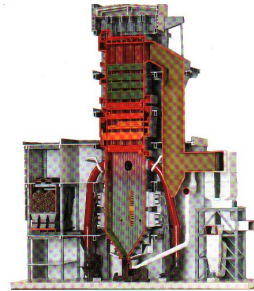
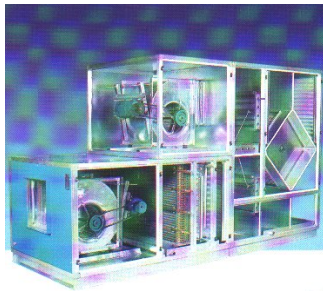


# ТЕРМОТЕХНИКА

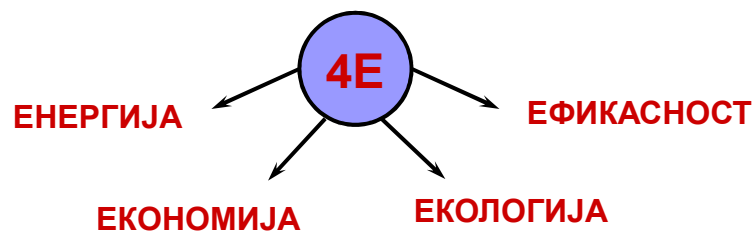
Грејање, хлађење, топлотне пумпе, вентилација,  
климатизација, котловска постројења,  
термоелектране



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 котларницама и топланама)
- производња топлоте у великим енерганама

## Фундаментални предмети:

Термодинамика  
Механика флуида  
Преношење топлоте

## Стручни предмети:

1. група: Котловска постројења, термоелектране
2. група: Рашладна техника, топлотне пумпе
3. група: Грејање, проветравање, климатизација

## КОТЛОВИ И КОТЛОВСКА ПОСТРОЈЕЊА

### ДЕФИНИЦИЈЕ

- **Котларница** представља објекат у коме су, поред котловског постројења, смештени и остали уређаји, опрема, арматура и цевни водови неопходни за процес производње и дистрибуције топлотне енергије до потрошача.
- **Котловско постројење** представља систем уређаја намењених за претварање хемијске енергије органског (фосилног) горива у топлотну енергију топле воде или водене паре потребних параметара.
- У новије време се за котловско постројење, због прелаза на велике капацитете и високе параметре паре, појавио назив **генератори паре**, који се најчешће односи на јединице велике снаге, термоелектране или велике енергане.

- **Котао** представља постројење у коме се топлотна енергија, добијена сагоревањем фосилног горива, посредством грејних површина, предаје радном флуиду (води) који се у њему загрева до одрађене температуре. У зависности од вредности температуре воде на излазу из котла постоје топловодни и вреловодни котлови. Ови котлови представљају специјалан случај парног котла и користе се за производњу топлот- не енергије за грејање.
- **Парни котао** 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 котао, односно његове грејне површине, представља размењивач топлоте.

- Временом је парни котао постајао све сложенији, како би могао да удовољи сталним настојањима за што ефикаснијом трансформацијом хемијске енергије све шире гаме горива у топлотну енергију и што ефикаснију размену те топлоте са радним флуидом. У том циљу је парни котао опреман све већим бројем уређаја (механизоване решетке, млинови за угаљ, вентилатори за ваздух и димне гасове и тако даље) и помоћних уређаја (бункери, додавачи, дозатори и тако даље), па се тако сложен склоп разних машина и уређаја прикључених уз ложиште и грејне површине парног котла често назива котловским постројењем.
- Као радни флуид (пријемник топлоте) искључиво се примењује вода, тако да се као финални продукт добија топла вода, сувозасићена или прегрејана пара. Као радни флуид се, осим воде, могу користити и друге материје, као што су течни метали, хемијска једињења и разна термичка уља отпорна на високе температуре.

## ПОДЕЛА КОТЛОВА

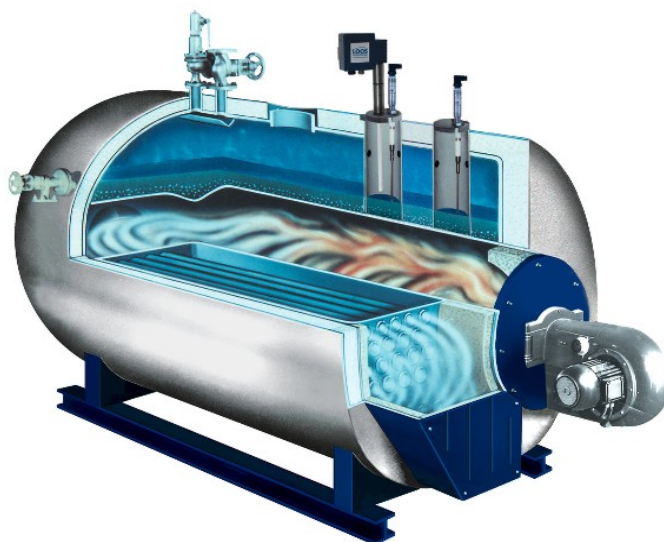
- Котлови су по својој концепцији, намени, величини, параметрима и низу других карактеристика тако различити да се могу класификовати на много начина. Међутим, при данашњем развоју котлоградње и с обзиром на веома велики број типова конструкција, све класификације котлова треба прихватити са одређеном резервом. Са друге стране, класификовање котлова може донекле да олакша праћење развоја котлоградње.
- Котлови могу да се поделе према НАМЕНИ, ЗАПРЕМИНИ ВОДЕ коју садрже, СИСТЕМУ ЦИРКУЛАЦИЈЕ у испаривачу, ХРОНОЛОШКОМ РАЗВОЈУ, КОНСТРУКТИВНИМ особинама и тако даље.
- Једна од могућих подела заснива се на хронолошком развоју, конструктивним и другим особинама. Оваква подела је илустративна, јер указује на смерове развоја котлоградње и ток људске мисли у овим подручјима делатности. Постоје следеће групе котлова:

## Подела котлова према хронолошком развоју

### 1. Цилиндрични котлови

- 1.1. Котлови без пламене цеви
- 1.2. Котлови са једном пламеном цеви
- 1.3. Котлови са две пламене цеви
- 1.4. Котлови са димним цевима
- 1.5. Комбиновани котлови: *котлови са пламеним и димним цевима (локобилски котлови), локомотивски котлови, шкотски и стимблок (steambloc) котлови*

Цилиндрични парни котао

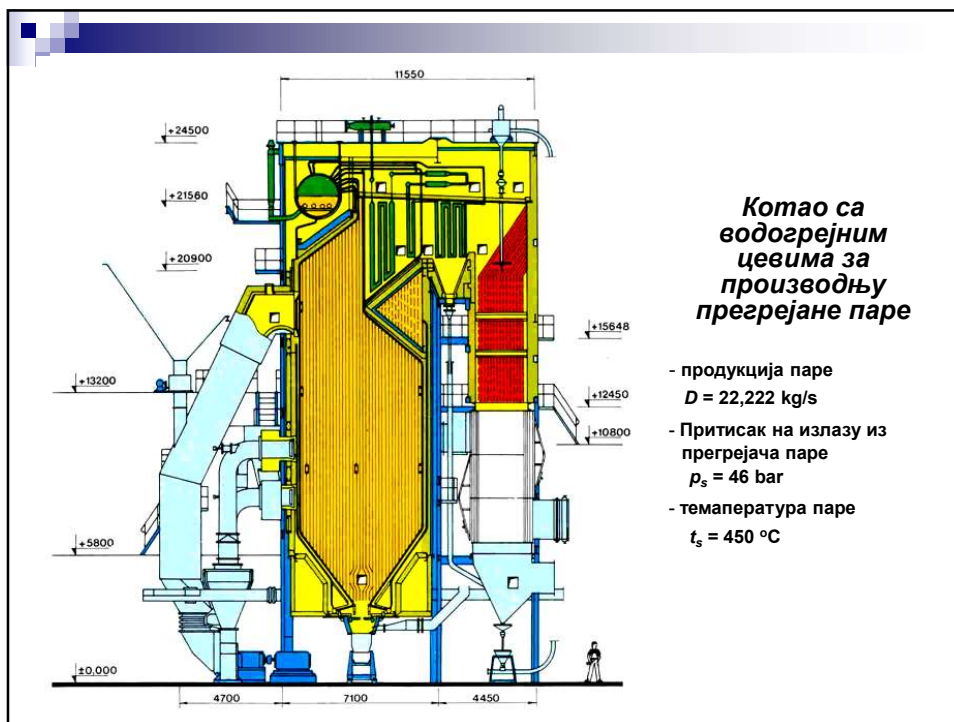


## **2. Котлови са водогрејним цевима**

**2.1. Коморни котлови**

**2.2. Секционални котлови**

**2.3. Стрмоцевни котлови: *котлови са више добоша, котлови са три, два и са једним добошем***

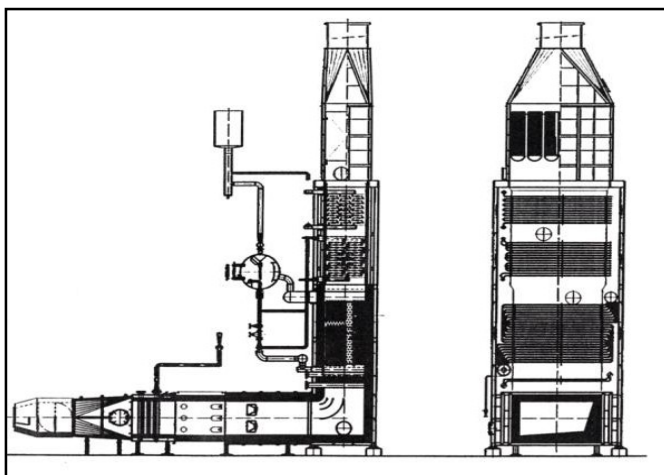


### 3. Специјални котлови

3.1. Котлови са посредним испаравањем

3.2. Котлови са гасним трактом под притиском

3.3. Котлови утилизатори

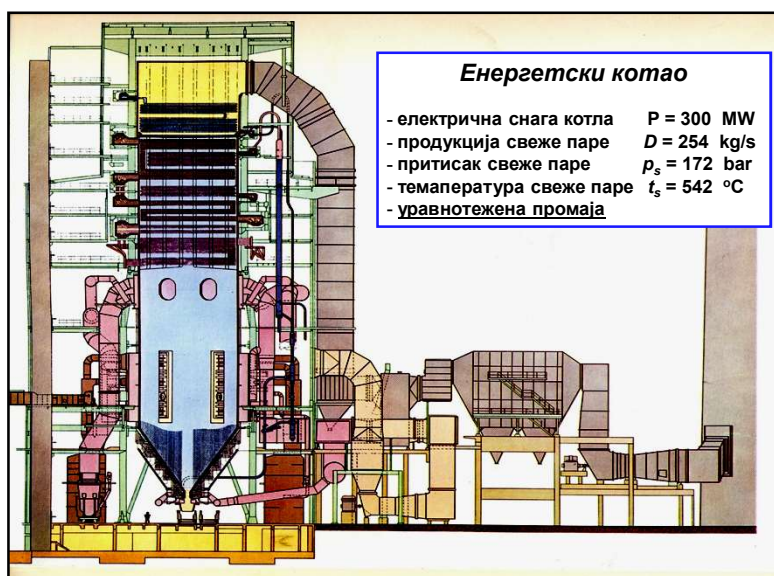


**Котло утилизатор**

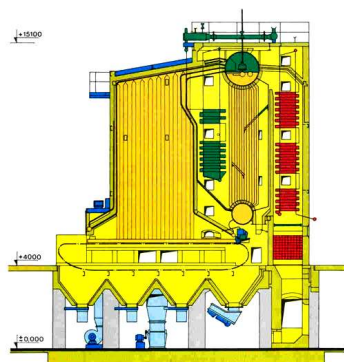
## Подела котлова према намени

- Према намени, котлови се могу поделити на четири основне групе и то су:
  - енергетски,
  - индустријски,
  - топлификациони котлови и
  - котлови утилизатори.
- 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. У енергетске котлове спадају и они који производе пару у постројењима за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије, такозваним термоелектранама-топланама.

Котлоу Sulzer за термоелектрану електричне снаге 300 MW за мрки угаљ



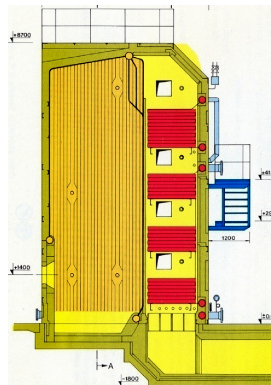
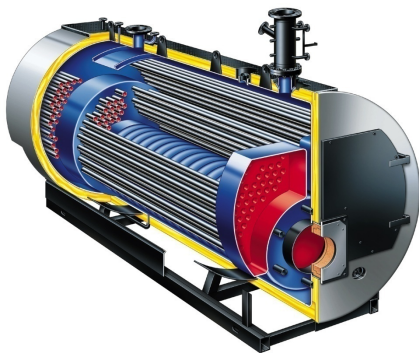
- **Индустријски котлови** служе за снабдевање разних технолошких процеса паром, а често и за производњу електричне енергије посредством турбина са противпритиском или кондензационих турбина са регулисаним одузимањем паре. Постројења за производњу електричне енергије и технолошке паре за потребе индустрије називају се индустријске енергоне.



**Индустријски  
котао за  
производњу  
технолошке паре**

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

- **Топлификациони котлови** служе 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. С обзиром на малу енергетску искоришћеност примарне енергије, оваква постројења треба сматрати привременим решењима која треба што пре заменити термоелектранама-топланама (ТЕ-ТО).

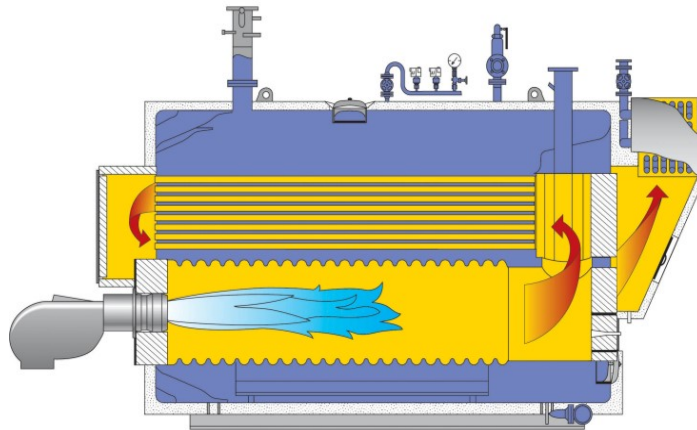


- Котлови утилизатори намењени су за коришћење отпадне топлотне енергије, то јест, потпуно или делимично сагорелих продуката сагоревања из процеса у индустрији, петрохемији, црној и обојеној металургији и тако даље.
- Познати су котлови који се постављају иза Сименс Мартинових пећи и конвертора у железарама, иза пећи за пржење пирита и цинкове руде и други.
- С обзиром да је расположива количина отпадне топлоте временски неуједначена, котлови утилизатори се понекад снабдевају и сопственим ложиштим, како би могли да задовоље константне потребе за паром.
- Осим индустријских, постоје и бродски котлови утилизатори који повећавају степен корисности машинског комплекса брода, коришћењем отпадне топлоте издувних гасова главног брод-ског мотора.

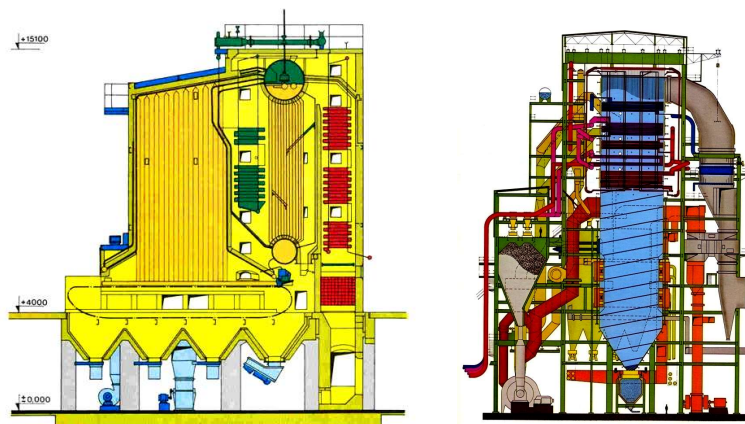
## Подела котлова према воденој запремини

- Према запремини воде коју садрже по јединици капацитета или грејне површине котлови се могу поделити на две велике групе:
  - котлове са великом и
  - котлове са малом воденом запремином.
- Групи котлова са великом воденом запремином припадају, пре свега, топоводни и парни цилиндрични котлови са пламеном и димним цевима, такозвани стимблок (steambloc) котао. Њихова основна одлика је велика топлотна акумулациона способност, која омогућује брзо прилагођавање капацитета котла потрошњи.

Слика котла са великом воденом запремином



- Котловима са малом воденом запремином припадају оне конструкције парних котлова код којих мешавина паре и воде струји кроз цевне системе различитих конструкција. Овакви котлови имају малу акумулациону способност, па се теже прилагођавају наглим и већим променама капацитета.



## УРЕЂАЈИ И ЛОЖИШТА ЗА САГОРЕВАЊЕ ГОРИВА

- Задатак уређаја за сагоревање је да омогуће претварање хемијске енергије горива у топлотну енергију продуката сагоревања. Они представљају саставни део ложишта и утичу на његову концепцију, тако да се у извесним случајевима не може одредити јасна граница између њих.
- Без обзира на многобројне конструкције уређаја за сагоревање и ложишта које су развијене у складу са применом разноврсних горива у котловима различитих капацитета, они морају да обезбеде:
  - што потпуније сагоревање горива,
  - што мање прљање ложишта и грејних површина котла,
  - велику сигурност при раду,
  - могућност лаког и једноставног опслуживања и брзог регулисања оптерећења.

## ГОРИВА

- Гориво је материја која на повишеној температури при спајању са кисеоником ослобађа одређеном брзином енергију молекуларне везе у виду топлотне енергије која се размењује са околином. Ова хемијска реакција назива се сагоревањем и обично је праћена пламеном.
- Да би се нека материја користила као гориво постављају се и следећи услови:
  - да се у природи налази у великим количинама,
  - да је јефтина,
  - да је погодна за транспорт и складиштење,
  - да се пали на релативно ниској температури и
  - да сагорева у присуству кисеоника из ваздуха
  - да су гасовити продукти и чврсти остаци сагоревања нешкодљиви.
- Основни извор за производњу топлоте представљају органска горива природног порекла или такозвана фосилна горива, а после Другог светског рата појавило се и нуклеарно гориво.

- Према агрегатном стању, горива се деле на чврста, течна и гасовита, а по постанку могу да буду природна и вештачка.
- Природна чврста горива су дрво, тресет, угаљ и уљни шкриљци, као и разни остаци из индустрије и сеоских домаћинстава (семенке сунцокрета, пиљевина и ивер, слама и сли-чно) за које је у новије време одомаћен израз биомаса. Поред тога, као гориво може да се користи и градско смеће.
- У вештачка чврста горива убрајају се продукти процеса оплемењивања угљева, као што су кокс, полукокс, брикети и тако даље.
- Једино природно течно гориво је нафта, док се разни деривати дестилације нафте (мазут, дизел гориво, бензин) сматрају вештачким течним горивима.
- Природно гасовито гориво је земни или природни гас док се вештачким гасовитим горивима могу сматрати светлећи гас, коксни гас, гас високих пећи и тако даље.

### УРЕЂАЈИ И ЛОЖИШТА ЗА САГОРЕВАЊЕ ЧВРСТОГ, ТЕЧНОГ И ГАСОВИТОГ ГОРИВА

- Према врсти коришћеног горива постоје уређаји за сагоревање чврстог, течног и гасовитог горива.
- Коришћење течног и гасовитог горива за сагоревање у парним котловима није препоручљиво, како са гледишта националне економије, тако и због могућности њихове економичније примене изван енергетике.
- Поред тога, течно гориво и природни гас су непромењеног квалитета, па пројектовање парних котлова за њих више не представља технички проблем.

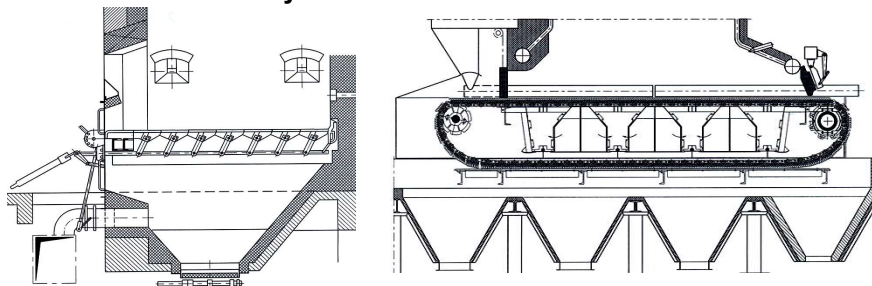
## САГОРЕВАЊЕ ЧВРСТОГ ГОРИВА

- Чврста горива се драстично разликују по саставу и квалитету, тако да је за њихово сагоревање развијено више система код којих су примењени различити уређаји. Системи сагоревања чврстих горива су:
  - систем сагоревања у слоју,
  - систем сагоревања у лету, систем сагоревања у вртлогу и
  - систем сагоревања у лебдећем (флуидизованом) слоју.

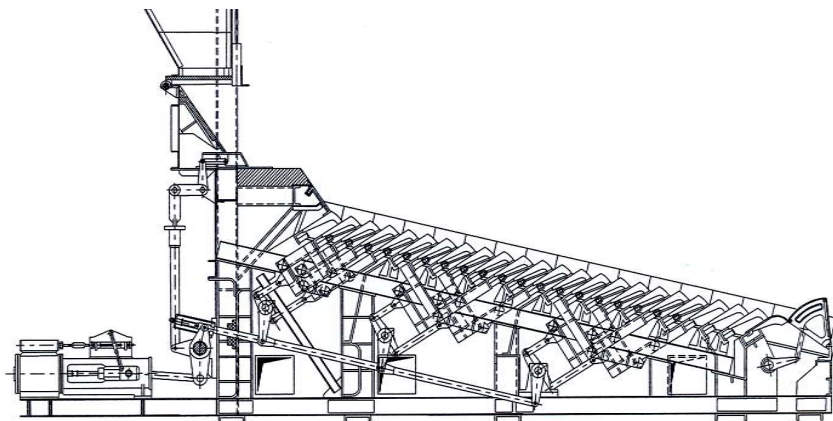
### Уређаји за сагоревање чврстог горива у слоју

- Систем сагоревања у слоју састоји се у томе што се на уређају одређене конструкције, који се назива решетка, формира слој горива у коме се стварају такви услови да оно може несметано и економично да сагорева. Сагоревање чврстог горива у слоју је најстарији начин сагоревања, тако да по-стоји велики број конструкција решетки и начина њихових подела.

- Решетке за сагоревање чврстог горива у слоју, поред осталог, могу се поделити према конструкцији на две основне групе: равне и косе.
- Равне решетки могу бити непокретне и покретне, такозване ланчане решетки у облику бескрајне траке. Непокретне решетки се могу ложити ручно или механизовано. Механизовано ложење се примењује и код покретних решетки. Уређаји за механизовано ложење се називају убацивачи, који могу да буду: механички, пнеуматски или комбиновани – пнеумомеханички.



- Косе решетки се такође деле на непокретне и покретне, које се још називају и механичке решетки. Механичке косе решетки се деле на: степенасте, каскадне и Мартинове.



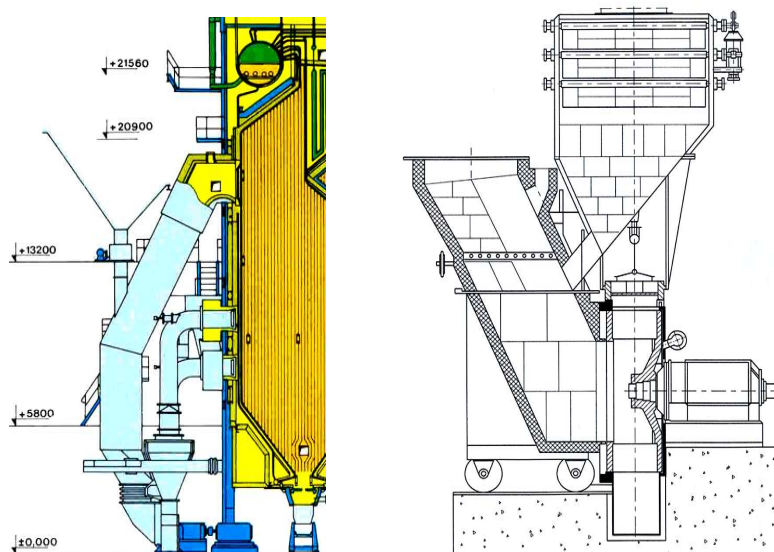
Уређаји за сагоревање чврстог горива у слоју – коса покретна решетка (степенаста)

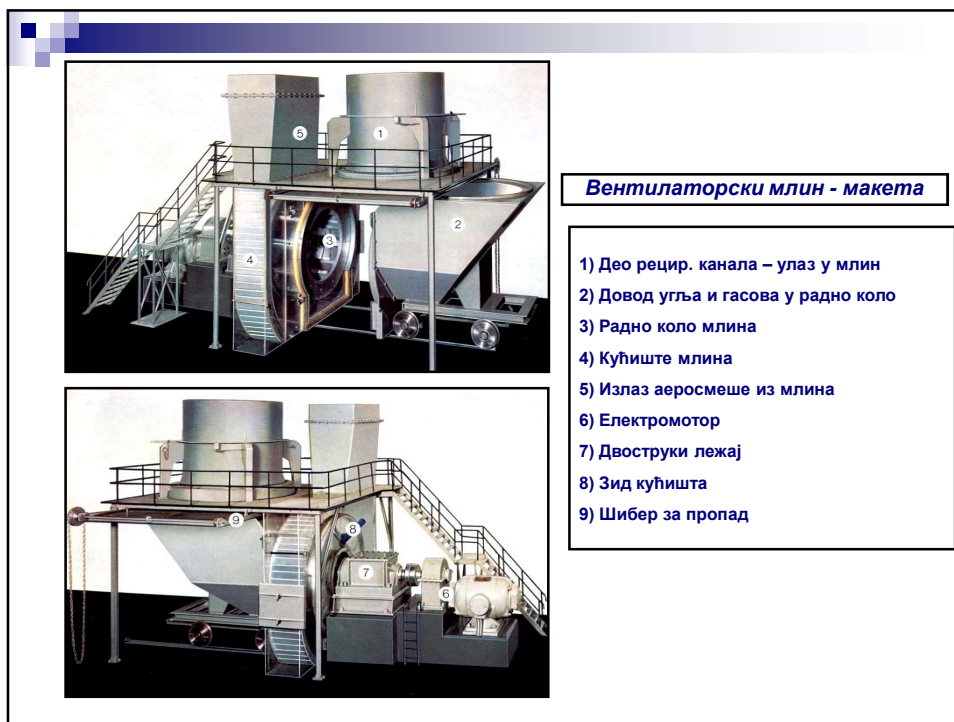
### Уређаји за сагоревање чврстог горива у лету

- Сагоревање чврстих горива у слоју може да се оствари само до извесног топлотног капацитета, који се не може прецизно дефинисати, јер зависи од низа чинилаца. Међутим, максималне димензије решетки су ограничене процесом сагоревања и топлотним капацитетом котла, као и погонским и маневарским карактеристикама котла и конструктивним тешкоћама које се јављају при конципирању великих решетки.
- Потребе за већим топлотним капацитетима парних котлова, нарочито оних који се користе у термоелектранама, довела је до развоја процеса сагоревања угља, односно угљеног праха, у лету који у односу на сагоревање у слоју имају низ предности, али и недостатака. Међутим, с обзиром да се са другим системима сагоревања не могу постигати велики капацитети котлова, онда недостаци овог система сагоревања то практично и нису.

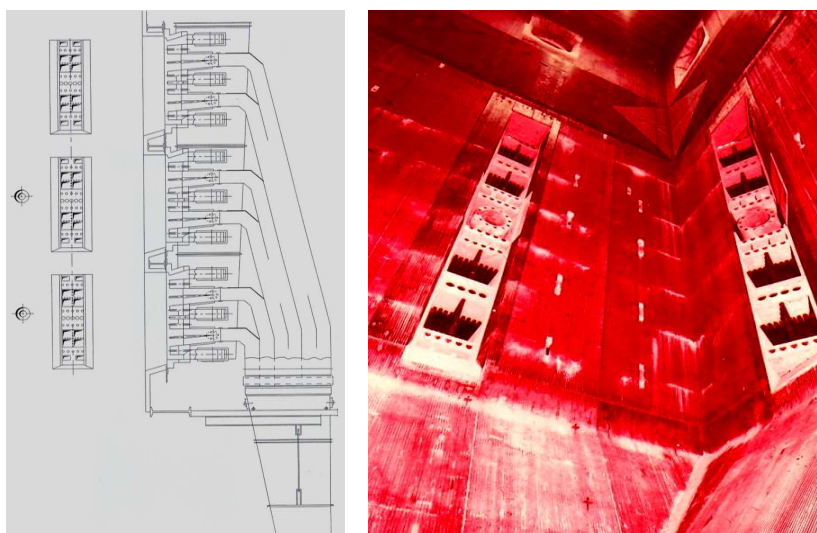
- Постројење за припрему угљеног праха за сагоревање у лету састоји се од уређаја за складиштење и транспорт угља, рециркулационих водова, млинова у којима се врши спрашивање и сушење угља, сепаратора угљеног праха, канала за аеросмешу и горионика који треба да омогуће брзо паљење угљеног праха у ложишту и да обезбеде стабилност пламена.
- Подела постројења за припрему угљеног праха везана је за његове основне елементе – млинове и горионике.
- Млинови се као ротационе машине деле, према броју обртаја, на спороходе, средњеходе и брзоходе.
- Најчешће примењивани млинови у нашим термоелектранама јесу вентилаторски млинови који спадају у групу брзоходних млинова.

Уређај за сагоревање чврстог горива у лету –  
вентилаторски млин са сепаратором угљеног праха

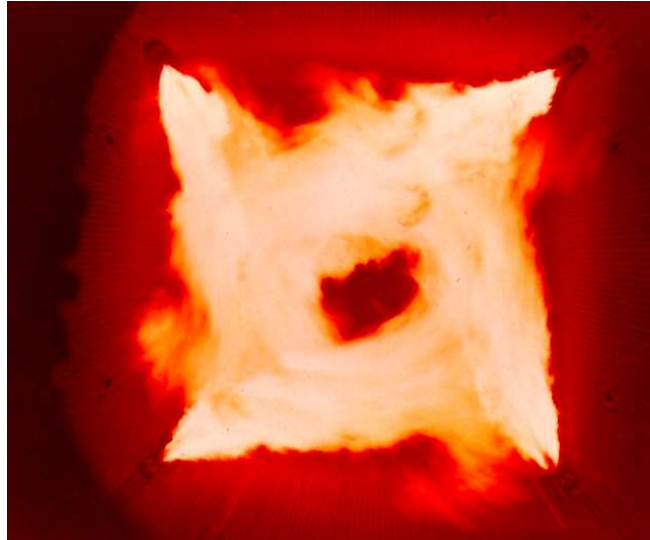




Млазни горионик и фотографија ложишта са млазним горионцима



### Тангенцијално ложење млазним горионцима



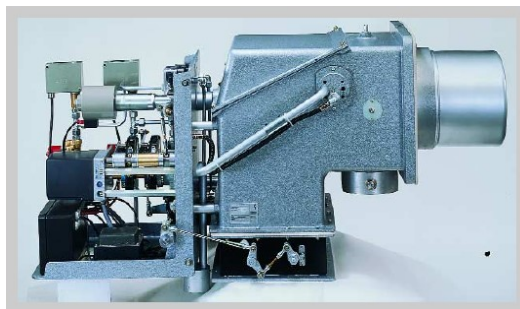
### Уређаји за сагоревање чврстог горива у вртлогу и у лебдећем (флуидизованом) слоју

- Систем сагоревања у вртлогу са такозваним циклонским ложиштима примењује се за сагоревање квалитетних угљева у котловима великог капацитета. Пошто у нашој земљи нема тако значајних резерви угља оваквог квалитета, систем сагоревања у вртлогу са такозваним циклонским ложиштима користе се код котлова већег капацитета за сагоревање сунцокретове љуске (биомасе).
- Систем за сагоревање у флуидизованом слоју представља на извешан начин прелазни процес између сагоревања у слоју и сагоревања у лету. Овај систем сагоревања се у последње време интензивно развија због тога што омогућава смањење емисије штетних материја у атмосферу, у првом реду сумпордиоксида и азотних оксида.
- У досадашњем развоју ложишта за сагоревање у флуидизованом слоју настао је већи број конструкција које се могу свести на: ложишта за сагоревање у мехурастом флуидизованом слоју и ложишта за сагоревање у циркулационом флуидизованом слоју.

## САГОРЕВАЊЕ ТЕЧНИХ И ГАСОВИТИХ ГОРИВА

- Као што је већ речено, течно гориво и природни гас су непромењеног квалитета, па пројектовање ложишта и котлова за њихово сагоревање не представља технички проблем. Сагоревање ових горива се обавља у лету.
- Течно гориво се распршчује у уређају, који се назива горионик, у велики број малих капи које сагоревају кроз више фаза, које се међусобно преклапају, због чега је процес сагоревања овог горива хетероген. Подела горионика по механизму распршавања може се извршити на горионике са гасним и горионике са механичким распршивањем. Гасно распршивање горива се обавља ваздухом под притиском, па се ови горионици често називају и притисним.

Горионици за течно гориво

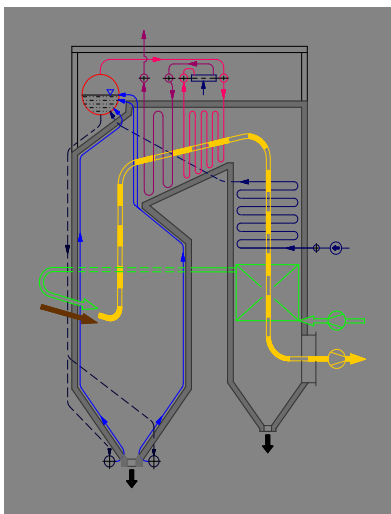


- Процес сагоревања *гасовитих горива* је хомоген и одвија се у запаљивој смеши гаса и ваздуха (кисеоника из ваздуха). Организује се на два начина: мешањем гаса и ваздуха у горионику пре уласка у ложиште или мешањем у самом ложишту. Због тога разликујемо сагоревање једнородне смеше и дифузионо сагоревање.



*Горионици  
за гасовито  
гориво са  
динамичком  
спиралом за  
ваздух*

## ШЕМА ТОКОВА ПРЕДАЈНИКА И ПРИЈЕМНИКА ТОПЛОТЕ У КОТЛУ



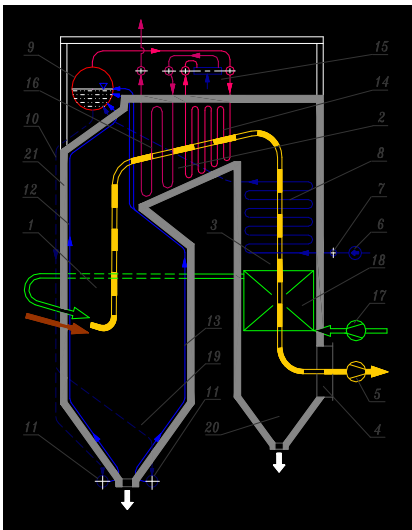
- Токови свих материја које учествују у производњи паре у котловима називају се траковима.
- Делови појединих тракова зависе од врсте горива, система сагоревања и организације струјања воде при њеном испаравању.
- На слици је представљена шема токова предајника и пријемника топлоте котла са природном циркулацијом за сагоревање угља у лету.

### ТОК ПРЕДАЈНИКА ТОПЛОТЕ

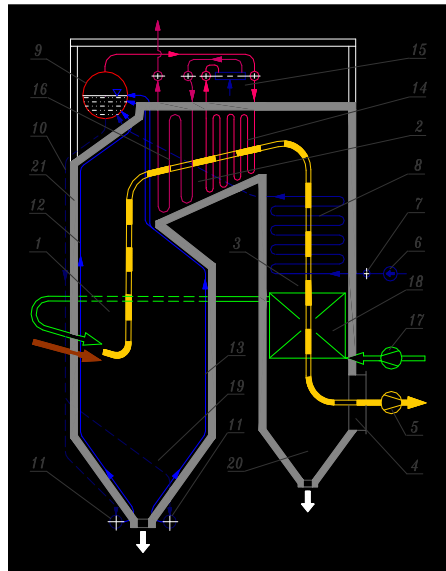


- Димни гасови струје кроз гасни тракт котла кога чине:
  - **ложиште (1),**
  - **хоризонтални међуканал (2)**
  - **конвективни канал (3),** па се кроз
  - **димни канал (4)** помоћу
  - **вентилатора (5)** и димњака избацују у атмосферу.
- Испред вентилатора за димне гасове поставља се отпрашивач, уређај за издвајање летећег pepела из струје гасова.

### ТОК ПРИЈЕМНИКА ТОПЛОТЕ



- Прва грејна површина у току пријемника топлоте је:
  - **загрејач воде (8)** у кога се вода доводи
  - **напојном пумпом (6)** преко
  - **улазног колектора (7).**
- Вода се у загрејачу загрева приближно до стања кључања, а затим одводи у **испаривач парног котла** преко **добоша (9), спусних цеви (10)** и **колектора (11).**
- **Испаривач чине подизне цеви (12 и 13)** у којима вода испарава. Водена пара се доводи до **примарног (14) и секундарног прегрејача паре (16).**
- Пре секундарног прегрејача пара се одводи у **регулатор температуре прегрејане паре (15)**.



- Ваздух за сагоревање може да се доводи непосредно из околине (незагрејан), али се много чешће загрева. **Вентилатором за свеж ваздух (17)** он се потискује кроз **загрејач ваздуха (18)** у коме се загрева до одређене температуре, а затим одводи у ложиште.
- Чврсти остаци сагоревања који потичу од минералних материја из горива деле се на два дела. Један у облику **шљаке** остаје у ложишту и одводи се из **ложишног левка (19)**. Остатак као летећи pepeo напушта ложиште са гасовима и мањим делом се издваја у конвективном гасном каналу и одводи из **левка (20)**, а већим у отпращивачу постављеном иза котла.

## МАШИНЕ ЗА ХЛАЂЕЊЕ

## ПРИРОДНО И ВЕШТАЧКО ХЛАЂЕЊЕ

- Хлађењем се назива процес при коме се од неког тела (*хлађени објекат*) одводи топлота и предаје неком другом телу (*топлотни понор*).
- Топлота одведена од хлађеног тела назива се *топлотом хлађења* ( $J$  или  $kJ$ ), а одведена топлота хлађења у јединици времена назива се *расхладним учинком* ( $W$  или  $kW$ ).
- Ако је температура  $t_h$  хлађеног објекта виша од температуре  $t_0$  околине процес се може одвијати спонтано (сам од себе), тј. без утрошка рада. Такво хлађење назива се *природним хлађењем*;

43

## ПРИРОДНО И ВЕШТАЧКО ХЛАЂЕЊЕ

Међутим, када је температура хлађеног објекта нижа од температуре околине, из искуства је познато да хлађење не може бити спонтано, тј. не може се одвијати само од себе, већ се мора укључити у неки погодан компензациони процес.

Када компензациони процес обавља нека радна материја, прелаз топлоте са извора ниже на понор више температуре се може *трајно (непрекидно)* одвијати једино ако се та радна материја периодички враћа у почетно стање, тј. ако машина обавља *кружни компензациони процес*.

44

## ВЕШТАЧКО ХЛАЂЕЊЕ

Компензациони процес је најчешће неки од класичних левокретних кружних процеса (левокретних циклуса) са утрошком *механичког рада*.

По таквим циклусима раде тзв. **компресорске машине**; оне према врсти радне материје могу бити:

- **гасне** (када радна материја током кружног процеса не мења агрегатно стање) или
- **парне компресорске машине** (чији се циклус највећим делом одвија у подручју влажне паре)

45

## ТОПЛОТНЕ ПУМПЕ

Међутим, ако се за грејање жели користити топлота из околине, при чему је температура грејаног објекта виша од температуре околине, у такво грејање се мора укључити у неки погодан компензациони процес (нпр. левокретни) са утрошком рада. Уређаји помоћу којих се то остварује називају се **топлотним пумпама**.

Топлотна пумпа је, у суштини, машина истоветна са машином за хлађење; само код ње је жељени (користан) ефекат топлота предата **ГРЕЈАНОМ објекту** на вишој температури од температуре топлотног извора.

46

## ПОСТИЗАЊЕ НИСКИХ ТЕМПЕРАТУРА

Најважнији процеси који су нашли примену за постизање ниских температура у пракси су:

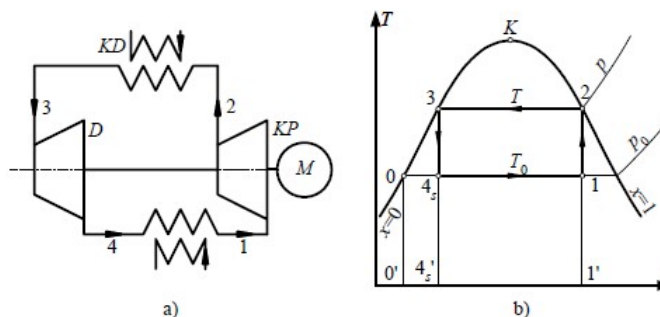
1. **Експанзија гасова и пара** (са одвођењем рада)
2. **Експанзија без одвођења рада** (адијабатско пригушивање);
3. **Термоелектрични ефекат** (пропуштањем електричне струје кроз спој два различита проводника у погодном смеру може се постићи хлађење тог споја);
4. **Ефекат растварања** - расхладне смеше (при адијабатском мешању две материје, температура раствора може бити и знатно нижа од почетне температуре компонената).

47

## ЛЕВОКРЕТНИ ПРОЦЕСИ СА УТРОШКОМ РАДА

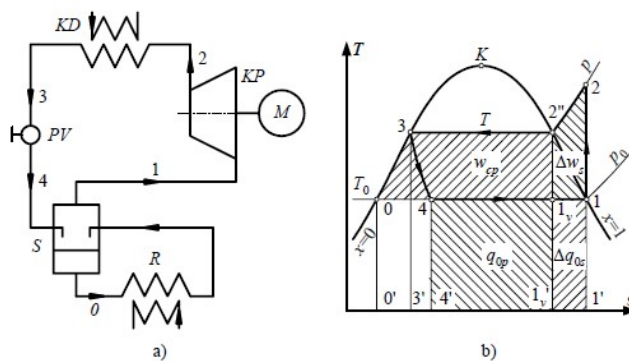
По дефиницији, коефицијент хлађења расхладног циклуса је

$$\varepsilon = \frac{q_0}{w} = \frac{q_0}{w_c - w_d} = \frac{q_0}{q - q_0}$$



Сл. 1. Парна компресорска машина која ради по циклусу *Carnot*:  
а) шема (КР - компресор; КД - кондензатор; Д - детандер (експанзиона машина) ;  
R - испаривач); б) T-s дијаграм

## ЛЕВОКРЕТНИ ПРОЦЕСИ СА УТРОШКОМ РАДА

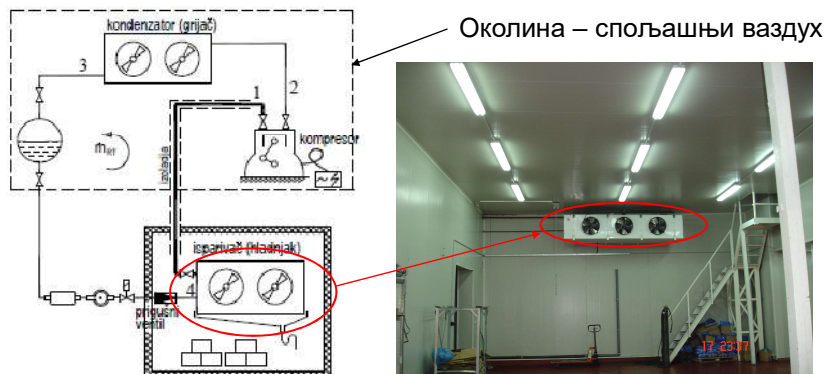


Сл. 2. Парна компресорска машина са пригушним вентилом и сувим усисавањем: а) шема машине (S - сепаратор); б) циклус у „T-s“ дијаграму

49

## РАСХЛАДНА МАШИНА

Шема компресорске расхладне инсталације и изглед  
хлађеног простора са испаривачем (хладњаком)



50

## ПРИМЕНА РАСХЛАДНИХ МАШИНА

Примене вештачког хлађења се разврставају у три групе:

1. за **одржавање квалитета материјала**, тј. За успоравање непожељних промена хемијских, биохемијских структурних карактеристика разних производа, у првом реду за конзервисање намирница;
2. за **стварање и одржавање карактеристика амбијента**, (климатизација простора);
3. када вештачко хлађење представља **главни или споредни процес** при остваривању неке активности (производња, истраживање, лечење, спорт итд.).

51

## РАСХЛАДНИ ФЛУИДИ

Радна материја која у расхладној машини или топлотној пумпи обавља левокретни циклус назива се *примарни расхладни флуид*, или, краће, **расхладни флуид**.

**Секундарни расхладни флуид** је флуид који одузима топлоту хлађења од хлађеног објекта (извора топлоте) и предаје је (обично испаравајућем) примарном расхладном флуиду. При томе секундарни расхладни флуид кружи као посредник, у затвореном току, између хлађеног објекта и расхладне машине (нпр: раствори разних соли или етилен гликола у води).

52

## РАСХЛАДНИ ФЛУИДИ

Увођењем у употребу халогених деривата парафинских угљоводоника (познатих под широко прихваћеним заједничким комерцијалним називом “**фреону**”), **тридесетих година прошлог века**, број расхладних флуида силно се повећао;

За фреоне је (најпре у САД) уведен систем троцифрених бројчаних ознака иза заједничке ознаке **F (“Freon”)**; касније, тај систем је међународно прихваћен, прилагођен је за све расхладне флуиде, а ознака **F** **заменења је новом** општом ознаком **R („refrigerant”)**.

53

## РАСХЛАДНИ ФЛУИДИ

Неки примери означавања расхладних флуида:

- Бројевима од 400 до 499 означавају се разне *зеотропске смеше*.
- Бројевима од 500 до 599 означавају се разне *азеотропске смеше*.
- Бројевима од 600-699 обележавају се по произвољном редоследу разна *органска једињења, која се користе или могу да се искористе као расхладни флуиди*.
- Бројевима од 700 па надаље означавају се *неоргански расхладни флуиди, тако што се после прве цифре (7) која указује да је реч о неорганском расхладном флуиду додају још две цифре које показују његову релативну молску масу*. Нпр. амонијак (NH<sub>3</sub>) има ознаку R 717, угљендиоксид (CO<sub>2</sub>) има ознаку R 744 итд.

54

## ОСНОВНЕ КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНИХ МАШИНА

### КОМПРЕСОРИ:

Према принципу рада компресори могу бити:

#### *Компресори запреминског дејства*

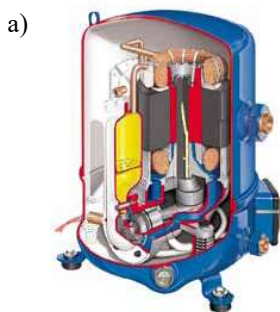
Према начину формирања ћелија и кинематским карактеристикама које из тога произилазе, ови компресори се деле на:

- **клипне** компресоре са транслаторним кретањем клипова,
- **ротационе** компресоре, код којих се радна запремина формира између (једног или више) ротора и зидова цилинд(а)ра (кућишта), и
- **спиралне** компресоре, код којих се радне запремине формирају између спрегнутих цилиндричних спиралних површи у захвату.

**Струјни компресори**, код којих је пораст притиска резултат размене енергије при опструјавању лопатица турбомашине(турбокомпресори) или при мешању са радном паром која са великом брзином долази из млазника (парни ејекторски компресори одн. парни ејектори).

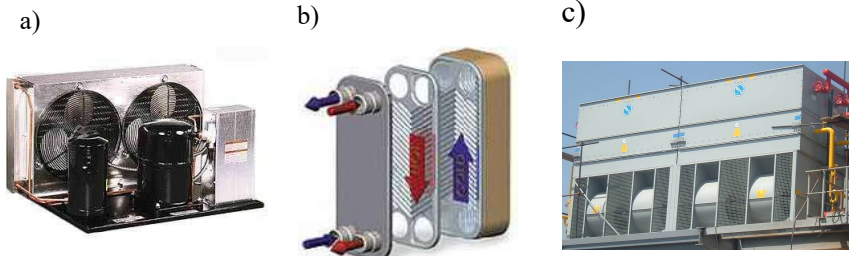
55

## ОСНОВНЕ КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНИХ МАШИНА - КОМПРЕСОРИ



Изглед компресора: а) клипни, б) спирални

## КОНДЕНЗАТОРИ



Изглед кондензатора:

а) Ваздухом хлађени, б) водом хлађени - плочасти, в) евапоративни

## ИСПАРИВАЧИ

### 1) Испаривачи за хлађење течности:

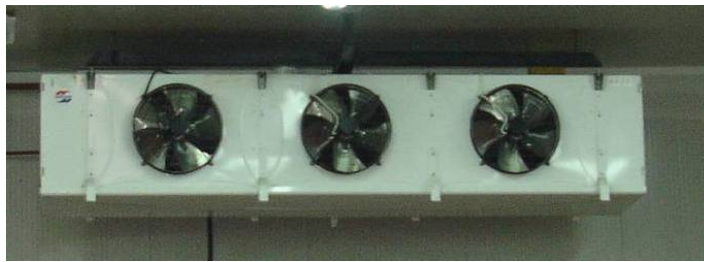
- добошасти испаривачи са цевним снопом унутар добоша,
- плочасти испаривачи,
- потопљени базенски испаривачи;

### 2) Испаривачи за хлађење гасова (најчешће ваздуха) израђују се од оребрених цеви.

### 3) Специјални испаривачи:

- за производњу љуспичастог леда,
- за брзу производњу леда у калупима (тзв. "рапиђице" уређаји) итд.

## ИСПАРИВАЧИ



Изглед испаривача за хлађење ваздуха

## Помоћни апарати

- 1. група:** разни размењивачи топлоте (спољашњи и унутрашњи прехлађивачи кондензата, међухладњаци, хладњаци уља и сл.), пригушни сепаратори и/или њихове комбинације које омогућавају модификовање циклуса у циљу повећања учинка и/или коефицијента хлађења.
- 1. група:** помоћни апарати чији је основни задатак да спрече нежељене режиме рада, ублаже или елиминишу последице услед несавршености конструкције и/или поступака монтаже и тиме омогуће дуготрајан и несметан рад, као и лакше опслуживање (нпр. одвајачи уља, одвајачи ваздуха, филтери, сушачи...)

## ЦЕВОВОДИ

повезују све релевантне компоненте у јединствену рашладну инсталацију, односно топлотну пумпу.

### Аутоматика рада расладних инсталација

- Уређаји аутоматске заштите и/или упозоравања: термостати и пресостати
- Уређаји за аутоматску регулацију: оптимални регулатори

## ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДАМА ЗА ГРЕЈАЊЕ И КЛИМАТИЗАЦИЈУ

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија

### ■ Облици енергије по степену трансформације

1. Примарна (природна),
2. Секундарна (трансформисана) и
3. Корисна енергија

- Примарна енергија – енергија и енергенти који се налазе у природи и нису прошли њ један процес трансформације: (угаљ, нафта, гас, дрво, уран, торијум, енергија ветра, Сунчево зрачење, биомаса ...)
- Велики део примарних облика енергије се не може непосредно користити, већ је потребна трансформација у секундарни облик.

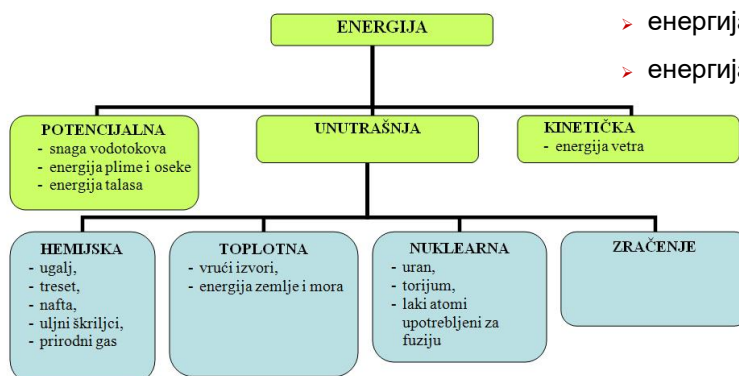
63

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија

### Извори енергије

Три основна извора енергије:

- енергија Сунца,
- енергија из Земље и
- енергија гравитације.



64

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија

**Примарне енергије** се могу поделити на:

- **Конвенцијалне и неконвенцијалне** изворе енергије
- **Необновљиве и обновљиве** изворе енергије
- **Конвенцијалне изворе енергије**
  - Дрво, угаљ, сирова нафта, природни гас
  - Енергија водених токова (хидропотенцијал)
  - Нуклеарна горива (уран, торијум, деутеријум)
- **Неконвенцијалне изворе енергије**
  - Енергија зрачења Сунца
  - Геотермална енергија
  - Енергија мора и морских таласа, плиме и осеке
  - Енергија ветра

65

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија

Појам **обновљиви извори** енергије односи се на изворе енергије који су сачувани у природи и потпуно се или делимично обнављају након коришћења.

Обновљиви извори енергије су:

- Енергија зрачења Сунца
- Енергија водених токова (хидроенергија)
- Енергија ветра
- Енергија плиме и осеке
- Енергија таласа мора
- (Геотермална енергија)
- (Биомаса)

66

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија

**Необновљиви облици** енергије су облици енергије чије се резерве смањују услед коришћења (енергија фосилних и нуклеарних горива као и геотермална енергија).

Необновљиви извори енергије су:

- Сва фосилна горива (угаљ, нафта, уљни шкриљци, битуминозни пескови)
- Нуклеарна горива
- (Геотермална енергија)
- (Биомаса)

67

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија

- **Секундарна** енергија је енергија која је технолошким процесима трансформације добијена из примарних извора (нпр. кокс, брикети, нуклеарно гориво, бензин, лож уље, електрична енергија, топлотна енергија, итд). Овим се процесима трансформације мењају хемијске или физичке особине примарне енергије
- **Финална** енергија је она енергија која долази до крајњег корисника - енергија на граници система (зграде) – може бити и примарна и секундарна

68

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија

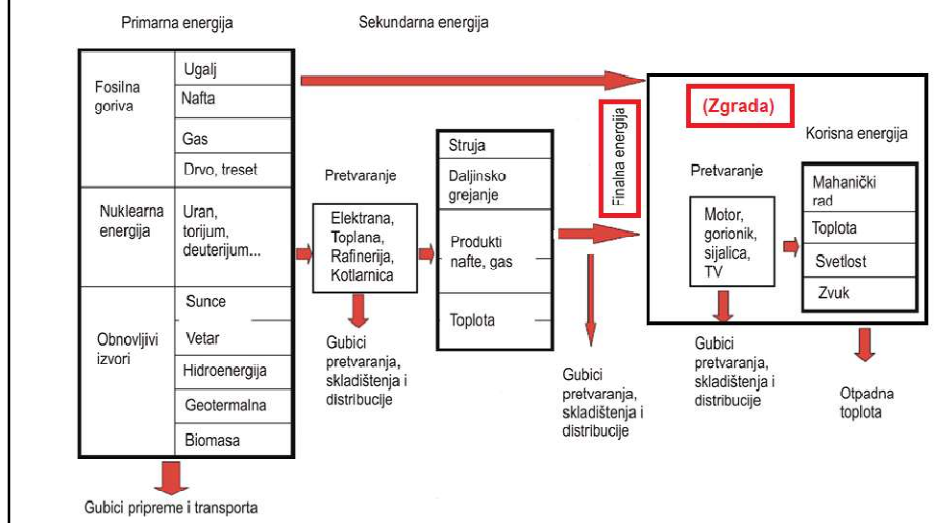
- **Корисна енергија** је онај део енергије који се добија после одбијања свих губитака који настају при процесима добијања, прераде (производње), складиштења и преноса примарних и секундарних извора енергије

Корисна је енергија крајњем кориснику на располагању у облику који му највише одговара. Облик енергије који се непосредно може користити је корисни облик енергије.

- **Трансформације енергије** се одвијају до оних енергетских облика који су потребни, а то су:
  - топлотна енергија,
  - механичка енергија,
  - хемијска енергија и
  - светлосна енергија
  - енергија звука

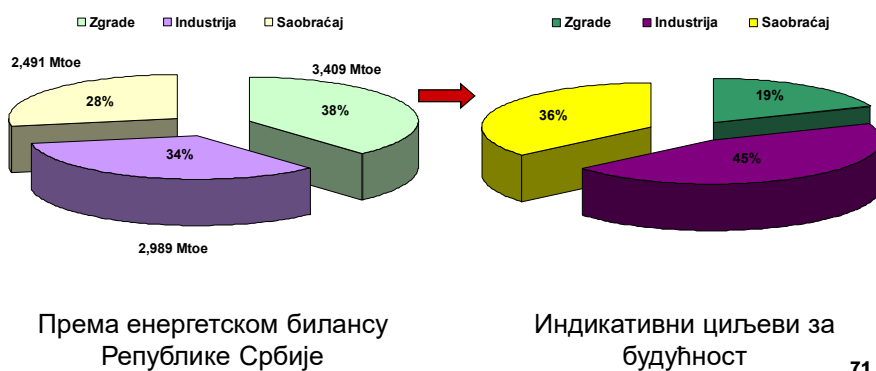
69

## Облици енергије – примарна, секундарна, финална и корисна енергија



## Анализа стања у Републици Србији и могуће уштеде

- Потрошња енергије у зградама узима значајан удео у укупној потрошњи енергије



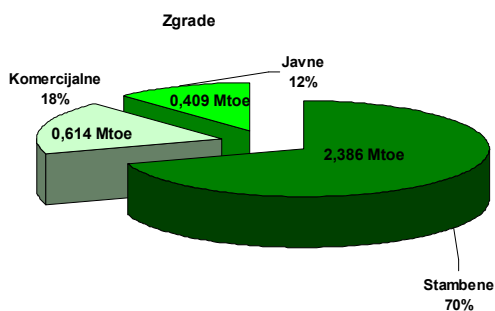
71

## Потрошња енергије у зградама



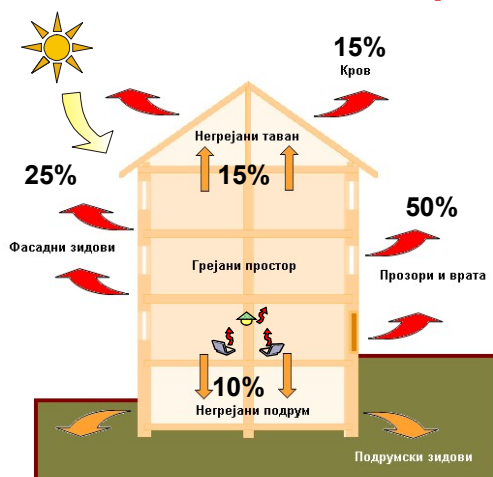
### Грејање станова у Србији:

- помоћу индивидуалних система (електрична енергија, гас, дрва и угаљ) 45%,
- котларница 28% и
- мрежа даљинског грејања 27% (највише у Новом Саду и Београду (60%, односно 50%).



72

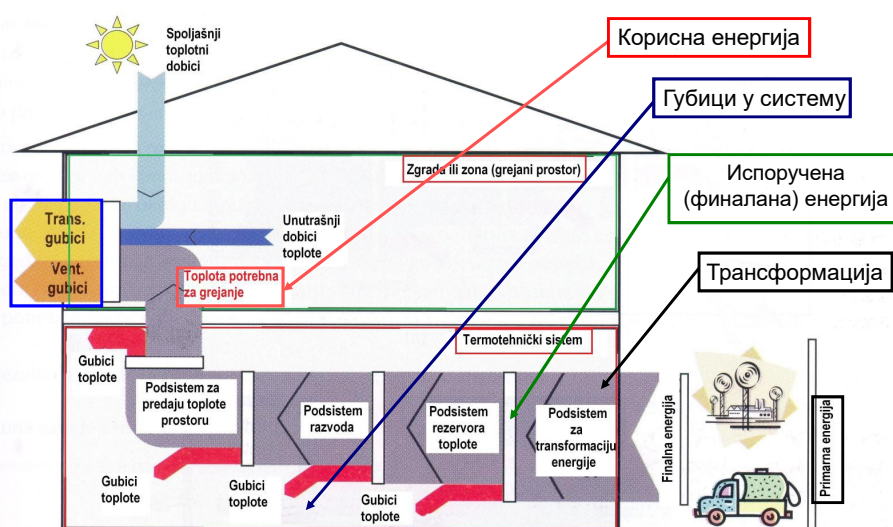
## Топлотни биланс зграде – зимски услови



- Прозори и застакљене површине - термички најосетљивији део омотача, утичу на вентилационе и трансмисионе губитке.
- Узимају се у обзир корисни добици топлоте од Сунца и унутрашњих извора.
- Систем за грејање треба да надокнади само тренутне губитке топлоте током целе грејне сезоне, кроз правилну регулацију топлотног учинка.
- Извор снабдевања треба да буде ефикасан.

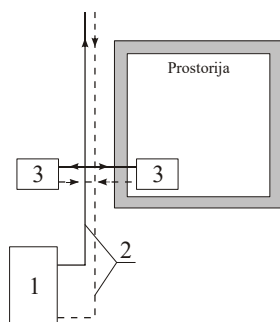
73

## Топлотни биланс зграде – зимски услови



74

## СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛНОГ ГРЕЈАЊА

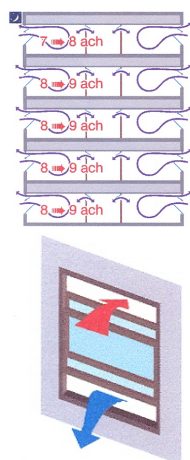


- 1 – **ИЗВОР ТОПЛОТЕ** (најчешће топоводни или парни котао или размењивач топлоте)
- 2 – **ДИСТРИБУЦИЈА ТОПЛОТЕ** (када је вода грејни флуид у питању је цевна мрежа којом се топла вода дистрибуира од извора до грејаних тела и назад до извора топлоте)
- 3 – **ГРЕЈНА ТЕЛА** (чија је функција предаја топлоте грејаном простору; постоје различите врсте и конструкције грејних тела)

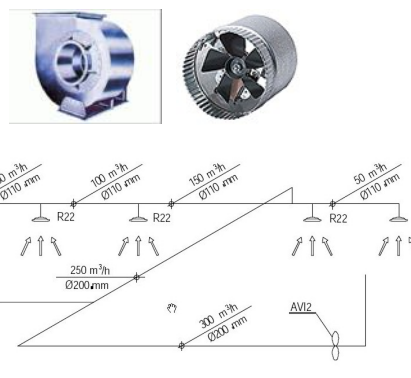


## ПРОВЕТРАВАЊЕ И ВЕНТИЛАЦИЈА

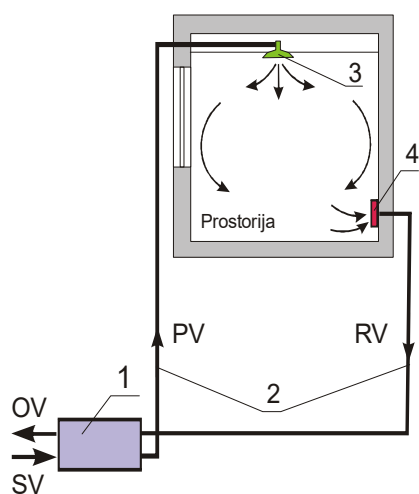
### ПРИРОДНА



### МЕХАНИЧКА



## КЛИМАТИЗАЦИЈА

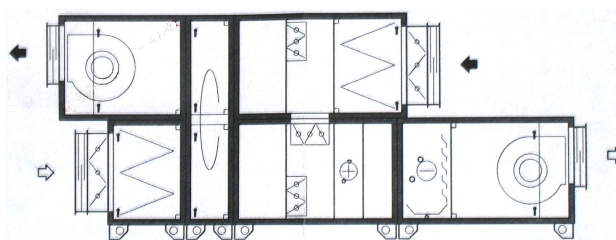


1 – КЛИМА КОМОРА – централни уређај за припрему ваздуха за климатизацију; припремљен ваздух у клима комори има одговарајуће параметре који одговарају потребама климатизованог простора у сваком тренутку

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

3,4 – ДИСТРИБУТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ (АНЕМОСТАТИ, РЕШЕТКЕ, ДИФУЗОРИ, МЛАЗНИЦЕ - чија је функција убацивање и правилна расподела припремљеног ваздуха по просторији; такође постоје и одговарајући елементи за извлачење ваздуха из просторије)

## КЛИМАТИЗАЦИЈА – изглед клима коморе



## Енергетска ефикасност

### КГХ системи – неизоставан сегмент модерних зграда

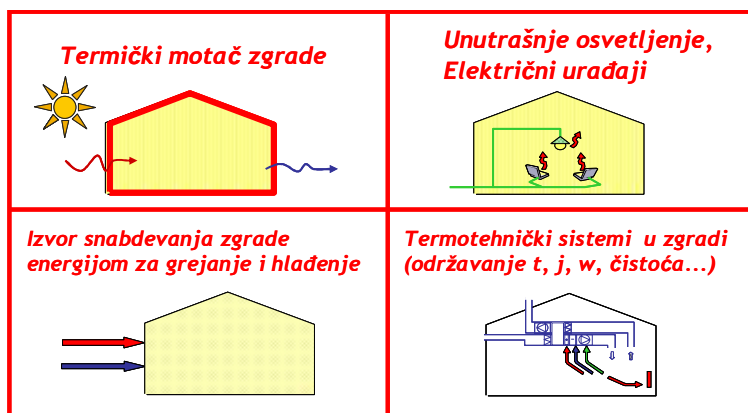
Енергетска ефикасност и заштита животне средине – у последњој деценији у свету је стављен акценат на побољшање ЕЕ у свим сегментима. С обзиром да су зграде један од највећих потрошача енергије, ЕЕ у грађевинским објектима постала је изузетно важна. У већини земаља ради се на спровођењу мера и увођењу 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

## Мере за унапређење енергетске ефикасности

Мере које се примењују за побољшање енергетске ефикасности у зградама:



80

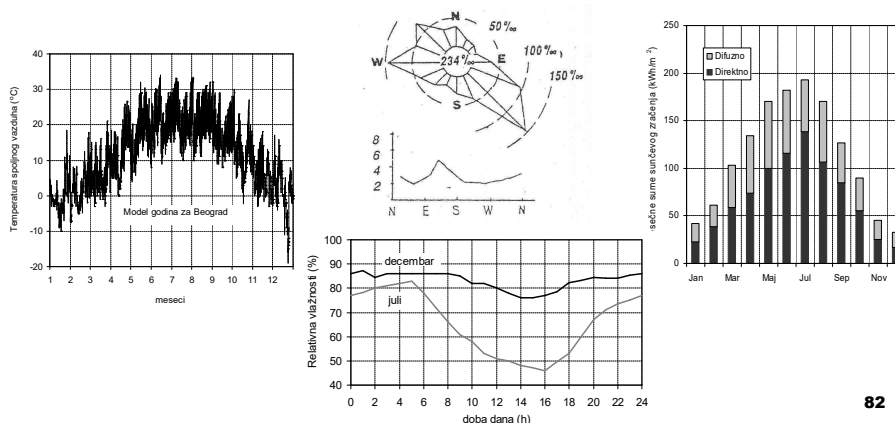
## Параметри који утичу на потрошњу енергије

- Климатски фактори, који су одређени локацијом на којој се зграда налази;
- Термички омотач и геометрија зграде,
- Карактеристике КГХ система, извора енергије и нивоа аутоматске регулације,
- Режим коришћења и одржавања зграде и техничких система и
- Експлоатациони трошкови, односно цене енергената и енергије.

81

## Параметри који утичу на потрошњу енергије

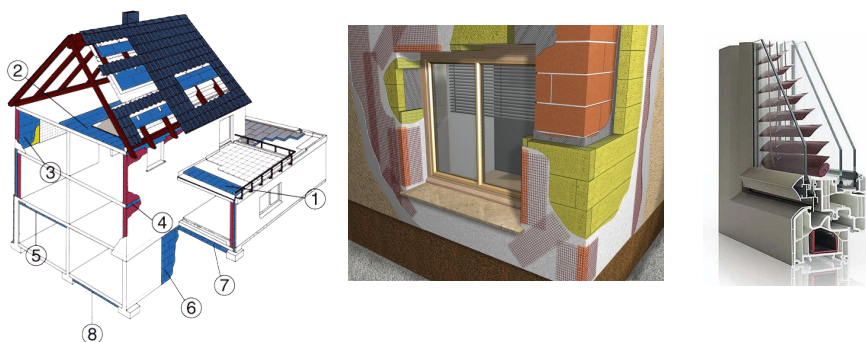
**Климатски фактори**, као што је годишње кретање температуре ваздуха и релативне влажности, инсолација и дозрачени интензитет сунчевог зрачења, ветровитост, и друго, одлика су локације на којој се зграда налази.



82

## Параметри који утичу на потрошњу енергије

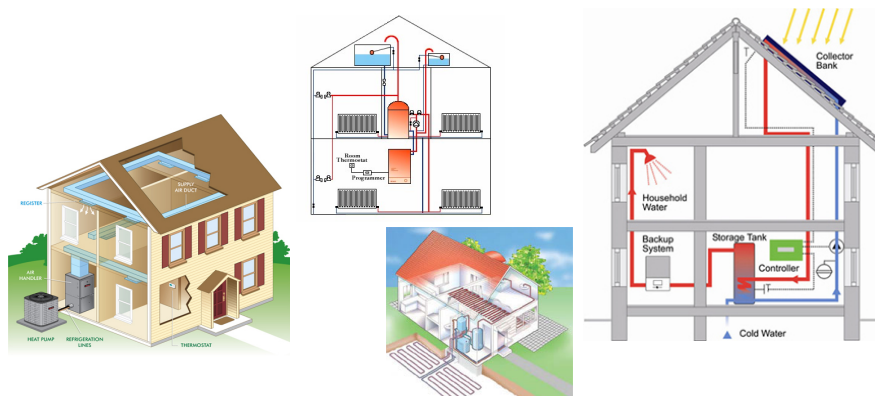
**Термички омотач**, геомерија зграде, њен положај у односу на изложеност Сунцу и ветровима директно утичу на енергетске потребе зграде. Што је боља термичка изолација и заптивеност прозора и врата, а мањи фактор облика, потребна инсталисана снага система за грејање ће бити мања.



83

## Параметри који утичу на потрошњу енергије

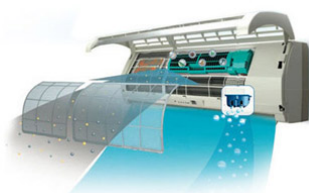
Пажљивим и стручним **избором КГХ система**, извора снабдевања енергијом и нивоа аутоматске регулације могуће је остварити значајне уштеде енергије коју ови системи троше током године.



84

## Параметри који утичу на потрошњу енергије

Како би зграда имала задовољавајуће енергетске перформансе, потребно је редовно и правилно одржавање зграде и система у њој. Уколико изостане редовно одржавање а не наруши се у потпуности функционалност система, готово редовно се јавља случај нерационалне потрошње енергије.



85

## Параметри који утичу на потрошњу енергије

Приликом пројектовања нових система, а чешће приликом извођења пројеката реконструкције постојећих, саставни део процедура је спровођење техно-економске анализе, односно сагледавања инвестиционих и експлоатационих трошкова кроз животног век пројекта. Уколико постоји диспаритет цена на тржишту, доћи ће до појаве нерационалне потрошње енергије.



86