

**PRAKTIČNA PRIMENA “DUAL DUCT” SISTEMA KLIMA KOMORE SA REKUPERACIJOM VAZDUHA**
**PRACTICAL APPLICATION OF THE „DUAL DUCT“ AIR HANDLING UNIT SYSTEM WITH AIR HEAT RECOVERY**

 Miloš Simović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
**Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je prikazana analiza sistema klimatizacije, grejanja i hlađenja administrativnog prostora u sklopu poslovnog objekta. Sistem je baziran na primeni toplotne pumpe i klima komore sa dvokanalnom (Dual Duct) distribucijom vazduha. Urađeni su proračuni toplotnih gubitaka i dobitaka i određene potrebne količine svežeg i recirkulisanog vazduha. Analizirani su uticaji različitih parametara (odnos svežeg i recirkulisanog vazduha, odnos vazduha iz toplog i hladnog vazdušnog kanala) na rad sistema, kao i energetska efikasnost i komfor korisnika.

**Ključne reči:** grejanje, klimatizacija, administrativni prostor, proračun.

**Abstract** – The paper presents an analysis of the air – conditioning, heating and cooling system of an administrative space within a commercial building. The system is based on the application of a heat pump and an air – handling unit with dual – duct air distribution. Design calculations of heat losses and gains were carried out, and the required amounts of fresh and recirculated air were determined. The impacts of various parameters (the ratio of fresh to recirculated air and the ratio of warm to cold air streams) on system operation, as well as energy efficiency and user comfort, were analyzed.

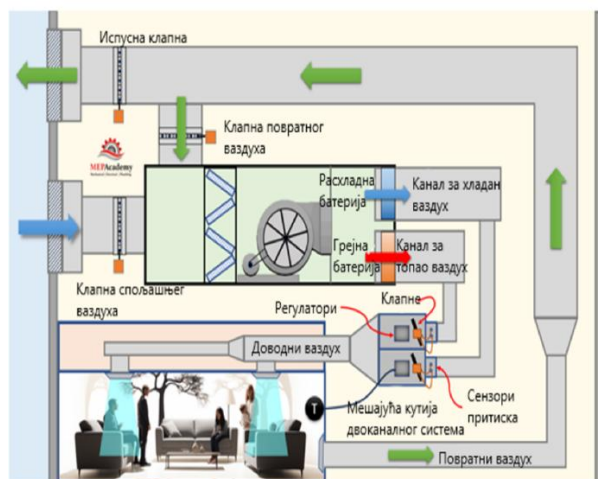
**Key words:** heating, air conditioning, administrative space, design calculation.

**1. UVOD**

Savremeni sistemi klimatizacije, grejanja i hlađenja moraju istovremeno da obezbede funkcionalnost, energetska efikasnost i visok nivo komfora. Jedno od rešenja koja omogućavaju takvu ravnotežu je primena toplotne pumpe u kombinaciji sa klima komorom i Dual Duct distribucijom vazduha. Dual Duct koncept obezbeđuje veću fleksibilnost u regulisanju parametara unutrašnjeg vazduha, što je posebno značajno u prostorijama različitih namena. Cilj ovog rada je da se prikaže praktična primena takvog sistema u konkretnom objektu. Rad obuhvata analizu proračunskih parametara, kao i ocenu energetske efikasnosti i nivoa komfora koji ovaj sistem obezbeđuje.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Anđelković, vanred. prof.



Slika 1. Šema “Dual Duct” sistema [1]

**2. TEHNIČKI OPIS SISTEMA**

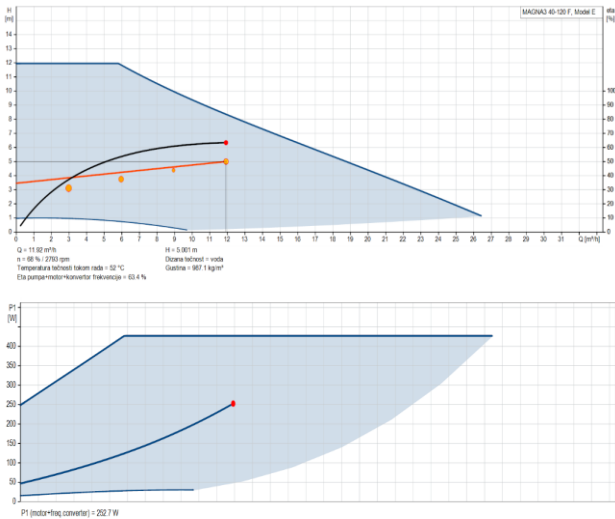
Sistem klimatizacije, grejanja i hlađenja administrativnog prostora zasnovan je na primeni 4-cevne toplotne pumpe kao primarnog izvora energije i klima komore sa dvokanalnim (Dual Duct) razvođenjem vazduha. Na strani rashladnog i grejnog medijuma, za transport toplotne energije koriste se cirkulacione pumpe, dok se distribucija u prostoru realizuje preko vrtložnih difuzora. Klima komora je projektovana kao centralni element sistema, sa modulom za mešanje svežeg i recirkulisanog vazduha, kao i sa toplim i hladnim kanalom. U letnjem režimu, komora obezbeđuje hlađenje i odvlaživanje vazduha, dok je u zimskom režimu zadužena za grejanje i ovlaživanje. Da bi se obezbedilo fino podešavanje temperature, svaka prostorija ima lokalnu kontrolu i merenja unutrašnje temperature. VAV kutija dalje otvara ili zatvara klapne na toplom ili hladnom vazduhu i tako reguliše temperaturu smeše.

Tabela 1. Bilans instalisanih toplotnih kapaciteta

Izvor	Grejanje(-5°C) (kW)	Hlađenje (kW)
4-cevna toplotna pumpa vazduh/voda	73,6	102,8

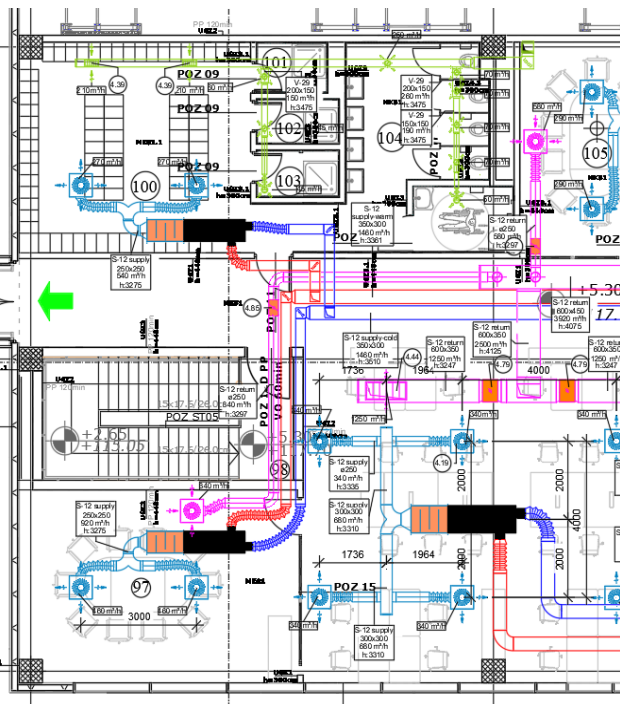


Dijagram usvojene cirkulacione pumpe [2] je dat na slici ispod.

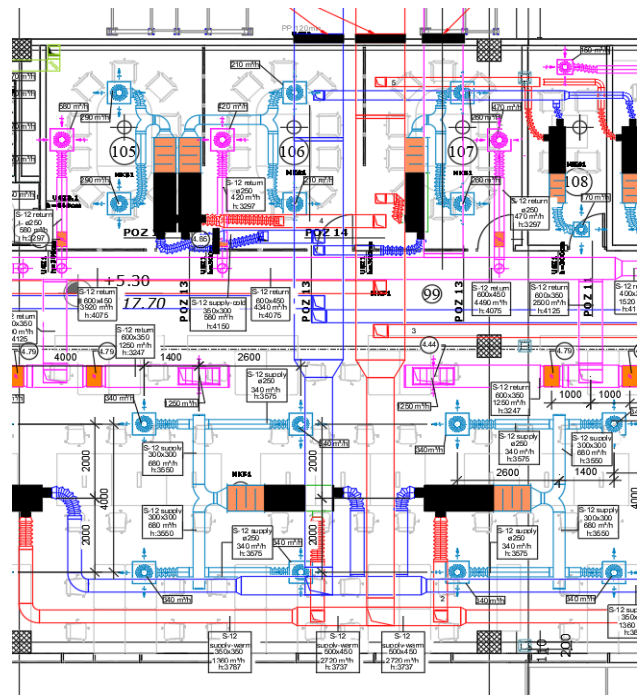


Istim postupkom smo dimenzionisali i cirkulacionu pumpu za režim hlađenja i usvojili pumpu MAGNA3 50 – 120 F.

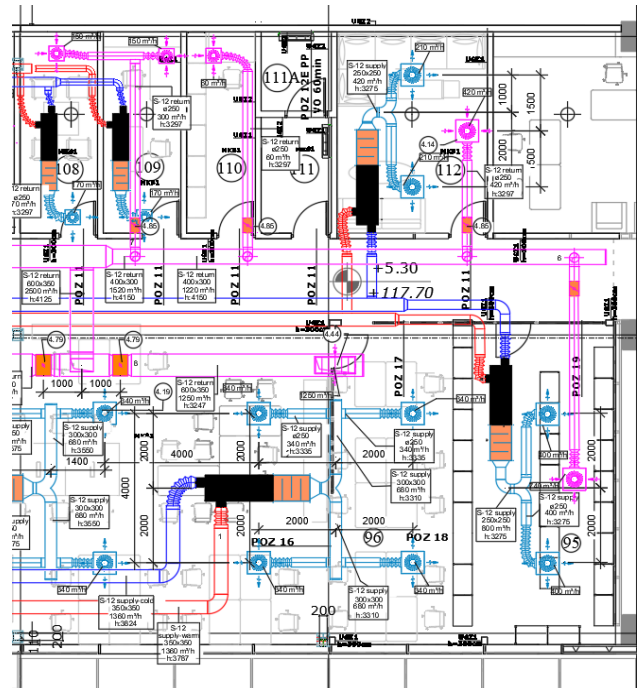
#### 4. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



Slika 2. Administrativni deo sa projektovanim KGH sistemom – 1. deo



Slika 3. Administrativni deo sa projektovanim KGH sistemom – 2. deo



Slika 4. Administrativni deo sa projektovanim KGH sistemom – 3. deo

#### 5. ANALIZA ODNOSA SVEŽEG I RECIRKULISANOG VAZDUHA

Analizirani su sledeći scenariji:

- Scenario A: 30% OA (spoljašnji vazduh) / 70% PA (recirkulisani vazduh)
- Scenario B: 40% OA / 60% PA (projekat)
- Scenario C: 60% OA / 40% PA.

Temperatura mešavine:

$$T_{mix} = \frac{m_{OA} \cdot T_{OA} + m_{RA} \cdot T_{RA}}{m_{OA} + m_{RA}} \quad (2)$$

- Scenario A:

$$T_{mix} = \frac{0,3 \cdot 34 + 0,7 \cdot 26}{0,3 + 0,7} = 28,4^{\circ}C$$

- Scenario B:

$$T_{mix} = \frac{0,4 \cdot 34 + 0,6 \cdot 26}{0,4 + 0,6} = 29,2^{\circ}C$$

- Scenario C:

$$T_{mix} = \frac{0,6 \cdot 34 + 0,4 \cdot 26}{0,6 + 0,4} = 30,8^{\circ}C$$

Opterećenje hladnjaka:

Rashladno opterećenje proporcionalno raste sa povećanjem  $T_{mix}$ . U odnosu na scenario B (projektni), scenario A smanjuje opterećenje za oko 7.5%, dok scenario C povećava opterećenje za oko 15%.

Koncentracija CO<sub>2</sub>:

$$C_{zone} = C_{out} + \frac{G}{Q_{OA}} \quad (3)$$

Pretpostavljeno: spoljašnji CO<sub>2</sub> = 420 ppm, broj ljudi = 50, emisija G = 18 l/h po osobi → ukupno G = 900 l/h.

- Scenario A:

$$C_{zone} = 420 + \frac{900}{2.994.000} \cdot 10^6 \approx 720 \text{ ppm}$$

- Scenario B:

$$C_{zone} = 420 + \frac{900}{3.992.000} \cdot 10^6 \approx 645 \text{ ppm}$$

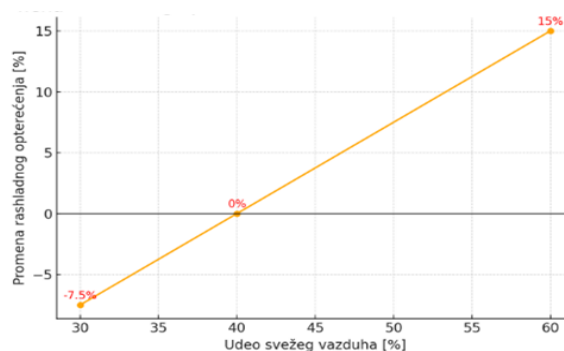
- Scenario C:

$$C_{zone} = 420 + \frac{900}{5.988.000} \cdot 10^6 \approx 570 \text{ ppm}$$

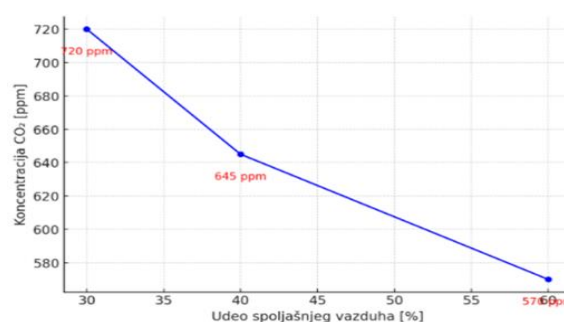
Rezultati pokazuju tipičan kompromis između energetske efikasnosti i kvaliteta unutrašnjeg vazduha. Kod odnosa 30% OA energetska opterećenje je značajno smanjeno, ali kvalitet vazduha nije na zavidnom nivou. Kod 60% OA kvalitet vazduha je odličan (ispod 600 ppm), ali opterećenje rashladnog sistema raste za oko 15%.

Optimalan odnos za posmatrani objekat je oko 40% OA, čime se postiže balans između energetske efikasnosti i kvaliteta unutrašnjeg vazduha.

Dijagram relativne promene rashladnog opterećenja u zavisnosti od udela svežeg vazduha



Dijagram koncentracije CO<sub>2</sub> u zavisnosti od udela svežeg vazduha



## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršene analize može se zaključiti da predloženo rešenje predstavlja pouzdan, energetski efikasan i komforan sistem klimatizacije, koji odgovara savremenim standardima i propisima. Rad pokazuje da je integracija toplotne pumpe sa dvokanalnom klima komorom dobro rešenje za objekte sa promenljivim opterećenjima, a dobijeni rezultati mogu poslužiti kao osnova za dalje unapređenje i primenu sličnih sistema u praksi.

## 7. LITERATURA

[1] MEPAcademy – dostupno na: <https://mepacademy.com/dual-duct-system/>

[2] Grundfos.com – dostupno na: <https://www.grundfos.com/rs>

### Kratka biografija:



**Miloš Simović**, rođen je u Subotici 2001. godine. Završio je gimnaziju u Bačkoj Topoli, nakon čega 2019. god. upisuje Fakultet tehničkih nauka u oblasti Mašinstvo – Energetika i procesna tehnika. Bachelor rad odbranio je 2023. god.

Kontakt:  
milosimovic2001@gmail.com