

**RAZLIKE IZMEĐU DVOCEVNOG I ČETVOROCEVNOG SISTEMA GREJANJA I  
HLAĐENJA POMOĆU VENTILATOR-KONVEKTORA****DIFFERENCE BETWEEN A TWO-PIPE AND A FOUR-PIPE HEATING AND COOLING  
SYSTEMS USING A FAN-COIL UNIT**Aleksa Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Mašinstvo – ENERGETIKA I PROCESNA  
TEHNIKA**

**Kratak sadržaj** – U okviru ovog rada dat je kratak opis i razlika između dvocevni i četvorocevni sistema grejanja i hlađenja. Poseban akcenat stavljen je na ventilator-konvektore pomoću kojih se greju/hlade sistemi, izvršena je njihova podela i objašnjen princip rada.

**Ključne reči:** ventilator-konvektori, grejanje, hlađenje

**Abstract** – In this paper, a brief description and a difference between two-pipe and four-pipe heating and cooling systems is given. The main topic was placed on fan-coils, which are used to heat/cool systems, their division was made and the basic principles of their operation was explained.

**Keywords:** fan-coil units, heating, cooling

**1. UVOD**

Upotreba sistema za klimatizaciju je postala stalan i neizostavan deo naše svakodnevnice, polazeći od domaćinstava, zagrevanja zimi, hlađenja leti, kao i obezbeđivanje željenog kvaliteta vazduha, pa do obezbeđivanja raznih industrijskih potreba, kao što su, na primer, prostorije sa odgovarajućom niskom ili visokom temperaturom, vlažnosti vazduha i slično. Svaki objekat zahteva sistem za klimatizaciju. Složenost sistema za klimatizaciju zavisi od složenosti samog objekta. Sistem za klimatizaciju je ozbiljan energetska potrošač, i iziskuje troškove koji nisu zanemarljivi. Iz ovih razloga potrebno je konstatno raditi na unapređivanju efikasnosti sistema za klimatizaciju i izvlačiti maksimalnu ekonomičnost i efikasnost iz njega [1]. U ovom radu opisani su dvocevni i četvorocevni sistemi grejanja i hlađenja pomoću ventilator konvektora, kao i razlika između ova dva sistema.

**2. DVOCEVNI SISTEMI**

Karakteristika dvocevni sistema (*slika 1.*) jeste da tokom cele godine kroz cevnu mrežu struji hladna ili topla voda, dok se temperatura primarnog vazduha podešava prema uslovima spoljne temperature.

**NAPOMENA:**

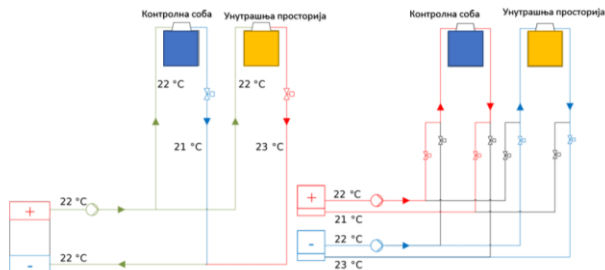
**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Maša Bukurov Nikolić, red. prof.**

U toplijim krajevima u kojima više variraju letnja toplotna opterećenja (toplota od sunca, ljudi, uređaja...), nego zimski toplotni gubici, kao što je slučaj kod npr. savremene kancelarije sa puno opreme, uvek se koristi hladna voda u "sekundarnoj mreži". Pri najnižim spoljnim temperaturama, npr. ako zimi ipak treba zagrevanje, to se postiže grejanjem vazduha u centralnoj klima-komori (a ne vodom). U letnjem režimu i vazduh i voda oduzimaju toplotu prostoriji, jer su oba fluida na nižim temperaturama od temperature prostorije. Hladan primarni vazduh neutrališe stalne i vremenski malo promenljive dobitke toplote (transmisioni oblici), dok je kapacitet razmenjivača toplote (ispunjenog vodom) podešen prema trenutnim dobitcima (sunčevo zračenje, osvetljenje, ljudi). Primarni fluid dvocevni sistema se priprema kao u klasičnim vazdušnim sistemima, pri čemu se vodi računa da se vazduh leti hladi u hladnjaku komore sa nižom temperaturom vode, kako bi se još tu dovoljno osušio. U tom slučaju se za hlađenje sekundarnog vazduha može koristiti viša temperatura vode i tako postići hlađenje bez izdvajanja vlage. U zimskom režimu, kada je spoljna temperatura ispod temperature površine hladnjaka, hladnjak se može koristiti i za pripremu vode razmenjivača toplote indukcijom aparata. Indukcioni uređaji funkcionišu tako što se vazduh iz prostorije indukuje kroz rešetku na indukcijom uređaju, prolazi kroz izmenjivač toplote, gde se prema potrebi greje ili hladi, a potom u plenumskoj kutiji meša sa pripremljenim svežim vazduhom i zatim kroz linijske otvore koji se nalaze na dve ili na sve četiri strane uređaja ubacuje u prostoriju [2]. Takav režim rada je ekonomičan, jer je priprema vode bez potrošnje energije, a spoljni vazduh se u izvesnom stepenu zagreva, što smanjuje potrebno odavanje toplote grejača u klima komori [3].

**3. ČETVOROCEVNI SISTEMI**

Četvorocevni sistemi (*slika 1.*) spadaju u tzv. višecevne vazdušno vodene sisteme. Odlikuju se sa dve razvodne cevne mreže za sekundarnu vodu, pa u svakom trenutku postoji mogućnost propuštanja kroz indukcijom aparat, bilo hladne ili tople vode. Prema tome, iako nemaju formalno prebacivanje sa jednog režima na drugi, po temperaturama vazduha i vode potpuno odgovaraju dvocevni sistemima. Indukcioni aparat četvorocevni sistema u svakom trenutku može da greje/hladi, ili hladi i greje istovremeno. Indukcioni aparat četvorocevni sistema ima dva priključka za dovod i odvod tople vode, i dva za odvod i dovod hladne vode. Pri tome indukcijom aparat može da poseduje jedan zajednički razmenjivač za grejanje odnosno

hlađenje, ili, što je najčešći slučaj, dva razmenjivača – grejač i hladnjak. Ovakav sistem je svakako najpovoljniji klimatizacioni sistem sa mogućnošću trenutnog prelaska sa hlađenja na zagrevanje vazduha i obrnuto, što utiče na potrebna visoka ulaganja. Četvorocevni sistem je posebno pogodan za zgradu sa prostorijama čiji se toplotni zahtevi nesrazmerno menjaju i ne mogu da se grupišu u zone [4].



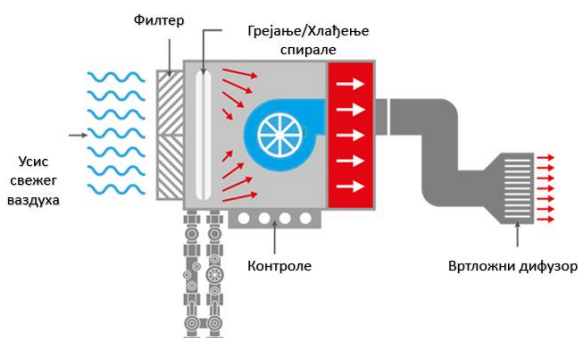
Slika 1. Dvocevni i četvorocevni sistem grejanja i hlađenja [5]

#### 4. VENTILATOR-KONVEKTORI

Ventilator-konvektor („FCU“) je jednostavan izmenjivač toplote koji koristi ventilator i zavojnicu za hlađenje ili zagrevanje vazduha u prostoriji bez upotrebe kanala. „FCU“ je jedan od komponenta „HVAC“ sistema koji se koriste u stambenim, komercijalnim i industrijskim zgradama. Ventilator-konvektor obezbeđuje brojne prednosti u odnosu na konvencionalni sistem grejanja i hlađenja uključujući: poboljšanje kvaliteta vazduha, bešuman rad, manje troškove instalacije kao i bolju energetska efikasnost. Osigurava preciznu kontrolu temperature u prostoriji i može se koristiti za grejanje kao i za hlađenje [6].

##### Konstrukcija ventilator-konvektora

Struktura ventilator-konvektora (slika 2.) je u obliku kutije poput peći, a njegova unutrašnjost podseća na saće. Ventilator-konvektor ima niz unutrašnjih komponenti kao što su redovi spiralnih cevi, ventilator za dovod vazduha, motor, filter, kondenzat posuda za odvod, kontrolni ventil itd. Za poboljšanje kvaliteta vazduha u zatvorenom prostoru, kao i za smanjenje troškova održavanja većina ventilator-konvektora je opremljena filterom za vazduh. Rashladno sredstvo, ohlađena voda ili vruća voda cirkulišu kroz zavojnicu da ohlade ili zagreju vazduh. Neke jedinice su opremljene električnim trakama za grejanje. Ventilator izduvava klimatizovani vazduh iz sistema i nazad u unutrašnji prostor. Ventilator-konvektori dolaze u tri osnovne konfiguracije: horizontalni, vertikalni (vođeni više u zidu) i grejači jedinica nisko uzduž zida. Ventilator-konvektor nudi kompaktan opseg od prve do četvrtne brzine izduvavanja ventilatora. Tipična veličina ventilator-konvektora je 500 mm do 800 mm dužine, 500 mm do 2000 mm širine i 160 mm do 400 mm dubine [7].



Slika 2. Ventilator-konvektor [8]

##### Princip rada ventilator-konvektora

Ventilator duva preko redova spiralnih cevi kroz koje prolazi rashladno sredstvo, rashlađena voda ili topla voda. U toj kombinaciji ventilator i spiralne cevi zajedno deluju kao izmenjivač toplote. Postoji prenos toplote između vazduha kome je vrela tečnost odala svoju toplotu na rashladno sredstvo ili hladnu vodu koja deluje kao hladna tečnost. Tokom hlađenja vazduha toplota se prenosi sa vazduha u rashladno sredstvo ili ohlađenu vodu. Tokom zagrevanja vazduha u prostoru topla voda koja teče unutar spiralnih cevi će delovati kao topla tečnost i prenositi toplotu na vazduh koji je u tom slučaju hladan fluid, kada recirkulacija zagreva prostor ili prostoriju. Hlađenje ili grejanje vazduha zavisi od željene temperature u sobi. Vazduh u prostoru iznova cirkuliše za postizanje željenog temperaturnog stanja prostorije. Motor instaliran u ventilator-konvektor pokreće lopatice ventilatora da se rotiraju, stvara dovoljnu zapreminu vazduha i prelazi preko zavojnice gde teče ohlađena voda, po istom principu u zimskoj sezoni topla voda teče unutar spiralnih cevi ventilator-konvektora i omogućava prenos toplote iz spiralnih cevi sa toplom vodom u vazduh koji struji preko njih pa onda u samu prostoriju, i samim tim se prostorija zagreva. U zavisnosti od zahtevane temperature prostora, da li je potrebno hlađenje ili grejanje, ohlađena ili topla voda automatski teče kroz spiralne cevi ventilator-konvektora. Termostat kontroliše temperaturu prostorije ili prostora i pokreće ventilator-konvektor za rad u režimu grejanja ili hlađenja kontrolisanjem brzine ventilatora i protoka tečnosti kroz spiralne cevi [9].

##### Tipovi ventilator-konvektora

Ventilator-konvektor je podeljen na osnovu instalacije i rasporeda cevovoda.

Postoje različite vrste „FCU“ zasnovane na instalaciji:

1. horizontalni ventilator-konvektor;
2. Vertikalni ventilator-konvektor;
3. Podni ventilator-konvektori;
4. Ventilator-konvektori montirani na zid.

Sva četiri tipa ventilator-konvektora pružaju isti nivo performansi i isporučuju samo grejanje/hlađenje ili grejanje i hlađenje.

Na osnovu rasporeda cevovoda ventilator-konvektor može biti podeljen na dva tipa:

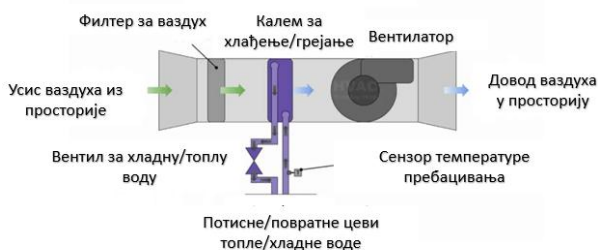
1. Dvocevni ventilator-konvektor;

## 2. Četvorocevni ventilator-konvektor. [7]

### Dvocevni ventilator-konvektor

Dvocevni ventilator-konvektor (*slika 3.*) je jedna zatvorena petlja za napajanje i povrat sistema za distribuciju vode koji opslužuje svaku prostoriju u kojoj zgrada ima samo jednu vodenu petlju. Time je grejanje ili hlađenje dostupno u zavisnosti od sezone. Dvocevni ventilator-konvektor ima jedan kalem povezan sa dve cevi. Jedna cev je za potis vode, a druga za povrat vode. Rashlađena ili topla voda protiče kroz kalem, u zavisnosti od toga da li je potrebno hlađenje ili grejanje u zgradi. Protok kroz zavojnicu kontroliše ventil na jednoj od cevi. Ventil se otvara i zatvara u zavisnosti od potrebe za grejanjem ili hlađenjem u prostoru.

Glavna prednost upotrebe dvocevnih ventilator-konvektora u „HVAC” sistemu je što su jeftinije za instalaciju, potrebno je manje truda i materijala (cevi, fitinzi, ventili, itd.) za ugradnju dvocevnog ventilator-konvektora u poređenju sa četvorocevnim ventilator-konvektorom. [10]

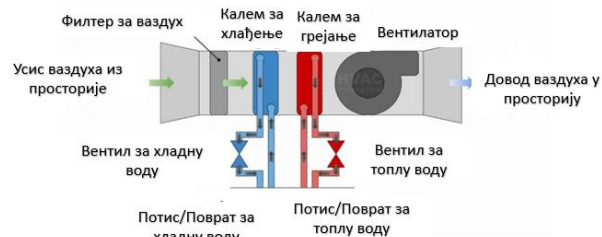


Slika 3. Dvocevni ventilator-konvektor [10]

### Četvorocevni ventilator-konvektor

Četvorocevni ventilator-konvektor, (*slika 4.*) sastoji se od dva odvojena kalema za grejanje za hlađenje. Svaki kalem ima svoje namenske setove cevi uključujući potisne i povratne cevi i ventile. Ova vrsta ventilator-konvektora može istovremeno hladiti i grejati u zavisnosti od zahteva stanova i lokala zgrade. Ventilator-konvektor sa četiri cevi ima dva namotaja - zavojnicu za hlađenje i zavojnicu za grejanje. Svaki kalem je povezan sa dve cevi: jednom za potis vode i drugom za povrat vode. I rashladni i grejni kalemovi imaju svoje pojedinačne ventile, tako da postoje odvojeni ventili za hlađenje i grejanje. Ventil za hlađenje se otvara ako je potrebno hlađenje u prostoru. Ventil za grejanje se otvara ako je potrebno grejanje u prostoru.

Glavna prednost korišćenja četvorocevnih ventilator-konvektora u „HVAC” sistemu je to što su kalemovi za hlađenje i grejanje odvojeni jedan od drugog, što omogućava istovremeno grejanje i hlađenje različitih prostorija i lokala u celoj zgradi. [10]



Slika 4. Četvorocevni ventilator-konvektor [10]

## 5. ZAKLJUČAK

Tema ovog rada je bila sumiranje prednosti, mana i osnovnih razlika između dvocevnog i četvorocevnog sistema grejanja i hlađenja pomoću ventilator konvektora. Glavna mana četvorocevnog sistema su znatno skuplji troškovi u odnosu na dvocevni, ne zbog same cene ventilator-konvektora jer ta razlika nije velika, nego zbog same količine cevi kroz koje struji medijum od toplotne pumpe pa do ventilator-konvektora. Glavna prednost četvorocevnog sistema je komfor, jer je moguće istovremeno grejanje i hlađenje različitih prostorija u objektu, dok kod dvocevnog sistema postoji samo režim hlađenja ili režim grejanja. Iz ovoga vidimo da su ova dva sistema gledano iz tehničkog aspekta potpuno ista, a da je osnovna razlika u komforu koji nudi četvorocevni sistem, i u manjoj ceni dvocevnog sistema.

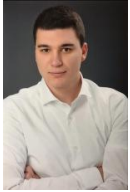
## 6. LITERATURA

- [1] Vasić, Aleksandar, Seminarski rad GREJANJE I VENTILACIJA na temu SISTEMI ZA KLIMATIZACIJU I VENTILACIJU, Kosovska Mitrovica, 2017
- [2] <https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/9875/820/indukcioni-uredjaji-stede-energiju-i-obebedujuju-komfor>
- [3] Тодоровић, Бранислав, Климатизација, Савез машинских и електротехничких инжењера Србије, Београд, 1998. [5] Catherine Rivet, Hyewong Lee, Alison Hirsch, Sharon Hamilton, Hang Lu, Microfluidics for medical diagnostics and biosensors, Elsevier Ltd., 2010.
- [4] Kreider, J. A. Rabl – Hill, Heating and Cooling of Buildings, McGraw, New York, 1994.
- [5] Maccarini, A. (2017). A two-pipe system for simultaneous heating and cooling of office buildings: Transferring heat among building rooms through a room-temperature water loop. Aalborg Universitetsforlag. Ph.d.-serien for Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet [8] Gaozhe Cai, Li Xue, Huilin Zhang, Jianhan Lin, A Review on Micromixers, Micromachines, 8, 2021.
- [6] Saravanan D, A Study on Fan – Coil Unit, its types and maintenance in HVAC System, Valivalam Desikar Polytechnic Collage Nagapattinam, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2019.
- [7] Price, Mike, Fan – Coil Units, Chartered Institution of Building Services Engineers, 2008. [11] Clement Kleinstreuer, Microfluidics and Nanofluidics: Theory and Selected Applications, Wiley, 2013.
- [8] <https://www.cranefs.com/systems/fan-coil-units/>

[9] Yunus, A. Cengel, Heat and mass transfer, 3rd edition  
Tata Mcgraw – hill publishing company limited, New  
Delhi.

[10] <https://hvactrainingshop.com/how-a-fan-coil-unit-works/>

**Kratka biografija:**



**Aleksa Milošević** rođen je u Novom Sadu  
2000. god. Diplomski rad na Fakultetu  
tehničkih nauka iz oblasti Energetike i  
procesne tehnike – Primer rekonstrukcije  
vrelovoda odbranio je 2023.god.  
kontakt: acimilosevic@gmail.com