

## USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m<sup>2</sup>

### Uvod

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 (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

### Grijanje radijatorima



Slika 2. Različite izvedbe konvektora

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 m<sup>2</sup> 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, izvodzaču 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 pritivoren termostatski ventil, ako projektom nisu predviđene odgovarajuće mjere i u slučaju nedovoljno odzračenih 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.*).

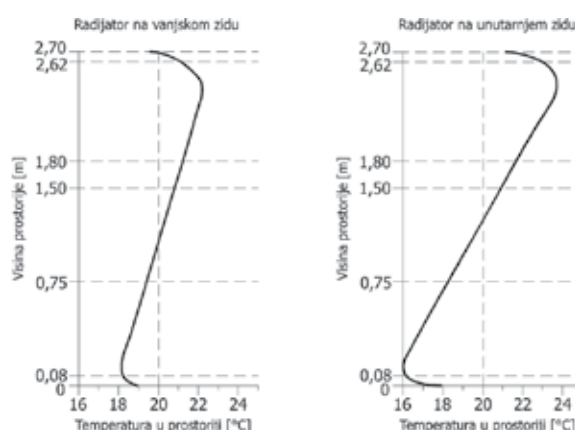
## Grijanje radijatorima

# USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m<sup>2</sup>

Tablica 1. Troškovi gradnje sustava grijanja radijatorima - 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)
<b>1. RADIJATORI</b>										
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
<b>2. CIJEVNI RAZVOD</b>										
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
<b>Ukupno cijevni razvod</b>	<b>kn</b>			<b>12.628</b>		<b>13.044</b>		<b>12.628</b>		<b>13.044</b>
<b>3. ARMATURA</b>										
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
<b>Ukupno armatura</b>				<b>2.000</b>		<b>2.180</b>		<b>2.000</b>		<b>2.180</b>
<b>Ukupno radijator model 1</b>	<b>kn</b>			<b>24.712</b>		<b>29.842</b>		<b>22.684</b>		<b>26.566</b>
<b>Ukupno radijator model 2</b>	<b>kn</b>			<b>24.859</b>		<b>29.607</b>		<b>22.514</b>		<b>26.257</b>

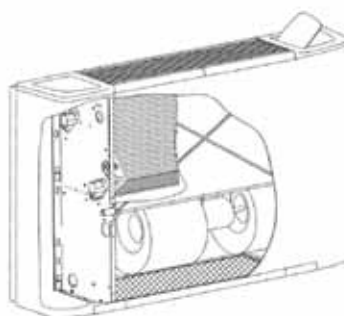
## Grijanje radijatorima



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

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 rošenjem 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.

## Grijanje ventilokonvektorima

# USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m<sup>2</sup>

TIPSKA MJERA

# 3.12.

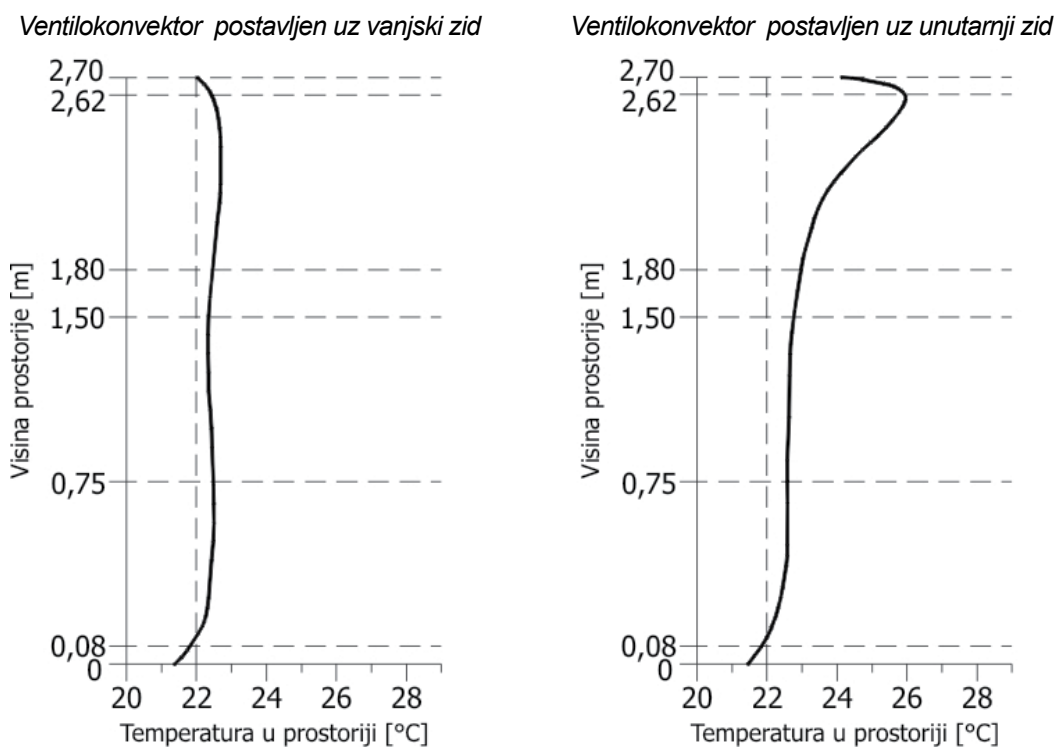
Zg-St

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

Opis stavke	Jed. Mjere	Jed. Cijena(kn)	ZAGREB		SPLIT	
			Količina	Cijena (kn)	Količina	Cijena (kn)
<b>1. Ventilokonvektori</b>						
<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
<b>Ukupna dobava</b>	<b>kn</b>			<b>17.441</b>		<b>16.771</b>
<b>Ukupno sa ugradnjom</b>	<b>kn</b>			<b>20.929</b>		<b>20.125</b>
<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		<b>21.769</b>
<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
<b>Ukupna dobava</b>	<b>kn</b>			<b>12.104</b>		<b>12.104</b>
<b>Ukupno sa ugradnjom</b>	<b>kn</b>			<b>14.525</b>		<b>14.525</b>
Regulacija ventilokonvektora	kom	495	6	2.970	6	2.970
<b>2. Cijevi</b>						
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
<b>Ukupno cijevi</b>	<b>kn</b>			<b>10.864</b>		<b>10.864</b>
<b>3. Izolacija</b>						
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
<b>Ukupno izolacija</b>	<b>kn</b>			<b>5.162</b>		<b>5.162</b>
<b>4. Armatura</b>						
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
<b>Ukupno armatura</b>	<b>kn</b>			<b>1.210</b>		<b>1.210</b>
<b>5. Električne grijače ploče</b>						
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
<b>Ukupno armatura</b>	<b>kn</b>			<b>6.043</b>		<b>5.603</b>
<b>Ukupno prizvođač 1</b>	<b>kn</b>			<b>47.178</b>		<b>45.934</b>
<b>Ukupno prizvođač 2</b>	<b>kn</b>			<b>48.319</b>		<b>47.578</b>
<b>Ukupno prizvođač 3</b>	<b>kn</b>			<b>40.774</b>		<b>40.334</b>

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.

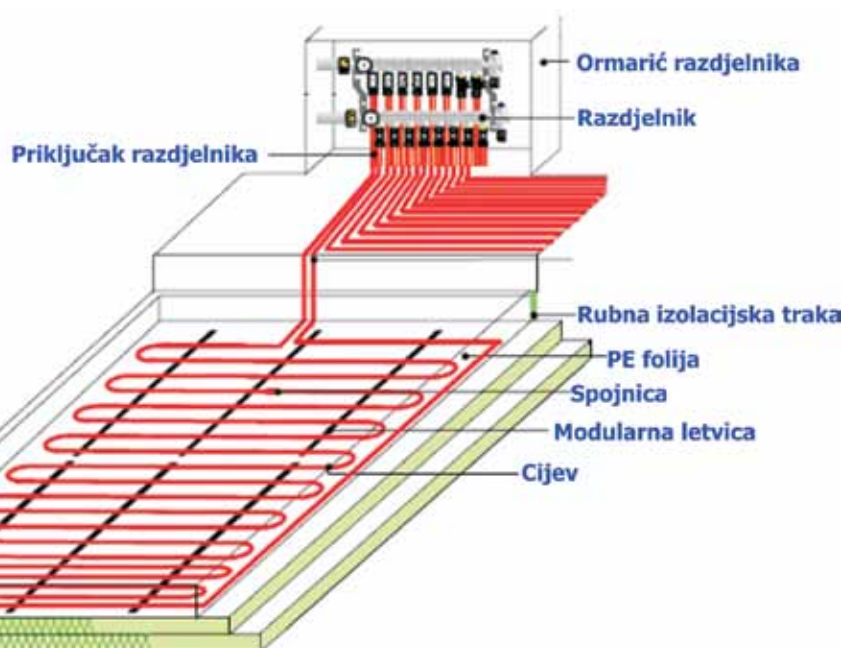
Ventilokonvektori zahtijevaju redovito održavanje što podrazumijeva redovito čišćenje ili zamjenu filtera za zrak te propuhivanje cjevovoda za odvod kondenzata. U protivnom dolazi do smanjenja protoka, a u nepovoljnim slučajevima i do potpunog prekida grijanja te do oštećenja prostora i stvari uslijed 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**

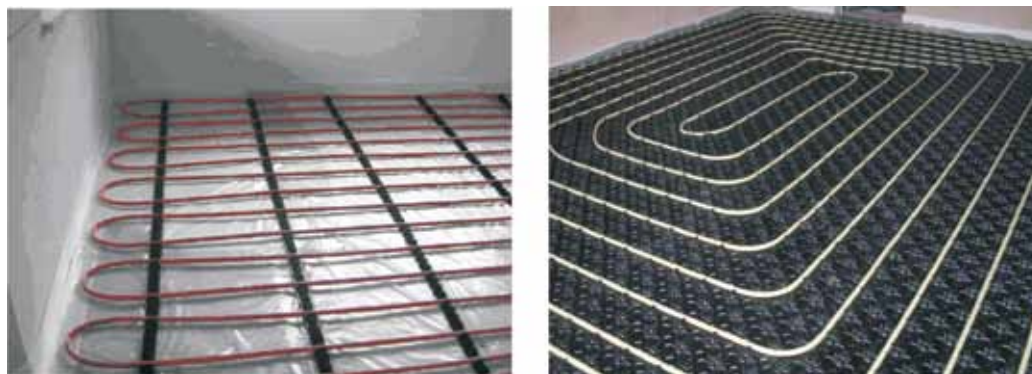
## USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m<sup>2</sup>

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/m<sup>2</sup> dok u rubnim zonama (temperature površine do 35°C) toplinski tok može doseći do 175 W/m<sup>2</sup>.



Slika 7. Elementi sustava podnog grijanja

### Podna i zidna grijanja



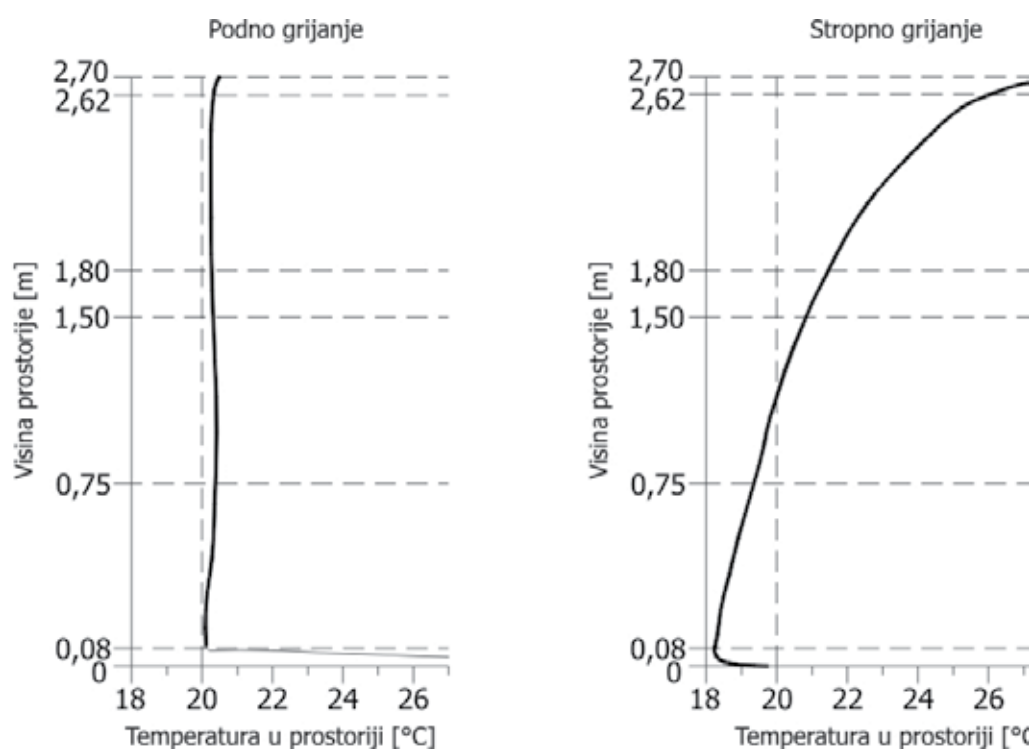
Slika 8. Različiti načini polaganja cijevi

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

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**



Tablica 3. Troškovi gradnje sustava podnog i zidnog grijanja

Opis stavke	Jed. Mjere	Jed. Cijena(kn)	ZAGREB		SPLIT	
			Količina	Cijena (kn)	Količina	Cijena (kn)
<b>1. PODNO GRIJANJE</b>						
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	m <sup>2</sup>	33,00	65	2.145	65	2.145
Debljine 5 cm	m <sup>2</sup>	55,00	59	3.245	59	3.245
<b>Ukupna dobava materijala</b>	<b>kn</b>			<b>28.100</b>		<b>25.522</b>
<b>Ukupno materijal s ugradnjom</b>	<b>kn</b>			<b>33.720</b>		<b>30.626</b>
<b>2. ZIDNO GRIJANJE</b>						
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
<b>Ukupno zidno grijanje</b>				<b>10.526</b>		<b>3.852</b>
<b>3. CIJEVI</b>						
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
<b>Ukupno cijevi</b>	<b>kn</b>			<b>3.488</b>		<b>3.488</b>
<b>Sveukupno podno i zidno grijanje</b>	<b>kn</b>			<b>47.734</b>		<b>37.966</b>

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

# 3.12.

## Zg-St

# USPOREDBA RAZLIČITIH SUSTAVA DISTRIBUCIJE TOPLINE NA PRIMJERU OBITELJSKE KUĆE BRUTO POVRŠINE 150 m<sup>2</sup>

### 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 Gjurčić

**Dizajn i grafička priprema:** Predrag Rapačić

**Lektura:** Vicko Krampus

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

