

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

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 trocijevnim 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 dizalica 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

Opis mjere

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 kupaonice 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 kupaonice 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

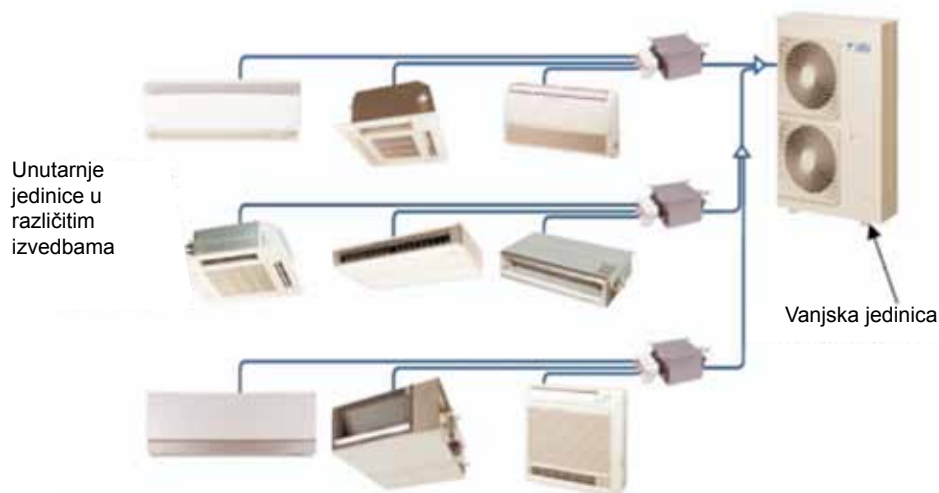
Uštede

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.

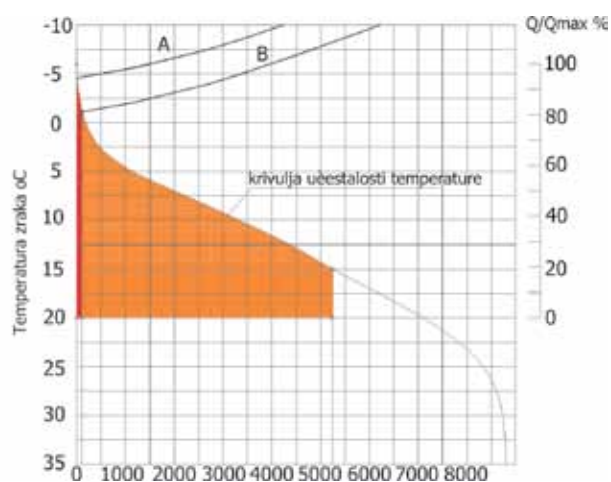
***Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede množene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu



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

- 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 ovlaštenu inženjera 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 ovlaštenu izvoditelji 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), čišćenje filtera za zrak na unutrašnjim jedinicama. Jednom godišnje kontrola odvoda kondenzata (propuhivanje cjevovoda za odvod kondenzata). Preporuča se servis od strane ovlaštenog servisera.

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 Gjuric

Dizajn i grafička priprema: Predrag Rapaić

Lektura: Vicko Krampus

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

