

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

Za obiteljske kuće u Zagrebu i Splitu, bruto površine 150 m<sup>2</sup>, 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/m<sup>2</sup> (Zagreb) i 92 kWh/m<sup>2</sup> (Split) kod neto građevinske površine koja iznosi 126 m<sup>2</sup>), 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 CO<sub>2</sub> 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/m<sup>2</sup>) 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/m<sup>2</sup>, za glinasto tlo od 20-30 W/m<sup>2</sup> a za tlo s podzemnim vodama od 30-35 W/m<sup>2</sup>. Za promatranu građevinu u zagrebačkoj regiji može se očekivati srednja veličina površine zemljanog kolektora od oko 450 m<sup>2</sup>, s ugrađenim kolektorom ukupne duljine cijevi do oko 900 m. Srednja veličina površine zemljanog kolektora za objekt u splitskoj regiji iznosi oko 370 m<sup>2</sup> 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 sondi 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 sondi 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 sondi od 200 m (Zagreb) te oko 180 m (Split). Ocjenjuju se troškovi ugradnje sondi (uključivo bušenje,

### Opis mjere

ugradnju i cijenu samih sondi) također na oko 60.000 kn (Zagreb) i 50.000 (Split). Za ugradnju zemljanih sondi, 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

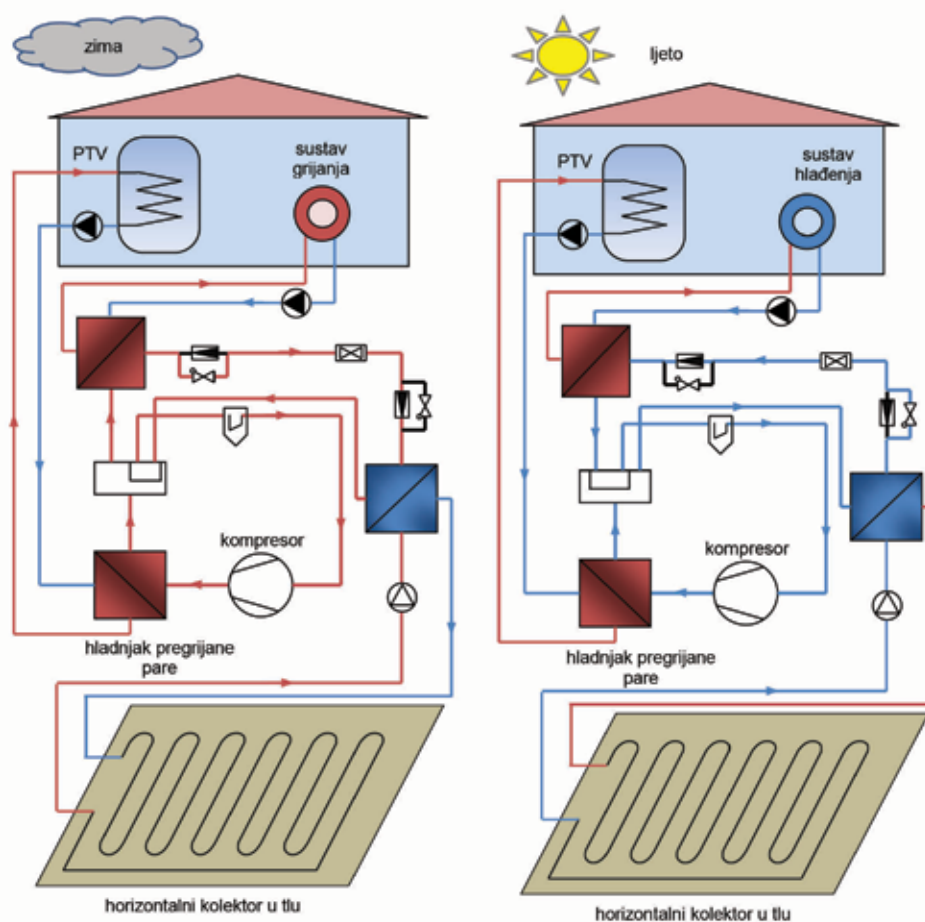
EE mjera 3.8. :	Dizalica topline zemlja - voda	
	ZAGREB	SPLIT
Godišnje uštede	19.050 kn* 22.412 kWh <b>8,4 tCO<sub>2</sub></b>	10.429 kn* 12.269 kWh <b>4,6 tCO<sub>2</sub></b>
Investicija	oko 200.000 kn**	oko 150.000 kn**
Rok povrata investicije	10,5 godina	14,4 godina
Životni vijek ee mjere	20 godina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

\* 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



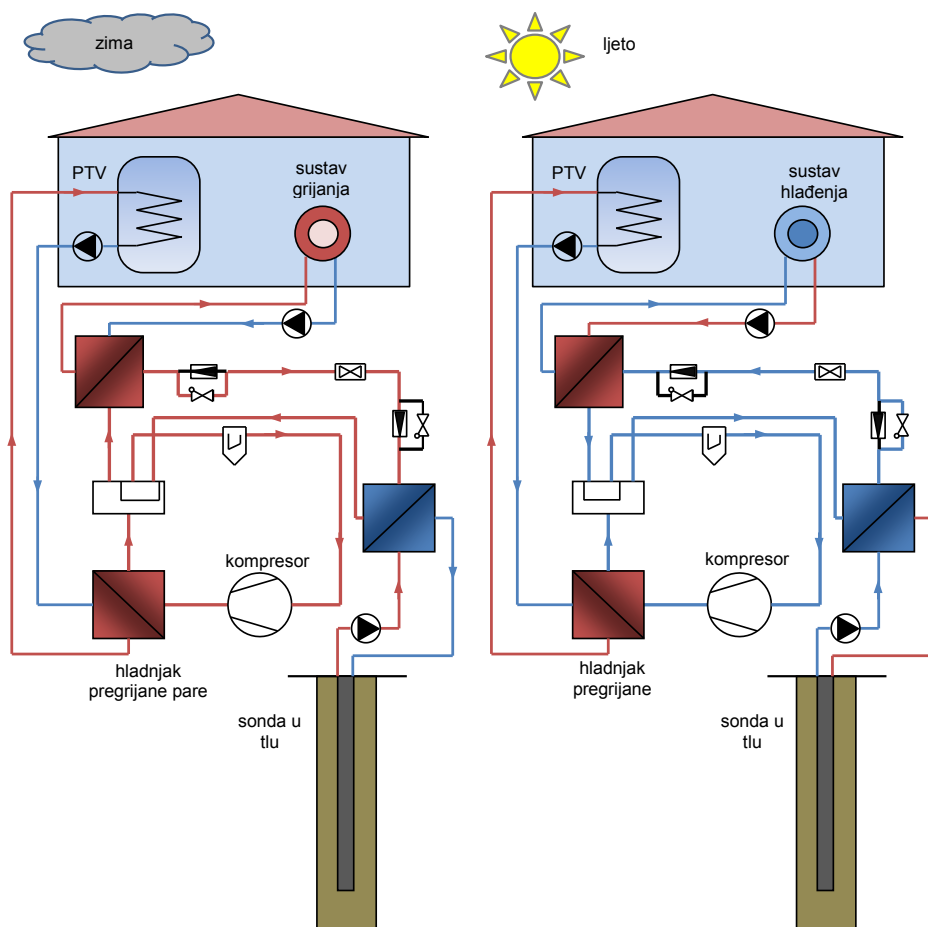
Slika 1. Način ugradnje sustava grijanja dizalicom topline s preokretom na strani radne tvari sa zemljanim kolektorom kao izvorom topline

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

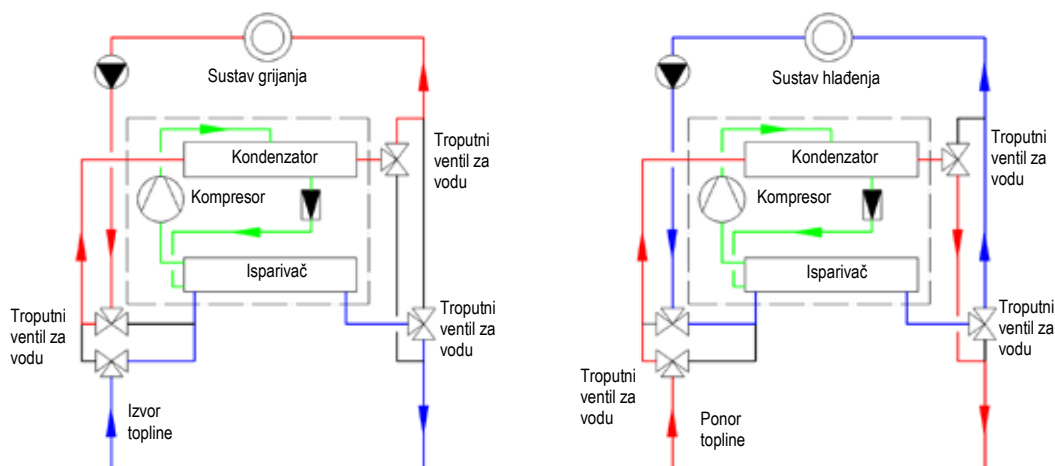
3.8.

Zg-St

## 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 m<sup>2</sup> (Zagreb) i 370 m<sup>2</sup> Split ili vertikalnih sondi ukupne duljine 200 m (Zagreb) i 180 m (Split) - povezivanje izvora 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](http://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 servisera 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](mailto:energetska.efikasnost@undp.org)  
[www.ee.undp.hr](http://www.ee.undp.hr)  
[www.facebook.com/gaspenergetic](https://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.)

