

Primena energetski efikasnih sistema grejanja, ventilacije i klimatizacije

Na primeru O.Š. Paja Jovanović u Vršcu



Nenad Mihailović, dipl. ing. maš.

Kulturni Centar Vršac, 4. mart 2011.



Nenad Mihailović, dipl. ing. maš.

Fotografije škole / foto: Ivan Čirić



Gasna peć IKOM, Zagreb

27 kom. snage od 3,5kW
Nominalni stepen iskorišćenja 81%

Infracrvene grejalice

Energetski efikasno rešenje u fiskulturnoj sali
Moguć drugačiji način montaže

Postojeće stanje

- Godišnja potrošnja gasa 16063 m³/h (2009), cena gasa 33,48 din/m³
- Godišnji troškovi grejanja 537790 RSD
- Grejana površina zgrade 965 m²
- Godišnja potrošnja gasa po m² grejane površine 16,65 m³/m² grejane površine
- Komfort i bezbednost korisnika na niskom nivou

Postojeće stanje evidentno ukazuje na to da nakon poboljšanja izolacionih karakteristika građevinskog omotača objekta postoji veliki prostor za izbor optimalnog HVAC sistema odgovarajućeg kapaciteta

Ciljevi optimizacije HVAC instalacija

- **Poboljšanje efikasnosti sistema = smanjenje eksploatacionih troškova**
- **Drastično povećanje komfora učenika i osoblja**
- **Smanjenje zagađenja životne sredine, emisije CO₂ i drugih štetnih gasova**
- **Grejanje i kondicioniranje svih prostorija**
(više nego duplo veća grejana površina – 1906 m² umesto dosadašnjih 965 m²)

Rezultati i procene su izvršeni komparativnom analizom primene različitih sistema

Varijanta 1:

Viskoefikasni gasni kondenzacioni kotlovi



VS



Kvaliteti kondenzacionih gasnih kotlova

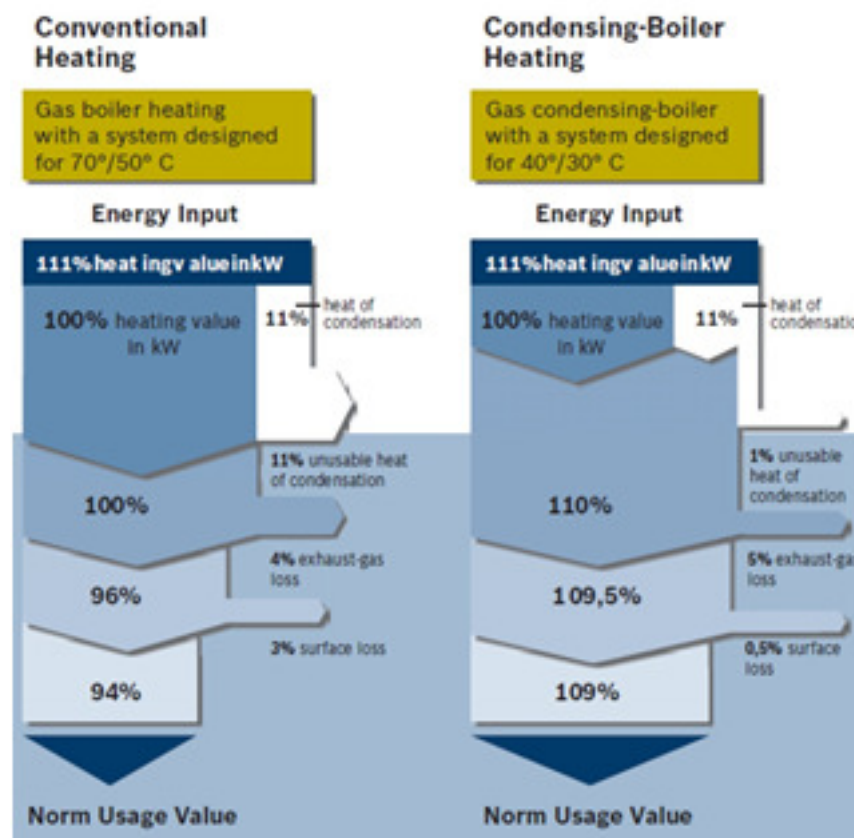
- **Ušteda u potrošnji gasa do 25% u odnosu na standardne gasne kotlove**
(za stare neefikasne sisteme i više)
- **Mogućnost korišćenja propan-butana kao pogonskog goriva**
(skraćeni period otplate, s obzirom na nižu cenu ovog energenta)
- **Bezbedniji sistem grejanja**
(nema gasnih uređaja i instalacija u učionicama i prostorijama)
- **Komfortniji sistem grejanja bez vodene pare u učionicama**
(usled sagorevanja gasa javlja se vodena para)
- **Bolja raspodela temperatura u prostorijama**
(uz ispravan izbor pozicija grejnih tela + povećan komfor i bezbednost korisnika)

Kvaliteti kondenzacionih gasnih kotlova

- **Mogućnost kombinovanja sa sistemima OIE**
(na primer, sa solarnim grejanjem)
- **Mogućnost nedeljnog programiranja rada kotlova**
(olakšano korišćenje i smanjenje potrebnog angažovanja oko eksploatacije)
- **Centralizovan i bezbedan sistem**
(nema gasnih instalacija u samom objektu)
- **Kompaktnost sistema kotlova u odnosu na klasična kotlovska rešenja**
(kotlarnica zauzima manje prostora, u konkretnom slučaju i manje od 10 m²)
- **Modularnost sistema, mogućnost da se lako dodaju novi kotlovi u kaskadu**
(do 16 kom; u slučaju problema u radu jednog od kotlova, ostatak sistema nastavlja da radi)

Kvaliteti kondenzacionih gasnih kotlova

- **Ekološki sistem (environmental friendly)**
(smanjena emisija ugljen monoksida i azotnih oksida)
- **Precizna kontinualna regulacija dodatno povećava stepen iskorišćenja sistema**
(modulacijom plamena od 15-100% i ventilatorom sa promenljivim brojem obrataja)



Optimalni rezultati postižu se u kombinaciji sa regulacionom armaturom

- **Termostatski radijatorski ventil sa senzorom temperature okolnog prostora koji će smanjivati dotok tople vode u radijator kad temperatura u prostoru poraste iznad zadate vrednosti**
- Duploregulišući radijatorski ventil sa termostatskom glavom
- Danfoss termostatski ventili imaju gasno punjenje senzora temperature koji omogućavaju bržu reakciju i bolju regulaciju temperature
- Dobrom regulacijom temperature u prostoru štedimo 5 -7% energije na svakih sniženih 1°C
- Ugradnja termostata na svakom potrošaču donosi uštedu od 20% u odnosu na klasične ventile



Optimalni rezultati sa regulacionom armaturom

- **Automatski balansni ventili**
- Neophodni u svim sistemima radijatorskog grejanja sa promenljivim protokom
- Postavljaju se na vertikalne ili horizontalne vodove
- Održavaju konstantan diferencijalni pritisak na vertikali i time omogućavaju nesmetan rad termostatskih radijatorskih ventila
- Eliminisu pojavu šuma na termostatskom ventilu
- Lako se projektuju i podešavaju

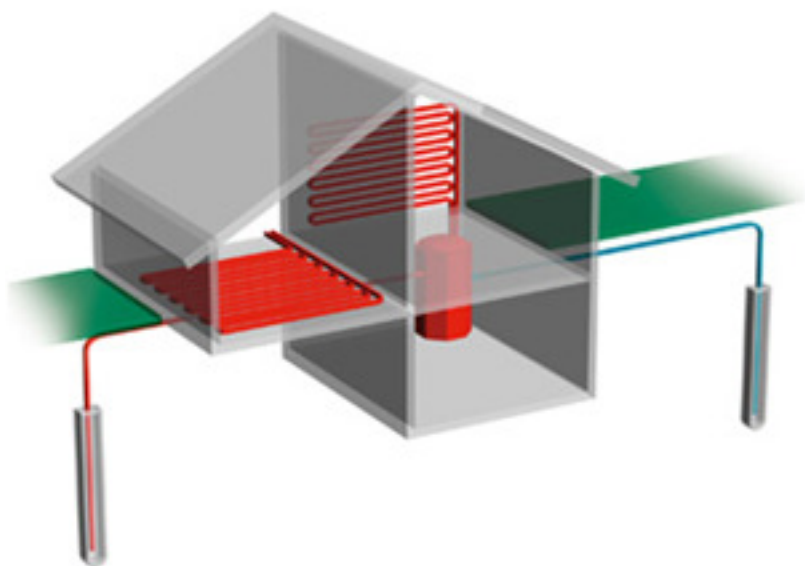


! NAPOMENA !

**CEVI TOPLOTNOG RAZVODA MORAJU BITI PROPISNO
IZOLOVANE PRI PROLASKU KROZ NEGREJANI PROSTOR**



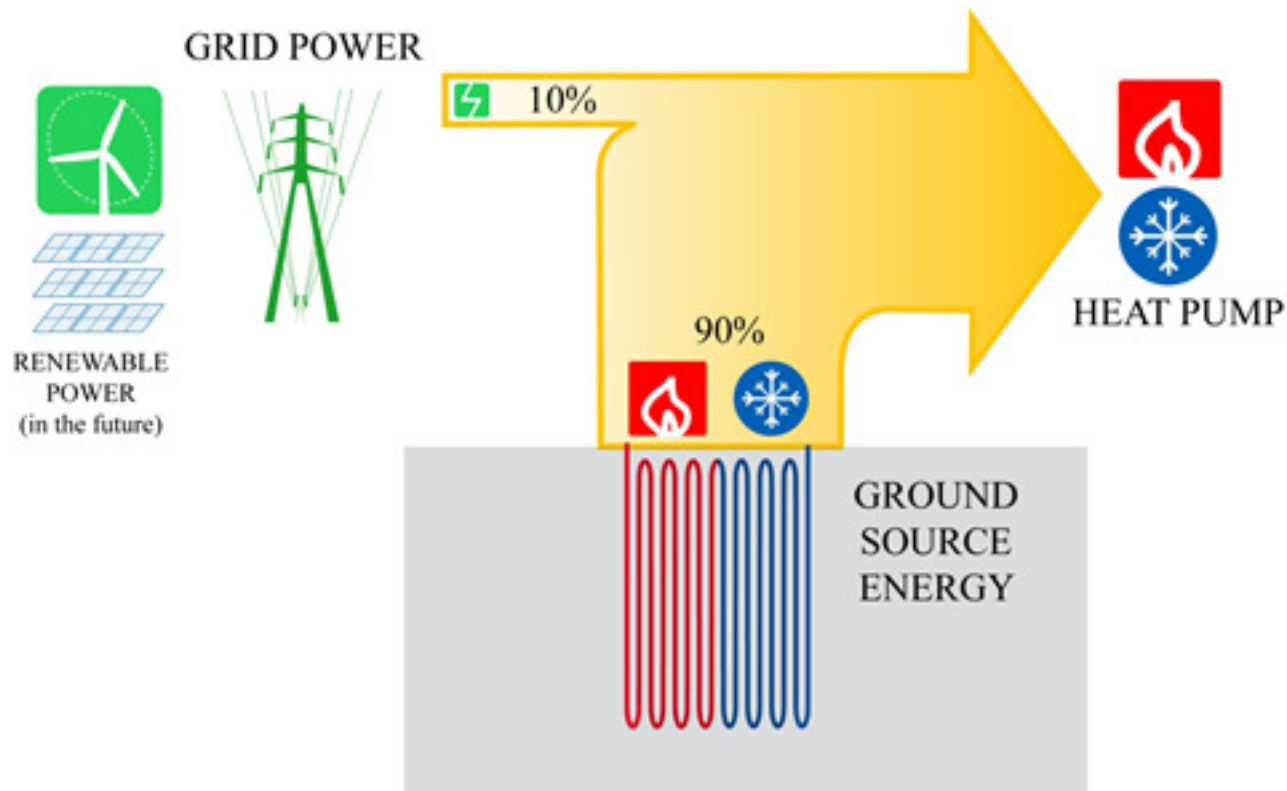
Varijanta 2: Viskoefikasne geotermalne pumpe



VS



Sa toplotnim pumpama energija se izuzetno efikasno crpi. Od 100% toplotne energije koja se koristi za grejne instalacije oko 75% se crpi *besplatno* iz okruženja, dok se ostalih 25% mora obezbediti iz izvora električne energije



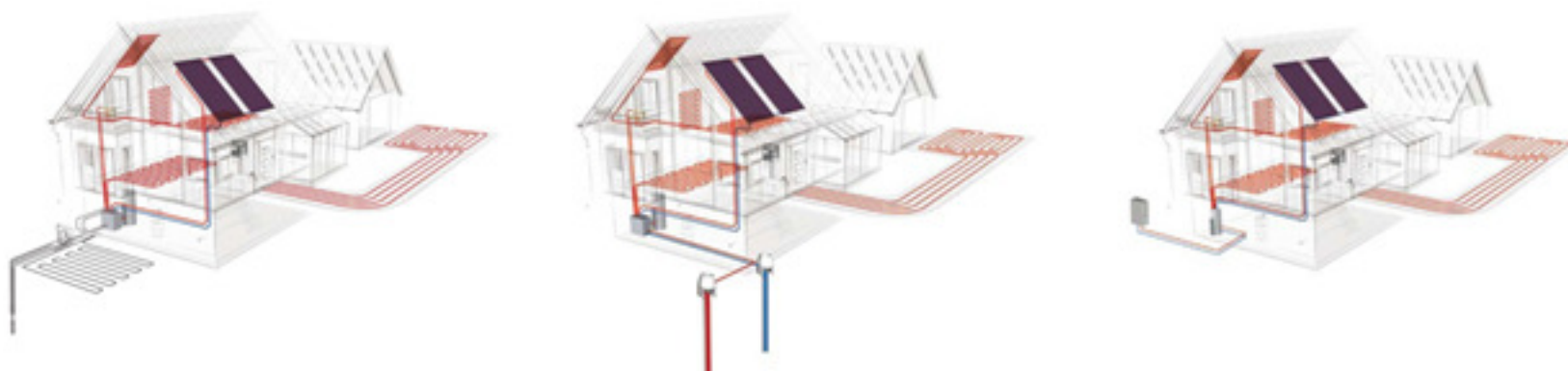
Šema eksploatacije geotermalne energije

Kvaliteti toplotnih pumpi

- **Mogućnost grejanja i hlađenja pomoću istog uređaja**
- **Visok stepen efikasnosti**
- **Mali utrošak energije**
- **Automatika, inteligentna i laka za rukovanje**
- **Higijenska priprema tople potrošne vode**
- **Inovativna, ekološka tehnologija**
- **Zemlja, vazduh i voda kao izvori toplotne energije u okruženju**

Geotermalne toplotne pumpe

(zemlja – voda; voda – voda)

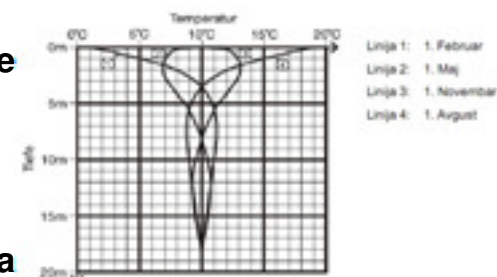


Kvaliteti geotermalnih toplotnih pumpi

- **Ekološki izvor energije**
- **Pouzdanost izvora toplote – konstantna temperatura tokom cele godine**
- **Ušteda energije u režimu grejanja do 75%, u hlađenju čak do 85%**
- **Smanjene emisije CO₂ i autonomnost u odnosu na fosilne izvore goriva**
- **Za optimalan izbor geotermalnog sistema grejanja potrebno je uraditi:**

1. Tačan proračun energetske gubitaka/dobitaka škole

2. Test toplotnog odziva (Thermal Response Test) gde kao rezultat dobijamo temperature na celoj dubini bušotine tj. direktni uticaj neuznemirenih uslova zemljišta. Mogućnost koja se koristi zbog velike cene ovog testa je ispitivanje geofizike tla..



Izvori toplotne energije geotermalnih toplotnih pumpi

- **Toplota podzemnih voda**

1. Podzemna voda koja se uzima iz bušenih bunara, konstantne temperature (od 10 do 14° C) tokom godine. Pomoću adekvatnih pumpi voda se crpi iz bunara, protiče kroz izmenjivač toplotne pumpe: Iskorišćena voda zatim se vraća u zemlju tj. u drugi bunar propisano udaljen od izvora. Ovakav sistem ima veliku efikasnost i nižu investicionu vrednost od sistema sa sondama.

- **Toplota tla**

1. Geotermalni kolektori – horizontalno postavljeni cevni registri. U zemlju se postavlja više kružnih tokova, na dubinu do 1.5m, kroz koje protiče voda. Voda hladi zemlju i oduzima joj toplotu. Mana ovog sistema je velika potrebna površina zemljišta, kao i to da je temperatura zemlje na dubini postavljanja promenljiva. Temperatura zemlje je oko 15°C krajem leta, dok je krajem zime najhladnija (oko 5°C).
2. Geosonde – vertikalnopolstavljene cevi, na dubinu od 40m do 100m. Prema dijagramu toplote tla vidimo da je temperatura na dubini od 20 m konstantna tokom cele godine. Odlični parametric rada u režimu hlađenja. Mana – visoka cena sistema

Prednosti sistema geotermalnih toplotnih pumpi

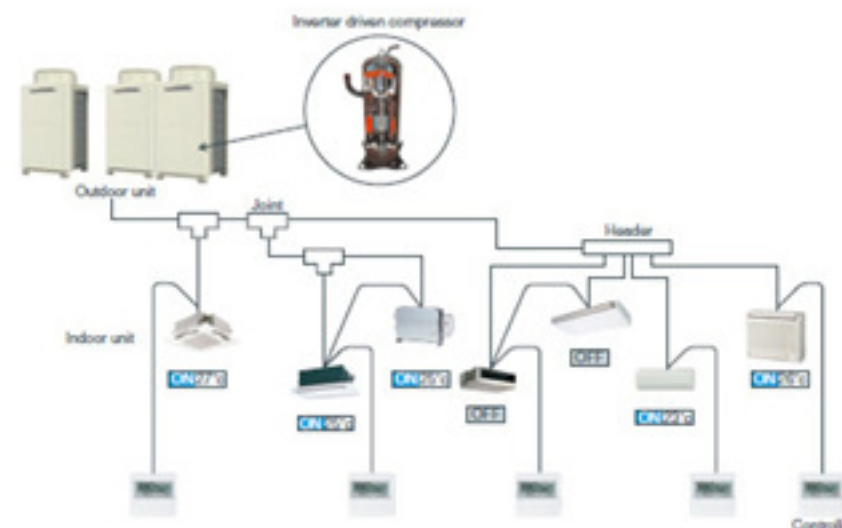
- **Veliki kapacitet**
- **Grejanje, hlađenje i zagrevanje potrošne tople vode u jednom uređaju**
- **Automatika toplotne pumpe, inteligentna i laka za rukovanje**
- **Manji smeštajni prostor, zbog kompaktnih dimenzija i moderan dizajn**
- **Mogućnost isporuke sa integrisanom pumpom u krugu rezervoara – i/ili cirkulacionom pumpom rasoline**
- **Mogućnost fleksibilnih hidrauličnih priključaka**
- **Veliko područje kapaciteta zbog široke palete proizvoda**
- **Regulacije temperature u razvodu prema vremenskim uslovima**

Vazduhom hlađene toplotne pumpe

(vazduh – voda/freon)

Kao unutrašnja instalacija može biti predviđeno:
Površinsko grejanje ili Ventilator konvektori

Izvanredni stepeni iskorišćenja utrošene električne energije karakterišu sve tipove toplotnih pumpi, s tim da se kod geotermalnih mora uračunati potrošnja napojnih pumpi, a kod vazduhom hlađenih (kod kojih u slučaju rekuperativnih jedinica u prelaznim režimima odnos potrošene električne energije i predate toplotne energije može biti i preko 7) na pad kapaciteta ili povećanu potrošnju el.energije pri niskim spoljnim temperaturama



Novi modeli vrhunskih proizvođača garantuju nesmanjen učinak grejanja na temperaturama čak do -15°C

Predlozi rešenja za unutrašnju instalaciju Površinsko grejanje

- **Sníženje temperature u prostoru za 1-2 stepena za postizanje istog subjektivnog osećaja ugodnosti (ovo dovodi do smanjene potrošnje za 6-12%)**
- **Mogućnost korićenja iste instalacije za hlađenje prostora**
- **Smanjeno sušenje i cirkulacija vazduha, smanjena mogućnost alergija**
- **Ne zauzima koristan prostor u učionicama.**



Foto: Sistem površinskog grejanja

Ventilator konvektori

- **Nešto manja investiciona vrednost**
- **Dosta manji građevinski radovi**
- **Mogućnost korićenja iste instalacije za hlađenje prostora**



Foto: Upotreba za grejanje i hlađenje

Analiza povrata investicije

KALKULATOR TROŠKOVA GREJANJA

Poređenje troškova grejanja - Gas / Toplotna pumpa
Potrebno je popuniti žuta polja sa vašim podacima!

Površina koju grejemo: 1700 m²

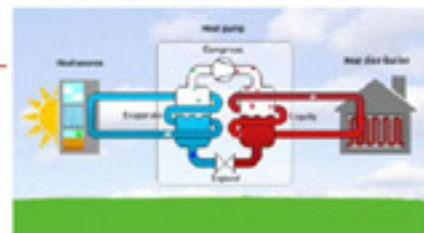
Toplotna izolacija objekta: Odlično izolovan

Potrebna količina toplote: 85 kW

Koliko sati godišnje se greje: 2000 h

Količina toplote x Ukupno sati = God. potreba za toplotom

85 x 2000 = 170000



Grejanje toplotnom pumpom

Sistem: Zemlja / Podno grejanje

Godišnji koeficijent toplotne pumpe COP = 4

Cena električne energije:

Viša tarifa: 7 din./kWh Vremenski udeo: 80 %

Niža tarifa: 1.16 din./kWh Vremenski udeo: 20 %

Potrošnja električne energije:

God. potreba za toplotom / God. koeficijent COP =

Godišnja potrošnja električne energije

170000 kWh / 4 COP = 42500 kWh

Godišnji troškovi električne energije sa tarifnim povlasticama

42500 kWh x 7 din. x 0.8 = 238000 din.

42500 kWh x 1.16 din. x 0.2 = 98500 din.

Godišnji troškovi grejanja = 336500 din.

Grejni troškovi u toku 10 god. = 3365000 din.

Grejni troškovi u toku 20 god. = 6730000 din.

Grejanje gasom:

Iskorišćenje gasnog kotla: 85 %

Cena zemnog gasa: 33.48 din./m³

Grejni učinak: 10 kWh/m³

Potrošnja zemnog gasa:

God. potreba za toplotom / Grejni učinak * Iskorišćenje = Godišnja potrošnja gasa

170000 kWh / 10 kWh/m³ * 85 % = 20000 m³

Godišnji troškovi gasa i održavanja:

20000 m³ x 33.48 din./m³ = 669600 din.

Održavanje kotla i odžaka: 2000 din.

Godišnji troškovi grejanja = 671600 din.

Grejni troškovi u toku 10 god. = 6716000 din.

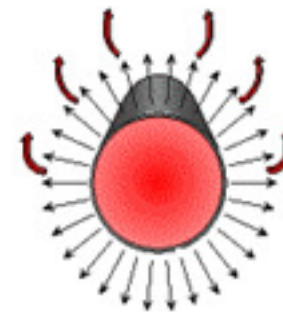
Grejni troškovi u toku 20 god. = 13432000 din.

Infracrvene grejalice

- Infracrveno grejanje (zračenjem u IC, nevidljivom, spektru) je suprotnost grejanju posredstvom toplog vazduha (primer grejanje kaloriferima). Koristi se najstariji, prirodni princip grejanja zračenjem, gde se toplota predaje direktno telima u zoni grejanja, bez grejanja vazduha koji kao topliji struji nagore i greje tavanicu.
- Infracrveno zračenje je kao takvo izuzetno energetski efikasno, kao rešenje ne ometa manipulaciju i kretanje u grejnoj zoni

Prednost – nema investicija, već je izveden sistem

- Velika ušteda energije, koja se kreće od 30 do 70%
- Jednostavna montaža i održavanje
- Brzo zagrevanje prostora
- Ravномерan raspored temperature
- Ekološki čista tehnologija



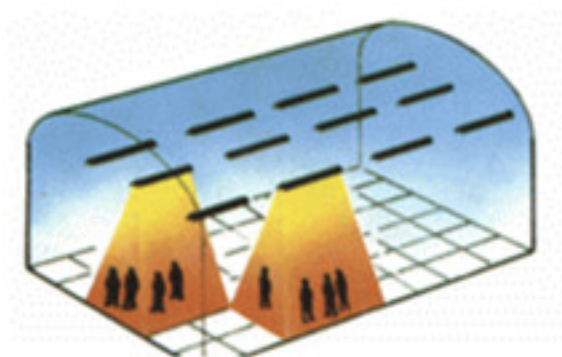
Infracrvene grejalice

- **Svi tipovi grejača su opremljeni višestrukom zaštitom koja zaustavlja rad grejača automatski ukoliko dodje do nepravilnosti u radu:**
- **Grejači u dodatnoj opremi mogu imati (preporuka za poboljšanje učinka):**
 - tajmer
 - termostatsku kontrolu
 - senzor i alarm za slučaj curenja gasa iz instalacije
 - zaštitna mreža (od fizičkih oštećenja ili udara lopte u sportskim objektima)
- **Sličan sistem već postoji u hali Hemofarma, u brojnim sportskim halama i u fiskulturnim salama u osnovnim školama širom Srbije**
- **Efikasno rešenje sa kratkim periodima otplate investicije za 1-2 godine (u odnosu na klasična rešenja grejanja sportske sale).**

Infracrvene grejalice

Preporuka:

- Redovno održavanje instalacije imaće efekta po pitanju:
- Efikasnosti sistema – pozicija, povezivanje svih potrebnih priključaka. Uz optimalnu montažu i održavanje termotehničkih sistema može postići ušteda do 10%
- Bezbednosti – postavljanje zaštitnih mreža (od fizičkih oštećenja i udara lopte)

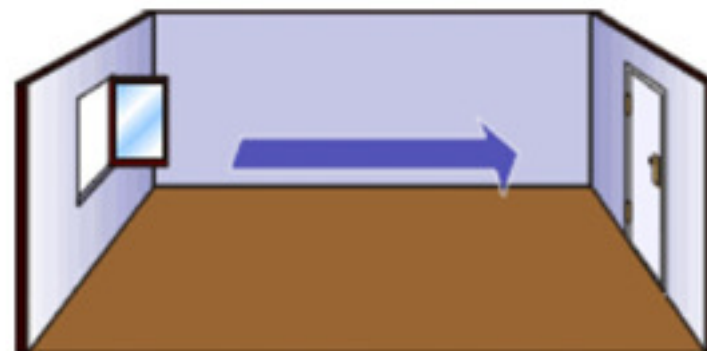


Način primene infracrvenih grejalica

Ventilacija fiskulturne sale



VS



Sistem rekuperacije

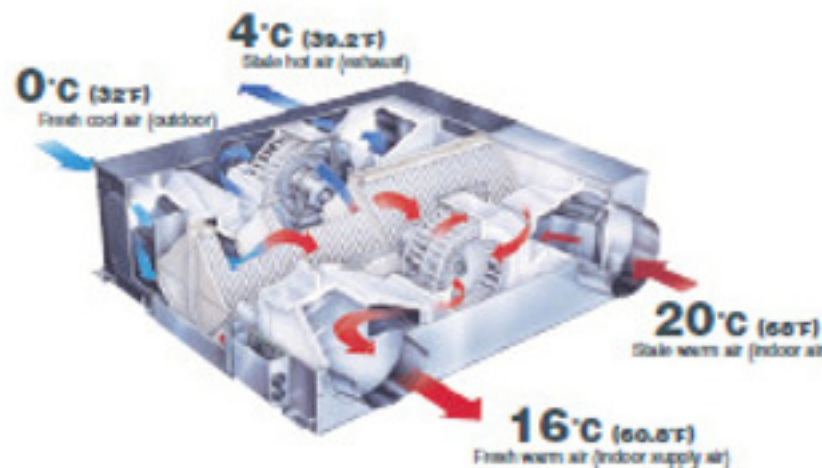
Cena standardne ventilacije investiciono manje od 10% vrednosti rešenja sa rekuperacijom

ALI...

Za ispravno funkcionisanje ventilacije bio bi potreban dodatni grejač od oko 30 kW u zimskom periodu

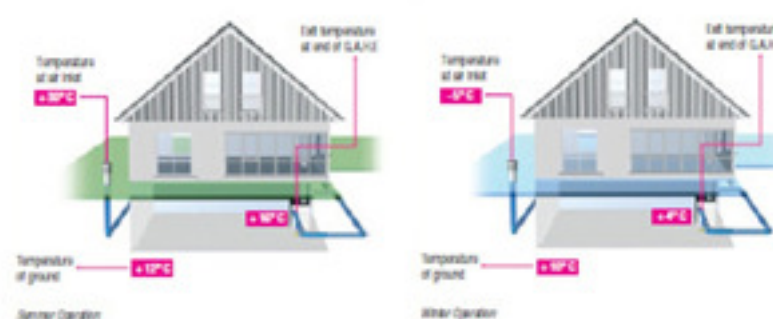
Sistem rekuperacije

Princip rada rekuperativnih jedinica je predavanje energije otpadnog vazduha svežem vazduhu bez mešanja. Neki od eminentnih svetskih proizvođača imaju i jezgra rekuperatora napravljena od specijalnog višeslojnog komprimovanog papira (plate fin tehnologija). Izvanredan prenos toplote i propusnost vlažnosti vazduha postiže se poboljšanim komforom i efikasnošću razmene senzibilne toplote do neverovatnih 87,5% – moguće koristiti kao zasebno rešenje koje poboljšava kvalitet vazduha u sali u najvećem delu godine.

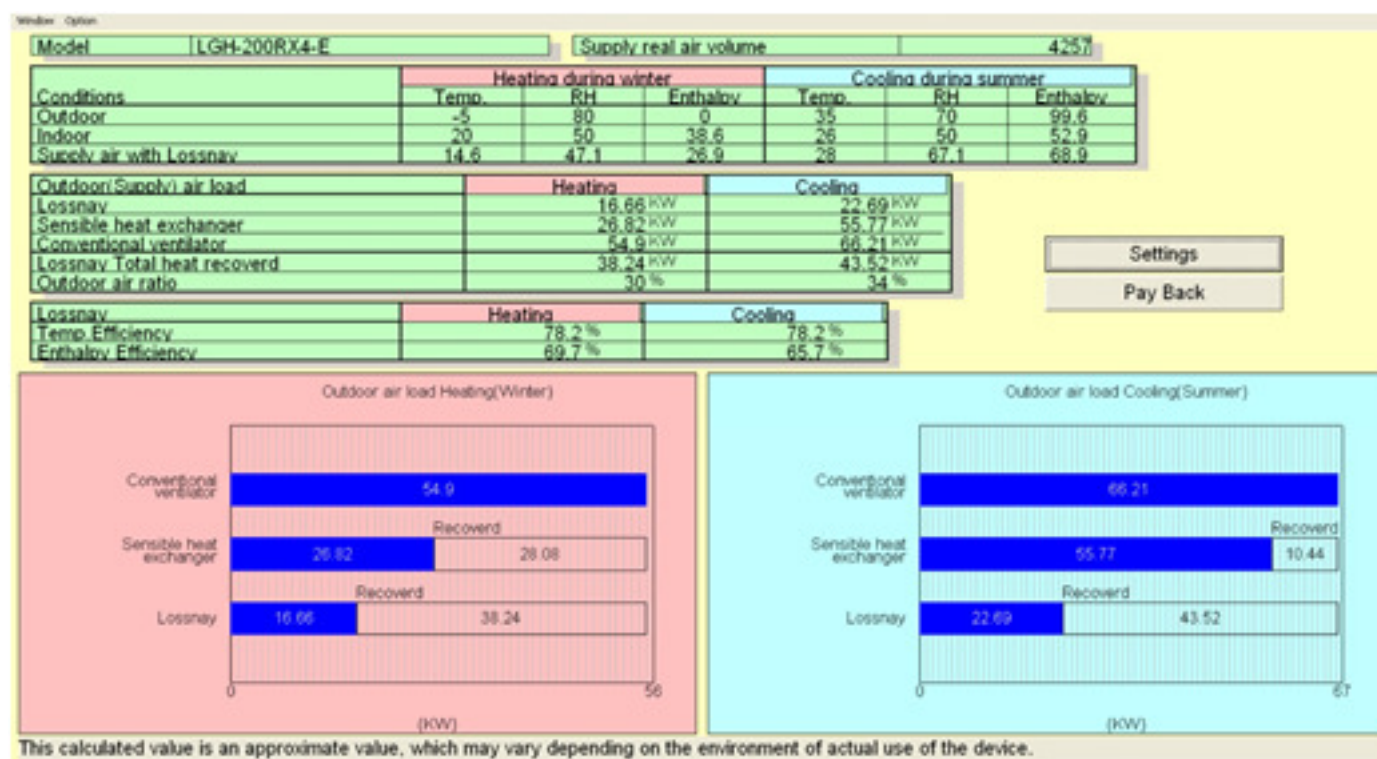


Sistem rekuperacije

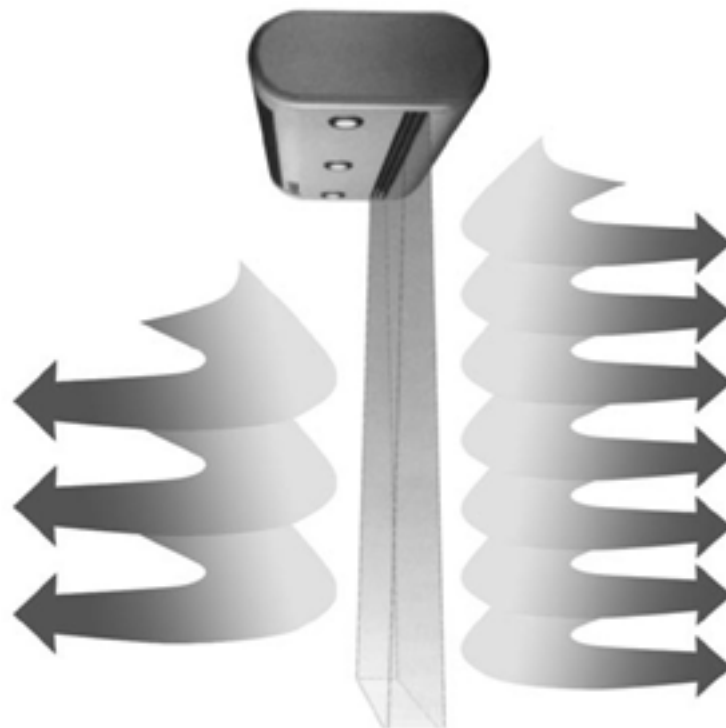
U kombinaciji sa inovativnom tehnologijom izmenjivača toplote vazduh-zemlja (kontrolisana ventilacija primenom geotermije i visokoefikasnih rekuperatora toplote) dobija se sistem sa ekstremno niskim eksploatacionim troškovima. Ovaj sistem ima jednu manu – visoku cenu.



Sistem rekuperacije



Vazдушna zavesa



Princip rada vazdušne zavesе

Vazдушna zavesa

Električna zavesa sa automatikom

- Automatski način rada podrazumeva priključak na sklopku otvaranja vrata
- Radi 30 sekundi nakon otvaranja vrata



Toplovodna zavesa kao grejno telo

- Predviđena za konstantan rad
- Može se tretirati i kao grejno telo u hodničkom prostoru

Procena

- **Analize u preliminarnoj fazi dovode do zaključka o najpovoljnijem roku povratku investicije za sistem sa kondenzacionim kotlovima i radijatorskim grejanjem. U razmatranju za povrat investicije vodili smo se kalkulacijama vezanim za režim grejanja, dok hlađenje prostora predstavlja dodatni „benefit“ koji se dobija u istoj investicionoj, i po niskoj, eksploatacionalnoj vrednosti**
- **Svako od pomenutih rešenja ima značajan kapacitet uštede i energetske efikasnosti.**
- **Analiza obuhvata sve sisteme vezane za građevinski objekat (na osnovu prethodnih proračuna termičkog omotača)**
- **Za razliku od parcijalnih intervencija (samo sistemi grejanja ili samo sistem omotača objekta odnosno, njihovi pojedini delovi) moguće je za svaku stavku pojedinačno ili u skupu proračunati učinak i isplativost**

Potencijal za uštedu i brži povrat investicije samo će rasti. Električna energija je u Srbiji još uvek socijalna kategorija a cena gasa među najnižim u Evropi. To deluje destimulišuće ali će primena novog zakona o energetske efikasnosti od polovine 2011. godine dovesti do izmena ovih odnosa, što će nas navesti da, kao društvo, sve manje budemo „siromašni rasipnici“.



Hvala na pažnji!

Nenad Mihailović, dipl. ing. maš.

Dragan Čalić, dipl. ing. maš.

Uz zahvalnost saradnicima:

Danfoss Srbija

Rehau Srbija – Vladan Đurđević

Marko Milidragović, dipl. ing. maš.