

### 9.1.12 SISTEMI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

Kao nosilac toplote (radni fluid) u vazдушnim sistemima javlja se vazduh. Vazduh se zagreva u grejaču ili hladi, vlaži ili suši, filtrira i, pripremljen na odgovarajući način, ubacuje se direktno u prostoriju. U prostoriji se ubačen vazduh meša sa sobnim i na taj način se postiže željena temperatura i vlažnost vazduha u prostoriji. Za razliku od vodenih sistema, kod kojih se prenos toplote odvija zračenjem i prirodnom konvekcijom, kod vazдушnih sistema je prisutna prinudna konvekcija – vazduh se u prostoriju ubacuje određenom brzinom, koja je veća nego kod prirodne konvekcije. Brzina strujanja vazduha u zoni boravka ljudi je ograničena, kako se ne bi stvorili nepogodni uslovi za boravak ljudi (promaja).

Prednosti vazдушnih sistema u odnosu na vodene su:

- mala inertnost sistema – vrlo brzo stupaju u dejstvo;
- dobra centralna i lokalna regulacija rada;
- mogućnost obavljanja funkcije provetravanja (ventilacije) prostora;
- "curenje" radnog fluida ne predstavlja problem (kao curenje vode).

Nedostaci vazdušnog grejanja su:

- podizanje prašine u prostoriji (ukoliko su brzine strujanja neprimisljene);
- nedostatak razmene toplote zračenjem;
- velike dimenzije kanala u poređenju sa dimenzijama cevi za toplu vodu (problem smeštanja u objektu).

Vazduh, kao grejni fluid, u termičkom pogledu je lošiji od vode:

- mali specifični toplotni kapacitet ( $c_v = 1005 \text{ J/kgK}$ ;  $c_w = 4186 \text{ J/kgK}$ ) i
- mala gustina vazduha ( $1 \text{ m}^3 \text{ vode} \rightarrow 1000 \text{ kg} \rightarrow \text{oko } 4 \times 10^6 \text{ J/K}$ ;  
 $1 \text{ m}^3 \text{ vazd.} \rightarrow 1,2 \text{ kg} \rightarrow \text{oko } 10^3 \text{ J/K}$ )

Kada se uzmu u obzir gore navedeni podaci poređenja vazduha i vode kao grejnih fluida, dolazi se do zaključka da je voda bolji radni fluid od vazduha, i to oko 4000 puta! Odnosno, da bi se prenela (dovela prostoriji) ista količina toplote, za vazdušne sisteme je potreban kanal dimenzija 400x500 mm, a za vodene cev prečnika  $\phi 25 \text{ mm}$ .

Međutim, bez obzira na ovu manu, postoje slučajevi gde su vazdušni sistemi nezamenljivi, a pre svega zbog mogućnosti ventilacije prostora, dobrog uklapanja u enterijer i dobre regulacije. Vazdušni sistemi se često koriste u postrojenjima za grejanje, a u klimatizaciji su nezamenljivi. Klimatizacija je mnogo širi pojam od grejanja, jer se, pre svega, može koristiti cele godine – zimi za grejanje, a leti za hlađenje. Osim obezbeđenja željene temperature u klimatizovanom prostoru (npr. zimi  $20^\circ\text{C}$ , a leti  $26^\circ\text{C}$ ) uloga sistema za klimatizaciju je i obezbeđenje:

- odgovarajuće relativne vlažnosti vazduha,
- odgovarajuće količine svežeg vazduha za ventilaciju,
- potrebnog nivoa čistoće vazduha (eliminacija mehaničkih nečistoća, neprijatnih mirisa, štetnih gasova, itd.)

Prema svojoj strukturi (načinu izvođenja) osnovna podela vazдушnih sistema je na:

- lokalne sisteme i
- centralne vazdušne sisteme klimatizacije.

U lokalne sisteme vazdušnog grejanja spadaju svi oni uređaji koji su locirani u samim prostorijama koje se greju. Tu spadaju: kaloriferi, vazdušne zavese i "split" sistemi (u izvedbi kao toplotna pumpa vazduh-vazduh).

### 9.1.12.1 VENTILACIONI SISTEMI

Ventilacioni sistem podrazumeva zamenu vazduha u prostoriji spoljnim vazduhom. Uobičajen je naziv **svež vazduh** za spoljni vazduh koji se u prostoriju uvodi centralnim sistemom.

Ventilacioni sistemi se mogu podeliti na:

- sisteme sa prirodnom ventilacijom i
- sisteme mehaničke (prinudne) ventilacije.

Prirodno provetravanje moguće je ostvariti kroz procepe (fuge) spoljnih prozora i vrata, otvaranjem prozora ili kroz posebne ventilacione otvore. Provetravanje prirodnim putem je moguće usled dejstva vetra ili uzgonske sile, što nekada nije dovoljno u odnosu na zahteve koji se postavljaju za određene prostore, bilo da je u pitanju boravak većeg broja ljudi ili neki proces koji se obavlja u posmatranoj prostoriji.

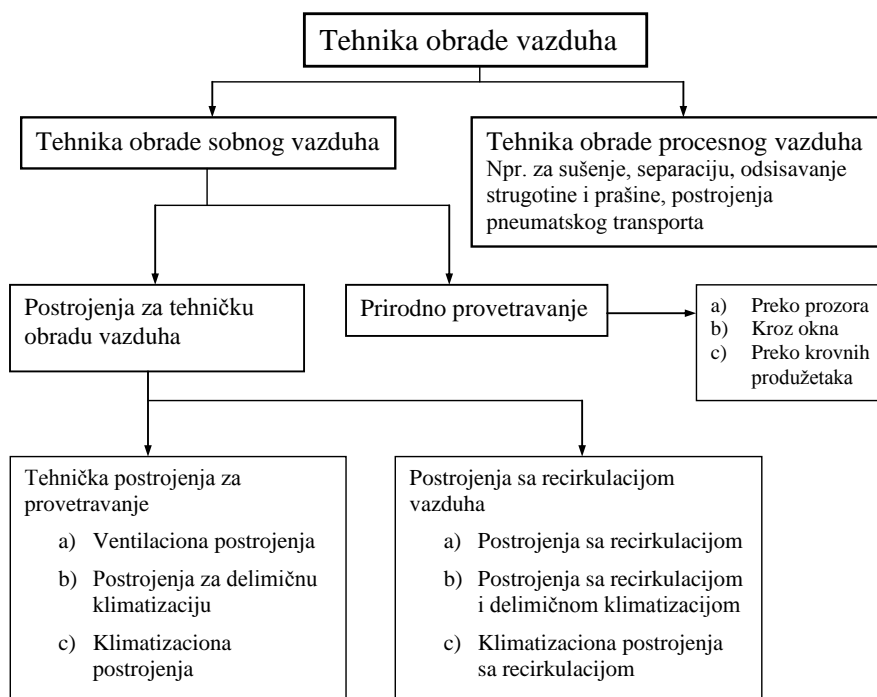
Kada se primenjuje prirodna ventilacija svakako treba uzeti u obzir brzinu i smer vetra, kao i izbor odgovarajućeg mesta na fasadi zgrade gde će biti postavljeni otvori za ventilaciju. Na taj način se može uticati na količinu spoljašnjeg vazduha koji će prirodnim putem prodirati u zgradu i ventilirati prostoriju. Protok vazduha je slučajno promenljiva veličina koja zavisi od temperaturske razlike, brzine i smera vetra, kao i razlike pritisaka unutrašnje i spoljašnje sredine. Broj izmena vazduha na čas jako varira, i može se kretati od 0,3 (već samom infiltracijom spoljašnjeg vazduha kroz procepe prozora i vrata) do čak 20 (kada su prozori širom otvoreni). Prilikom korišćenja prirodne ventilacije neophodno je uzeti u razmatranje više uticajnih faktora – od geometrije zgrade, rasporeda protorija, orijentacije zgrade u odnosu na dominantne vetrove, kao i načine uvođenja spoljnog vazduha. Prirodna ventilacija najčešće se ostvaruje otvaranjem otvora na fasadi i može se postići:

- ventilacija cirkulacijom vazduha u prostoriji (*single-sided ventilation*) ili
- ventilacija prostrujavanjem vazduha (*cross-ventilation*)

Prema nameni, ventilacioni sistemi mogu biti:

- za komforne uslove ili
- industrijski sistemi ventilacije.

Na slici 53 dat je prikaz pripreme vazduha u zavisnosti od namene vazdušnog sistema:



*Slika 53 Tehnike obrade vazduha u zavisnosti od namene sistema*

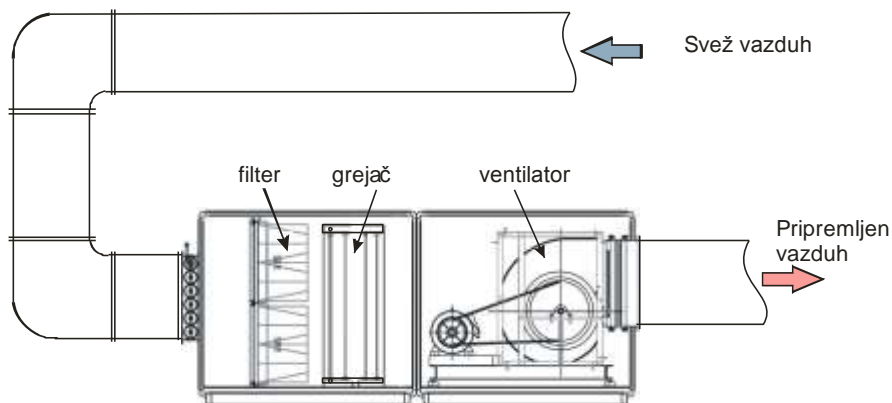
Mehaničkom (prinudnom) ventilacijom se uz pomoć ventilatora (aksijalnog ili centrifugalnog) prinudno dovodi potrebna količina svežeg vazduha u prostoriju. Postrojenja za mehaničku ventilaciju se najčešće izводе kao centralni sistem vazdušnog grejanja, mada to nije obavezno.

Kod centralnih sistema priprema vazduha se obavlja centralno – na jednom mestu, a zatim se pripremljen vazduh razvodi do pojedinih prostorija.

Centralna priprema vazduha se obavlja u KOMORI za pripremu vazduha (najčešće se koriste pojmovi *ventilaciona komora* i *klima komora*). Šematski prikaz jedne ventilacione komore koja radi samo sa svežim vazduhom tokom zimskog perioda dat je na slici 54. Vazduh se u komori filtrira, zagreva do sobne temperature i zatim distribuira do ventilisanih prostorija. Grejači u komorama mogu biti:

- toplovodni,
- parni ili
- električni.

Filter koji se nalazi u komori služi za izdvajanje čestica nečistoća iz vazduha (obično je to filter srednje klase izdvajanja EU2-EU3). Konstrukcije filterskih sekcija u komorama mogu biti različite: ravanski, kasetni, vrećasti, itd.



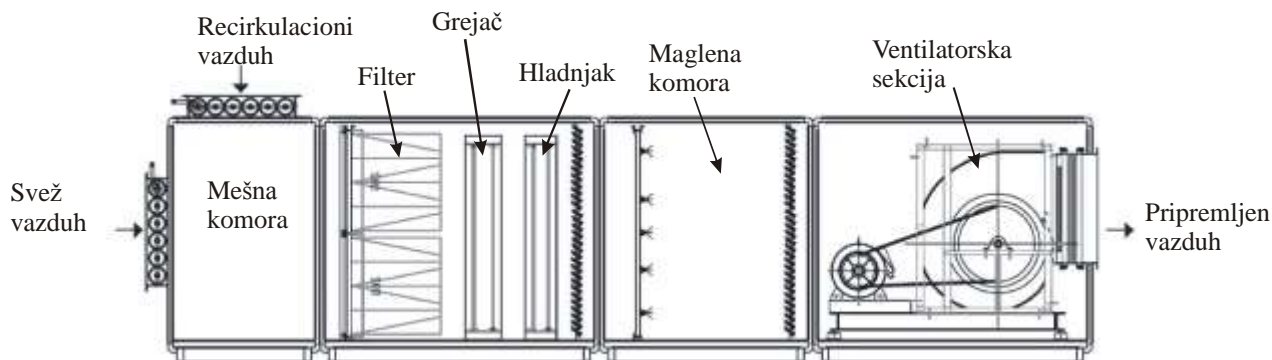
Slika 54 Ventilaciona komora za rad sa svežim vazduhom

### 9.1.13 ELEMENTI KLIMA KOMORE

Na slici 55 je dat šematski prikaz jedne horizontalne klima komore, koja radi sa mešavinom svežeg i recirkulacionog vazduha. Konstrukcija klima komore i broj i vrsta elemenata koje komora sadrži zavise od namene samog sistema za klimatizaciju (npr. da li se želi rad samo sa svežim vazduhom, da li se želi samo hlađenje tokom letnjeg perioda, da li je potrebno vlaženje vazduha, da li se želi korišćenje otpadne toplote, da li je potrebno prigušivanje buke i vibracija, itd.).

Osnovni elementi klima komore su:

- **mešna sekcija** (kao opcija, ako se vrši recirkulacija sobnog vazduha),
- **filterska sekcija** (za prečišćavanje vazduha koji se uvodi u sistem),
- **grejač** (koji može biti podeljen na predgrejač i dogrejač – što je čest slučaj kada se vrši vlaženje vodom,
- **hladnjak** (koji najčešće u klimatizaciji koristi hladnu vodu kao radni fluid),
- **maglena komora** za vlaženje vazduha vodom,
- **ventilatorska sekcija** (najčešće su u pitanju centrifugalni ventilatori).



Slika 55 Šematski prikaz klima komore

**GREJAČ** služi za zagrevanje vazduha u zimskom i prelaznim periodima (mada se nekad i tokom leta može koristiti). Zagrevanje vazduha se kreće u granicama od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ . U sistemu klimatizacije može postojati jedan ili više grejača, što zavisi od izbora samog sistema klimatizacije. Mesto ugradnje grejača može biti:

- klima komora (jedan grejač ili predgrejač i dogrejač),

- kanal pripremljenog vazduha (kanalski grejač, koji je najčešće dogrejač kod zonskih sistema),
- uređaj u prostoriji (najčešće dogrejač kod vodenih ili vazdušno-vodenih sistema; tada se u prostoriji nalaze aparati kao što je ventilator-konvektor (*fan-coil*) ili indukcioni aparat).

Kao radni fluid u grejaču najčešće se koristi topla voda. Mogu se koristiti različiti temperaturni režimi (90/70°C, 80/60°C, 60/45°C u kanalskim dogrejačima...). Grejni fluidi takođe može biti i vodena para niskog pritiska.

Zahtevi koje mora da ispuni grejač su:

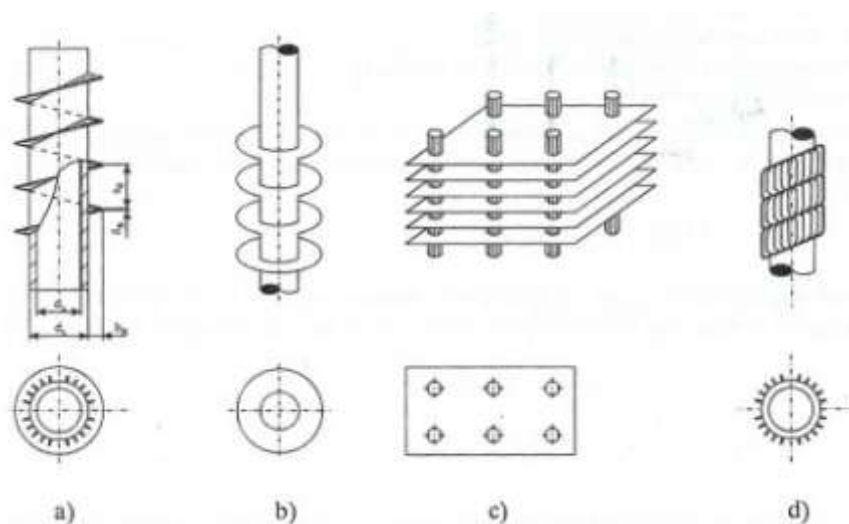
- da bude kompaktan (što veće odavanje toplote po jedinici zapremine grejača),
- da ima što manji pad pritiska sa vazdušne strane (brzina vazduha po fasadnom preseku se kreće u granicama  $w = 2 \div 4$  m/s),
- da ima što manji pad pritiska sa vodene strane (brzina vode u cevima se kreće u granicama  $w = 0,5 \div 1$  m/s).

Na slici 56 je prikazan izgled grejača klima komore.



*Slika 56 Spoljni izgled grejača sa spiralnim rebrima koji se postavlja u klima komoru*

Kada je u pitanju konstrukcija grejača, oni se najčešće izrađuju od orebrenih cevi, kako bi se povećala razmena toplote pri konvekciji sa strane vazduha. Koeficijent prelaza toplote sa vodene strane – sa tople vode na zid cevi je reda veličine 100 puta veći u odnosu na koeficijent prelaza toplote sa zida cevi na vazduh (  $\alpha_{un} \sim 10^3$  W/m<sup>2</sup>K,  $\alpha_{sp} \sim 10$  W/m<sup>2</sup>K). Zbog toga je neophodno povećanje površine za razmenu toplote sa strane vazduha. Na slici 57 prikazane su konstrukcije grejača za vazduh i različita orebrenja cevi.



Slika 57 Vrste orebrenja cevi grejača za vazduh – a) spiralno orebrenje, b) kružne lamele, c) lamelasta rebra sa koridornim rasporedom cevi, d) orebrenje od žice

**HLADNJAK** služi za hlađenje vazduha u letnjem i prelaznim periodima. Konstruktivno se ne razlikuje od grejača. I hladnjaci su, kao i grejači izrađeni od orebrenih cevi. Mogu se izrađivati od bakarnih cevi, što je dobro zbog otpornosti na koroziju. Rebra bakarnih cevi se izrađuju od aluminijuma ili bakra. Takođe se mogu izrađivati od čeličnih cevi sa čeličnim orebrenjem. Oblik rebara može biti pravougaoni, kružni ili spiralni.

Prema vrsti rashladnog fluida hladnjaci se mogu podeliti na:

- Hladnjake sa direktnim isparavanjem**, kada je radni fluid neki od rashladnih fluida (freon, amonijak,  $\text{CO}_2$ ...) Tada je isparivač rashladne mašine hladnjak u klima komori i tada je površina hladnjaka na konstantnoj temperaturi koja odgovara temperaturi isparavanja;
- Protočne hladnjake**, kada je radni fluid hladna voda (ili vodeni rastvor antifrizu ako su potrebne niže temperature radnog fluida). U ovom slučaju temperatura površine hladnjaka nije konstantna, već se menja kako se voda zagreva od temperature na ulazu u hladnjak do temperature na izlazu iz hladnjaka. Danas se u klima komora pretežno koristi ovaj tip hladnjaka (sa sekundarnim rashladnim fluidom). Voda potrebna za hlađenje celog objekta se priprema u rashladnoj mašini. Na ovaj način se izbegava opasnost od curenja freona u klima komori i obezbeđuje centralna priprema hladne vode, čime je smanjena količina primarnog rashladnog fluida u sistemu. Međutim, rad sa sekundarnim rashladnim fluidom je termodinamički nepovoljniji zbog dodatnog posrednika u predaji toplote.

Prema mestu ugradnje hladnjaci se mogu podeliti na:

- Hladnjake u klima komori**, kada je hladnjak jedna od sekcija klima komore
- Hladnjake u elementima** za doradu ili ubacivanje vazduha u prostoriju; tada se obično u hladnjacima vrši samo odvođenje suve toplote bez izdvajanja vlage.

**HLADNJACI KOJI RADE SA VODOM** kao rashladnim fluidom obavezno koriste suprotnosmerno-unakrsno strujanje rashladnog i hlađenog fluida jer je tada veći efekat razmenjene količine toplote.

Uobičajene temperature koje se javljaju prilikom procesa hlađenja su:

VAZDUH :  $\theta_{V,ul} = 26 \div 35^{\circ}C$ ,

$\theta_{V,iz} = 10 \div 15^{\circ}C$ ;

VODA :  $\theta_{W,ul} = 5 \div 6^{\circ}C$ ,

$\theta_{W,iz} = 11 \div 12^{\circ}C$  ; što daje uobičajenu vrednost  $\Delta\theta_w = 5 \div 6^{\circ}C$  .

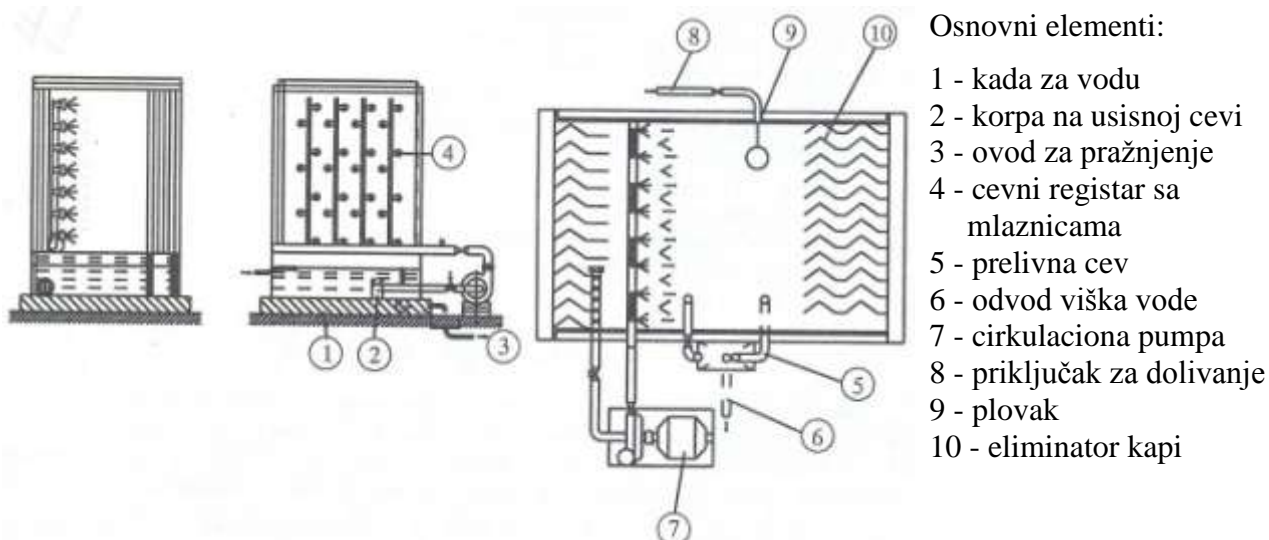
Efekat hlađenja nekog hladnjaka može tačno da se odredi jedino eksperimentalnim putem. Ipak postoje izrazi za jedan približan, krajnje uprošćen proračun, koji pokazuje uticaj pojedinih parametara na razmenjenu količinu toplote.

**HLADNJACI SA DIREKTNIM ISPARAVANJEM** rade sa primarnim rashladnim fluidom. Toplota potrebna za isparavanje rashladnog fluida oduzima se od vazduha koji struji kroz hladnjak. Smer strujanja nije bitan kao kod vodenih hladnjaka, jer je temperatura površine hladnjaka konstantna. Temperatura isparavanja rashladnog fluida (a samim tim i pritisak isparavanja) određuje se iz uslova hlađenja vazduha. Analizom potrebnog hlađenja vazduha u "h-x" dijagramu određuje se i usvaja temperatura površine hladnjaka, dok se za temperaturu isparavanja usvaja vrednost koja je za oko  $3^{\circ}C$  niža.

Temperatura isparavanja mora biti iznad  $0^{\circ}C$ , inače bi došlo do smrzavanja izdvojene vlage iz vazduha, što prouzrokuje:

- smanjenje poprečnog preseka za strujanje vazduha kroz hladnjak,
- smanjenje kapaciteta hladnjaka, jer se povećava otpor provođenju toplote zbog naslage leda,
- prekid rada postrojenja zbog otapanja leda.

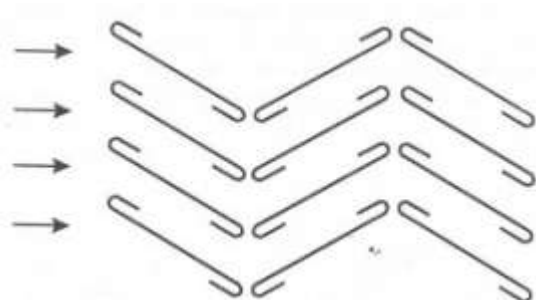
**MAGLENA KOMORA** je deo klima komore u kome se vrši vlaženje vazduha vodom. Maglena komora se sastoji od kućišta od pocinkovanog lima ili nekog veštačkog materijala (plastike). Donji deo maglene komore je kada za skupljanje i dopunu vode. Na jednoj strani maglene komore nalaze se mlaznice čija je uloga raspršivanje vode u što sitnije kapi. Da bi se intenzivirao proces razmene materije (ostvarilo bolje vlaženje), potrebno je da raspršene kapi vode budu jako sitne, u cilju povećanja površine kontakta između vode i vazduha. Šematski prikaz maglene komore u 3 projekcije (sa strane, frontalno i odozgo) prikazan je na slici 58.



Slika 58 Maglena komora sa osnovnim elementima

Većina mlaznica za raspršivanje vode je sa unutrašnje strane obrađena u obliku spirale, pa struja vode dobija rotaciju i postiže se bolje raspršivanje. Mlaznica je vezana za cevni registar (verikalne cevi koje su povezane sa horizontalnim razdelnikom). Često se stavlja zaštitna mrežica kako bi se sprečio prodor nečistoća koje mogu da zapuše mlaznicu. Mlaznice se izrađuju od mesinga, bronzе, čelika, porcelana, plastičnih materijala, otvora  $1\div 5$  mm. Veličina raspršenih kapi vode kreće se od  $0,01\div 1$  mm u prečniku.

Kadica ima priključak za dolivanje vode, sa ventilom koji je povezan sa plovkom za regulisanje nivo vode u kadi. Kada nivo vode u kadi opadne, otvara se ventil na priključku za dolivanje. Na kadi se nalazi i prelivna cev, kao i cev za pražnjenje, koja je vezana za dno kade. U kadu je potopljen usisni deo cevovoda koji je zaštićen mrežom za sprečavanje prodora nečistoća. Cirkulaciona pumpa usisava vodu iz kade i šalje je u cevni registar.



Slika 59 Eliminators kapi

Izlazni presek (a nekada i ulazni) snabdeven je eliminatorom kapi, čija je uloga da izdvoji iz struje vazduha kapi vode koje nisu isparile. Eliminator kapi je sačinjen od paralelnih ploča u koje udaraju kapljice vode i slivaju se u kade, dok struja vazduha prolazi kroz eliminator (slika 59). Ploče eliminators mogu biti izrađene od pocinkovanog lima ili od nekog veštačkog materijala. Važno je da je materijal eliminators kapi otporan na koroziju.

Dužina maglene komore je od  $1\div 2$  m, a brzina strujanja vazduha je  $2\div 3$  m/s, tako da je vreme kontakta između vode i vazduha nešto ispod 1s. Voda u maglenoj komori se, po pravilu, termički ne obrađuje – niti se zagreva, niti se hladi.

Regulacija vlaženja se može vršiti na dva načina:

1. Uključivanjem i isključivanjem pumpe (ON/OFF sistem)
2. Delovanjem na ventil na dovodnoj cevi – prigušivanjem (pritvaranjem ventila) smanjuje se protok vode koji dolazi do mlaznica.

Proces vlaženja vodom u maglenoj komori smatra se izentalpskim procesom ( $h = \text{const}$ ) jer je entalpija vode zanemarljivo mala ( $h_w = c_w \cdot \theta_w = 4,19 \cdot 10 \approx 40$  kJ/kg) i ne utiče bitno na pravac promene stanja prilikom vlaženja.

Često se može naći u literaturi ili čuti u praksi za pojam **adijabatsko hlađenje**, što nije ništa drugo nego izentalpsko vlaženje vodom.

## VLAŽENJE VAZDUHA VODENOM PAROM

Upotreba vode za vlaženje vazduha povlači zauzimanje znatnog prostora u klima komori, kao i cirkulisanje veće količine vode od one koja ispari. Pri tome dolazi do snižavanja temperature vazduha u procesu vlaženja, pa je porebno imati ukupno veću površinu grejača (ili dva stupnja zagrevanja vazduha - predgrejač i dogrejač). Ako se tome dodaju i problemi higijenske prirode - povoljni uslovi za razvoj bakterija i mikroorganizama u toploj i vlažnoj atmosferi maglene komore, onda ima dovoljno razloga da se ovakav način vlaženja izbegava.

Uvođenje vodene pare direktno u struju vazduha znatno je jeftiniji i jednostavniji način vlaženja vazduha, koji pruža znatno bolje mogućnosti za regulaciju. Zbog toga se u praksi mnogo češće koriste parni ovlaživači, pogotovo kada su u pitanju objekti u kojima su strogi zahtevi po



pitanju održavanja relativne vlažnosti u određenim granicama, npr. elektronska industrija, računski centri, farmacija, bolnice, muzeji, itd.

#### **9.1.14 FILTRIRANJE VAZDUHA**

Pored održavanja termičkih uslova sredine, zadatak klimatizacionih postrojenja je i održavanje čistoće vazduha. Ovo je posebno značajno u današnje vreme sve veće zagađenosti okoline i sve strožim zahtevima za čistoćom vazduha u mnogim oblastima i granama industrije.

Prečišćavanje vazduha (eliminisanje čvrstih, tečnih i gasovitih nečistoća) može se ostvariti na više načina:

- filtriranjem;
- apsorpcijom;
- otprašivanjem.

Filtriranjem se iz vazduha odstranjuju čvrste (i tečne) čestice, i to je proces prečišćavanja koji se obavezno primenjuje u klimatizacionim postrojenjima. Izdvajanje gasovitih primesa apsorpcijom vrši se u skruberima. Pod otprašivanjem se podrazumeva izdvajanje prašine veće koncentracije. Poslednja dva navedena načina prečišćavanja vazduha primenjuju se u industrijskoj klimatizaciji.

Ne postoji univerzalni filter koji efikasno izdvaja čestice prašine svih dimenzija. Filteri se proizvode za odstranjivanje čestica određene veličine, pa je u skladu sa dimenzijama prašine i osnovna podela filtera:

- filter za grubu prašinu;
- filter za finu prašinu;
- filter visokog učinkaza finu prašinu;
- apsolutni filter.

Da bi se kvalitet pojedinih filtera mogao realno porediti, bilo je potrebno razviti i standardizovati metodologiju za ispitivanje efikasnosti tih filtera. Metod ispitivanja filtera zavisi od veličine čestica prašine za koju je namenjen.

#### **9.1.15 ELEMENTI ZA DISTRIBUCIJU VAZDUHA**

Kod vazdušnih sistema se transport pripremljenog vazduha do mesta ubacivanja vrši kanalskom mrežom, koja se deli na razvodnu i povratnu. U klimatizacionim sistemima, u kojima je vazduh radni fluid, neophodno je izvršiti distribuciju vazduha od mesta na kome se priprema do mesta koje se klimatizuje. Vazduh cirkuliše kroz sistem kanala - kanalsku mrežu, a razliku pritisaka za njegovo stujanje obezbeđuju ventilatori. Kanalska mreža koja povezuje klima komoru sa klimatizovanim prostorom, kroz koju struji pripremljen vazduh naziva se razvodnom kanalskom mrežom. Pored razvodne kanalske mreže postoji i sistem kanala za odvođenje vazduha iz klimatizovanog prostora, kojim se odvodi otpadni vazduh i koji se naziva odsisna ili odvodna kanalska mreža.

Zadatak kanalske mreže je:

- dovođenje vazduha do svake klimatizovane prostorije što kraćim putem;
- da proizvede i/ili prenese što manje šumova (dozvoljeni nivo buke);
- da obezbeđuje lako održavanje (tokom eksploatacije kanali se prljaju, pa ih je potrebno s vremena na vreme očistiti);
- da gubici i dobici toplote budu svedeni na minimum;
- dobro uklapanje u arhitektonsko-građevinsku celinu objekta;
- da investicioni i eksploatacioni troškovi budu minimalni.

Materijali koji se koriste za izradu kanala su čelični, pocinkovani, aluminijumski i crni lim, zatim azbestni cement, beton, sintetički materijali, plastične i fleksibilne cevi. Ti materijali moraju ispunjavati sledeće uslove:

- unutrašnje površine kanala treba da su glatke (manji pad pritiska usled trenja pri strujanju);
- kanali moraju biti otporni na koroziju i moraju biti nezapaljivi;
- kanali ne treba da proizvode šumove, a treba da apsorbiraju one koji potiču od klima komore;
- da proizvodnja i montaža kanala bude što jeftinija;
- da težina kanala bude mala;
- da ne smeju biti higroskopni;
- da budu dugotrajni i da se lako čiste.

Najpogodniji materijal za izradu kanala je čelični lim, koji se koristi u preko 90% slučajeva. Lim može biti pocinkovan ili češće premazan zaštitnim slojem. Crni lim, koji je otporan na visoke temperature koristi se za kanale za izvlačenje vazduha iz kuhinja.

Kanali mogu biti kružnog poprečnog preseka (manje dimenzije) i kvadratnog ili pravougaonog poprečnog preseka. Debljina lima od koga se kanali izrađuju zavisi od prečnika kanala, što je važno zbog ukrućenja i širenja buke. Sa povećanjem prečnika kanala raste i debljina lima od koga su kanali izrađeni.

Postoji veliki broj različitih elemenata za ubacivanje pripremljenog vazduha u prostoriju. Neki od njih su prikazani na slici 60. U zavisnosti od geometrije prostorije, položaja mesta za ubacivanje i izvlačenje (odsisavanje) vazduha i željene strujne slike projektant bira odgovarajuće elemente.

Najčešće se primenjuju anemostati i rešetke. Anemostati su predviđeni za plafonsku ugradnju i imaju fiksne proreze kroz koje vazduh prostrujava. Rešetke za ubacivanje vazduha se mogu postavljati na plafonu, zidovima i podu. U zavisnosti od željenog načina usmeravanja vazduha koji se ubacuje mogu imati jedan ili dva reda usmeravajućih žaluzina. Ukoliko se želi postići veći domet mlaza vazduha (kada su u pitanju prostorije velikih gabarita) koriste se difuzori. Brzina struje vazduha prilikom ubacivanja difuzorom je znatno veća u odnosu na rešetke i anemostate, ali se vodi računa da u zoni boravka ljudi ona bude u odgovarajućim granicama.



*Slika 60 Elementi za ubacivanje vazduha*

Svaki element za ubacivanje vazduha može se isporučiti sa odgovarajućim regulatorom protoka, ako se želi regulacija na svakom mestu ubacivanja. Regulatori protoka mogu biti i kanalski, kada je kanalska mreža razgranata, pa je potrebno balansiranje sistema.

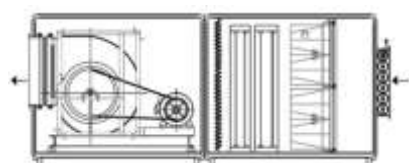


*Slika 61 Elementi za regulaciju protoka – na rešetki (levo) i kanalski (desno)*

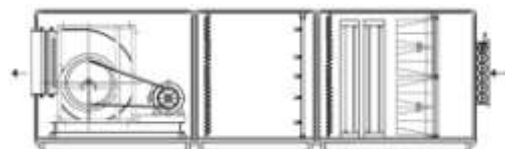
Postoje različite vrste komora, koje po svojoj strukturi odgovaraju zahtevanom procesu pripreme vazduha. Komore se proizvode u standardnim veličinama u zavisnosti od protoka vazduha i modularnog su tipa – to znači da se sastavljaju iz sekcija (slika 62). Postoje čisto ventilacione komore, koje se sastoje samo od ventilatorskih sekcija (kao što je spratna komora prikazana na slici 62 gore). Ventilacione komore najčešće imaju i filtersku sekciju, koja sprečava unošenje nečistoća iz spoljašnje sredine. U koliko je prostorija namenjena za boravak ljudi, ne može se dozvoliti ubacivanje termički nepripremljenog vazduha – pogotovo zimi pri niskim spoljnim temperaturama. Takve komore imaju obavezni grejačku sekciju, tako da se u prostoriju ubacuje vazduh na temperaturi prostorije (kao što je komora na slici 62 gore levo). Ukoliko se želi vazdušno grejanje, odnosno da sistem nadoknadi i gubitke toplote prostorije, kapacitet grejača mora biti veći i u prostoriju se ubacuje vazduh temperature više od one u prostoriji. Kada je potrebno održavati relativnu vlažnost vazduha na datom nivo, komora može imati i sekciju za vlaženje – tzv. maglenu komoru. Ukoliko je propisan određeni nivo buke u ventiliranom prostoru dodaje se sekcija prigušivača buke. Komora može imati i mešnu sekciju, ukoliko se (zbog uštede energije za grejanje) može raditi sa određenim udelom svežeg i recirkulacionog vazduha.

Na slici 63 prikazane su dve spratne komore, koje pored navedenih sekcija imaju ugrađen razmenjivač toplote vazduh-vazduh. Ovi razmenjivači toplote (koji su posebno prikazani na slici 64) imaju ulogu korišćenja otpadne toplote, odnosno imaju za cilj uštedu energije.

Horizontalne komore

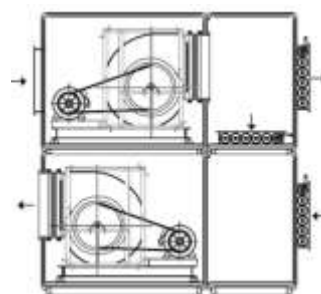


Ventilaciona komora za rad sa SV  
(žaluzine, filter, grejač, hladnjak, ventilator)



Ventilaciona komora za rad sa SV (žaluzine, filter, grejač, hladnjak, maglena komora za vlaženje, ventilator)

Spratne komore

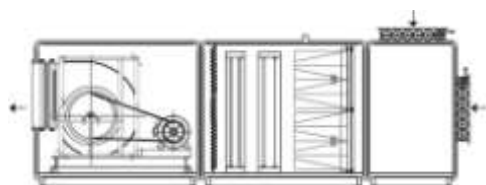


Ventilaciona komora za rad sa SV i RV  
(žaluzine, mešna sekcija MS, potisni ventilator PV i odsisni ventilator OV)

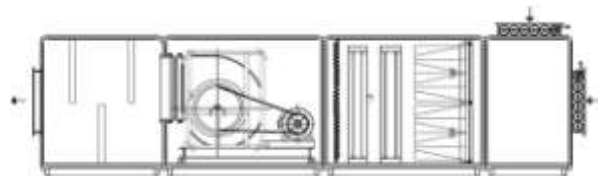
*Slika 62a Ventilacione komore za rad sa svežim vazduhom*

Horizontalne komore

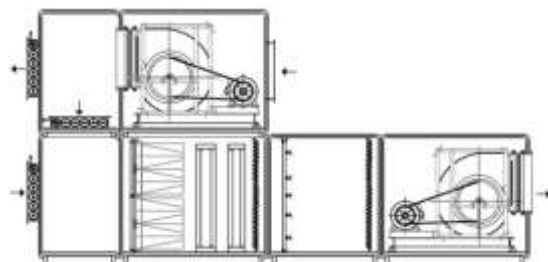
Spratne komore



Ventilaciona komora za rad sa SV i RV (žaluzine, mešna sekcija, filter, grejač, hladnjak, ventilator)

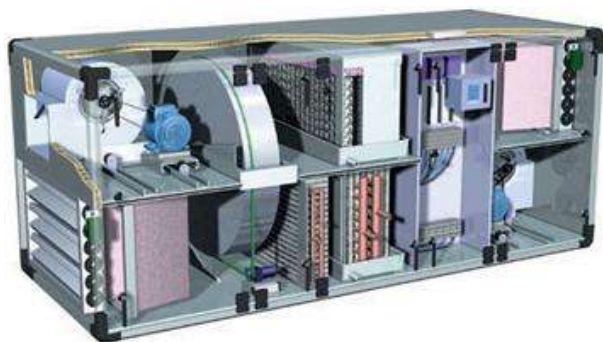


Ventilaciona komora za rad sa SV i RV (žaluzine, mešna sekcija, filter, grejač, hladnjak, ventilator, prigušivač buke)



Ventilaciona komora za rad sa SV i RV (MS, F, GR, HL, MK, PV i OV)

*Slika 62b Ventilacione komore za rad sa svežim i recirkulacionim vazduhom*



*Slika 63 Izgled komora sastavljenih od različitih sekcija*

Vazduh koji se izvlači iz prostorije, pre nego što se izbaci van objekta kao **otpadni vazduh**, vraća se nazad u komoru, prolazi kroz razmenjivač i predaje toplotu hladnom spoljnom vazduhu. Na taj način, kapacitet grejača u komori je manji, odnosno stepen zagrevanja svežeg vazduha je manji, pa se na taj način štedi energija za grejanje. Otpadni vazduh izlazi iz sistema ohlađen. Rotacioni razmenjivači imaju veći stepen efikasnosti (oko 75-85%) dok je on nešto manji kod pločestih unakrsnih razmenjivača (60-70%). Međutim, unakrsni razmenjivači su pouzdaniji u radu, jer nemaju pokretnih delova. U oba slučaja potrebno je dobro održavanje sistema.



*Slika 64 Razmenjivači toplote vazduh/vazduh – rotacioni (levo) i unakrsni pločasti (desno)*