



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
**Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek**  
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
**Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek**

## 4. SUSTAVI GRIJANJA

PREDAVANJE:

### 4.3. CJELINE ZA ISPITIVANJE I PREGLED SUSTAVA NA KOJE TREBA OBRATITI POSEBNU POZORNOST

mr.sc. Luka Čarapović, dipl. ing. stroj.  
ABACO d.o.o. Slavonski Brod

SVEUČILIŠTE  
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER  
UNIVERSITY OF OSIJEK



## Teme predavanja

### 4. SUSTAVI GRIJANJA

#### 4.3. CJELINE ZA ISPITIVANJA I PREGLED SUSTAVA NA KOJE TREBA OBRATITI POSEBNU POZORNOST:

- 4.3.1. pogonski (energetski) agregat
- 4.3.2. uređaj za dobavu i pripremu goriva
- 4.3.3. sustav dimnih plinova
- 4.3.4. upravljački i kontrolni sustav
- 4.3.5. energetski kapacitet postrojenja
- 4.3.6. učinkovitost postrojenja



## 1. OPĆENITO

### Zgrade s jednostavnim tehničkim sustavima

- stambene ili nestambene zgrade
- građevinske bruto površine (GBP) manje ili jednake 600 m<sup>2</sup>
- s najviše tri samostalne uporabne cjeline

#### Zgrade

- s *pojedinačnim uređajima za pripremu potrošne tople vode* i koje nisu opremljene sustavima grijanja, hlađenja, ventilacije
- s *centralnim izvorom topline za grijanje i pripremu potrošne tople vode* nazivne snage kotla do 30 kW, bez posebnih sustava za povrat topline
- s *lokalnim izvorima topline za grijanje i pripremu potrošne tople vode* pojedinačne nazivne snage kotla do 30 kW, bez posebnih sustava za povrat topline
- sa *solarnim kolektorima za pripremu potrošne tople vode do 7 m<sup>2</sup> površine apsorbera*
- s *dizalicom topline sustava zrak – zrak* izvora topline nazivnog učina do 12 kW
- s *pojedinačnim rashladnim uređajima*
- s lokalnim decentraliziranim sustavima ventilacije sa ili bez povrata topline, i bez dodatne obrade zraka
- posebni *dijelovi zgrade koji imaju zasebno mjerilo za grijanje, etažno plinsko grijanje, priključak na zajedničku kotlovnicu ili priključak na daljinsko grijanje*»



## 1. OPĆENITO

### **Zgrade sa složenim tehničkim sustavima**

Sve ostale stambene i nestambene zgrade koje nisu zgrade s jednostavnim tehničkim sustavom



## 1. OPĆENITO

### Kratak pregled i objašnjenje pojmova

- **Sustav grijanja** – sklop elemenata koji osiguravaju potrebnu višu temperaturu prostora u situacijama kad je okolina na nižoj temperaturi
- **Sustav hlađenja** – sklop elemenata koji osiguravaju potrebnu nižu temperaturu prostora u situacijama kad je okolina na višoj temperaturi
- **Sustav pripreme potrošne tople vode (PTV)**– sklop elemenata koji osiguravaju potrebnu povišenu temperaturu i dovoljnu količinu sanitarne tople vode
- **Sustav ventilacije** – sklop elemenata koji osiguravaju potrebnu izmjenu zraka u određenom prostoru
- **Sustav s povratom topline** – sklop elemenata koji omogućavaju ponovno iskorištavanje dijela otpadne topline
- **Individualni sustav, pojedinačni izvor** – sustavi pripreme energije (ogrjevnice ili rashladne) ili PTV neposredno pri potrošaču
- **Centralni sustav** grijanja i hlađenja ili pripreme PTV – sustav pripreme energije (ogrjevnice ili rashladne) ili medija (PTV) na jednom centralnom mjestu s raspodjelom na više potrošača u blizini izvora (u stanu, etaži, zgradi)



## 1. OPĆENITO

- **Daljinski sustav** grijanja i hlađenja – sustav pripreme ogrjevnog i rashladnog energije na jednom centralnom mjestu s raspodjelom na veći broj udaljenih potrošača (više zgrada, naselje, grad)

### Elementi sustava

- **Elementi sustava grijanja, hlađenja ili pripreme PTV** – *generator potrebne ogrjevnog ili rashladnog energije (izvor topline ili hladnoće), uređaji za pripremu i dovod primarnog energenta, sustav odvoda otpadnih produkata, akumulacijski spremnici ogrjevnog ili rashladnog medija, razdjelnici ogrjevnog ili rashladnog medija, mreža razvoda, cirkulacijske pumpe, sustavi za izmjenu energije (grijanje ili hlađenje) u prostoru, upravljački i regulacijski uređaji*
- **Generator (izvor) topline ili “hladnoće”** – osnovni element sustava, uređaj koji pretvara neki od oblika energije u energiju potrebnu za zagrijavanje ili hlađenje prostora odnosno medija;
- **Elementi sustava ventilacije** – ventilatori, mreža kanala i razvoda, elementi za ulaz odnosno izlaz zraka (usisni i isturjni otvori i sklopovi)



## 1. OPĆENITO

### Iz Pravilnika o ECZ

Pravilnik o ECZ propisuje da energetske pregled zgrade :

- obvezno uključuje i *analize energetske svojstava sustava grijanja i hlađenja, sustava klimatizacije i ventilacije i sustava za pripremu potrošne tople vode,*
- *uključuje i potrebna mjerenja gdje je to nužno za ustanovljavanje energetske stanja i/ili svojstava,*
- treba provoditi u skladu s načelima iz Metodologije i prema pravilima struke.

Energetskim pregledom se *utvrđuje način korištenja energije* te sustavi i mjesta na kojima su prisutni veliki gubici energije.

*Cilj je utvrđivanje učinkovitosti/neučinkovitosti potrošnje energije te donošenje zaključaka i preporuka za povećanje učinkovitosti.*

Iz toka provođenja pregleda slijedi da je *potrebno prikupiti podatke, pregledati postojeću dokumentaciju, razgovarati s ključnim osobama, obavezno obići zgradu, uvidom u stvarno stanje na licu mjesta utvrditi ključne nedostatke te provesti eventualno potrebna dodatna mjerenja i ispitivanja.*



## 1. OPĆENITO

### Metodologija

Najprije treba *doznati osnovne podatke o energetske sustavima i uređajima za pregled i ispitivanje te analizu* (podatke dokumentirati, a kao pomoć koristiti formulare i upitnike, npr. iz Metodologije MZOPUG ili vlastiti iz iskustva).

Primjer formulara iz metodologije za stambene zgrade – dio koji se odnosi na sustave grijanja, hlađenja i ventilacije te pripremu PTV, prema Metodologiji MZOPUG, str.48-49, dan je na sljedeća 3 slajda, dok se prijedlog upitnika za nestambene zgrade može naći u istoj Metodologiji na str. 51-57.

Preporuča se da na temelju danog predloška i vlastitog iskustva energetski certifikator izradi svoj formular upitnika.

Pri obilasku zgrade i prikupljanju podataka treba obratiti pažnju na karakteristike pojedinih tehničkih sustava te pri tom pobrojati najznačajnija pojedinačna trošila i grupe trošila koje se nalaze u objektu s njihovim tehničkim karakteristikama i zatražiti raspoložive podatke o radu i opterećenju pojedinih sustava.



## 1. OPĆENITO

4.

### SUSTAV GRIJANJA, HLAĐENJA, KLIMATIZACIJE, VENTILACIJE, PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE I PITKE VODE

4.1.

| Način grijanja prostora | Centralno - kotlovnica | Centralno - toplana | Centralno - etažno gr. | Lokalno grijanje prostorija | Drugo (opis) |  |
|-------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|--------------|--|
|                         |                        |                     |                        |                             |              |  |

4.2.

| Izvor energije za grijanje | Loživo ulje/ ekstra lako loživo ulje | Prirodni plin/ UNP | Drvo | Ugljen | Električna energija | Drugo |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|------|--------|---------------------|-------|
|                            |                                      |                    |      |        |                     |       |

4.3.

| Za centralizirano grijanje na razini zgrade | Broj agregata | Ukupna instalirana snaga (kW) | Starost agregata | Periodi održavanja | Izvedba dimnjaka i Ø | Posebne značajke |
|---------------------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Kotlovnica                                  |               |                               |                  |                    |                      |                  |
| Toplinska podstanica                        |               |                               |                  |                    |                      |                  |
| Drugo                                       |               |                               |                  |                    |                      |                  |

4.4.

| Izvedba regulacije kod centraliziranog grijanja | Ručna regulacija | Automatska regulacija | Centralna on/off regulacija | Automatska regulacija kotla | Ručna reg., stalna kontrola | Ručna reg., povremena kontrola |
|-------------------------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                                                 |                  |                       |                             |                             |                             |                                |

4.5.

| Razvod medija kod centraliziranog grijanja | Korišteni medij (voda, zrak...) | Jednocijevni ili dvocijevni razvod | Stanje izolacije cijevovoda | Broj cirkulacionih krugova | Podjela zonama etažama | Regulacija (centralna/ zone/prostori) |
|--------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
|                                            |                                 |                                    |                             |                            |                        |                                       |



## 1. OPĆENITO

|      |                           |                      |                            |                      |                    |                                  |                           |
|------|---------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 4.6. | Etažno grijanje - uređaji | Ukupan broj jedinica | Prosječna starost (godina) | Prosječna snaga (kW) | Korišteni energent | Dovod zraka vanjski/ iz prostora | Redovito održavanje DA/NE |
|      |                           |                      |                            |                      |                    |                                  |                           |

|      |                                         |            |            |                          |                       |                      |       |
|------|-----------------------------------------|------------|------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|-------|
| 4.7. | Ogrijevna tijela                        | Radijatori | Konvektori | Podno ili zidno grijanje | Samostojeće grijalice | Prijenosne grijalice | Drugo |
|      | Broj                                    |            |            |                          |                       |                      |       |
|      | Ukupna toplinska snaga kW <sub>th</sub> |            |            |                          |                       |                      |       |
|      | Termostatski ventili (DA/NE)            |            |            |                          |                       |                      |       |

|      |                       |                |             |              |                 |  |  |
|------|-----------------------|----------------|-------------|--------------|-----------------|--|--|
| 4.8. | Pojedinačne grijalice | Izvor energije | Ukupan broj | Uk. snaga kW | Ostale napomene |  |  |
|      |                       |                |             |              |                 |  |  |

|      |                                    |                        |                     |                       |                             |                 |  |
|------|------------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------|--|
| 4.9. | Sustav ventilacije                 | Prirodno prozračivanje | Lokalna ventilacija | Centralizirani sustav | Ventilacija s rekuperacijom | Drugo (opisati) |  |
|      | Princip rada                       |                        |                     |                       |                             |                 |  |
|      | Instalirana snaga kW <sub>el</sub> |                        |                     |                       |                             |                 |  |
|      | Protok zraka m <sup>3</sup> /h     |                        |                     |                       |                             |                 |  |

|       |                                 |              |                    |                             |                       |                            |       |
|-------|---------------------------------|--------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------|
| 4.10. | Sustav hlađenja i klimatizacije | Split sustav | Multi-split sustav | Kompaktni prozorski uređaji | Centralizirani sustav | Puno kondicioniranje zraka | drugo |
|       | Ukupan broj jedinica            |              |                    |                             |                       |                            |       |
|       | Ukupna rashladna snaga kW       |              |                    |                             |                       |                            |       |
|       | Samo hlađenje/ grijanje         |              |                    |                             |                       |                            |       |
|       | Prosječan COP                   |              |                    |                             |                       |                            |       |



## 1. OPĆENITO

|       |                     |                              |                                 |                        |                               |                            |                  |
|-------|---------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------|
| 4.11. | Priprema tople vode | U sklopu sustava za grijanje | Odvojeno od sustava za grijanje | Spremnik za toplu vodu | Toplinska izolacija spremnika | Toplinska izolacija cijevi | Temperatura vode |
|       |                     |                              |                                 |                        |                               |                            |                  |

|       |                                       |                                      |                    |                     |             |                  |       |
|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------|------------------|-------|
| 4.12. | Izvor energije za pripremu tople vode | Loživo ulje/ ekstra lako loživo ulje | Prirodni plin/ UNP | Električna energija | Drvo/Ugljen | Sunčeva energija | drugo |
|       |                                       |                                      |                    |                     |             |                  |       |

|       |                                                    |              |  |
|-------|----------------------------------------------------|--------------|--|
| 4.13. | Priprema potrošne tople vode električnom energijom | broj bojlera |  |
|       |                                                    | snaga kW     |  |

|       |                                        |            |           |         |        |
|-------|----------------------------------------|------------|-----------|---------|--------|
| 4.14. | Broj priključnih mjesta s toplom vodom | Tuš / Kada | Umivaonik | Sudoper | ostalo |
|       |                                        |            |           |         |        |

|       |                                    |        |           |
|-------|------------------------------------|--------|-----------|
| 4.15. | Broj slavina na izljevnim mjestima | Obična | Keramička |
|       | jednoručna                         |        |           |
|       | dvoručna                           |        |           |

|       |                  |           |           |          |          |           |
|-------|------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 4.16. | Broj vodokotlića | 20 litara | 13 litara | 9 litara | 5 litara | zapremina |
|       |                  |           |           |          |          | kom       |
|       | broj pisoara     | senzorski |           | ručni    |          | kom       |



## 1. OPĆENITO

### Energetski pregledi

#### Preliminarni energetski pregled

- naziva se još i walk-through energetski pregled
- prvi korak koji treba provesti radi analize sustava
- nužno je *pripremiti odgovarajući upitnik* za dobivanje osnovnih informacija o energetskoj situaciji u zgradi ili objektu (tzv. osnovni upitnik)
- osnovni upitnik pomaže certifikatoru uspostaviti prvi kontakt s osobom odgovornom za energetiku u zgradi ili objektu
- nakon analize osnovnog upitnika radi se detaljni upitnik za bolje sagledavanje stanja energetike
- posjeta zgradi ili objektu tek nakon analize rezultata detaljnog upitnika
- prilikom posjete koja traje 1 dan certifikator dobije kratak uvid u stanje energetike zgrade
- kroz razgovor s odgovornom osobom za pitanja energetike certifikator raščisti sve eventualne nejasnoće iz detaljnog upitnika
- mogu se provesti i kraća mjerenja (nije nužno) na temelju kojih se dobiva kvalitetnija slika o tome kako se u analiziranoj zgradi troši energija



## 1. OPĆENITO

Preliminarni energetska pregled bit će dostatan certifikatoru za izradu izvješća samo za najjednostavnije zgrade i sustave.

### Detaljni energetska pregled

- pristupa mu se ukoliko se kroz preliminarni energetska pregled pokaže kako postoji značajan potencijal za uštede, a rezultati preliminarnog energetskog pregleda nisu dostatni za provođenje kvalitetne analize.
- detaljna analiza mogućih poboljšanja i garancija ostvarivih ušteda moguće su tek na temelju kvalitetne snimke postojećeg stanja; zato za izradu energetskog certifikata u najvećem broju slučajeva treba provesti i detaljan pregled
- trajanje detaljnog energetskog pregleda može jako varirati ovisno o složenosti samog objekta koji se analizira; pri detaljnom energetskom pregledu često se provode i mjerenja pa trajanje ovisi i o specifičnostima pojedinih mjerenja

Na temelju rezultata energetskih pregleda radi se energetska i troškovna bilanca i zatim provodi analiza mogućih tehničkih mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti u zgradi s procjenom ušteda energije i energenata, smanjenja emisija štetnih plinova, potrebnih investicija i jednostavnog perioda povrata ulaganja. Iz svega slijede i preporuke za promjene u radu i/ili ponašanju.



## 1. OPĆENITO

### Potrebni podaci

Sustav potrošnje toplinske energije (sustav grijanja i pripreme PTV):

- opis sustava grijanja objekta (izvor topline, nositelj topline),
- ukoliko je izvor toplinske energije kotao – navesti vrstu kotla, nazivni toplinski učin kotla i temperaturni režim grijanja, korišteni izvor energije te osnovne dimenzije i materijal izrade dimnjaka,
- odabrana ogrjevna tijela te njihov ukupno instalirani ogrjevni učin,
- podatke o mjerenju potrošnje toplinske energije,
- podatke o regulaciji sustava grijanja (centralna ili lokalna),
- podatke o toplinskoj infrastrukturi (stanje instalacija, mreža, dislociranost opskrbe),
- opis sustava pripreme potrošne tople vode,
- raspoložive periodičke karakteristike potrošnje toplinske energije (dnevna, mjesečna, godišnja, sezonske karakteristike, prema medijima).



## 1. OPĆENITO

### Provođenje mjerenja

Mjerenja u energetske pregledima *nisu obavezna*, ali mogu biti vrlo korisna za utvrđivanje nedostataka, potvrđivanje pretpostavki i ustanovljavanje potencijala ušteda.

Mjerenja u sustavima grijanja, trebaju potvrditi osnovni zadatak tj. postizanje toplinske ugodnosti u prostoriji. *Može se mjeriti: temperatura zraka u prostoriji (na visini 1,5 m od poda), srednja temperatura ploha prostorije, vlažnost i brzina zraka u prostoriji te razina buke u prostoriji.*

Snimanjem metodom infracrvene termografije te kasnijom stručnom analizom moguće je odrediti ne samo raspodjelu temperatura ploha prostorije nego i energetske karakteristike opreme i stanje energetskih sustava.



## 1. OPĆENITO

- U sustavima grijanja na izvoru toplinske energije *mjeri se tlak i temperatura polazne i povratne vode*. Ukoliko je izvor toplinske energije kotao, *mjeri se maseni protok goriva* da bi se odredila količina topline unesena gorivom odnosno da bi se odredio stupanj djelovanja kotla direktnom metodom.
- Za kontrolu procesa izgaranja poželjno je *mjeriti temperaturu i sastav dimnih plinova* npr. pomoću analizatora dimnih plinova iza izvora na dimovodu.
- Za utvrđivanje učinkovitosti i funkcionalnosti sustava grijanja mjere se *temperature i protok nosioca topline u karakterističnim točkama razvoda, te na odabranim ogrjevnim tijelima*. Na taj se način može zaključiti o otporima strujanja i o toplinskim gubicima u razvodu medija, te o učinkovitosti ogrjevnih tijela.
- Za utvrđivanje izbalansiranosti sustava mjeri se *protok na glavnom izlazu iz kotla te po pojedinim granama razvoda i njihovim krajnjim elementima*.
- Za utvrđivanje lokalnih gubitaka provode se *kontaktna mjerenja temperature na odgovarajućim točkama razvoda, a može se provesti i termografsko snimanje razvoda ogrjevnog medija*. Mjerenje tlaka medija iza crpki, te eventualno drugim karakterističnim pozicijama.
- Za utvrđivanje učinkovitosti cirkulacijskog sustava mogu se *mjeriti pogonske karakteristike cirkulacijskih pumpi – protok, tlak i potrošnja električne energije*.



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

### **Generatori (izvori) toplinske energije**

(Detalje u predavanju 4.1)

- dijelovi sustava grijanja u kojima se energija primarnog izvora pretvara u toplinu
- toplina se predaje u grijani prostor izravno ili posredno pomoću ogrjevnog medija

Podjela generatora topline:

#### 1) klasični izvori toplinske energije:

prema izvedbi: štednjaci, peći, kamini, razne grijalice, kotlovi i kombinirani kotlovi za grijanje prostora i pripremu PTV...

prema vrsti goriva: na kruta goriva (ugljen, drvo i drvni otpaci, biomasa), na tekuća goriva (loživo ulje EL ili S), plinski (prirodni ili UNP), električni

prema prijenosniku energije: izravni (bez posrednika), toplozračni, toplovodni, vrelovodni, parni, uljni

#### 2) niskotemperaturni izvori toplinske energije:

kondenzacijski kotlovi

dizalice topline,

alternativni izvori i bivalentni sustavi

## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Štednjaci, peći i kamini na kruta goriva za izravno grijanje prostora :

- najčešće pojedinačni uređaji za grijanje prostora
- direktno zagrijavanje prostora konvekcijom i zračenjem
- mala mogućnost regulacije temperature
- ručno loženje s cjepanicama i briketima
- odvod otpadnih produkata (dimni plinovi i pepeo)
- potrebno svakodnevno čišćenje i loženje



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Štednjaci, peći i kamini na kruta goriva za izravno i neizravno grijanje prostora

- toplozračno grijanje sa sustavom razvoda zraka
- toplovodno grijanje često i kombinacija sa zagrijavanjem potrošne tople vode



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

### Peći i grijalice na plin za izravno grijanje prostora

- peći na dimnjak
- fasadne peći
- konvekcijske grijalice
- infracrvene grijalice



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Peći i grijalice na struju za izravno grijanje prostora

- elektrootporno grijanje, grijaće ploče, trake
- termoakumulacijske peći
- infracrvene grijalice
- konvektori (prisilna i slobodna konvekcija)
- radijatori





## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Kod svih energetskih uređaja za direktno grijanje prostora (štednjaka, peći, kamina, grijalica) prilikom pregleda zgrade treba *obratiti pozornost na vrstu uređaja, korišteni primarni energent, na stanje samih uređaja, održavanje* (čistoću, redovite servise, ...), kod uređaja na kruta, tekuća goriva i plin treba *pregledati sustav odvoda dimnih plinova*, plamenike, a kod plina *posebno stanje priključka*, zatim da li postoje i u kojem su stanju termostati, itd.



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Izvori topline za centralno grijanje prostora - KOTLOVI

(Detalje u predavanju 4.1)

Neke od podjela kotlova:

- prema nazivnom učinku: mali (do 50 kW) srednji (50-500 kW) veliki (>500 kW)
- prema gorivu: kotlovi na kruta goriva, kotlovi na tekuće gorivo, plinski, električni
- prema ogrjevnom mediju: toplovodni, vrelovodni, parni, uljni, toplozračni
- prema materijalu: lijevanoželjezni kotlovi, čelični (zavareni) kotlovi
- prema načinu vođenja dimnih plinova u kotlu: kotlovi s jednim ili više prolaza, kotlovi s povratnim strujanjem u ložištu
- prema izvedbi plamenika: atmosferski plamenik, plamenik s ventilatorom
- prema načinu dovoda zraka za izgaranje: sa zrakom iz prostorije, zrak izvana

Uobičajena osnovna podjela i nazivi:

- standardni kotao - toplovodni kotao s pogonskom temperaturom vode 70-90 °C, bez kondenzacije vodene pare u dimnim plinovima
- niskotemperaturni kotao - toplovodni kotao sa znatno nižom temperaturom povratne vode, kondenzacija pare u d.p. nije predviđena, ali se može pojaviti
- kondenzacijski kotao - niskotemperaturni toplovodni kotao izveden tako da vodena para iz d.p. kondenzira što više radi korištenja njene latentne topline



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Opći trend – *zamjena standardnih kotlova* (posebno starije izvedbe) *niskotemperaturnim i kondenzacijskim kotlovima* radi postizanje što boljeg stupnja djelovanja, štednje energije, smanjenja emisija štetnih tvari i očuvanje okoliša.

niskotemperaturni toplovodni kotlovi

- kotlovska voda se zagrijava uvijek na potrebnu polaznu temperaturu vode u ovisnosti o vanjskoj temperaturi ili nekoj drugoj prikladnoj vodećoj veličini, što rezultira smanjenjem toplinskih gubitaka
- radi sprečavanja niskotemperaturne korozije temperatura ogrjevnih stijenki na strani dimnih plinova treba biti iznad temperature kondenzacije dimnih plinova

kondenzacijski kotlovi

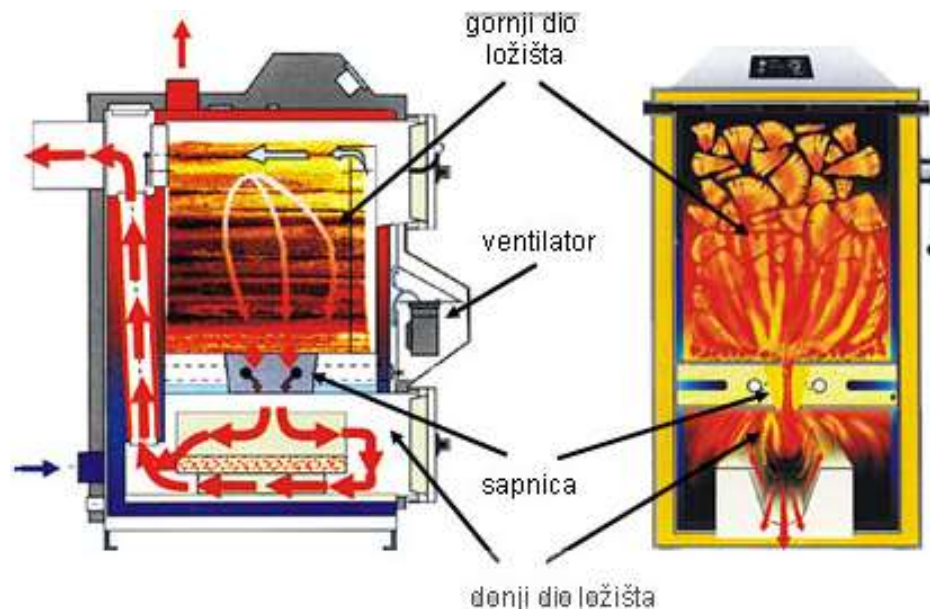
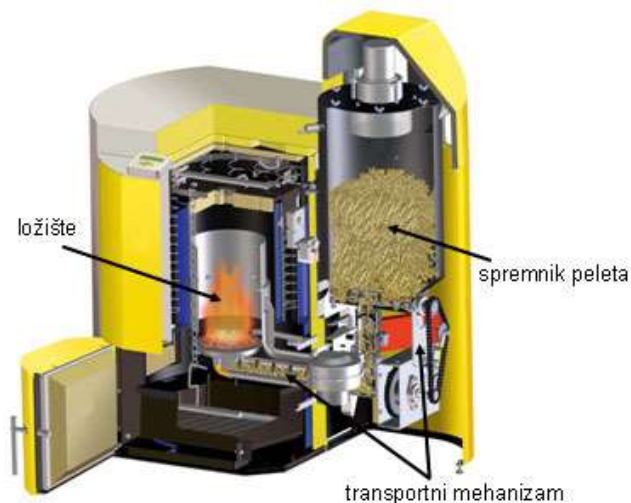
- omogućavaju još bolju godišnju iskoristivost od niskotemperaturnih kotlova zbog korištenja gornje ogrjevne vrijednosti goriva; povratna voda u kotao niske temperature hladi dimne plinove ispod temperature rošenja
- kondenzacijom vodene pare iskorištava se osjetna i latentna toplota dimnih plinova te se može postići stupanj djelovanja  $\eta > 100 \%$
- pretpostavka za iskorištavanje latentne topline u dimnim plinovima je da gorivo sadrži vodik koji izgaranjem s kisikom stvara vodenu paru
- potreban je odvod kondenzata (obično i neutralizacija ovisi o vrsti goriva)

## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Cjeline za pregled i ispitivanje kod kotlova:

- za kruta goriva u većim komadima (drvo, ugljen, briketi) - *rešetka za izgaranje*
- za pelete - *uređaji za ubacivanje goriva* (npr.usipni koš, pužni transporter)
- za kombinaciju goriva (kruto, tekuće i plin) - *sustavi dovoda tekućeg odnosno plinovitog goriva i odgovarajući plamenici*
- također su česte kombinacije s bojlerom za PTV
- u svim kombinacijama – *sustav odvoda plinova izgaranja*

Kotao na pelete i pirolitički kotao na drva



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI



Neki primjeri kotlova na drva, pelete, tekuća i plinovita goriva te el. energiju

## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

### Sustav odvoda dimnih plinova (Detalje vidjeti u predavanju 5.5)

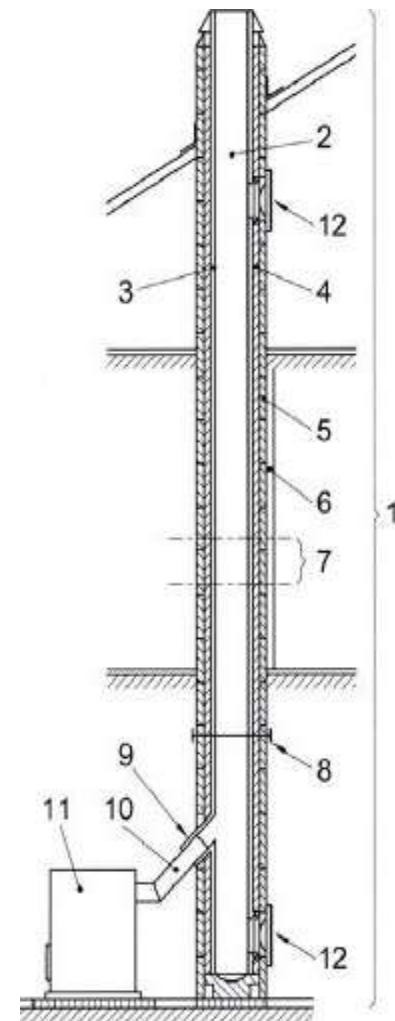
Svi izvori toplinske energije s pretvorbom kemijske energije goriva trebaju sustav za odvod dimnih plinova.

Sustav se sastoji od dijelova prikazanih na slici s detaljnim opisom u predavanju 4.1

*Vrsta dimnjaka, poprečni presjek i visina ovise o sustavu grijanja, vrsti toplinskog izvora i goriva, režimu grijanja i konfiguraciji okolnog terena.*

Za ispravan rad dimnjak mora osigurati dva uvjeta:

- 1) *uvjet tlaka*: podtlak (ovisan o visini i temperaturi) mora biti dostatan za pokrivanje svih padova tlaka (inače dimni plinovi ulaze u prostoriju)
  - 2) *uvjet temperature*: najniža temperatura na unutarnjoj stijenci izlaza mora biti viša od rosišta (ili ledišta za dimnjake otporne na vlagu)
- kontrola se provodi pri relativno hladnom vremenu



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

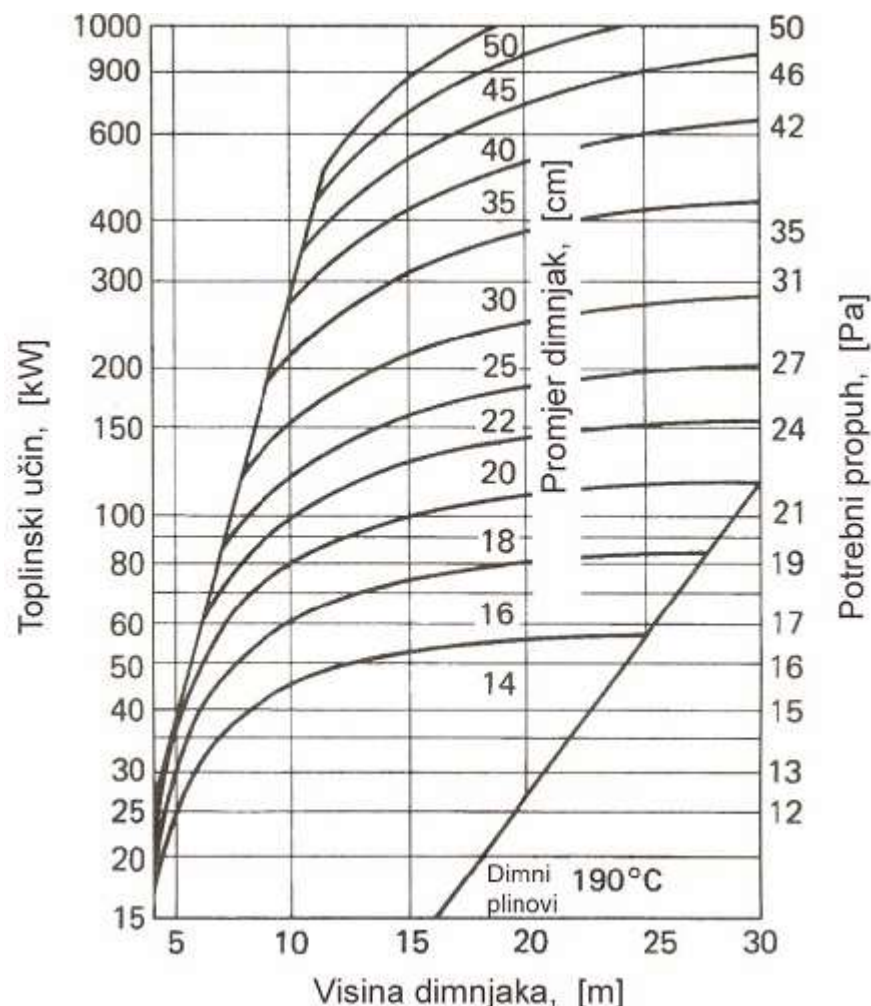
Provjera funkcije dimnjaka:

- *uvjet tlaka* obično nije ispunjen kad je presjek dimnjaka premali
- *uvjet temperature* obično nije ispunjen uz prevelik presjek

Kod prelaska na drugo gorivo ili drugi tip kotla - *potrebna sanacija dimnjaka*  
 - obično je postojeći dimnjak prevelik (opasnost od vlaženja dimnjaka)  
 moguća rješenja:

- dodatna toplinska izolacija ili oblaganje glave dimnjaka
- smanjenje presjeka dimnjaka ugradnjom dodatnih cijevi ili
- ugradnja graničnika propuha

Dimnjak se može prekontrolirati i prema priloženom dijagramu (za plin i loživo ulje)





## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Graničnici propuha (izvedbe i moguća mjesta ugradnje )

- reguliraju propuh i temperaturu
- osiguravaju ravnomjernije izgaranje
- štede gorivo i smanjuju emisije u okoliš
- snižavaju temperaturu rosišta d.p.

Uobičajene temperature dimnih plinova na izlazu iz kotla ovise o vrsti kotla i iznose:

- oko 200 do 250°C, kod standardnih kotlova
- oko 160 do 180°C za niskotemperaturne kotlove
- do 50°C za kondenzacijske kotlove.

Dimnjak mora kontrolirati i čistiti stručna ovlaštena osoba, dimnjačar, u propisanim vremenskim razmacima.



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

### Sustav distribucije ogrjevnog medija (mreža razvoda)

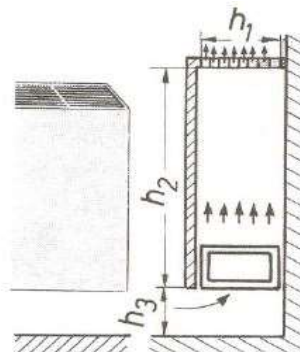
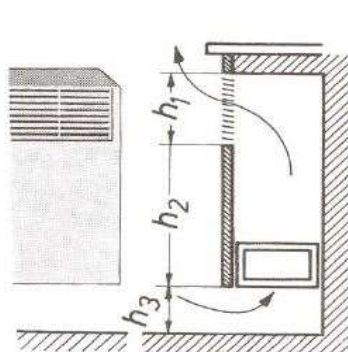
- dio sustava grijanja za prijenos i razdiobu prijenosnika topline između izvora i ogrjevnih tijela pri indirektnom zagrijavanju prostora (centralna grijanja)
- kao prijenosnik topline najčešće se u sustavima grijanja jednostavnih građevina koristi topla voda*, ali to može biti i zrak odnosno njihova kombinacija
- sustavi mogu biti s *prirodnom cirkulacijom* (gravitacijski) ili *prisilnom cirkulacijom* (pretlačni s pumpama), zatim *otvoreni ili zatvoreni, jednocijevni ili dvocijevni*, ...
- izrađuje se od čeličnih zavarenih i navojno spojenih ili bakrenih zalemljenih cijevnih elemenata, a u novije vrijeme koriste se i polimerne cijevi
- dio sustava koji prolazi kroz slabije grijane ili negrijane prostore treba se toplinski izolirati - debljina izolacije propisana je Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti zgrada (čl. 41.)  
Najmanja debljina izolacije iznosi:  $\frac{2}{3}$  promjera cijevi (najviše 100 mm) za cijevi i armaturu u prostoru zgrade s nekontroliranom temperaturom;  $\frac{1}{3}$  promjera (najviše 50 mm) u zidovima i utorima međukatne konstrukcije i razdjelnika;  $\frac{1}{3}$  promjera (najviše 50 mm) u prostoru s kontroliranom temperaturom; minimalno 50 mm izolacije za toplinske spremnike.

## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

### Ogrjevna tijela

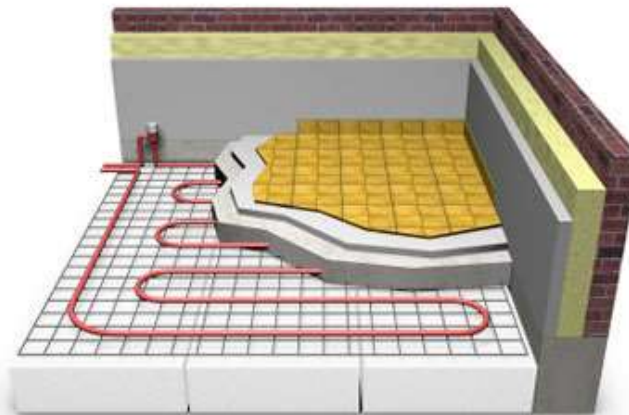
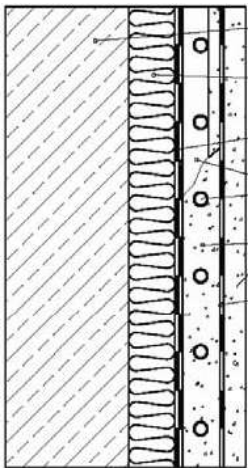
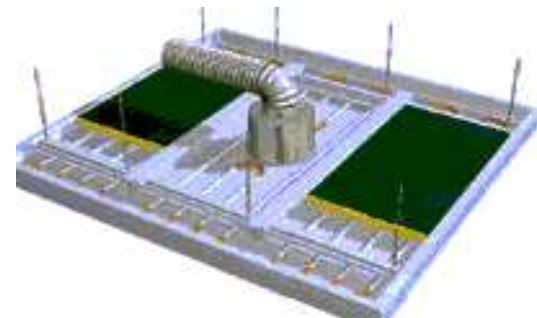
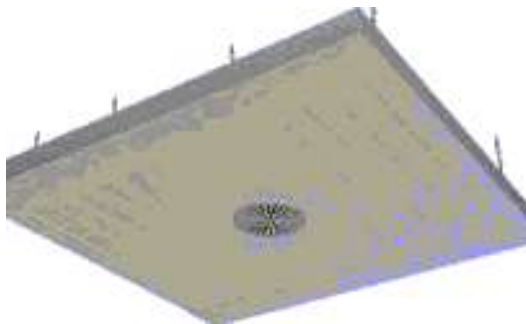


Ogrjevna tijela za prijenos topline slobodnom konvekcijom i zračenjem (radijatori)  
 Ogrjevna tijela za prijenos topline konvekcijom (konvektori i ventilokonvektori)



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Elementi površinskih sustava grijanja (stropno, zidno i podno grijanje)





## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

Pri pregledu ogrjevnih tijela obratiti posebnu pozornost na:

- toplinski učin (ovisi o vrsti, proizvođaču)
- mjesto ugradnje
- održavanje i čišćenje, stanje vanjske površine (zaprljanost, prekrivenost ili zasjenjenost)
- zaštićenost oblogom sa stražnje strane

Pri pregledu sustava distribucije ogrjevnog medija treba pregledati *stanje toplinske izolacije mreže razvoda cijevi*, ali i sve zaporne armature te pumpe za cirkulaciju medija.

Snimanje ogrjevnih tijela, armature, razvoda i generatora topline termokamerom može dati vrlo korisne informacije o stanju sustava i toplinskim gubicima te raspodjeli temperatura.



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

### Upravljački i kontrolni sustavi

Upravljački i kontrolni sustavi odnosno sustavi regulacije i upravljanja *razlikuju se ovisno o sustavu grijanja, izvoru toplinske energije, gorivu,...*

*Osnovni zadaci i podjele sustava regulacije i upravljanja*

Regulacija temperature u prostoriji *kod pojedinačnih sustava grijanja provodi se na samom toplinskom izvoru u ovisnosti o vrsti samog izvora:*

- ručno loženi štednjaci peći i kamini na kruta goriva imaju najmanju mogućnost regulacije (obično imaju samo upravljanje dovodom zraka za izgaranje).
- ostali pojedinačni štednjaci, peći, grijalice i kamini *obično imaju termostatsko isključivanje i uključivanje* (rjeđe i s regulacijom) dovoda primarnog energenta.

Regulacija temperature u prostoriji kod centralnih sustava grijanja može biti:

- 1) *centralna* – regulacija temperature zraka u svim prostorijama prema temperaturi u jednoj referentnoj prostoriji sa sobnim termostatom
- 2) *individualna ili decentralna* – regulacija temperature zraka u svakoj prostoriji posebno, npr. termostatskim ventilom na svakom radijatoru

*Osim regulacije temperature u prostoriji može se regulirati i temperatura ogrjevnog medija, najčešće prema vanjskoj temperaturi.*



## 2. ENERGETSKI UREĐAJI I SUSTAVI

### Elementi upravljačkog i kontrolni sustava

*Kod automatski loženih kotlova svih vrsta to su: sigurnosni ventil, ekspanzijska posuda (otvorena ili zatvorena) i granični termostati.*

Ručno loženi kotlovi na kruto gorivo mogu imati i izmjenjivač za odvođenje viška topline (zbog slabe mogućnosti kontrole dovoda topline gorivom).

Uobičajene karakteristike kotlovske regulacije su: *regulacija temperature kotla prema vanjskoj temperaturi ili prema sobnom osjetniku, podesive temperature uključivanja plamenika, ograničenje minimalne temperature vode u kotlu, zaštita od smrzavanja, upravljanje cirkulacijskim pumpama.*

Kombinirani kotlovi za grijanje i pripremu PTV osim toga još imaju: regulaciju temperature PTV uključanjem plamenika i pumpe spremnika PTV kao i mogućnost odabira paralelnog rada sustava grijanja i bojlera PTV.

Sve ove sustave kontroliraju ovlaštene osobe tijekom redovitih servisa i održavanja sustava grijanja i pripreme PTV.



### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

#### **Energetski kapacitet i učinkovitost izvora topline**

Norme i pravilnici za toplinske izvore

Energetski kapacitet (toplinski učin) i učinkovitost (stupanj djelovanja, stupanj korisnosti, korisnost), kao i zahtjevi na konstrukciju izvora topline (štednjaka, peći, kamina, kotlova) pokriveni su nizom normi (npr. HRN EN 13240 za peći i kamine; HRN EN 12815 za štednjake; serija HRN EN 303 i HRN EN 304 za kotlove na tekuće, plinovito i kruto gorivo s temperaturom ogrjevnog medija do 100°C i snagom do 350kW; HRN EN 14394 za kotlove s ventilatorskim plamenikom snage do 10MW i temperature medija 100°C do 110°C; serija HRN EN 12952 i 12953 za kotlove na kruto tekuće i plinovito gorivo velikih snaga i temperature medija preko 110°C, za proizvodnju pare i vrele vode; itd.)

Pravilnik o zahtjevima za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo pokriva kotlove snage do 350kW i temperature do 100°C.

Za peći i kamine, štednjake za kuhanje, pečenje i grijanje te kotlove na kruta, fosilna goriva i biomasu vrijedi Pravilnik o građevnim proizvodima, a za ostale velike kotlove Pravilnik za tlačnu opremu.



### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

Svi kotlovi moraju osim toga obavezno zadovoljiti i zahtjeve prema Pravilniku o dopuštenim emisijama u zrak iz stacionarnih izvora.

Ispitivanja toplinskih izvora prema normama provode se kod proizvođača s ciljem zadovoljavanja zahtjeva za stavljanje na tržište (C ili CE oznaka).

Prema važećoj zakonskoj regulativi na tržište se mogu staviti samo toplinski izvori koji zadovoljavaju bitne zahtjeve pravilnika koji se na njih odnose.

Određivanje toplinskog učina i učinkovitosti

*Ispitivanja kod proizvođača* (ispitivanja tipa) obuhvaćaju: *ispitivanje toplinskog učina i učinkovitosti*, određivanje *pada tlaka na strani vode i dimnih plinova*, *provjeru temperatura površina*, određivanje *emisije štetnih tvari*, ispitivanje sigurnosti, provjeru dokumentacije, uputa za montažu, uporabu i održavanje. *Ispitivanja toplinskog učina, učinkovitosti, emisije štetnih tvari* u okoliš i potrošnje goriva mogu se provesti i na terenu kod kotlova instaliranih u sustave grijanja. Ispitivanja u pogonu se teže provode te su manje zahtjevna (manjeg opsega) i manja je točnost dobivenih rezultata.

Učinkovitost se može određivati na dva načina: *direktnom i indirektnom metodom*.



### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

Za određivanje korisnosti direktnom metodom (koja je u principu moguća samo kod proizvođača, budući da se teško provodi kod izvora topline instaliranih u sustave grijanja) mjere se:  $m_G$  maseni protok goriva, [kg/s],  $m_W$  maseni protok ogrjevnog medija (vode), [kg/s], temperature polaznog  $t_V$  i povratnog voda  $t_R$ . Toplinski učin generatora topline (izvora topline)  $Q$  može se odrediti prema izrazu:

$$Q = m_W c_{pW} (t_V - t_R)$$

Učinkovitost (stupanj djelovanja, stupanj korisnosti, korisnost) općenito se definira:

$$\eta = E_{kor} / E_{utr} = E_{utr} - E_{gub} / E_{utr} = 1 - E_{gub} / E_{utr} \leq 1$$

gdje su:  $E_{kor}$  dobivena korisna energija, [J];  $E_{utr}$  utrošena energija, [J] i  $E_{gub}$  gubici energije prilikom transformacije i prijenosa, [J]

Pri određivanju stupnja korisnosti generatora topline direktnom metodom za nazivni učin vrijedi izraz:

$$\eta = Q_N / Q_G = Q_N / m_G H_G$$

gdje su:  $Q_N$  nazivni učin kotla, [W];  $Q_G$  količina topline dovedena gorivom, [W];  $m_G$  maseni protok goriva, [kg/s] i  $H_G$  donja ogrjevna vrijednost goriva, [J/kg].

Na sličan način određuje se i korisnost pri smanjenoj snazi  $Q_{0,3} = 0,3Q_N$ .

### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

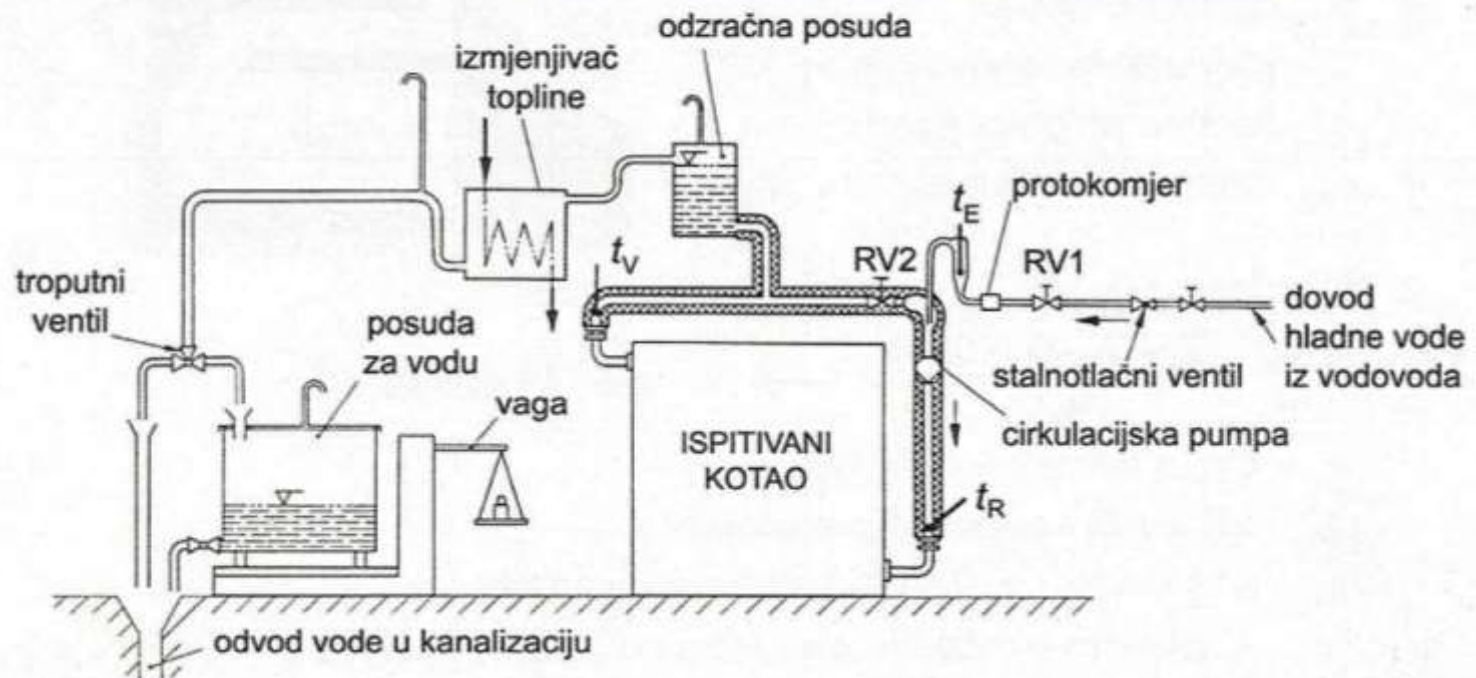
Određivanje korisnosti direktnom metodom prema normi HRN EN 304

ISPITNA LINIJA S KRATKO SPOJENIM VODOM (EN 304)

DIN EN 304: Heizkessel –Prüfregeln für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern, November 1992.

Korisno predana toplina:

$$Q = \dot{m}_W \cdot c_{pW} \cdot (t_V - t_E) = \dot{V}_W \cdot \rho_W \cdot c_{pW} \cdot (t_V - t_E)$$





### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

Kod instaliranih toplinskih izvora stupanj djelovanja češće se mora određivati indirektnim putem preko količine utrošenog goriva i gubitaka topline.

Za određivanje korisnosti indirektnom metodom vrijedi izraz:

$$\eta = 1 - q_A - q_U - q_S$$

gdje su:  $q_A$  gubitak osjetne topline dimnih plinova,  $q_U$  gubitak topline zbog nepotpunog izgaranja,  $q_S$  gubitak topline na okolinu zračenjem, konvekcijom i provođenjem;  $q_A$   $q_U$   $q_S$  - relativne vrijednosti u odnosu na opterećenje ložišta  $Q_G$  prema EN 304.

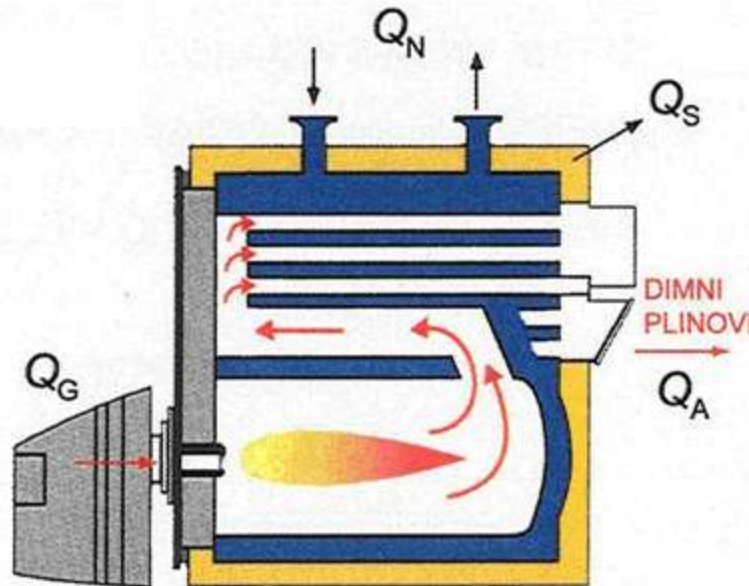
Pri tom se za određivanje  $q_A$   $q_U$   $q_S$  i  $Q_G$  treba *mjeriti: potrošnja goriva  $m_G$ , temperatura dimnih plinova na izlazu iz kotla  $t_{DP}$ , temperature vanjskog oplošja kotla  $t_{KV}$ , temperatura okoline  $t_O$  i sastav otpadnih produkata.*

Za mjerenje potrošnje goriva potrebno je ugraditi mjerilo protoka (plinsku uru ili protokomjer za loživo ulje) ili vagati gorivo u slučaju krutog goriva.

Gubici osjetne topline i nepotpunog izgaranja zbog neizgorenog u dimnim plinovima te emisije štetnih plinova određuju se mjerenjem temperature i sastava dimnih plinova pomoću analizatorom dimnih plinova. Dimni broj (čistoća izgaranja plina ili loživog ulja) mjeri se preko filtera papira uz pomoć uređaja za izvlačenje dimnih plinova.

### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

Određivanje korisnosti indirektnom metodom:



Stupanj djelovanja kotla određen indirektnom metodom:

$$\eta_K = \frac{Q_N}{Q_G} = \frac{Q_G - Q_A - Q_U - Q_S}{Q_G}$$



$$\eta_K = 1 - q_A - q_U - q_S$$



### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

Gubici na okolinu određuju se mjerenjem površinskih temperatura izvora topline i okolnih temperatura i zatim računanjem odane topline zračenjem, konvekcijom i provođenjem s ploha kotla.

Osim gubitaka topline samog izvora postoje i gubici cijevne mreže razvoda i regulacije.

Ukupna učinkovitost sustava grijanja može se izraziti preko pojedinačnih učinkovitosti kao:

$$\eta_u = \eta_k \times \eta_c \times \eta_r$$

gdje su:  $\eta_k$  učinkovitost toplinskog izvora,  $\eta_c$  učinkovitost mreže cjevovoda,  $\eta_r$  učinkovitost sustava regulacije.

Učinkovitost pojedinih uređaja za pretvorbu energije (peći, kotlovi, grijalice) određuje se mjerenjem prema odgovarajućim normama ili se na temelju iskustva i prethodnih mjerenja određuje prema tablicama i dijagramima.

Pojedinačne učinkovitosti za dijelove sustava grijanja za potrebe preliminarne analize dane su u tablicama u nastavku.

### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

Utjecaj cijevne mreže i regulacije na ukupnu učinkovitost sustava za potrebe preliminarne analize može se određivati prema donjoj tablici:

| DIO SUSTAVA   | UVJETI                                                   | UČINKOVITOST, % |
|---------------|----------------------------------------------------------|-----------------|
| cijevna mreža | ovisno o duljini i kvaliteti izolacije te razvodu cijevi | 95 do 98        |
| regulacija    | centralna, automatska                                    | 95              |
|               | ručna, kontrolirana                                      | 92              |
|               | ručna, nekontrolirana                                    | 90              |

Za potrebe preliminarne analize može se računati i sa stupnjevima djelovanja izvora topline prema tablici na sljedećem slajdu.

**Napomena:** \*) zbog korištenja latentne topline kondenzacijom vodene pare iz dimnih plinova, tj. iskorištavanja gornje ogrjevne vrijednosti goriva, a računa se s donjom ogrjevnom vrijednosti,  $\eta$  kondenzacijskih kotlova može biti iznad 100%.



### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

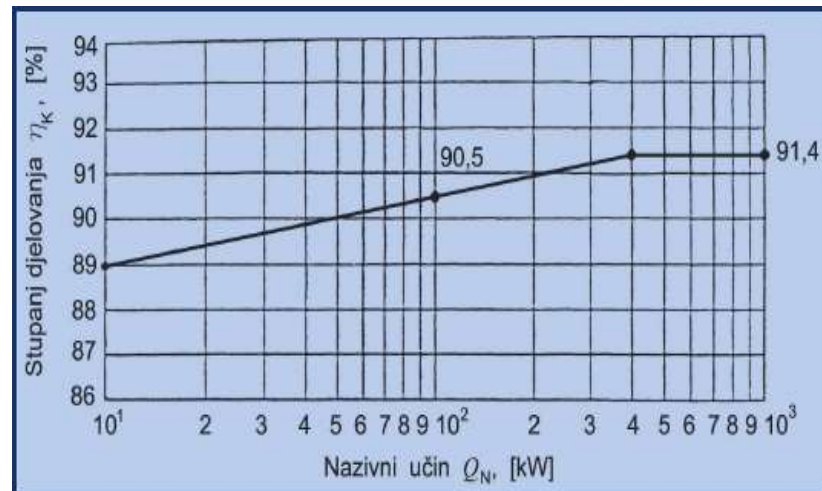
| GORIVO    | VRSTA TOPLINSKOG IZVORA            | UČINKOVITOST, % |
|-----------|------------------------------------|-----------------|
| kruto     | peći i štednjaci                   | 60 do 75        |
|           | kotlovi, starija izvedba           | 60 do 75        |
|           | kotlovi, nova izvedba              | 80 do 90        |
|           | kotlovi na različitu biomasu       | 82 do 92        |
|           | kotlovi na pelete                  | 87 do 92        |
|           | kotlovi na sječku                  | 85 do 90        |
|           | kombinirani kotlovi                | 70 do 78        |
| tekuće    | kombinirani kotlovi (kruto/tekuće) | 65 do 75        |
|           | standardni                         | 85 do 90        |
|           | niskotemperaturni                  | 90 do 95        |
| plinovito | standardni                         | 92 do 95        |
|           | niskotemperaturni                  | 95 do 98        |
|           | kondenzacijski                     | 100 do 108 *)   |

### 3. ENERGETSKI KAPACITET I UČINKOVITOST

Stupnjevi djelovanja novih kotlova na tekuća i plinovita goriva prema EN 303

| VRSTA KOTLA       | Nazivni učin<br>$Q_N$<br>[kW]        | Učinkovitost<br>pri učinku $Q_N$ ,<br>$\eta_K$ [%] | Učinkovitost<br>pri učinku $0,3 Q_N$ ,<br>$\eta_K$ [%] |
|-------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| standardni        | $4 \leq Q_N \leq 400$<br>$Q_N > 400$ | $\geq 84 + 2 \log Q_N$<br>$\geq 89,2$              | $\geq 80 + 3 \log Q_N$<br>$\geq 87,8$                  |
| niskotemperaturni | $4 \leq Q_N \leq 400$<br>$Q_N > 400$ | $\geq 87,5 + 1,5 \log Q_N$<br>$\geq 91,4$          | $\geq 87,5 + 1,5 \log Q_N$<br>$\geq 91,4$              |
| kondenzacijski    | $4 \leq Q_N \leq 400$                | $\geq 91 + 1 \log Q_N$                             | $\geq 97 + 1 \log Q_N$                                 |

Grafički prikaz zahtijevanih stupnjevi djelovanja niskotemperaturnih kotlova u ovisnosti o nazivnoj snazi prema normi EN 303





## 4. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA

### Opća načela analize potencijala uštede toplinske energije

*Grijanje prostora pruža najveće potencijale za povećanje energetske učinkovitosti na strani tehničkih sustava zgrada s jednostavnim sustavima. Kod odabira ogrjevnih tijela nužno je *birati ona najučinkovitija* (s najboljim prijenosom topline) obzirom na prirodu grijanog prostora, te paziti na njihov optimalan raspored. U najvećem broju slučajeva optimalno je centralno grijanje, posvećujući pažnju odgovarajućem lociranju toplinske stanice *obzirom na udaljenost od trošila i dobrom izoliranju cjevovoda*. Gdje god je moguće treba iskorištavati otpadnu toplinu iz drugih izvora, za predgrijavanje medija ili za samo grijanje. U gotovo svim slučajevima vrlo je važna uloga odgovarajuće regulacije, pri čemu je *poželjna što kvalitetnija automatizacija*. Kod grijanja izrazito velikih prostorija – dvorana, ako je riječ o grijanju zraka, za uštede je ključan raspored i broj istrujnih otvora, te korištena grijaća tijela (često mogu biti prikladnije npr. stropne infracrvene grijalice).*

*Sami kotlovi/kotlovnice/redukcijske stanice svojom izvedbom, kvalitetom, odabirom goriva, eksploatacijom, održavanjem i drugim karakteristikama imaju odlučujući utjecaj na racionalno korištenje toplinske energije.*



## 4. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA

### Povećanju energetske učinkovitosti mogu doprinijeti:

- 1) poboljšanje energetskih svojstava sustava grijanja, kao i njihovih specifičnih podsustava, kao npr.:
  - zamjena standardnih kotlova niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlovima uz uvođenje niskotemperaturnog grijanja
  - ugradnja termostatskih radijatorskih ventila umjesto običnih
  - poboljšanje sustava regulacije i upravljanja
  - povrat toplinske energije iz otpadnog zraka u sustavima ventilacije i
  - uvođenje prirodnog provjetravanja
- 2) zamjena energenta i korištenje obnovljivih izvora energije, kao npr.:
  - prelazak na daljinsko/blokovsko grijanje ili hlađenje, ako postoji
  - decentralizirani sustavi za opskrbu energijom iz obnovljivih izvora energije,
  - dizalice topline i korištenje okoliša kao toplinskog izvora,
  - kogeneracija, trigeneracija
  - solarni sustavi za grijanje, pripremu potrošne tople vode i hlađenje (apsorpcija),
  - biomasa, proizvodnja bioplina.

## Zamjene izvora energije ili korištenje obnovljivih izvora energije

-decentralizirani sustavi zamjene izvora energije na temelju obnovljivih izvora energije

Izvor energije:

-kotao na pirolizu



-kotao na pelete



-solarni kolektori



...



*Ograničenje mjere:*

-raspoloživost izvora energije i prostora

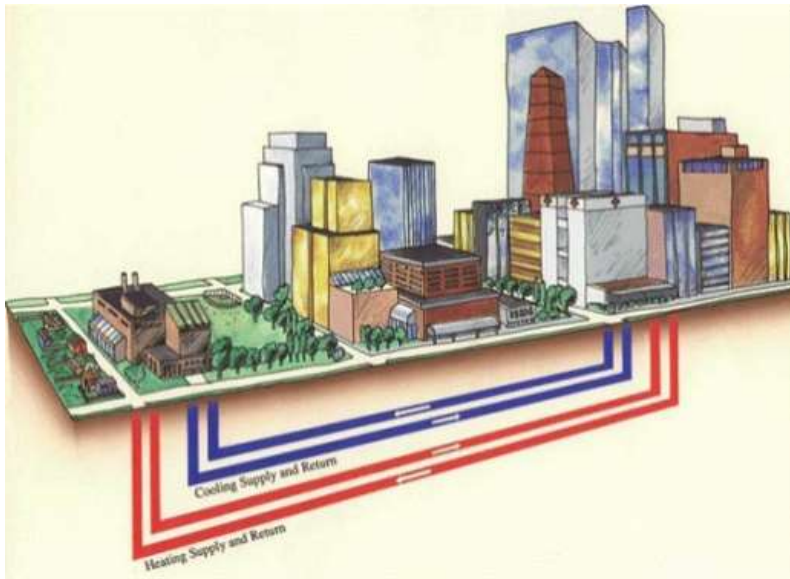
Rezultat primjene mjere: smanjenje troškova grijanja



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
**Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek**  
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
**Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek**

## Zamjene izvora energije ili korištenje obnovljivih izvora energije

-sustav daljinskog/blokovskog grijanja ili hlađenja



*Ograničenje mjere:*

-raspoloživost priključka na toplinski sustav daljinskog grijanja

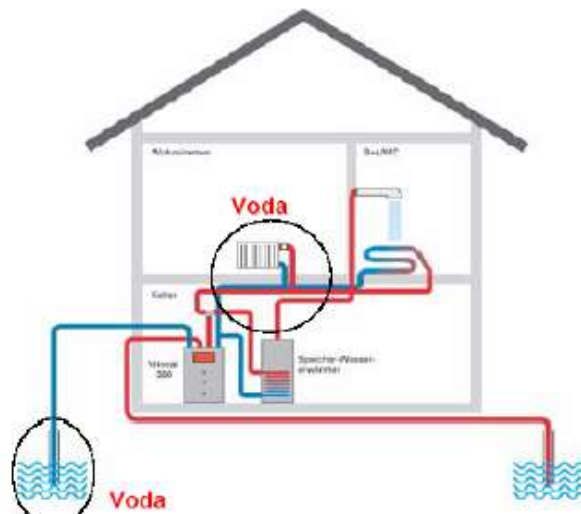
Rezultat primjene mjere: smanjenje troškova grijanja

## Zamjene izvora energije ili korištenje obnovljivih izvora energije

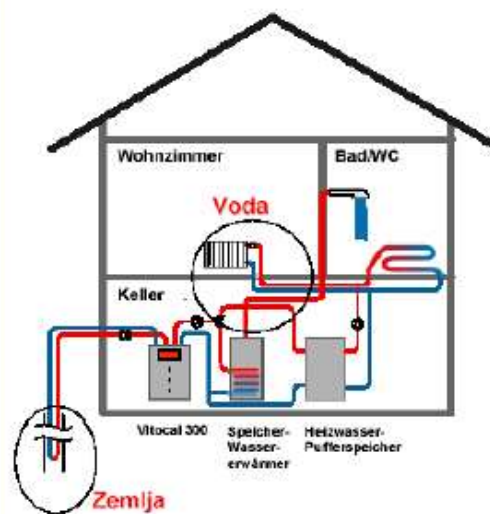
-dizalice topline i korištenje okoliša kao izvora topline (1)

-potreban izvor topline na raspolaganju: voda, zemlja, zrak

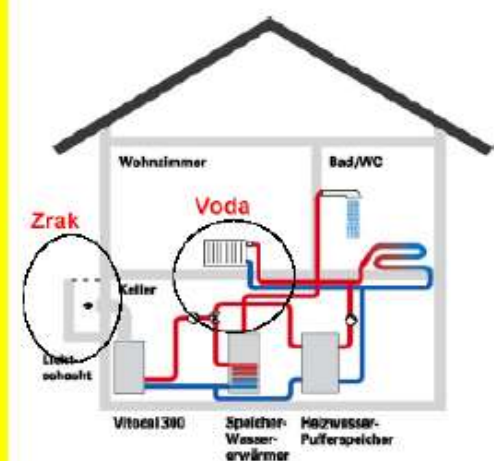
### Voda



### Zemlja



### Zrak



## Poboljšanje energetske svojstava sustava grijanja

- zamjena postojećeg energenta s ekološki prihvatljivijim energentom te s nižim jediničnom cijenom po kWh
- zamjena LUEL s prirodnim plinom, peletama, drvenom sječkom, ...



*peleti*



*prirodni plin*

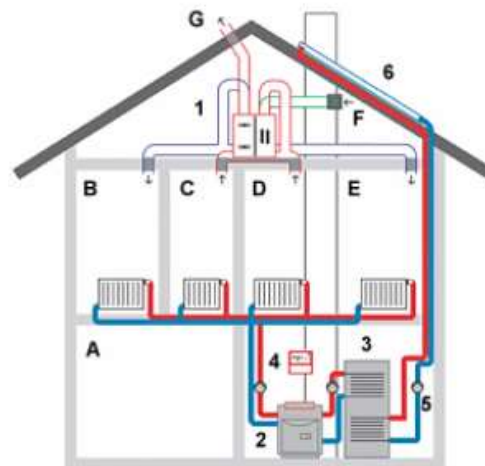
*Ograničenje mjere:*

-raspoloživost energenta i prostora

Rezultat primjene mjere: smanjenje troškova grijanja (i ušteda energije s novim kotlom)

## Poboljšanje energetske svojstava sustava grijanja

-centralizacija sustava grijanja



Rezultat primjene mjere: smanjenje troškova grijanja

*Proračunski parametri - primjer:*

-procjena uštede energije iznosi 15% (*procjene uštede energije na nivou 10-20%*)

## Poboljšanje energetske svojstva sustava grijanja

-zamjena kotla, plamenika (ugradnja s višim stupnjem korisnog djelovanja)

Zamjena kotla na LUEL s kondenzacijskim kotlom na prirodni plin



*Ograničenje mjere:*

-raspoloživost prirodnog plina

Rezultat primjene mjere: ušteda energije i smanjenje troškova grijanja

*Proračunski parametri - primjer:*

-povećanje energetske učinkovitosti novog kotla u odnosu na stari kotao za minimalno 15%



Pri uvođenju niskotemperaturnog ili kondenzacijskog kotla potrebna je i *adaptacija dimnjaka*. Poželjna je koaksijalna izvedba dimovodnih kanala i kanala za dovod zraka u postojeće vertikale kako bi se vanjski zrak predgrijavao izlaznim dimnim plinovima.

Također, uvođenjem kondenzacijskog kotla potrebna je *promjena i u sustavu grijanja* odnosno uvođenje niskotemperaturnog grijanja. Naime, da bi se postigao puni kondenzacijski efekt s iskorištenjem gornje ogrjevne vrijednosti goriva, *temperatura polazne vode u krugu grijanja ne smije prelaziti 55 °C*.

*Ogrjevna tijela moraju zadovoljiti potrebe grijanja uz medij niže temperature.*

Potrebna ogrjevna površina može se odrediti uz poznavanje temperaturne razliku površine radijatora i sobnog zraka prema izrazu

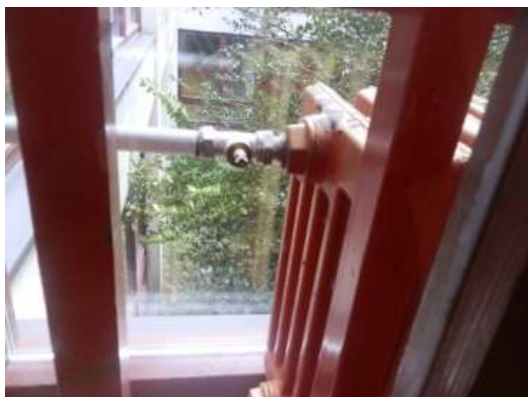
$$\Delta t = [(t_v + t_R)/2] - t_o$$

gdje su  $t_v$  temperaturu polazne, a  $t_R$  povratne vode i  $t_o$  temperaturu okoline.

Za tipičan standardni radijator i jednaku ogrjevnu snagu pri režimu kondenzacije potrebna je 2,5 do 3 puta veća površina radijatora. Pored izmjena radijatora, preporučljivo je razmotriti i druge opcije korištenja medija niže temperature, kao što je podno grijanje, priprema dodatnih količina PTV i drugo. Uz ovaj zahvat se *podrazumijeva i ugradnja kvalitetnog regulacijsko-upravljačkog sustava*.

## Poboljšanje energetske svojstava sustava grijanja

-ugradnja termostatskih radijatorskih setova na radijatore



Rezultat primjene mjere: ušteda energije ➡ smanjenje troškova grijanja

*Proračunski parametri - primjer:*

-procjena uštede energije iznosi 15% (*procjene uštede energije na nivou 5-20%*)

## Poboljšanje energetske svojstava sustava grijanja

-toplinska izolacija podsustava razvoda grijanja, akumulacijskog spremnika i sustava pripreme PTV i spremnika u sustavu grijanja



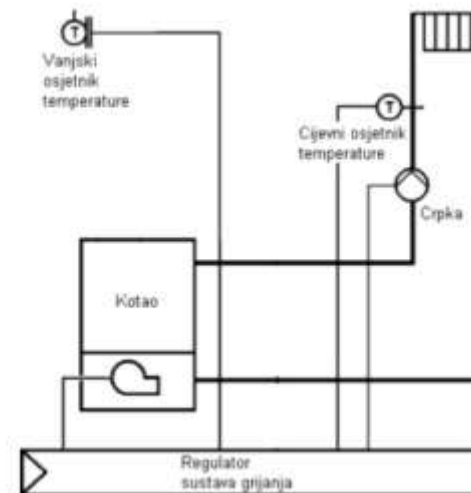
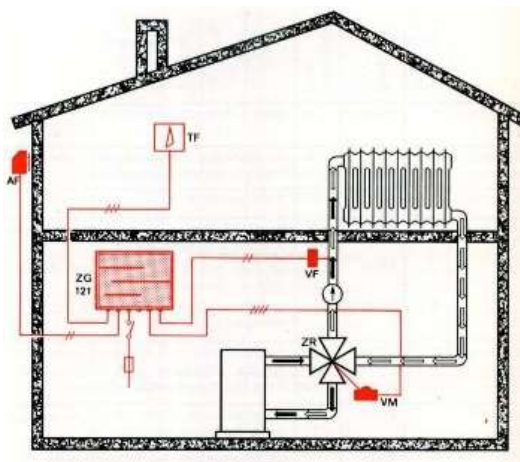
Rezultat primjene mjere: ušteda energije ➡ smanjenje troškova grijanja

*Proračunski parametri - primjer:*

-procjena uštede energije iznosi 10% (*procjene uštede energije 5-15%*)

## Poboljšanje energetske svojstva sustava grijanja

-automatizacija/regulacija rada sustava grijanja (podešavanje postojeće, ugradnja nove ili CNUS)



Rezultat primjene mjere: ušteda energije ➡ smanjenje troškova grijanja

*Proračunski parametri - primjer:*

-procjena uštede energije iznosi 10% (*procjene uštede energije 5-15%*)

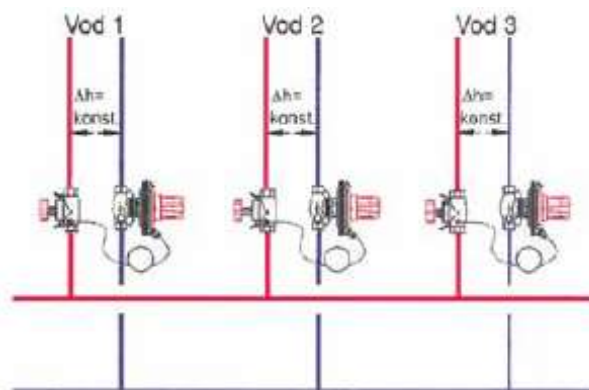
## Poboljšanje energetske svojstava sustava grijanja

-hidrauličko uravnoteženje razvoda ogrjevnog medija (zraka i vode)

Ugradnja  
regulatora  
diferencijalnog  
tlaka –  
zadržavaju  
razliku tlaka



*Shema ugradnja  
regulatora  
diferencijalnog tlaka*



Rezultat primjene mjere: ušteda energije → smanjenje troškova

*Proračunski parametri - primjer:*

-procjena uštede energije iznosi 5% (*procjene uštede energije 5-10%*)

## Poboljšanje energetske svojstava sustava grijanja

- provjera i podešavanje pogonskih parametara sustava
- automatizacija/regulacija sustava

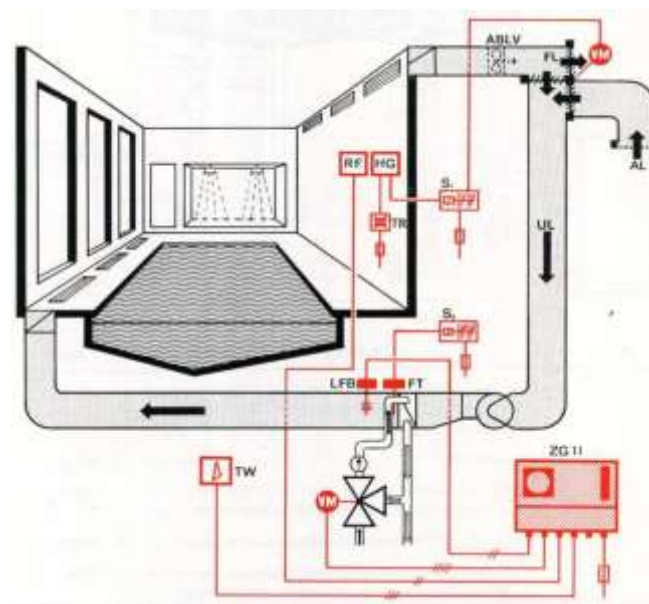
Analiza  
 memoriranih  
 parametara rada  
 sustava i  
 podešavanje  
 parametara



*Podešavanje  
 pogonskih  
 parametara*



*Automatizacija/regulacija sustava*



Rezultat primjene mjere: ušteda energije ➡ smanjenje troškova

*Proračunski parametri - primjer:*

-procjena uštede energije iznosi 5% (*procjene uštede energije 5-10%*)

## Poboljšanje energetske svojstva sustava grijanja

-zamjena pumpi i ostale pomoćne opreme sustava efikasnijom



Rezultat primjene mjere: ušteda pomoćne energije ➡ smanjenje troškova

*Proračunski parametri - primjer:*

-procjena uštede električne energije iznosi 30% (*procjene uštede energije do 50%*)