

GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM KOTLOM NA PRIRODNI PLIN

Opis mjere

Za obiteljsku kuću u Zagrebu, bruto površine 150 m², toplinski izoliranu u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunat je korištenjem propisa HRN EN 12831 potreban toplinski učin koji iznosi 14,1 kW kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C. Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2008 iznosi 26.078 kWh (Zagreb - Maksimir s granicom grijanja 15°C, specifična potrošnja 207 kWh/m² neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh. Gubici sustava grijanja prostora i potrošne tople vode ovdje nisu uzeti u obzir.

Standardni kotao na lož ulje građen prije 20 godina, s regulacijom koja osigurava konstantnu srednju temperaturu kotlovske vode 80°C ima značajne termičke gubitke pogonske pripravnosti (prijelaz topline na okolinu, gubici kroz dimnjak), koji posebno dolaze do izražaja kod djelomičnih opterećenja, npr. kod grijanja u proljeće i jesen ili ljeti kad kotao zbog pripreme potrošne vode stoji u pogonskoj pripravnosti veći dio dana. Takav kotao troši 3.269 l/god EL loživog ulja za grijanje i 753 l/god EL loživog ulja za grijanje potrošne tople vode. S cijenom EL loživog ulja od 7,23 kn/l (uključen PDV), godišnji troškovi loživog ulja za grijanje i pripremu potrošne vode dosežu 29.076 kn (trošak električne energije za pogon pumpi i ventilatora plamenika nije uzet u obzir). Zamjena starog kotla na lož ulje kondenzacijskim kotlom na prirodni plin rezultira znatnom uštedom na troškovima energenta. Učinkovitost kondenzacijskog kotla iskazana u odnosu na gornju ogrjevnu moć goriva kreće se do 99% (ovisno o opterećenju) zbog toga što ovi kotlovi rade s temperaturama vode nižim od temperature rošenja vlage iz dimnih plinova (kod prirodnog plina 57°C) pa iskorištavaju i toplinu kondenzacije vodene pare sadržane u dimnim plinovima. Ta je učinkovitost znatno veća nego kod starog kotla na lož ulje (*Slika 1.*).

Obzirom da kondenzacijski kotao radi pri nižim temperaturama, zamjena kotla je opravdana u slučaju da su radijatori predimenzionirani. Primjer na *Slici 2.* prikazuje područje najpovoljnije primjene kondenzacijskih kotlova u zagrebačkoj regiji za slučaj da su radijatori predimenzionirani za 30% (česta pojava kod instalacija ugrađenih prije 20 godina), što omogućuje grijanje s polaznom temperaturom 75°C i kod vanjske projektne temperature -15°C. Vidi se da je kondenzacija vodene pare iz dimnih plinova kotla loženog prirodnim plinom, a time i ekonomičan rad moguća i kod temperatura viših od -11,5°C, što čini oko 98% ukupnog vremena rada sustava grijanja. Primjena kondenzacijskog kotla dolazi u obzir i u slučaju da u kući već postoji sustav niskotemperaturnog grijanja kao što je podno grijanje ili grijanje ventilatorskim konvektorima.

Tamo gdje ne postoji plinska instalacija, treba je izvesti. Plinsku instalaciju kupca čine kućni priključak i unutrašnja instalacija. Glavni sastavni dijelovi kućnog priključka su: kućni priključni vod, plinomjer, regulator tlaka i glavni zaporni ventil koji je u funkciji zaštite od požara. Unutrašnja plinska instalacija kupca sastoji se od plinskih vodova, armature, plinskih trošila i dimnjaka.

Principijelna shema spajanja instalacije dana je na *Slici 3.* Plinski kotao može biti stojeće ili zidne izvedbe, a uz njega se predviđa i ugradnja bojlera za potrošnu vodu. Regulacija kotla osigurava promjenu temperature vode u krugu radijatorskog grijanja u skladu s temperaturom okoline, dok je temperaturu grijanja u sustavu podnog grijanja potrebno dodatno regulirati jer je niža od temperature u krugu grijanja radijatorima.

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM KOTLOM NA PRIRODNI PLIN

Tablica 1. EE mjera 3.1.:
Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin

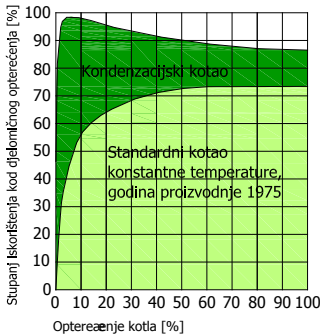
EE mjera	Kondenzacijski kotao na prirodni plin
Godišnje uštede	17.256 kn* 4.022 l lož ulja 6.418 kWh 8,5 tCO ₂
Investicija	oko 50.000 kn**
Rok povrata investicije	2,9 godina
Životni vijek EE mjere	15 godina
Uštede u životnom vijeku	208.841 kn*** 60.324 l lož ulja 96.268 kWh 127,9 tCO ₂

Uštede

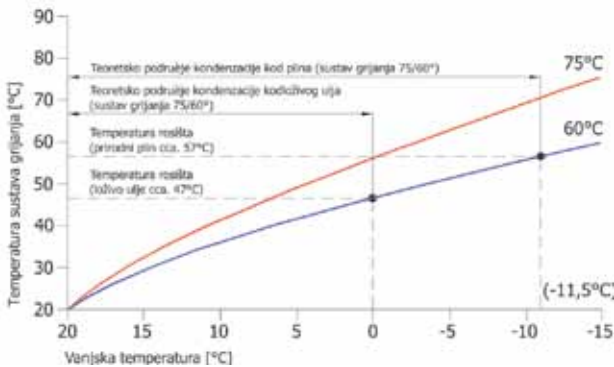
*Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu lož ulja 7,23 kn/l, (gustoća ulja 840 kg/m³, donja ogrjevna moć 11,861 kWh/kg), te uz cijenu prirodnog plina 3,611 kn/m³ (gornja ogrjevna moć 10,28 kWh/m³). U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Zagrebu troši se 4.022 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnu moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva 40.068 kWh. Ugradnjom kondenzacijskog kotla na prirodni plin godišnje se troši 3.237 m³ prirodnog plina što uz gornju ogrjevnu moć od 10,28 kWh/m³ daje energiju goriva 33.650 kWh. Prema tome godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 6.418 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 14,7 tona dok kod grijanja s prirodnim plinom ona iznosi 6,2 tona te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 8,5 tona.

**Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog plinskog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature, boiler potrošne vode, dimnjak, priključak na plin i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice, izvoditelju, distributeru plina, stvarnim troškovima plinske instalacije ovisnim o lokaciji i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu



Slika 1. Stupnjevi djelovanja kotlova



Slika 2. Dijagram temperatura grijanja Zagreb

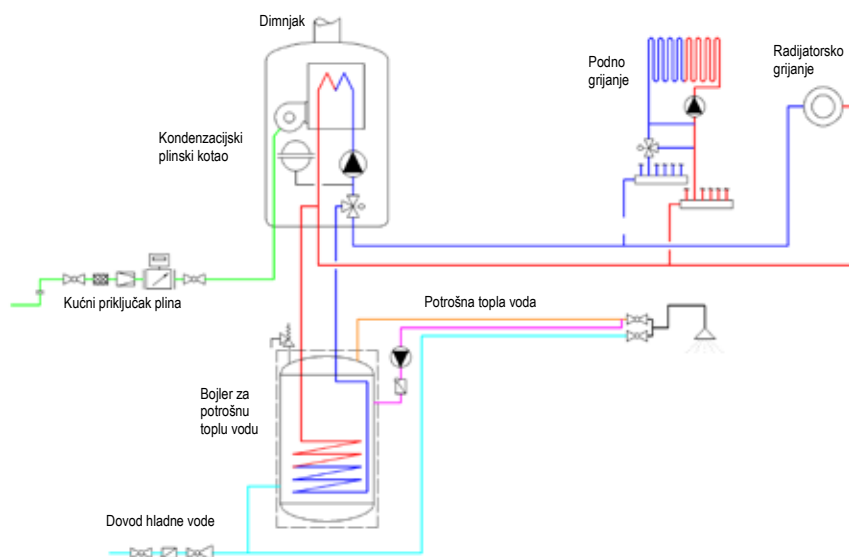
Grafički prikaz

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM KOTLOM NA PRIRODNI PLIN

3.1.

Zg

Grafički prikaz



Slika 3. Principijelna shema spajanja sustava grijanja kondenzacijskim kotlom na prirodni plin bez regulacijskog uređaja

Specifikacija radova i opreme

1. Izrada projekta plinskih instalacija kod ovlaštenog projektanta.
2. Izrada plinskog priključka i izvođenje kućne instalacije (troškove izgradnje kućnog priključka i unutrašnje instalacije snosi kupac. Distributer obavlja redovno ovjeravanje plinomjera te kontrolu ispravnosti plinomjera o svom trošku).
3. Demontaža postojećeg kotla s boilerom za potrošnu vodu, regulacijskim uređajem i crpkom, te pripadajućim cjevovodima i armaturom u kotlovnici.
4. Dobava i ugradnja plinskog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature i boilerja za potrošnu vodu volumena cca 120 l.
5. Uređenje i prilagodba elektroinstalacije kotlovnice.
6. Dobava i ugradnja ili uređenje postojećeg dimnjaka (unutrašnja stijenka dimnjaka treba biti iz nerđajućeg čelika s odvodom kondenzata) dimenzija u skladu s uvjetima ugradnje.
7. Ispitivanje plinske instalacije na nepropusnost, ispitivanje ispravnosti uređaja za odvod proizvoda izgaranja (dimnjaka), puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja.

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

1. Projektiranje: Potrebno je utvrditi kako je projektiran i izveden postojeći sustav grijanja i da li je ekonomski opravdana i tehnički moguća ugradnja kondenzacijskog kotla. Potrebno je izraditi projekt plinskih instalacija.
2. Postupak dobivanja: Za priključenje novih kupaca na plinsku mrežu potrebna je energetska suglasnost distributera plina, kojem treba dostaviti pravomoćan akt o građenju objekta, projekt plinskih instalacija, izvod iz katastarskog plana i dokaz vlasništva. Prije puštanja prirodnog plina u kućnu instalaciju, što slijedi tek nakon gradnje i provedenih ispitivanja, plinska instalacija se prijavljuje distributeru. Priključak plina započinje spojem na plinovod, a završava glavnim zaporom na fasadi objekta ili u podrumu.
3. Potrebna dokumentacija: vlasnički list (investitor), situacijski plan vodova (katastar), energetska suglasnost (distributer plina), projekt plinskih instalacija (ovlašteni projektant). Zapisnik o ispitivanju plinske instalacije na nepropusnost (distributer na zahtjev ovlaštenog izvođača), zapisnik o ispitivanju ispravnosti uređaja za odvod proizvoda izgaranja - dimnjaka (ovlašteni dimnjačar).

Procedura za provođenje mjere

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM KOTLOM NA PRIRODNI PLIN

4. Vrijeme trajanja /ishođenja: 1-2 mjeseca
5. Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999), a za ovakvu instalaciju kreće se u rasponu od 5.000 do 8.000 kn.
6. Tko radi projekt/instalaciju: projekt radi ovlaštenu inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projektanata dostupne su kod distributera plina ili u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr). Instalaciju izvode ovlaštenu izvođači radova. Liste su također dostupne kod distributera plina. Ovlaštenu izvođači plinskih instalacija osposobljeni su i za instalaciju plinskih trošila, u ovom slučaju kotla a mogu izvoditi i dio instalacija za pripremu potrošne vode te povezivanje na sustav grijanja. Prvo puštanje plinske instalacije i trošila u rad smiju izvoditi samo ovlaštenu plinoinstalateri, zajedno s odgovarajućim servisima proizvođača trošila.
7. Podaci o proceduri priključenja mogu se naći i na www.plinara-zagreb.hr

Procedura za provođenje mjere

Svi cjevovodi i ostali dijelovi plinske instalacije postavljeni iza glavnog zapornog (protupožarnog) ventila spadaju u područje isključive odgovornosti vlasnika, odnosno korisnika plina. Stoga je potrebno upoznati se i strogo pridržavati uputstava proizvođača plinskih trošila. Preporučljivo je jednom godišnje samostalno obaviti pregled plinske instalacije s kontrolom pristupačnosti glavnog zapornog ventila, obraćajući pažnju na eventualne korozije i učvršćenja cjevovoda za plin, kontrolom otvora za dovod zraka u prostor kotlovnice te otvora za prozračivanje, kontrolom boje i oblika plamena na kotlu, kontrolom eventualnih tragova čađe ili onečišćenja, te konačno kontrolom stanja plinskog kotla (korozija, oštećenja, način funkcioniranja i sl). U slučaju bilo kakvih odstupanja od uobičajenih vrijednosti potrebno je pozvati ovlaštenog instalatera plina.

Jednom godišnje obaviti pregled dimovodne instalacije - to provode područni dimnjačari temeljem propisa i uredbi o čišćenju i kontroli dimnjaka.

Pregled instalacije od strane ovlaštenog plinoinstalatera preporuča se svakih 5 godina.

Kratak opis postupka i perioda održavanja

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
 Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
 tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
 E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gaspenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapačić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM PLINSKIM KOTLOM NA UKAPLJENI NAFTNI PLIN (UNP)

Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m², a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split). Gubici sustava grijanja prostora i potrošne tople vode ovdje nisu uzeti u obzir.

Standardni kotao na lož ulje građen prije 20 godina, s regulacijom koja osigurava konstantnu srednju temperaturu kotlovske vode 80°C ima značajne termičke gubitke pogonske pripravnosti (prijelaz topline na okolinu, gubici kroz dimnjak), koji posebno dolaze do izražaja kod djelomičnih opterećenja, npr kod grijanja u proljeće i jesen ili ljeti kad kotao zbog pripreme potrošne vode stoji u pogonskoj pripravnosti veći dio dana. Takav kotao u Zagrebu troši godišnje 3.269 l EL loživog ulja za grijanje i 753 l EL loživog ulja za grijanje PTV, dok je u Splitu odgovarajuća godišnja potrošnja 1.469 l EL loživog ulja za grijanje i 748 l EL loživog ulja za grijanje PTV. S cijenom EL loživog ulja od 7,23 kn/l (uključen PDV), godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode dosežu 29.076 kn u Zagrebu i 16.028 kn u Splitu (trošak električne energije za pogon pumpi i plamenika nije uzet u obzir).

Zamjena starog kotla na lož ulje kondenzacijskim kotlom na ukapljeni naftni plin rezultira uštedom na troškovima energenta prikazanim u odjeljku "Uštede". Učinkovitost kondenzacijskog kotla iskazana u odnosu na gornju ogrjevnu moć goriva kreće se do 99 % (ovisno o opterećenju) zbog toga što ovi kotlovi rade s temperaturama vode nižim od temperature rođenja vlage iz dimnih plinova (kod ukapljenog naftnog plina oko 53°C) pa iskorištavaju i toplinu kondenzacije vodene pare sadržane u dimnim plinovima. Ta je učinkovitost znatno veća nego kod starog kotla na lož ulje (*Slika 1.*).

Obzirom da kondenzacijski kotao radi pri nižim temperaturama, zamjena kotla je opravdana u slučaju kad su radijatori predimenzionirani. Primjer na *Slici 2.* prikazuje područje najpovoljnije primjene kondenzacijskih kotlova u zagrebačkoj i splitskoj regiji za slučaj da su radijatori predimenzionirani za 30% (česta pojava kod instalacija ugrađenih prije 20 godina), što omogućuje grijanje s polaznom temperaturom 75°C i kod vanjske projektne temperature -15°C (Zagreb) odnosno -4°C (Split). Vidi se da je kondenzacija vodene pare iz dimnih plinova za grijanje, a time i ekonomičan rad moguć i kod temperatura viših od -11,5°C za objekt u zagrebačkoj regiji, što čini oko 98% ukupnog vremena rada sustava grijanja. U splitskoj regiji ovakav način rada moguć je tijekom cijele sezone grijanja. Primjena kondenzacijskog kotla dolazi u obzir i u slučaju da u kući već postoji sustav niskotemperaturnog grijanja kao što je podno grijanje ili grijanje ventilatorskim konvektorima.

Tamo gdje ne postoji plinska mreža, moguće je koristiti ukapljeni naftni plin iz spremnika. Plinsku instalaciju kupca čine mali spremnik za propan-butan koji se može iznajmiti od distributera (cijena godišnjeg najma spremnika od 2.300 kg iznosi oko 1.900 kn), razvod cjevovoda plinske faze do objekta, fasadni ormarić za priključak plina na ulazu u objekt, brojilo potrošnje plina (ukoliko postoji potreba), razvod plinske instalacije unutar objekta. Distributer obavlja redovne kontrole ispravnosti spremnika o svom trošku.

Principijelna shema spajanja instalacije dana je na *Slici 3.* Da bi se omogućila neometana dobava plina i kod niskih vanjskih temperatura, potrebno je ponekad uz spremnik ugraditi isparivač plina, što može rezultirati dodatnim troškovima. Distributeri u kontinentalnom dijelu Hrvatske povećavaju tijekom zime udio propana u UNP-u čime se problem nedostatnog isparivanja i potreba ugradnje isparivača uglavnom izbjegne. Plinski kotao može biti stojeće ili zidne izvedbe, a uz njega se predviđa i ugradnja bojlera za potrošnu vodu. Regulacija kotla osigurava promjenu temperature vode u krugu radijatorskog

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM PLINSKIM KOTLOM NA UKAPLJENI NAFTNI PLIN (UNP)

grijanja u skladu s temperaturom okoline, dok je temperaturu grijanja u sustavu podnog grijanja potrebno dodatno regulirati jer je niža od temperature u krugu grijanja radijatorima.

Opis mjere

EE mjera 3.2. :	Kondenzacijski kotao na UNP	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	5.567 kn* 4.022 l lož ulja 7.243 kWh 7,8 tCO ₂	2.616* 2.217 l lož ulja 4.664 kWh 4,4 tCO ₂
Investicija	oko 50.000 kn**	oko 50.000 kn**
Rok povrata investicije	9,1 godine	19,1 godine
Životni vijek ee mjere	15 godina	15 godina
Uštede u životnom vijeku	32.702 kn*** 60.324 l lož ulja 108.645 kWh 117 tCO ₂	investicija nadmašuje uštede*** tijekom životnog vijeka uređaja 33.252 l lož ulja 69.653 kWh 66,7 tCO ₂

Uštede

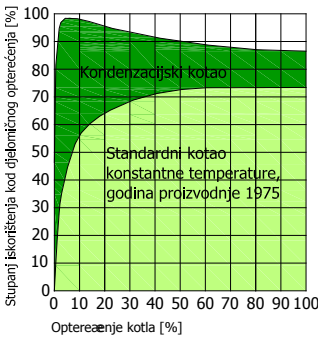
*Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu lož ulja 7,23 kn/l, (gustoća ulja 840 kg/m³, donja ogrjevna moć 11,861 kWh/kg), uz cijenu ukapljenog naftnog plina 4,1 kn/kg (gornja ogrjevna moć 13,88 kWh/kg), te cijenu mjesečnog najma spremnika od oko 4.500 litara (2.300 kg) od 160 kn.

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Zagrebu troši se 4.022 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnju moć lož ulja 9,96 kWh/l daje energiju goriva od 40.068 kWh. Ugradnjom kondenzacijskog kotla na UNP godišnje se troši 2.365 kg ukapljenog naftnog plina što uz gornju ogrjevnju moć od 13,88 kWh/kg daje toplinu od 32.825 kWh. Prema tome godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 7.243 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 14,7 tona dok kod grijanja s prirodnim plinom ona iznosi 6,9 tona te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 7,8 tona.

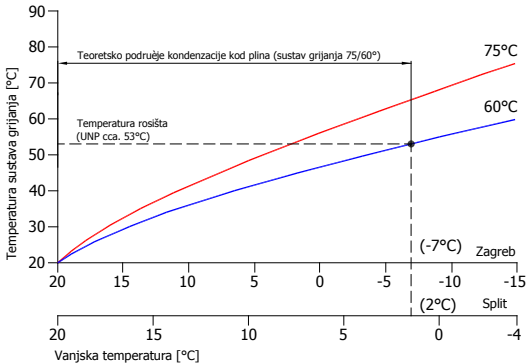
U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Splitu troši se 2.217 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnju moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva od 22.087 kWh. Ugradnjom kondenzacijskog kotla na UNP godišnje se troši 1.257 kg ukapljenog naftnog plina što uz gornju ogrjevnju moć od 13,88 kWh/kg daje energiju goriva od 17.443 kWh. Prema tome godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 4.644 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 8,1 tona dok kod grijanja s prirodnim plinom ona iznosi 3,7 tona te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 4,4 tona.

**Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog plinskog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature sa spremnikom potrošne vode, dimnjak, pripremu prostora za smještaj plinskog spremnika i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice i spremnika, izvoditelju, distributeru plina, stvarnim troškovima plinske instalacije i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu



Slika 1. Stupnjevi djelovanja kotlova

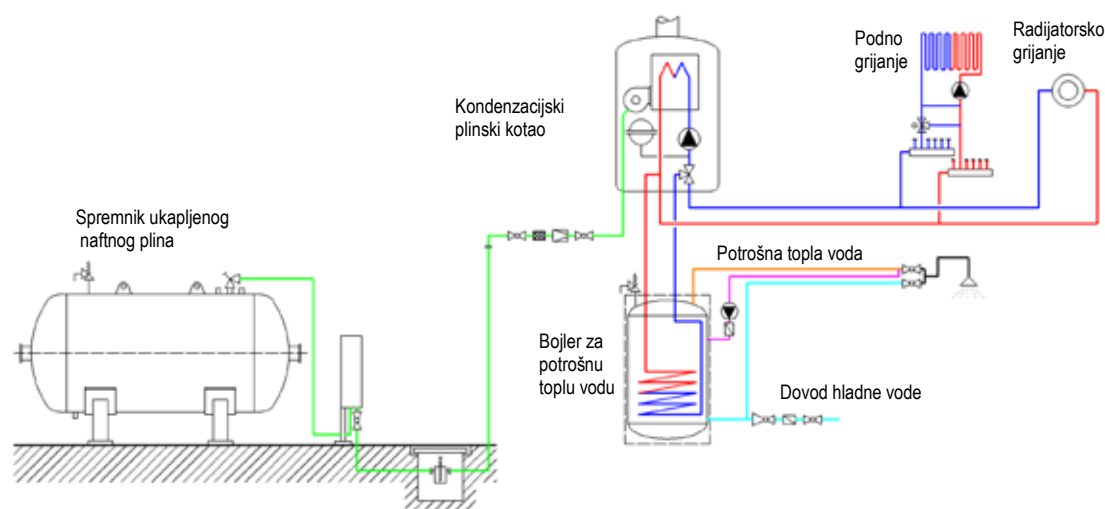


Slika 2. Dijagram temperatura grijanja Zagreb i Split

Grafički prikaz

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM PLINSKIM KOTLOM NA UKAPLJENI NAFTNI PLIN (UNP)

Grafički prikaz



Slika 3. Principijelna shema sustava grijanja kondenzacijskim kotlom na ukapljeni naftni plin

Specifikacija radova i opreme

1. Izrada dokumentacije koja se daje u prilogu zahtjeva za izdavanje posebnih uvjeta ugradnje kod ovlaštenog projektanta i izrada projekta plinske instalacije.
2. i gromobranske zaštite malog spremnika na postojeći sustav objekta ako se radi o spremniku nadzemne izvedbe.
3. Demontaža postojećeg kotla s boilerom za potrošnu vodu, regulacijskim uređajem i crpkom, te pripadajućim cjevovodima i armaturom u kotlovnici.
4. Dobava i ugradnja plinskog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature i boilerom volumena cca 120 l.
5. Uređenje i prilagodba elektroinstalacije kotlovnice.
6. Dobava i ugradnja ili uređenje postojećeg dimnjaka (unutrašnja stijenka dimnjaka treba biti iz nerđajućeg čelika s odvodom kondenzata) dimenzija u skladu s uvjetima ugradnje.
7. Ispitivanje plinske instalacije na nepropusnost, ispitivanje ispravnosti uređaja za odvod proizvoda izgaranja (dimnjaka), puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja.

Procedura za provođenje mjere

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Potrebno je utvrditi kako je projektiran i izveden postojeći sustav grijanja i da li je ekonomski opravdana i tehnički moguća ugradnja kondenzacijskog kotla. Treba izraditi tehnički opis i situacijski nacrt s ucrtanim planiranim i postojećim građevinama, prometnicama, ogradama i sl. te predviđenim zonama opasnosti u tri dimenzije i sigurnosnim udaljenostima, te popis vrsta i količina zapaljivih plinova koji se namjeravaju skladištiti. Potrebno je nadalje izraditi glavni projekt kućne instalacije.
- 2) Postupak dobivanja: Za ugradnju spremnika za UNP potrebno je pribaviti posebne uvjete građenja iz područja zaštite od požara koje izdaje mjesno nadležna Policijska uprava MUP-a RH ili građevinsku dozvolu koju izdaje mjesno nadležni Ured državne uprave za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, graditeljstvo i imovinsko-pravne poslove. Nakon dobivanja Posebnih uvjeta građenja ili Građevinske dozvole za predmetnu lokaciju, investitor putem ovlaštenog plinoinstalatera obavlja spajanje spremnika i instalacija prema odobrenoj dokumentaciji. Uporaba malog spremnika dozvoljena je nakon izdavanja odobrenja za korištenje (MUP-a RH) ili uporabne dozvole (mjesno nadležni Ured državne uprave za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, graditeljstvo i imovinsko-pravne poslove).

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA KONDENZACIJSKIM PLINSKIM KOTLOM NA UKAPLJENI NAFTNI PLIN (UNP)

- 3) Potrebna dokumentacija: Tehnički opis i situacijski nacrt, projekt plinske instalacije (ovlašteni projektant). Posebni uvjeti građenja (MUP) ili građevinska dozvola (ured državne uprave). Zapisnik o ispitivanju plinske instalacije na nepropusnost (distributer na zahtjev ovlaštenog izvođača), zapisnik o ispitivanju ispravnosti uređaja za odvod proizvoda izgaranja - dimnjaka (ovlašteni dimnjačar).
- 4) Vrijeme trajanja /ishođenja: 1-2 mjeseci
- 5) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost kreće se u rasponu od 5.000 do 7.000 kn. Upravna pristojba za podnošenje Zahtjeva i izdavanje Posebnih uvjeta građenja je 120 kn.
- 6) Tko radi projekt/instalaciju: projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projektanata dostupne su kod distributera plina ili u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr). Instalaciju izvođe ovlašteni izvođači radova. Liste su također dostupne kod distributera plina. Ovlašteni izvođači plinskih instalacija osposobljeni su i za instalaciju plinskih trošila, u ovom slučaju kotla a mogu izvoditi i dio instalacija za pripremu potrošne vode te povezivanje na sustav grijanja. Prvo puštanje plinske instalacije i trošila u rad smiju izvoditi samo ovlašteni plinoinstalateri, zajedno s odgovarajućim servisima proizvođača trošila.
- 7) Podaci o proceduri priključenja mogu se naći i na www.ina.hr

Procedura za provođenje mjere

U slučaju najma spremnika spremnik spada u područje odgovornosti distributera. Distributer obavlja ispitivanja spremnika, sigurnosnog ventila i plinske instalacije u objektima u skladu s propisanim rokovima, uz obvezu korisnika da mu omogući pristup instalaciji. Cjevovodi i ostali dijelovi kućne instalacije spadaju u područje odgovornosti vlasnika. Stoga je potrebno upoznati se i strogo pridržavati uputstava proizvođača plinskih aparata. Preporučljivo je da korisnik ili ovlašteni serviser jednom godišnje samostalno obavi pregled plinske instalacije s kontrolom pristupačnosti glavnog zapornog ventila, eventualne korozije i učvršćenja cjevovoda za plin, kontrolom otvora za dovod zraka u prostor kotlovnice te otvora za prozračivanje, kontrolom boje i oblika plamena na kotlu, kontrolom eventualnih tragova čađi ili onečišćenja, te konačno kontrolom stanja plinskog kotla (korozija, oštećenja, način funkcioniranja i sl). U slučaju bilo kakvih odstupanja od uobičajenih vrijednosti potrebno je pozvati ovlaštenog instalatera plina ukoliko isti nije obavio pregled.

Jednom godišnje obaviti pregled dimnovodne instalacije - to provode područni dimnjačari temeljem propisa i uredbi o čišćenju i kontroli dimnjaka.

Kratak opis postupka i perioda održavanja

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
 Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
 tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
 E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gaspenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)

GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NISKOTEMPERATURNIM ILI KONDENZACIJSKIM KOTLOM NA LOŽ ULJE

Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split). Gubici sustava grijanja prostora i potrošne tople vode ovdje nisu uzeti u obzir. Standardni kotao na lož ulje građen prije 20 godina, s regulacijom koja osigurava konstantnu srednju temperaturu kotlovske vode 80°C ima značajne termičke gubitke pogonske pripravnosti (prijelaz topline na okolinu, gubici kroz dimnjak), koji posebno dolaze do izražaja kod djelomičnih opterećenja, npr kod grijanja u proljeće i jesen ili ljeti kad kotao zbog pripreme potrošne vode stoji u pogonskoj pripravnosti veći dio dana. Takav kotao u Zagrebu troši godišnje 3.269 l EL loživog ulja za grijanje i 753 l EL loživog ulja za grijanje PTV, dok je u Splitu odgovarajuća godišnja potrošnja 1.469 l EL loživog ulja za grijanje i 748 l EL loživog ulja za grijanje PTV. S cijenom EL loživog ulja od 7,23 kn/l (uključen PDV), godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode dosežu 29.076 kn u Zagrebu i 16.028 kn u Splitu (trošak električne energije za pogon pumpi i plamenika nije uzet u obzir). Zamjena starog kotla na lož ulje niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje rezultira uštedom na troškovima energenta prikazanim u odjeljku "Uštede". Učinkovitost niskotemperaturnog kotla na lož ulje viša je od učinkovitosti standardnog kotla, što je posebno izraženo kod parcijalnih opterećenja kada se djelovanjem regulacijskog uređaja spušta temperatura vode u takvom kotlu (*Slika 1.*), ali samo do razine kod koje se ne pojavljuje kondenzacija na stijenama kotla. Učinkovitost kondenzacijskog kotla iskazana u odnosu na donju ogrjevnu moć goriva kreće se do 99 % (ovisno o opterećenju) zbog toga što ovi kotlovi rade s temperaturama nižim od temperature rošenja vode iz dimnih plinova (kod lož ulja oko 47°C) pa iskorištavaju i toplinu kondenzacije vodene pare sadržane u dimnim plinovima. Te su učinkovitosti znatno veće nego kod starog kotla na lož ulje (*Slika 1.*). Problem kod primjene kondenzacijskog kotla loženog lož uljem je visok sadržaj sumpora u lož ulju prisutnom na hrvatskom tržištu (0,5%) što znatno nadilazi gornju granicu koju proizvođači preporučuju radi zaštite kotla od sumporne korozije. Iz tog se razloga ne preporuča primjena ovog sustava. Obzirom da kondenzacijski i niskotemperaturni kotlovi rade pri nižim temperaturama, zamjena kotla je najučinkovitija u slučaju da su radijatori predimenzionirani (to treba utvrditi projektant) a česta je pojava kod instalacija građenih prije 25 godina gdje su uobičajeno radijatori predimenzionirani za oko 30%. Primjer na *Slici 2.* prikazuje područje najpovoljnije primjene kondenzacijskih kotlova u zagrebačkoj i splitskoj regiji za slučaj da su radijatori predimenzionirani za 30%, što omogućuje grijanje s polaznom temperaturom 75°C i kod vanjske projektne temperature -15°C (Zagreb) odnosno -4°C (Split). Vidi se na primjeru Zagreba da je kondenzacija vodene pare iz dimnih plinova, a time i ekonomičan rad kondenzacijskog kotla na lož ulje moguć i kod temperatura viših od -1°C, što čini oko 85% ukupnog vremena rada sustava grijanja za Zagreb. U Splitu je kondenzacija vodene pare iz dimnih plinova, a time i ekonomičan rad kondenzacijskog kotla na lož ulje moguć i kod temperatura viših od 6°C, što prema meteorološkim podacima o učestalosti temperatura čini oko 82% ukupnog vremena rada sustava grijanja za Split. Primjena kondenzacijskog ili niskotemperaturnog kotla osigurava i niže troškove ako u kući već postoji sustav niskotemperaturnog grijanja kao što je podno grijanje ili grijanje ventilatorskim konvektorima.

Kod ugradnje kondenzacijskog ili niskotemperaturnog kotla na lož ulje nije potrebno izvoditi novu instalaciju goriva, već se uz uvjet da se utvrdi ispravnost može koristiti postojeća.

Principijelna shema spajanja instalacije dana je na *Slici 3.* Instalacija za dobavu goriva se ne treba mijenjati ukoliko je ispravna. Uz kotao se predviđa i ugradnja bojlera za

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NISKOTEMPERATURNIM ILI KONDENZACIJSKIM KOTLOM NA LOŽ ULJE

potrošnu vodu. Regulacija kotla osigurava promjenu temperature vode u krugu kotla i radijatorskog grijanja u skladu s temperaturom okoline, dok je temperaturu grijanja u sustavu podnog grijanja potrebno dodatno regulirati jer je niža od temperature u krugu grijanja radijatorima.

Opis mjere

EE mjera 3.3. :	Kondenzacijski kotao na lož ulje	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	kondenzacijski kotao 5.243 kn* 725 l lož ulja 5.148 kWh 2,6 tCO ₂	kondenzacijski kotao 2.379 kn* 329 l lož ulja 2.088 kWh 1,2 tCO ₂
	niskotemperaturni kotao 3.148 kn* 435 l lož ulja 4.338 kWh 1,6 tCO ₂	niskotemperaturni kotao 1.594 kn* 220 l lož ulja 2.196 kWh 0,8 tCO ₂
Investicija	kondenzacijski kotao: 40.000 kn niskotemperaturni kotao: 35.000 kn**	kondenzacijski kotao: 35.000 kn niskotemperaturni kotao: 30.000 kn**
Rok povrata investicije	kondenzacijski kotao: 7,6 godine niskotemperaturni kotao: 11,1 godina	kondenzacijski kotao: investicija se ne može vratiti niskotemperaturni kotao: investicija se ne može vratiti
Životni vijek ee mjere	uz uvjet odgovarajuće kvaliteta goriva 15 godina	uz uvjet odgovarajuće kvaliteta goriva 15 godina
Uštede u životnom vijeku	kondenzacijski kotao 38.645 kn*** 10.878 l lož ulja 77.225 kWh 39,4 tCO ₂	kondenzacijski kotao -4.322 kn*** 4.935 l lož ulja 31.326 kWh 18,1 tCO ₂
	niskotemperaturni kotao 12.222 kn*** 6.531 l lož ulja 65.074 kWh 23,7 tCO ₂	niskotemperaturni kotao -11.097 kn*** 3.306 l lož ulja 32.939 kWh 12,1 tCO ₂

Uštede

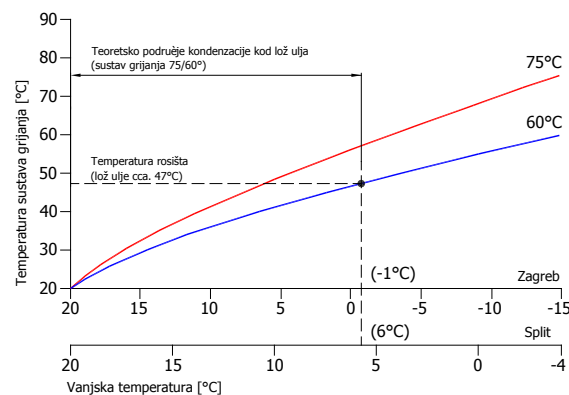
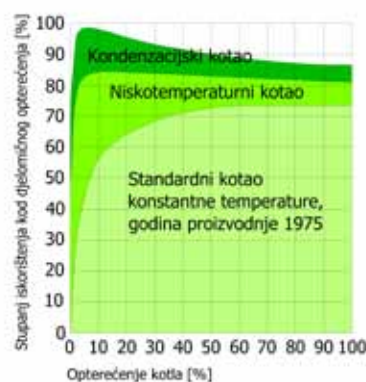
* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu lož ulja 7,23 kn/l, (gustoća ulja 840 kg/m³, donja ogrjevnna moć 11,861 kWh/kg, gornja ogrjevnna moć 12,611 kWh/kg). U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Zagrebu troši se 4.022 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnnu moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva od 40.068 kWh. Ugradnjom kondenzacijskog kotla na lož ulje godišnje se troši 3.296 litara lož ulja što uz gornju ogrjevnnu moć od 10,6 kWh/l daje energiju goriva od 34.920 kWh. Prema tome, godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 5.148 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem i standardnim kotlom iznosi 14,6 tona dok kod grijanja s kondenzacijskim kotlom na lož ulje ona iznosi 11,9 tona pa prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 2,6 tona. Ugradnjom niskotemperaturnog kotla na lož ulje godišnje se troši 3.586 litara lož ulja što uz donju ogrjevnnu moć od 9,96 kWh/l daje energiju goriva od 35.730 kWh. Prema tome, godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 4.338 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem i standardnim kotlom iznosi 14,6 tona dok kod grijanja s niskotemperaturnim kotlom na lož ulje ona iznosi 13 tona pa prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 1,6 tona.

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Splitu troši se 2.217 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnnu moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva od 22.078 kWh. Ugradnjom kondenzacijskog kotla na lož ulje godišnje se troši 1.888 litara lož ulja što uz gornju ogrjevnnu moć od 10,6 kWh/l daje energiju goriva od 19.998 kWh. Prema tome, godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 2.088 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem i standardnim kotlom iznosi 8,1 tona dok kod grijanja s kondenzacijskim kotlom na lož ulje ona iznosi 6,9 tona pa prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 1,2 tona. Ugradnjom niskotemperaturnog kotla na lož ulje godišnje se troši 1.996 litara lož ulja što uz donju ogrjevnnu moć od 9,96 kWh/l daje toplinu od 19.891 kWh. Prema tome, godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 2.196 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem i standardnim kotlom iznosi 14,6 tona dok kod grijanja s niskotemperaturnim kotlom na lož ulje ona iznosi 13 tona godišnje pa prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 1,6 tona.

**Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature sa spremnikom potrošne vode i dimnjak. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice, izvoditelju, stvarnim troškovima instalacije ovisnim o lokaciji i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu

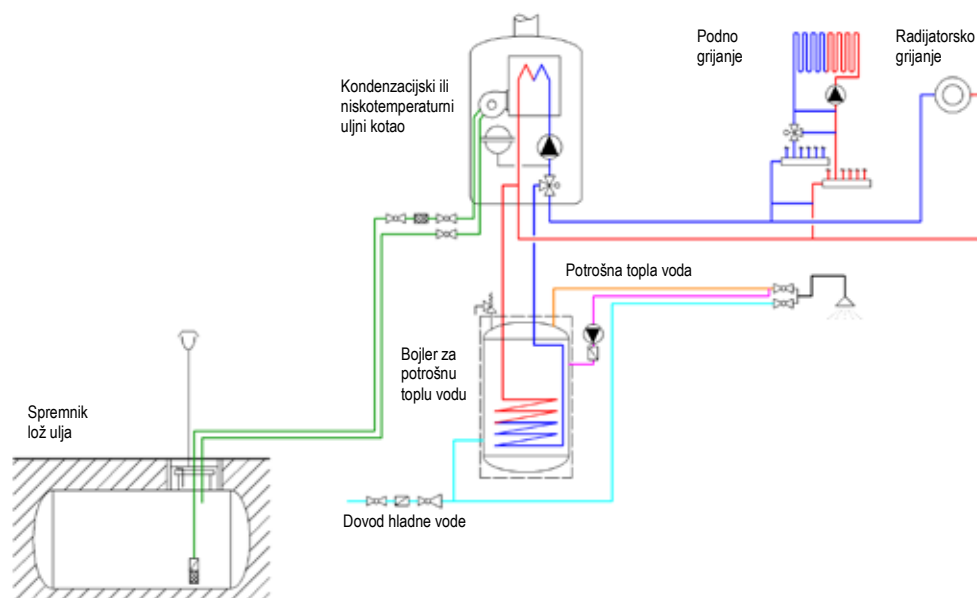
Grafički prikaz



Slika 1. Stupnjevi djelovanja kotlova

Slika 2. Dijagram temperatura grijanja za Zagreb

Grafički prikaz



Slika 3. Principijelna shema sustava grijanja kondenzacijskim ili niskotemperaturnim kotlom na lož ulje

Specifikacija radova i opreme

1. Demontaža postojećeg kotla s bojlerom za potrošnu vodu, regulacijskim uređajem i pumpom, te pripadajućim cjevovodima i armaturom u kotlovnici
2. Dobava i ugradnja uljnog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature i bojlerom volumena cca 120 l
3. Uređenje i prilagodba elektroinstalacije kotlovnice
4. Dobava i ugradnja ili uređenje postojećeg dimnjaka (unutrašnja stijenka dimnjaka treba biti iz nerđajućeg čelika s odvodom kondenzata) dimenzija u skladu s uvjetima ugradnje
5. Ispitivanje ispravnosti uređaja za odvod proizvoda izgaranja (dimnjaka), puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NISKOTEMPERATURNIM ILI KONDENZACIJSKIM KOTLOM NA LOŽ ULJE

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekta kotlovnice, kako bi se osigurala sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad kotlovnice. Potrebno je također utvrditi kako je projektiran i izveden postojeći sustav distribucije topline i da li je ekonomski opravdana i tehnički moguća ugradnja kondenzacijskog kotla na lož ulje. Također je potrebno provesti kontrolu stanja dimnjaka, te eventualnu zamjenu ukoliko ne odgovara zahtjevima za rad s kondenzacijskim kotlom.
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12)
- 3) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost kreće se u rasponu od 4.000 do 6.000 kn.
- 4) Tko radi projekt/instalaciju: strojarski projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projektanata dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr).

Procedura za provođenje mjere

- Potrebno je upoznati se i pridržavati uputstava proizvođača kotla.
- Preporučljivo je da ovlašteni serviser jednom godišnje obavi pregled i servis instalacije (kontrola plamenika, čišćenje ložišta, kontrola rada automatike). Također se jednom godišnje preporuča ispiranje izmjenjivača dimnih plinova.
- Jednom godišnje obaviti pregled dimovodne instalacije - to provode područni dimnjačari temeljem propisa i uredbi o čišćenju i kontroli dimnjaka.

Kratak opis postupka i perioda održavanja

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
 Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
 tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
 E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gasparenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapačić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PELETI)

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split). Gubici sustava grijanja prostora i potrošne tople vode ovdje nisu uzeti u obzir.

Standardni kotao na lož ulje građen prije 20 godina, s regulacijom koja osigurava konstantnu srednju temperaturu kotlovske vode 80°C ima značajne termičke gubitke pogonske pripravnosti (prijelaz topline na okolinu, gubici kroz dimnjak), koji posebno dolaze do izražaja kod djelomičnih opterećenja, npr kod grijanja u proljeće i jesen ili ljeti kad kotao zbog pripreme potrošne vode stoji u pogonskoj pripravnosti veći dio dana. Takav kotao u Zagrebu troši godišnje 3.269 l EL loživog ulja za grijanje i 753 l EL loživog ulja za grijanje PTV, dok je u Splitu odgovarajuća godišnja potrošnja 1.531 l EL loživog ulja za grijanje i 748 l EL loživog ulja za grijanje PTV. S cijenom EL loživog ulja od 7,23 kn/l (uključen PDV), godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode dosežu 29.076 kn u Zagrebu i 16.028 kn u Splitu (trošak električne energije za pogon pumpi i plamenika nije uzet u obzir).

Opis mjere

Zamjena starog kotla na lož ulje kotlom na biomasu (peleti) rezultira uštedom na troškovima energenta prikazanim u odjeljku "Uštede". Biomasom se smatraju "energetske" biljke i ostaci ili otpad od procesa prerade drvene mase. Biomasa je obnovljivi izvor energije koji uključuje ogrjevno drvo, grane i drveni otpad iz šumarstva, piljevinu, koru i drugi ostatak iz drvene industrije kao i slamu, kukuruzovinu, stabljike suncokreta, ostatke pri rezidbi vinove loze i maslina, koštice višanja i kore od jabuka iz poljoprivrede, životinjski izmet i ostatke iz stočarstva, komunalni i industrijski otpad. U ovdje razmatranom slučaju pod biomasom se smatra na tržištu dostupna već pripremljena biomasa u obliku tzv. peleta, tj. već pripremljeno gorivo u obliku malih cilindara promjera 6 mm, duljine do 35 mm, koje ne sadrži više od 8% vlage i 0,5% pepela. Za loženje biomase može se koristiti kotao za kruta goriva standardne izvedbe koji se oprema setom za loženje peletima, koji se sastoji iz spremnika za pelete, transportera, plamenika, odgovarajućih kotlovskih vrata i kotlovske regulacije. Radom kotla upravlja digitalni regulacijski uređaj. Prikaz načina ugradnje seta za loženje peletima uz kotao na kruta goriva dan je na *Slici 1.*, dok je na *Slici 2.* dan prikaz novog kotla na pelete. Na *Slikama 3. i 4.* prikazane su načelne sheme spajanja kotlovnice u slučaju povezivanja kotla na otvoreni sustav grijanja s otvorenom ekspanzijskom posudom (preporučljivo) ili na zatvoreni sustav grijanja s membranskom ekspanzijskom posudom i obveznom termičkom zaštitom kotla putem vode iz vodovoda. Sustavima ekspanzije posebnu pažnju treba posvetiti kada je kotao građen na način da osim peleta može koristiti biomasu u drugim oblicima (npr. cjepanice, sječka i sl.)

Iako učinkovitost kotla na biomasu nije izrazito veća nego kod kotla na lož ulje, radi se o energentu čija cijena za 1 kWh topline sadržane u gorivu iznosi oko 0,28 kn, dok je kod lož ulja ta cijena 0,71 kn dakle 2,5 puta veća.

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PELETI)

EE mjera 3.4. :	Kotao na biomasu - peleti	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	16.992 kn* 4.615 l lož ulja - 6.536 kWh 14,7 tCO₂	9.076 kn* 2.217 l lož ulja - 4.568 kWh 8,1 tCO₂
Investicija	oko 35.000 kn**	oko 35.000 kn**
Rok povrata investicije	2,1 godina	3,9 godina
Životni vijek ee mjere	15 godina	15 godina
Uštede u životnom vijeku	218.837 kn*** 60.324 l lož ulja - 98.045 kWh 221,2 tCO₂	101.145 kn*** 33.252 l lož ulja - 68.528 kWh 121,9 tCO₂

Uštede

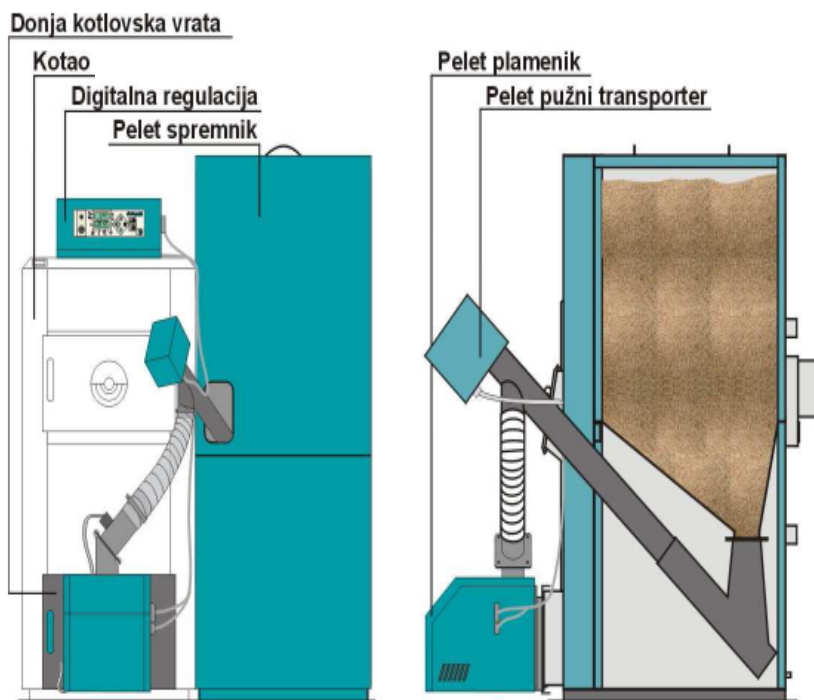
* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu lož ulja 7,23 kn/l, (gustoća ulja 840 kg/m³, donja ogrjevna moć 11,861 kWh/kg), te uz cijenu peleta 1,33 kn/kg (donja ogrjevna moć 5,1 kWh/kg).

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Zagrebu troši se 4.022 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnju moć lož ulja 9,96 kWh/l daje energiju goriva od 40.068 kWh. Ugradnjom kotla na biomasu (pelete) godišnje se troši 9.138 kg peleta što uz ogrjevnju moć od 5,1 kWh/kg daje energiju biomase od 46.605 kWh. Zbog nešto manjeg stupnja djelovanja kotla na biomasu ne ostvaruje se ušteda na energiji goriva već se godišnje troši 6.536 kWh energije goriva više. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 14,7 tona dok kod grijanja s biomasom nema emisije CO₂ te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 14,7 tona.

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Splitu troši se 2.217 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnju moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva od 22.087 kWh. Ugradnjom kotla na biomasu (pelete) godišnje se troši 5.226 kg peleta što uz ogrjevnju moć od 5,1 kWh/kg daje energiju biomase od 26.655 kWh. Zbog nešto manjeg stupnja djelovanja kotla na biomasu ne ostvaruje se ušteda na energiji goriva već se godišnje troši 4.568 kWh energije goriva više. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 8,1 tona dok kod grijanja s biomasom nema emisije CO₂ te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 8,1 tona.

**Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog kotla na kruto gorivo s digitalnim regulatorom, spremnikom, transporterom i plamenikom za pelete, spremnikom potrošne vode. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice, izvoditelju, stvarnim troškovima instalacije ovisnim o lokaciji i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu.



Grafički prikaz

Slika 1. Ugradnja seta za loženje peletima uz kotao na kruta goriva

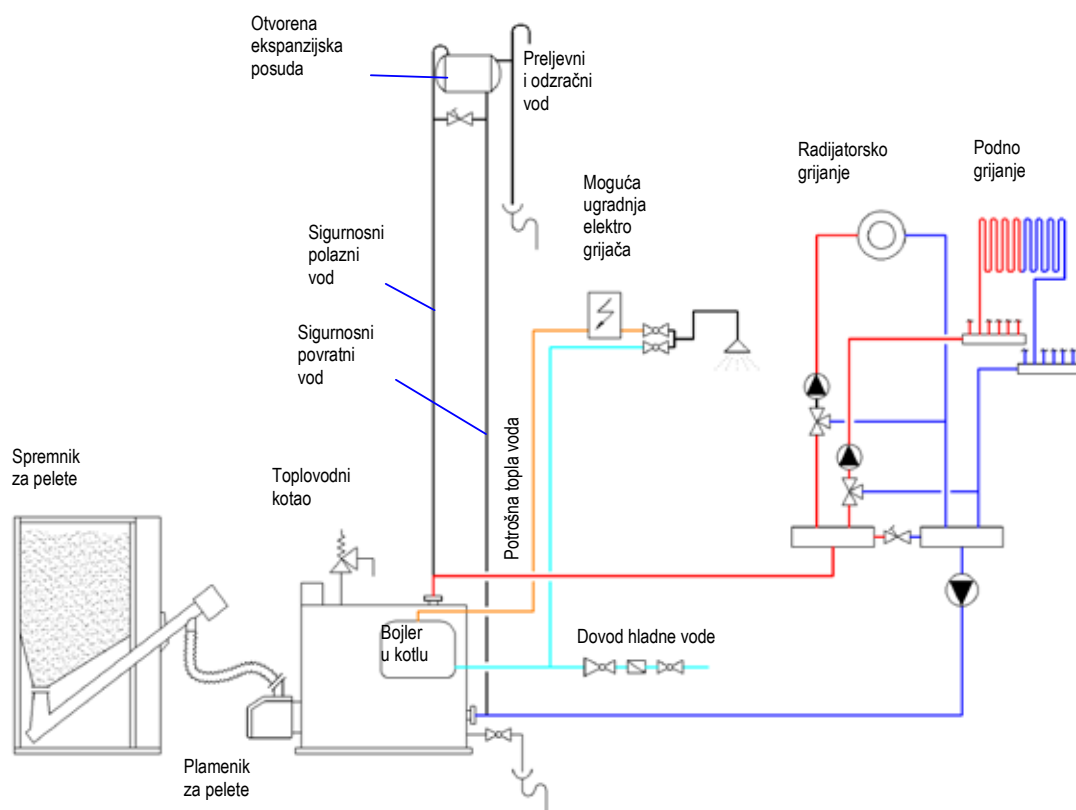


Slika 2. Novi kotao na pelete sa spremnikom

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PELETI)

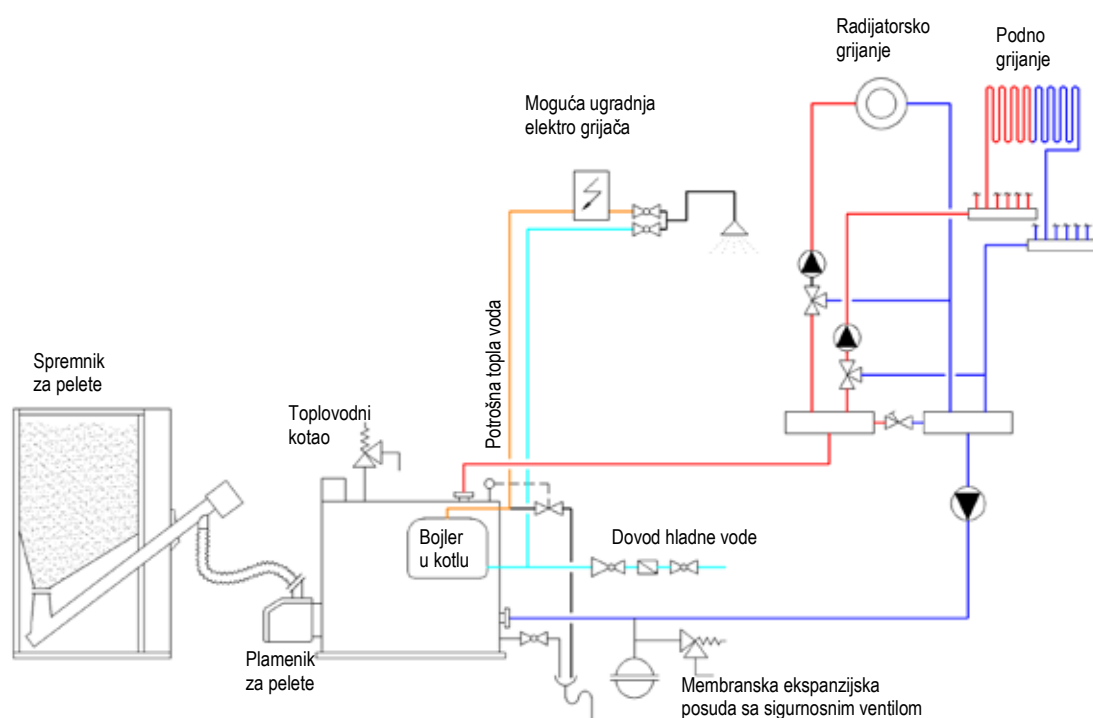
3.4.

Zg-St



Slika 3. Shema spajanja - otvoreni sustav grijanja

Grafički prikaz



Slika 4. Shema spajanja - zatvoreni sustav grijanja

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PELETI)

- 1) Demontaža postojećeg kotla s bojlerom za potrošnu vodu, regulacijskim uređajem i crpkom, te pripadajućim cjevovodima i armaturom u kotlovnici
- 2) Dobava i ugradnja kotla na kruto gorivo s regulacijom temperature, spremnikom, transporterom i plamenikom za pelete i bojlerom volumena cca 120 l
- 3) Uređenje i prilagodba elektroinstalacije kotlovnice
- 4) Dobava i ugradnja ili uređenje postojećeg dimnjaka dimenzija u skladu s uvjetima ugradnje
- 5) Ispitivanje uređaja i sigurnosne opreme kotlovnice puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja

Specifikacija radova i opreme

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekt kotlovnice, kako bi se osigurala sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad kotlovnice. Potrebno je utvrditi kako je projektiran i izveden postojeći sustav distribucije topline i da li je ekonomski opravdana i tehnički moguća ugradnja kotla na biomasu loženog peletima. Također je potrebno provesti kontrolu stanja dimnjaka, te eventualnu zamjenu ukoliko ne odgovara zahtjevima za loženje krutih goriva (usklađivanje s tehničkim uvjetima ugradnje koje daje proizvođač).
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12)
- 3) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost kreće se u rasponu od 4.000 do 5.000 kn.
- 4) Tko radi projekt/instalaciju: Strojarski projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projekatana dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr).

Procedura za provođenje mjere

- Kotao na pelete traži više rada samog korisnika oko dopreme goriva, čišćenja i odvoza produkata izgaranja nego li je to slučaj kod kotla loženog lož uljem ili plinom.
- Preporuka je svakih 25 do 50 sati rada očistiti plamenik i ložište kotla. Intervali čišćenja mogu biti veći ili manji, ovisno o kvaliteti goriva i učestalosti paljenja i gašenja plamenika.
- Svakih 5 do 10 dana potrebno je provjeriti količinu pepela i isprazniti ga, kontrolirati naslage u ložištu kotla i na rešetki plamenika i po potrebi ih očistiti.
- Dva puta godišnje potrebno je dobro očistiti plamenik i rešetku, očistiti fotočeliju i ventilator, isprazniti i očistiti spremnik za pelete, provjeriti fleksibilnu spojnu cijev između spremnika za pelete i plamenika te ju po potrebi zategnuti, te provjeriti električne kablove i spojeve, te ih po potrebi zamijeniti.
- Godišnje održavanje preporučljivo je povjeriti ovlaštenom servisu proizvođača.
- Jednom godišnje obaviti pregled dimnovodne instalacije - to provode područni dimnjačari temeljem propisa i uredbi o čišćenju i kontroli dimnjaka.

Kratak opis postupka i perioda održavanja

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
 Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
 tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
 E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gasparenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PIROLITIČKI KOTAO)

Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split). Gubici sustava grijanja prostora i potrošne tople vode ovdje nisu uzeti u obzir.

Standardni kotao na lož ulje građen prije 20 godina, s regulacijom koja osigurava konstantnu srednju temperaturu kotlovske vode 80°C ima značajne termičke gubitke pogonske pripravnosti (prijelaz topline na okolinu, gubici kroz dimnjak), koji posebno dolaze do izražaja kod djelomičnih opterećenja, npr kod grijanja u proljeće i jesen ili ljeti kad kotao zbog pripreme potrošne vode stoji u pogonskoj pripravnosti veći dio dana. Takav kotao u Zagrebu troši godišnje 3.269 l EL loživog ulja za grijanje i 753 l EL loživog ulja za grijanje PTV, dok je u Splitu odgovarajuća godišnja potrošnja 1.531 l EL loživog ulja za grijanje i 748 l EL loživog ulja za grijanje PTV. S cijenom EL loživog ulja od 7,23 kn/l (uključen PDV), godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode dosežu 29.076 kn u Zagrebu i 16.028 kn u Splitu (trošak električne energije za pogon pumpi i plamenika nije uzet u obzir).

Biomasa je obnovljivi izvor energije koji između ostalog uključuje ogrjevno drvo dostupno na tržištu ogrjeva za domaćinstvo. Za učinkovito loženje drva na tržištu su dostupni pirolitički kotlovi za kruta goriva. Kotao na drva prema principu pirolize djeluje na principu suhe, pirolitičke destilacije drva. Kod izgaranja drva s ograničenim dovodom zraka, drvo se pretvara u drveni ugljen. Ova je pretvorba popraćena nastankom plinova koji se dovode do sapnice plamenika i u komori izgaranja izgaraju u obliku plinskog plamena. Radom kotla upravlja digitalni regulacijski uređaj. Kotao se treba instalirati prema važećim normama i propisima. Preporučuje se da se dimnjak osigura od vlaženja ugradnjom prikladne dimnovodne cijevi otporne na kondenzat. Za ispravan pogon grijanja kotla potrebno je da se instalacija grijanja opremi četveroputnim mješajućim ventilom ili spremnikom ogrjevnog vode (pufer) koji osigurava da kotao veći dio vremena radi u optimalnom režimu. U kombinaciji sa sustavom spremnika ogrjevnog vode, preporučuje se primjena regulatora za punjenje spremnika. Prije priključka kotla na kućni dimnjak, treba zatražiti stručno mišljenje ovlaštenog područnog dimnjačara, o prikladnosti dotičnih kanala dimnjaka. Ispravan rad kotla moguć je kod korištenja drvenih cjepanica s 15 - 25% vlage. Zabranjeno je izgaranje drugih vrsta goriva, kao što je drvena strugotina, drvena prašina, kameni ugljen, koks, mrki ugljen itd. Osim toga, u kotlu ne smiju izgarati materijali kao plastika, guma, boje i lakovi, lako gorive tvari, eksplozivni materijali i sl.

Zamjena starog kota na lož ulje kotlom s pirolitičkim spaljivanjem biomase (drvene cjepanice) rezultira uštedom na troškovima energenta prikazanom u odjeljku „Uštede“. Pored učinkovitog izgaranja (stupanj djelovanja kotla oko 92%) radi se i o energentu čija cijena iako znatno varira ovisno o kvaliteti drva, vlazi i uvjetima isporuke, za 1 kWh topline sadržane u gorivu iznosi oko 0,126 kn, dok je kod lož ulja ta cijena 0,71 kn dakle 5,6 puta veća.

Kod provedbe navedene mjere treba voditi računa o potrebi da se priprema goriva i čišćenje kotla obavljaju ručno, te da je za isto potrebno utrošiti vrijeme korisnika. Ovakav sustav nije prikladan za potpuno automatizirani rad, te time nije odgovarajući za sva domaćinstva.

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PIROLITIČKI KOTAO)

EE mjera 3.5. :	Kotao na biomasu - piroliza	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	24.514 kn* 4.022 l lož ulja 3.750 kWh 14,7 tCO₂	13.927 kn* 2.217 l lož ulja 2.091 kWh 8,1 tCO₂
Investicija	oko 35.000 kn**	oko 35.000 kn**
Rok povrata investicije	1,4 godina	2,5 godina
Životni vijek ee mjere	15 godina	15 godina
Uštede u životnom vijeku	332.704 kn*** 60.324 l lož ulja 56.249 kWh 221,2 tCO₂	173.899 kn*** 33.252 l lož ulja 31.370 kWh 121,9 tCO₂

* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu lož ulja 7,23 kn/l, (gustoća ulja 840 kg/m³, donja ogrjevna moć 11,861 kWh/kg), cijenu ogrjevnog drva 275 kn/m³ (Zagreb) odnosno 230 kn/m³ (Split) (donja ogrjevna moć 2189 kWh/m³ za drvo s 15% masenog udjela vlage, specifična gustoća naslaganih drvenih cjepanica 500 kg/m³).

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Zagrebu troši se 4.022 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnu moć lož ulja 9,96 kWh/l daje energiju goriva od 40.068 kWh. Ugradnjom pirolitičkog kotla godišnje se troši 16,6 m³ drva što uz ogrjevnu moć od 2189 kWh/m³ daje energiju goriva od 36.318 kWh. Ušteda na energiji goriva iznosi 3.750 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 14,7 tona dok kod grijanja s biomasom nema emisije CO₂ te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 14,7 tona.

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Splitu troši se 2.217 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnu moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva od 22.087 kWh. Ugradnjom pirolitičkog kotla godišnje se troši 9,1 m³ drva što uz ogrjevnu moć od 2189 kWh/m³ daje energiju goriva od 19.995 kWh. Ušteda na energiji goriva iznosi 2.091 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 8,1 tona dok kod grijanja s biomasom nema emisije CO₂ te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 8,1 tona.

**Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog kotla na kruto gorivo s digitalnim regulatorom, spremnikom tople vode - puferom, spremnikom potrošne vode. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice, izvođaču, stvarnim troškovima instalacije ovisnim o lokaciji i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu

Uštede

Grafički prikaz



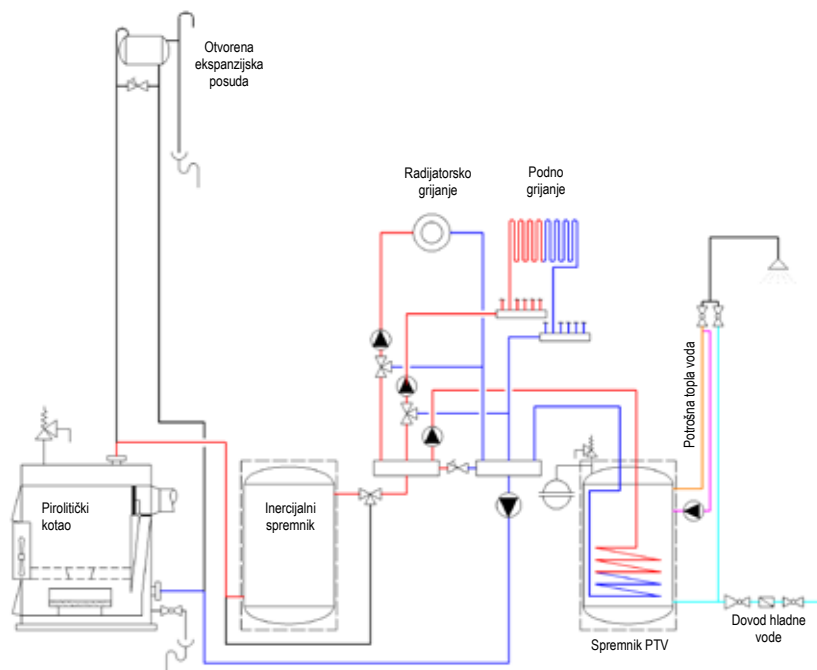
Slika 1. Vanjski izgled i presjek kotla na pirolizu

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PIROLITIČKI KOTAO)

3.5.

Zg-St

Grafički prikaz



Slika 2. Shema spajanja kotlovnice s puferom i bojlerom za potrošnu toplu vodu

Specifikacija radova i opreme

- 1) Demontaža postojećeg kotla s bojlerom za potrošnu vodu, regulacijskim uređajem i crpkom, te pripadajućim cjevovodima i armaturom u kotlovnici
- 2) Dobava i ugradnja pirolitičkog kotla s regulacijom temperature, spremnikom tople vode - puferom i bojlerom volumena cca 120 l
- 3) Uređenje i prilagodba elektroinstalacije kotlovnice
- 4) Dobava i ugradnja ili uređenje postojećeg dimnjaka dimenzija u skladu s uvjetima ugradnje
- 5) Ispitivanje uređaja i sigurnosne opreme kotlovnice puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekt kotlovnice, kako bi se osigurala sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad kotlovnice. Potrebno je također utvrditi kako je projektiran i izveden postojeći sustav distribucije topline i da li je ekonomski opravdana i tehnički moguća ugradnja pirolitičkog kotla na biomasu. Također je potrebno provesti kontrolu stanja dimnjaka, te izraditi prijedlog eventualne zamjene ukoliko ne odgovara zahtjevima za loženje krutih goriva (usklađivanje s tehničkim uvjetima ugradnje koje daje proizvođač).
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12)
- 3) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost projekta je u rasponu od oko 4.000 do 5.000 kn
- 4) Tko radi projekt/instalaciju: projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projektanata dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr). Instalaciju rade instalaterske tvrtke osposobljene za ugradnju navedene opreme.

Procedura za provođenje mjere

ZAMJENA KOTLA NA LOŽ ULJE STAROG 20 GODINA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU (PIROLITIČKI KOTAO)

- Pirolitički kotao na biomasu traži više rada samog korisnika oko dopreme goriva, čišćenja i odvoza produkata izgaranja nego li je to slučaj kod kotla loženog lož uljem ili plinom.
- Punjenje kotla dovoljno je za 8 do 10 sati rada i pri svakom ponovnom punjenju potrebno je provesti čišćenje izmjenjivača topline ručnim pokretanjem ugrađene poluge na kotlu.
- Pepeo nastao kod izgaranja pada kroz sapnicu u pepelnik koji je potrebno isprazniti i očistiti svakih 3 do 5 dana.
- Katran od drveta nastao postupkom pirolize potrebno je barem jednom u mjesec dana očistiti struganjem.
- Za osiguranje nepropusnosti vrata kotla i poklopca za čišćenje (važno) treba svaka dva tjedna kontrolirati i grafitnom mašću namazati brtve vrata.
- Godišnje održavanje preporučljivo je povjeriti ovlaštenom servisu proizvođača.
- Jednom godišnje obaviti pregled dimovodne instalacije - to provode područni dimnjačari temeljem propisa i uredbi o čišćenju i kontroli dimnjaka.

**Kratak opis
postupka
i perioda
održavanja**

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gasparenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA PEĆI NA DRVA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU - PIROLITIČKI KOTAO

Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split). Gubici sustava grijanja prostora i potrošne tople vode ovdje nisu uzeti u obzir.

Biomasa je obnovljivi izvor energije koji između ostalog uključuje ogrjevno drvo dostupno na tržištu ogrjeva za domaćinstvo. Korištenje peći na drva predstavlja neučinkovit način grijanja, koji ne osigurava dobru regulaciju temperature u prostoru, čime se ne postižu željeni uvjeti temperature u svim prostorima. Kod pregrijavanja prostora, što je čest slučaj povećavaju se dodatno gubici topline prostora. Uz prosječni stupanj djelovanja takve peći od 0,7 i cijenu ogrjevnog drva 275 kn/m³ (Zagreb) i 230 kn/m³ (Split)(donja ogrjevna moć 1.725 kWh/m³ za drvo s 15% masenog udjela vlage, specifična gustoća naslaganih drvenih cjepanica 500 kg/m³), očekivani godišnji troškovi grijanja razmatrane kuće i pripreme potrošne vode korištenjem peći na drva kreću se oko 7.747 kn (Zagreb) i 3.614 kn (Split).

Za učinkovito loženje drva na tržištu su dostupni pirolitički kotlovi za kruta goriva. Za distribuciju topline treba predvidjeti ugradnju radijatorskog sistema grijanja (očekuje se da takav sistem ne postoji u kućama grijanim pomoću peći na drva), što dodatno povećava investiciju. Ugradnjom radijatora i kotlovnice s pirolitičkim kotlom na biomasu ostvaruju se potpuno drugi uvjeti komfora u zgradi u usporedbi s korištenjem lokalnog grijanja pećima na drva. Kotao na drva prema principu pirolize djeluje na principu suhe, pirolitičke destilacije drva. Kod izgaranja drva s ograničenim dovodom zraka, drvo se pretvara u drveni ugljen. Ova je pretvorba popraćena nastankom plinova koji se dovode do sapnice plamenika i u komori izgaranja izgaraju u obliku plinskog plamena. Radom kotla upravlja digitalni regulacijski uređaj. Kotao se treba instalirati prema važećim normama i propisima. Preporučuje se da se dimnjak osigura od vlaženja ugradnjom prikladne dimnovodne cijevi otporne na kondenzat. Za ispravan pogon grijanja kotla potrebno je da se instalacija grijanja opremi četveroputnim mješajućim ventilom ili spremnikom ogrjevnog vode (pufer) koji osigurava da kotao veći dio vremena radi u optimalnom režimu. U kombinaciji sa sustavom spremnika ogrjevnog vode, preporučuje se primjena regulatora za punjenje spremnika. Prije priključka kotla na kućni dimnjak, treba zatražiti stručno mišljenje ovlaštenog područnog dimnjačara, o prikladnosti dotičnih kanala dimnjaka. Ispravan rad kotla moguć je kod korištenja drvenih cjepanica s 15 - 25% vlage. Zabranjeno je izgaranje drugih vrsta goriva, kao što je drvena strugotina, drvena prašina, kameni ugljen, koks, mrki ugljen, itd. osim toga u kotlu ne smiju izgarati takvi materijali kao što je: plastika, guma, boje, lakovi, lako gorive tvari, eksplozivni materijali, itd.

Zamjena peći na drva kotlom s pirolitičkim spaljivanjem biomase (drvene cjepanice) rezultira uštedom na troškovima energenta prikazanim u odjeljku "Uštede". Treba ovdje napomenuti da je obzirom na veliku razliku između lokalnog i centralnog grijanja, skoro bespredmetno vrednovati mjeru zamjene peći na drva novim kotlom na biomasu samo kroz uštede u životnom vijeku. Ako se gleda samo ekonomske efekte, pokazuje se da ovakva investicija nije opravdana, obzirom da se ne vraća u vremenu trajanja instalacije, ali se postiže značajno veći termički komfor u prostorijama, a smanjuje se udio radova oko loženja, iznošenja pepela i sl.

Kod provedbe navedene mjere treba voditi računa o potrebi da se priprema goriva i čišćenje kotla i dalje obavljaju ručno, te da je za isto potrebno utrošiti vrijeme korisnika. Ovakav sustav nije prikladan za potpuno automatizirani rad, te time nije odgovarajući za sva domaćinstva.

EE mjera 3.6. :	Kotao na biomasu - piroliza	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	1.542 kn* 5,6 prm 12.420 kWh	747 kn* 3,2 prm 7.245 kWh
Investicija	oko 75.000 kn**	oko 72.000 kn**
Rok povrata investicije	investicija se ne može vratiti u životnom vijeku EE mjere	investicija se ne može vratiti u životnom vijeku EE mjere
Životni vijek ee mjere	15 godina	15 godina
Uštede u životnom vijeku	-51.870 kn*** 84,1 prm 184.115 kWh	-60.791 kn*** 48,7 prm 106.680 kWh

Uštede

* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu ogrjevnog drva 275 kn/m³ (Zagreb) odnosno 230 kn/m³ (Split) (donja ogrjevna moć 1.725 kWh/m³ za drvo s 15% masenog udjela vlage, specifična gustoća naslaganih drvenih cjepanica 500 kg/m³).

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Zagrebu troši se 28,2 m³ cjepanica godišnje što uz donju ogrjevnu moć biomase od 1.725 kWh/m³ daje energiju goriva od 48.645 kWh. Ugradnjom pirolitičkog kotla godišnje se troši 21,0 m³ cjepanica što uz ogrjevnu moć od 1.725 kWh/m³ daje energiju goriva od 36.225 kWh. Godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 12.420 kWh.

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV u obiteljskoj kući u Splitu troši se 15,7 m³ cjepanica godišnje što uz donju ogrjevnu moć biomase od 1.725 kWh/m³ daje energiju goriva od 27.082 kWh. Ugradnjom pirolitičkog kotla godišnje se troši 11,5 m³ cjepanica što uz ogrjevnu moć od 1.725 kWh/m³ daje energiju goriva od 19.838 kWh. Godišnja ušteda na energiji goriva iznosi 7.245 kWh.

**Investicija obuhvaća dobavu i ugradnju novog kotla na kruto gorivo s digitalnim regulatorom, spremnikom tople vode - puferom, spremnikom potrošne vode, te ugradnjom radijatora s pripadnom armaturom i cjevovodima u cijeloj kući. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice, izvoditelju, stvarnim troškovima instalacije ovisnim o lokaciji i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu

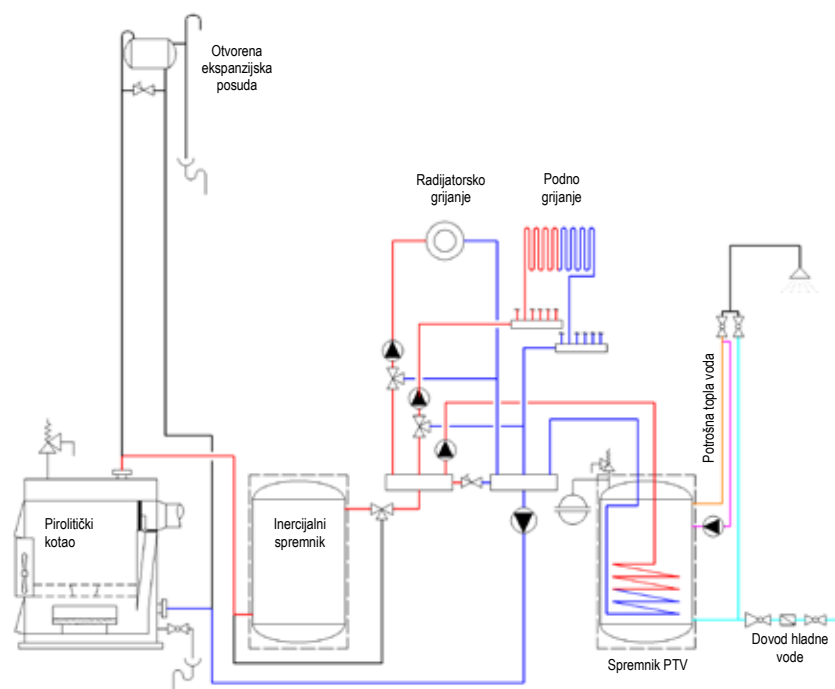


Slika 1. Vanjski izgled i presjek kotla na pirolizu

Grafički prikaz

ZAMJENA PEĆI NA DRVA NOVIM KOTLOM NA BIOMASU - PIROLITIČKI KOTAO

Grafički prikaz



Slika 2. Principijelna shema spajanja kotlovnice s inercijalnim spremnikom i bojlerom za potrošnu toplu vodu

Specifikacija
radova i opreme

- 1) Demontaža postojeće peći na drva
- 2) Dobava i ugradnja radijatora
- 3) Dobava i ugradnja kotla učinka 18 kW s regulacijom temperature, inercijalnim spremnikom tople vode i spremnikom PTV volumena cca 120 l
- 4) Elektroinstalacija kotlovnice
- 5) Dobava i ugradnja ili uređenje postojećeg dimnjaka dimenzija u skladu s uvjetima ugradnje
- 6) Ispitivanje uređaja i sigurnosne opreme kotlovnice puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja

Procedura za
provođenje mjere

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekt kotlovnice u kojem se proračunava potreban toplinski učin, odabire kotao, ogrjevna tijela, crpke i ostali elementi postrojenja, te osigurava sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad kotlovnice. Također je potrebno provesti proračun dimnjaka.
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12)
- 3) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost projekta je u rasponu od oko 6.000 do 8.000 kn.
- 4) Tko radi projekt/instalaciju: Strojarski projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projekatana dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr).

- Pirolitički kotao na biomasu traži više rada samog korisnika oko dopreme goriva, čišćenja i odvoza produkata izgaranja. Punjenje kotla dovoljno je za 8 do 10 sati rada, i pri svakom ponovnom punjenju potrebno je provesti čišćenje izmjenjivača topline (poluga izvan kotla).
- Pepeo nastao kod izgaranja pada kroz sapnicu u pepelnik i preporuka je svakih 3 do 5 dana očistiti spremnik pepela i isprazniti ga.
- Katran od drveta nastao prilikom pirolize treba se najmanje jednom mjesečno odstraniti struganjem.
- Za osiguranje nepropusnosti vrata i poklopca za čišćenje treba svaka dva tjedna kontrolirati i grafitnom mašću namazati brtve vrata.
- Godišnje održavanje preporučljivo je povjeriti ovlaštenom servisu proizvođača.
- Jednom godišnje obaviti pregled dimovodne instalacije - to provode područni dimnjačari temeljem propisa i uredbi o čišćenju i kontroli dimnjaka.

**Kratak opis
postupka
i perioda
održavanja**

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gasparenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapačić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)

GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZRAK - ZRAK

Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split).

Elektrootporno grijanje predstavlja vrlo neracionalan način grijanja, s visokim troškovima energenta i priključka, a emisije CO₂ ovakvim načinom grijanja su najviše. Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08) za grijanje zgrada nije dopušteno rabiti sustave elektrootpornog grijanja (članak 11, koji će važiti od 31. prosinca 2015. godine). Unatoč tome, sustavi elektrootpornog grijanja su u Hrvatskoj česta pojava, posebno u primorskim krajevima gdje je potrošnja energije značajno niža u usporedbi s kontinentalnim dijelom. Godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode elektrootpornim grijanjem dosežu 26.207 kn u Zagrebu te 13.977kn u Splitu.

Korištenje toplinske energije okoline sadržane u okolnom zraku putem dizalica topline predstavlja jedno od vrlo povoljnih rješenja za grijanje građevina posebno u splitskoj regiji. Korištenjem reverzibilne dizalice topline se pored grijanja osigurava i hlađenje tijekom ljeta. Jedan takav sustav prikazan je na *Slici 1*. Sastoji se iz vanjske jedinice s kompresorom, toplinskim izmjenjivačem zrak - radna tvar i ekspanzijskim ventilima, te više unutarnjih jedinica u različitim izvedbama, ovisno od primjene, u kojima su smješteni izmjenjivač topline radna tvar - zrak i ventilator. Vanjska jedinica povezana je s unutrašnjima toplinski izoliranim cjevovodima iz bakra kroz koje cirkulira radna tvar, a promjeri cjevovoda su znatno manji nego li je to slučaj kad se koristi voda za distribuciju topline. Za svaku unutrašnju jedinicu predviđen je po jedan regulacijski uređaj kojim se osigurava željena temperatura u pojedinoj prostoriji. Dok se sustav koji sadrži jednu vanjsku i jednu unutrašnju jedinicu uobičajeno naziva "split - uređaj", sustavi s jednom vanjskom i više unutarnjih jedinica se nazivaju "multisplit sustavima". Među ostalim, prednost multisplit sustava je u lakšem smještaju jedne umjesto više vanjskih jedinica, što može predstavljati problem tamo gdje lokalni propisi ograničuju njihovu ugradnju na fasadama građevina. Moguća je i ugradnja sustava prikazanog na *Slici 2*, koji se naziva VRF (variable refrigerant flow) sustavom. Razvod radne tvari ovdje se za razliku od multisplit sustava provodi dvocijevnim sustavom za izvedbe dizalice topline i trocijijskim za izvedbe s povratom topline, a ekspanzijski ventili smješteni su u unutrašnjim jedinicama. Ovi su sustavi namijenjeni za veće građevine gdje iskazuju svoju punu opravdanost. Skuplji su za instalaciju u odnosu na multisplit sustave, ali je kvaliteta izrade, učinkovitost i trajnost VRF uređaja veća nego kod multisplit sustava. Općenito, spomenuti sustavi dizalice topline zrak – zrak mogu se ugraditi u prostorije bez demontiranja postojećeg sustava radijatorskog grijanja.

Sustavi dizalice topline zrak - zrak u uobičajenim, na tržištu dostupnim verzijama (osim VRF sustava) uglavnom ne omogućuju pripremu potrošne vode za domaćinstvo, pa je to potrebno ostvariti korištenjem električnog bojlera. Također, treba izbjegavati ugradnju unutrašnjih jedinica u kupaonice i sanitarne prostore, pa grijanje ovih prostora treba i dalje provesti elektrootpornim grijalima (kupaonske grijalice i sl.). Tek kod najnovijih VRF sustava riješen je i ovaj problem, pa se kod njih ugrađuju toplinski izmjenjivači koji zagrijavaju vodu koja može poslužiti za podno grijanje kupaonica i sličnih prostora. Ogrjevni učin dizalice topline zrak – zrak ovisi o temperaturi okolnog zraka koji je njen toplinski izvor i to je manji što je niža vanjska temperatura. Ako se za grijanje koristi samo dizalica topline (monovalentni sustav grijanja) i odabere se tako da učinkom

zadovolji i kod najniže temperature vanjskog zraka, ona je predimenzionirana kod viših temperatura okolnog zraka (*Slika 3., krivulja A*). Dizalica topline se može odabrati i manjeg učina (*Slika 3., krivulja B*), ali tada grijanje kod niskih temperatura treba osigurati iz drugog sustava (npr. elektrootporno grijanje). Takav se sustav naziva bivalentnim sustavom grijanja. Kao drugi sustav može poslužiti postojeće grijanje, u ovom slučaju elektrootporno. Iako je utjecaj rada s elektrogrijačem na ukupnu potrošnju energije minimalan (elektrootpornim grijanjem se proizvodi toplinska energija prikazana crvenom bojom, koja čini samo mali dio ukupno potrebne topline prikazane kao zbroj površina narandžaste i crvene boje), angažirana je snaga veća. Korištenje dva sustava grijanja preporuča se onda ako se dizalica topline dograđuje uz postojeći sustav grijanja. Što su više temperature vanjskog zraka, to je povoljnija primjena dizalica topline. Zagreb ne predstavlja pogodnu lokaciju za primjenu dizalica topline zrak - zrak obzirom na niske zimske temperature, ali multisplit i VRF uređaji prikazani u ovom radnom listu ipak još mogu zadovoljiti potrebe za grijanjem i u klimatskim uvjetima koji vladaju u Zagrebu, dok je to kod VRF uređaja nesporno.

Sustav s dizalicom topline zrak - zrak troši značajno manje električne energije (za zadovoljenje energetske potrebe razmatrane kuće u Zagrebu umjesto 26.078 kWh za elektrootporno grijanje, troši se oko 7.283 kWh električne energije za pogon kompresora multisplit dizalice topline ili 5.404 kWh za pogon kompresora VRF uređaja, 913 kWh za zagrijavanje kupaoonica i sanitarnih prostora, te 4.754 kWh za grijanje potrošne vode). Ukupni godišnji trošak električne energije za potrebe grijanja i pripreme potrošne vode za ovako koncipiran sustav iznosi od 9.411 do 11.008 kn, ovisno o tome da li je upotrijebljen VRF ili multisplit uređaj. Godišnja ušteda na električnoj energiji u slučaju da se obiteljska kuća u Zagrebu grije VRF sustavom iznosi 19.761 kWh dok se grijanjem multisplit sustavom štedi 17.882 kWh električne energije godišnje.

U splitskoj regiji za grijanje bi se umjesto 11.689 kWh koliko se troši za elektrootporno grijanje, trošilo 3.112 kWh električne energije za pogon kompresora multisplit dizalice topline ili 2.635 kWh za pogon kompresora VRF uređaja, 409 kWh za zagrijavanje kupaoonica i sanitarnih prostora, te 4.754 kWh za grijanje potrošne vode. Ukupni godišnji trošak električne energije za potrebe grijanja i pripreme potrošne vode za ovako koncipiran sustav iznosi od 6.629 do 7.034 kn, ovisno o tome da li je upotrijebljen VRF ili multisplit uređaj. Godišnja ušteda na električnoj energiji u slučaju da se obiteljska kuća u Splitu grije VRF sustavom iznosi 8.645 kWh dok se grijanjem multisplit sustavom štedi 8.168 kWh električne energije godišnje.

Vrijednosti prikazane u odjeljku „Uštede“ odnose se na uštede kod grijanja. Ovdje je važno napomenuti da vrednovanje temeljem takve usporedbe troškova nije u potpunosti primjereno, jer sustavi dizalice topline osiguravaju hlađenje zgrada ljeti, što se u današnje vrijeme za koje je karakterističan porast temperatura okoline može smatrati potrebom a ne nepotrebnim luksuzom. Zato odluka o primjeni dizalica topline ne ovisi samo o ekonomskim pokazateljima (ušteda na troškovima grijanja) već i o potrebi osiguranja uvjeta ugodnosti unutarne klime.

Potrebna toplina za hlađenje objekta izračunata prema normi HRN EN 13790:2008 iznosi 3.949 kWh (lokacija Zagreb) odnosno 6.679 kWh (lokacija Split) dok potrebni učinci za hlađenje izračunati prema normi VDI2078 iznose 8,5 kW (Zagreb) odnosno 8,9 kW (Split). Uz sezonske faktore hlađenja za lokaciju Zagreb od 7,1 za hlađenje VRF sustavom, odnosno 5,5 za hlađenje multisplit sustavom, potrošnje električne energije iznosi 556 kWh odnosno 718 kWh. Uz sezonske faktore hlađenja za lokaciju Split od 5,7 za hlađenje VRF sustavom, odnosno 4,2 za hlađenje multisplit sustavom, potrošnje električne energije iznosi 1.171 kWh odnosno 1.590 kWh. Uz srednju cijenu električne energije od 0,85 kn/kWh troškovi hlađenja za objekt u Zagrebu iznose 472 kn (VRF), odnosno 610 kn (multisplit) dok troškovi hlađenja za objekt u Splitu iznose 995 kn (VRF), odnosno 1.351 kn (multisplit).

Opis mjere

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZRAK - ZRAK

Uštede

EE mjera 3.7 :	Dizalica topline zrak - zrak	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	multisplit 15.200 kn* 17.882 kWh 6,97 tCO₂	multisplit 6.943 kn* 8.168 kWh 3,07 tCO₂
	VRF 16.797 kn* 19.761 kWh 7,6 tCO₂	VRF 7.348 kn* 8.645 kWh 3,25 tCO₂
Investicija	89.000 kn** (multisplit) 177.000 kn** (VRF)	79.000 kn** (multisplit) 150.000 kn** (VRF)
Rok povrata investicije	5,9 godina (multisplit) 10,6 godina (VRF)	11,4 godina (multisplit) investicija se ne isplati (VRF)
Životni vijek EE mjere	12 godina (multisplit) 15 godina (VRF)	12 godina (multisplit) 15 godina (VRF)
Uštede u životnom vijeku	multisplit 93.396 kn*** 214.584 kWh 82,8 tCO₂	multisplit 4.317 kn*** 98.016 kWh 35,8 tCO₂
	VRF 74.954 kn*** 296.417 kWh 114,1 tCO₂	VRF -39.779 kn*** 129.675 kWh 48,7 tCO₂

* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu električne energije za domaćinstva od 1,14 kn/kWh (VT) i 0,56 kn/kWh (NT) s uključenim PDV-om. Cijena angažirane snage nije uzeta u obzir jer se radi o prelasku s elektrootpornog grijanja (14,1 kW) na grijanje dizalicom topline zrak - zrak, kod koje je maksimalno angažirana snaga do 5,5 kW.

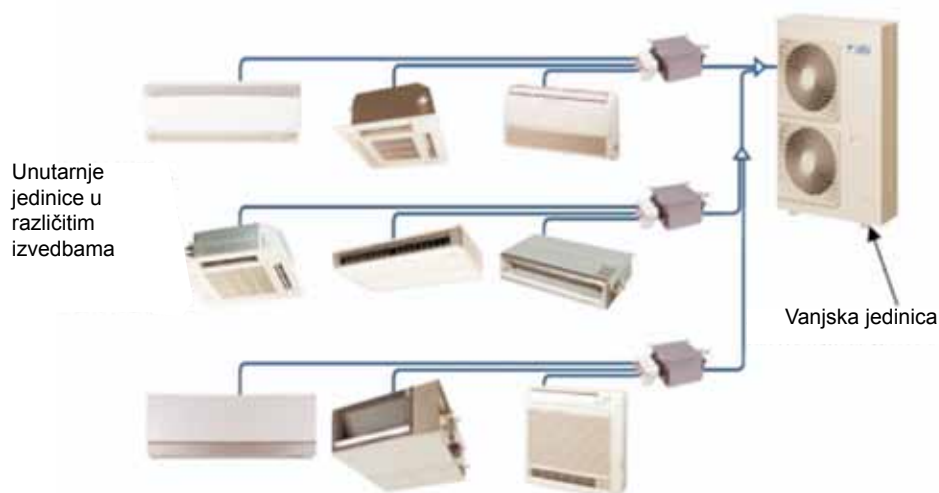
**Investicija obuhvaća dobavu i ugradnju reverzibilne dizalice topline tipa zrak - zrak i ugradnju spojnih cjevovoda između vanjske i unutrašnjih jedinica. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji, izvoditelju, stvarnim troškovima gradnje instalacije i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZRAK - ZRAK

3.7.

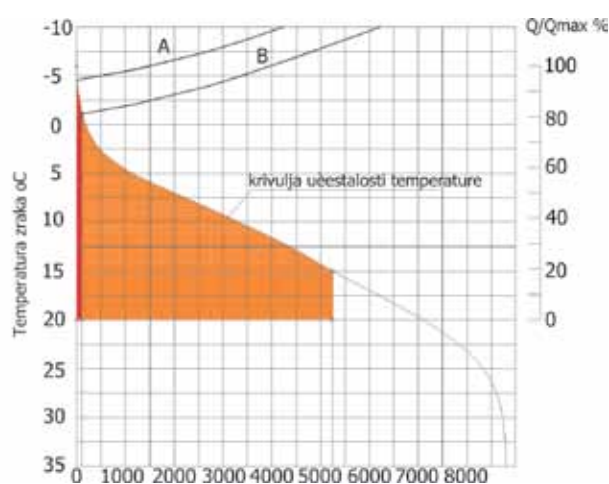
Zg-St



Slika 1. Komponente "multisplit" sustava



Slika 2. Komponente i prikaz spajanja VRF sustava



Slika 3. Stupanj - dan krivulja (krivulja učestalosti temperatura) i učinci dizalica topline za Zagreb

Grafički prikaz

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZRAK - ZRAK

- 1) Dobava i ugradnja reverzibilnih dizalica topline zrak - zrak u multisplit ili VRF izvedbi (tri vanjske i devet unutarnjih jedinica) ukupnog ogrjevnog učinka 16 kW kod vanjske temperature 6°C za objekt u Zagrebu, odnosno dvije vanjske i devet unutarnjih jedinica ukupnog ogrjevnog učinka 11 kW kod vanjske temperature 6°C za objekt u Splitu. Ugradnja spojnih cjevovoda za radnu tvar i cjevovoda za odvod kondenzata.
- 2) Elektroinstalacija
- 3) Puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja i hlađenja

Specifikacija radova i opreme

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekt u kojem se proračunava potreban ogrjevni i rashladni učin, odabiru dizalice topline (vanjske i unutrašnje jedinice) te osigurava sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad instalacije.
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12)
- 3) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost projekta je u rasponu od oko 12.000 do 15.000 kn.
- 4) Tko radi projekt/instalaciju: projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projekatana dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr). Instalaciju rade instalaterske tvrtke osposobljene za ugradnju navedene opreme. Instalaciju izvođe ovlašteni izvođači radova. Prvo puštanje u rad smiju izvoditi samo ovlašteni instalateri, zajedno s odgovarajućim servisima proizvođača opreme.

Procedura za provođenje mjere

Dva puta godišnje (kod izmjene režima rada) pregled i servis dizalice topline (čišćenje izmjenjivača topline vanjske jedinice, kontrola ispravnosti, kontrola napunjenosti radne tvari, kontrola radnih parametara), čišćenje filtera za zrak na unutrašnjim jedinicama. Jednom godišnje kontrola odvoda kondenzata (propuhivanje cjevovoda za odvod kondenzata). Preporuča se servis od strane ovlaštenog serviser.

Kratak opis postupka i perioda održavanja

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
 Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
 tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
 E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gasparenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZEMLJA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split).

Elektrootporno grijanje predstavlja vrlo neracionalan način grijanja, s visokim troškovima energenta i priključka, a emisije CO₂ ovakvim načinom grijanja su najviše. Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08) za grijanje zgrada nije dopušteno rabiti sustave elektrootpornog grijanja (članak 11, koji će važiti od 31. prosinca 2015. godine). Unatoč tome, sustavi elektrootpornog grijanja su u Hrvatskoj česta pojava, posebno u primorskim krajevima gdje je potrošnja energije značajno niža u usporedbi s kontinentalnim dijelom. Godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode elektrootpornim grijanjem dosežu 26.207 kn u Zagrebu te 13.977 kn u Splitu.

Korištenje toplinske energije okoline sadržane u tlu moguće je putem dizalica topline. Uobičajeno rješenje su dizalice topline koje griju ili hlade vodu u niskotemperaturnom sustavu distribucije topline, pa se time pored grijanja osigurava i potrebno hlađenje tijekom ljeta. Sustav također osigurava i pripremu potrošne vode za domaćinstvo. Toplina iz tla je uvijek raspoloživa pa je moguća gradnja monovalentnog sustava grijanja i hlađenja, dakle samo s dizalicom topline.

Tlo je zapravo dobar akumulator topline s relativno ujednačenim temperaturama, koje se na dubini od oko 15 metara kreću oko vrijednosti godišnjeg prosjeka temperature za razmatranu lokaciju (oko 10°C za Zagreb i 14°C za Split), a prema površini su sezonske promjene nešto veće, pa se na dubini oko 1 m mogu na zagrebačkom području očekivati promjene temperature tijekom godine između 5 i 15°C, dok su one na splitskom području između 8°C i 16°C.

Jedan od načina korištenja topline iz tla je da se na dubini od 0,8 do 1,5 m ugrade cijevni izmjenjivači topline u obliku horizontalnog registra (zemljani kolektor), s međusobnim razmakom cijevi koji varira od 0,5 do 1 m. Izvor topline za ovu vrstu kolektora su padaline i sunčevo zračenje, te izmjena topline s okolnim zrakom, jer je na dubini ugradnje zemljanog kolektora još velik utjecaj okoline. Toplina koja prema površini dopijeva iz ugrijane zemljine jezgre je minimalna (cca 0,063 W/m²) i ne utječe bitno na dotok topline u ovakav kolektor. Količina topline koja se može iscrpiti iz zemlje ovisi o načinu postavljanja cijevnog kolektora i vrsti tla, a kreće se za pjeskovito tlo od 10-20 W/m², za glinasto tlo od 20-30 W/m² a za tlo s podzemnim vodama od 30-35 W/m². Za promatranu građevinu u zagrebačkoj regiji može se očekivati srednja veličina površine zemljanog kolektora od oko 450 m², s ugrađenim kolektorom ukupne duljine cijevi do oko 900 m. Srednja veličina površine zemljanog kolektora za objekt u splitskoj regiji iznosi oko 370 m² a ukupna duljine cijevi do oko 740 m. Ocjenjuju se troškovi gradnje ovakvih zemljanog kolektora na oko 60.000 kn u zagrebačkoj regiji te oko 50.000 u splitskoj regiji. Za gradnju zemljanog kolektora, kao i vertikalnih soni do dubine 100 m nisu potrebna posebna odobrenja nadležnih službi.

Drugi način, koji traži manje vremena za izvedbu, kao i manju tlocrtnu površinu za ugradnju, ali zbog svoje specifičnosti traži specijalizirane izvođače je ugradnja vertikalnih soni u zemlju. Količina topline koja se može iscrpiti iz jednog dužnog metra ugrađene vertikalne sonde ovisi o vrsti (toplinskoj vodljivosti) tla, a kreće se od 20 do 70 W/m. Za promatranu građevinu može se očekivati srednja veličina ukupne dubine soni od 200 m (Zagreb) te oko 180 m (Split). Ocjenjuju se troškovi ugradnje soni (uključivo bušenje,

ugradnju i cijenu samih sonidi) također na oko 60.000 kn (Zagreb) i 50.000 (Split). Za ugradnju zemljanih sonidi, obzirom na njihovu dubinu, potrebna su posebna odobrenja nadležnih službi.

Za ugradnju ovog sustava potrebno je izgraditi niskotemperaturni sustav distribucije topline niske temperature (35 do 50°C) kao što je podno grijanje i/ili ventilatorski konvektori. Ako se radi samo o podnom grijanju s dijelom ugrađenih zidnih panela, troškovi se za Zagreb kreću oko 49.000 kn dok za Split oni iznose oko 39.000 kn. Ako korisnik želi hladiti kuću, potrebno je ugraditi ventilatorske konvektore jer se površinskim hlađenjem ne može odvesti vlaga iz prostora bez rošenja na hladnim stijenkama. Za ugradnju ventilatorskih konvektora prosječna cijena za Zagreb se (ovisno o odabranoj opremi) kreće oko 46.000 kn dok za Split ona iznosi oko 45.000 kuna. Sve navedene cijene sadrže PDV. Moguća je i kombinacija podnog grijanja i ventilatorskih konvektora koja osigurava izuzetno komforne uvjete boravka u prostoru, ali ima i adekvatno višu cijenu.

Dizalica topline može biti namijenjena samo grijanju, ili pak grijanju i hlađenju. Ako korisnik želi ostvariti grijanje i hlađenje, jednostavnije je ugraditi dizalicu topline s reverzijom režima rada na strani radne tvari (prekretanje smjera protoka radne tvari u samoj dizalici topline kako je prikazano na *Slici 2.*). Također je moguće provesti prekretanje režima rada promjenom smjera medija za prijenos topline kako je to prikazano na *Slici 3.*, što je nešto jeftinije u investiciji ali traži da se i krugovi distribucije topline napune glikolnom smjesom, što donekle povećava investiciju u sustav grijanja i hlađenja. O optimalnoj varijanti može se odlučiti tek nakon detaljne analize za konkretan slučaj.

Primjenom monovalentnog sustava dizalice topline sa zemljom kao toplinskim izvorom, za zadovoljenje energetske potrebe razmatrane kuće - grijanje i PTV troši se umjesto 30.832 kWh oko 8.420 kWh električne energije u Zagrebu i umjesto 16.443 kWh oko 4.174 kWh električne energije u Splitu. Prema navedenom, godišnja ušteda električne energije u Zagrebu iznosi 22.412 kWh dok ona u Splitu iznosi 12.269 kWh.

Kako je ranije navedeno sustav s ventilatorskim konvektorima omogućava osim grijanja i hlađenje prostora. Potrebna toplina za hlađenje objekta izračunata prema normi HRN EN 13790:2008 iznosi 3.949 kWh (lokacija Zagreb) odnosno 6.679 kWh (lokacija Split) dok potrebni učinci za hlađenje izračunati prema normi VDI2078 iznose 8,5 kW (Zagreb) odnosno 8,9 kW (Split). Uz sezonski faktor hlađenja od 4,63 za lokaciju Zagreb potrošnja električne energije iznosi oko 853 kWh. Faktor hlađenja za lokaciju Split iznosi 3,95 a potrošnja električne energije za hlađenje pri tome iznosi 1.691 kWh. Uz srednju cijenu električne energije od 0,85 kn/kWh troškovi hlađenja za objekt u Zagrebu iznose 725 kunu dok troškovi hlađenja za objekt u Splitu iznose 1.437 kuna.

Opis mjere

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZEMLJA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

3.8.

Zg-St

Uštede

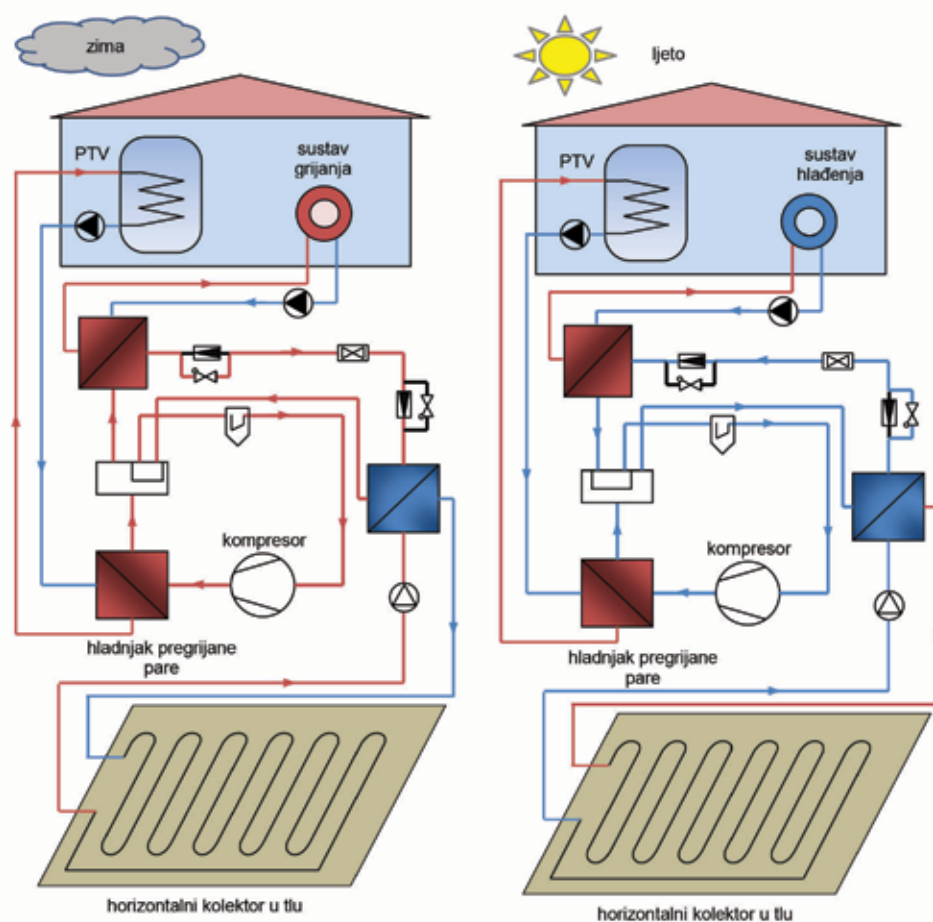
EE mjera 3.8. :	Dizalica topline zemlja - voda	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	19.050 kn* 22.412 kWh 8,4 tCO₂	10.429 kn* 12.269 kWh 4,6 tCO₂
Investicija	oko 200.000 kn**	oko 150.000 kn**
Rok povrata investicije	10,5 godina	14,4 godina
Životni vijek ee mjere	20 godina	20 godina
Uštede u životnom vijeku	181.009 kn*** 448.240 kWh 168,5 tCO₂	58.582 kn*** 245.380 kWh 92,2 tCO₂

* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu električne energije za domaćinstva od 1,14 kn/kWh (VT) i 0,56 kn/kWh (NT) s uključenim PDV-om. Cijena angažirane snage nije uzeta u obzir jer se radi o prelasku s elektrootpornog grijanja (14,1 kW) na grijanje dizalicom topline (ukupna potrebna snaga iznosi oko 5 kW).

**Investicija obuhvaća dobavu i ugradnju dizalice topline tipa glikol - voda, bojler potrošne vode, gradnju zemljanog kolektora, gradnju sustava niskotemperaturne distribucije topline (podno grijanje ili ventilatorski konvektori) i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji, izvoditelju, vrsti terena, stvarnim troškovima gradnje instalacije i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu

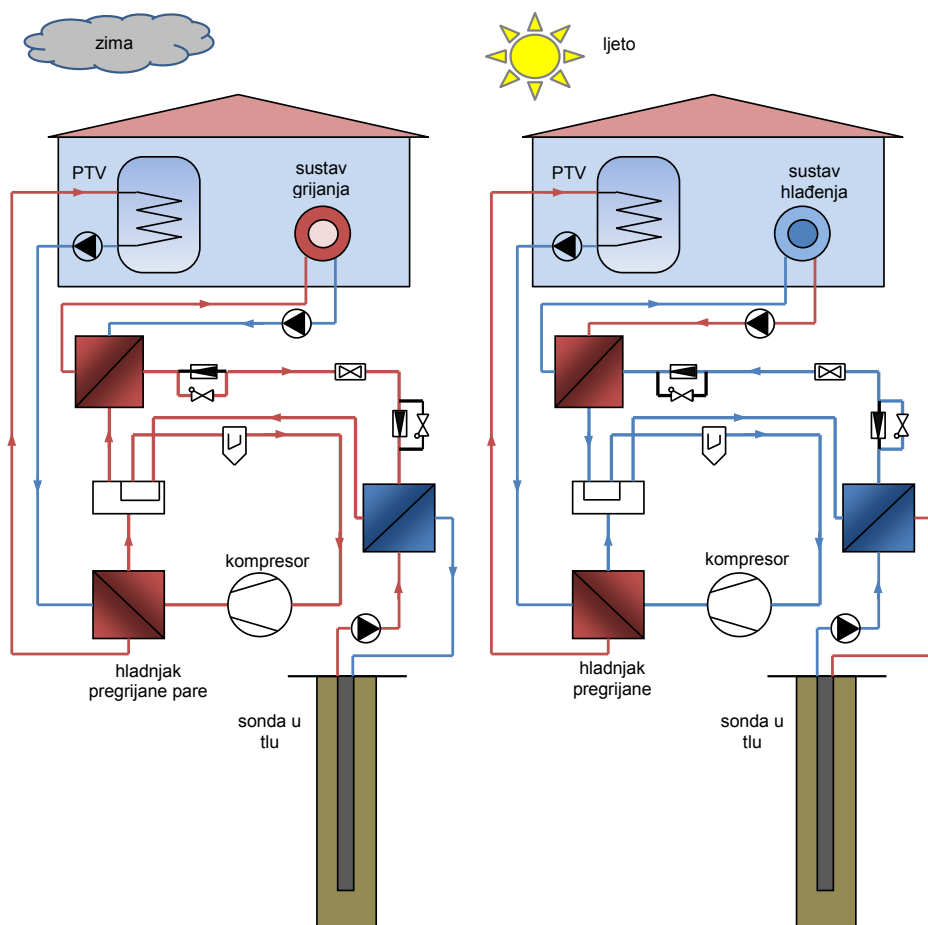
Grafički prikaz



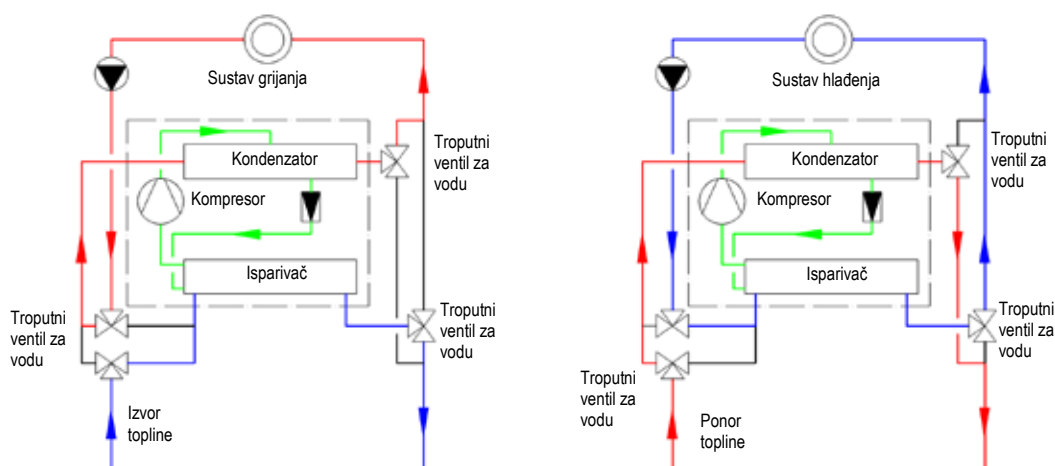
Slika 1. Način ugradnje sustava grijanja dizalicom topline s preokretom na strani radne tvari sa zemljanim kolektorom kao izvorom topline

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZEMLJA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

Grafički prikaz



Slika 2. Način ugradnje sustava grijanja dizalicom topline s preketom na strani radne tvari sa vertikalnom sondom kolektorom kao izvorom topline



Slika 3. Dizalica topline s preketom na strani medija za prijenos topline

Specifikacija radova i opreme

- 1) Izrada projektne dokumentacije
- 2) Dobava i ugradnja sustava za distribuciju topline (podno i zidno grijanje, ili ventilatorski konvektori ili kombinacija podnog grijanja i ventilatorskih konvektora)
- 3) Dobava i ugradnja reverzibilne dizalice topline rasolina - voda učinka 15,5 kW (Zagreb) i 11 kW (Split)
- 4) Gradnja zemljanog kolektora površine 450 m² (Zagreb) i 370 m² Split ili vertikalnih sondi ukupne duljine 200 m (Zagreb) i 180 m (Split) - povezivanje izvora topline

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZEMLJA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

- 5) Dobava i ugradnja bojlera za potrošnu vodu te pripadne automatike
- 6) Elektroinstalacija
- 7) Puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja, hlađenja i pripreme potrošne vode

Specifikacija radova i opreme

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekt u kojem se proračunava potreban ogrjevni i rashladni učin, odabire dizalica topline, dimenzionira izmjenjivač topline u tlu, odabiru ventilatorski konvektori ili paneli za površinska grijanja – hlađenja, te osigurava sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad instalacije.
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12). Za korištenje topline tla nije potrebna koncesija za površinske izmjenjivače topline kao i sonde dubine do 100m.
- 3) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost projekta je u rasponu od oko 12.000 do 15.000 kn.
- 4) Tko radi projekt/instalaciju: projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projekatana dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr). Instalaciju rade instalaterske tvrtke osposobljene za ugradnju navedene opreme. Instalaciju izvode ovlašteni izvoditelji radova. Prvo puštanje u rad smiju izvoditi samo ovlašteni instalateri, zajedno s odgovarajućim servisima proizvođača opreme.

Procedura za provođenje mjere

- Dva puta godišnje pregled i čišćenje, te eventualna zamjena filtera za zrak na ventilatorskim konvektorima i jednom godišnje propuhivanje cjevovoda za odvod kondenzata.
- Dva puta godišnje (kod izmjene režima rada) pregled i servis dizalice topline (kontrola ispravnosti, kontrola napunjenosti radne tvari, kontrola radnih parametara).
- Jednom godišnje kontrola sastava glikolne smjese.
- Zamjena glikolne smjese jednom u 5 godina.
- Preporuča se servis od strane ovlaštenog serviseru proizvođača.

Kratak opis postupka i perioda održavanja

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
 Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
 tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
 E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gasparenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE PODZEMNA VODA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split).

Elektrootporno grijanje predstavlja vrlo neracionalan način grijanja, s visokim troškovima energenta i priključka, a emisije CO₂ ovakvim načinom grijanja su najviše. Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08) za grijanje zgrada nije dopušteno rabiti sustave elektrootpornog grijanja (članak 11, koji će važiti od 31. prosinca 2015. godine). Unatoč tome, sustavi elektrootpornog grijanja su u Hrvatskoj česta pojava, posebno u primorskim krajevima gdje je potrošnja energije značajno niža u usporedbi s kontinentalnim dijelom. Godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode elektrootpornim grijanjem dosežu 26.207 kn u Zagrebu te 13.977 kn u Splitu.

Korištenje toplinske energije okoline podzemne vode moguće je putem dizalica topline. Uobičajeno rješenje su dizalice topline koje griju ili hlade vodu u niskotemperaturnom sustavu distribucije topline, pa se time pored grijanja osigurava i potrebno hlađenje tijekom ljeta. Sustav također osigurava i pripremu potrošne vode za domaćinstvo. Uz prethodnu provjeru raspoloživosti i izdašnosti podzemnog vodotoka moguća je gradnja monovalentnog sustava grijanja i hlađenja, dakle samo s dizalicom topline.

Podzemna voda je dobar toplinski izvor s relativno ujednačenim temperaturama, koje se na dubini od oko 15 metara kreću oko vrijednosti godišnjeg prosjeka temperature za razmatranu lokaciju (oko 10°C za Zagreb te oko 14°C za Split), a prema površini su sezonske promjene nešto veće, pa se na dubini oko 5 m mogu za Zagreb očekivati promjene temperature tijekom godine između 8 i 11°C za Zagreb i između 12°C i 14°C za Split.

Kod korištenja topline potrebno je izraditi dvije bušotine: proizvodnu i upojnu. U proizvodnu bušotinu koja treba biti izgrađena na način da osigura potrebnu izdašnost ugrađuje se crpka, dok se voda čija je toplina iskorištena vraća natrag u podzemni vodotok preko upojne bušotine. Udaljenost i međusobni položaj proizvodne i upojne bušotine trebaju biti takvi da se onemogućí ponovno usisavanje već iskorištene vode (smještaj nizvodno na udaljenosti min. 5 m približno zadovoljava takav uvjet). Obavezna je ugradnja toplinskog izmjenjivača između dizalice topline i podzemne vode koji osigurava da kod eventualnog propuštanja radne tvari ulje iz kompresora dizalice topline ne dopiye u podzemni vodotok. Za korištenje podzemne vode potrebna je koncesija koju nakon prethodno pribavljenog stručnog mišljenja Hrvatskih voda daje nadležna županijska stručna služba. Koncesija se naplaćuje jednokratno i paušalno svake godine (godišnji paušal za koncesiju je 10% godišnje naknade po utrošku), a posebno se obračunava i potrošnja vode. Jednokratni trošak za razmatrani primjer iznosi 3.805 kn za Zagreb te 2.061 kn za Split, dok je godišnja naknada za koncesiju i potrošnju 4.186 kn za Zagreb te 2.267 kn za Split. Cijena izgradnje bušotina, uključivo crpku podzemne vode i pločasti toplinski izmjenjivač kreće se oko 45.000 kn (Zagreb) i 43.000 (Split).

Za ugradnju ovog sustava potrebno je izgraditi niskotemperaturni sustav distribucije topline niske temperature (35 do 50°C) kao što je podno grijanje i/ili ventilatorski konvektori. Ako se radi samo o podnom grijanju s dijelom ugrađenih zidnih panela, troškovi se za Zagreb kreću oko 49.000 kn dok za Split oni iznose oko 39.000 kn.

Opis mjere

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE PODZEMNA VODA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

Ako korisnik želi hladiti kuću, potrebno je ugraditi ventilatorske konvektore jer se površinskim hlađenjem ne može odvesti vlaga iz prostora bez rošenja na hladnim stijenkama. Za ugradnju ventilatorskih konvektora prosječna cijena za Zagreb se (ovisno o odabranoj opremi) kreće oko 46.000 kn dok za Split ona iznosi oko 45.000 kuna. Sve navedene cijene sadrže PDV. Moguća je i kombinacija podnog grijanja i ventilatorskih konvektora koja osigurava izuzetno komforne uvjete boravka u prostoru, ali ima i adekvatno višu cijenu.

Sama dizalica topline može biti namijenjena samo grijanju, ili pak grijanju i hlađenju. Ako korisnik želi ostvariti grijanje i hlađenje, jednostavnije je ugraditi dizalicu topline s reverzijom režima rada na strani radne tvari (prekretanje smjera protoka radne tvari u samoj dizalici topline kako je prikazano na *Slici 1.*). Također je moguće provesti prekretanje režima rada promjenom smjera medija za prijenos topline kako je to prikazano na *Slici 2.* O optimalnoj varijanti može se odlučiti tek nakon detaljne analize za konkretan slučaj.

Primjenom monovalentnog sustava dizalice topline sa podzemnom vodom kao toplinskim izvorom, za zadovoljenje energetskih potreba razmatrane kuće - grijanje i PTV troši se u Zagrebu umjesto 30.832 kWh (kod elektrootpornog grijanja) oko 8.704 kWh električne energije za pogon dizalice topline i dodatnih pumpi. U Splitu se umjesto 16.443 kWh za elektrootporno grijanje troši oko 4.459 kWh električne energije za rad dizalice topline i dodatnih pumpi.

Kako je ranije navedeno sustav s ventilatorskim konvektorima omogućava osim grijanja i komforno hlađenje prostora. Potrebna toplina za hlađenje objekta izračunata prema normi HRN EN 13790:2008 iznosi 3.949 kWh (lokacija Zagreb) odnosno 6.679 kWh (lokacija Split) dok potrebni učinci za hlađenje izračunati prema normi VDI2078 iznose 8,5 kW (Zagreb) odnosno 8,9 kW (Split). Uz sezonski faktor hlađenja od 4,63 za lokaciju Zagreb potrošnja električne energije iznosi oko 853 kWh. Faktor hlađenja za lokaciju Split iznosi 3,95 a potrošnja električne energije za hlađenje pri tome iznosi 1.691 kWh. Uz srednju cijenu električne energije od 0,85 kn/kWh troškovi hlađenja za objekt u Zagrebu iznose 725 kunu dok troškovi hlađenja za objekt u Splitu iznose 1.437 kuna.

Opis mjere

EE mjera 3.10. :	Dizalica topline podzemna voda - voda			
	ZAGREB		SPLIT	
Godišnje uštede	14.623 kn* 22.128 kWh 8,3 tCO ₂		7.920 kn* 11.984 kWh 4,6 tCO ₂	
Investicija	oko 160.000 kn**		oko 150.000 kn**	
Rok povrata investicije	10,9 godina		18,9 godina	
Životni vijek ee mjere	15 godina	20 godina	15 godina	20 godina
Uštede u životnom vijeku	59.345 kn** 331.920 kWh 124,8 tCO ₂	132.460 kn** 442.560 kWh 166,4 tCO ₂	-31.201 kn 179.760 kWh 67,5 tCO ₂	8.398 kn 239.680 kWh 90,1 tCO ₂

Uštede

* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu električne energije za domaćinstva od 1,14 kn/kWh (VT) i 0,56 kn/kWh (NT) s uključenim PDV-om. Cijena angažirane snage nije uzeta u obzir jer se radi o prelasku s elektrootpornog grijanja (14,1 kW) na grijanje dizalicom topline (ukupna potrebna snaga iznosi oko 6 kW).

** Investicija obuhvaća dobavu i ugradnju dizalice topline tipa voda - voda, bojler potrošne vode, gradnju produkcione i upojne bušotine, crpke i cjevovode za prijenos podzemne vode, izmjenjivač topline podzemne vode, gradnju sustava niskotemperaturne distribucije topline (podno grijanje ili ventilatorski konvektori) i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji, izvođaču, vrsti terena, dubini podzemne vode, stvarnim troškovima gradnje instalacije i sl.

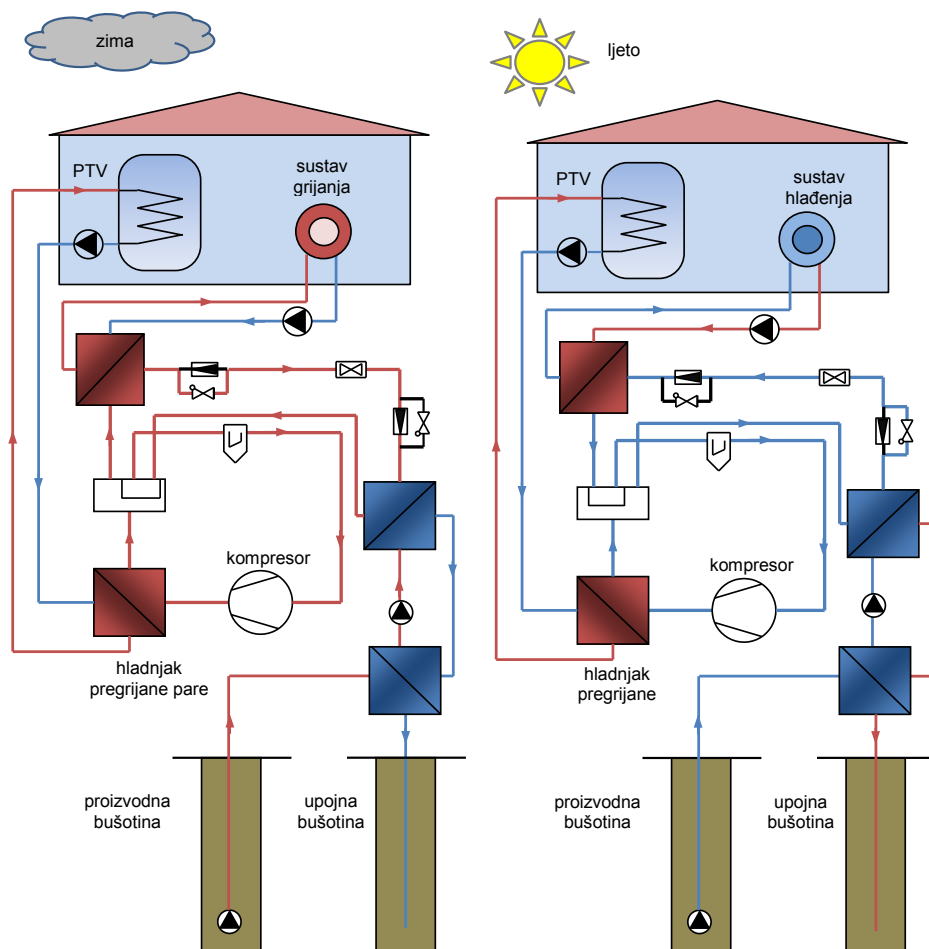
*** Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE PODZEMNA VODA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

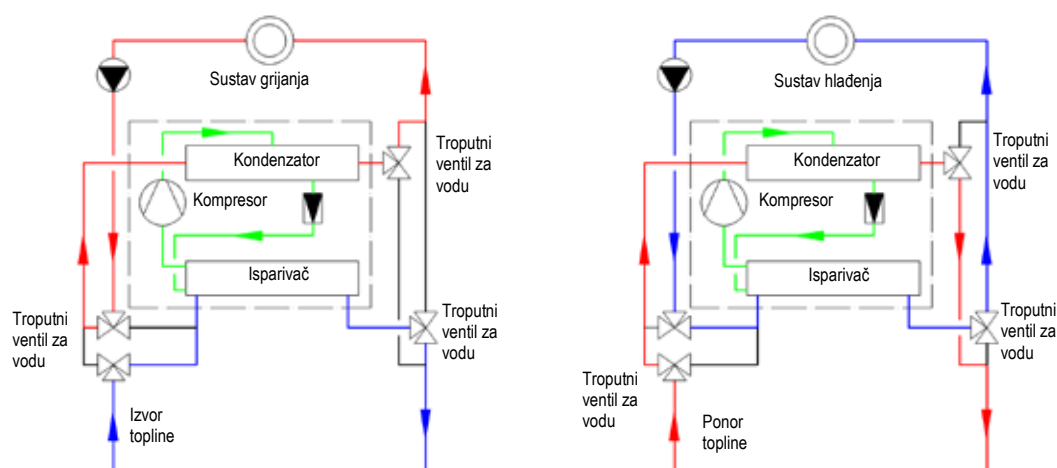
3.9.

Zg-St

Grafički prikaz



Slika 1. Sustav grijanja dizalicom topline s podzemnom vodom kao izvorom topline i prekreto režima rada na strani radne tvari



Slika 3. Dizalica topline s preketom na strani medija za prijenos topline

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE PODZEMNA VODA - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

- 1) Izrada projektne dokumentacije, cijena oko 10.000 do 13.000 kn
- 2) Dobava i ugradnja sustava za distribuciju topline (podno i zidno grijanje, ili ventilatorski konvektori ili kombinacija podnog grijanja i ventilatorskih konvektora)
- 3) Dobava i ugradnja reverzibilne dizalice topline rasolina - voda učinka 15,5 kW kod izlazne temperature glikolne smjese iz isparivača 0°C i izlazne temperature tople vode iz kondenzatora 45°C
- 4) Gradnja produkcione i upojne bušotine uključivo filtre, crpku podzemne vode, crpku vode iz isparivača i pločasti izmjenjivač topline - povezivanje izvora topline
- 5) Dobava i ugradnja bojlera za potrošnu vodu volumena 200 l te pripadne automatike
- 6) Elektroinstalacija
- 7) Puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja, hlađenja i pripreme potrošne vode

Specifikacija radova i opreme

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekt u kojem se proračunava potreban ogrjevn i rashladni učin, odabire dizalica topline, uređaj za korištenje topline podzemne vode - produkcione i upojna bušotina, crpke, cjevovodi i izmjenjivač topline za prijenos topline podzemne vode prema dizalici topline, odabiru se ventilatorski konvektori ili paneli za površinska grijanja - hlađenja, te osigurava sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad instalacije.
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak za gradnju kućne instalacije (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12). S projektom uređaja za korištenje topline podzemne vode ishoduje se stručno mišljenje Hrvatskih voda, a potom kod nadležnih županijskih službi treba zatražiti koncesiju o kojoj se sklapa ugovor.
- 3) Vrijeme trajanja /ishođenja dozvola: 1 godina
- 4) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost projekta je u rasponu od oko 12.000 do 15.000 kn. Jednokratni trošak koncesije koji za razmatrani primjer iznosi 3.805 kn za Zagreb te 2.061 kn za Split. Troškovi ishodovanja građevinske dozvole (takse).
- 5) Tko radi projekt/instalaciju: projekt radi ovlašteni inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projekatana dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr). Instalaciju rade instalaterske tvrtke osposobljene za ugradnju navedene opreme. Instalaciju izvođe ovlašteni izvoditelji radova. Prvo puštanje u rad smiju izvoditi samo ovlašteni instalateri, zajedno s odgovarajućim servisima proizvođača opreme. Projektiranje: Projekt termotehničkih instalacija u kući nije potreban, ali ga je je obzirom na složenost instalacije i obim potrebnih proračuna preporučljivo izraditi.

Procedura za provođenje mjere

Kućna instalacija: Dva puta godišnje pregled i čišćenje te eventualna zamjena filtera za zrak na ventilatorskim konvektorima i jednom godišnje propuhivanje cjevovoda za odvod kondenzata.

Postrojenje za korištenje topline podzemne vode i dizalica topline: Dva puta godišnje (kod izmjene režima rada) pregled i servis dizalice topline (kontrola ispravnosti, kontrola napunjenosti radne tvari, kontrola radnih parametara). Preporuča se servis od strane ovlaštenog serviseru proizvođača. Jednom godišnje kontrola crpke i filtera podzemne vode.

Kratak opis postupka i perioda održavanja

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
Projekt ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gaspenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izoliranu u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunat je korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2008 iznosi 26.078 kWh (postaja Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (postaja Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split).

Elektrotoporno grijanje predstavlja vrlo neracionalan način grijanja, s visokim troškovima energenta i priključka, a emisije CO₂ ovakvim načinom grijanja su najviše. Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08) za grijanje zgrada nije dopušteno rabiti sustave elektrotopornog grijanja (članak 11, koji će važiti od 31. prosinca 2015. godine). Unatoč tome, sustavi elektrotopornog grijanja su u Hrvatskoj česta pojava, posebno u primorskim krajevima gdje je potrošnja energije značajno niža u usporedbi s kontinentalnim dijelom. Godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode elektrotopornim grijanjem dosežu 26.207 kn u Zagrebu te 13.977 kn u Splitu.

Korištenje toplinske energije okoline sadržane u okolnom zraku putem dizalica topline predstavlja jedno od ekonomski opravdanih rješenja za grijanje građevina. Mogu se koristiti dizalice topline koje griju ili hlade vodu u niskotemperaturnom sustavu distribucije topline, pa se time pored grijanja može uz uvjet korištenja odgovarajućih tehničkih rješenja osigurati i potrebno hlađenje tijekom ljeta. Jedan takav sustav prikazan je na Slici 1. Sastoji se iz vanjske jedinice s kompresorom i toplinskim izmjenjivačem zrak - radna tvar (R 410A koji nije štetan za okoliš), te unutarnje jedinice u kojoj je smješten izmjenjivač topline radna tvar - voda, ekspanzijska posuda, pumpa i automatika, te elektro grijač za dodatno grijanje kod niskih vanjskih temperatura. Bez obzira da li se radi o grijanju ili hlađenju, sustav reverzijom smjera protoka radne tvari uvijek osigurava i pripremu potrošne vode za domaćinstvo putem bojlera. U hlađenju je jednostavno koristiti ventilatorske konvektore, a kada se koriste površinski sustavi predaje topline u prostor povoljnije je koristiti stropne od podnih ogrjevnog - rashladnih površina kakve su prikazane na slici. Pri tome treba djelovanjem regulacijskog sustava i dodatnim razvlaživanjem osigurati da temperatura na ogrjevnog - rashladnoj površini ne bude niža od temperature rošenja zraka u prostoriji.

Za ugradnju ovog sustava potrebno je izgraditi niskotemperaturni sustav distribucije topline niske temperature (35 do 50°C) kao što je podno grijanje i/ili ventilatorski konvektori. Ako se radi samo o podnom grijanju s dijelom ugrađenih zidnih panela, troškovi se za Zagreb kreću oko 49.000 kn dok za Split oni iznose oko 39.000 kn. Ako korisnik želi hladiti kuću, potrebno je ugraditi ventilatorske konvektore jer se površinskim hlađenjem ne može odvesti vlaga iz prostora bez rošenja na hladnim stijenama. Za ugradnju ventilatorskih konvektora prosječna cijena za Zagreb se (ovisno o odabranoj opremi) kreće oko 46.000 kn dok za Split ona iznosi oko 45.000 kuna. Sve navedene cijene sadrže PDV. Moguća je i kombinacija podnog grijanja i ventilatorskih konvektora koja osigurava izuzetno komforne uvjete boravka u prostoru, ali ima i adekvatno višu cijenu.

Što se tiče smanjenja ukupne emisije štetnih plinova ovakav je sustav opravdan jer troši značajno manje električne energije (za zadovoljenje energetske potrebe razmatrane kuće - grijanje i PTV troši se umjesto 30.832 kWh oko 10.000 kWh električne energije) i potrebno bi bilo poticati njegovu primjenu. Vrijednosti prikazane u odjeljku „Uštede“ odnose se na uštede kod grijanja. Ovdje je važno napomenuti da vrednovanje temeljem usporedbe troškova grijanja nije u potpunosti primjereno, jer naprijed opisani sustavi dizalice topline osiguravaju hlađenje zgrada ljeti, što se u današnje vrijeme za koje je karakterističan porast temperatura okoline može smatrati potrebom a ne nepotrebnim luksuzom. Zato odluka o primjeni dizalice topline ne ovisi samo o ekonomskim pokazateljima (ušteda na troškovima grijanja) već i o potrebi osiguranja uvjeta ugodnosti unutarnje klime.

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZRAK - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

Preciznije, primjenom sustava s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline, za zadovoljenje energetske potrebe razmatrane kuće - grijanje i PTV troši se u Zagrebu umjesto 30.832 kWh (kod elektrootpornog grijanja) oko 10.011 kWh električne energije za pogon dizalice topline i dodatnih pumpi. U Splitu se umjesto 16.443 kWh za elektrootporno grijanje troši oko 4.400 kWh električne energije za rad dizalice topline i dodatnih pumpi. Ušteda na električnoj energiji za grijanje i pripremu PTV u Zagrebu iznosi 20.821 kWh, dok se u Splitu štedi 12.043 kWh. Potrebna toplina za hlađenje objekta izračunata prema normi HRN EN 13790:2008 iznosi 3.949 kWh (lokacija Zagreb) odnosno 6.679 kWh (lokacija Split) dok potrebni učinci za hlađenje izračunati prema normi VDI2078 iznose 8,5 kW (Zagreb) odnosno 8,9 kW (Split). Uz sezonski faktor hlađenja od 5,0 za lokaciju Zagreb potrošnja električne energije iznosi oko 790 kWh. Zbog nešto viših temperatura zraka sezonski faktor hlađenja za lokaciju Split nešto je nepovoljniji, iznosi 3,8, a potrošnja električne energije za hlađenje pri tome iznosi 1.336 kWh. Uz srednju cijenu električne energije od 0,85 kn/kWh troškovi hlađenja za objekt u Zagrebu iznose 671 kunu dok troškovi hlađenja za objekt u Splitu iznose 1.135 kuna.

Opis mjere

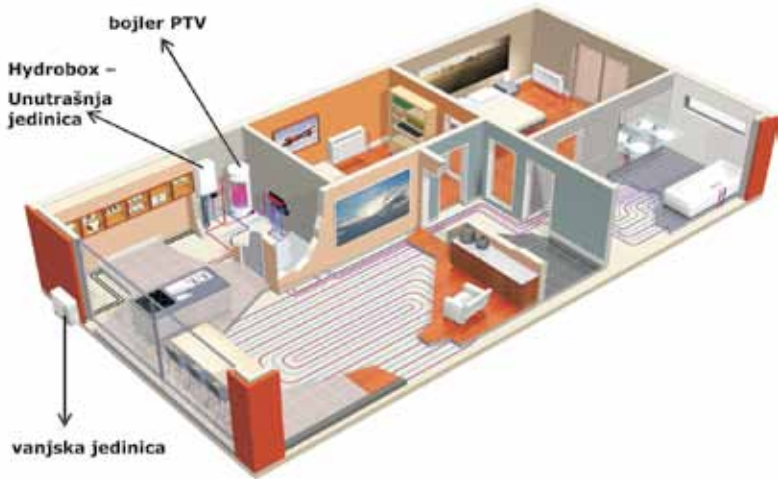
EE mjera 3.10. :	Niskotemperaturna dizalica topline zrak - voda			
	ZAGREB		SPLIT	
Godišnje uštede	17.698 kn* 20.821 kWh 7,8 tCO ₂		10.237 kn* 12.043 kWh 4,5 tCO ₂	
Investicija	oko 135.000 kn**		oko 120.000 kn**	
Rok povrata investicije	7,6 godine		11,7 godine	
Životni vijek ee mjere	15 godina	20 godina	15 godina	20 godina
Uštede u životnom vijeku	130.470 kn*** 312.317 kWh 117,4 tCO ₂	218.959 kn*** 416.423 kWh 156,5 tCO ₂	33.554 kn*** 180.652 kWh 67,9 tCO ₂	84.739 kn*** 240.870 kWh 90,5 tCO ₂

Uštede

* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu električne energije za domaćinstva od 1,14 kn/kWh (VT) i 0,56 kn/kWh (NT) s uključenim PDV-om. Cijena angažirane snage nije uzeta u obzir jer se radi o prelasku s elektrootpornog grijanja (14,1 kW) na grijanje dizalicom topline s dodatnim elektro grijačem (ukupna potrebna snaga iznosi također 14,1 kW ali se ne angažira istovremeno).

**Investicija obuhvaća dobavu i ugradnju reverzibilne dizalice topline tipa zrak - voda s dodatnim elektro grijačem, boiler potrošne vode s dodatnim elektro grijačem, gradnju sustava niskotemperaturne distribucije topline: podno grijanje i/ili ventilatorski konvektori i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji, izvođaču, stvarnim troškovima gradnje instalacije i sl.

***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu



Slika 1. Način ugradnje sustava

Grafički prikaz

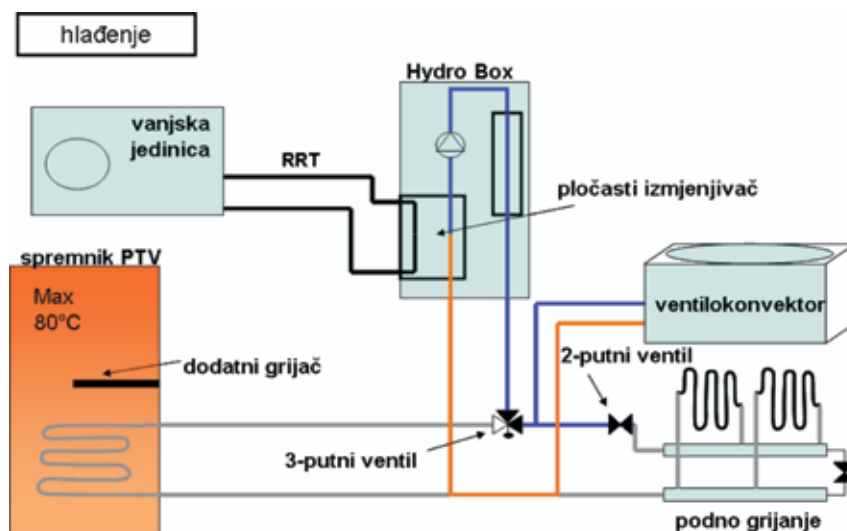
ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM SUSTAVOM S DIZALICOM TOPLINE ZRAK - VODA I NISKOTEMPERATURNIM SUSTAVOM DISTRIBUCIJE TOPLINE

TIPSKA MJERA

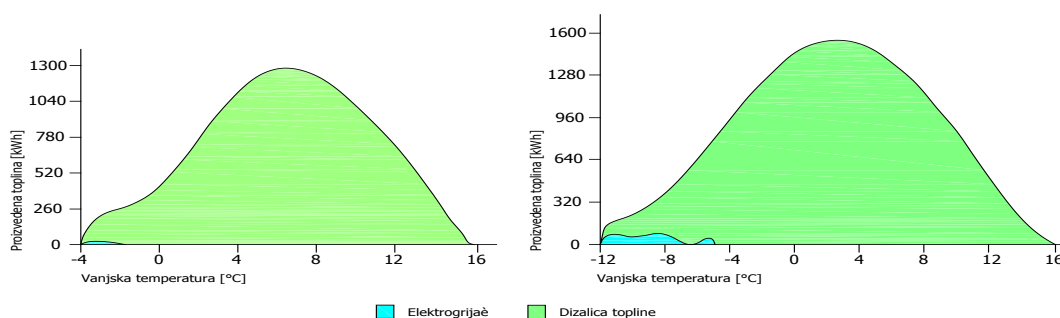
3.10.

Zg-St

Grafički prikaz



Slika 2. Principijelna shema spajanja sustava



Slika 3. Struktura proizvedene toplinske energije kod grijanja - lijevo Split, desno Zagreb

Specifikacija radova i opreme

- 1) Izrada projektne dokumentacije
- 2) Dobava i ugradnja sustava za distribuciju topline (podno i zidno grijanje, ili ventilatorski konvektori ili kombinacija podnog grijanja i ventilatorskih konvektora)
- 3) Dobava i ugradnja reverzibilne dizalice topline zrak - voda učinka 10,3 kW (Zagreb) s elektro dogrijačem učinka 6 kW te reverzibilne dizalice topline zrak - voda učinka 8,56 kW (Split) s elektro dogrijačem 3 kW. dizalica topline sastoji se iz vanjske i unutrašnje jedinice, bojlera za potrošnu vodu volumena 260 l te pripadne automatike
- 4) Elektroinstalacija
- 5) Puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja, hlađenja i pripreme potrošne vode

GRIJANJE

- 3.1. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin – lokacija Zagreb
- 3.2. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim plinskim kotlom na ukapljeni naftni plin (UNP)
- 3.3. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina niskotemperaturnim ili kondenzacijskim kotlom na lož ulje
- 3.4. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (peleti)
- 3.5. Zamjena kotla na lož ulje starog 20 godina novim kotlom na biomasu (pirolitički kotao)
- 3.6. Zamjena peći na drva novim kotlom na biomasu - pirolitički kotao
- 3.7. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak – zrak
- 3.8. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zemlja - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.9. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline podzemna voda - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.10. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode električnom energijom sustavom s dizalicom topline zrak - voda i niskotemperaturnim sustavom distribucije topline
- 3.11. Zamjena grijanja kuće i potrošne vode kotlom na lož ulje srednjotemperaturnom dizalicom topline zrak – voda
- 3.12. Usporedba različitih sustava distribucije topline na primjeru obiteljske kuće bruto površine 150 m²
- 3.13. Usporedba različitih energenata za potrebe grijanja obiteljske kuće bruto površine 150 m²

3

GRIJANJE

Opis mjere

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C, specifične potrošnje 207 kWh/m² (Zagreb) i 92 kWh/m² (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m²), a za pripremu potrošne vode za četveročlanu obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnja toplinske energije iznosi 30.832 kWh za Zagreb i 16.443 kWh (Split). Gubici sustava grijanja prostora i potrošne tople vode ovdje nisu uzeti u obzir.

Standardni kotao na lož ulje građen prije 25 godina, s regulacijom koja osigurava konstantnu srednju temperaturu kotlovske vode 80°C ima značajne termičke gubitke pogonske pripravnosti (prijelaz topline na okolinu, gubici kroz dimnjak), koji posebno dolaze do izražaja kod djelomičnih opterećenja, npr kod grijanja u proljeće i jesen ili ljeti kad kotao zbog pripreme potrošne vode stoji u pogonskoj pripravnosti veći dio dana. Takav kotao u Zagrebu troši godišnje 3.269 l EL loživog ulja za grijanje i 753 l EL loživog ulja za grijanje PTV, dok je u Splitu odgovarajuća godišnja potrošnja 1.531 l EL loživog ulja za grijanje i 748 l EL loživog ulja za grijanje PTV. S cijenom EL loživog ulja od 7,23 kn/l (uključen PDV), godišnji troškovi grijanja i pripreme potrošne vode dosežu 29.076 kn u Zagrebu i 16.028 kn u Splitu (trošak električne energije za pogon pumpi i plamenika nije uzet u obzir).

Korištenje toplinske energije okoline sadržane u okolnom zraku putem dizalica topline predstavlja jedno od ekonomski opravdanih rješenja za grijanje građevina. Za direktnu zamjenu kotla mogu se koristiti srednjotemperaturne dizalice topline koje griju vodu u postojećem sustavu distribucije topline s radijatorima. Jedan takav sustav dostupan na hrvatskom tržištu je kaskadna dizalica topline čiji je način ugradnje prikazan na *Slici 1.* izrađena u tzv. „split izvedbi“. Sastoji se iz vanjske i unutarnje jedinice. Vanjska jedinica predstavlja tzv. donju kaskadu rashladnog uređaja, odnosno isparivač tipa zrak - radna tvar (R410A), kompresor radne tvari R410A, interne cjevovode i regulaciju. Cjevovodi radne tvari R410A povezuju vanjsku jedinicu s unutarnjom. Unutarnja jedinica sadrži kondenzator kruga radne tvari R410A koji je ujedno isparivač kruga radne tvari R134A, kompresor gornje kaskade (za R134A), smješten kondenzator R134A - voda, ekspanzijsku posudu, pumpu i automatiku, ekspanzijsku posudu. Unutrašnja jedinica opremljena je i dodatnim grijačem manjeg učina namijenjenog za korištenje kod ekstremno niskih vanjskih temperatura. Na *Slici 2.* dana je principijelna shema spajanja takvog sustava. Ovakav uređaj namijenjen je samo za grijanje i ne omogućava hlađenje objekata.

Zbog temperatura koje dizalica topline može ostvariti moguće je koristiti postojeći sustav distribucije topline putem radijatora. Obzirom da ogrjevni učin dizalice topline pada pri nižim temperaturama, zamjena kotla visokotemperaturnom dizalicom topline je najučinkovitija u slučaju da su radijatori predimenzionirani (to treba utvrditi projektant) a česta je pojava kod instalacija građenih prije 25 godina gdje su uobičajeno radijatori predimenzionirani za oko 30%. *Slika 3* prikazuje strukturu energetskih tokova za objekte u zagrebačkoj i splitskoj regiji. Vidi se da za objekt u zagrebačkoj regiji dizalica topline pokriva 99% potreba za grijanjem dok se preostali iznos za grijanje objekta pokriva se radom elekto dogrijača. Kod objekta u splitskoj regiji dizalica toplina pokriva 100% potrebne topline za grijanje.

Primjenom srednjotemperaturne dizalice topline zrak – voda, za zadovoljenje energetskih potreba razmatrane kuće - grijanje i PTV, troši se u Zagrebu oko 12.990 kWh električne energije za pogon dizalice topline i dodatnih pumpi što iznosi 11.042 kuna godišnje. U Splitu se za pogon srednjotemperaturne dizalice topline zrak – voda godišnje troši 5.869 kWh električne energije što iznosi 4.989 kuna godišnje.

ZAMJENA GRIJANJA KUĆE I POTROŠNE VODE KOTLOM NA LOŽ ULJE SREDNJOTEMPERATURNOM DIZALICOM TOPLINE ZRAK - VODA

EE mjera 3.11. :	Srednjotemperaturna dizalica topline zrak - voda			
	ZAGREB		SPLIT	
Godišnje uštede	18.034 kn*		11.039 kn*	
	4.615 l lož ulja		2.278 l lož ulja	
	27.078 kWh		16.218 kWh	
	9,8 tCO ₂		5,9 tCO ₂	
Investicija	oko 96.000 kn**		oko 84.000 kn**	
Rok povrata investicije	5,3 godina		7,6 godina	
Životni vijek ee mjere	15 godina	20 godina	15 godina	20 godina
Uštede u životnom vijeku	174.517 kn***	264.690 kn***	81.578 kn***	136.770 kn***
	69.323 l lož ulja	92.309 l lož ulja	34.176 l lož ulja	45.569 l lož ulja
	494.920 kWh	659.893 kWh	252.466 kWh	336.621 kWh
	117,4 tCO ₂	240,8 tCO ₂	125,3 tCO ₂	167 tCO ₂

* Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu električne energije za domaćinstva od 1,14 kn/kWh (VT) i 0,56 kn/kWh (NT) s uključenim PDV-om. Cijena angažirane snage nije uzeta u obzir jer se radi o prelasku s elektrootpornog grijanja (14,1 kW) na grijanje dizalicom topline s dodatnim elektro grijačem (ukupna potrebna snaga iznosi također 14,1 kW ali se ne angažira istovremeno).

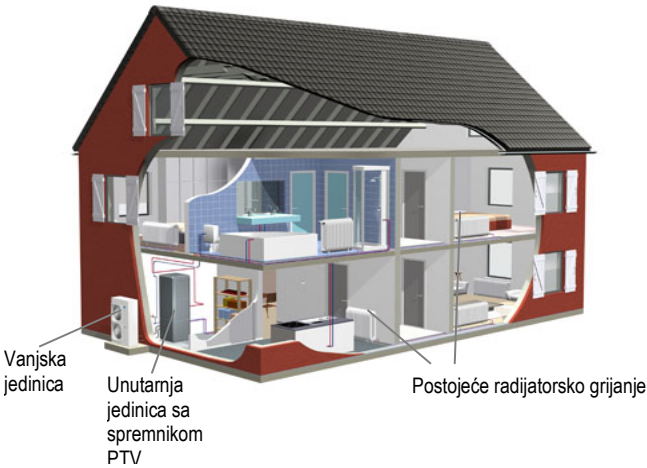
U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV za kuću u Zagrebu troši se 4.022 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnu moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva 40.068 kWh. Ugradnjom srednjotemperaturne dizalice topline zrak - voda godišnje se troši 12.990 kWh električne energije. Prema tome godišnja ušteda na energiji iznosi 27.078 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 14,7 tona godišnje dok kod grijanja električnom energijom ona iznosi 4,9 tona godišnje te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 9,8 tona godišnje.

U postojećem stanju za grijanje i pripremu PTV za kuću u Splitu troši se 2.217 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnu moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva od 22.087 kWh. Ugradnjom srednjotemperaturne dizalice topline zrak - voda godišnje se troši 5.869 kWh električne energije. Prema tome godišnja ušteda na energiji iznosi 16.218 kWh. Godišnja emisija CO₂ za grijanje lož uljem iznosi 8,1 tona godišnje dok kod grijanja električnom energijom ona iznosi 2,2 tona godišnje te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO₂ iznosi 5,9 tona godišnje.

**Investicija obuhvaća dobavu i ugradnju dizalice topline tipa zrak - voda s dodatnim elektro grijačem, bojler potrošne vode s dodatnim elektro grijačem i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji, izvoditelju, stvarnim troškovima gradnje instalacije i sl.

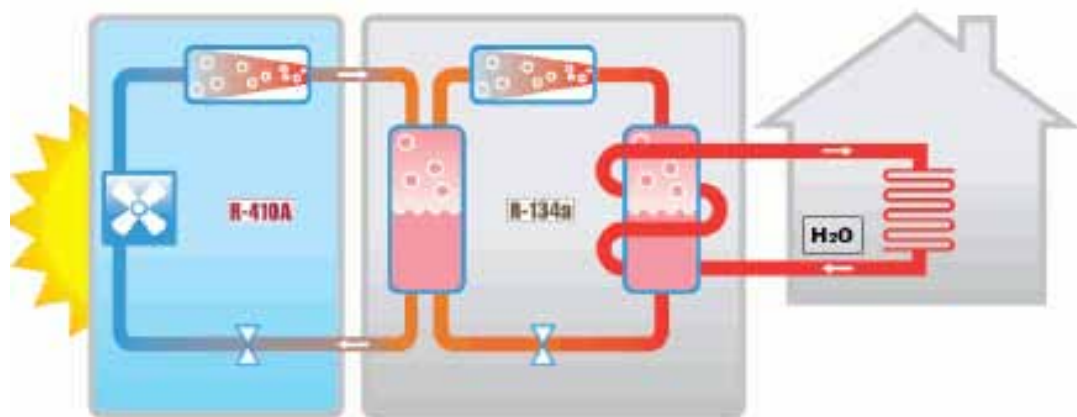
***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu

Uštede



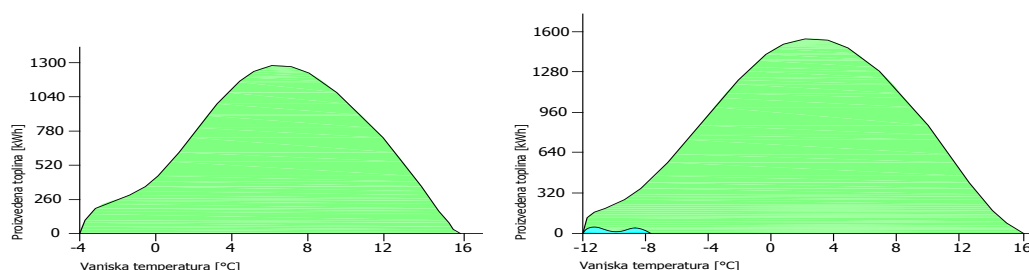
Grafički prikaz

Slika 1. Način ugradnje sustava



Grafički prikaz

Slika 2. Principijelna shema spajanja sustava



Slika 3. Struktura energetskega tokova kod grijanja - lijevo Split, desno Zagreb (zeleno - dizalica toplote, plavo elektrotoporni grijač: udio u ukupnoj potrošnji 0% Split i 0,3% Zagreb)

Specifikacija radova i opreme

- 1) Izrada projektne dokumentacije
- 2) Demontaža postojećeg kotla s bojlerom za potrošnu vodu, regulacijskim uređajem i crpkom, te pripadajućim cjevovodima i armaturom u kotlovnici.
- 3) Dobava i ugradnja kaskadne dizalice toplote zrak - voda učinka 17 kW kod vanjske temperature -15oC (zajednički učinak dizalice toplote i elektro grijača) te učinka 9,6 kW kod vanjske temperature -4oC (Split). Sustav se sastoji se iz vanjske i unutarnje jedinice, bojlera za potrošnu vodu volumena 200 l te pripadne automatike
- 4) Elektroinstalacija
- 5) Puštanje u pogon, funkcionalno ispitivanje sustava grijanja, hlađenja i pripreme potrošne vode

Potrebni projekti, dozvole, odobrenja

- 1) Projektiranje: Izrađuje se projekt u kojem se odabire i definira način ugradnje dizalice topline, te osigurava sukladnost s propisima iz područja sigurnosno tehničkih uvjeta za rad instalacije.
- 2) Postupak dobivanja: Kod ovakvog projekta nije potreban poseban upravni postupak (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/11 i 81/12)
- 3) Troškovi: Cijena projekta se određuje temeljem veličine investicije u skladu s Pravilnikom o cijenama usluga HKIS (to je još uvijek stari Pravilnik o cijenama usluga HKAIG, NN 85/1999). Očekivana vrijednost projekta je u rasponu od oko 5.000 do 8.000 kn.
- 4) Tko radi projekt/instalaciju: projekt radi ovlaštenu inženjer strojarstva. Liste ovlaštenih projektanata dostupne su u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva (www.hkis.hr). Instalaciju rade instalaterske tvrtke osposobljene za ugradnju navedene opreme. Instalaciju izvode ovlaštenu izvođači radova. Prvo puštanje u rad smiju izvoditi samo ovlaštenu instalateri, zajedno s odgovarajućim servisima proizvođača opreme.

**Procedura za
provođenje
mjere**

- Dva puta godišnje (kod izmjene režima rada) pregled i servis dizalice topline (čišćenje izmjenjivača topline vanjske jedinice, kontrola ispravnosti, kontrola napunjenosti radne tvari, kontrola radnih parametara). Preporuča se servis od strane ovlaštenog serviseru proizvođača.

**Kratak opis
postupka
i perioda
održavanja****Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)**

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
 Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
 tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
 E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gasparenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapačić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)

Uvod

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m², toplinski izolirane u skladu s HRN U.J5.600 (propis iz 1987. godine), izračunati su korištenjem propisa HRN EN 12831 potrebni toplinski učini koji iznose 14,1 kW (Zagreb) i 9,6 kW (Split) kod projektne temperature vanjskog zraka -15°C (Zagreb) i -4°C (Split). Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje izračunata prema normi HRN EN 13790:2009 iznosi 26.078 kWh (postaja Zagreb – Maksimir) i 11.689 kWh (postaja Split – Marjan) s granicom grijanja 15°C.

Mogući načini centralnog grijanja kod obiteljskih kuća su grijanje radijatorima i drugim ogrjevnim tijelima s prirodnom konvekcijom, grijanje ventilokonvektorima i podno grijanje. Ova tri grijanja spadaju u toplovodna grijanja, tj. distribucija topline od kotla do ogrjevnih tijela u prostoru provodi se preko cjevovoda kroz koji cirkulira topla voda. Zračno grijanje kod kojega se ugrijani topli zrak dovodi u prostorije putem zračnih kanala, kod nas nije uobičajen način grijanja. Kod ovog grijanja može se u prostoriju dovesti potrebna količina svježeg zraka dok se odgovarajuća količina odbacuje u okolinu kao otpadni zrak (termoventilacija). Grijanje zračenjem kakvo se često koristi za veće industrijske hale također nije uobičajeno za obiteljske kuće.

U slobodne ogrjevne površine za prijenos topline od tople vode na zrak u prostoru spadaju pločasti radijatori, člankasti (čelični, lijevanoželjezni i aluminijski) radijatori, cijevni radijatori i registri te konvektori (Slika 1. i Slika 2.).



a) čelični člankasti



b) aluminijski



c) pločasti

Slika 1. Različite izvedbe radijatora



Slika 2. Različite izvedbe konvektora

Grijanje radijatorima

Za kućanstva se najčešće koriste radijatori. Radijatore je poželjno smjestiti na vanjskim zidovima ispod prozora, jer se tada postižu najbolji uvjeti temperaturne distribucije u prostoru (*Slika 3.*) pri čemu treba voditi računa da vanjski zidovi budu adekvatno izolirani. Cirkulacija zraka oko radijatora ne smije se spriječiti ugradnjom maski, prekrivanjem i slično. Nužno je pravilno spojiti radijatore kako bi se osigurala pravilna cirkulacija vode kroz radijatore. Kod odluke o izboru tipa radijatora korisnici se često vode estetskim razlozima. Lijevanoželjezni radijatori su veće mase. Pločasti radijatori primjenjuju se tamo gdje postoje visoki higijenski zahtjevi jer se lako čiste.

Odabir radijatora i proračun sustava za distribuciju topline dosada se obično provodio za temperaturu polaznog voda tople vode 90°C, temperaturu povratnog voda tople vode 70°C i temperaturu zraka u prostoriji 20°C. Prema novom propisu EN 442, ove su temperature 75°C, 65°C i 20°C, tj. sustav radijatorskog grijanja projektira se s nešto nižim temperaturama vode i adekvatno većim površinama. To je moguće provesti jer je zbog poboljšane izolacije građevina došlo do smanjenja specifične potrošnje energije pa sniženje temperature vode ne rezultira značajnim povećanjem površine ugrađenih radijatora. Jedan od razloga za ovo sniženje temperature je svakako ušteda toplinske energije (smanjenje toplinskih gubitaka, primjena kondenzacijskih kotlova i sl.), ali se također ostvaruje i bolji osjećaj ugodnosti u prostoru obzirom da se izbjegava suha destilacija prašine koju zrak donosi na vruće ogrjevne površine što može dovesti do iritacije dišnih puteva kod ljudi.

Razvod tople vode do radijatora može biti jednocijevni i dvocijevni. Kod dvocijevnog sustava u svaki radijator ulazi voda iste polazne temperature, dok se kod jednocijevnog sustava temperatura s kojom voda ulazi u radijator snižava od prvog do posljednjeg radijatora u nizu. Za svaki od ovih razvoda potrebno je na odgovarajući način dimenzionirati ogrjevne površine. Razvod tople vode može se provesti vidljivo, ili pak u zidovima odnosno podu. Najčešće se koriste plastične ili bakrene cijevi. Uz svaki radijator ugrađuju se po dva radijatorska ventila na polaznom i povratnom vodu. Ventil na povratnom vodu koristi se za balansiranje protoka kroz cijevni razvod, dok je za ventil na polaznom vodu poželjno da bude termostatski kako bi se osigurala ušteda energije. Cijena instalacije određena je za analiziranu obiteljsku kuću površine 150 m² na dvije razmatrane lokacije Zagreb i Split i za dva različita slučaja temperature vode 90/70°C i 65/55°C. Sustav 65/55°C odabran je ovdje jer je pogodan za primjenu s kondenzacijskim kotlovima, a neke izvedbe dizalica topline omogućuju također rad s ovim temperaturama (dizalice topline s dvostupanjskom kompresijom i dizalice topline s izdvojenim izmjenjivačima za korištenje topline pregrijane pare nakon kompresije). Usporedba cijena gradnje instalacije dana je u *Tablici 1.* za slučaj korištenja aluminijskih radijatora dva hrvatska proizvođača i dvocijevni razvod. *Tablica 1.* daje orijentacijske vrijednosti koje mogu varirati ovisno o odabranoj opremi, načinu na koji se izvodi cijevni razvod, izvodjaču i drugim specifičnim zahtjevima.

Radijatori ne traže posebno održavanje, osim uobičajenog čišćenja radi održavanja higijene. Brzine strujanja zraka u prostorijama s grijanim radijatorima su male i ne prelaze dozvoljene brzine od oko 0,1 - 0,2 m/s. U grijanom prostoru pri normalnom radu nema izvora buke. Buka se može pojaviti jedino u slučaju povećane brzine strujanja vode kroz cjevovod i radijator kod krivo projektiranih sistema, kod strujanja kroz prtvoren termostatski ventil, ako projektom nisu predviđene odgovarajuće mjere i u slučaju nedovoljno odzračanih radijatora ili cijevnih vodova.

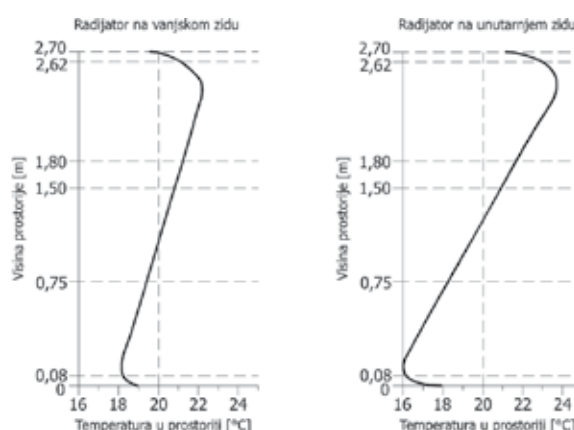
Ugradnjom radijatora ostvaruje se donekle nejednolika distribucija temperature po visini prostorije, a u slučaju ugradnje na nepovoljne položaje (unutarnji zidovi) može doći i do narušavanja uvjeta toplinske ugodnosti u prostoru (*Slika 3.*).

**Grijanje
radijatorima**

Tablica 1. Troškovi gradnje sustava grijanja radiatorima - dvocijevni razvod

Opis stavke			ZAGREB				SPLIT			
			90/70°C		65/55°C		90/70°C		65/55°C	
	Jedinica	Cijena/jed	Kol.	Cij. (kn)	Kol.	Cij. (kn)	Kol.	Cij. (kn)	Kol.	Cij. (kn)
1. RADIJATORI										
Radijator model 1	članak	67	93	6.231	149	9.983	58	3.886	99	6.633
Radijator model 2	članak	78	78	6.084	131	10.218	52	4.056	89	6.942
Ugradnja po komadu	komad	400	10	4.000	11	4.400	10	4.000	11	4.400
2. CIJEVNI RAZVOD										
Cu cijevi φ18	m	52	92	4.784	100	5.200	92	4.784	100	5.200
Cu cijevi φ22	m	64	34	2.176	34	2.176	34	2.176	34	2.176
Cu cijevi φ28	m	86	6	516	6	516	6	516	6	516
Cu cijevi φ35	m	96	12	1.152	12	1.152	12	1.152	12	1.152
Fitinzi	cca	4.000	1	4.000	1	4.000	1	4.000	1	4.000
Ukupno cijevni razvod	kn			12.628		13.044		12.628		13.044
3. ARMATURA										
Termoglave	kom	100	10	1.000	11	1.100	10	1.000	11	1.100
Detentor	kom	50	10	500	11	550	10	500	11	550
Odzračnici	kom	30	10	300	11	330	10	300	11	330
Kuglasti ventil DN 32	kom	100	2	200	2	200	2	200	2	200
Ukupno armatura				2.000		2.180		2.000		2.180
Ukupno radijator model 1	kn			24.712		29.842		22.684		26.566
Ukupno radijator model 2	kn			24.859		29.607		22.514		26.257

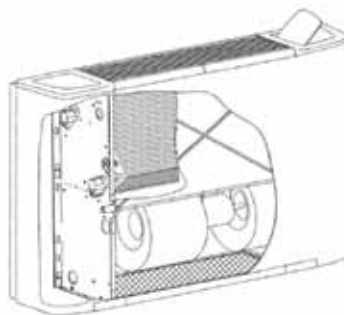
Grijanje radiatorima



Slika 3. Distribucija temperature po visini prostorije kod radijatorskog grijanja ovisno o položaju radijatora

Grijanje ventilokonvektorima

Ventilokonvektori sadrže izmjenjivač topline iz bakrenih cijevi s aluminijskim lamelama, ventilator za prisilnu cirkulaciju zraka i filter. Obično se isporučuju u izvedbi koja osigurava grijanje i hlađenje te su tada opremljeni kadicom za skupljanje kondenzata i ovisno o izvedbi crpkom za odvod kondenzata. Ako se smještaju na vanjski zid moguće je predvidjeti i dovod dijela svježeg zraka s regulacijom omjera svježeg i optoćnog zraka putem zaklopki. Grade se u različitim izvedbama, kao parapetni, ugradni za zid, kazetni (za spuštene stropove), kanalski i sl. Najčešća je stojeća podna izvedba.



Slika 4. Shematski prikaz i presjek ventilokonvektora stojeće izvedbe



Slika 5. Različite izvedbe ventilokonvektora

Grijanje ventilokonvektorima

Odabir ventilokonvektora i proračun sustava za distribuciju topline obično se provodi za temperaturu polaznog voda tople vode 50°C, temperaturu povratnog voda tople vode 40°C i temperaturu zraka u prostoriji 22°C. Temperature tople vode 50/40°C u polaznom/povratnom vodu slijede iz temperatura koje je moguće postići radom kompresijskih dizalica topline kakve se najčešće koriste u postrojenjima grijanja i klimatizacije. Ovakav niskotemperaturni sustav distribucije topline osigurava vrlo ugodne uvjete boravka u prostoru. Obzirom da je prijelaz topline na strani zraka prisilnom cirkulacijom, moguće je projektirati sustav grijanja ventilokonvektorima i s manjim temperaturama ogrjevnice vode. Temperatura prostora od 22°C je viša nego li je to slučaj kod radijatorskog grijanja, jer je povišenom temperaturom potrebno osigurati osjećaj toplinske ugodnosti kod prisilne cirkulacije zraka. Za ljetni rad (hlađenje) projektne su temperature polaznog voda hladne vode 7°C, povratnog voda hladne vode 12°C i zraka u prostoriji 26°C.

Ako se provodi hlađenje, cijevni razvod treba biti izoliran toplinskom izolacijom koja ima parnu branu za sprečavanje difuzije vodene pare, a potrebno je izvesti i odgovarajući cjevovod za odvod kondenzata koji rođenjem nastaje na hladnim površinama izmenjivača topline i skuplja se u kadici.

Usporedba cijena gradnje instalacije dana je u *Tablici 2.* za slučaj korištenja ventilokonvektora tri strana proizvođača koji su zastupljeni u Hrvatskoj. Za dvocijevni razvod *tablica 2.* daje orijentacijske vrijednosti, koje mogu varirati ovisno o odabranoj opremi, načinu na koji se izvodi cijevni razvod, izvoditelju i drugim specifičnim zahtjevima. Ventilokonvektori obično se ne ugrađuju u sanitarne prostore (oni se ne hlade, a postoji i opasnost od korozije), pa je za sanitarne prostore u prikazu troškova u *Tablici 2.* predviđena ugradnja električnih grijača tijela.

USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m²

TIPSKA MJERA

3.12.

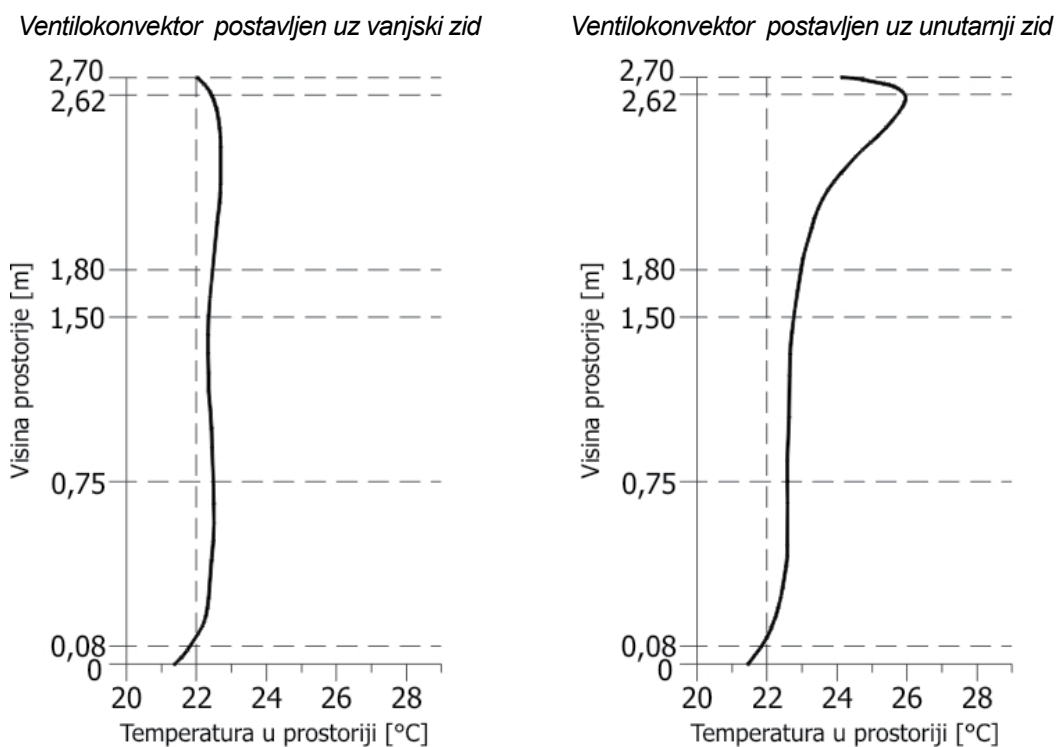
Zg-St

Tablica 2. Troškovi gradnje sustava grijanja i hlađenja ventilokonvektorima - dvocijevni toplinski izoliran razvod

Opis stavke			ZAGREB		SPLIT	
	Jed. Mjere	Jed. Cijena (kn)	Količina	Cijena (kn)	Količina	Cijena (kn)
1. Ventilokonvektori						
<i>Proizvođač 1</i>						
Veličina A1	kom	2.415	0	0,00	2	4.830
Veličina B1	kom	2.750	4	11.000	2	5.500
Veličina C1	kom	3.019	1	3.019	1	3.019
Veličina D1	kom	3.422	1	3.422	1	3.422
Ukupna dobava	kn			17.441		16.771
Ukupno sa ugradnjom	kn			20.929		20.125
<i>Proizvođač 2</i>						
Veličina A2	kom	2.697	0	0,00	1	2.697
Veličina B2	kom	2.948	5	14.740	4	11.792
Veličina C2	kom	3.652	1	3.652	1	3.652
Ukupna dobava	kn			18.392		18.141
Ukupno sa ugradnjom	kn			22.070		21.769
<i>Proizvođač 3</i>						
Veličina A3	kom	1.939	4	7.756	4	7.756
Veličina B3	kom	2.174	2	4.348	2	4.348
Ukupna dobava	kn			12.104		12.104
Ukupno sa ugradnjom	kn			14.525		14.525
Regulacija ventilokonvektora	kom	495	6	2.970	6	2.970
2. Cijevi						
Cu cijevi φ18	m	57	26	1.482	26	1.482
Cu cijevi φ22	m	70	18	1.260	18	1.260
Cu cijevi φ28	m	94	28	2.632	28	2.632
Cu cijevi φ35	m	105	10	1.050	10	1.050
Cu cijevi φ18	m	57	20	1.140	20	1.140
Fitinzi	cca	3.300	1	3.300	1	3.300
Ukupno cijevi	kn			10.864		10.864
3. Izolacija						
Za cijevi φ18	m	49	26	1.274	26	1.274
Za cijevi φ22	m	60	18	1.080	18	1.080
Za cijevi φ28	m	71	28	1.988	28	1.988
Za cijevi φ35	m	82	10	820	10	820
Ukupno izolacija	kn			5.162		5.162
4. Armatura						
Radijatorski ventil	kom	110	6	660	6	660
Detentor	kom	55	6	330	6	330
Kuglasti ventil DN 32	kom	110	2	220	2	220
Ukupno armatura	kn			1.210		1.210
5. Električne grijače ploče						
450 W	kom	1.643	1	1.643	1	1.643
800 W	kom	1.980	1	1.980	2	3.960
1200 W	kom	2.420	1	2.420	0	0
Ukupno armatura	kn			6.043		5.603
Ukupno prizvođač 1	kn			47.178		45.934
Ukupno prizvođač 2	kn			48.319		47.578
Ukupno prizvođač 3	kn			40.774		40.334

Grijanje
ventilokonvektorima

Ugradnjom ventilokonvektora ostvaruje se nešto povoljnija distribucija temperature po visini prostorije, a manji je utjecaj ugradnje na nepovoljne položaje (unutarnji zidovi) u odnosu na grijanje radijatorima. Potrebno je paziti na brzine strujanja u zraku u zoni boravka ljudi jer na izlazu iz ventilokonvektora ove brzine značajno prelaze dozvoljene vrijednosti.



Slika 6. Distribucija temperature po visini prostorije kod grijanja ventilokonvektorima ovisno o položaju

Regulacija rada ventilokonvektora je putem termostata sa mogućnošću odabira ljetnog ili zimskog režima rada, brzine vrtnje ventilatora (različiti nivo buke) te željene temperature. Ovisno o temperaturi prostora termostat uključuje ili isključuje ventilator na ventilokonvektoru čime se značajno reducira kapacitet grijanja ili hlađenja. Izvedbe s ventilima koji prekidaju protok vode kroz grijač/hladnjak kod dostizanja željene temperature nisu uobičajene za domaćinstva. Za svaki ventilatorski konvektor potrebno je osigurati napajanje ventilatora električnom energijom. Poželjno je to napajanje provesti s centralnog mjesta (iz kotlovnice ili rashladne stanice) tako da se kod prekida rada kotla ili dizalice topline prekine i rad ventilokonvektora, jer u protivnom oni mogu nastaviti raditi sukladno zahtjevima termostata, bez obzira na to što ne radi centralni uređaj za grijanje ili hlađenje.

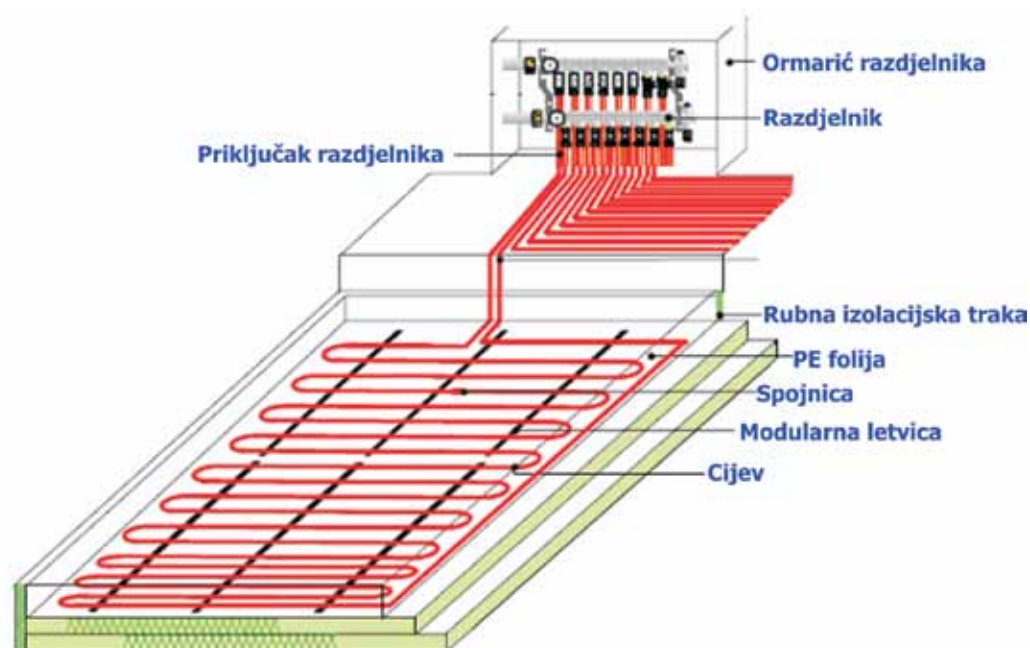
Ventilokonvektori zahtijevaju redovito održavanje što podrazumijeva redovito čišćenje ili zamjenu filtera za zrak te propuhivanje cjevovoda za odvod kondenzata. U protivnom dolazi do smanjenja protoka, a u nepovoljnim slučajevima i do potpunog prekida grijanja te do oštećenja prostora i stvari uslijed vlage koja se kod začepljenog odvoda može prelići preko ruba kadice za skupljanje kondenzata.

Buka koja se javlja uslijed rada ventilatora nije zanemariva i potrebno je pažljivo izraditi projekt te odabrati ventilokonvektore u skladu sa zahtjevima korisnika i propisima zaštite od buke. Kao i kod radijatora, buka se također može pojaviti i u slučaju povećane brzine strujanja vode kroz cjevovod i ventilokonvektor, kod krivo projektiranih sistema i u slučaju nedovoljno odzračenih ventilokonvektora ili cijevnih vodova.

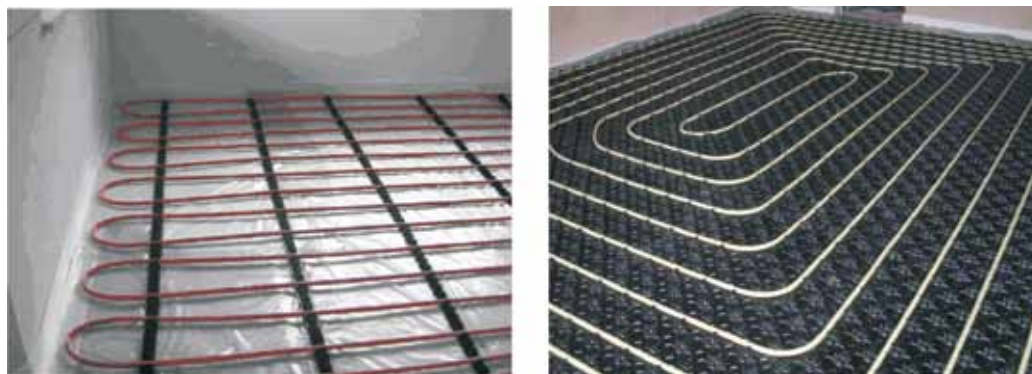
**Grijanje
ventilokonvektorima**

USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m²

Kod površinskih grijanja, na toplinski izoliranu površinu poda ili zida polaže se na odgovarajućim nosačima cijevni registar kroz koji protiče topla voda te se potom na cijevi postavlja betonski estrih i konačno završni sloj poda. Postoje različite izvedbe, s cijevima, registrima, gotovim pločama te različite tehnologije postavljanja (*Slika 7. i Slika 8.*). Temperature vode održavaju se niskima kako bi se površina poda ili zida držala u granicama od 29°C do 35°C, koja osigurava komforne uvjete boravka te sigurnost osoba u prostoru. Naime, uslijed djelovanja termoregulacijskog sustava ljudskog organizma kod viših temperatura poda cirkulacija krvi bi bila usmjerena prema nogama što može izazvati zdravstvene probleme. Ograničenje površinskih temperatura postavlja i ograničenje toplinskog toka, tako da je za zone stalnog boravka ljudi (temperatura površine 29°C) moguć toplinski tok 100 W/m² dok u rubnim zonama (temperature površine do 35°C) toplinski tok može doseći do 175 W/m².



Slika 7. Elementi sustava podnog grijanja



Slika 8. Različiti načini polaganja cijevi

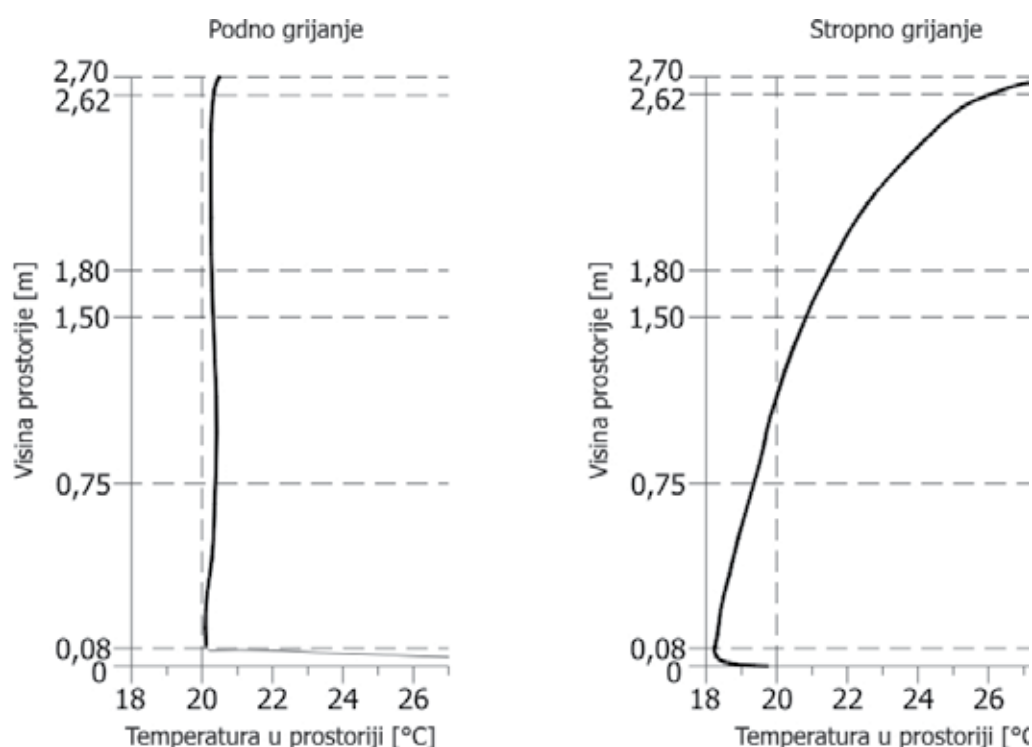
Ukoliko su specifični gubici građevine veći od navedenih graničnih vrijednosti treba dodatno izolirati prostor, što je preporučljivo rješenje. Ukoliko to nije moguće, potrebno je razmotriti dodatno zidno grijanje, a ako ni to nije moguće dodatno grijanje radijatorima. Zbog niskih temperatura medija za prijenos topline, podno grijanje je pogodno za slučaj korištenja dizalica topline, niskotemperaturnih i kondenzacijskih kotlova ili sunčeve

Podna i zidna
grijanja

energije. Također zbog niskih površinskih temperatura manja je pojava prašine nego li je to slučaj kod drugih sistema grijanja. Nedostatak je povećana termička inercija, jer se cijela masa poda zagrijava na temperaturu višu od temperature zraka u prostoriji i kod brzih promjena vanjskih uvjeta (promjene insolacije, povećanje vanjske temperature) može doći do pregrijavanja prostora. Kod suvremenih, bolje izoliranih građevina, ovaj nedostatak je sve manje izražen jer su potrebne sve niže polazne temperature vode u sustavu grijanja (teoretski, kad bi sve plohe prostorije bile obložene cijevnim registrima, dovoljna bi bila temperatura vode od 20°C da održava komforne uvjete u prostoru). Ovisno o temperaturi, oko dvije trećine topline kod podnih grijanja odaje se zračenjem i jedna trećina konvekcijom.

Kroz registre ili cijevi podnih i zidnih grijanja može ljeti protjecati ohlađena voda kako bi se osiguralo djelomično hlađenje i visok stupanj lagodnosti u prostoru. Pritom je posebno važno regulacijskim sustavom osigurati da temperatura površine poda ili zida bude uvijek veća od temperature rošenja zraka u prostoriji, kako ne bi došlo do pojave vlage uslijed rošenja na tako hlađenim površinama. Kako se relativna vlažnost zraka u prostoriji povećava uslijed unutarnjih izvora vlage (disanje, znojenje, kuhanje, pranje rublja i posuđa itd.), a time se povećava temperatura rošenja, neophodno je u kombinaciji s podnim ili zidnim hlađenjem osigurati ili razvlaživanje zraka (sorpcijski uređaji za odvlaživanje) ili putem ventilokonvektora odnosno klima uređaja odvesti višak vlage iz zraka.

Kod podnih grijanja je najpovoljnija distribucija temperature po visini prostorije.



Slika 9. Distribucija temperature po visini prostorije kod podnog i stropnog grijanja

Usporedba cijena gradnje instalacije dana je u *Tablici 3.* *Tablica 3.* daje orijentacijske vrijednosti za analizirane objekte i lokacije koje mogu varirati ovisno o odabranoj opremi za grijanje (više ili niže temperature), načinu na koji se izvodi cijevni razvod, izvoditelju i drugim specifičnim zahtjevima. Troškovi se odnose na dodatne troškove koje investitor ima kod gradnje podnog i zidnog grijanja u usporedbi s gradnjom poda ili zida u prostorima koji se griju na neki drugi način.

**Podna i zidna
grijanja**

USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m²

TIPSKA MJERA

3.12.

Zg-St

Tablica 3. Troškovi gradnje sustava podnog i zidnog grijanja

Opis stavke			ZAGREB		SPLIT	
	Jed. Mjere	Jed. Cijena(kn)	Količina	Cijena (kn)	Količina	Cijena (kn)
1. PODNO GRIJANJE						
1.1. Cijevi u podu	m	16,00	746	11.936	643	10.288
1.2. Hvataljke cijevi	m	22,00	146	3.212	142	3.124
1.3. Spojnice	kom	24,00	7	168,00	6	144
1.4. Spojne cijevi	kom	39,00	26	1.014	24	936
1.5 Kolektori						
Kolektor s 7 priključaka	kom	2.697	0	0,00	1	2.697
Kolektor s 8 priključaka	kom	2.943	0	0,00	1	2.943
Kolektor s 9 priključaka	kom	3.190	2	6.380		0
1.6 Izolacija						
Debljine 3 cm	m²	33,00	65	2.145	65	2.145
Debljine 5 cm	m²	55,00	59	3.245	59	3.245
Ukupna dobava materijala	kn			28.100		25.522
Ukupno materijal s ugradnjom	kn			33.720		30.626
2. ZIDNO GRIJANJE						
Zidni registar 200/5	kom	214,00	38	8.132	18	3.852
Dodatni pribor		21,00	38	798		0
Ugradnja		42,00	38	1.596		0
Ukupno zidno grijanje				10.526		3.852
3. CIJEVI						
Cu cijevi φ18	m	94,00	12	1.128	12	1.128
Cu cijevi φ18	m	105,00	12	1.260	12	1.260
Fitinzi	cca	1.100	1	1.100	1	1.100
Ukupno cijevi	kn			3.488		3.488
Sveukupno podno i zidno grijanje	kn			47.734		37.966

Podno i zidno grijanje ne zahtijeva posebno održavanje, a pri radu se ne pojavljuje buka.

**Podna i zidna
grijanja**

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
Projektni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gaspenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branislav Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)



USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

TIPSKA MJERA

3.13.

Zg-St

U Hrvatskoj se grijanje obiteljskih kuća najčešće provodi korištenjem električne energije, ogrjevnog drva, lož ulja, prirodnog plina i ukapljenog naftnog plina.

ELEKTRIČNA ENERGIJA

Električna energija može se koristiti za elektrootporno grijanje ili za pogon kompresijskih dizalica topline. Cijene za kućanstva formiraju se u skladu s tarifnim pravilnikom elektrodistribucijskih poduzeća. Trenutne cijene za kućanstva su prikazane u *Tablici 1*. Prema podacima HEP-a oko 50 - 60% energije (ovisno o hidrološkoj situaciji) proizvodi se radom hidroelektrana, oko 30 - 40% radom termoelektrana i oko 8 - 10% radom nuklearne elektrane Krško.

Tablica1. Cijene opskrbe električnom energijom (stanje iza travnja 2013)

Kategorija kupaca		Tarifni model	TARIFNI ELEMENT					
			Radna energija			Radna snaga	Prekomjerna jalova energija	Naknada za mjernu uslugu i opskrbu
			JT	VT	NT			
			[Kn/kWh]	[Kn/kWh]	[Kn/kWh]	[Kn/kW]	[Kn/kvarh]	[Kn/mj]
			Tarifne stavke					
Poduzetništvo	Visoki napon	Bijeli	-	0,46	0,43	67,92	0,16	103,00
	Srednji napon	Bijeli	-	0,58	0,49	82,92	0,15	101,00
	Niski napon	Plavi	0,95	-	-	-	0,15	76,30
		Bijeli	-	1,02	0,51	-	0,15	76,30
		Crveni	-	0,66	0,53	97,92	0,15	76,30
		Narančasti	-	-	-	-	-	-
		Žuti (javna rasvjeta)	0,87	-	-	-	-	49,70
	VN-OPS	Bijeli	-	0,41	0,41	53,42	-	49,70
Kućanstvo	Niski napon	Plavi	0,48	-	-	-	-	17,40
		Bijeli	-	0,91	0,45	-	-	17,40
		Narančasti	1,16	-	-	-	-	-
		Crni	0,40	-	-	-	-	6,20

Energenti

LOŽ ULJE EL

Lož ulje je često korišten energent za grijanje kućanstava. Najčešće se koristi ekstra lako lož ulje (LUEL), čiji su sastav i karakteristike sljedeći prema masenom udjelu:

C	86%
H	13%
O + N	0,5%
S	0,2%
Vrelište / Područje vrenja	180 - 300°C
Točka paljenja / Plamište	55°C
Temperatura samozapaljenja	250 – 460°C
Granice eksplozivnosti	0,6 – 6,5% v/v
Gustoća (15°C), najviše	820 - 860 kg/m ³
Točka tečenja, najviše	0 do -12°C
Viskoznost (20°C)	1,8 – 6,0 mm ² /s
Viskoznost (40°C)	1,3 – 3,8 mm ² /s
Količina sumpora, najviše	0,2%
Gornja ogrjevna moć	45400 kJ/kg (12,611 kWh/kg)
Donja ogrjevna moć	42700 kJ/kg (11,861 kWh/kg)

Cijena (maloprodajna s PDV-om) s kojom su provedene kalkulacije u ovom radnom listu iznosi 7,23 kn/l, a preračunata cijena (za gustoću 840 kg/m³) 8,61 kn/kg.

PRIRODNI PLIN

Uobičajeni sastav prirodnog plina kojeg isporučuje HEP-Plin je sljedeći:

metan	CH ₄	vol.%	92,00 - 99,00
etan	C ₂ H ₆	vol.%	0,05 - 2,60
dušik	N ₂	vol.%	0,40 - 2,90
ugljik dioksid	CO ₂	vol.%	0,05 - 0,09
viši ugljikovodici	C _m H _n	vol.%	0,10 - 0,40
gornja ogrijevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H _g	kJ/m ³	40,152
		kWh/m ³	11,153
donja ogrjevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H _d	kJ/m ³	36,218
		kWh/m ³	10,061
gustoća (0°C, 1013,25 mbar)	ρ	kg/m ³	0,753
relativna gustoća (zrak =1)	d _v	-	0,590
Wobbe broj	W _g	kJ/m ³	52,273
		kWh/m ³	14,520
teoretska količina zraka za izgaranje	V _{Zmin}	m ³ /m ³	9,592

Očekivane karakteristike prirodnog plina iz polja sjevernog Jadrana koji će se distribuirati magistralnim plinovodom Pula - Karlovac su sljedeće:

metan	CH ₄	vol.%	98,8 - 99,3
dušik	N ₂	vol.%	0,5 - 1,2
ugljik dioksid	CO ₂	vol.%	0,03 - 0,15

Energenti

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

Energenti

gornja ogrjevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H _g	kJ/m^3 kWh/m^3	37,347 10,374
donja ogrjevna vrijednost (25°C, 1013,25 mbar)	H _d	kJ/m^3 kWh/m^3	33,624 9,340
gustoća (0°C, 1013,25 mbar)	ρ	kg/m^3	0,6858
relativna gustoća (zrak = 1)	d _v	-	0,5605
Wobbe broj	W _g	kJ/m^3 kWh/m^3	49,886 13,857

Cijena prirodnog plina za kućanstva varira ovisno o regiji, a prema podacima distributera (Gradska plinara Zagreb) iznosi 0,39 kn/kWh.

UKAPLJENI NAFTNI PLIN (UNP)

Ukapljeni naftni plin je smjesa propana i butana. Komercijalni propan-butan plin je smjesa bez boje, okusa i mirisa, teži oko 2 puta od zraka, za uporabu je odoriziran da bi se njegova prisutnost u zraku mogla osjetiti njuhom, nije otrovan, ali kod prevelike koncentracije smanjuje količine kisika u prostoriji. Kod atmosferskog tlaka i normalne temperature propan-butan plin je u plinovitom stanju.

Tablica 2. Svojstva propana i butana prema podacima jednog od distributera

Naziv	Butan	Propan
Formula	C ₄ H ₁₀	C ₃ H ₈
Molarna masa M, kg/kmol	44,096	42,081
Plinska konstanta R, J/(kgK)	188,5	197,58
Maseni udio ugljika %	81,71	85,72
Maseni udio vodika %	18,28	14,28
Vrelište t _{vr} , °C	-0,5	-42
Kritična temperatura t _{kr} , °C	96,8	91,8
Kritični tlak p _{kr} , bar	42,46	44,73
Specifični volumen u plinovitom stanju (pri 15°C) v _{pl} , m ³ /kg	0,521	0,545
Specifični volumen u kapljevitom stanju (pri 15°C) v _{kap} , l/kg	1,972	1,912
Gustoća u plinovitom stanju (pri normalnim uvjetima) ρ _{pl} , kg/m ³	2,011	1,913
Gustoća u kapljevitom stanju (pri 15°C) ρ _{kap} , kg/l	0,507	0,523
Specifični toplinski kapacitet u kapljevitom stanju (pri 0°C) c _{kap} , kJ/kgK	2,43	2,64
Relativna gustoća d - (denzitet)	1,555	1,48
Gornja ogrjevna vrijednost H _g , kWh/kg	14 28,28	13,69 26,21
Donja ogrjevna vrijednost H _d , kWh/kg	12,87 25,99	12,79 24,5
Omjer ogrjevnih vrijednosti H _d /H _g	0,919	0,934

Trenutna cijena ukapljenog naftnog plina (UNP - propan - butan) na hrvatskom tržištu je 9,16 kn/kg.

BIOMASA - OGRJEVNO DRVO

Na tržištu se uglavnom nalaze bukovo, jelovo, grabovo i hrastovo drvo. Osnovna goriva tvar ne razlikuje se značajno u ogrjevoj moći, dok razlike slijede uglavnom iz sadržaja vlage te mase jednog prostornog metra (gustoća slaganja).

Prosječni sastav suhog drva je sljedeći:

C	43 - 50%
H	5 - 8%
O	35 - 45%
N	0,5 - 1%
S	0% m

Donja ogrjevna moć suhog drva je 19.975 kJ/kg (5,55 kWh/kg). Vlaga značajno utječe na ogrjevnju moć. Donja ogrjevna moć cjepanica sušenih na zraku (15% vlage) je 15.764 kJ/kg (4,38 kWh/kg).

Drvo se prodaje s cijenom koja se slobodno formira na tržištu i jako varira ovisno o sezoni, a najčešći način formiranja cijene je za 1 prostorni metar. Prosječna cijena na tržištu je oko 275 kn za prostorni metar. Uz prosječnu masu od oko 500 kg za jedan prostorni metar, ogrjevna moć jednog prostornog metra kreće se oko 1.725 kWh.

BIOMASA - PELETI

Peleti se izrađuju od otpadaka iz drvne industrije u obliku malih cilindara promjera 6mm, duljine do 35 mm, koje ne sadrži više od 8% vlage i 0,5% pepela. Pune se u spremnike u kotlovnica opskrbljene automatskim uređajem za njihovo doziranje u kotao. Moguća je doprema kamionima "cisternama".

Obzirom da ne sadrže puno vlage, njihova donja ogrjevna moć je oko 5,1 kWh/kg. Cijena na hrvatskom tržištu varira ovisno o sezoni i isporučitelju, a prosječna vrijednost kreće se oko 1,33 kn/kg.



Slika 1. Peleti

Energenti

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

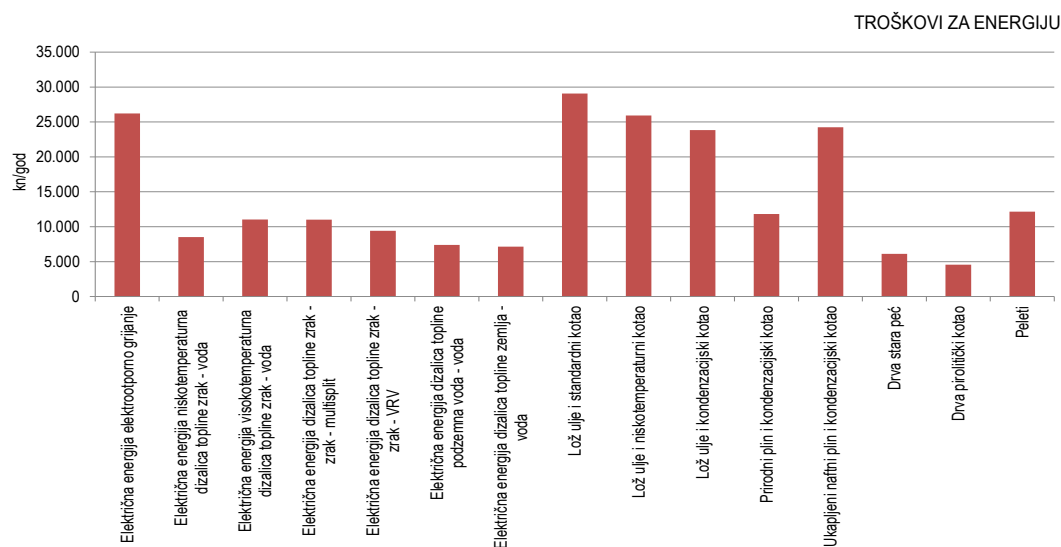
TIPSKA MJERA

3.13.

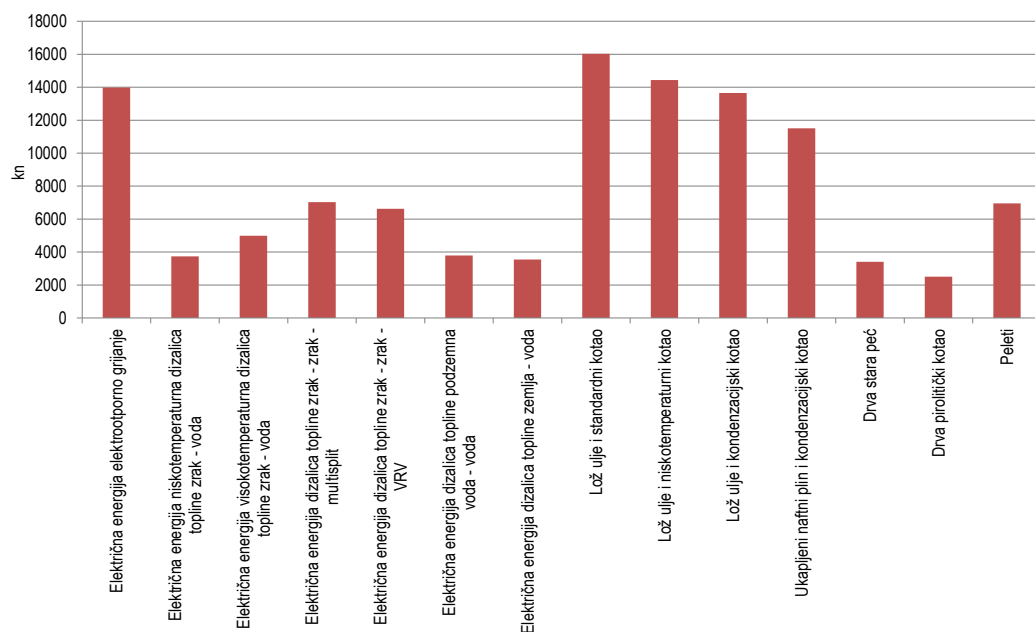
Zg-St

Troškovi energije za grijanje i pripremu potrošne vode ne ovise samo o cijeni energenta, već o lokaciji koja utječe na potrošnju energije, te o učinkovitosti sustava pomoću kojega se energent koristi. Na *Slikama 2. i 3.* prikazani su troškovi za energiju za obiteljske kuće iste površine (za razmatrani slučaj kuća je površine 150 m², izolirana u skladu sa zahtjevima propisa HRN. U.J5.600) u Zagrebu i Splitu za različite sustave grijanja

Troškovi za energiju



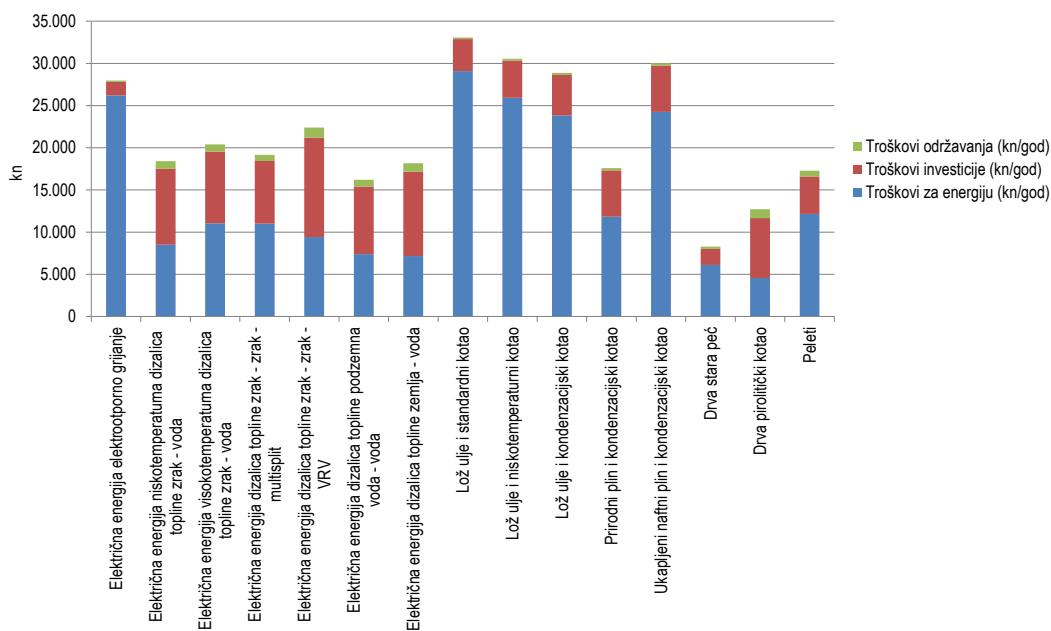
Slika 2. Troškovi energenata za obiteljsku kuću površine 150 m² u Zagrebu



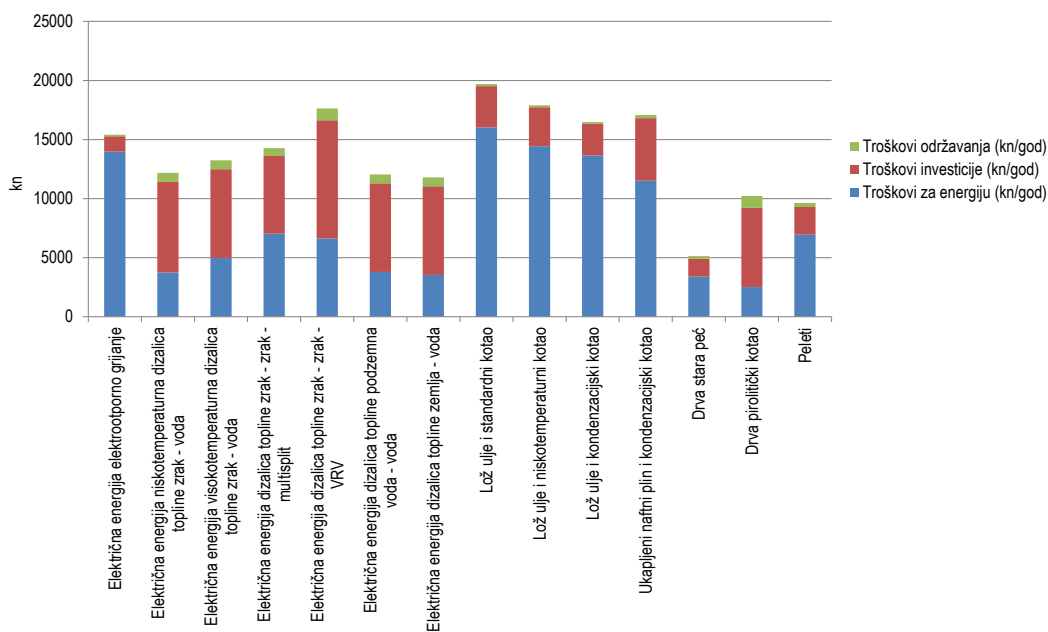
Slika 3. Troškovi energenata za obiteljsku kuću površine 150 m² u Splitu

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

Ukupne troškove čine troškovi energije, troškovi investicije i troškovi održavanja sustava. Troškovi su svedeni na jednu godinu, pri čemu su godišnji troškovi investicije određeni dijeljenjem ukupne investicije u pojedini sustav grijanja s vremenom trajanja instalacije. To je najjednostavniji način obračuna, a složeniji modeli uključivali bi utjecaj načina provedbe investicije za gradnju sustava. Godišnji troškovi održavanja usvojeni su proporcionalno investiciji.



Slika 4. Struktura i iznos ukupnih troškova grijanja i pripreme potrošne vode za obiteljsku kuću površine 150 m² u Zagrebu

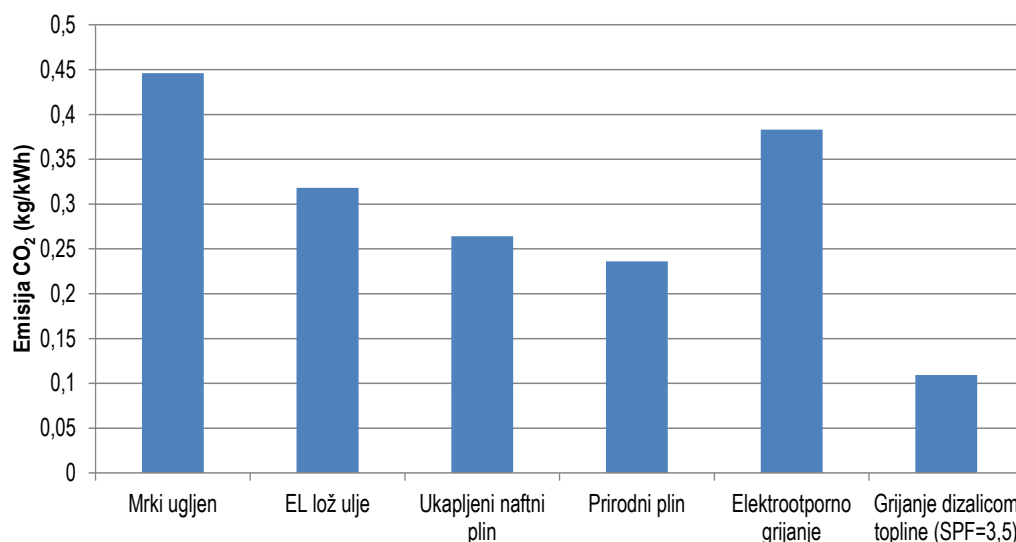


Slika 5. Struktura i iznos ukupnih troškova grijanja i pripreme potrošne vode za obiteljsku kuću površine 150 m² u Splitu

Ukupni troškovi

Utjecaj na
okoliš

Izgaranjem goriva u atmosferu se emitiraju plinovi izgaranja među kojima su ugljik dioksid CO₂, sumpor dioksid SO₂ i dušični oksidi. Pojedina vrsta goriva sadrži određenu količinu ugljika koji se pretvara u ugljik dioksid, a na ukupnu emisiju utječe učinkovitost sustava grijanja jer se ovisno o njoj mijenja količina utrošenog goriva. Kod ranije navedenog udjela hidroelektrana, termoelektrana i nuklearne elektrane u proizvodnji električne energije u Hrvatskoj, emisija CO₂ kod elektrootpornog grijanja je oko 0,366 kg/kWh, dok je to kod korištenja dizalice topline ovisno o toplinskom množiocu (koji ovisi o vrsti i temperaturi toplinskog izvora i temperaturi u sustavu grijanja), a prosječna vrijednost prikazana je na *Dijagram 5*. Drvo kao energent proizvodi oko 0,18 kg CO₂ za 1 kWh toplinske energije, međutim kako drvo u svojem životnom vijeku apsorbira CO₂, ono se smatra neutralnim gorivom obzirom na emisiju CO₂.



Slika 6. Orijentacijske vrijednosti emisije CO₂ za različita goriva i sustave grijanja

Od ostalih zagađivača izgaranjem lož ulja emitira se oko 20 g/kWh ugljik monoksida CO, oko 90 g/kWh dušičnih oksida NO_x te oko 150 g/kWh sumpor dioksida SO₂.

Kod izgaranja plina emitira se oko 18 g/kWh ugljik monoksida CO, oko 50 g/kWh dušičnih oksida NO_x, dok nema emisije sumpor dioksida SO₂.

USPOREDBA RAZLIČITIH ENERGENATA ZA POTREBE GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m² NA LOKACIJAMA ZAGREB I SPLIT

Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP)

Projekt Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj
Projekttni ured – Savska 129/1, 10000 Zagreb, Hrvatska
tel.: 385 (1) 6331 887, fax.: 385 (1) 6331 880
E-mail: energetska.efikasnost@undp.org
www.ee.undp.hr
www.facebook.com/gaspenergetic

Urednica: dr.sc. Vlasta Zanki

Autori: Prof.dr.sc. Branimir Pavković

Asistenti: dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Branimir Hartman, Alen Džeko, Petra Gjurić

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapačić

Lektura: Vicko Krampus

Revizija: prof.dr.sc. Branimir Pavković, Mislav Kirac (2013.)

