

Tečaj za energetske savjetnike



GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

*Pripremio: **prof.dr.sc. Srećko Švaić**
dipl.ing*

*Fakultet strojarstva i brodogradnje
Zagreb*

srecko.svaic@fsb.hr

2008.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **1.0 UVOD**
- **2.0 STANJE UGODE**
- **3.0 STANOVANJE KAO ENERGETSKI SUSTAV**
- **4.0 NAČINI GRIJANJA STAMBENIH PROSTORA**
- **5. ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA**
- **6. POSEBNOSTI GRIJANJA NA PLIN I EL. LOŽIVO ULJE**
- **7. TEHNIČKA REGULATIVA**
- **8. ZAKONSKA REGULATIVA I NORME**

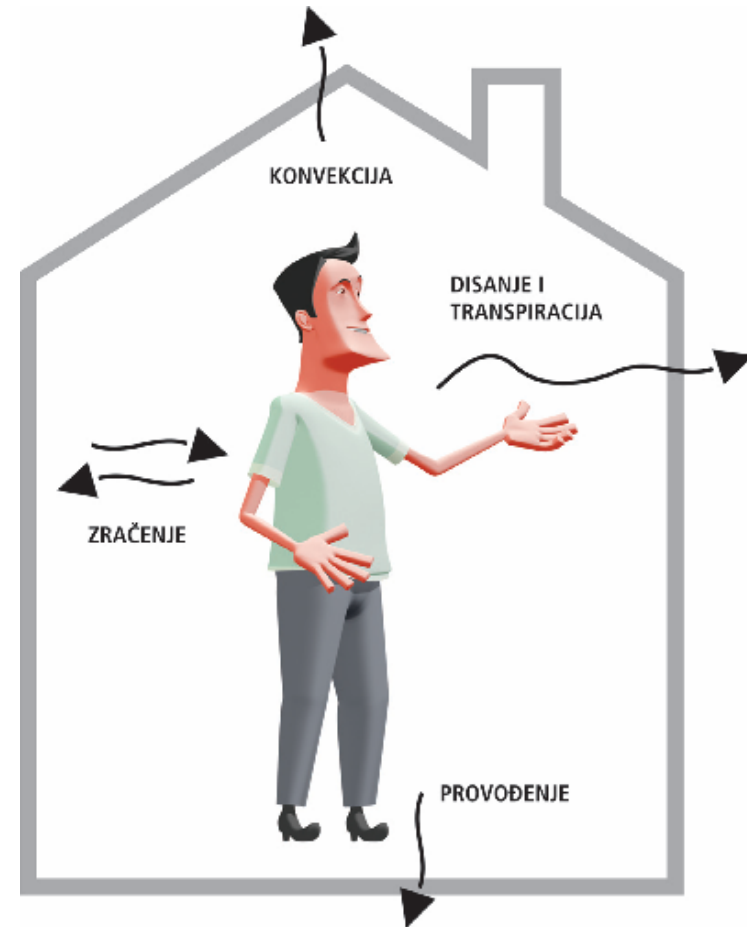
GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- 1. UVOD
- Zadatak grijanja je osiguranje odgovarajućih uvjeta u prostoru kako bi se ostvarila toplinska ravnoteža između ljudskog tijela i njegove okoline i time ostvario osjećaj ugone.
- Faktori koji utječu na ugodnost su osim odjeće; fizička aktivnost, temperatura zraka, temperatura zidova, vlažnost zraka, brzina strujanja zraka i njegova kvaliteta. Grijanjem prostorija može se utjecati samo na dva od navedenih faktora a to su temperatura zraka i temperatura zidova. Na ostale faktore može se utjecati samo putem sustava klimatizacije prostora.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

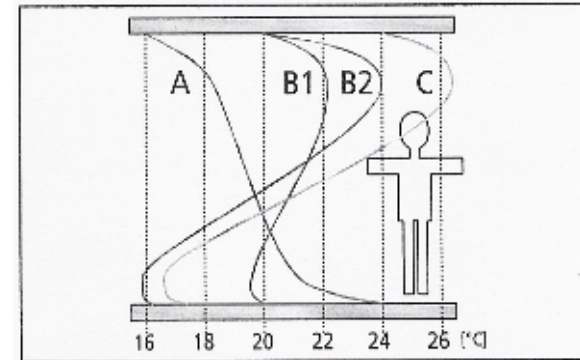
2. STANJE UGODE

- Kako bi održalo stanje toplinske ravnoteže osoba mora proizvedenu toplinu predati okolini. U mirovanju se bilanca svodi na prosječan toplinski tok od cca 70 W i izlučenu vlagu u obliku vodene pare od 30 g/h. Ovo se odvija mehanizmima konvekcije **A**, zračenja **B**, disanja **C**, vođenja **D** i transpiracije preko kože **E**. Kod teškog rada ove vrijednosti porastu do 500W i 250 g/h vode.

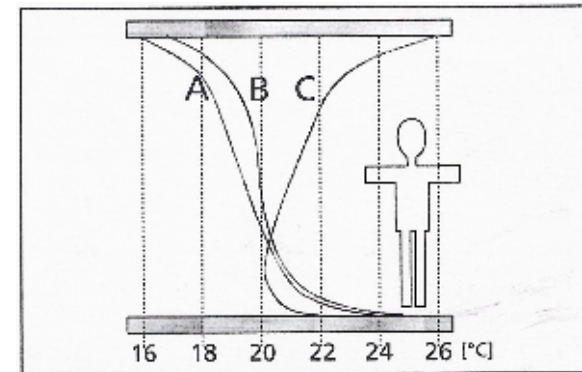


GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **Utjecaj površinske temperature zidova i temperature zraka u prostoriji**
- Za održavanje toplinske ravnoteže ove dvije temperature su od primarnog značenja. Ukoliko je temperatura prostorije niža (koeficijent prolaza topline zidova loš) temperatura zraka u prostoriji mora biti viša. Isto tako kad su temperature zidova više (kvalitetna izolacija) temperatura zraka u prostoriji može biti niža. Za postizanje ugodnog stanja temperatura zidova prostorije ne bi smjela biti niža od temperature zraka za više od 2K.

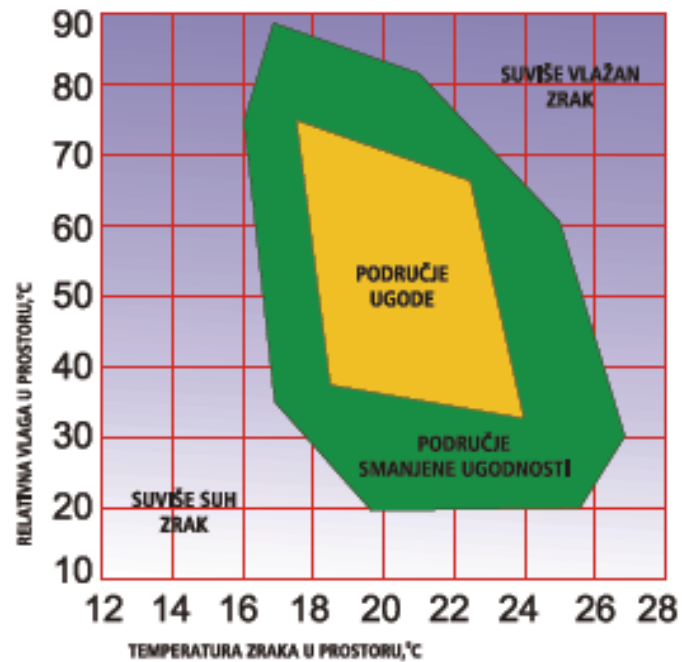


Temperaturni profili različitih vrsta grijanja: A-idealno, B1-radijator na vanjskom zidu B2-radijator na unutrašnjem zidu, C-toplim zrakom.



Temperaturni profili podnog i stropnog grijanja: A-idealno, B-podno, C-stropno

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA



Temperatura prostora

- Utjecaj vlage i temperature u prostoru na osjećaj ugone

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

3. Potrebna toplina za objekt

- Neki pojmovi vezani uz određivanje potrebne topline
- *Stupanj dani SD*
- Potreba za energijom ovisi o obliku objekta, njegovom položaju i meteorološkim uvjetima, karakteristikama gradbenih materijala i elemenata od kojih je izrađena ovojnica objekta. Veličina kojom se izražava godišnja potreba za energijom su stupanj dani koji su definirani kao umnožak broja dana grijanja s temperaturnom razlikom između dogovorene unutarnje temperature zraka (dogovoreno 20°C) i temperature vanjskog zraka pri čemu se u račun uzimaju samo oni dani u godini kod kojih je temperatura zraka niža od 12°C (dogovor).

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- Za izračun broja stupanj dana uzimamo dakle srednju vanjsku temperaturu svih dana grijanja u sezoni i oduzmemo ju od dogovorene unutrašnje temperature 20°C te pomnožimo s ukupnim brojem dana grijanja. Potrebne podatke o temperaturama dobivamo iz meteoroloških podataka za pojedino područje koji su bazirani na dužem vremenskom motrenju. Za grad Zagreb vrijednost stupanj dana je 2525.
- **Koeficijent prolaza topline**
- Podatak koji je također bitan za određivanje potrebne količine topline je koeficijent prolaza topline U , ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$) elemenata ovojnice zgrade (fasade).
- Računa se preko koeficijenta toplinske vodljivosti elemenata fasade (zid, prozor, vrata) i koeficijenata prijelaza topline “ α ” na vanjskoj i unutrašnjoj strani ovojnice.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- Za ravne zidove računa se pomoću izraza:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

- On nam kazuje koliki toplinski tok prolazi kroz površinu od 1 m² s jednog medija na drugi (vanjski i unutrašnji zrak npr.) kad je njihova temperaturna razlika 1K.
- Recipročna vrijednost koeficijenta provođenja topline je toplinski otpor .
- Koeficijent toplinske vodljivosti označava se s “λ” i predstavlja sposobnost vođenja topline kroz materiju, a kazuje nam koliki toplinski tok prolazi kroz određeni materijal debljine 1 m uz temperaturnu razliku od 1K.
- Izolacijski materijali imaju male vrijednosti koeficijenta toplinske vodljivosti:
 - λ= 0,03 do 0.05 W/mK,
 - Beton: λ= 0,9 do 2,5 W/mK,
 - Šuplja opeka: λ= 0,5 W/mK,
 - Čelik: λ= 58 W/mK.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

3.1 Određivanje potrebne topline za objekt

- Toplinski gubitci kroz ovojnicu objekta ovisni su o površini elemenata ovojnice, koeficijentu prolaza topline elemenata (zidovi, prozori, stropovi, podovi) ovojnice i klimatskih uvjeta izraženih preko stupanj-dana. Ovi se gubitci nazivaju transmisijskim gubitcima. Na temelju poznavanja ovih podataka možemo izračunati godišnju potrebu objekta za grijanjem kao sumu umnožaka koeficijenata prolaza topline, pripadajuće površine i stupanj dana za svaki element ovojnice.
- $Q = \sum U_i * A_i * SD$ (J ili kWh)

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

Na ovaj način određenu toplinu za grijanje potrebno je korigirati radi dodatnih efekata koji njezinu vrijednost povećavaju ili smanjuju.

Tako na primjer treba voditi računa da:

- je u zimskom periodu tlo toplije od vanjske temperature zraka,
- su noćne temperature u prostorima niže od dnevnih,
- postoje prekidi u loženju.
- Isto tako potrebno je voditi računa o gubicima topline uvjetovanim prodorom vanjskog zraka u objekt, ventilacijskim gubicima, izvorima topline u prostoru (strojevi i uređaji), doprinosa zračenja Sunca kroz prozore i slično.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **Potrebna snaga sustava grijanja**
- Potrebna snaga sustava grijanja načelno se određuje na osnovi transmisijskih gubitaka , gubitaka zbog infiltracije zraka i dobitaka (izvori topline) izračunatih na osnovi poznatih koeficijenata prolaza topline gradbenih elemenata, zidova, stropova, podova i njihovih pripadajućih površina, količine zraka koja prodire u prostore te razlike temperatura zraka s vanjske i unutrašnje strane. Pri tome se za vanjsku temperaturu uzima projektna vanjska temperatura za pojedinu građevinu zonu
- (Split -4°C, Varaždin – 20°C).

$$P = P_T + P_L - P_D = \sum U_i * A_i * \Delta t_i + \zeta * \sum V_i * c * \delta * \Delta t_i - \sum P_{Di} \quad , \text{ (kW)}$$

Ovako izračunata snaga predstavlja potreban toplinski učinak sustava grijanja za izabrane projektne parametre.

Izvor topline mora imati veću snagu zbog gubitaka samog izvora, cijevne mreže i regulacije.

$$P_i = \frac{P}{\eta_u} \quad , \text{ (kW)}$$

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **Ogrjevna vrijednost goriva**
- Ogrjevna vrijednost goriva predstavlja količinu energije, (topline) sadržane u gorivu. Razlikujemo gornju H_g i donju H_d ogrjevnju vrijednost goriva. Gornja ogrjevna vrijednost je sva toplina razvijena pri izgaranju goriva, a donja ogrjevna vrijednost je onaj dio gornje ogrjevnje vrijednosti koji dobivamo kad dimne plinove ohladimo samo do rosišta vodene pare.
- Vrijednosti za kruta goriva ovisne su o vlazi sadržanoj u gorivu i količini pepela. U tablici su dane prosječne vrijednosti kod ~ 15% vlage i za ugljen 10% pepela.

| Gorivo | Gustoća kg/m^3 | H_d | H_d |
|----------------|------------------|------------------------|------------------------|
| EL loživo ulje | 830 | 36 MJ/l | 10 kWh/l |
| Zemni plin | 0.7 | 34,2 MJ/m ³ | 9,5 kWh/m ³ |
| UNP | 2.0 | 46 MJ/kg | 12.8 kWh/kg |
| Smeđi ugljen | 650 | 14 MJ/kg | 3,9 kWh/kg |
| Lignit | 550 | 11,2 MJ/kg | 3,1 kWh/kg |
| Bukva | 570 | 15 MJ/kg | 4,2 kWh/kg |
| Smreka | 360 | 15 MJ/kg | 4,2 kWh/kg |

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **4. NAČINI GRIJANJA STAMBENIH PROSTORA**
- Gledajući kroz povijest zagrijavanje stambenih prostora, bez obzira kakvi oni bili, poznato je od pamtivijeka



Podno grijanje, Sicilija 1 st.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **4.1 Osnovni zahtjevi**
- Srednja temperatura zraka u prostoriji (osjetna temperatura) i srednja temperatura zidova moraju biti ravnomjerne po cijelom prostoru i to u području od 20°C do 22°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) pri čemu se uspostavlja trajna ravnoteža između tjelesne topline nastale metaboličkim procesima i one odane okolini.
- Od sustava grijanja traži se mogućnost regulacije temperature u određenim granicama i s određenom brzinom reakcije. Sustav grijanja mora biti takav da ne utječe na kvalitetu zraka i uvjete ugone u prostorima (štetni plinovi, prašina, buka, propuh).

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

4.2 Podjela sustava grijanja

Sustavi grijanja dijele se prema:

- Smještaju davaoca topline, (pojedinačno, centralno)
- Prema vrsti goriva, (kruto, tekuće, plinovito, el. energija, Sunce)
- Prema nosiocu topline, (toplovodno, vrelovodno, parno, zračno)
- Prema načinu odavanja topline, (konvekcija, zračenje i njihove kombinacije)

4.2.1 Pojedinačno grijanje prostorija

Za pojedinačno grijanje prostorija krutim gorivom koriste se:

- Kamini, otvoreni i zatvoreni
- Kaljeve peći
- Čelične peći
- Za pojedinačno grijanje ostalim vrstama goriva i el. energijom
- Plinske peći
- Uljne peći
- Električni aparati za grijanje prostora
- Zračni paneli

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

4.2.2 Centralno grijanje

Centralno grijanje može biti toplovodno, vrelovodno parno ili zračno.

- -*Toplovodno grijanje*, nosilac topline je topla voda maksimalne temperature do 110°C (danas obično polaz/povrat $90/70^{\circ}\text{C}$ kod sustava starije izvedbe, odnosno $80/60^{\circ}\text{C}$ kod novijih izvedbi i $55/40$ kod nisko temperaturnih sustava). Voda se zagrijava u kotlovima, grijalicama ili izmjenjivačima topline i preko sustava cijevi dovodi do ogrjevnih tijela, radijatora ili konvektora i slično. Nakon što je predala toplinu voda se vraćana ponovno na dogrijavanje u izvor topline.
- -*Vrelovodno i parno grijanje*, nosilac topline vrela voda ili para. Danas se ne koristi za pojedinačno grijanje objekata. Kod daljinskih grijanja vrela voda ili para dovode se do toplinske podstanice u objektu gdje u izmjenjivaču topline zagrijava vodu za grijanje objekta.
- - *Zračno grijanje*, nosilac topline je topli zrak koji se zagrijava u izmjenjivaču topline dimni plinovi/zrak ili topla voda/zrak i kanalima razvodi po objektu.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

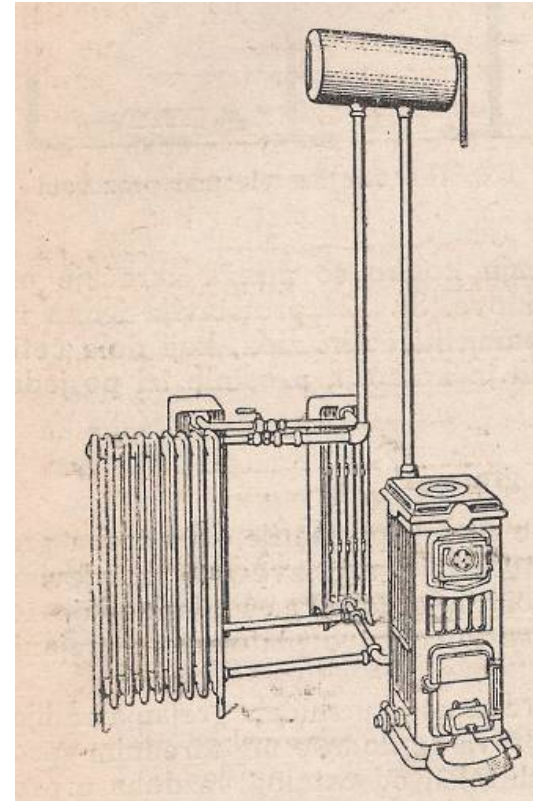
- **4.3 Centralno toplovodno grijanje;**
nosilac topline je topla voda maksimalne temperature do 110°C
(danas obično 90°C i manje).

Centralna grijanja dijelimo prema:

- Tlaku u sustavu (gravitacijsko, pretlačno)
- Izvedbi cijevne mreže (jednocjevni ili dvocijevni)
- Razvodu cijevne mreže (donji ili gornji razvod)
- Prema vrsti goriva (kruto, tekuće, plinovito ...)

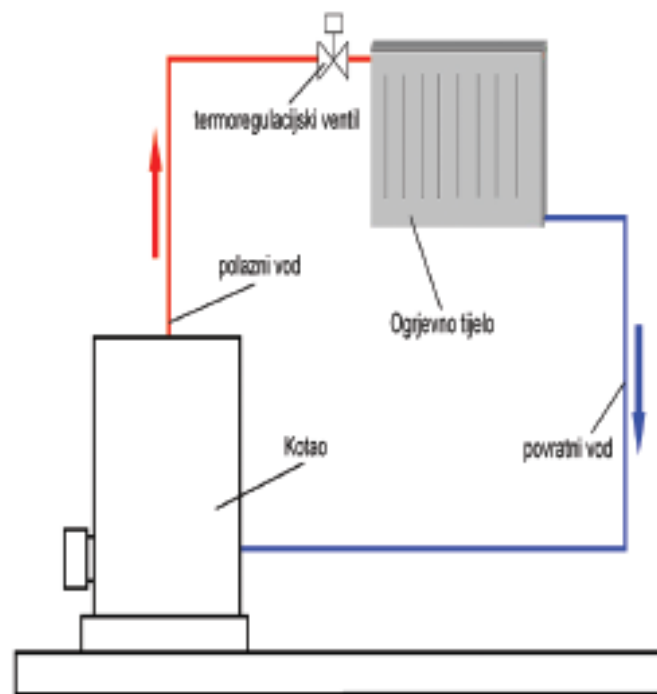
GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **4.3.1 Gravitacijsko toplovodno grijanje**
- Kotao se mora postaviti na najniže mjesto i povezati cijevima na ogrjevna tijela. Cirkulacija vode ostvaruje se samo uslijed razlike gustoće vode. Promjenu volumena, ekspanziju, vode preuzima ekspanzijska posuda. Pri temperaturama polaz/povrat od 90/70°C ostvaruje se korisna razlika tlaka od 1,25 mbar/m visine. Razvod mreže je gornji.



GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- Ova se postrojenja izvode kao otvorena ili zatvorena. Otvoreni sustavi imaju prema atmosferi otvorenu ekspanzijsku posudu dok je kod zatvorenih dopušten pretlak od 0,5 bar a što se osigurava sigurnosnim ventilom. Dimenzije cijevi su veće radi manjih otpora strujanju.



GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

4.3.2 Toplovodno grijanje s cirkulacijskom crpkom u sustavu

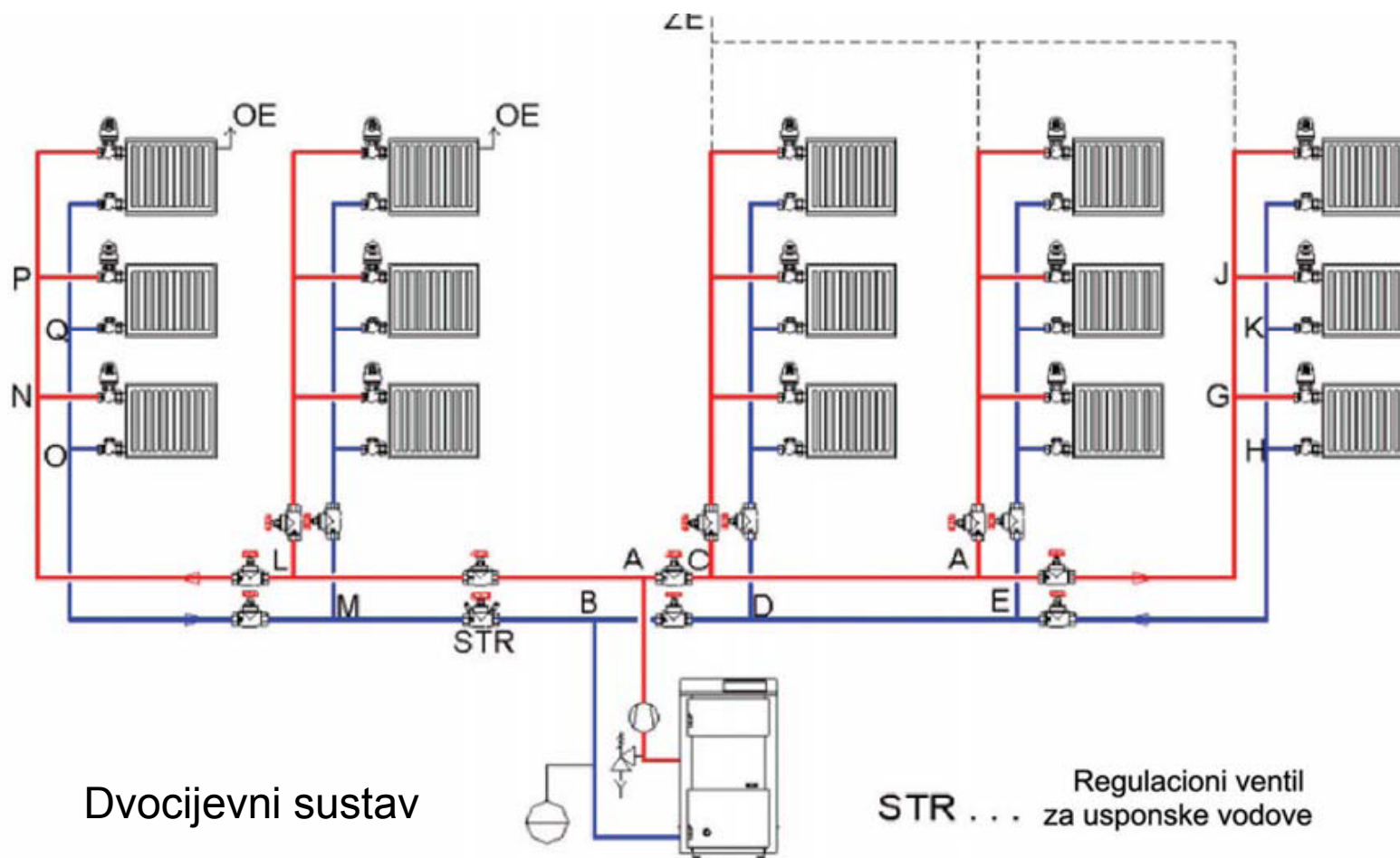
- Cirkulacijska crpka savladava otpore u sustavu. Potrebne su manje dimenzije cijevi. Sustavi također mogu biti otvoreni ili zatvoreni. Kod otvorenih sustava ekspanzijska je posuda otvorena prema atmosferi a kod zatvorenih koristi se ekspanzijska posuda s membranom. Temperature polaznog voda sustava kreću se do 90°C. Danas se sve više koriste niskotemperaturni sustavi s temperaturom polaznog voda i ispod 55°C.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

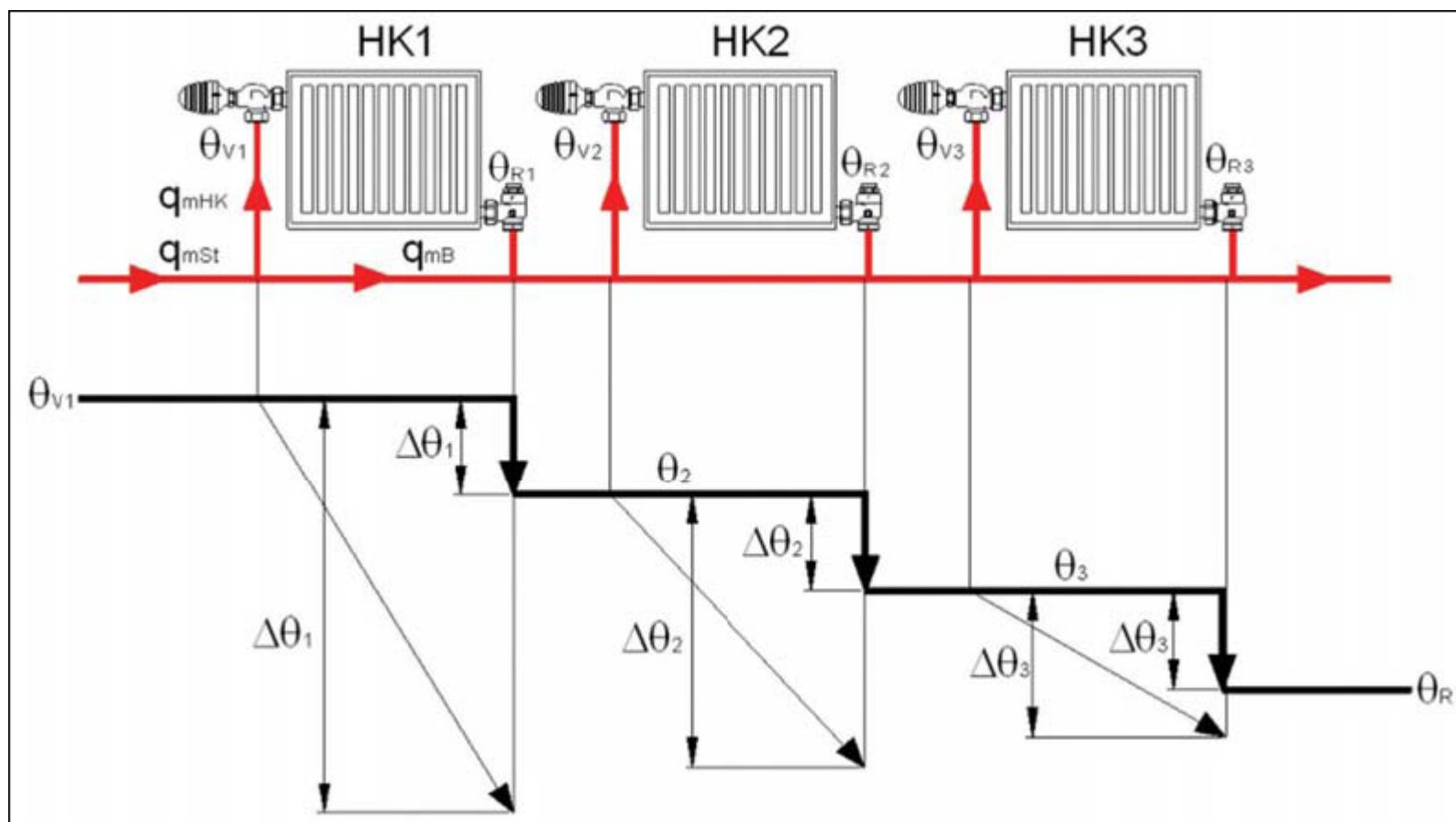
4.4 Jednocjevni i dvocjevni sustavi

- Kod jednocjevnih sustava ogrjevna tijela se napajaju s različitim temperaturama polazne vode ovisno o načinu izvedbe. Ovo ima za posljedicu veće potrebne površine ogrjevnih tijela.
- Kod dvocjevnih sustava sva ogrjevna tijela dobivaju toplu vodu iste temperature.
- Ukoliko se radi o nisko temperaturnom sustavu moraju se uvijek osigurati veće površine za izmjenu topline nego kod visoko temperaturnih toplovodnih grijanja.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

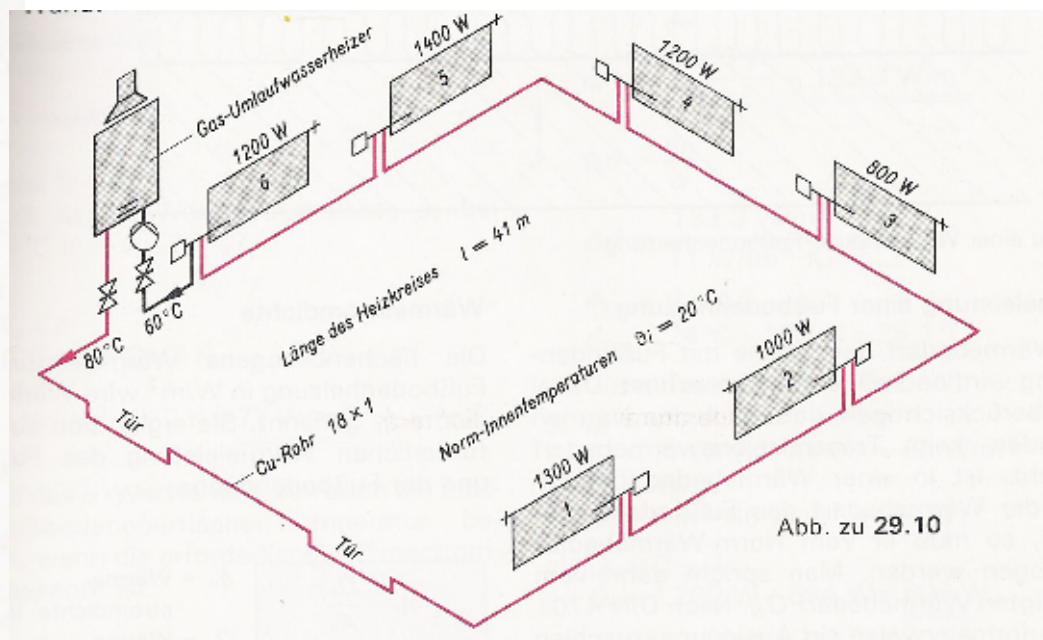
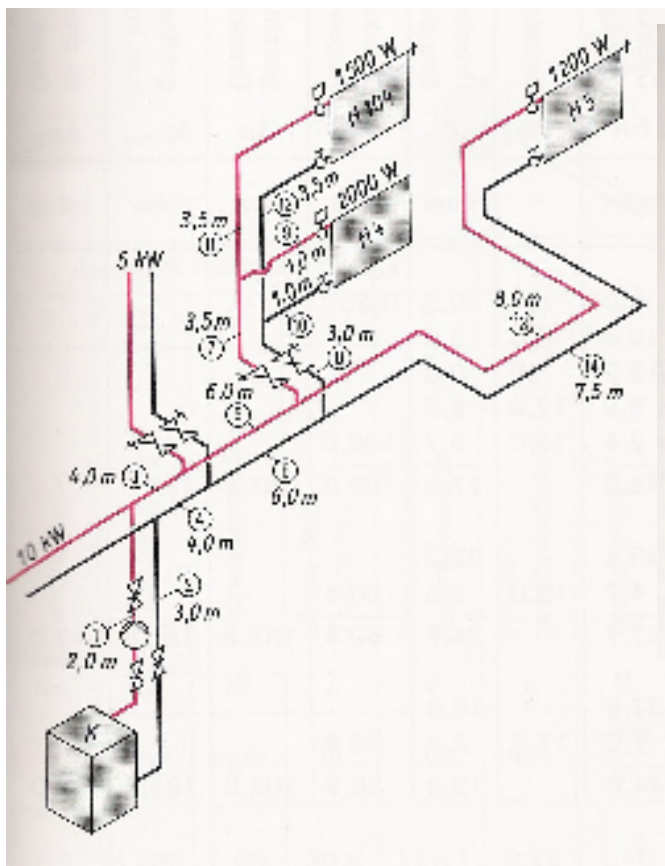


GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA



Jednocjevni sustav

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA



Dvocijevni i jednocijevni razvod

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **4.5 Podno, zidno i stropno grijanje**

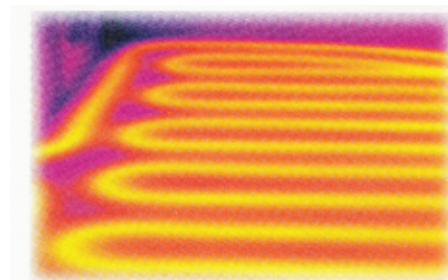
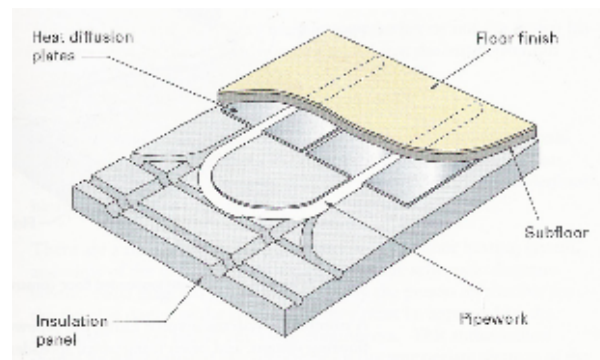
- Podno grijanje jedan je od najstarijih načina grijanja poznat još iz doba Rima. Spada u grupu površinskih grijanja prostora u koje još ubrajamo stropno i zidno grijanje.



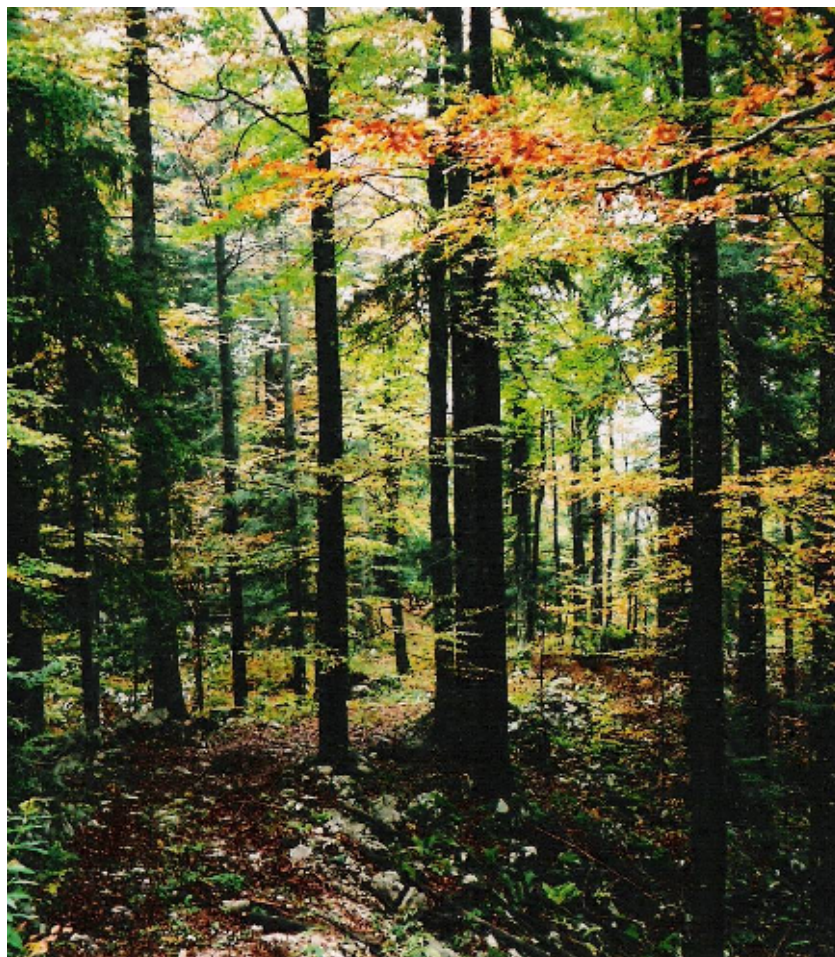
- Zbog povoljnog temperaturnog profila temperatura zraka u prostoru može biti manja za 1 do 2 °C čime se štedi 6 do 12% energije.
- Nezgodna strana je tromost sustava što otežava regulaciju. Preporuča se kombinirati podno grijanje s radijatorskim grijanjem no takav je sustav skuplji od klasičnog radijatorskog za 20 do 40%.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- Radi medicinsko fizioloških uvjeta temperatura podne plohe je ograničena pa se preporučuju slijedeće vrijednosti temperatura podne plohe;
 - 26 do 28°C za podne plohe u blagovaonicama, dnevnim boravcima, radnim prostorima,
 - 28 do 32°C za rubne zone uz prozore i unutarnje zidove,
 - 30°C za hodnike i toaletne prostore,
 - 32 do 35°C kupaonice, bazeni.
- Kod odabira temperature vode potrebno je voditi računa o vrijednosti koeficijenta toplinske vodljivosti podne plohe (parket, keramika, topli pod)



Kraj prvog dijela



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

5. ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

Kod pojedinačnog grijanja u elemente sustava ubrajamo:

- Izvor topline i regulator
- Dimnjak

Kod centralnih grijanja u elemente sustava ubrajamo:

- Izvor topline
- Cijevni razvod s ogrjevnim tijelima i armaturom
- Regulaciju i sigurnosne uređaje
- Dimnjak

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

Učinkovitost pojedinih elemenata sustava grijanja

Učinkovitost pojedinih uređaja za pretvorbu energije (peći, kotlovi, grijalice) dobivamo mjerenjem prema odgovarajućim normama.

- Električni aparati i uređaji imaju stupanj djelovanja 100%

| Gorivo | Vrsta uređaja | Učinkovitost |
|----------------|------------------------------|--------------|
| Kruta goriva | 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% |
| | Peleti | 87 do 92% |
| | Sječka | 85 do 90% |
| | Kombinirani kotlovi | 70 do 78% |
| Tekuća goriva | Kombinirani kotlovi (kruto) | 65 do 75% |
| | Standardni | 85 do 90% |
| | Nisko temperaturni | 90 do 95 % |
| Plinska goriva | Standardni | 92 do 95% |
| | Nisko temperaturni | 95 do 98% |
| | Kondenzacijski | do 108% |

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- Ukoliko govorimo u učinkovitosti cjelokupnog sustava grijanja onda uz učinkovitost uređaja za proizvodnju topline moramo uzeti u obzir učinkovitost cijevne mreže (izolacija) i regulacije.

- Učinkovitost cijevne mreže i regulacije

| Cijevna mreža | Učinkovitost | Uvjeti |
|---------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| | 95 do 98% | Ovisno o dulini i kvaliteti izolacije te razvodu cijevi |
| Regulacija | Centralna, automatska | 95% |
| | Ručna kontrolirana | 92% |
| | Ručna nekontrolirana | 90% |

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- Ukupnu učinkovitost sustava grijanja možemo tada izraziti preko pojedinačnih učinkovitosti:
- $\eta_u = \eta_k + \eta_c + \eta_r$
- Uz pojam učinkovitosti uređaja za proizvodnju topline dobivenih na osnovu zahtjeva norma korisno je poznavati njegovu godišnju učinkovitost temeljenu na broju dana loženja i sati rada plamenika.
- Ovaj je podatak bitan za odluku o potrebnoj snazi izvora topline. Treba težiti da kotao radi čim duži period vremena bliže nominalnoj snazi a to znači da je bolje imati pod kapacitirani nego prekapacitirani uređaj.
- k – kotao
- c – cjevovod
- r - regulacija

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

$$\eta_{GOD} = \frac{\eta_K}{\left(\frac{b_{RP}}{b_{OD}} - 1\right) * q_b + 1}$$

gdje su:

- η_{GOD} - godišnja učinkovitost izvora topline, kotla
- η_K - učinkovitost kotla
- b_{RP} - broj sati rada plamenika
- b_{OD} - broj ogrjevnih dana izražen u satima
- q_b - gubitci pripravnosti kotla ($\sim 4\%$)

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA



5.1 Pojedinačno grijanje prostorija

- **Otvoreni kamini** odaju toplinu uglavnom zračenjem. Stupanj djelovanja im je oko 40% ovisno o izvedbi. Lože se drvima i imaju priključak na dimnjak. Snaga im se kreće od 3 do 4 kW.

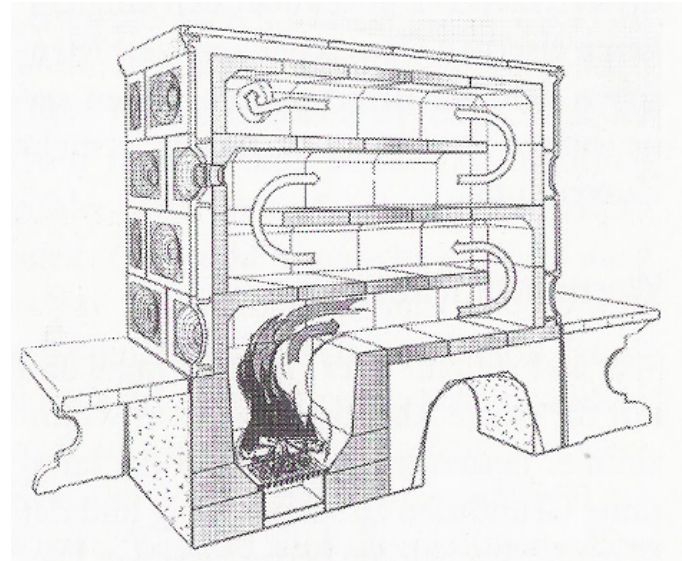
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Zatvoreni kamini s priključkom na dimnjak**
- Izvode se s dobavom zraka za izgaranje iz prostorije ili uzimanjem zraka iz okoliša.
- Ovisno o izvedbi imaju stupanj djelovanja i do 80% a snage im se kreću od 6 do 15 kW.
- Zatvoreni kamini većih snaga obično imaju ugrađen izmjenjivač topline za pripremu potrošne tople vode ili centralno grijanje. Lože se drvima ili briketima drva odnosno smeđeg ugljena. Vrijeme gorenja s jednim punjenjem je oko 1h kod loženja drvom i oko 2h za loženje briketima ugljena.



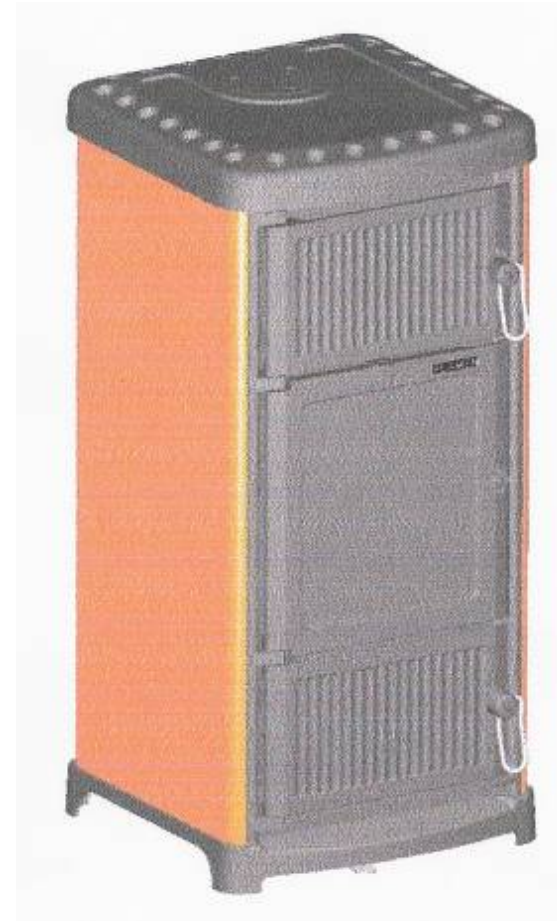
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Kaljeve peći** se odlikuju brzim zagrijavanjem prostora i velikom akumulacijom topline zbog relativno velike mase peći.
- Zbog velikih površina za odavanje topline stvaraju ugodan osjećaj toplog prostora.
- Mogućnost regulacije je loša što utječe na pojavu temperaturnih razlika u prostoru. Zauzimaju veliki prostor a stupanj djelovanja im se kreće od 70 do 85%.
- Vrlo su povoljne kao pomoćni izvori topline za prelazni period. Veličina kaljeve peći mora se prilagoditi prostoriji.
- Odavanje topline odvija se zračenjem i konvekcijom približno 50%/50%. Gorivo je drvo, briketi drva, smeđi ugljen, briketi ugljena. Mogu se pregraditi na plin i loživo ulje. Temperatura dimnih plinova je oko 180°C , minimalna visina dimnjaka je 4m a minimalni promjer 100mm.



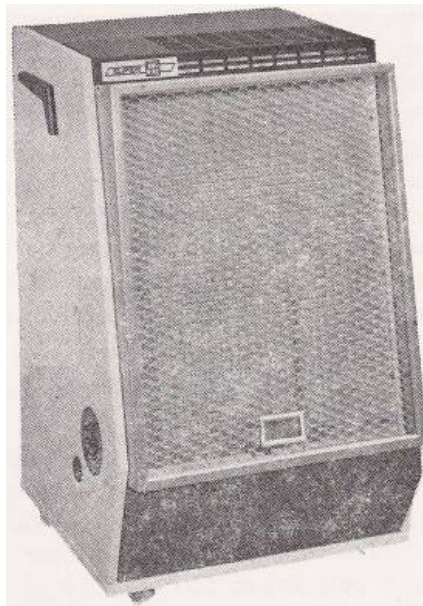
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Čelične peći** se izvode za kontinuirani i nekontinuirani rad. Nemaju akumulacije topline a temperature površina su im više pa se veći dio topline odaje zračenjem. Gorivo je kao i kod kaljevih peći a razlikuju se po konstrukciji ložišta koje može biti s progaranjem, donjim izgaranjem ili bez rešetke. Stupanj djelovanja im je veći od 70% a temperatura dimnih plinova 250°C do 300°C.

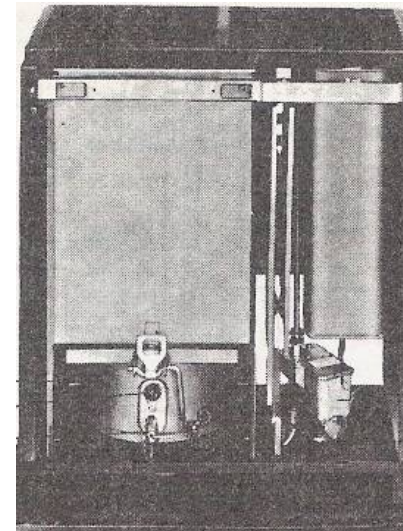


ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Plinsko pojedinačno grijanje** može se ostvariti plinskim pećima s priključkom na dimnjak ili s fasadnim priključkom ili zračnim panelima tamnog ili svijetlog sjaja.



- **Pojedinačno grijanje na loživo ulje** ostvaruje se uljnim pećima u kojima ekstra lako loživo ulje izgara u specijalno izvedenom atmosferskom ložištu. Stupanj djelovanja veći od 70%.



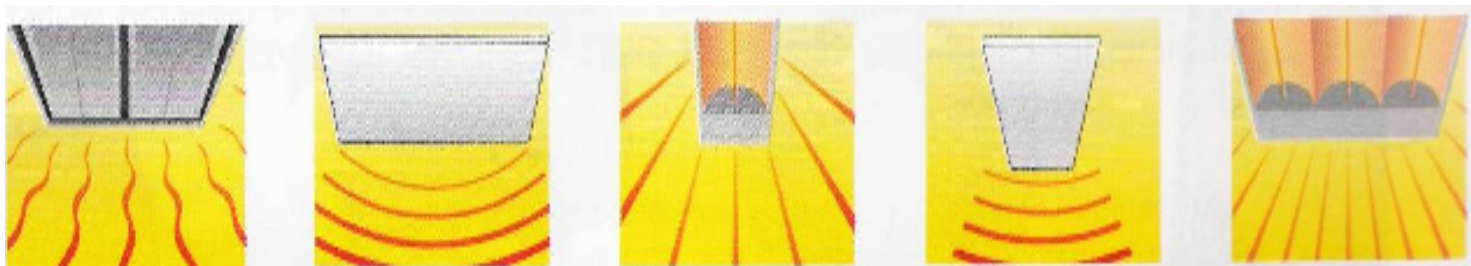
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Električni uređaji za zagrijavanje prostora**
- Razlikujemo uređaje za direktno i indirektno grijanje. Kod direktnog se grijanja el. energija neposredno koristi za grijanje (el. peći, kaloriferi, el. radijatori i slično), dok se kod indirektnog grijanja koristi akumulacija topline ili dizalica topline. Prednosti uporabe el. energije su u jednostavnosti regulacije i jeftinoj instalaciji. Jedan od novijih načina je uporaba el. energije za podna grijanja. Pri tome je opterećenje kabela 10 do 25 W/m a opterećenje podne plohe do 60W/m² za gazeće plohe odnosno do 120 W/m² za rubne zone.



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Zračeći paneli**
- Princip rada temelji se na zakonima toplinskog zračenja (infracrveno zračenje). Energija se prenosi bez posrednika i zagrijavaju se samo objekti koji se nalaze u polju toplinskog zračenja.
- Dijelev se na grijalice svijetlog (visoko temperaturne) i tamnog (nisko temperaturne) sjaja. Zagrijavane su el. energijom, plinom ili toplim medijem (para ili vrela odnosno topla voda).



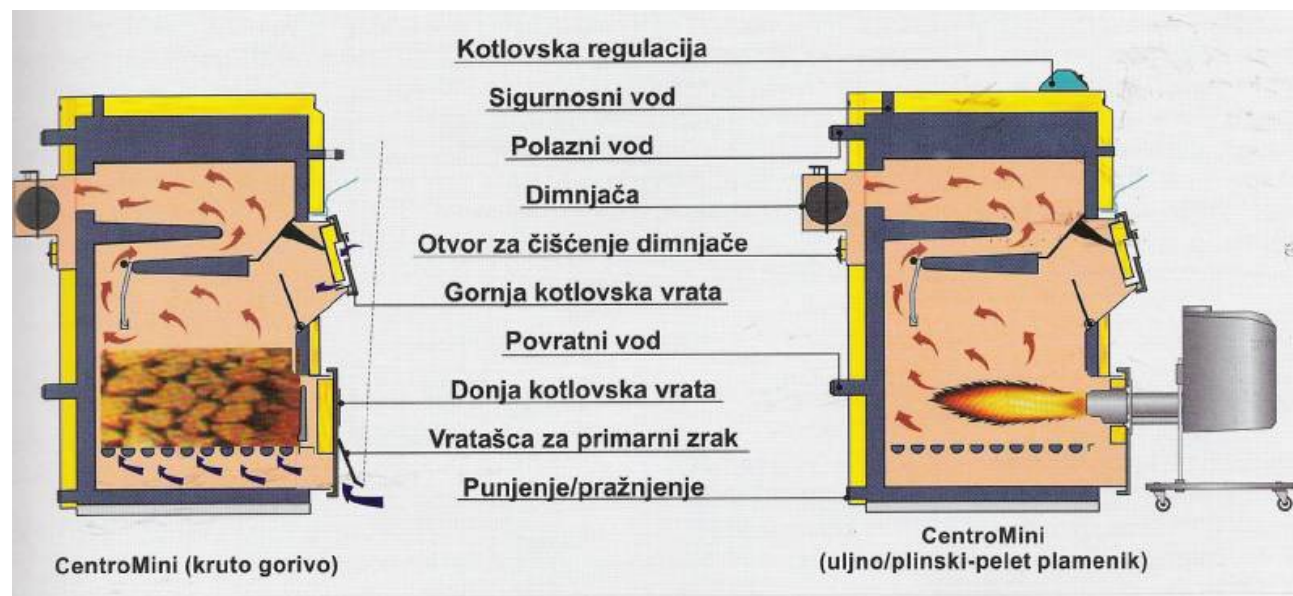
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **5.2 CENTRALNA GRIJANJA**

- **Kotlovi** – Obzirom na temperaturni režim rada razlikujemo standardne, nisko temperaturne i kondenzacijske kotlove.
- **Standardni**, klasični, kotlovi rade na visokim temperaturama vode obično 90/70°C ili 85/65°C. Temperatura vode u kotlu regulira se u području od 65 do 90°C. Njezina je donja temperatura određena temperaturom kondenzacije dimnih plinova. Kako se maksimalne temperature vode zahtijevaju u najhladnijem periodu godine imamo situaciju da u većem dijelu sezone potrebe za toplinom zahtijevaju vodu puno nižih temperatura. Zato je u sustav potrebno ugraditi miješajući ventil koji je upravljani preko vanjske temperature. Miješajući ventil ostvaruje potrebnu temperaturu vode polaznog voda miješanjem kotlovske vode s povratnom vodom iz sustava. Rade na kruto, tekuće i plinovito gorivo.

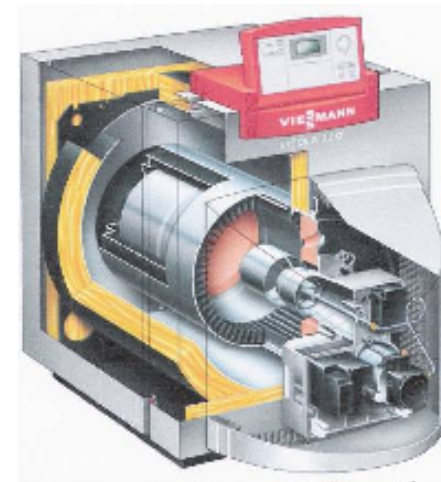
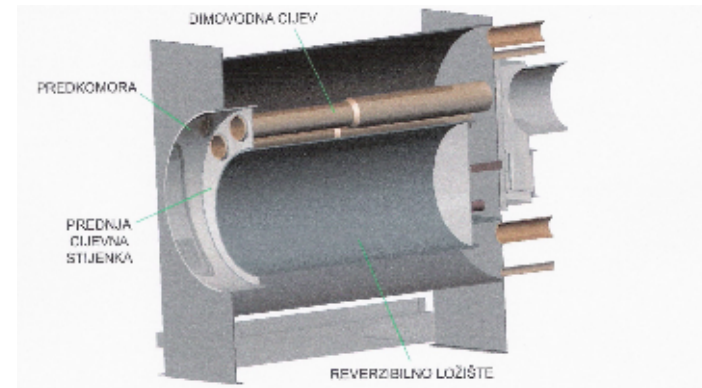
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

Standardni toplovodni kotlovi

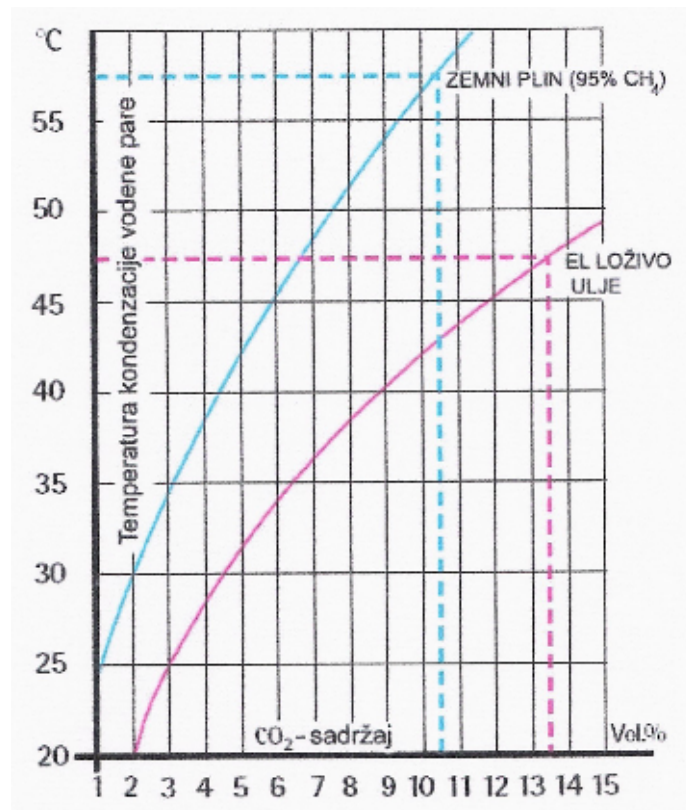


ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Nisko temperaturni** kotlovi konstruirani su tako da mogu raditi s temperaturama povratne vode od 35°C pa na više. Sustav radi bez miješajućeg ventila jer se temperatura vode u kotlu prilagođava potrebama ovisno o vanjskom stanju. Potrebna je eventualno zaštita od preniskih temperatura povratne vode. Prednost ovih kotlova je u manjim gubitcima i većoj toplinskoj iskoristivosti u prelaznom periodu. Rade na tekuće i plinovito gorivo.



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA



Temperatura kondenzacije dimnih plinova

- **Kondenzacijski kotlovi**
- Koriste i toplinu kondenzacije vodene pare iz dimnih plinova za zagrijavanje vode. Odlikuju se visokim stupnjem djelovanja (veći od 100% !!!) i mogućnosti rada bez ograničenja najniže temperature povratne vode. Temperatura dimnih plinova je niska, obično oko 50°C pa je za njihovo odvođenje potreban ventilator radi smanjenog uzgona. Rade na tekuće i plinovito gorivo. Što je temperatura dimnih plinova niža to je veći stupanj djelovanja kotla (100% kod režima 75/60 °C i 107% kod režima 40/30°C)

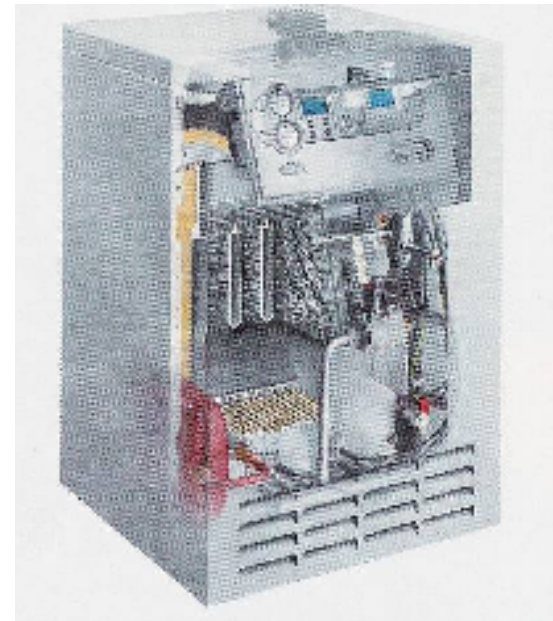
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA



- Količina kondenzata koja nastaje ohlađivanjem dimnih plinova kod izgaranja zemnog plina kreće se od 0,8 do 1 *lit.* kondenzata po 1 m³ plina što za obiteljsku kuću (čtetveročlana obitelj) iznosi oko 2,6 do 3,3 m³ na godinu kod snage izvora topline od 20 kW. Kondenzat je lagano kiseo (pH 3 do 5) za plin i 1,5 do 3 za EL loživo ulje i može se ispuštati u kanalizaciju jer se razrjeđuje s ostalom otpadnom vodom. Za snage iznad 350 kW potreban je poseban spremnik za kondenzat s napravom za neutralizaciju.
- Kod ugradnje kondenzacijskih kotlova treba obaviti sanaciju dimnjaka.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Plinski kotlovi s atmosferskim plamenikom**
- Mogu biti u standardnoj izvedbi ili kondenzacijske (sve više ulaze u primjenu) i to s priključkom na dimnjak ili fasadnim priključkom. Izrađuju se kao zidne i samostojeće jedinice s namjenom za grijanje ili grijanje i pripremu potrošne tople vode.



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- *Potreban nazivni učinak kotla* određuje se na osnovi proračuna gubitaka objekta. Ovisno da li se radi o klasičnoj gradnji ili objektu s dobrom toplinskom izolacijom za istu površinu objekta bit će potrebni različiti nazivni učinci.
- Zahtjevi koji trebaju biti ispunjeni u pogledu energetske učinkovitosti kotla (stupanj djelovanja, emisije štetnih tvari itd.) propisani su pozitivnim propisima i tehničkim specifikacijama (normama).
- Ušteda energije pri zamjeni starog kotla s novim možemo izračunati ukoliko znamo vrijednost godišnjeg stupnja djelovanja starog i novog kotla preko izraza:

$$\Delta E = 1 - \frac{\eta_{st}}{\eta_n}, \%$$

- Korištenjem nikotemperaturnih i kondenzacijskih kotlova može se uštedjeti 15 do 40 % goriva u odnosu na standardne kotlove.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

5.3 Plamenici za EL loživo ulje i plin

- *Uljni plamenici*
- Zadatak uljnih plamenika je da u ložištu kotla što finije rasprše i ispare kapljice ulja, pomiješaju ih sa zrakom te da takva mješavina u ložištu potpuno izgori. Prema konstrukciji razlikujemo:
- Za toplovodne kotlove najčešće se koriste ventilatorski plamenici sa raspršivanjem ulja pod tlakom. Izvode se kao jednostupanjski, dvostupanjski ili sa kontinuiranom promjenom snage.
- Za određeni se tip uljnog plamenika područje snage može podesiti izborom odgovarajuće mlaznice za raspršivanje i tlaka raspršivanja koji se kreću u dijapazonu od 7 do 20 bar.
- Za kotlove manjih snaga obično su jednostupanjski.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- ***Plinski plamenici***
- Najčešće se za potrebe grijanja koriste plinski atmosferski ili plinski ventilatorski plamenici.



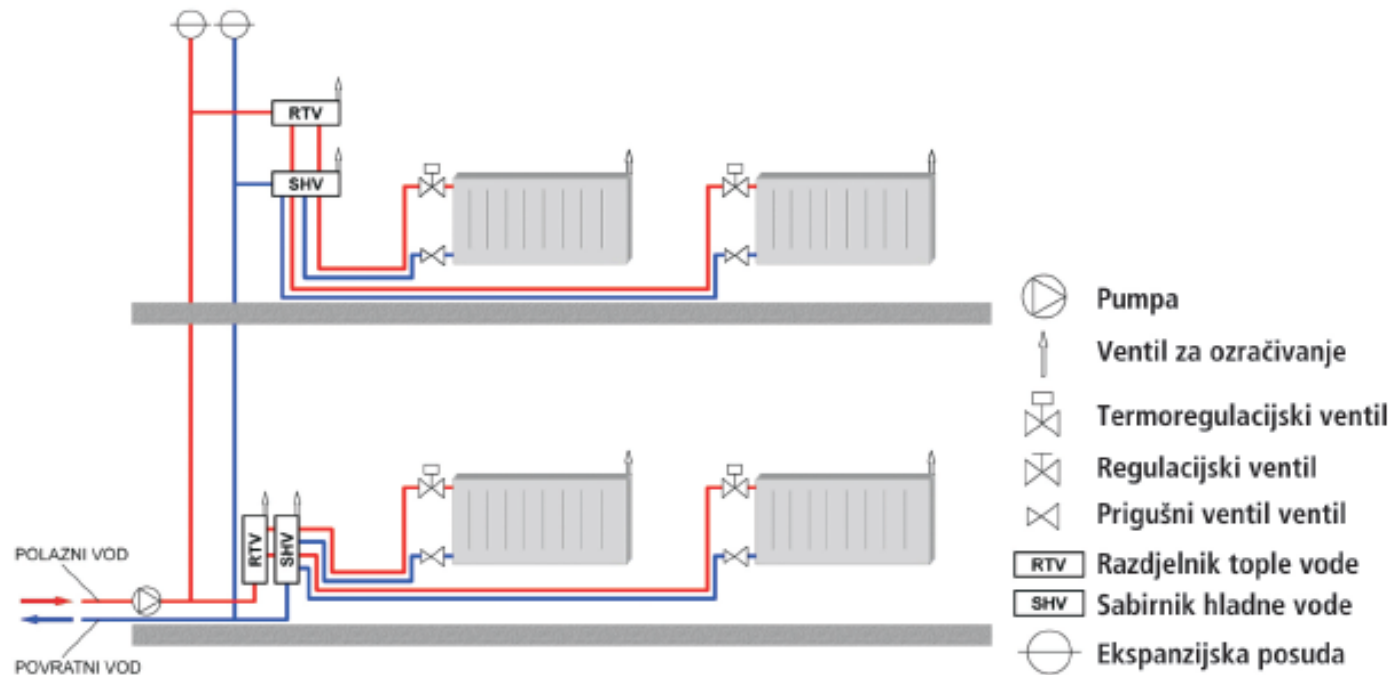
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **5.4 Ogrjevna tijela**

- U sustavima centralnog grijanja ogrjevna tijela imaju zadaću toplinu dobivenu od nosioca topline predati na okolinu. Mehanizmi kojima se ta predaja odvija su konvekcija (cca 95 do 97%) i zračenje. Postoji veliki broj različitih izvedbi radijatora, (člankasti, pločasti, cijevni, konvektori) a izrađuju se lijevanjem ili zavarivanjem iz čelika, aluminijske ili bakra. Učinkovitost radijatora određuje se ispitivanjima prema propisanim normama (EN, ISO). Prilikom ugradnje radijatore treba postaviti tako da ih se može odzračiti i mora ih se opremiti ventilom na polaznom i prigušnicom na povratnom vodu ili specijalnim ventilima kod jednocjevnih grijanja kako bi se moglo izvršiti balansiranje mreže odnosno ostvariti traženi protok tople vode kroz radijator. Ova armatura ujedno omogućuje zatvaranje instalacije kod skidanja radijatora.

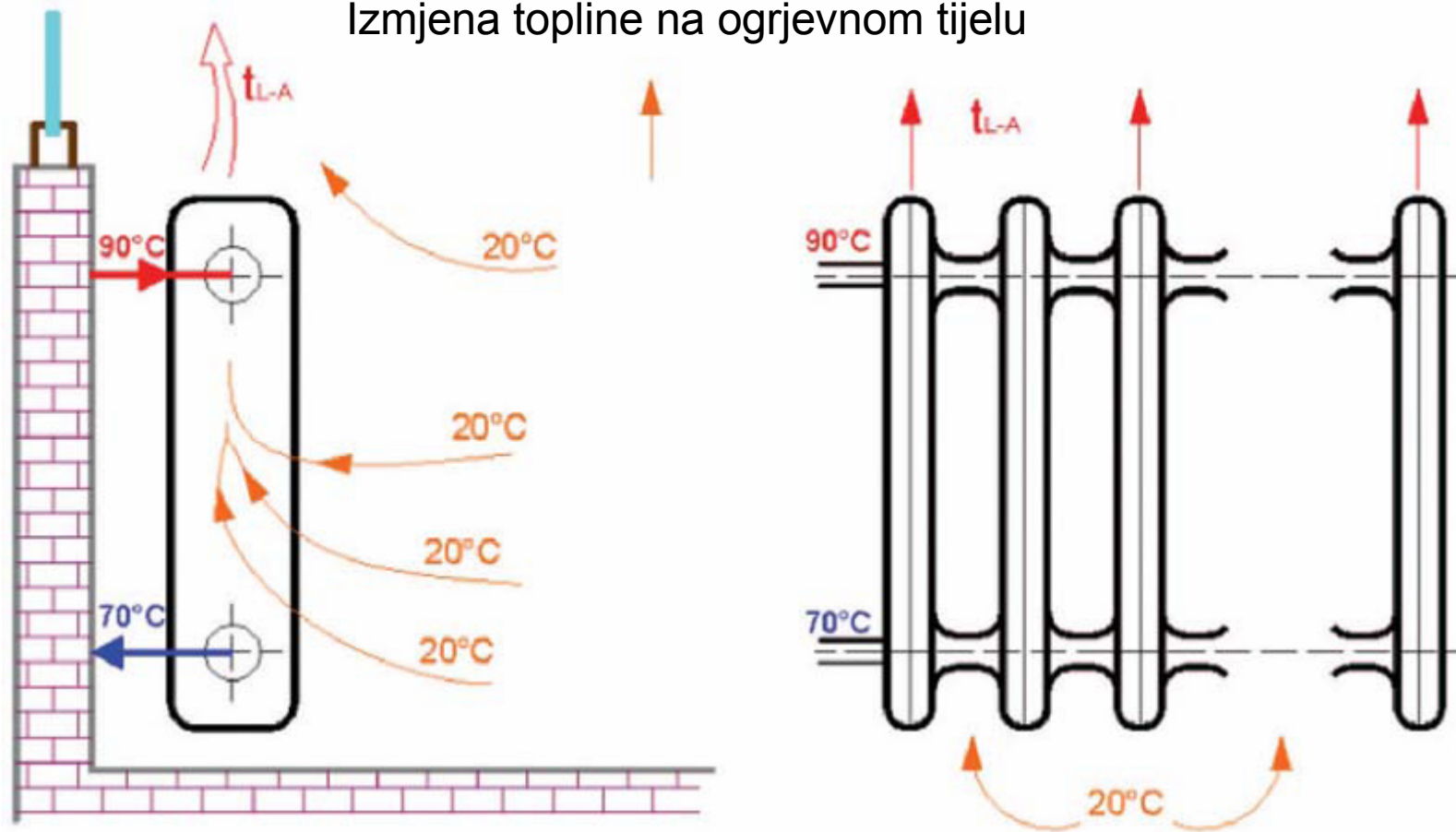
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- Standardni (nazivni) toplinski učinak
- Standardni toplinski učinak Φ_N ili nazivni učinak dobiven je prema postupku ispitivanja danom npr. normom HRN EN 442-2 i pri slijedećim radnim parametrima:
- Temperatura polaza $\theta_v=75^\circ\text{C}$
- Temperatura povrata $\theta_r=65^\circ\text{C}$
- Temperatura prostora $\theta_p=20^\circ\text{C}$
- Srednja nadtemperatura nosioca topline
- $\Delta T_n=50\text{K}$,



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

Izmjena topline na ogrjevnom tijelu



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

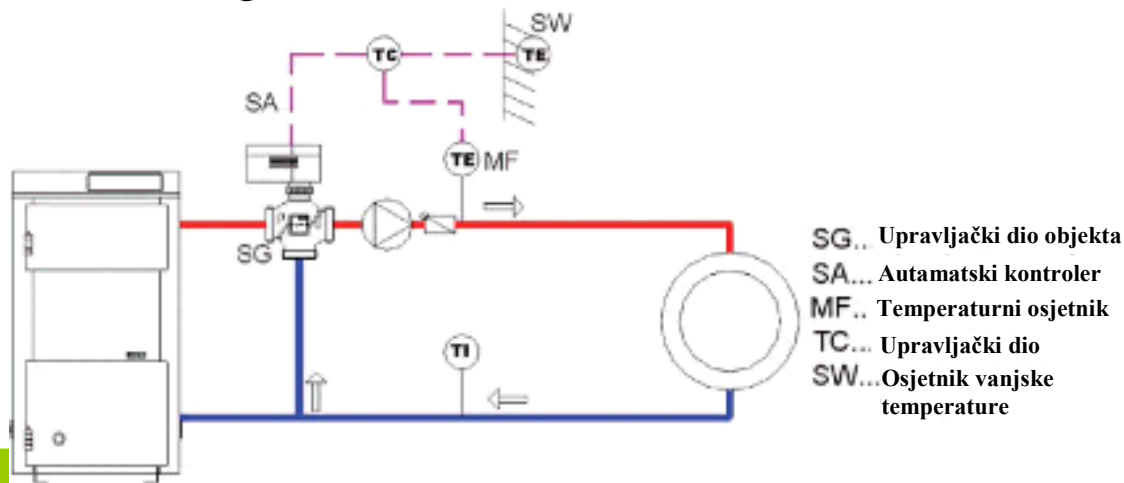
- **Smanjeni učinak ogrjevnog tijela**
- Standardni se toplinski učinak ogrjevnog tijela smanjuje radi različitih vanjskih čimbenika, pa se stvarni učinak dobiva množenjem standardnog s utjecajnim faktorima učinka f_g .

| | |
|-------|------------------------------------------------|
| | Utjecajni parametar |
| f_1 | Referentne temperature (polaz/povrat, okolina) |
| f_2 | Način priključivanja |
| f_3 | Način ugradnje, niša |
| f_4 | Utjecaj metalnog premaza |
| f_5 | Učestalost rada |
| f_g | Sveukupni faktor učinka |

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

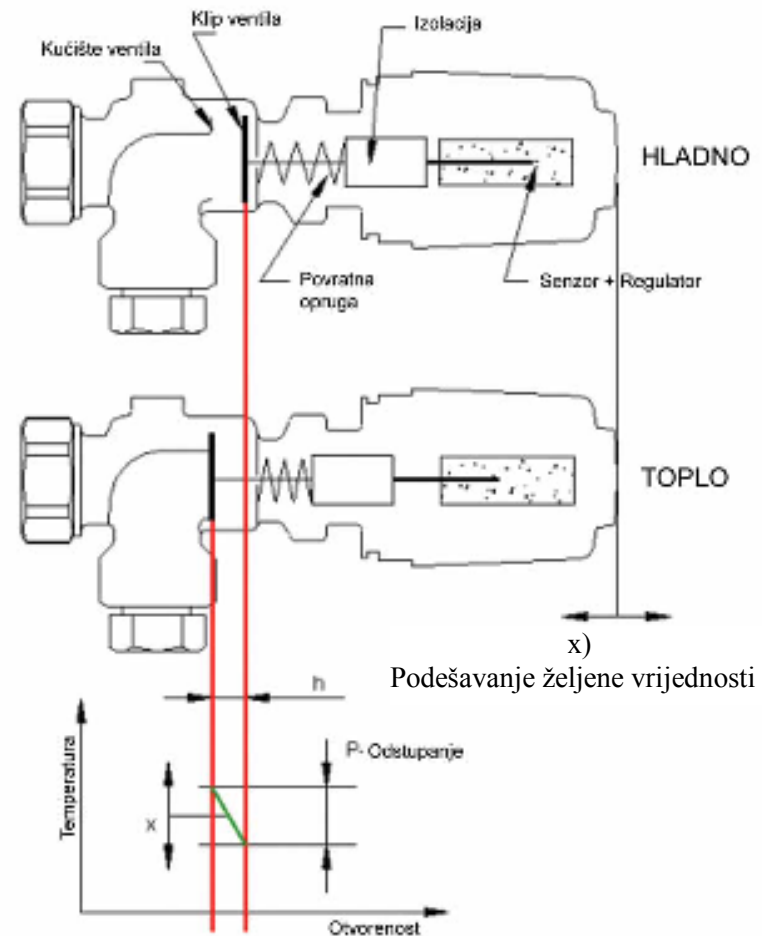
5.5 Regulacija

- Razlikujemo centralnu i lokalnu regulaciju.
- Centralna regulacija osigurava potrebnu temperaturu polaznog voda sustava centralnog grijanja prema vanjskoj ili unutrašnjoj temperaturi. Lokalna regulacija osigurava traženu temperaturu u prostoriji.
- Svaka se regulacija sastoji od temperaturnog osjetnika, upravljačke jedinice i izvršnog člana.



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Lokalna regulacija**
- se ostvaruje uporabom termostatskih ventila koji prema namještenoj vrijednosti propuštaju više ili manje tople vode kroz ogrjevno tijelo.
- Treba svakako napomenuti da odabrani ventili i cijevna mreža s ogrjevnim tijelima te izvor topline moraju biti usklađeni.
- Posebno treba voditi računa o načinu i mjestu postavljanja osjetnika termostatskog ventila.



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- *Ispravno postavljanje osjetnika u prostoriji*
 - a) Regulacija
 - Referentna prostorija, preko koje se regulira temperatura u drugim prostorijama, mora biti hladnija (građevinski) od onih u kojima se boravi i u kojima se količina dovedene topline regulira preko termostatskog ventila.
 - b) Mjerenje temperature
 - Osjetnik mora ispravno mjeriti temperaturu prostorije. Temperatura prostorije ovisi o temperaturi zraka i dovedenoj energiji od okolišnih ploha.
- **Mjesto postavljanja osjetnika**
 - Ne na sunčano mjesto
 - Ne blizu izvora topline, npr. lampe
 - Ne na tople zidove, npr. zid u kojem su tople cijevi
 - Ne u niše i kutove gdje je slaba cirkulacija zraka
 - Ne blizu vrata koja vode u negrijane prostore
 - Ne na cijevi i metalne podloge. Strujanje hladnog zraka ili zrak koji se grije na nekom izvoru topline jako utječu na mjerenje.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

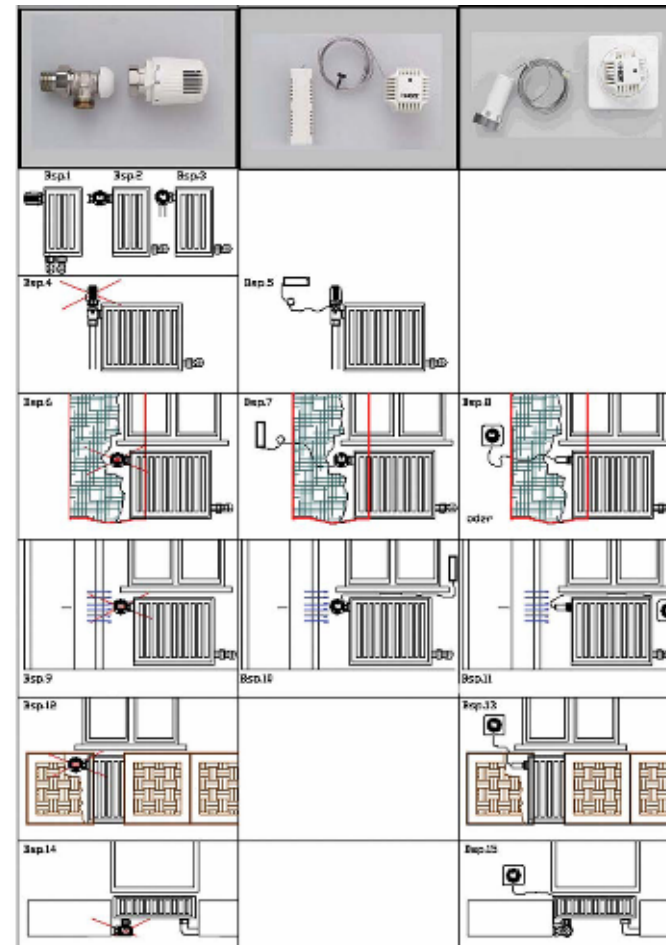
- **Ispravno postavljanje vanjskog osjetnika**

a) Mjerenje vanjske temperature

- Visina 1. kata
- Zaštita od lažne topline, npr. prozor
- Ne u niše ili na uglove zgrada

b) Regulacija

U prostorijama izloženim sunčevom zračenju treba postaviti termostatske ventile.



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

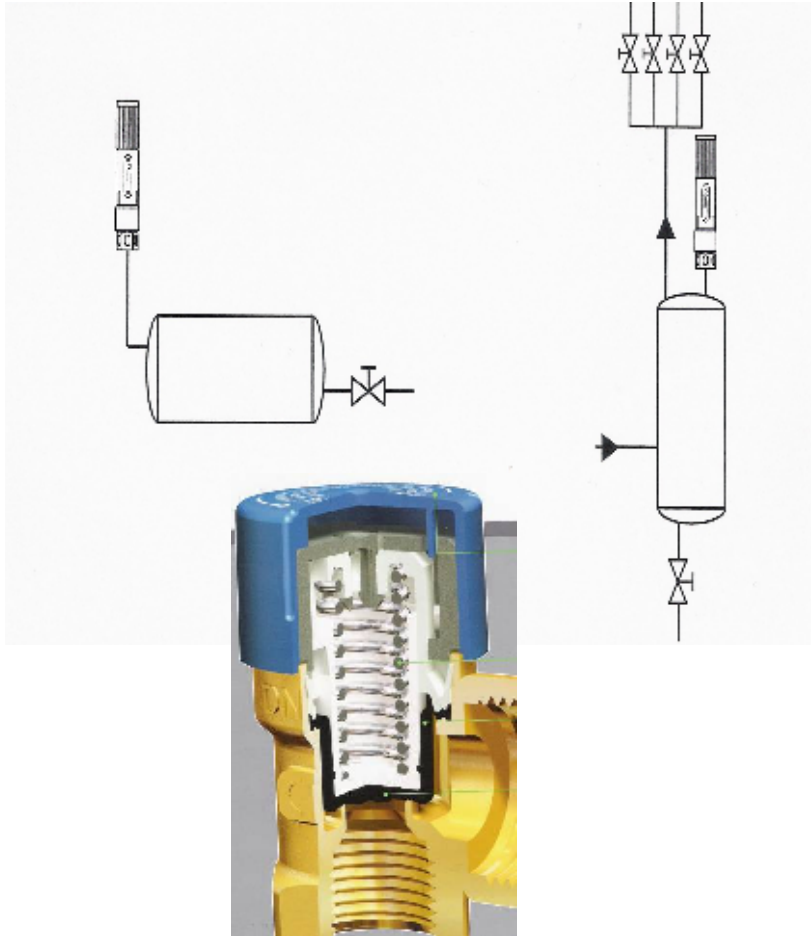
- **5.6 Krivulja grijanja**
- Kod regulacije centralnog grijanja prema vanjskoj temperaturi vezu između vanjske temperature i temperature vode polaznog voda dobivamo preko krivulja grijanja unesenih u regulator. Izbor krivulje radimo na osnovi karakteristika objekta i sustava grijanja. Kod krivulje grijanja možemo mijenjati njezin nagib (različit za različite sustave grijanja) i nivo pri čemu nagib ostaje nepromijenjen ali se mijenja temperatura polazne vode za istu vanjsku temperaturu na više ili na niže.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

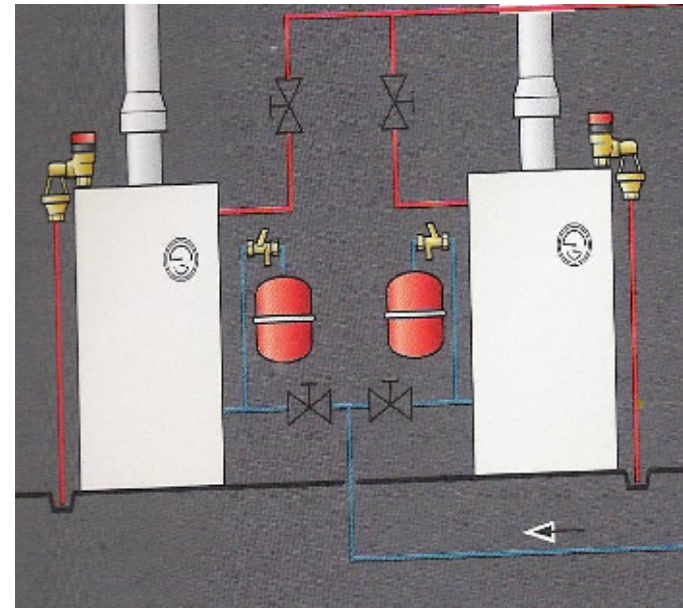
- **5.7 Sigurnosni uređaji i oprema**
- U sigurnosne uređaje i opremu sustava centralnog grijanja spadaju;
- Sigurnosni ventil izvora topline (kotla)
- Granični termostat kotla odnosno uređaj za odvođenje prekomjerne topline kod kotlova na kruto gorivo,
- Ekspanzijska posuda (otvorena ili zatvorena)

- Uloga sigurnosnog ventila je da zaštiti kotao i sustav od prekomjernog porasta tlaka (maksimalnog dopuštenog radnog tlaka)
- Uloga graničnog termostata i uređaja za odvođenje prekomjerne topline je da zaštititi kotao i sustav od prekomjernog porasta temperature (maksimalna dopuštena radna temperatura)
- Uloga ekspanzijske posude je da preuzme povećanje volumena radnog medija u sustavu koji nastaje uslijed zagrijavanja.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA



Ventil sigurnosti



Ekspanzijska posuda

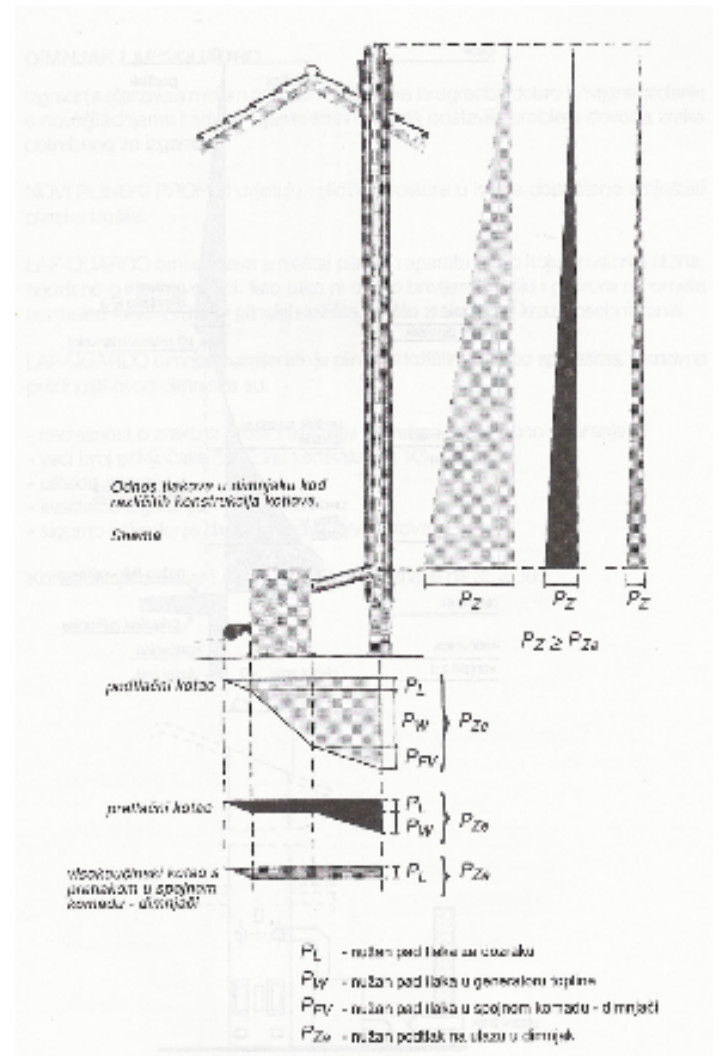
ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

5.8 Dimnjak

- Dimnjak je sastavni dio sustava grijanja. Njegova je uloga odvođenje dimnih plinova u atmosferu.
- Za ispravan rad sustava grijanja bez obzira radi li se o pojedinačnom ili centralnom sustavu neophodno je da dimnjak bude ispravno dimenzioniran. To znači da ima odgovarajući presjek za nastalu količinu dimnih plinova i visinu kako bi ostvario traženi potlak neophodan za odvođenje dimnih plinova. Isto tako dimnjak mora biti izrađen iz odgovarajućih materijala ovisno o gorivu koje se koristi.
- Vrstu, presjek i visinu dimnjaka određuje projektant na osnovi podataka o sustavu grijanja, tipu kotla, vrsti goriva, režimu grijanja i konfiguraciji terena.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Potlak dimnjaka**
- Potlak dimnjaka ostvaruje se na osnovi razlike gustoće dimnih plinova i okolišnjeg zraka. Ukoliko taj uzgon nije dovoljan potrebno je dimne plinove odvoditi prisilno.
- Kod kotlova na kruto gorivo i uređaja s atmosferskim plamenikom dimnjak mora osigurati potlak dovoljan za savladavanje otpora kotla, dimnjače (priključak na dimnjak) i samog dimnjaka.
- Kod kotlova s ventilatorskim plamenicima (pretlačni kotlovi) plamenik stvara pretlak potreban za savladavanje otpora kotla a dimnjak otpora u dimnjači i samom dimnjaku.



ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- *Presjek dimnjaka*
- Presjek dimnjaka za manje objekte određujemo prema podacima proizvođača dimnjaka ili prema izrazima danim u stručnoj literaturi.
- *Izrada*
- Razlikujemo slijedeće vrste gradnje dimnjaka:
 - dimnjaci iz opeke
 - dimnjaci izvedeni od predfabriciranih elemenata
 - dimnjaci iz više slojeva (toplinski izolirani)
- Specijalni dimnjaci iz nehrđajućih materijala (nehrđajući čelik ili keramika) za kondenzacijske kotlove i plinske kotlove

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

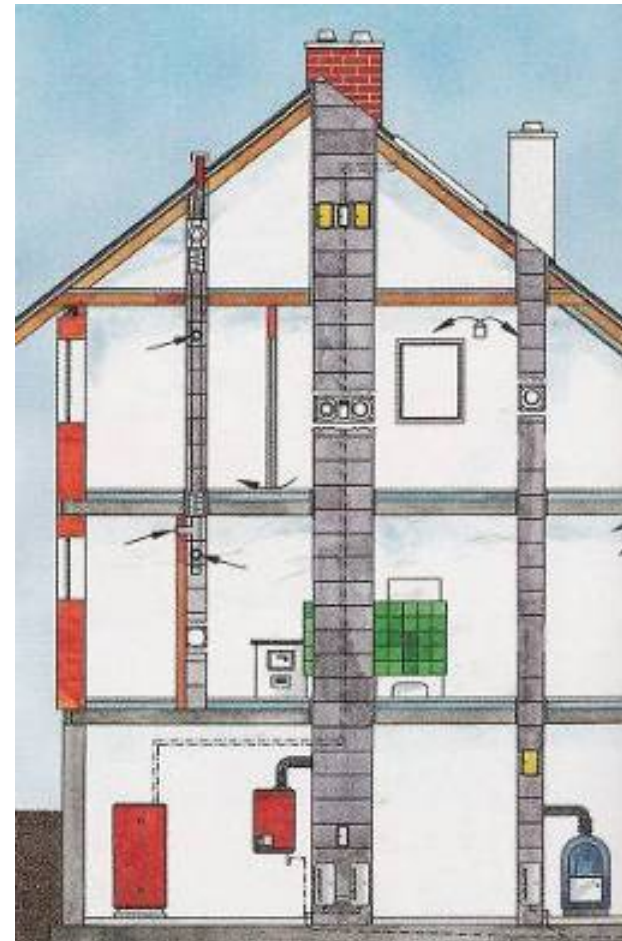
- Dimnjaci se u pravilu postavljaju u unutrašnjosti zgrade. Iznutra moraju biti glatki i nepropusni te konstantnog presjeka.
- Konstrukcija dimnjaka mora osigurati njegovu postojanost i otpornost na temperature i koroziju.
- Visina dimnjaka određena je visinom zgrade.
- Da se izbjegne utjecaj vjetera i susjednih objekata potrebno je visinu dimnjaka prilagoditi stanju na terenu.
- Temperatura dimnih plinova najviša je na ulazu u dimnjak i postepeno opada prema vrhu.
- Potrebno je osigurati da se dimni plinovi na svom putu ne ohlade do temperature kondenzacije.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- Temperature dimnih plinova na izlazu iz kotla ovise o vrsti kotla. Kod standardnih kotlova na sve vrste goriva ona je oko 200 do 250°C, dok je za niskotemperaturne kotlove od 160 do 180°C a za kondenzacijske oko 50°C. Upravo radi toga potrebno je provesti sanaciju dimnjaka kod prelaska s jedne na drugu vrstu goriva odnosno na drugi tip kotla. Dimnjak se mora dati kontrolirati i očistiti u propisanim vremenskim razmacima stručnoj osobi, dimnjačaru.

ELEMENTI SUSTAVA GRIJANJA

- **Isto tako moramo znati da je:**
- minimalni presjek dimnjaka 100 cm², promjer 11 cm
- najmanja svjetla površina zidanog dimnjaka 13,5x13,5 cm
- najmanja efektivna visina dimnjaka za kruta i tekuća goriva 5m
- najmanja efektivna visina dimnjaka za izvor topline s atmosferskim plinskim plamenikom 4m
- izlaz dimnih plinova iz dimnjaka mora biti udaljen minimalno 1m od gorivih materijala



Spoj na dimnjak kotlova i uređaja za grijanje

Kraj drugog dijela



GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

6. POSEBNOSTI GRIJANJA NA PLIN I EL. LOŽIVO ULJE

Plinski aparati i instalacija

- Kod postavljanja plinskog grijanja i instalacije plina potrebno je poštovati zahtjeve lokalnog plinskog distributera. Investitor mora prije početka radova osigurati suglasnost za dimnjak, postavljanje instalacije i priključivanje trošila. Ukoliko se radi o tekućem naftnom plinu tada se postavljanje spremnika za UNP i izvođenje instalacije mora provesti prema važećoj zakonskoj regulativi kao i preglede u toku uporabe.
- Plinska trošila (kotlovi, grijalice) mogu se, ovisno o snazi, postaviti u prostorije samo ako su iste dovoljnog volumena i odgovarajuće prozračivane. Veličine prostorija, otvori za zrak i ostale mjere propisane su zakonskom regulativom.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

Aparati na EL loživo ulje i instalacija

- Kod postavljanja instalacije i spremnika za sustav grijanja na EL loživo ulje potrebno je pridržavati se važeće zakonske regulative kojom su propisani:
- zahtjevi za postavljanja spremnika na otvorenom, u objektu ili ukopanog spremnika
- elementi instalacije za dobavu loživog ulja od spremnika do trošila i opremu spremnika
- požarna sigurnost
- Isto tako treba redovito održavati spremnik i instalaciju kako ne bi došlo do taloženja nečistoća u istima.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

• 7. TEHNIČKA REGULATIVA

Danas se u Europskoj zajednici tehnička regulativa želi učiniti jedinstvenom za što su preduvjeti stvoreni usvajanjem slijedećih dokumenata;

NOVI PRISTUP koji govori o tehničkom usklađivanju i normama kao preduvjetu za slobodno kretanje roba i usluga na teritoriju zajednice (Direktive i usklađene norme).

OPĆI PRISTUP koji govori o ocjeni sukladnosti i uporabi CE oznake (Moduli za ocjenu sukladnosti).

- Zemlje članice dužne poštivati zahtjeve dane u direktivama koje se odnose na opremu za grijanje i sustave grijanja i hlađenja.
- One to ostvaruju unošenjem tih zahtjeva u nacionalnu zakonsku regulativu i preuzimanjem europskih norma kao nacionalnih norma jer njihova primjena pretpostavlja sukladnost sa zahtjevima direktive.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- U listopadu 2003. godine proglašeni su slijedeći zakoni doneseni u skladu sa zacrtanim programom pridruživanja Hrvatske EU:
- **Zakon o normizaciji** kojim se uređuju načela hrvatske normizacije, osnivanje i djelatnosti nacionalnog tijela za normizaciju (HZN) te pripremanje i izdavanje hrvatskih norma i njihova uporaba.
- **Zakon o mjeriteljstvu** kojim se uređuje jedinstven mjeriteljski sustav koji obuhvaća temeljno, zakonsko i tehničko mjeriteljstvo (DZM).
- **Zakon o akreditaciji** kojim se određuje osnivanje i djelatnost tijela za obavljanje nacionalne službe za akreditaciju (HAA) i područja u kojem se provodi akreditacija.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

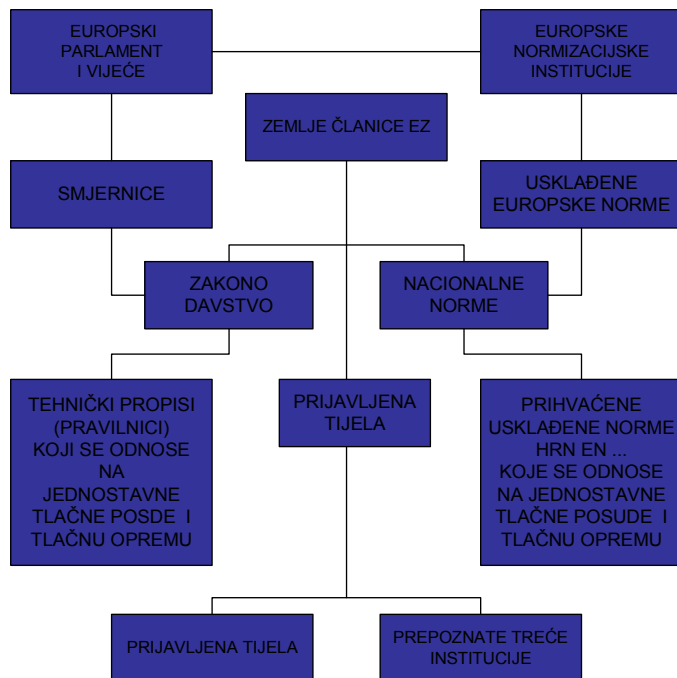
- **Zakon o općoj sigurnosti proizvoda** kojim se uređuje opća sigurnost proizvoda koji se stavljaju na tržište i koji se primjenjuje kad poseban zakon ili propis ne uređuje područje sigurnosti određenog proizvoda.
- **Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti** kojim se uređuje;

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

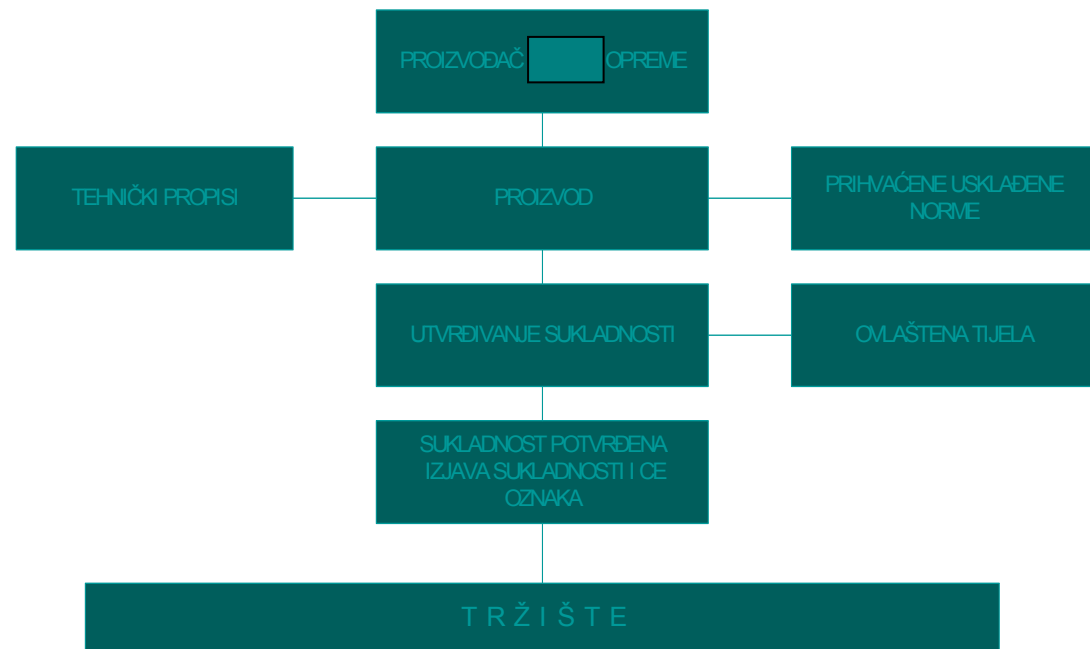
1. Način propisivanja tehničkih zahtjeva za proizvode i postupci ocjene sukladnosti s propisanim zahtjevima.
2. Donošenje tehničkih propisa (Pravilnika) kojima su definirani tehnički zahtjevi koje mora ispuniti proizvodi koji se stavljaju na tržište ili u uporabu, prava i obveze pravnih i fizičkih osoba koje provode postupak ocjene sukladnosti.
3. Dokumentacija koja mora biti dostupna nadležnim tijelima prije stavljanja proizvoda na tržište ili u uporabu.
4. Način označavanja sukladnosti proizvoda.

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- SMJERNICE, NORME, ZAKONODAVSTVO



PROIZVOĐAČ - TRŽIŠTE



GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **8. ZAKONSKA REGULATIVA I NORME**
- **Zakon o gradnji**
- **Zakon o zaštiti zraka N.N. 48/95**
- **Pravilnik za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo N.N. 135/05**
- **Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda N.N.01/05**
- **Pravilnik za plinske aparate N.N. 135/05**
- **Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama N.N. 79/05**
- **Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora N.N. 21/8**

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

- **HRN EN 12831 Način proračuna gubitaka topline**
- **HRN EN 832 Proračun korištenja energije za grijanje**
- **HRN EN ISO 13789 Toplinske značajke zgrada, koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka-način proračuna**
- **HRN EN 12829 Sustavi grijanja u zgradama-izvedba sustava toplovodnog grijanja**
- **HRN EN 12098-1 Kontrola sustava-uređaji za kontrolu sustava toplovodnog grijanja s kompenzacijom vanjske temperature**
- **HRN EN 12098-2 Kontrola sustava grijanja-uređaji za optimalnu kontrolu uključivanja toplovodnog grijanja**
- **HRN EN ISO 16484-1 Sustavi kontrole zgrade-pregled i definicije**
- **HRN EN ISO 16484-2 Sustavi kontrole zgrade-KVG kontrolni sustav funkcionalnosti**

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

| Cijene opreme za grijanje, mali uređaji za grijanje | Kruto gorivo | EL loživo ulje | Plin |
|------------------------------------------------------------|--------------|----------------|--------|
| Cijena kotla | 9.000 | 5.400 | 5.400 |
| Cijena pribora | 700 | 100 | 100 |
| Cijena plamenika | | 3.100 | 7.900 |
| UKUPNO | 9.700 | 8.600 | 13.400 |

GRIJANJE STAMBENOG PROSTORA

Cijene opreme za grijanje, srednji uređaji za grijanje

| Učinak kotla 240 kW | Kruto gorivo | EL loživo ulje | Plin |
|------------------------|--------------|----------------|--------|
| Cijena kotla | 27.800 | 16.900 | 16.900 |
| Cijena pribora | 10.700 | 800 | 800 |
| Cijena plamenika | | 10.100 | 19.900 |
| UKUPNO | 38.500 | 27.800 | 37.600 |

HVALA NA PAŽNJI

