

Sistemi sa promjenljivom količinom vazduha

D.Momčilović

1. KONCEPT SISTEMA

Kontrola temperature unutar klimatizovanog prostora zahtijeva da se uspostavi ravnoteža između toplinskog opterećenja prostora, s jedne strane, i dovedene odnosno odvedene topline, s druge strane. Kada se vazduh koristi kao isključivi nosilac toplote, onda se ravnotežno stanje postiže kada je zadovoljen izraz:

$$Q = L \cdot C_p \Delta t (\text{kcal/h})$$

gdje je:

- L — količina vazduha (m^3/h),
- C_p — (specifična) toplota vazduha ($\text{kcal}/\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{K}$)
- M — razlika u temperaturi između dovodnog i sobnog vazduha ($^\circ\text{K}$).

Iz gornjeg izraza se vidi da se promjenom opterećenja ravnotežno stanje može postići bilo promjenom temperaturske razlike Δt , pri konstantnoj količini (sistemi sa konstantnom količinom), bilo promjenom količine pri konstantnoj temperaturskoj razlici (sistemi sa promjenljivim protokom vazduha, PPV) ili kombinovanom promjenom oba parametra.

Da bi se u pojedinim zonama ili prostorijama višeprostrornih objekata mogla vršiti regulacija temperature, razvio se čitav niz sistema po principu konstantnog protoka vazduha, koji su ili svezazdušni ili kombinovani. Njihove zajedničke karakteristike su slijedeće:

— U svim sistemima kapacitet uređaja za obradu i transport vazduha predstavlja u stvari zbir količina koje proističu iz raznih toplinskih opterećenja pojedinih prostorija odnosno zona;

— Utrošak energije za cirkulaciju vazduha je konstantan, bez obzira na promjenu toplinskog opterećenja u objektu;

— U većini sistema uravnoteženje toplinskog učina sa promjenljivim opterećenjem se vrši uz znatne gubitke energije, zbog dvosmjernosti procesa (sistem sa dogrijavanjem), ili zbog gubitaka mješanjem (višezonski i dvokanalni sistemi);

— Učin rashladnog postrojenja je u nekim sistemima sa konstantnim protokom jednak zbiru vršnih terata u pojedinim zonama, a ne stvarnom momentanom prilivu topline.

Ove karakteristike svezazdušnih sistema sa konstantnim protokom, pored visoke cijene, uzrokuju i veoma visoke pogonske troškove.

Primjenom koncepta promjenljivog protoka vazduha — PPV (engl. VAV — variable air volume) u cilju toplinskog uravnoteženja sistema, mogu se ili potpuno eliminisati, ili u znatnoj mjeri smanjiti pogonski troškovi, uz istovremeno smanjenje početne cijene koštanja. Ovo proističe iz slijedećih osnovnih razloga:

1) Pošto se u pojedine prostorije, u svakom momentu dovodi samo ona količina vazduha koja odgovara momentanom opterećenju, to se kapacitet uređaja može smanjiti srazmjerno faktoru istovremenosti opterećenja. Ovo se odnosi kako na dio sistema za obradu i transport vazduha, tako i na rashladno postrojenje.

2) Pored ukupnog smanjenja potrebnog kapaciteta uređaja, smanjuju se i pogonski troškovi, posebno na elementu transporta vazduha (rad ventilatora), pošto se smanjenjem količine vazduha u optičaju smanjuje i utrošak energije za pogon ventilatora.

3) Sistem može potpuno efikasno da koiristi mogućnosti slobodnog hlađenja u prolaznom periodu, kao i ostali svezazdušni sistemi.

Mada je već odavno bilo očigledno da sistem sa promjenljivom količinom vazduha može da bude ekonomičniji i investiciono pogonski, do njegove šire primjene je došlo praktično tek u posljednje vreme. Razlozi za ovo su bili slijedeći:

a) normalni stropni anemostati i zidne rešetke za uvođenje vazduha u periodu hlađenja ne omogućavaju promjenu količine u širem dijapazonu, pošto prilikom smanjenja protoka dolazi do pada vazdušnog mlaza koji izaziva lokalnu promaju i temperatursko raslojavanje unutar prostora;

b) promjenljiva količina vazduha izaziva stalne poremećaje u hidrauličkom bilansu sistema, za čije je eliminisanje bilo potrebno razviti

nove elemente i riješiti mnoge probleme skopčane sa automatskom regulacijom sistema.

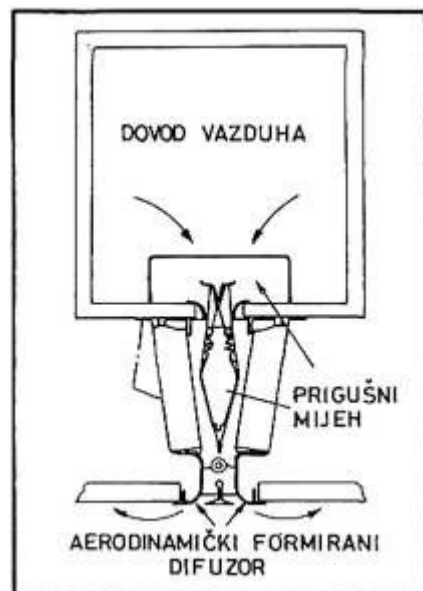
Čisti koncept sistema sa promjenljivim protokom vazduha pretpostavlja da je u svim prostorima koje sistem opslužuje opterećenje istorodno, tj. da u svim prostorima treba istodobno hladiti ili gri-jati. Ukoliko ovo nije slučaj, onda se sistem mora kombinovati sa drugim sistemima, ili mu se dodaju elementi koji ga konvertiraju u potpuno ili djelomično kombinovani sistem vazduh-voda.

Kroz nastojanje da se za razne specifične aplikacije nađu prikladna rješenja, razvio se čitav niz varijanti ovog koncepta, prikazanih u odjeljku »Opis sistema«.

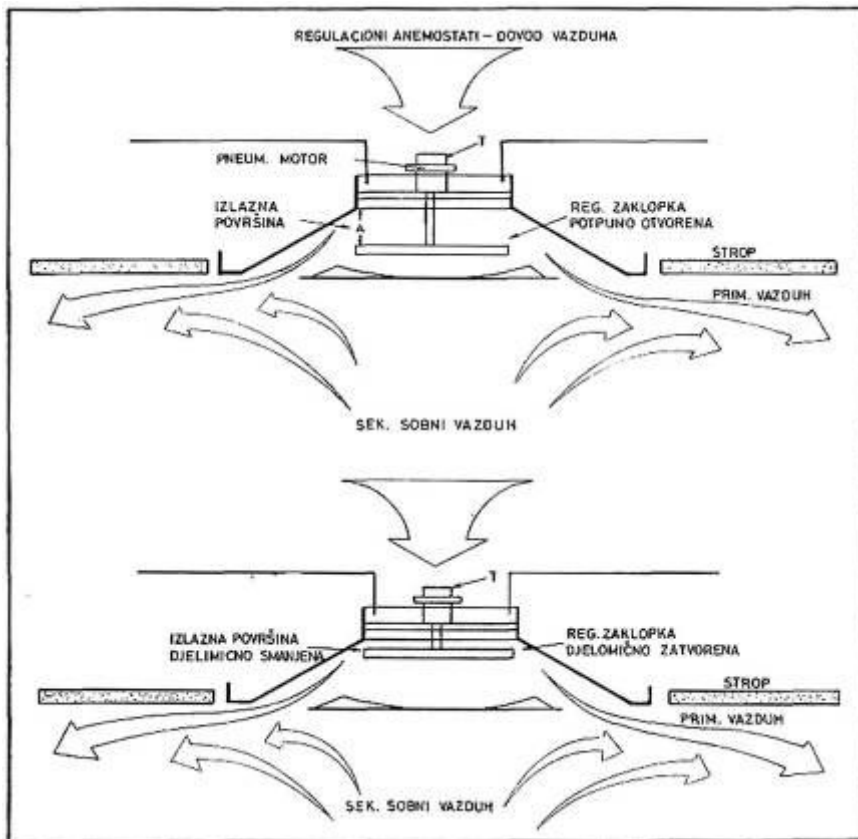
2. DISTRIBUCIJA VAZDUHA

Kao što je ranije napomenuto, jedan od najvećih problema u sistemu sa promjenljivim protokom vazduha, je ispravna distribucija vazduha u prostoru. Naime, smanjenjem količine vazduha mijenja se s jedne strane domet mlaza, a time i distribucija temperature i ispiranje prostora, a s druge strane prilikom uvođenja vazduha hladnijeg od sobnog, dolazi do pada

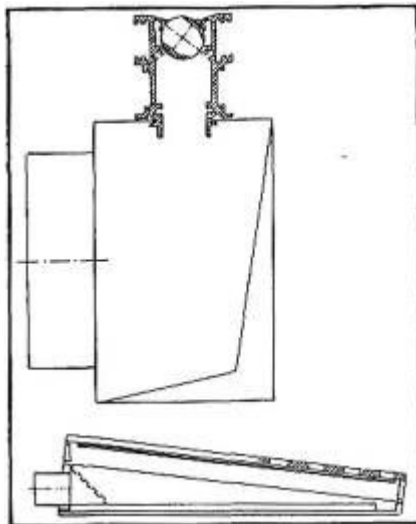
SI. 1. Regulatori »moduline« sa difuzorom; proizv. »Carriera«



Sl. 2. Automatski regulacioni anemostat »connor« tako biti smanjena promjena u slici strujanja unutar prostora;



Sl. 3. Specijalni izlazi vazduha sa visokom indukcijom



mlaza bez intenzivnijeg miješanja sa sobnim vazduhom, što može da izazove lokalni pad temperature, a time i osjećaj promaje. Primjenom stropnih isturjnih organa, u vidu uskih procjepa (linijski anemostati) sa horizontalnom isturjavanjem, omogućuje se promjena količine u širokom dijapazonu, bez odljepljivanja (Coanda efekat), što ne znači da se neće u znatnoj mjeri izmjeniti i slika strujanja u prostoru.

2) treba birati izlaze relativno malog kapaciteta; na taj način će apsolutna vrijednost dometa manje varirati sa promjenom količine.

U slučaju dovoda vazduha ispod prozora, izlazna brzina ne treba da padne ispod 2,5 m/s, da bi se spriječio pad hladne struje. Općenito, ako se u sistemu očekuju veće varijacije protoka, onda treba birati difuzore za maksimalnu dozvoljenu izlaznu brzinu, da bi se tako omogućilo njeno smanjenje pri smanjenom protoku.

U novije vreme konstruisani su specijalni izlazi sa veoma visokim stepenom indukcije, koji su pokazali dobre rezultate u primjeni u sistemu sa promjenljivim protokom (firme KRANTZ, LTG i dr.), v. sl. 3.

3. OPIS SISTEMA

3.1. Jednostavni PPV sistemi

Ovi sistemi se koriste u slučajevima istovremeno istosmjernog opterećenja, tj. ako nema potrebe da se istovremeno u jednom prostoru vrši hlađenje, a u drugom grijanje. Tipičan primer sistema koji zahtjeva samo hlađenje je unutrašnja zona uredske zgrade, sa širokom osnovom, ili izolovani modusprat robne kuće. U ovim sistemima koncept promjenljivog protoka vazduha može biti sproveden konsekvantno ili kroz cijeli sistem, ili u pojedinim dijelovima sistema i to kako slijedi.

3.1.1. *Sistemi sa promjenljivim protokom vazduha u prostoru (sekundar) i konstantnim protokom vazduha kroz klimatizacionu komoru i kanalsku mrežu (primar)*

3.1.1.1. *Sistem sa kontinuiranim obilaznim vodom vazduha*

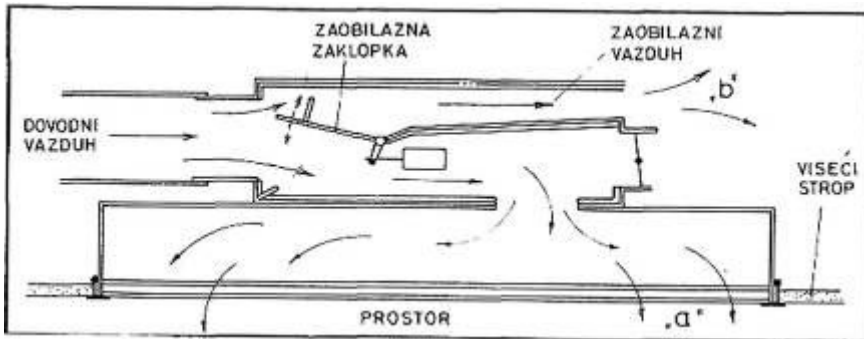
U pogledu obrade vazduha i njegovog razvoja do pojedinih prostorija, ovaj sistem se praktično ni u čemu ne razlikuje od standardnog jednokanalnog svezazdušnog sistema. Vazduh se najčešće razvodi sradnjim brzinama, mada se tamo gdje prostor nije kritičan, praktikuje i niskobrzinski razvod. Na sl. 4. je prikazan šematski princip rada jednog terminala obilaznog voda.

Primjenom specijalnih izlaza, u kojima se prigušenje protoka vrši na samom izlazu {»Carrierov« — moduline, sl. 1., anemostati connor, sl. 2), smanjenje protoka se postiže smanjenjem izlazne površine, čime se postiže skoro konstantna izlazna brzina i pri znatnijoj redukciji protoka. Ovo ima za posljedicu znatno manje smanjenje dometa reducirane količine, a time i volju distribuciju u parcijalnim opterećenjima. Ti izlazi, međutim, mogu biti kritičniji u pogledu šuma.

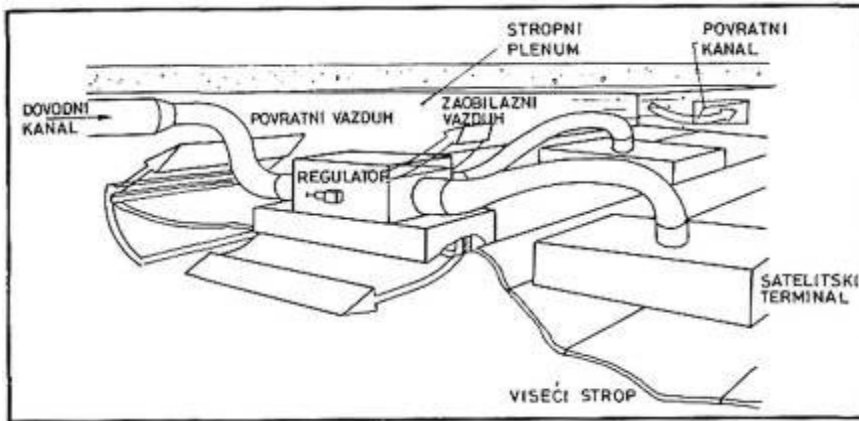
Općenito uzevši, za izbor sistema distribucije sa varijabilnim protokom, mogu se dati slijedeće smjernice:

1) treba upotrebljavati izlaze sa relativno niskim koeficijentom dometa; mali koeficijent dometa će dati manju apsolutnu promjenu dometa pri

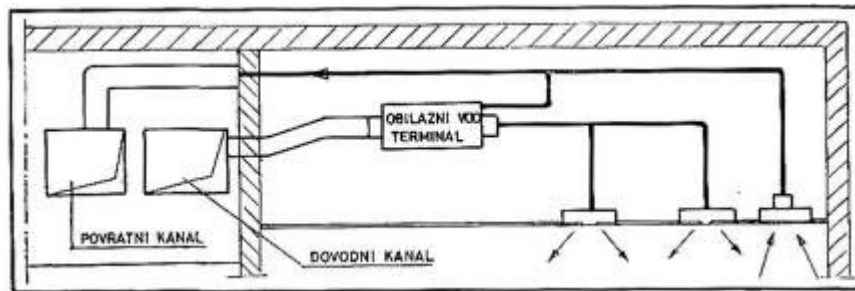
Sl. 4. Sistem sa obilaznim vodom i povratom preko stropnog plenuma



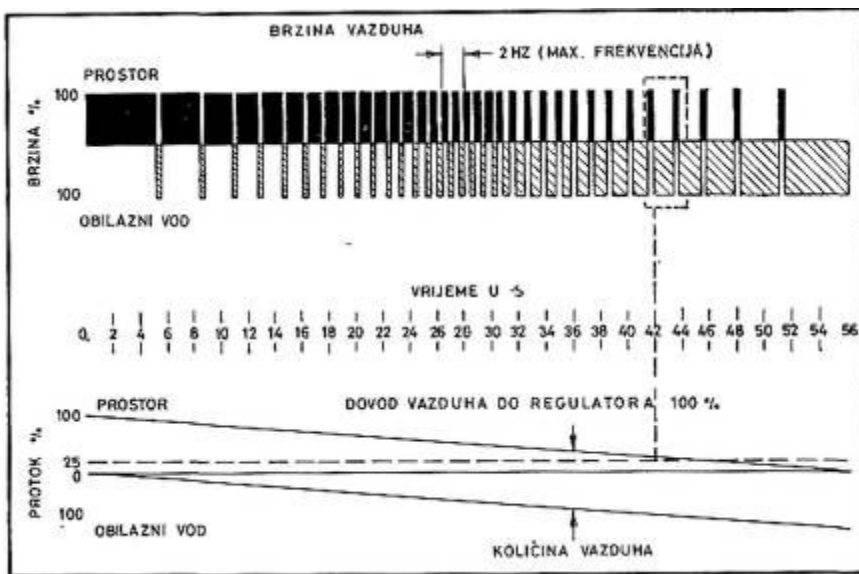
Sl. 5. Sistem sa obilaznim vodom i povratom preko stropnog plenuma



Sl. 6. Sistem sa terminalima obilaznog voda i povratom vazduha direktno u povratni kanal



Sl. 7. Trajanje impulsa u sistemu sa pulsirajućim dovodom vazduha



Primarni vazduh se uvodi u terminal gdje ga regulaciona zaklopka dijeli u dvije struje:

— struju »a«, koja se preko specijalnog istrujnog elementa uvodi u prostor,

— struju »b« koja se uvodi ili u međuprostor iznad visećeg stropa, odakle se zajedno sa povratnim vazduhom odvodi u povratni kanal (sl. 5), ili se direktno veže za povratni kanal, kako je to šematski prikazano na sl. 6.

Sobni termostatski pozicionira regulacionu zaklopku posredstvom servo pogona i modulira količinu vazduha koja ulazi u prostor, a preostali dio prapušta ka povratu. Regulatoru protoka može da bude prigraden istrujni element, ili da se preko jednog regulatora napaja više istrujnih organa. Ovaj sistem predstavlja u stvari jednu prelaznu formu između čistog PPV sistema i sistema sa konstantnim protokom. Kapacitet uređaja za pripremu i

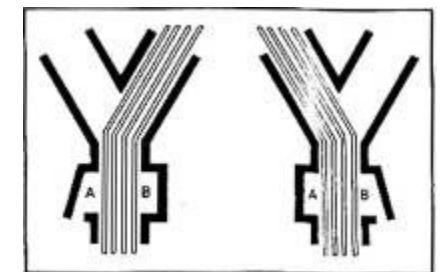
transport vazduha je jednak zbiru vršnih količina, ali se pri dimenzionisanju rashladnog postrojenja može računati sa faktorom istovremenosti.

Međutim, prilikom procjene pogonskih troškova, treba voditi računa o tome da je otpadni vazduh u stvari mješavina sobnog vazduha i obradonog dovodnog vazduha koji obilaznim vodom dospeva u regulator. Ukoliko je sistem projektovan sa većim udjelom svježeg vazduha i normalno radi sa znatno nižim opterećenjima od nominalnog, onda u periodu hlađenja mogu nastati znatni gubici. Može se generalno ustvrditi, da je, što se energetskih gubitaka tiče, ovaj sistem ekonomičniji od sistema sa dogrijevanjem, a u odnosu na dvokanalne sisteme, troškovi za pogon ventilatora mogu biti niži zbog malog pada pritiska u regulatorima protoka.

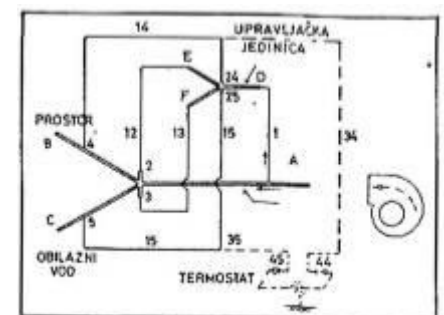
S druge strane, u izvjesnim slučajevima ovo može da se pokaže kao nedostatak sistema, pošto zbog niskog pada pritiska ne postoji samostabilizirajući efekat, pa otuda može doći do labilnog rada cijelog sistema ili jednog njegovog dijela. Što se tiče distribucije vazduha, ovaj sistem zahtjeva veću pažnju od drugih sistema sa promjenljivim protokom, pošto pri sniženom opterećenju usljed kretanja hladnog vazduha obilaznim vodom kroz stropni plenum, dolazi do njegovog hlađenja. To izaziva dopunski rashladni efekat hladnog stropa, a zatim daljnja ptiženja dovoda vazduha.

Prema tome, prednosti ovog sistema su prilično ograničene i svode se uglavnom na jednostavnost

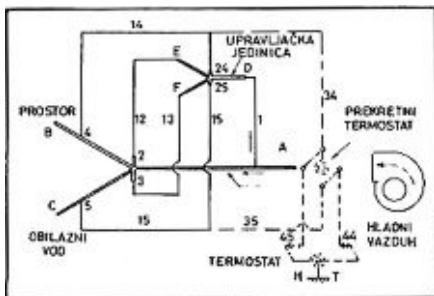
Sl. 8. Princip rada impulsnog regulatora



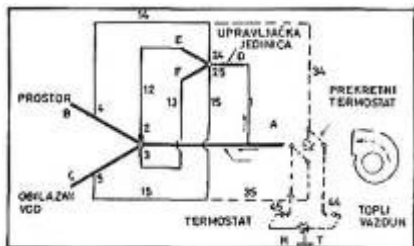
Sl. 9. Princip rada impulsnog regulatora



Sl. 10. Impulsni regulator sa preketanjem — položaj ljeti



**Sl. 11. Impulsni regulator sa prekr-
retanjem — položaj zimi**



regulaciju temperature i fleksibilnost pri promjeni opterećenja. Zbog toga, pri projektovanju treba pažljivo odvagati sve ove prednosti u odnosu na potpuni sistem sa promjenljivim protokom, koji ima nešto komplikovaniju regulaciju protoka i pritiska u sistemu.

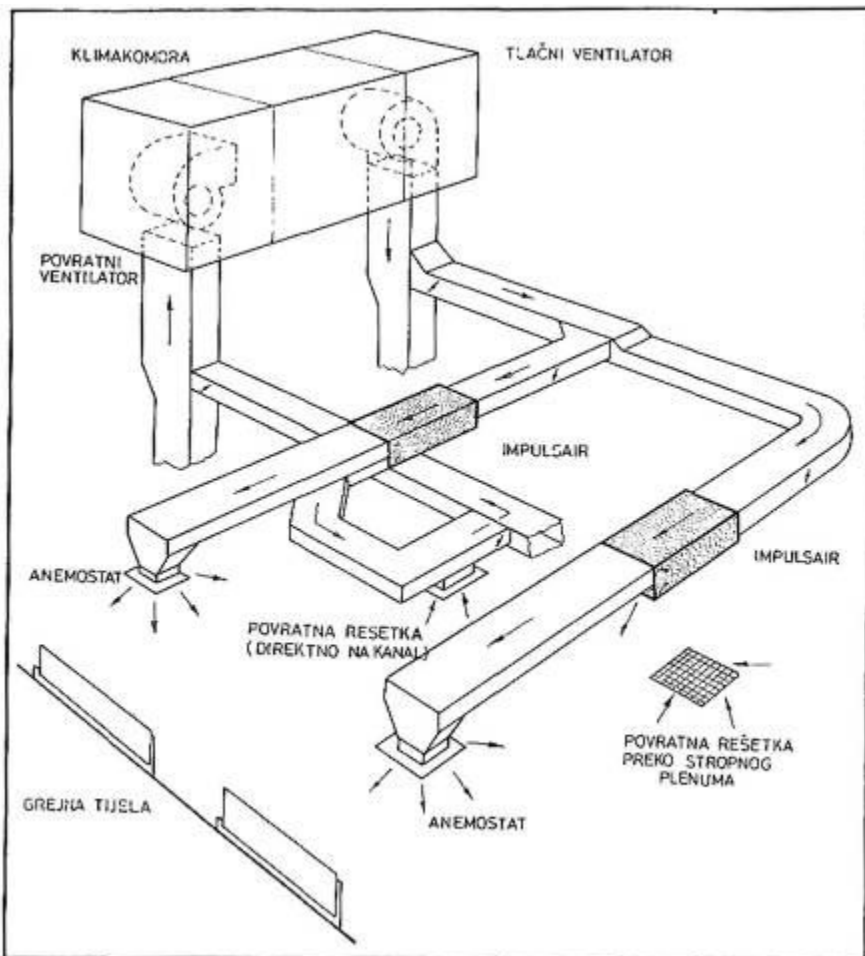
3.1.12. Sistem sa pulsirajućim dovodom vazduha (Impulsairs)

Ovaj sistem se razlikuje od prethodnog po tome, što se promjena količine vazduha pri promjeni opterećenja ne vrši kontinuirano, nego se vazduh dovodi u prostor sa prekidima — impulsima — u zavisnosti od toplinskog tereta (sl. 7).

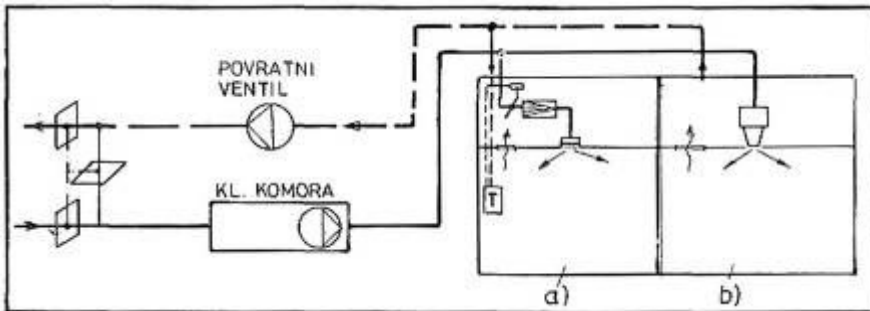
Trajanje pojedinih impulsa je u funkciji od opterećenja, a njihov intenzitet je skokovit, od 0 na 100%, te se na taj način za vrijeme uvođenja vazduha u prostor postiže konstantna brzina istrujavanja. To omogućuje primjenu standardnih elemenata za distribuciju vazduha. Regulator protoka radi na jednostavnom principu, prikazanom na sl. 8. Vazduh koji nstrujava do jedne račve, skreneće na jednu ili drugu stranu, zavisno od toga da li je otvoren otvor A ili otvor B. To se dešava zbog toga, što otvaranjem otvora dolazi do porasta statičkog pritiska na toj strani i skretanja gasne struje u suprotnom pravcu. Umjesto zaklopki, može se primijeniti upravljačka jedinica koja je izvedena u principu isto kao regulator protoka i služi kao pojačavač impulsa (sl. 9).

Vazduh iz sistema dolazi kanalom u regulator protoka kod A. Odatve se glavna struja vodi ka račvištu B—C, odakle ogranak B vodi ka distributivnom elementu u prostoru, a ogranak C ka povratnom kanalu. Jedan mali dio vazduha se

Sl. 12. Šematski prikaz sistema sa impulsnim dovodom vazduha



Sl. 13. Šematski prikaz jednokanalnog sistema sa promjenljivom količinom vazduha; a) regulator protoka, anemostat razdvojeni; b) regulator protoka, anemostat integrisani.

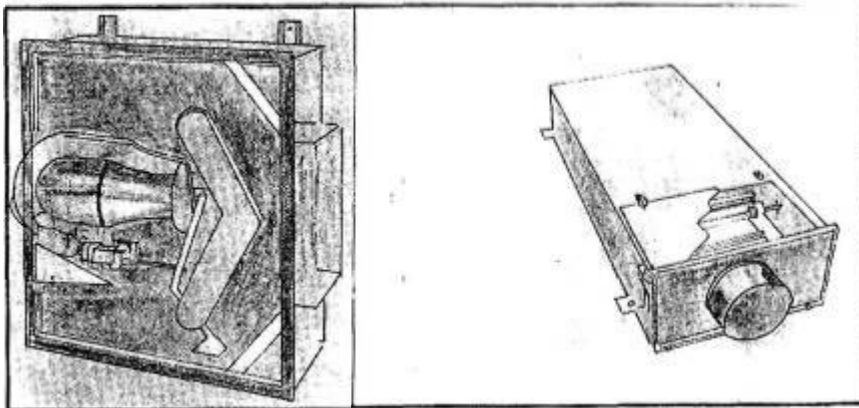


pomoćnom vezom (1) grana ka upravljačkoj jedinici prema ogranku F. Ovaj upravljački jedinici D, odakle skreće u impulsne vodove E vazduh ide tada preko veze (13) ka otvoru ili F, zavisno od položaja termostata. Uzmimo (3) regulatora i bočnim pritiskom skreće za početak da pogonski vazduh napušta glavnu struju ka ogranku B. To ima za upravljačku jedinicu preko ogranka E i stvara posledicu da kod otvora 4 u ogranku B kod otvora (2) bočni pritisak na glavnu nastaje podtlak koji preko veze (14) i vazdušnu struju, zbog čega ovaj struji ka grani otvora (24) ponovno skreće upravljačku C. Pri ovome je termostat u neutralnom struju prema ogranku E. Nakon toga položaju, tj. zatvoreni su izlazi (44) i (45). Otpočinje novi ciklus i na taj način se uspo-

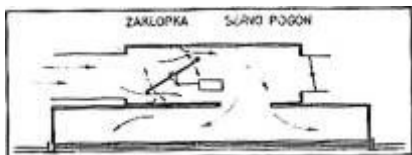
Radi strujanja kroz C, nastaje kod otvora (25) stavljanja samostalno prebacivanje sa jednog (5) podtlak, koji preko veze (15) i otvora (25) ogranka na drugi, sa vlastitom frekvencom prebacuje upravljačku struju u upravljačkoj od cca 2 Hz.

Ako sada usljed porasta temperature
dode do djelomičnog

Sl. 14. Rasteretna kutija — regulator



Sl. 15. Regulator protoka sa zaklopkom



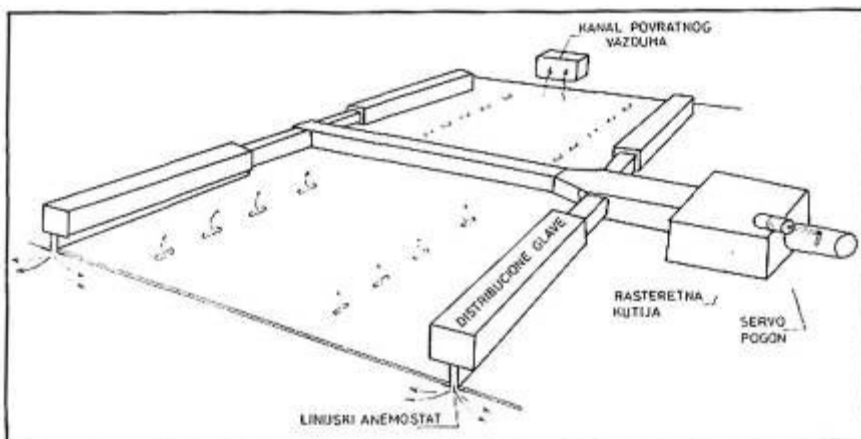
otvaranja zaslona (44) u termostatu, onda će usljed podtlaka kod (4) doći do usisavanja vazduha preko veze 34. Zbog toga je potrebno duže vrijeme za stvaranje podtlaka kod otvora (24), potrebnog za prebacivanje upravljačke struje sa F na E. Vrijeme ovoga zatezanja zavisi od veličine otvora 44, tj. što je ovaj otvor otvoreniji, to je vrijeme duže i pri punom otvoru zaslona (44) glavna vazдушna struja izljeće stalno preko ogranka B u prostor. Pri likom pada temperature, zatvara se zaslon (44) na termostatu, a otvara zaslon 45 i ciklus se ponavlja obrnutim redoslijedom.

Ukoliko se želi istim sistemom zimi grijati, moguće je ugraditi prekretni termostat prema sl. 10. i 11), koji je ugrađen u samom kanalu; u zavisnosti od toga da li kanalom struji hladan ili topao vazduh, regulacioni termostat prekreće na ljetni odnosno zimski režim.

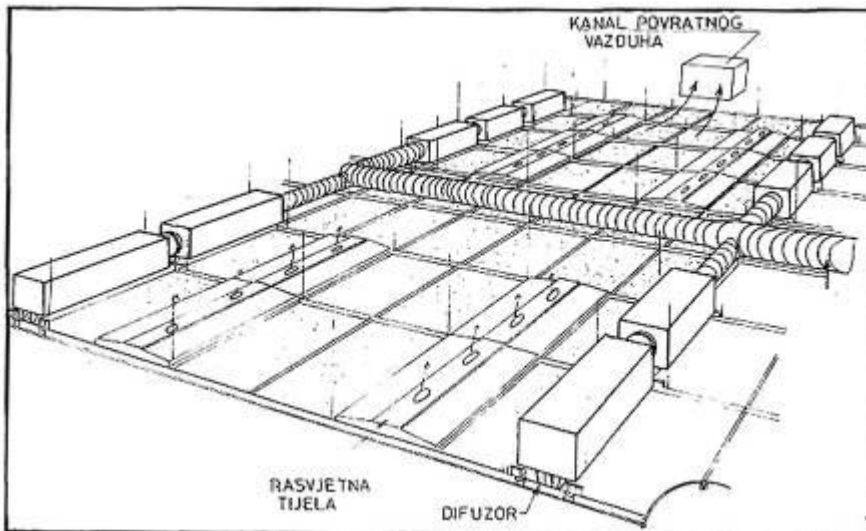
Ovaj sistem se u principu izvodi kao niskopritisni — niskobrzinski, i šematski je prikazan na sl. 12. Impulsni regulatori se smještaju najčešće u plenumu spuštenog stropa. Jedan izlaz regulatora je vezan kanalima za strujne organe, anemostate ili zidne rešetke, a drugi (obilazni vod) ili kanalom za povratni kanal, ili slobodno istrujava u prostor plenuma, gdje se miješa sa povratnim vazduhom iz prostora. Mješavina obilaznog obrađenog vazduha i povratnog vazduha se potom povratnim kanalom vraća nazad u klimatizacionu komoru.

Sto se tiče vođenja procesa i pogonskih troškova, ovaj sistem je u principu istovjetan sa Sistemom sa klapnom obilaznog voda. Međutim, hidraulički je osjetljiviji od prethodnog, ali zato ima očigledne neke prednosti:

Sl. 16. Razvod vazduha iznad visećeg stropa; regulacija pomoću odvojenih rasteretnih kutija



Sl. 17. Razvod vazduha pomoću regulatora protoka integrisanih sa elementima za distribuciju



1. Zbog konstantne brzine istrujavanja mogu se primjeniti standardni istrujni otvori, bez bojazna od raslojavanja i pada vazdušne struje pri smanjenju opterećenja. Zbog toga je sistem naročito pogodan u slučajevima sa većim promjenama toplinskog tereta.

2. Regulacija ne zahtjeva pomoćnu energiju za upravljanje, pa otuda otpada razvod električne energije ili komprimiranog vazduha.

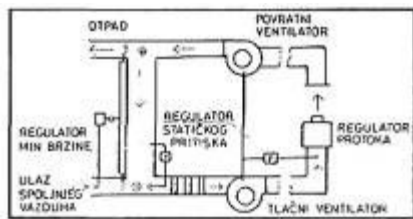
3. Regulator protoka praktično nema nikakvih pokretnih dijelova, pa je stoga manje podložan kvarovima i lakše ga je održavati.

3.1.2. Sistemi sa promjenljivim protokom u primaru i sekundaru

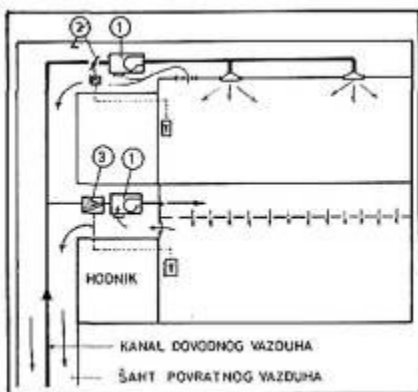
Za razliku od prethodnih sistema, u kojima se regulacija dovoda vazduha u prostor vrši zaobilaznjem prostora, u ovim sistemima regulacija količine vazduha se vrši pri-ušivanjem na iznos koji odgovara

momentanom toplinskom teretu. Na ovaj način se mijenja količina vazduha koja se obrađuje u klimatizacionoj komori i transportuje kroz sistem i to u srazmjeri sa momentanim blok-teretom cijelog sistema.

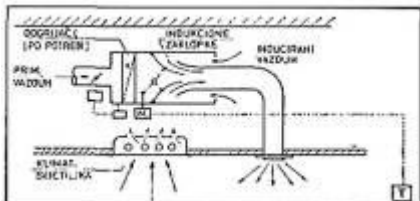
Sl. 18 Kontrola minimalne količine spoljnog vazduha



Sl. 19. Sistem konstantnog protoka u sekundaru i promjenljivog protoka u primaru sa ventilatorskim terminalnim mješalicama; 1) ventilatorski terminalni mješalac; 2) regulaciona zaklopka; 3) rasteretna kutija promjenljivog protoka sa ograničavačem protoka.



Sl. 20. Stropni indukcioni terminalni mješalac



Postoja niz raznih izvedbi regulatora protoka, koji se principijelno mogu podijeliti u dvije osnovne grupe:

1) Regulator protoka koji se ugrađuje u tlačni dovodni kanal, za koji se sistemom razvodnih kanala vezuju stropni anemostati. Ovi regulatori se još nazivaju i »rasteretne kutije«.

2) Regulator protoka integrisan sa istrujnim organom (videti šematski prikaz na sl. 13).

Oba tipa imaju u pravilu ugrađene ograničavače protoka, koji ograničavaju protok pri promjeni pritiska u širokim granicama od 15 do 150 kp/m². Na ovaj način se spriječava da uslijed naglog porasta pritiska u sistemu ne dođe do prekomjernog protoka u pojedinim dijelovima sistema i otuda do pojave promaje ili debalansa sistema.

Rasteretne kutije imaju najčešće ugrađene mehaničke regulatore protoka, kojima se kontrolna vrijednost može podešavati ili prethodno ili u pogonu, pomoću servo pogona. Izvedbi regulatora protoka ima mnogo i opis svih sistema izlazi iz okvira ovog rada. Rasteretne kutije mogu biti sa mogućnošću smanjenja protoka na nulu ili pak na neku predodređenu minimalnu vrijednost. Najčešće su unutar kutije ugrađena dva regulatora — jedan za minimalni protok, a drugi propušta razliku između minimuma i maksimuma. Promjena količine se vrši djelovanjem servo pogona na mahanizam regulatora, ili pogonom regulacione klapne ispred regulatora. Pogoni su elektromotorni ili pneumatički i mogu biti izvedeni tako, da se mogu kaskadno vezati sa nekim drugim pogonom (npr. regulacioni ventil dogrijača). Isto tako po potrebi je moguće ovim pogonima upravljati daljinski ručno i na taj način smanjiti ili potpuno zatvoriti dovod vazduha u cilju štednje kada se prostorije ne koriste.

U normalnom pogonu regulator protoka se nalazi pod komandom sobnog tarmostata.

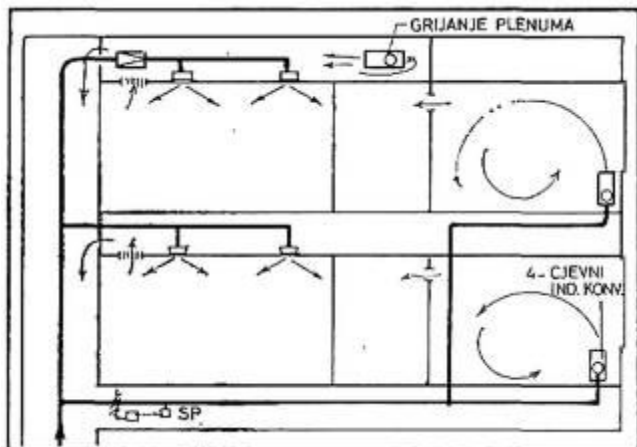
Sve izvedbe rasteretnih kutija imaju u pravilu ugrađen prigušivač buke koji apsorbuje šumove nastale prilikom prigušivanja. Kada su kutije većeg kapaciteta, često je potrebno ugraditi i dodatni

prigušivač buke. Proizvođači ovih kutija daju podatak o nivou šuma koji izazivaju kutije, u zavisnosti od pritiska, a neki proizvođači daju i podatak o sposobnosti prigušenja buke iz mreže, kao i o nivou buke koja prolazi kroz kućište. Jedna izvedba je prikazana na sl. 14. Drugi tip regulatora sa prigušnom zaklopkom je prikazan na sl. 15. Kao što je vidljivo, radi se o veoma jednostavnoj konstrukciji, koja ne obuhvata nikakav ograničavač protoka. U tu svrhu se u dovodni kanal ugrađuje posebno senzor dinamičkog pritiska, koji je vezan tako, da u slučaju prekomjernog porasta brzine ograničava dejstvo termostata i pritvara prigušnu zaklopku.

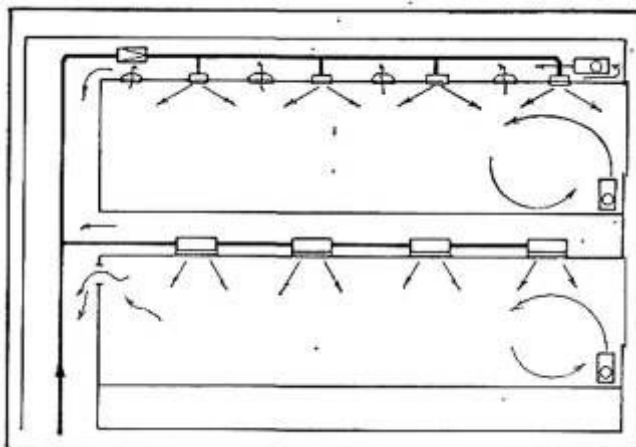
Kada je u pitanju regulator sa integrisanim istrujnim organom, prigušni elemenat je ugrađen u sam istrujni elemenat. Ranije je već rečeno da ovi elementi, u pogledu distribucije vazduha, mogu imati bolje karakteristike, mada mogu biti kritičniji u pogledu šuma. Regulator na slici ima prigušni elemenat u vidu gumenog mijeha, koji se pri gušenju protoka naduvava i smanjuje površinu istrujavanja. Kontrolni termostad je ugrađen u samu jedinicu i kao radni medij koristi vazduh pod pritiskom iz sistema. Minimalni pritisak se kreće u granicama od 10 do 40 kp/m². Ova osobina ovih reaktora predstavlja u nekim slučajevima prednost, mada ovo ponekad može biti i nedostatak, pošto samostalna automatska regulacija bez spoljne pomoćne energije ne omogućava jednostavno uključivanje dodatnih elemenata u sistem, kao što su dogrijači, ili ručno podešavanje protoka.

Na sl. 16. prikazan je primjer ugradnje jednokanalnog regulatora sa sekundarnim razvodom i elementima za distribuciju vazduha, a na sl. 17. je dat primjer ugradnje regulatora ugrađenih u distributivni elemenat. Pošto svaki elomenat u sistemu na sl. 17. ima ugrađen regulator, to je razumljivo da ovakav sistem može biti fleksibilniji u

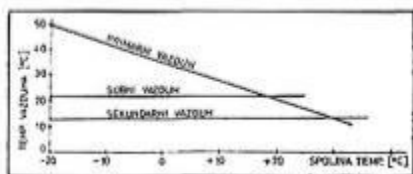
Sl. 21. PPV interno-indukcioni konvektori periferno



Sl. 22. PPV interno-ventilo konvektori periferno



Sl. 23. Dijagram temperatura <lo-
vodnog sistema



slučaju pregrađivanja prostora, pošto svaki elemenat može da bude autonoman u radu. U slučaju da jedan prostor opslužuje veći broj elemenata, oni se grupišu tako da jedan od njih radi kao upravljačka jedinica (sa regulatorom protoka i termostatom), a sa njim je povezano 4—5 pomoćnih jedinica, koje se opet jednostavnim zahvatima mogu konvertirati u upravljačke jedinice.

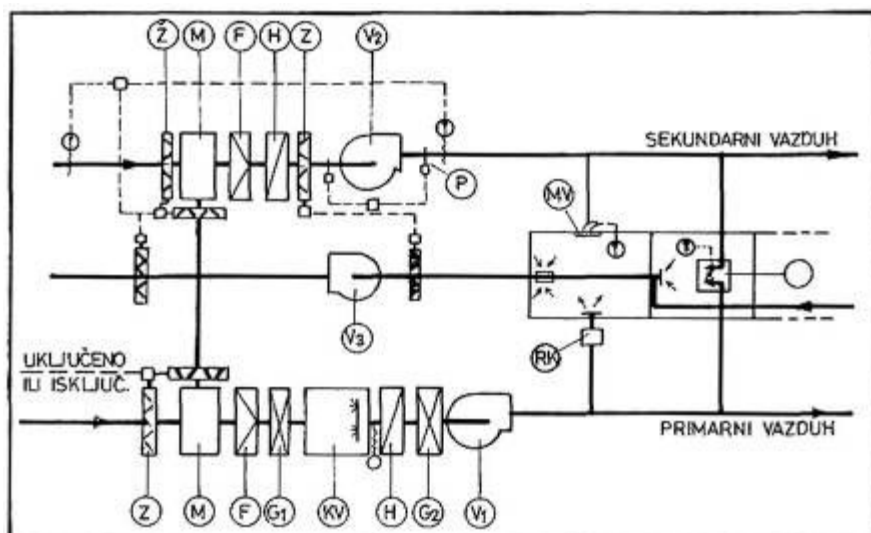
Za razliku od sistema sa promjenljivim protokom vazduha u sekundaru i konstantnim protokom vazduha u primaru, u sistemu sa promjenljivim protokom vazduha u primaru i sekundaru, postoje neke važne razlike u uređaju za pripremu i distribuciju vazduha u odnosu na sisteme sa konstantnim protokom vazduha. Nabrojmo ih:

1. S obzirom da se količina vazduha koji se uvodi u pojedine prostore mijenja u zavisnosti od toplinskog opterećenja, to se kapacitet uređaja za pripremu vazduha ne utvrđuje kao suma vršnih količina za pojedine prostore, nego se određuje na osnovu maksimalnog blok-tereta cijelog sistema. Prema tome, sistem sa promjenljivim protokom vazduha ima manji uređaj za pripremu vazduha u odnosu na bilo koji svezazdušno sistem sa konstantnim protokom vazduha.

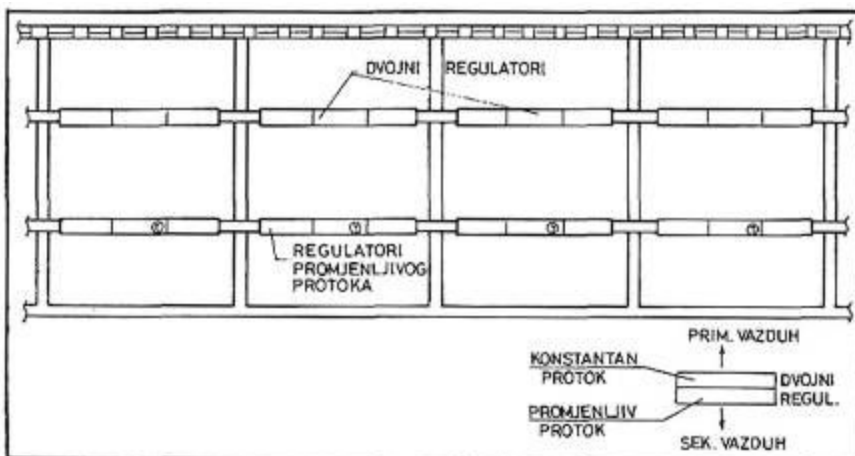
2. Prigušenjem protoka pri smanjenom opterećenju, može doći do većeg povećanja pritiska u sistemu, zbog čega počinje da raste nivo šuma koji nastaje usljed prigušenja u regulatorima protoka, a radna tačka ventilatora može pri tome doći u labilno područje karakteristike. S druge strane, u većim sistemima smanjenjem protoka se mogu ostvariti znatne uštede u pogonskim troškovima, pošto je rad ventilatora jednoga od najkrupnijih stavki u pogonskim troškovima svezazdušnih sistema. Zbog toga je potrebno predvidjeti elemente za ograničenje porasta pritiska, čime se, u zavisnosti od usvojenog načina kontrole, istovremeno mogu ostvariti znatne uštede u energiji za pogon ventilatora. Način izvedbe i karakteristike pojedinih načina kontrole će biti prikazani u posebnom poglavlju.

3. Promjenom količine vazduha, pri konstantnom omjeru miješanja između povratnog i spoljnog vazduha, mijenja se količina i spoljnog vazduha koji se uvodi u prostor. Ovo može da ugrozi ventilaciju prostora, tj. da količina spoljnog vazduha padne ispod dozvoljenog mi

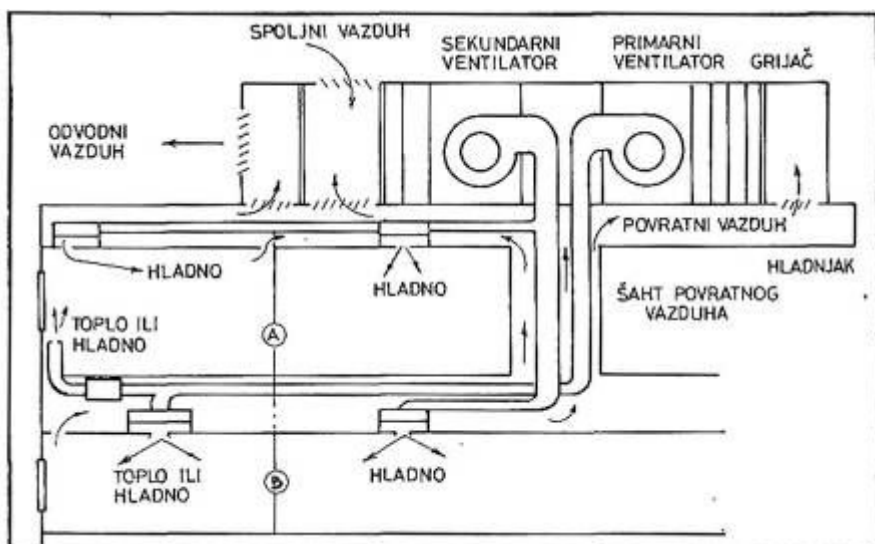
Sl. 24. šema dovodnog sistema; Ž — žaluzine, M — mešna komora, F — filtri, H — hladnjak, G — grijači, KV — maglena komora, V — ventilatori, MV — otvor promjenljive količine; RK — kutija za rasterećenje, KM — mešni aparat, T — termostati, P — diferencijalni manometar.



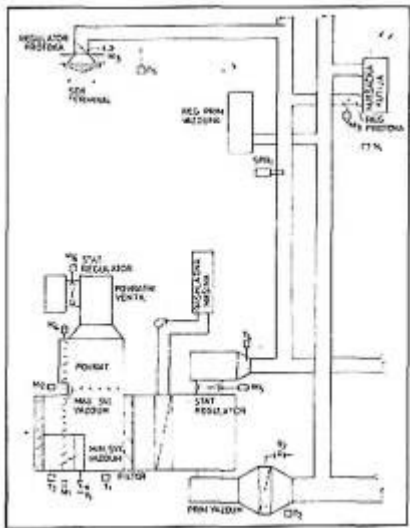
Sl. 25. Raspored stropnih terminala u dvovodnom sistemu



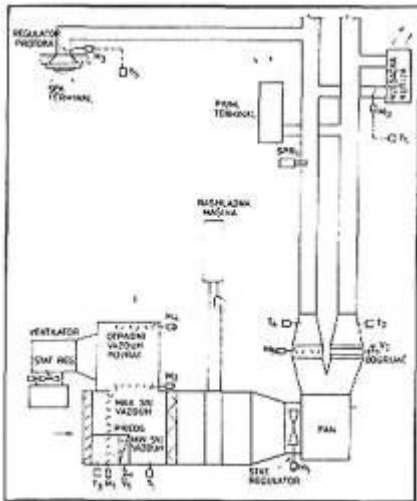
Sl. 26. Modifikacija dvovodnog sistema — primarni vazduh samo recirkulacioni; A — visoki gubici tapline (preko 330 kcal/hm'), B — niski gubici topline (ispod 210 kcal/hm').



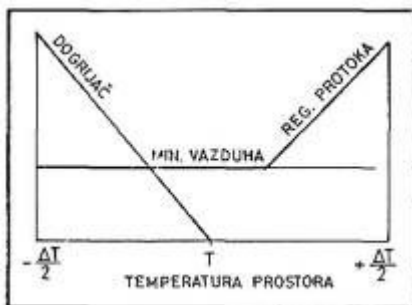
Sl. 27. Dovodni sistem sa jednom klimatizacionom komorom i dva tlačna ventilatora



Sl. 28. Dvovodni sistem, sa jednom klimatizacionom komorom i jednim tlačnim ventilatorom



Sl. 29. Rad regulatora sa ograničenim minimumom protoka i dogrijačem



minimuma. Zbog toga se u sistemu automatske regulacije mora obezbijediti mogućnost ograničavanja minimalne količine ispoljnog vazduha. Jedan od mogućih načina je

prikazan na sl. 18, gdje se u kanalu za sviježi vazduh održava minimalna brzina, pri čemu kao senzor služi pitot cijev.

4. Zbog smanjenog protoka vazduha smanjuju se dimenzije kanala i to sukcesivno od završnih ograničavača, koji se dimenzionišu prema vršnom teretu prostora, tj. bez ikakvog reduciranja, do zbirnog kanala iza klimatizacione komore.

3.1.3. Sistemi sa promjenljivim protokom vazduha u primaru i konstantnim protokom u sekundaru

Ovi sistemi su nastali kao rezultat nastojanja da se smanje ili eliminišu problemi distribucije vazduha, koji mogu da nastanu prilikom znatnijeg smanjenja količine dovodnog vazduha. Pored toga, mogu da posluže kao prikladno rješenje za poboljšanje cirkulacije unutar prostora u cilju izbjegavanja stagnantnog stanja u slučajevima relativno malog nominalnog opterećenja (ispod 5 izmjena na čas). Isto tako, ova rješenja se mogu primijeniti parcijalno u sklopu sistema sa promjenljivim protokom vazduha u posebnim prostorima, u kojima se linijski elementi za distribuciju promjenljive količine vazduha ne mogu uklopiti u predviđeno enterijersko rješenje.

Novi primjer primjene su oni prostori sa visokim toplinskim opterećenjem, za čiju kompenzaciju je potrebno ostvariti veliki broj izmjena (količine vazduha preko 35 do 40 m³/m²h) odnosno preko 12—13 i/h, kada distribucija vazduha sa linijskim istrujnim organima može dovesti do pojave promaje u prostoru i to baš u momentima maksimalne zaposjednutosti prostora. U ovakvim slučajevima primjena principa konstantnog protoka vazduha u sekundaru omogućava upotrebu distribucije vazduha prikladne za veliki broj izmjena (perforisani strop ili specijalni anemostati), s jedne strane, uz zadržavanje svih dobrih osobina sistema sa promjenljivim protokom vazduha u primaru, s druge strane.

Primarni dio sistema (priprema vazduha) se u principu ne razlikuje od sistema pod 3.1.2, mada se sistem razvoda mora prilagoditi specifičnim zahtjevima terminalnih mješača. Zavisno od tipa terminala razvodna mreža može da se izvodi kao nisko odnosno visoko pritisna, a može biti i kombinovana.

Terminalni mješaci se u principu mogu razikovati po načinu stvaranja pogonske sile za strujanje vazduha, koja se može ostvariti pomoću ventilatora i po principu indukcije.

3.1.31. Ventilatorski terminalni mješaci

Na sl. 19. dat je šematski prikaz sistema sa ventilatorskim terminalnim mješačima. Ovi mješaci se u osnovi sastoje od ventilatora sa kućištem na kojem se nalaze otvori

za primarni i sekundarni (recirkulacioni) vazduh. Dotok primarnog vazduha se reguliše bilo pomoću regulacione zaklopke, koja može da bude ugrađena u mješač pomoću rasteretne kutije promjenljivog protoka sa ugrađenim ograničavačem protoka. Mješački terminali sa regulacionom zaklopkom su veoma osjetljivi na promjene pritiska u mreži, pa se koriste u niskopritisnim sistemima uz kontrolu pritiska u tlačnom kanalu. U visokopritisnim sistemima mješači se napajaju preko rasteretnih kutija sa ugrađenim ograničavačem protoka, koji sprečavaju porast protoka iznad postavne vrijednosti regulatora.

Prikazani terminali imaju mogućnost podešavanja učina u rasponu od 0 do 100%, ukoliko ventilacioni zahtjevi ne spriječavaju smanjenje dovoda primarnog vazduha na nulu. Ukoliko se odsis vazduha vrši preko ventilisanih svjetiljki klimatizaciona svjetiljka, čime se diže temperatura povratnog vazduha, moguće je zadovoljiti izvjesne ventilacione zahtjeve i pri sniženom toplinskom teretu.

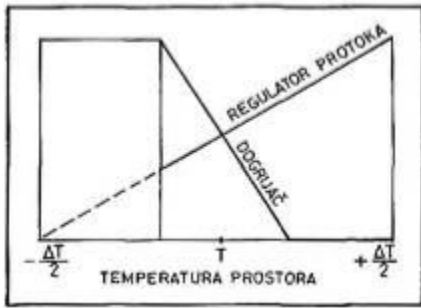
3.1.32. Indukcioni terminalni mješaci

Za razliku od ventilatorskih terminalnih mješača, ovdje se cirkulacija sekundarnog vazduha ostvaruje uz pomoć induccionog dejstva primarnog vazduha. To dejstvo nastaje povećanjem brzine strujanja primarnog vazduha između induccionih regulacionih sklopki, koje predstavljaju regulabilno sapništvo induktora. Smanjenjem otvora zaklopki smanjuje se protok primarnog vazduha sa istovremenim povećanjem protoka sekundarnog vazduha. Na taj način količina vazduha koji dolazi do strujnog organa ostaje u određenom dijapazonu približno konstantna.

Zavisno od izvedbe induccionog mješača, te radih uslova (pad pritiska u kanalu i strujnom organu), praktično se postiže omjer između količine primarnog vazduha i ukupne (količine, u iznosu od 0,6 do 0,25. Pri tome se moguća redukcija rashladnog učina kreće od 0,2 do 0,7, odnosno od 0,4 do 0,75 punog rashladnog učina, zavisno od toga da li se vazduh vraća preko svjetiljki ili preko rešetki. Daljnjim smanjenjem količine primarnog vazduha smanjuje se količina dobave, da bi pri potpunom zatvaranju dovoda primarnog vazduha prestao i protok sekundarne struje.

Korištenje internih izvora toplote u cilju kontrole temperature prostora, zamjenjivanjem jednog dijela primarnog vazduha sa indiciranim povratnim vazduhom, je analogno zamjeni jednog dijela hladnog vazduha toplim vazduhom u dvokanalnim sistemima. Stropni induccioni mješač postiže ovo lokalno, koristeći samo lokalne izvore toplote, dok dvokanalni sistem prenosi kanalom jedan dio toplote

Sl. 30. Rad regulatora sa dogrijačem bez ograničenja protoka



kompresije ventilatora i toplote dodane iz eksternih izvora. Za neke određene uslove opterećenja i identične projektne parametre oba sistema imaju isti rashladni teret i količinu vazduha (hladnog). Količina vazduha u toplom kanalu dvokanalnog sistema sa konstantnim protokom manja je od količine inducirano povratnog vazduha u indukcionom sistemu zato što je temperatura vazduha u toplom kanalu viša od temperature inducirano sekundarnog vazduha. Međutim, pogonski traškovi za cirkulaciju vazduha u dvokanalom sistemu su znatno veći.

Prema tome sistem sa indukcio-im mješačima je u stvari hibrid sistema sa promjenljivim protokom i dvokanalnim sistemom, budući da se količina primarnog vazduha smanjuje padom opterećenja i na taj način protok prilagođava faktoru istovremenosti opterećenja. U isto vrijeme kontrola sobnih stanja se postiže mješanjem primarnog hladnog vazduha i recirkulisanog sobnog vazduha, kao u dvokanalom sistemu. Kao i u dvokanalnim sistemima, pri proračunu potrebne količine vazduha treba voditi računa o propustljivosti zaklopki u zatvorenom položaju, što treba da da proizvođač terminala.

Prednosti ovoga sistema su:

1. Stropni indukcioni terminalni mješači zadržavaju konstantnu količinu dobave u prostor i pri znatnom smanjenju toplinskog opterećenja, nasuprot običnom sistemu sa promjenljivim protokom vazduha, koji prigušuje dobavu proporcionalno opterećenju. Zbog toga ovaj sistem može biti primjenjen za niže toplinske terete i sa većom temperaturskom razlikom između sobnog i primarnog vazduha, što smanjuje kapacitet uređaja za pripremu i cirkulaciju vazduha.

2. Pošto koristi lokalne izvore toplote od rasvjete za zamjenu dogrijačima, može se tretirati kao sistem sa djelomičnim povratnim korištenjem interne toplote bez primjene toplinske pumpe. Međutim, ovako se koristi samo onaj dio toplote povratnog vazduha koji biva inducirano (25 do 60%, zavisno od indukcionog omjera). Preostali dio

toplote povratnog vazduha se može prihvatiti sistemom za povrat toplote.

3. Kapacitet uređaja se smanjuje u srazmjeri sa blok opterećenjima, u odnosu na sisteme sa konstantnim protokom. Ali je on nešto veći od običnog sistema sa promjenljivim protokom, zbog propuštanja regulacionih zaklopki i gubitaka mješanja pri punom opterećenju.

Glavni nedostatak ovog sistema u odnosu na čist sistem sa promjenljivim protokom je visoka cijena terminala.

3.2. Kombinovani sistemi sa promjenljivom količinom vazduha

Kao što je ranije rečeno, jednostavni jednokanalni sistemi sa promjenljivim protokom vazduha se u pravilu primjenjuju u prostorima u kojima je potrebno hladiti u toku cijele godine. Vazduh se zato dovodi na približno stabilnoj temperaturi, nižoj od sobne temperature. Jednosmjerno opterećenje može da egzistira samo u izolovanim unutrašnjim prostorima zgrada koji nemaju nikakvih spoljašnjih uticaja. Međutim, periferni prostori u zgradama u pravilu imaju zimi gubitke toplote veće od priliva toplote, zbog čega u sistemu treba predvidjeti mogućnost dovodenja toplote radi postizanja toplinske ravnoteže.

U ovakvim slučajevima sistem sa promjenljivim protokom se mora kombinovati sa nekim drugim sistemom, koji je samostalan a reverzibilan ili sa sistemom koji preuzima samo funkciju grijanja u zimskom pogonu.

3.2.1. Nezavisni periferni sistem

Ukoliko periferni prostor ima dubinu znatno veću od 5 m, onda se on može podijeliti na izrazitu perifernu i internu zonu. Odlučimo li se za internu zonu, na sistem sa promjenljivim protokom vazduha u perifernoj zoni, može se primijeniti ili neki sistem vazduh — voda (indukcioni konvektori ili ventil-konvektori sa primarnim vazduhom), bilo sistem samo sa vodom i (ventil-konvektori bez primarnog vazduha). Na sl. 21. je prikazan sistem sa promjenljivim protokom vazduha u internoj zoni i indukcioni konvektori periferio, a na slici 22. su prikazani ventil-konvektori u perifernoj zoni. Primarni vazduh za indukcione konvektore može da bude ogranak sistema sa promjenljivim protokom kao na sl. 21, ili potpuno nezavisan sistem. U prvom slučaju ovaj ogranak mora da ima regulacionu zaklopku upravljanu regulatorom statičkog pritiska, koji održava stalan pritisak potreban za rad indukcionih konvektora.

Jasno je da u sistemu sa sl. 21, indukcioni sistem mora da preuzme kompletan teret hlađenja i grijanja u perifernoj zoni, dok u sistemu sa sl. 22. ventilo-konvektori preuzimaju sve spoljne uplive

(transmisija, insolacija i infiltracija) a PPV sistem interne terete. Pošto jednokanalni PPV sistem služi samo za hlađenje, to treba pažljivo proučiti da u nekoj zoni neće doći do pothlađivanja prostora usljed gubitaka toplote zimi. Tipičan primjer je unutrašnja prostorija na najvišem spratu, tj. ispod krova. Gubitak toplote kroz krov može da se uravnoteži prilivom toplote od rasvjete, zbog čega će doći do prigušenja dovoda vazduha ispod ventilacionih zahtjeva ili do pothlađivanja, ukoliko su odabrani regulatori sa ograničavanjem minimalnog protoka. Osim toga, u periodu prekida pogona noću ili krajem sedmice, može doći do znatnog ohlađenja ovakvih prostora. Jasno je da se ovo može izbjeći instalisanjem ogrevnih tijela unutar prostora, ukoliko to enterijerski dopušta. Ukoliko to zahtjev za fleksibilnošću dispozicije prostora onemogućava, jedan od uobičajenih metoda je da se zagrijeva plenum iznad spuštеног stropa ili pomoću konvektorskih izmjenjivača ili ventilo-konvektora instalisanih unutar plenuma.

3.2.2. Dopunski periferni sistemi

Dok sistemi prikazani u 3.2.1. u suštini mogu biti potpuno nezavisni, pošto u slučaju primjene posebne komore za pripremu vazduha mogu obavljati sve funkcije potpune klimatizacije, dopunski periferni sistemi preuzimaju ili samo pokrivanje transmisijskih gubitaka zimi, ili preuzimaju i jedan dio rashladnog tereta ljeti.

3.2.21. Centralno grijanje

Centralno grijanje pomoću radijatora ili konvektora je najjednostavniji i najčešće najekonomičniji dopunski sistem. Instalacija centralnog grijanja preuzima pokrivanje transmisijskih gubitaka, a PPV sistem preuzima kompletan rashladni teret, kako interni tako i spoljni. Jasno je da terminali PPV sistema u perifernoj zoni moraju da budu većeg kapaciteta od onih u unutrašnjoj zoni, pošto u perifernoj zoni moraju preuzeti i teret insolacije i transmisije. S obzirom da gašenjem svjetla u perifernoj zoni na sjevernoj strani ili u sjeni može u prelaznom ili zimskom periodu priliv toplote da padne praktično na nulu, zbog čega će i dovod vazduha pasti na nulu, te se često praktikira da se sistemom grijanja predimenzioniše tako da uvijek ima na raspolaganju izvjestan višak toplote koji će držati balans sa nekom minimalnom količinom vazduha potrebnom za ventilaciju prostora. Ovaj metod, međutim, može da izazove znatne pogonske troškove, jer je dovodenje viška toplote stalno, bez obzira na stvarno toplinsko opterećenje prostora. Modifikacije u sistemu automatske regulacije, u cilju smanjenja pogonskih troškova, biće prikazane u posebnom poglavlju.

3.2.22. Svezavazdušni periferni sistem

Osnovna uloga ovih sistema je preuzimanje funkcije grijanja u zimskom periodu, mada on i po svojoj prirodi mogu da preuzmu i jedan dio rashladnog tereta. Kombinacija ovog sistema (koji je u osnovi svezavazdušni, sa konstantnim protokom vazduha i promjenljivom temperaturom i opslužuje periferne zone) sa sistemom promjenljivog protoka vazduha i konstantne temperature za unutrašnje zone, naziva se još i »dovodni sistem« — za razliku od dvakanalnog.

Naime, u dvokanalnom sistemu funkcija svakog kanala je jedno-smjerna (topli i hladni), dok se u dvovodnom sistemu u kanalu sa konstantnim protokom mijenja temperatura od hladnog do toplog, u zavisnosti od spoljne temperature. Periferni sistem se još naziva i »primarni«, a unutrašnji »sekundarni«. Na sl. 23. prikazan je dijagram toka temperatura u sistemu, u zavisnosti od spoljnih temperatura.

Zadatak primarnog vazduha je da zimi kontroliše transmisione gubitke, a ljeti transmisione dobitke toplote, dok sav priliv toplote od insolacije, rasvjete, ljudi, mašina i sl. preuzima sekundarni sistem sa promjenljivim protokom. Prema tome u ljetnjem pogonu za vršne rashladne terete ulagu hlađenja preuzimaju oba sistema, pošto se rashladni medij (hladan vazduh) razvodi sa dva »voda«. Na taj način primarni sistem, pored grijanja zimi, djelimično rasterećuje sekundarni sistem pri punom opterećenju.

Treba međutim, biti pažljiv pri dimenzionisanju sekundarnih terminala za južnu fasadu, pošto se ovdje vršni teret pojavljuje u zimskim mjesecima, tj. onda kada je primarni vazduh zagrijao i nije u stanju da participira u hlađenju prostora. Ovo se može izbjeći tako, da se primarni sistem na južnoj fasadi izdvoji kao posebna zona sa vlastitim regulacionim krugom u kojem bi pored temperaturskog bio uključen i solarni kompenzator. Na sl. 24. šematski je prikazan ovakav sistem.

Sekundarni regulatori protoka mogu biti bilo koji ranije opisani tip i najčešće su stropne izvedbe, dok se primarni regulatori izvode ili kao stropni, ili kao vertikalni, za montažu ispod parapeta. Postoje takođe izvedbe u vidu komore za miješanje, gdje su unutar jedne jedinice montirani regulator konstantnog protoka za primarni vazduh i regulator protoka sa ograničavačem protoka za sekundarni vazduh. Obje vazdušne struje se u jednoj izvedbi miješaju prije izlaska iz aparata, a u drugoj izvedbi izlaze nezavisno. Dispozicija ovakvih regulatora je prikazana na sl. 25.

Zbog ekonomičnosti pogona, u periodu temperiranja objekta, noću, za vrijeme vikenda i praznika, radi samo primarni sistem, dok

sekundarni miruje. Zato se sistem češće izvodi prema sl. 26, gdje primarni dio sistema radi samo sa recirkulacionim vazduhom, tj. bez direktnog uvođenja spoljnog vazduha. Kad rade oba dijela sistema, dio spoljnog vazduha dođe u primarni sistem posredno, putem povratnog kanala.

U cilju smanjenja cijene, uređaj za pripiremu vazduha se može pojednostaviti tako da se primjeni jedna klimatizaciona komora sa dva tlačna ventilatora (prema sl. 27), ili čak jedna komora, sa jednim zajedničkim ventilatorom (prema sl. 28).

3.2.3. Jednokanalni sistem sa terminalnim dogrijačima

Smanjenjem rashladnog tereta u sistemu sa promjenljivim protokom vazduha, može da dođe do smanjenja protoka vazduha ispod neke kritične količine. Tada može da bude ugrožena ventilacija prostora ili cirkulacija vazduha unutar prostora. To mogu da budu spoljni, ali i (unutrašnji prostori, sa povećanim ventilacionim zahtjevima, kao što su sobe za sastanke, restorani, laboratoriji i sl. Tipičan primjer kada jednostavni PPV može da zakaže je soba za sastanke u kojoj se povremeno daju projekcije filmova, pa zamračenjem prostora dolazi do naglog pada toplinskog opterećenja. U nekim prostorima može da bude zahtjev za konstantnim dovodom vazduha bez obzira na toplinsko opterećenje. U svim ovim slučajevima moguće je ugraditi lokalne dogrijače, koji će spriječiti potpuno zatvaranje dovoda vazduha odnosno nedozvoljeni pad temperature u slučaju ograničenog minimuma protoka. Na niskotlačnim regulatorima, kao i na visokotlačnim, sa odvojenim elementima za distribuciju vazduha, dogrijač se ugrađuje u samu kutiju, dok na regulatorima integrisanim sa strujnim organom, to nije moguće, pa se dogrijač ugrađuje u dovodni kanal. U ovome se slučaju određeni broj terminala sa konstantnim protokom, koji odgovara minimalnoj količini, veže za jednu granu sa dogrijačem, a preostali terminali sa promjenljivim protokom za drugu granu. Pošto ovakvi terminali imaju obično ugrađene tarmostate bez pomoćne spoljne energije, to se dogrijač kontroliše posebnim sobnim termostatom, koji djeluje kao ograničavač najniže temperature.

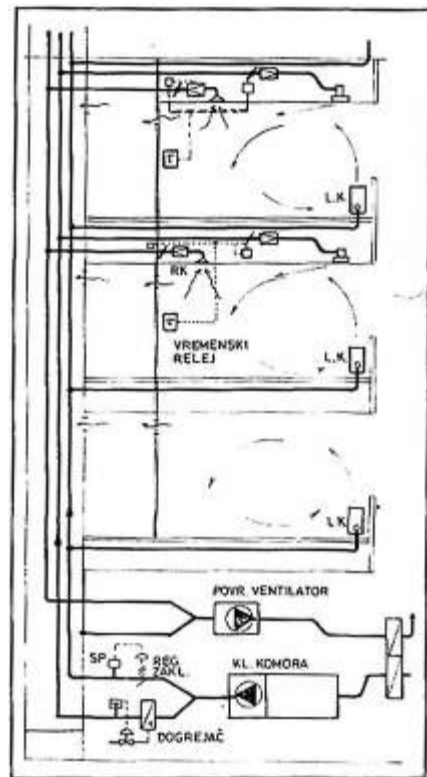
U sistemima sa odvojenim elementima za distribuciju, proizvode se posebne izvedbe rasteretnih kutija sa dva regulatora, od kojih jedan održava minimalni protok vazduha, a drugi razliku između maksimalnog i minimalnog. Sobni termostati u ovoj izvedbi djeluje na servo pogon regulatora protoka i ventil dogrijača tako što pri padu sobne temperature prvo smanjuje protok na minimum, a potom počinje da otvara ventil dogrijača.

Slična kaskada se može ostvariti i sa kutijama bez ograničenja minimalne količine, ali u tom slučaju se ne može dobiti garantovani minimalni protok, pošto on varira sa promjenom pritiska u tlačnom kanalu. Međutim, uobičajenom regulacijom pritiska u tlačnom kanalu, ove varijacije se mogu u najvećem broju slučajeva svesti u podnošljive granice. Na sl. 29. je prikazan funkcionalni dijagram automatske regulacije kutije sa ograničavačem protoka, a na sl. 30. bez ograničavača. Indukcioni terminali sa promjenljivim protokom, smješteni ispod prozora, mogu preuzeti pokriće transmijskih gubitaka, s tim što u vrijeme kada zgrada nije zaposjednuta mogu da rade gravitaciono, u cilju temperiranja zgrade.

3.2.4. Dvokanalni sistem sa promjenljivim protokom

Dvokanalni sistemi su predmet posebnog poglavlja. Ovdje napominjemo samo jednu modifikaciju ovoga sistema sa konstantnim protokom. Ona se sastoji u tome da se regulacija temperature u određenoj zoni vrši tako što se prvo smanjuje ukupan protok kroz regulator, a potom se miješaju tople i hladne stuje. Pri maksimalnom rashladnom opterećenju, temperatura dovodnog vazduha i njegove količine su identični, kao u sistemu sa konstantnim protokom. Kada rashladni teret požne da opada, regulator protoka smanjuje prvo

Sl. 31. Šema sistema indukcionih konvektora sa dopunskim sistemom za ventilaciju — IK-IND konvektori i RK (rasteretne kutije)



protok vazduha na utvrđeni minimum, a nakon toga se počinje otvarati ulaz toplog vazduha i zatvarati dovod hladnog. Tako sistem radi u slučaju smanjenog rashladnog tereta u toku cijelog grejnog ciklusa sa smanjenim protokom vazduha, čime se mogu ostvariti znatne uštede u pogonskim troškovima.

3.2.5. *Dopunski ventilacioni sistem*

Često se u raznim dijelovima visokih poslovnih zgrada sa sistemom indukcionih konvektora ili ventilo-konvektora nalaze sale za poslovne sastanke, u kojima količina vazduha koja se normalno dovodi preko indukcionih konvektara nije dovoljna za ventilaciju ovakvih prostora (sl. 31). Jasno je da bi se količina vazduha koja se dovodi preko indukcionih konvektora, mogla povećati, ali s obzirom na to da su ovakvi prostori rijetko gusto zaposjednuti, bilo bi neekonomično stalno dovoditi i odvoditi velike količine svježeg obrađanog vazduha.

Druga mogućnost je da se za svaki od ovih prostora predvidi zaseban sistem, što može da zahtjeva veoma mnogo prostora, kako za smještaj klima-komora, tako i za razvod kanala.

Jedno relativno jednostavno rješenje u takvim slučajevima je da se ti prostori obuhvate opštim indukcionim sistemom, koji bi obrađivao ove prostore u slučaju male zaposjednutosti ili onda kada su van upotrebe. Pored indukcionih konvektora, ovi prostori bi dobivali dopunski vazduh za ventilaciju preko rasteretnih kutija sa zaklopkom, koja se otvara daljinskom komandom iz prostora, onda kada se ukaže potreba za dopunskom ventilacijom. Uključivanje zaklopke se vrši pomoću vremenskog releja, koji se okretom dugmeta podešava na određeno vrijeme rada. Odsis vazduha iz prostora vrši se takođe preko regulatora protoka sa zaklopkom, čiji se servo pogon uključuje paralelno sa zaklopkom na dovodu.

Svi dovodi su posobnim kanalom vezani za klimatizacionu komoru za pripremu primarnog vazduha, a odvodi se također posebnim kanalom vezuju za odsisni ventilator. Ogranci tlačnog i povratnog kanala koji poslužuju indukcioni sistem su snabdjeveni regulacionim zaklopkama, koje su upravljene regulatorima statičkog pritiska u ovim kanalima. Zavisno od udjela dopanskog vazduha, tj. varijabilnog dijela u odnosu na ukupnu količinu, može se predvidjeti i kontrola statičkog pritiska ventilatora.

Ukoliko se ovaj sistem primjenjuje u dvocjevnom indukcionom sistemu, onda se dogrijač vazduha mora nalaziti na ogranku koji napaja indukcionie konvektore, a ne u klimatizacionoj komori. Ogranak za dopunski vazduh može da ima centralni dogrijač koji će dogrijati ovaj vazduh na približno sobnu temperaturu ili se lokalni dogrijači mogu postaviti u svakoj rasteretnoj kutiji.

KGH

broj1/1978.