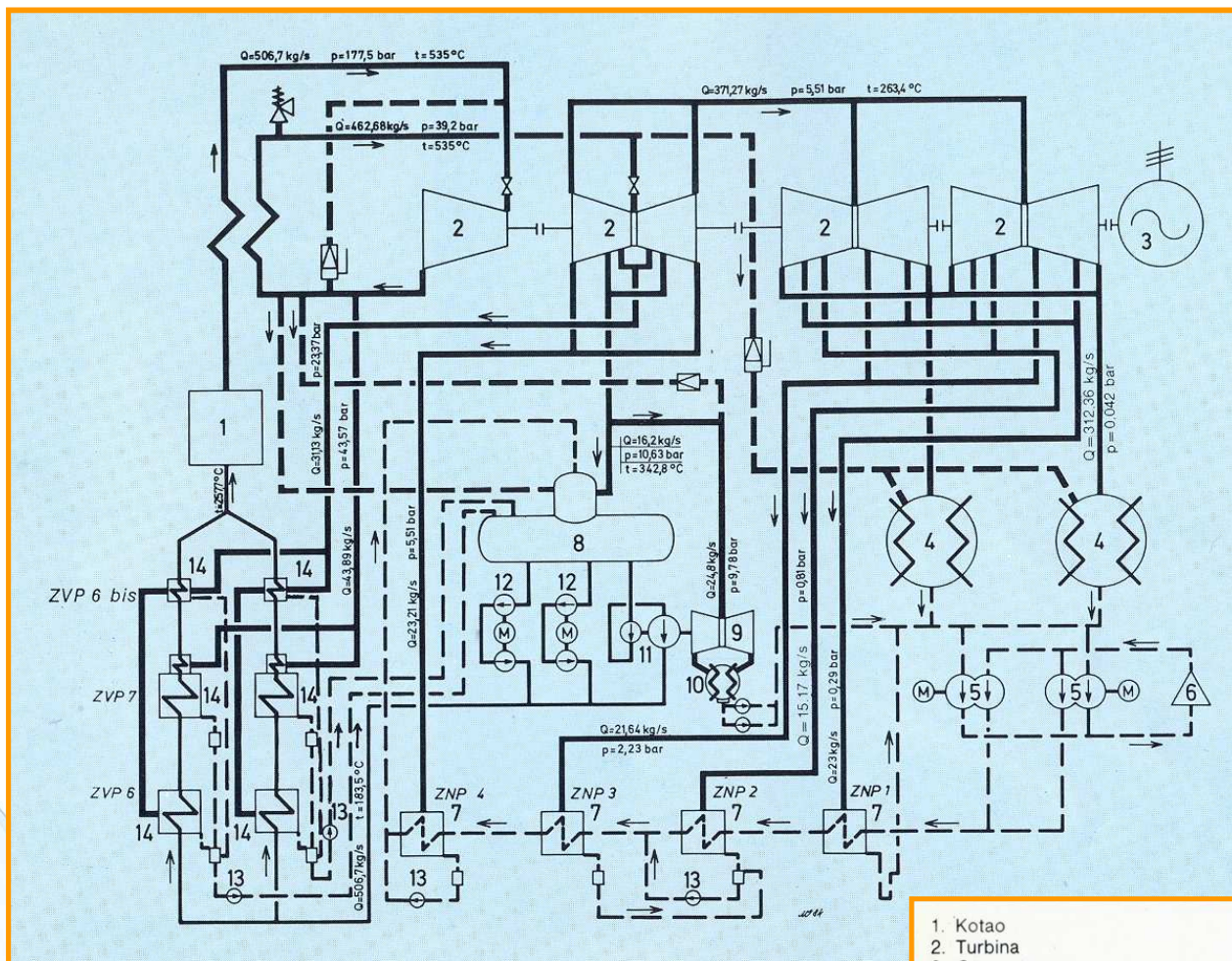


# ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ

- У оквиру овог предмета изучавају се поједини елементи и постројења у термоелектранама, односно:
  - Поделе и технолошке шеме термоелектрана;
  - Степени корисности и топлотни биланс кондензационог термоенергетског блока;
  - Топлотна економичност и енергетски показатељи топлификационих термоелектрана;
  - Параметри паре термоенергетских блокова и накнадно прегревање;
  - Губици паре, воде и кондензата и њихова попуна;
  - Снабдевање термоелектрана водом;
  - Транспорт и складиштење горива у термоелектранама;
  - Транспорт шљаке и пепела у термоелектранама и
  - Пречишћавање и одвођење димних гасова у атмосферу.



# Технолошка шема термоелектране



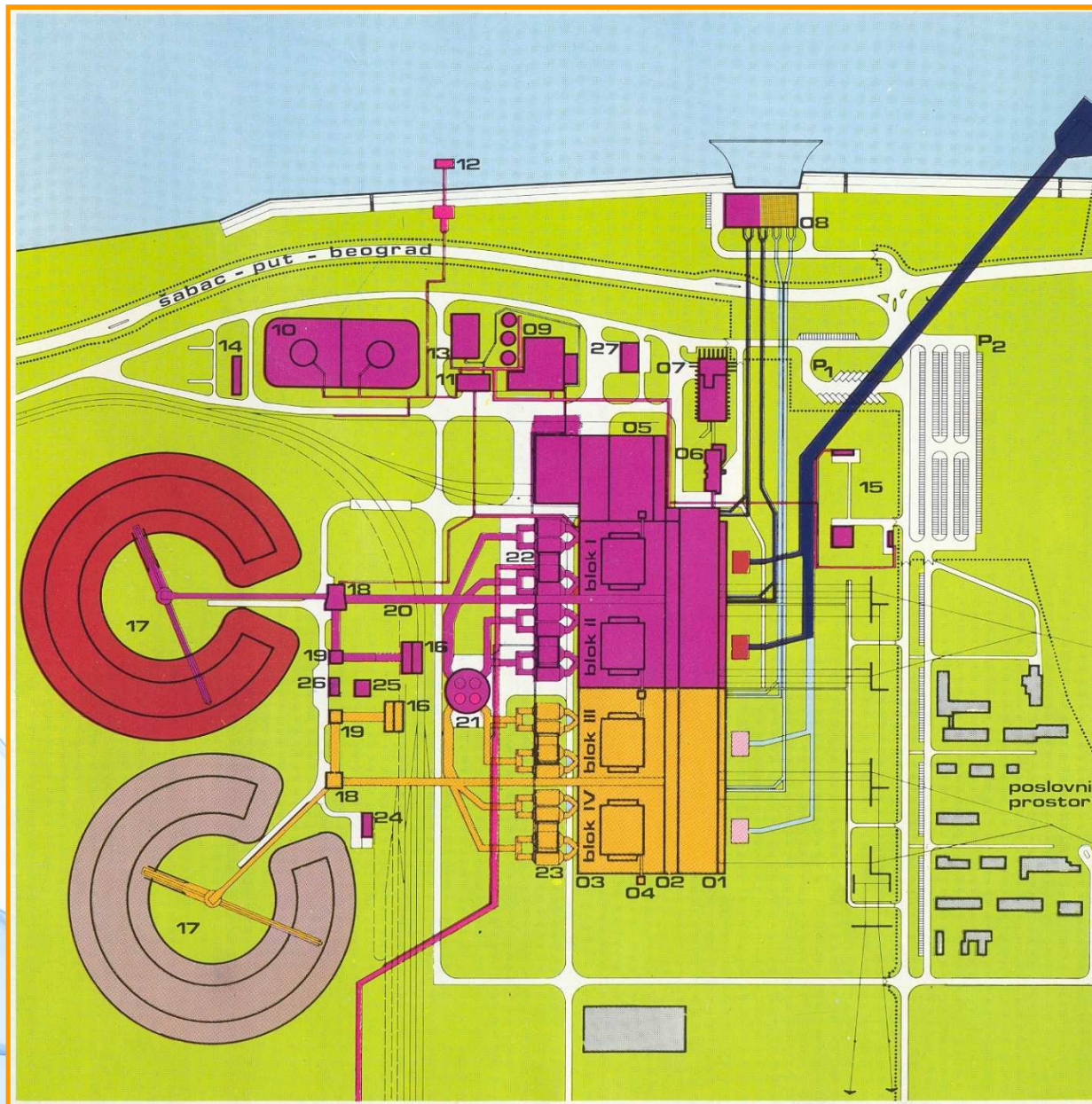
1. Kotao
2. Turbina
3. Generator
4. Kondenzator
5. Kondenzat pumpe
6. Regeneracija kondenzata
7. Zagrejači niskog pritiska
8. Napojni rezervoar
9. Turbina za pogon napojne pumpe
10. Kondenzator turbine napojne pumpe
11. Glavne napojne pumpe
12. Pomoćne napojne pumpe
13. Pumpe kondenzata iz zagrejača
14. Zagrejači visokog pritiska

## LEGENDA:

- Para
- Kondenzat
- Napojna voda
- Reducir rashladna stanica
- Reducirna stanica
- Sigurnosni ventil
- Komanda prvog bloka



# Генерални план термоелектране



01. MAŠINSKA SALA
02. BUNKERSKI TRAKT
03. KOTLARница
04. LIFTOVSKI TORANJ
05. POMOĆNI POGON
06. TEHNIČKO UPRAVNA ZGRADA
07. RESTORAN AMBULANTA PORTIRNICA
08. CRPNA STANICA RASHLADNE VODE
09. HEMIJSKA PRIPREMA VODE
10. SKLADIŠTE MAZUTA
11. PUMPNA STANICA MAZUTA
12. PRISTANIŠTE ZA ISTOVAR MAZUTA
13. POMOĆNA KOTLARница
14. SKLADIŠTE UGLJA I MAZIVA
15. PROIZVODNJA I SKLADIŠTE  $H_2$  I  $CO_2$
16. ISTOVARNA STANICA ZA UGLJ
17. POLARNO SKLADIŠTE UGLJA
18. PRELAZNA ZGRADA II
19. PRELAZNA ZGRADA I
20. TRANSPORTNI MOST
21. DIMNJAK
22. BAGER STANICA
23. ELEKTROFILTER
24. ODMRZAVANJE VAGONA
25. SKLONIŠTE SA GARDEROBOM
26. DEPO BULDOŽERA
27. SKLADIŠTE ZA O.N.O.
- P<sub>1</sub> PARKING
- P<sub>2</sub> PARKING

- RASHLADNA VODA
- TEHNOLOŠKI KANALI
- UGLJ
- PRVA FAZA IZGRADNJE
- DRUGA FAZA IZGRADNJE

# РАСХЛАДНА ТЕХНИКА

## “Врсте” хлађења:

- Природно хлађење

- Температура хлађеног објекта је виша од температуре околине
- Околина је топлотни понор
- Хлађење се одвија спонтано тј. без утрошка рада

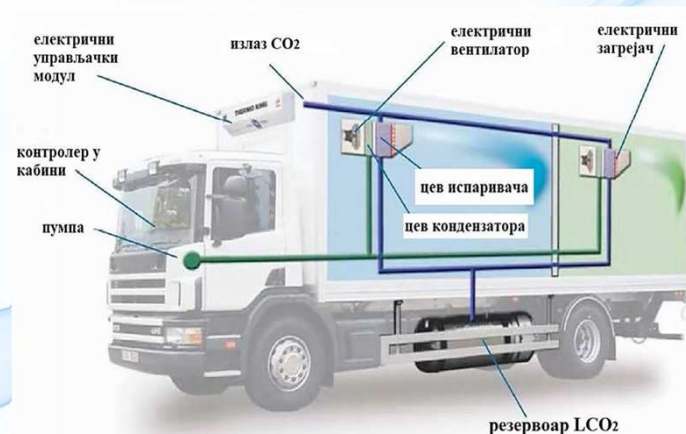
- Вештачко хлађење или кратко хлађење

- Температура хлађеног објекта је нижа од температуре околине
- Мора се укључити неки компензациони процес који ће надокнадити пад ентропије хлађеног објекта

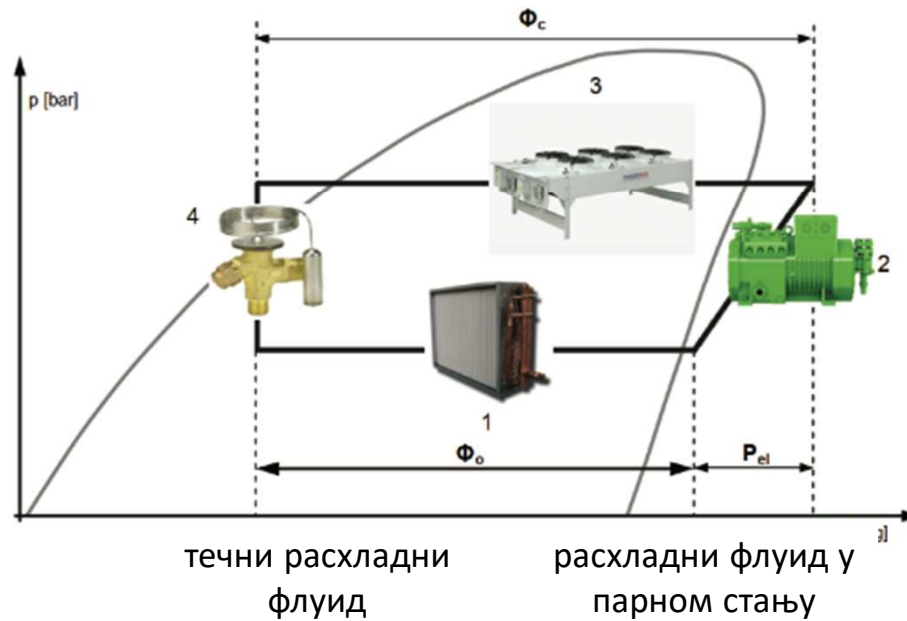


# Примена хлађења

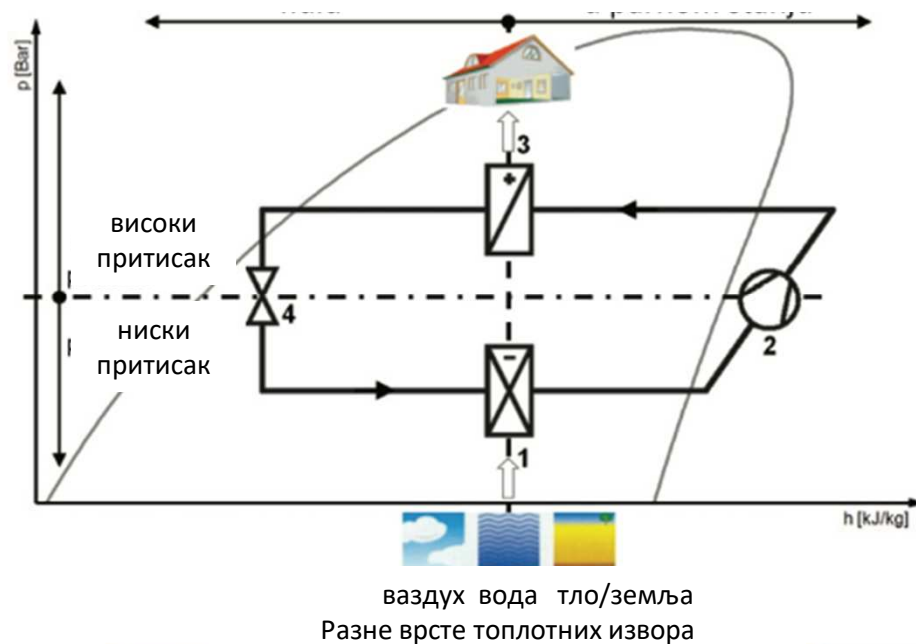
- Главни или споредни производни процеси
  - Прерада, производња и транспорт животних намирница
  - Производња леда, вештачка клизалишта
  - Хемијска и индустрија нафте, утечњавање гасова
  - Производња и прерада метала, медицина
- Побољшање животних и радних услова
  - Климатизација, топлотне пумпе
- Конзервирање намирница
  - Расхлађивање, брзо замрзавање, складиштење и транспорт



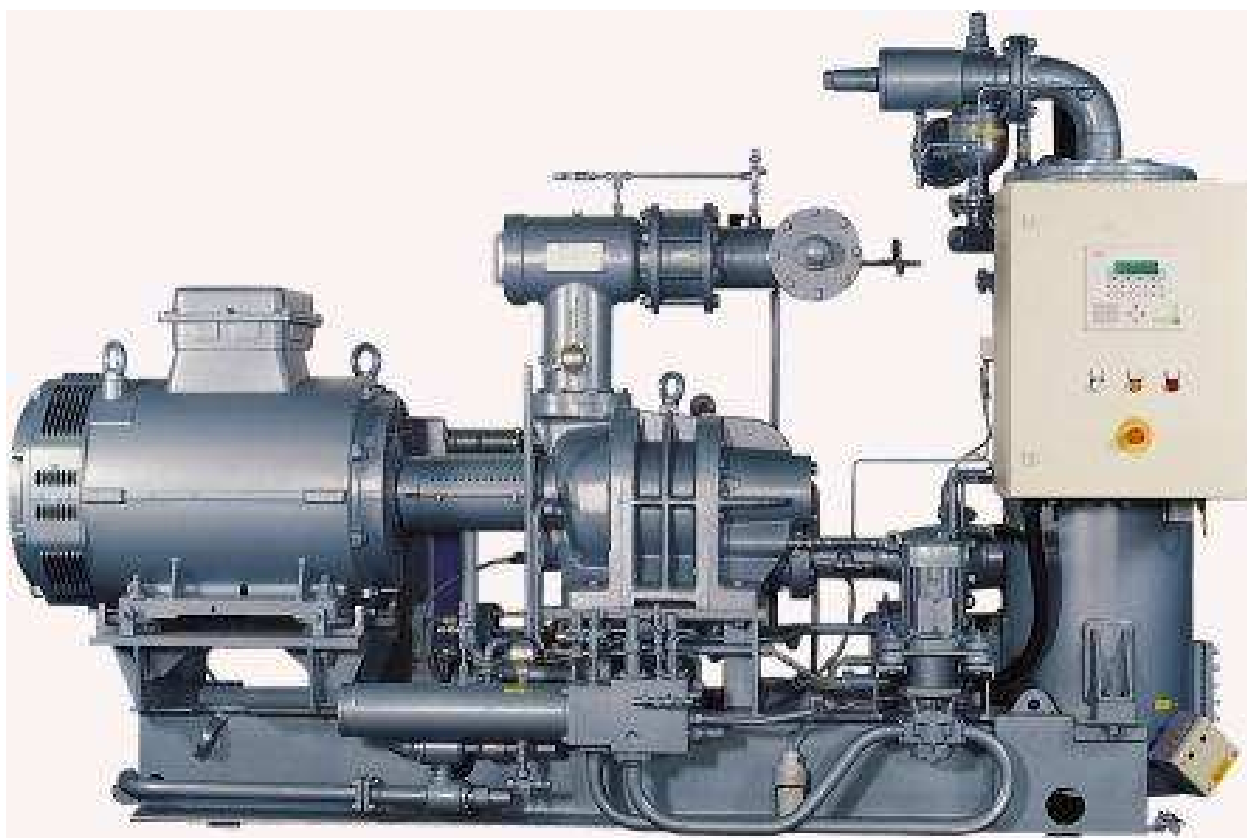
# Расхладни циклус – циклус топлотне пумпе



1. испаривач за хлађење
2. компресор
3. кондензатор
4. Ф<sub>о</sub> – топлота хлађења
5. P<sub>el</sub> – рад компресора
6. Ф<sub>с</sub> – топлота кондензације



## Изглед вијчаног компресора

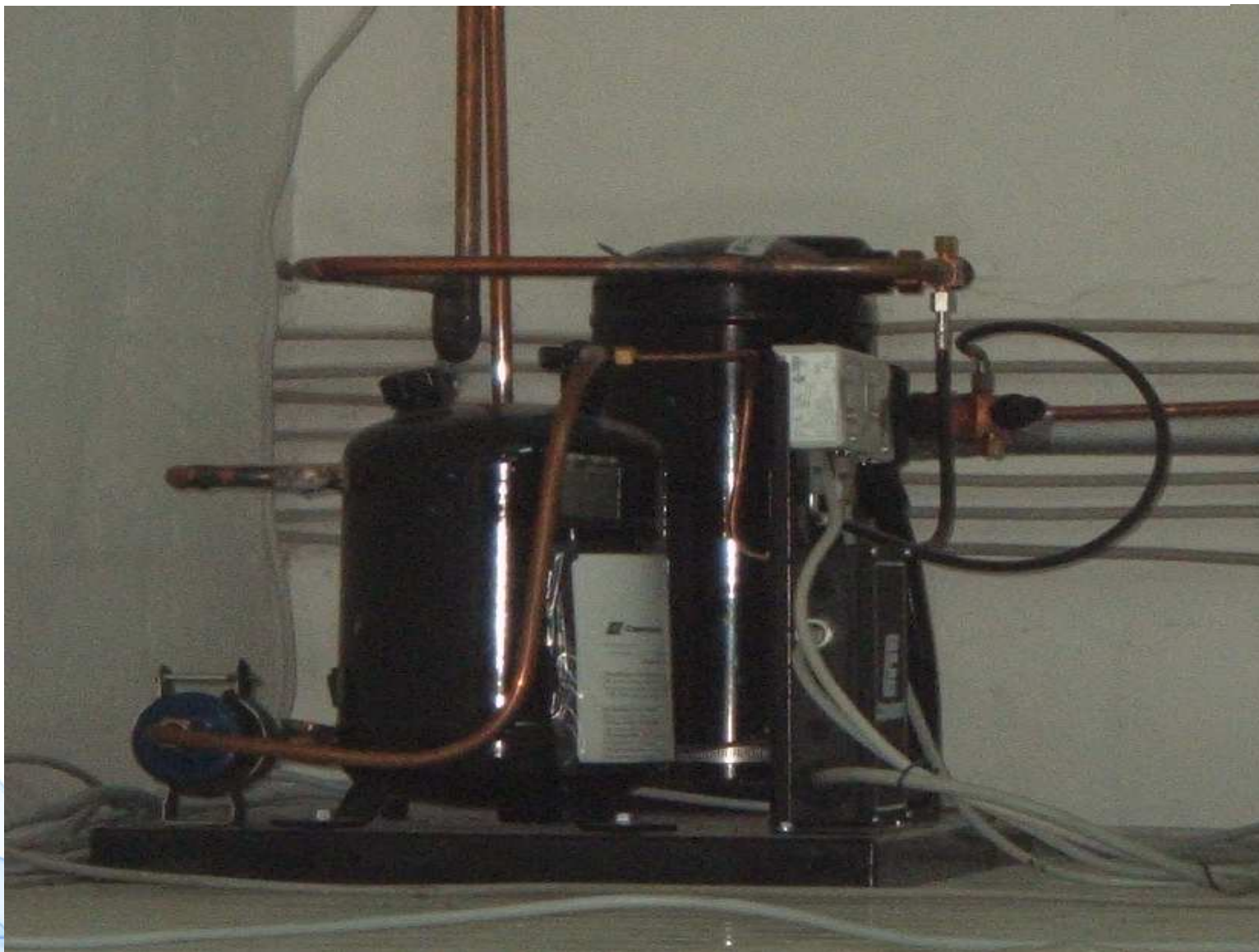




## Изглед клипног компресора



## Изглед херметичког клипног компресора





## Изглед евапоративног кондензатора





## Изглед испаривача у расхладној комори



## Централни систем за надзор и управљање



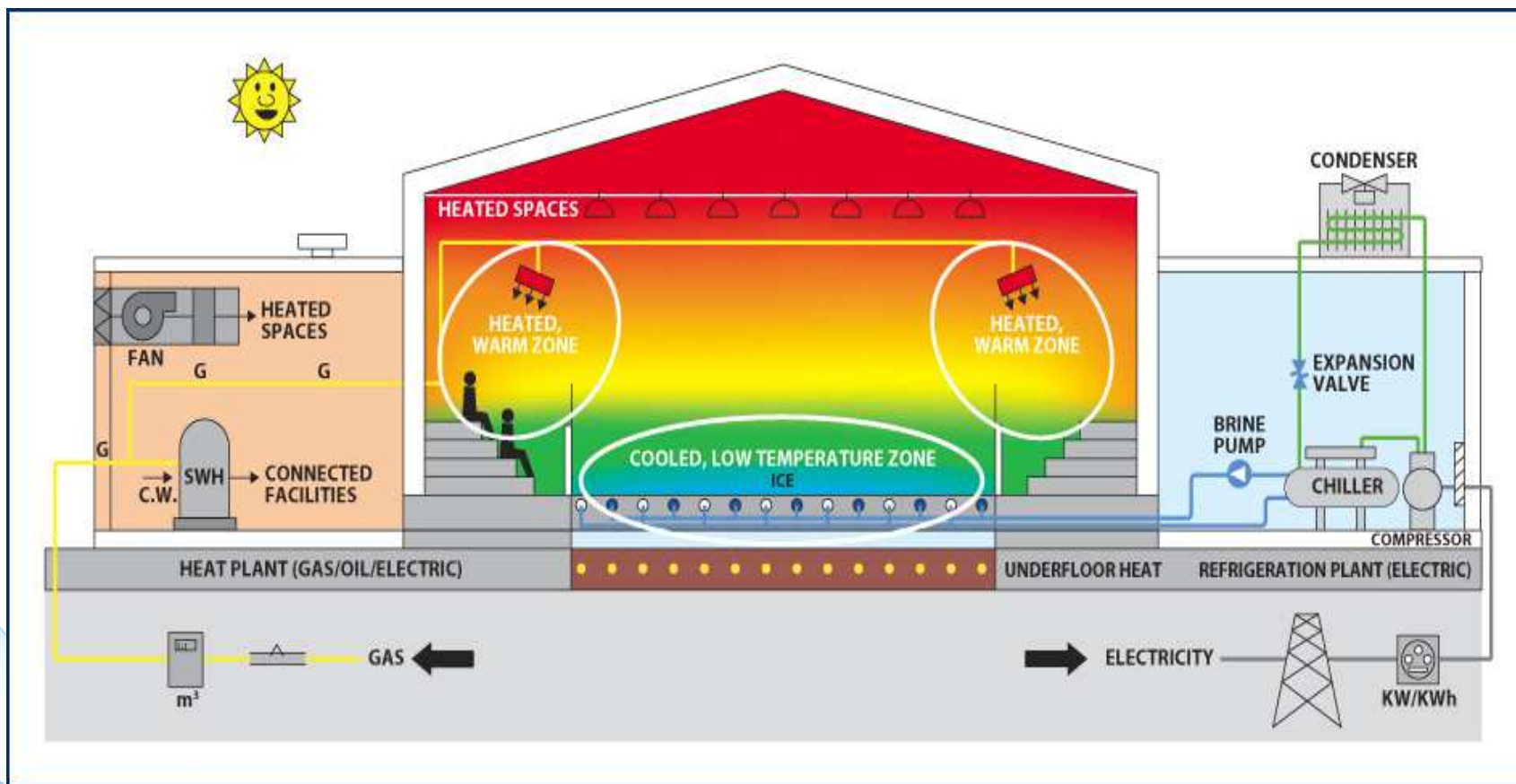


## Изглед затвореног клизалишта





# Шематски приказ термотехничких система клизалишне дворане

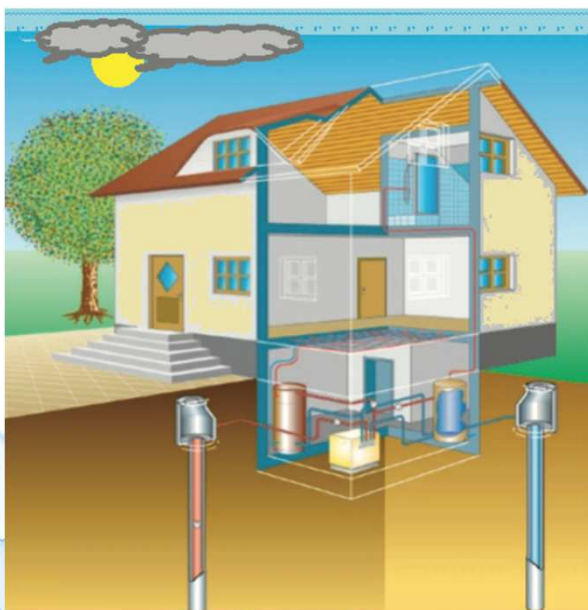


# Топлотне пумпе

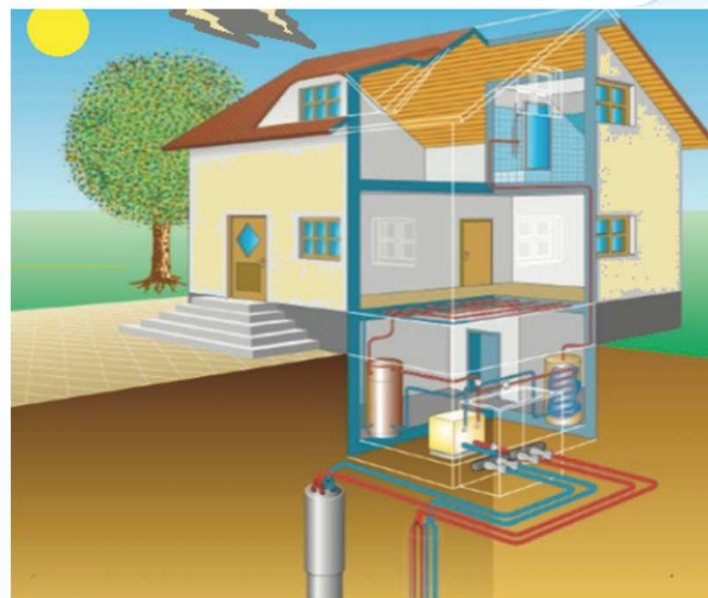
- Извори топлоте
- Ваздух
- Вода
- Тло
  - Вертикалне гео-сонде
  - Хоризонталне цевне змије



Топлотна пумпа ваздух-вода

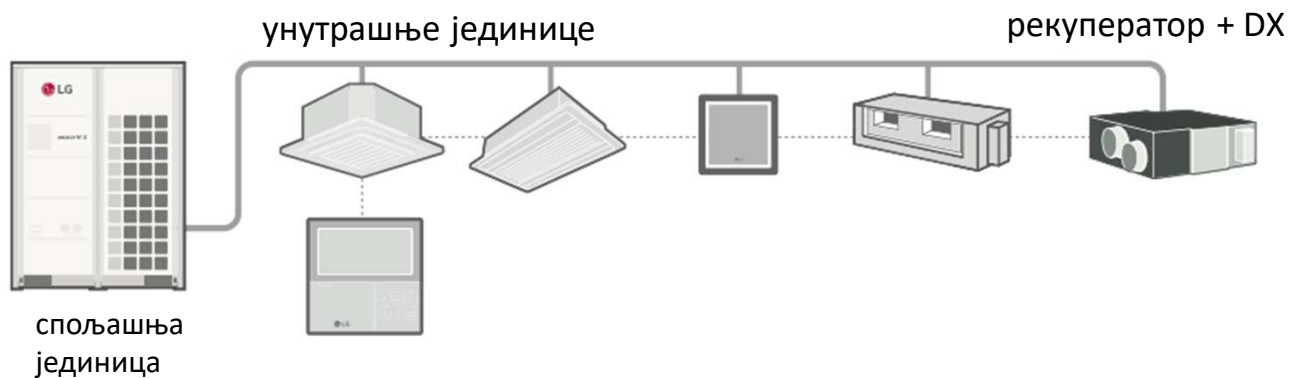


Топлотна пумпа вода-вода



Топлотна пумпа земља-вода

# VRF системи – променљив проток фреона



Пример комбиновања различитих типова унутрашњих јединица са спољашњим уређајем





# **Хвала на пажњи**

**Катедра за термотехнику**

**Проф. др Александра Сретеновић Добрић**

[asretenovic@mas.bg.ac.rs](mailto:asretenovic@mas.bg.ac.rs)

**Проф. др Маја Тодоровић**

[mtodorovic@mas.bg.ac.rs](mailto:mtodorovic@mas.bg.ac.rs)