

Sistemi sa promjenljivom količinom vazduha (I)

D. Momčinović *

4. PROJEKTOVANJE SISTEMA

4.1. Osnovne veličine i prikaz procesa

Postupak proračuna priliva i gubitaka je istovjetan kao za bilo koji sistem. Međutim, pošto se kod ovih sistema plenum iznad visećeg stropa često koristi za povrat sobnog vazduha i to kod niskotlačnih sistema mješavine sobnog i dovodnog vazduha, a u slučaju odsisa preko svjetiljki i zagrijanog sobnog vazduha, to je potrebno pažljivo sačiniti toplinski bilans prostora i plenuma da bi se utvrdio utjecaj izmjene toplote između plenuma i prostora na ukupan toplinski teret prostora.

4.1.1 Količina vazduha za pojedine prostore

Maksimalna količina dovodnog vazduha za svaki prostor se utvrđuje na osnovu vršnog priliva topline za taj prostor, s tim što je potrebno izvršiti provjeru s obzirom na priliv latentne toplote i ventilacione zahtjeve, kao i za svaki svezavazdušni sistem.

4.1.2 Maksimalna količina vazduha za cijeli sistem

Pošto PPV sistem podešava količinu vazduha prema momentalnom opterećenju prostora, to je osnova za proračun kapaciteta cijelog sistema momentalni vršni teret sistema (blok teret) a ne zbir vršnih tereta pojedinih prostora. Razlika između ove dvije veličine naročito dolazi do izražaja ako sistem opslužuje i periferne zone objekta, pošto se vršna opterećenja od insolacije na pojedinim stranama svijeta ne pojavljuju samo u razno doba dana, nego i u razno doba godine (sl. 32).

Na slici 33. prikazan je dnevni tok priliva topline kroz 4 fasade jedne zgrade, odakle je vidljivo da odnos između istovremenog vršnog tereta i sume pojedinačnih maksimuma iznosi u konkretnom slučaju cca 0,7. Veličina ovog faktora istovremenosti opterećenja zavisi od veličine objekta, odnosa periferne prema unutrašnjoj zoni, orijentaciji

objekta, njegovog oblika, položaja i sl. i potrebno ga je svaki put detaljno ispitati, što je naravno najlakše ostvariti uz pomoć elektronskih računara. Ukoliko objekat opslužuje veći broj klimatizacionih komora, onda je ovu analizu potrebno provesti po dijelovima odnosno zonama koje opslužuje pojedini sistem. Dobro je da analiza sadrži maksimalna opterećenja i po zonama koje obuhvataju pojedine grane kanalskog distribucionog sistema, što može da posluži kao podatak prilikom dimenzionisanja kanalnog razvoda.

Na interne terete (rasvjeta, ljudi, uredski strojevi i dr.), takođe treba primijeniti faktor istovremenosti opterećenja. Ovaj faktor, na žalost, ni je moguće izračunati, pa se primenjuju iskustvene vrednosni koje se kreću od 0,85 do 0,95 za unutrašnje zone objekta, kod kojih su ovi vidovi toplinskog opterećenja ujedno i osnovni tereti, dok za periferne zone može da se na priliv toplote od rasvjete primjeni niži faktor, ukoliko je projektom elektroinstalacija predviđena mogućnost parcijalnog paljenja rasvjete u ovim prostorima, što svakako zavisi i od vrste zaštite prozora od direktnog sunčevog zračenja, primenjene u konkretnom slučaju.

Na osnovu ovako izračunatog vršnoga priliva osjetne toplote dijela zgrade koji obuhvata PPV sistem izračunava se kapacitet uređaja na osnovu poznatog izraza:

$$L_t = \frac{Q_t}{C_p \cdot \gamma(t_t - t_i)} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Pri ovome treba izvršiti provjeru da li prostora, koji u vrijeme vršnog opterećenja sistema nemaju lokalno vršno opterećenje, ne zahtijevaju veću količinu vazduha bilo po osnovu povećanog priliva latentne toplote i po osnovu zadovoljenja ventilacionog kriterijuma. Tako npr. u sali za sastanke za 20 ljudi koja se nalazi na istočnoj strani zgrade, sa maksimalnom količinom vazduha od 2 000 m³/h, u popodnevni časovima, pri vršnom opterećenju sistema, opterećenje može spasti na 35%, a time i količina vazduha pada na 2 000 X 0,35 = 700 m³/h. Ukoliko je u dovodnom vazduhu 50% spolnjeg vazduha, proizilazi da u dovedenoj količini imamo svega 700 X 0,5 = 350 m³/h spolnjeg vazduha.

Ako je međutim zahtijev od 50 m³/h po osobi, proizilazi da moramo u prostor uvoditi ukupno:

$$20 \times 50/0,5 = 2\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

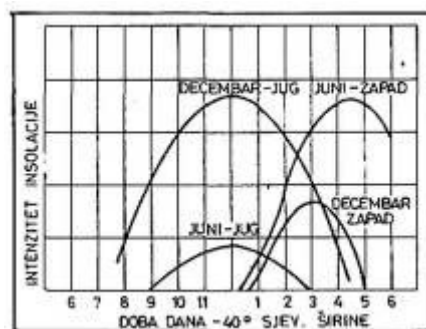
tj. treba količinu povećati za 2000 — 700 = 1300 m³/h iznad one koja proističe iz bilansa osjetne toplote prostora. Slično može da se desi u nekom prostoru sa povećanim prilikom latentne toplote, ili ako je u nekom prostoru iz bilo kog razloga (prisilni odsis, ograničeni najniži broj izmjena i sl.) ograničena minimalna količina dovodnog vazduha i ako je taj minimum veći od količine koja proizilazi iz bilansa osjetne toplote prostora. Jasno je da nužnost ovakvih korekcija proizilazi i iz broja i veličine prostora u kojima treba vršiti korekcije, što je predmet ocjene projektanta i njegovog iskustva. Pri ovome treba imati na umu da svako povećanje količine iznad one koja proističe iz bilansa priliva osjetne toplote, zahtijeva uvođenje odgrijača na dovodu vazduha za taj prostor, da bi se spriječilo pothlađivanje prostora.

Prema tome, ukupan kapacitet uređaja će biti

$$L = L_t + \sum \Delta L_m \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

gde je L_t količina vazduha izračunata na osnovu vršnog priliva osjetne toplote u sistemu, a $\sum \Delta L_m$ su razlike za pojedine prostore između količina dobivenih na osnovu drugih kriterijuma i osjetne toplote. Ovako izračunata količina vazduha će uvijek biti veća od količine potrebne kada je opterećenje manje od

Sl. 32. Promjene intenziteta insolacije u zavisnosti od doba dana i godišnjeg doba



* Drago Momčinović, dipl. ing., Medicinski univerzitetski centar — Direkcija za izgradnju klinika, 71000 Sarajevo, M. Pijade 4a.

vršnog. Razne prostorije ili zone imaju vršno opterećenje u različito doba dana ili godine i ove »poseduju« vazduh od prostorija ili zona koje u to vrijeme nemaju vršni teret. Ovaj transfer vazduha unutar sistema sa mjesta niskog tereta na mjesto visokog tereta, dešava se samo kod sistema sa promjenljivim protokom vazduha u primaru, ali i kod sa obilaznim vodom sistema zbog čega se kod njih ne može primijeniti faktor istovremenosti na količinu vazduha u opticaju.

4.1.3. Minimalne količine vazduha

Za svaki prostor unutar zgrade mara se utvrditi minimalna količina vazduha kojom taj prostor može biti snabdjeven, pošto preveliko smanjenje može da izazove povećanje relativne vlage ili da ugrozi ventilaciju, odnosno cirkulaciju vazduha unutar prostora. Osim toga, gušenje protoka ima odraza na rad ventilatora, kontrolu pritiska u sistemu, zvučne performanse terminala i sl.

U unutrašnjim zonama objekta glavne komponente toplinskog opterećenja su u najvećem broju slučajeva priliv toplote od rasvjete i od ljudi. Pošto za takve prostore propisi zahtjevaju intenzitet rasvjete od 500 luksa pa navise, to znači da će uz primjenu fluorescentnih svjetiljki minimalni teret iznosi cca 35 W/m². Uz temperatursku razliku između sobnog vazduha i dovodnog vazduha od 10K, ekvivalentna količina vazduha koji se uođi u prostor će iznositi ti cca 9 m³/m²h. Pošto je u radno vrijeme u ovakvim prostorima rasvjeta neprekidna, a to će prikazana vrijednost praktično predstavljati i minimalnu količinu vazduha u takvom prostoru. To zadovoljava minimalne vrijednosti sa

stanovšta ventilacije i cirkulacije vazduha u prostoru. Dolaskom ljudi u ovaj prostor, povećava se priliv toplote, a time i količina vazduha. Ukoliko se želi podići količina vazduha zbog strožih ventilacionih ili drugih zahtjeva to se može lako ostvariti podizanjem temperature dovodnog vazduha na višu vrijednost, tj. ugradnjom dogrijača u dovodni kanal, koji će održavati nešto povišenu temperaturu dovodnog vazduha.

Ukoliko se primjene regulatori sa ograničenjem minimalne količine vazduha, onda će regulator protoka i grejač biti u sekvenci, čija izvedba zavisi od tipa primjenjenog regulatora, odnosno terminala. Sto je intenzitet rasvjete veći, to je relativni udio priliva toplote od ljudi manji, to su manje varijacije u količini vazduha i time šire mogućnosti izbora terminala i jednostavnija kontrola. Zbog toga projektant klimatizacije mara od samog početka biti u čvrstom kontaktu sa projektantom elektroinstalacija, odnosno instalacije rasvjete. Kao što je poznato, primjenom svjetiljki sa odsosom vazduha smanjuje se priliv toplote u prostor, a time i kapacitet vazdušnog sistema. Pri tome treba imati na umu da se pri nižem intenzitetu rasvjete povećana cijena svjetiljki ne može kompenzovati smanjenjem cijene vazdušnog sistema s jedne strane, a s druge strane može da smanji priliv toplote u toj mjeri da ozbiljno ugrozi performanse PPV sistema.

U perifernim prostorijama ovi odnosi mogu biti mnogo složeniji, pošto u njima priliv toplote može da varira od 100%, pri punoj insolaciji pa praktično do 0% u prelaznom ili zimskom periodu u danima bez insolacije, ili pak u neosunčanim zonama. Samo prisustvo ljudi u ovim

prostorijama može da predstavlja beznačajan toplinski teret u odnosu na vršno toplinsko opterećenje. To može dovesti do toga da regulator protoka potpuno zatvori regulacioni organ. Pored problema distribucije, stvaranje lokalne promaje i sl., uslijed propuštanja regulatora u zatvorenom položaju, može još uvijek da dođe u prostor toliko hladnog vazduha da izazove nekontrolisano pothlađenje prostora.

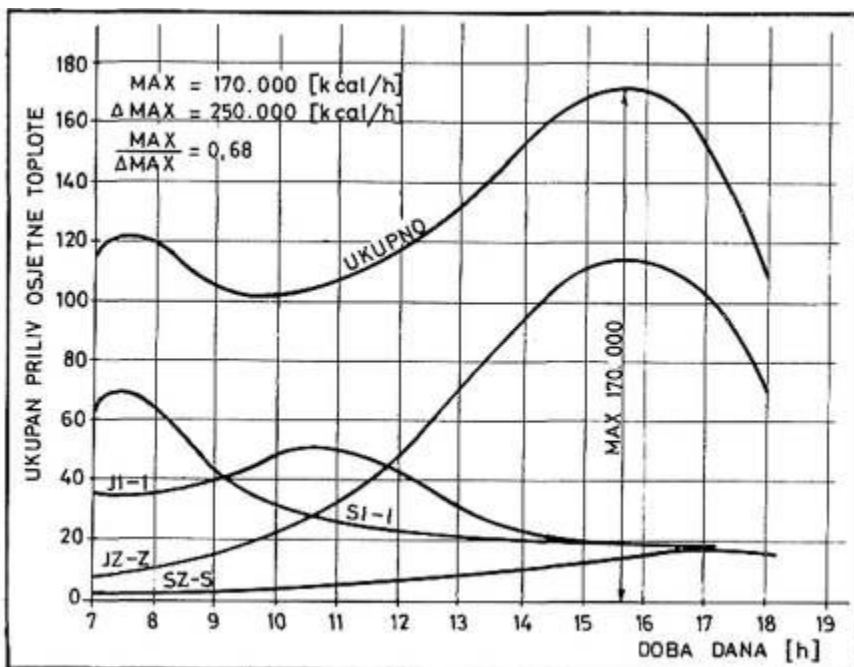
Toplinsko opterećenje ovih prostora može da opadne, pošto nije sigurno da li će u ovakvim situacijama biti upaljene rasvjete čiji bi rad obezbijedio dovoljno toplote za zadovoljavajući rad sistema. Ovo je faktor koji treba pri projektovanju pažljivo razmotriti, pošto uotreba umjetne rasvjete zavisi od mnogih faktora, kao što su vrsta primijenjene zaštite od insolacije, položaj objekta u odnosu na susjedne objekte, vrsta posla koji se obavlja u radnim prostorima i na kraju navike ljudi proistekle iz dugogodišnje primene procesa i uslova životnog standarda. Termoreflektujuća zaštitna Stakla u znatnoj mjeri sprječavaju i prolaz svjetlosnih zraka, pa će korisnici prostora zaštićenih ovakvim staklima imati rasvjetu kad god nema direktne insolacije na prozore. Međutim, ukoliko su za zaštitu od zračenja usvojene unutrašnje luksafleks žaluzine iza običnog stakla, onda će u situaciji bez direktnog zračenja, sa dignutim žaluzinama vjetovatno svjetlo biti ugašeno.

Pri izvođenju zaključaka treba biti oprezan sa eventualnim usvajanjem inozemnih iskustava. Tako npr. američki normativi računaju sa intenzitetom rasvjete i od 1 000 luksa, što je kod ljudi stvorilo naviku da drže praktično stalno upaljena svijetla i u perifernim zonama, što u vrijeme jevtine energije nije ničim ograničavano. Iz navedenih razloga, prije primjene PPV sistema u perifernim zonama, potrebno je izvršiti veoma pažljive analize opterećenja s jedne strane i performansi regulatora i elemenata za distribuciju vazduha koji će se primjenjivati, s druge strane.

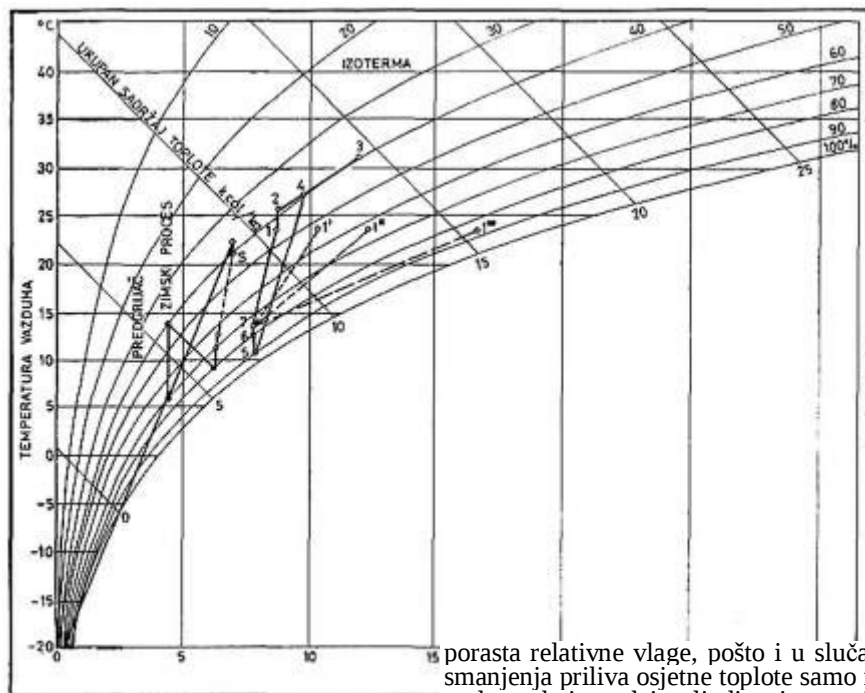
Najjednostavniji način da se spriječi preveliko gušenje dovodne količine je određeno predimenzioniranje sistema perifernog grijanja. To može biti pogonski najekonomičniji način, ukoliko se ovo dešava u prelaznom periodu, kada je entalpija vanjskog vazduha iznad entalpije dovodnog vazduha, pa mora da radi rashladna mašina. Proces se može znatno popraviti ukoliko se za periferno zagrijavanje koristi toplota kondenzatora u sistemu toplinske pumpe sa korištenjem suviše toplote unutrašnjih zona. Ukoliko objekat nema izrazitih unutrašnjih zona, onda će se u ovome periodu ovaj višak toplote pojaviti kao čisti gubitak.

Prema tome, ovaj način primjenjen generalno može da izazove nepotrebno velike gubitke, pošto sistem u sezoni grijanja radi stalno sa povećanom količinom vazduha koja odgovara višku toplote iznad količine potrebne za pokriće tansmisijskih

Sl. 33. Dnevni tok priliva toplote kroz 4 fasade zgrade Metalurškog instituta u Zenici, na dan 1. avgusta.



Sl. 34. Porast relativne vlage pri padu osjetnog tereta u raznim primjenama; 1 — sobno stanje pri punom opterećenju; 1' — moguća stanja pri minimalnom osjetnom opterećenju; 1'' — restoran; 1''' — sala za ples, noćni klub; 2 — izlaz iz povratnog ventilatora; 3 — spoljne stanje, ljeti; 4 ■ — mješalište — ljeti; 5 — izlaz iz hladnjaka; 6 — izlaz iz hladnog ventilatora; 7 — ulaz u prostor.



gubitaka. Posebnim modifikacijama u sistemu automatske regulacije moguće je u znatnoj mjeri smanjiti ove gubitke. Ukoliko se u objektu sa unutrašnjim i perifernim zonama pribjegava podizanju temperature dovodnog vazduha, da bi se spriječilo suviše veliko prigušenje u perifernim zonama, onda treba imati na umu stalnost toplinskog opterećenja unutrašnjih zona, što može da dovede do nedostatka rashladnog učina u unutrašnjoj zoni. Zbog toga, u slučaju da sistem nije zoniran, treba veoma pažljivo usvojiti ovakvo rješenje.

4.1.4 Relativna vlaga

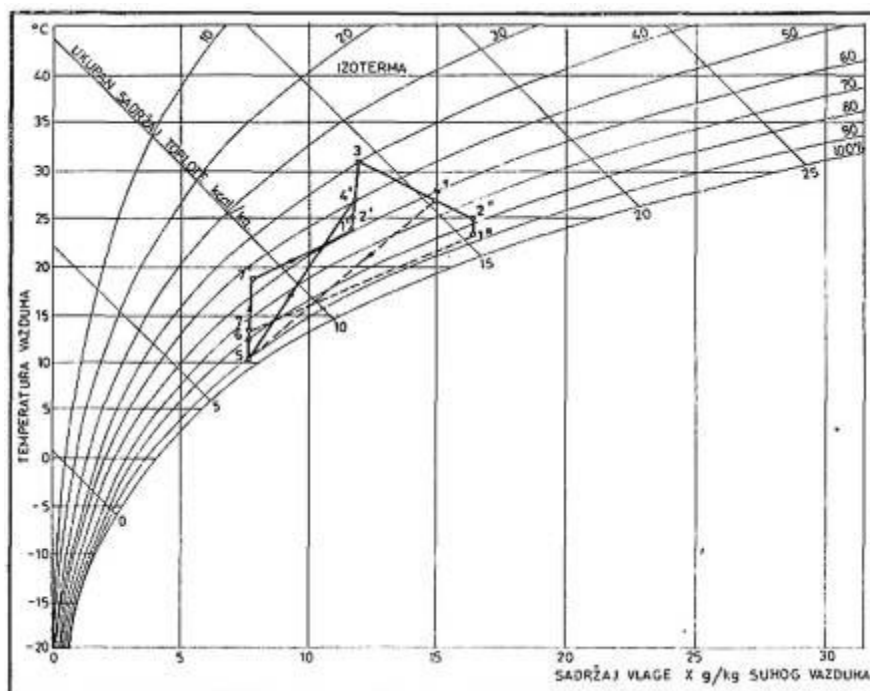
Na sl. 34. prikazan je tipičan proces u i-x dijagramu za sistem sa promjenljivim protokom vazduha, bez dogrijavanja. Vazduh se u toku cijele godine dovodi u prostor na stalnoj temperaturi t_{in} nižoj od sobne temperature, tako da je u stanju u svako vrijeme da kompenzira priliv toplote u prostor. Pri padu toplinskog opterećenja, termostatski jednostavno smanjuje količinu vazduha koji se uvodi i na taj način se održava bilans osjetne toplote.

Međutim, kad god se prigušuje dovod vazduha, njegova sposobnost odvođenja latentne toplote se smanjuje, odnosno pri nepromijenjenom prilivu latentne toplote počinje da raste relativna vlaga unutar prostora, kako je to označeno stanjima 1', 1'' itd. Ukoliko se radi o normalnim kancelarijskim prostorima, u kojima je priliv toplote samo od ljudi, onda obično ne dolazi do prekomjernog

porasta vlage od $dx = 2,4$ g/kg vazduha (tačka 1'). Ovo međutim predstavlja krajnost, koja obično u praksi ne može nastupiti, pošto pored ljudi obično postoje i drugi prilivi toplote koji spriječavaju krajnju redukciju dovoda vazduha. U slučaju restorana, gdje priliv latentne toplote po osobi iznosi cca 80 W, porast vlage može da iznosi 4,5 g/kg vazduha (tačka 1''), što se još uvijek nalazi u granicama ugodnosti. Međutim, u plesnoj dvorani, noćnom klubu i sl., gdje priliv latentne toplote može da iznosi 160 W/osoba i više, porast vlage može da bude viši od 8,0 g/kg vazduha, što bi izazvalo krajnje ne-ugodno stanje u takovom prostoru (tačka 1'''). Zbog toga je PPV sistem u ovakovim prostorima neprimjenljiv, ukoliko se ne predvidi mogućnost dogrijavanja vazduha u svim godišnjim dobima. Očigledno je da u svakom konkretnom slučaju treba izvršiti pažljivu analizu stanja, pogotovu ako se radi o prostorima sa mogućim visokim prilivom latentne toplote. Tako se donosi odluka o tome da li se može primijeniti čisti PPV sistem, treba li predvidjeti dopunske mjere (dogrijavanja), ili ćemo se pak u datom slučaju opredijeliti za sistem sa konstantnim protokom vazduha.

Na sl. 35. je prikazan proces u smanjenja priliva osjetne toplote samo na prostoru sa visokim sadržajem vlage i to toplotu koju odaju ljudi, tj. na 75 jedanput za slučaj bez ograničenja VR/osoba, količina vazduha uz minimalnog protoka vazduha, drugi put temperaturnu razliku od 10K spada na sa ograničavanjem minimalnog protoka i dogrijavanjem.

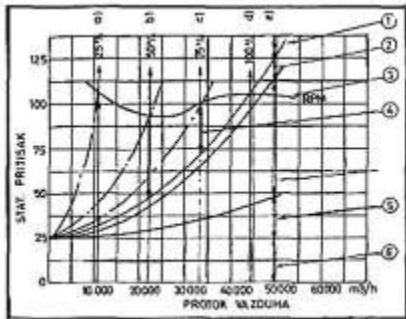
Sl. 35. Proces u prostoru sa visokim sadržajem vlage; a) bez ograničenja minimalnog protoka vazduha 1''—2''—4''—5''—6''—7''—1''; b) sa ograničenjem minimalnog protoka i dogrijačem 1'—2'—4'—5'—6'—T—1'; ostale tačke kao na sl. 34.



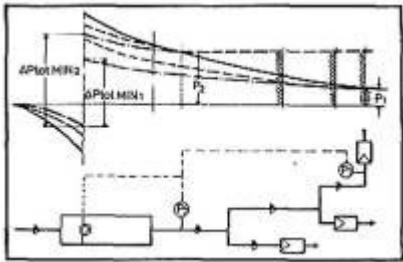
4.1.5. Zagrijavanje nakon prekida rada

U zimskom periodu, preko noći, vikenda ili praznika može doći do znatnijeg ohlađenja objekta, zbog čega je dobro predvidjeti mogućnost brzog zagrijavanja prije početka radnog vremena. U perifernim zonama, sa posebnim sistemom za pokriće gubitaka, ovo obično ne predstavlja problem, pošto će ovaj sistem održavati predodređenu temperaturu u ovim prostorima. Ukoliko se ovo može pojaviti u unutrašnjim zonama, onda je dobro da se u klimatizacionoj komori predvidi

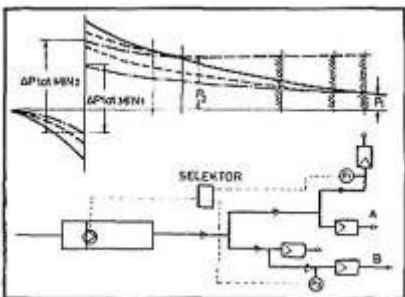
Sl. 36. Karakteristike ventilatora i sistema u sistemu sa promjenljivim protokom vazduha; 1 — karakteristika sistema; 2 — kanalski razvod; 3 — karakteristika ventilatora; 4 — višak pritiska na regulatorima u sistemu bez kontrole pritiska; 5 — ogranci i izlazi; 6 — potreban predtlačak na regulatoru; a) 25% protoka; b) 50% protoka; c) 75% protoka; d) 100% protoka; e) 100% zbir protoka svih regulatora



Sl. 37. Regulacija pritiska u razgranatoj mreži — tok pritiska (manji sistem)



Sl. 38. Regulacija pritiska u razgranatoj mreži — tok pritiska (veći sistem)



dogrijač, pomoću koga će se objekat moći zagrijati. Primjenom terminala sa ograničenjem minimalne količine vazduha, najčešće će biti automatski obezbjeđena dovoljna količina vazduha za zagrijavanje objekta.

4.2 Koordinacija prostora strujnih elemenata sa izvedbom stropa

Dobar projekat pretpostavlja usku koordinaciju rada svih učesnika u projektu. Međutim, pri utvrđivanju lokacije elemenata za distribuciju vazduha, u sistemu sa promjenljivim protokom vazduha potrebna je posebna pažnja i najuža saradnja sa proietantom arhitekture i rasvjete, pošto dobro rješenje neminovno predstavlja stvaranje kompromisa.

Dobra distribucija vazduha pri promjeni protoka u širem dijapazonu pretpostavlja ravan strop sa upuštenim rasvjetnim tijelima koja ne predstavljaju prepreku vazдушnom mlazu u neposrednoj blizini izlaza. Otvoreni (rešetkasti) stropovi eliminišu Coanda efekat i na taj način se sa jedne strane smanjuje domet mlaza, a s druge strane mnogo ranije dolazi do pada mlaza u prostor, pri redukciranom protoku.

Ukoliko se predviđa mogućnost izmjena u dispoziciji prostora (pomične pregrade), onda izlaze vazduha treba postavljati po utvrđenom ritmu unutar modula. Enterijer može zahtijevati postavljanje neaktivnih vidnih dijelova terminala, radi postizanja određenih vizuelnih efekata.

Ukoliko se odsis vazduha vrši preko rasvjetnih tijela, onda je već u preliminarnoj fazi projekta neophodno tačno definisati ne samo lokaciju i snagu, nego i izvedbu rasvjetnih tijela, pošto od ovoga može u velikoj mjeri da zavisi priliv topline u prostor, a kroz to kapacitet terminala i cijelog sistema.

4.3. Izbor ventilatora i balans vazdušnog sistema

Poznato je da u zbiru pogonskih troškova uređaja za klimatizaciju, energija za pogon ventilatora predstavlja najčešće jedan od najznačajnijih stavki. Zbog toga izbor ventilatora treba posvetiti veliku pažnju. U sistemu sa promjenljivim protokom vazduha, ovo dolazi posebno do izražaja pošto od pravilnog izbora ventilatora zavisi s jedne strane mogućnost korištenja svojstava PPV sistema, vezanih za ekonomiju pogona, a s druge strane i funkcionisanje sistema bez pogonskih smetnji.

Tlačni ventilator se kapacitira za najveći momentani protok i odgovarajući pritisak. Pri tome se ne smije zaboraviti da pri puštanju uređaja u rad u objektu sa povišenom temperaturom (nakon prekida rada ljeti) može da se desi da svi terminali budu potpuno otvoreni. Zbog toga će se protok povećati iznad maksimalnog projektnog.

Ovo može da izazove preopterećenje elektromotora posebno kod ventilatora sa naprijed zakrivljenim lopaticama, pa treba usvojiti jači elektromotor, ukoliko se u sistemu automatske kontrole ne predvide posebne mjere za sprječavanje porasta opterećenja.

Pošto je vršno opterećenje relativno kratkotrajno i uređaj najviše vremena radi pod djelomičnim opterećenjem, to tlačni ventilator treba birati tako da mu radna tačka bude pomaknuta udesno u odnosu na maksimalni stepen djelovanja. Na ovaj način će se pri parcijalnom opterećenju, koje je po trajanju neuporedivo duže od vršnog, radna tačka nalaziti bliže optimalnim radnim uslovima. Osim toga, ovakav izbor obično omogućava stabilniji rad ventilatora pri sniženom protoku, što će biti obrađeno kasnije.

Promjena protoka vazduha u sistemu nastaje zbog prigušavanja u terminalima, u cilju postizanja toplinske ravnoteže u pojedinim prostorima odnosno zonama. Otuda dolazi do varijacija pritiska u svim tačkama sistema za distribuciju vazduha bez obzira na karakteristiku odabranog ventilatora.

Na sl. 36. je dat dijagram sa ucrtanom PV karakteristikom centrifugalnog ventilatora, sa naprijed zakrivljenim lopaticama i karakteristikom sistema, koja je raščlanjena na osnovne komponente. Na slici se vidi da uprkos položenoj karakteristici ventilatora. Gušenjem protoka na terminalima nastaje povećanje pritiska na regulatorima protoka, zbog smanjenja pada pritiska u komori za obradu vazduha i kanalskoj mreži. Ovaj višak pritiska, koji treba prigušiti na terminalima, predstavlja s jedne strane čisti gubitak energije, a s druge strane može da izazove suviše veliki nivo šuma u klimatiziranim prostorima. Jasno je da problem povećanja nivoa šuma dolazi do većeg izražaja ako je odabran ventilator sa strmom karakteristikom, pošto u tom slučaju gušenjem protoka dolazi do većeg porasta pritiska.

Spriječavanje porasta nivoa šuma vrši se kontrolom pritiska u određenim tačkama sistema, čime se istovremeno, u zavisnosti od odabranog načina kontrole pritiska, postiže u manjoj ili većoj mjeri i ušteda energije za pogon ventilatora.

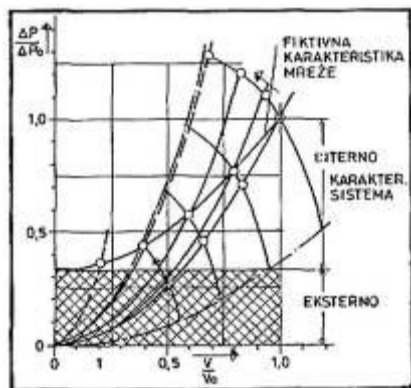
4.3. Izbor ventilatora i balans vazdušnog sistema

4.3.1. Položaj senzora za pritisak

Pored usvojenog načina regulacije pritiska, za ispravan i ekonomičan rad uređaja veoma je važno u kojoj tački sistema se održava određeni nivo pritiska, tj. gdje se nalazi priključak za regulator pritiska.

Kao što je poznato, da bi sistem besprijekorno funkcionisao, mora se terminalnim regulatorima protoka obezbijediti neki minimalni pritisak, koji je propisan u katalogu proizvođača

Sl. 39. Pomjeranje radne tačke ventilatora pri održavanju konstantnog pritiska



Iz toga proističe logičan zaključak da sistem regulacije pritiska treba da bude takav da ispred bilo kog terminalnog regulatora pritisak ne padne ispod minimalnog i da osigura da pritisak ne poraste više nego što je potrebno. Prema tome, proizilazi da bi kod razgranate mreže (prema Sl. 37) optimalna lokacija senzora bila na mjestu P_1 ispred terminala u najdužem i najopterećenijem ogranku, u kome bi slučaju ukupni pritisak ventilatora pri minimalnog protoku iznosio $P_{tot MIN}$. Ako bi se pritisak održavao u tački P_2 onda bi minimalni pritisak ventilatora morao biti veći za iznos pada pritiska u razvodnoj mreži od tačke 2 do tačke 1. Ukoliko je karakter objekta takav da se može očekivati približno proporcionalna promjena opterećenja u svim ograncima sistema, onda se može usvojiti lokacija P_1 . Međutim, ako se istovremeno opterećenje pojedinih ogranka može bitno da razlikuje, kao npr. u slučaju da pojedini ogranci snabdjevaju periferne zone objekta prema orijentaciji (stranama svijeta), onda se može desiti da u momentu punog opterećenja ogranka »B«, u ogranku »A« bude minimalni protok, što bi imalo za posljedicu da u P_2 pritisak bude nedovoljan za normalno snabdjevanje ogranka »B«, bez obzira na ukupan broj ogranka. U ovakvom slučaju moguća su sljedeća rješenja:

1. Postaviti senzar u glavni kanal na mjesto P_2 . U ovom slučaju će uvijek za svaki ogranak biti obezbjeđen pritisak potreban za maksimalni protok kroz bilo koji ogranak. Ukoliko se radi o relativno manjem sistemu i ako je pad pritiska od tačke P_2 do tačke P_1 relativno mali, onda ovo rješenje može biti najjednostavnije i najekonomičnije. Međutim, kod izrazito velikih sistema sa većim padom pritiska od P_1 do P_2 , regulacija pritiska u tački P_2 može da izazove velike energetske gubitke, zbog stalnog prigušivanja razlike između P_2 i P_1 i porasta pritiska u ograncima u momentima malog opterećenja.

2. Postaviti senzore pritiska na kraj svakoga ogranka (P_2 i P_3 , Sl. 38)

i njihove signale prenositi preko selektora tako da ventilator održava minimalni pritisak na bilo kom mjernom mjestu. Na ovaj način se postiže da pritisak ventilatora zadovoljava u svako doba najkritičniji terminal, ne prelazeći pri tome minimum potreban za ispravan rad cijelog sistema.

3. Pored ovoga postaje izvjesna empirijska pravila, koja preporučuju pojedini proizvođači, kao što su:

a) postaviti senzor na mjesto gdje je ostvareno 2/3 pada pritiska u tlačnim kanalima (bez pritiska potrebnog za rad terminala) ili

b) postaviti senzar u glavni kanal, na mjesto gdje prolazi 50—70% ukupnog protoka.

Ova empirijska pravila treba primjenjivati sa velikom pažnjom, ier njihova primjena zahtijeva veliko prethodno iskustvo projektanta.

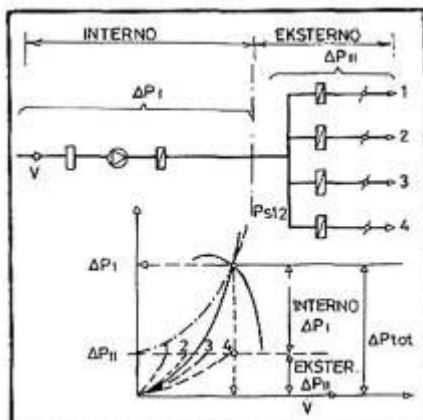
4.32. Modificirana karakteristika sistema

Pored faktora obrađenih u prethodnom poglavlju (ekonomija pogona, nivo suma i dr.), lokacija mjesta regulatora pritiska ima upliva i na hidrauličko ponašanje sistema kao i na izbor načina kontrole pritiska ventilatora.

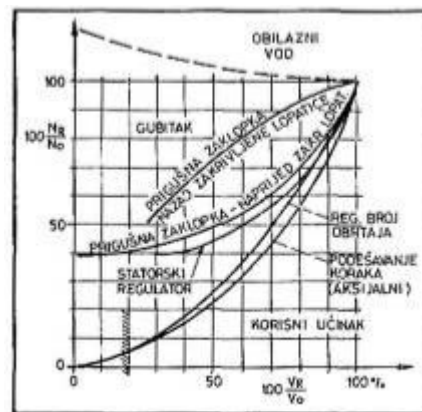
Ukoliko se u nekoj tački sistema održava konstantan pritisak, onda se zakoni sličnosti moraju modificirati. Reduciranje protoka pri održavanju konstantnog pritiska odgovara postupku prigušivanja u mreži prikazanoj na Sl. 39. Tu je vidljivo da pri kontinuiranoj promeni broja obrtaja radna tačka ne ostaje na karakteristici sistema (parabola), nego se pomiče na jednu drugu parabolu sa većom konstantom. Tako se dobija jedna fiktivna karakteristika sistema koja je također parabola ali sa ishodištem pomaknutim na P osi za iznos konstantnog pritiska.

Karakteristika sistema se sa stanovišta ventilatora može podijeliti na eksterno i interno područje pri čemu ekstremno područje odgovara padu pritiska od mjesta održavanja pritiska do kraja mreže. U interno područje spada preostali dio sistema,

Sl. 40. Podjela pritiska u sistemu sa održavanjem konstantnog pritiska



Sl. 41. Promjena snage kod raznih metoda regulacije učina ventilatora



u kojem se nalazi i komora za pripremu vazduha u kojoj su u pravilu i najveći otpori u sistemu (Sl. 40). Jasno je, da se interni pad pritiska mijenja sa kvadratom protoka, dok pad pritiska u eksternom dijelu ostaje konstantan.

Promjena karakteristike sistema ima za posljedicu pomjeranje radne tačke ventilatora što može da ima upliva na izbor načina regulacije pritiska pri promjeni protoka.

4.3.3. Regulacija pritiska, izbor tlačnog ventilatora

Regulacija pritiska se vrši jednom od sljedećih metoda:

a) direktnim povratom iz tlačnog ušća u usisno ušće ventilatora (bypass metoda);

b) prigušivanjem na tlačnom ušću ventilatora pomoću regulacione zaklopke;

c) prigušivanjem pomoću lepezaste zaklopke na sisnom ušću (statorski regulator);

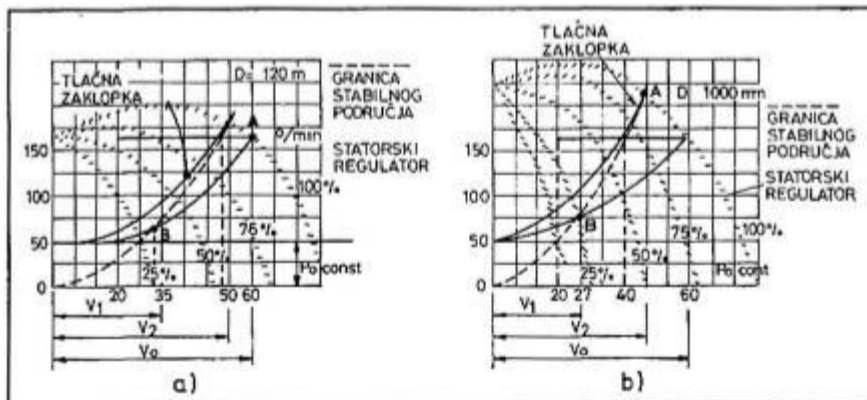
d) regulacijom broja obrtaja;

e) podešavanjem zahvatnog ugla (koraka) lopatica u radu (moguće kod aksijalnih ventilatora).

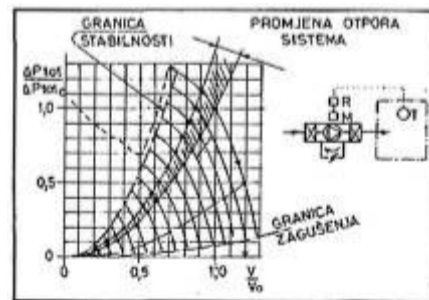
Promjena potrebne snage u raznim metodama regulacije učina prikazana je na Sl. 41, gdje se vidi da se stepen mogućih ušteda u pogonskim troškovima kreće u širokim granicama, u zavisnosti od usvojene metode regulacije. Pri ovome treba imati na umu da neke energetske izrazito povoljne metode izazivaju znatno povećanje investicionih troškova. Zbog toga se ovakove metode u pravilu koriste kod uređaja velikog kapaciteta, gdje eventualne uštede mogu da kompenzuju investicione troškove. Jedna od najčešćih metoda je regulacija pomoću statorskog regulatora. Kod manjih sistema, optimalno rješenje može da bude primjena regulacionih zaklopki na tlačnom ušću.

Pri izboru načina regulacije učina ventilatora, pored razmatranja ekonomije ulaganja i pogonskih troškova, treba voditi računa o mogućnosti postizanja stabilnosti rada ventilatora u svim pogonskim uslovima. Naime, prilikom promjene protoka i pritiska, radna tačka ne smije izići van područja stabilnog rada

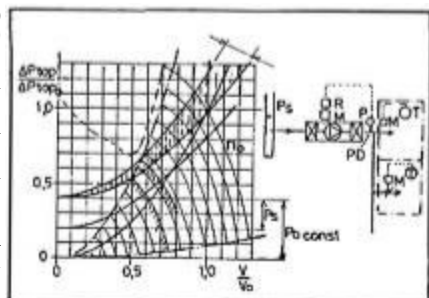
SL. 42 Regulacija pritiska i protoka pomoću statorskog regulatora odnosno tlačne zaklopke kod ventilatora raznih veličina; a) ventilator $D = 1200 \text{ mm}$, V_1 — min. protok pri regul. stat. regul.; — V_2 — min. protok pri regulaciji tlačnom zaklopkom; V_a — normalni protok; b) ventilator $D = 1000 \text{ mm}$



SL. 43. Regulacija broja obrtaja u sistemu bez održavanja konstantnog pritiska



SL. 44. Regulacija broja obrtaja u sistemu sa održavanjem konstantnog pritiska



ventilatora, što zavisi od tipa ventilatora i njegovih karakteristika, koje treba da da proizvođač ventilatora.

Na Sl. 42, prikazane su karakteristike dviju veličina istog tipa ventilatora. Naznačene su takođe promjene karakteristika u zavisnosti od stepena otvaranja statorskog regulatora, granica stabilnog područja, nominalna radna tačka ($V = 60\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 150 \text{ mmSV}$), kontrolisani pritisak u sistemu $P_0 = 50 \text{ mmSV}$, modifikirane karakteristike sistema, te promjene ove karakteristike u slučaju regulacije pomoću zaklopke na tlačnom ušću. Iz Sl. 42a je vidljivo da će kod većeg ventilatora granična kriva biti pređena regulatorom na tlačnom ušću pri protoku $V_2 = 52\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$ (tačka A), odnosno kod $V_1 = 35\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$ (tačka B) sa statorskim regulatorom. Kod manjeg ventilatora (Sl. 42b) odgovarajuće granične vrijednosti iznose $V_2 = 46\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$. a $V_1 = 27\ 000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Iz izloženog se mogu izvući slijedeći zaključci:

— Regulacija pomoću statorskog regulatora omogućava redukciju protoka u širim granicama.

— Predimenzionisan ventilator sužava područje moguće redukcije učina.

Pri regulaciji statorskim regulatorom, povećanjem kontrolisanog pritiska P_0 sužuje se područje stabilne redukcije protoka, a njegovim sniženjem ovo područje se proširuje.

Na Sl. 43. je prikazana regulacija protoka promjenom broja obrtaja u sistemu bez održavanja konstantnog pritiska, a na Sl. 44. isti metod regulacije, ali sa održavanjem konstantnog pritiska P_0 u jednoj tački sistema. Kao što se vidi i vod ovog metoda regulacije se smanjuje moguće područje redukcije protoka u slučaju kontrolisanog pritiska u nekoj tački sistema.

Na Sl. 45. je prikazana modifikirana karakteristika sistema u radnom polju aksijalnog ventilatora, sa podešljivim korakom lopatica pri stalnom broju obrtaja. Pošto se promjenom zahvatnog ugla mijenja i granična kriva, to je

ovom metodom regulacije praktično moguće mijenjati protok u rasponu od 0 do 100%.

Kao što je vidljivo, izbor načina regulacije i tipa ventilatora je kompleksan problem, pri čijem rješavanju treba razmotriti cijeli niz utjecajnih faktora prije nego se donese definitivna odluka.

Radi brže orijentacije, u slijedećem pregledu su prikazana normalna područja promjene protoka u zavisnosti od usvojenog načina regulacije:

Vrsta ventilatora	Način regulacije	Moguće područje od do		Područje redukcije u % nominalnog protoka Preporučljivo područje	
				od	do
Radijal i aksijalni	Tlačna zaklopka	100	70	100	90
	By-pass	100	0	100	80
	Broj obrtaja	100	20	100	50
	Statorski reg.	100	40	100	70
Aksijalni	Podešavanje koraka lopatica	100	0	100	0

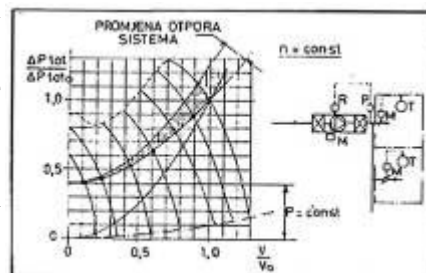
da proisteknu iz hidrauličkog debalansa sistema. Ukoliko je moguće, umjesto horizontalnih odsisnih kanala po etažama, treba koristiti hodnike ili prostor iznad spuštenog stropa. Ovi prostori su vezani za vertikalne šahtove preko prigušivača buke i protupožarnih zaklopki. Kod ovakvih direktnih veza treba međutim voditi računa u mogućnosti

4.3.4. Povratni ventilator i povratna kanalska mreža

U manjim sistemima sa kratkim kanalima i padom pritiska u povratnom kanalu 60-70 Pa, povratni ventilator nije ni potreban, pošto kom-pletu cirkulaciju vazduha može da obavi jedan ventilator (Sl. 46).

U slučaju da se u povratnoj mreži ne može izbjeći veći pad pritiska, zbog njezine dužine, nedostatka prostora, razgranatosti i sl., mora se predvidjeti povratni ventilator. Pri ovome treba nastojati da se održi što manji pad pritiska u povratnom sistemu, jer će se tako izbjeći mnogi problemi koji mogu

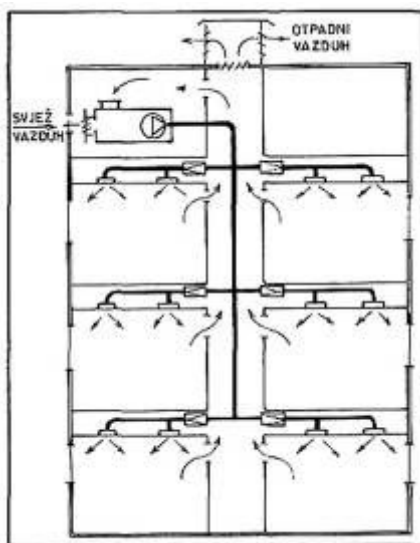
Sl. 45. Regulacija podešavanjem ugla lopatice u radu aksijalnih ventilatora



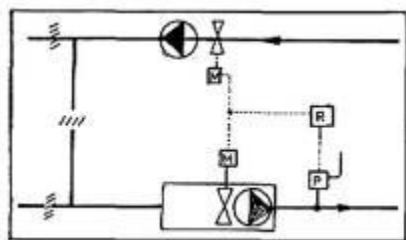
prenosa zvuka iz jednog prostora u drugi.

Promjenom količine vazduha stvara se stalno novi debalans u objektu i sasvim je razumljivo da bi u slučaju da povratni ventilator nije kontrolisan, pri smanjenju dovoda vazduha, nastao podtlak u objektu sa svim nepoželjnim posljedicama. Zbog toga se paralelno sa regulacijom tlačnog ventilatora mora vršiti i kontrola rada povratnog ventilatora. Najjednostavniji način je da se bira povratni ventilator istog tipa kao i tlačni, sa istim načinom

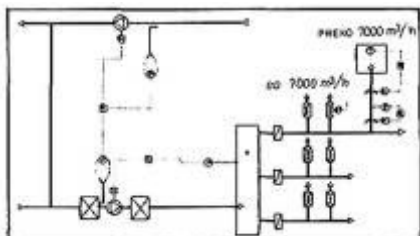
SL. 46. Sistem sa jednim ventilatorom



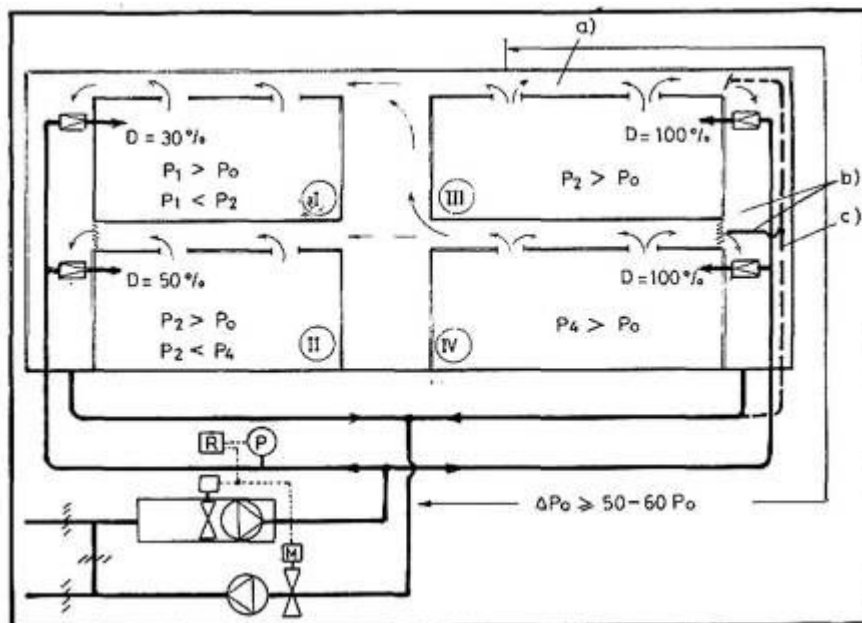
SL. 47. Paralelna regulacija tlačnog i povratnog ventilatora pomoću zajedničkog regulacionog kruga koji održava pritisak u tlačnom kanalu



SL. 48. Regulacija protoka u povratnoj mreži u zavisnosti od protoka u dovodnoj mreži



SL. 49. Strujanje povratnog vazduha i raspored pritiska u slučaju centralne regulacije i slobodnog prestrujavanja između zona; a) hodnik ili plenum iznad hodnika; b) povratni šaht; c) alternativno kanal



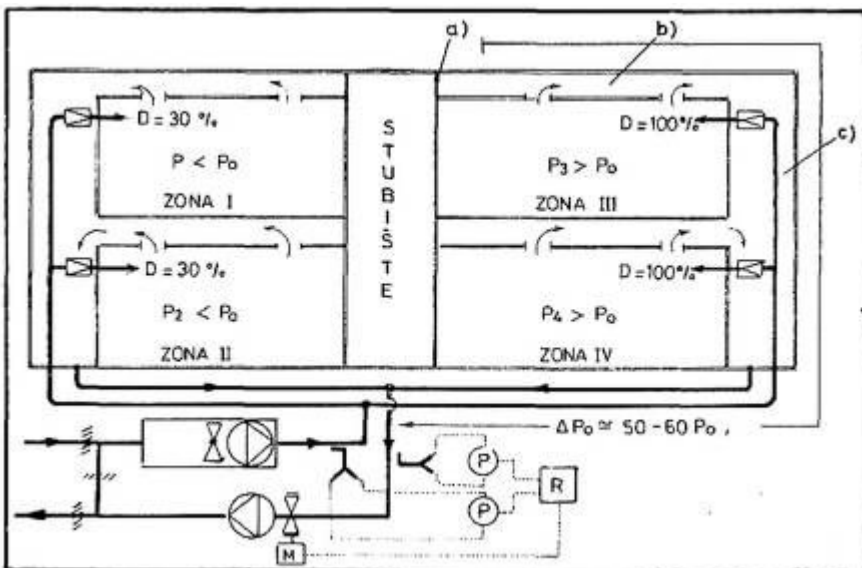
promjenom broja obrtaja, a povratnog ventilatorom, posredstvom zajedničkog regulatora. Ovo omogućuje ekonomičniji izbor načina regulacije protoka, primjenom pogonski ekonomičnijeg, ali

Drugi način regulacije povratnog ventilatora je da se mjeri brzina strujanja vazduha u tlačnom i povratnom kanalu pomoću Prandtllove cijevi (dinamički pritisak), što je prikazano na Sl. 48. Pri ovome izlazni signal iz senzora na ventilatoru.

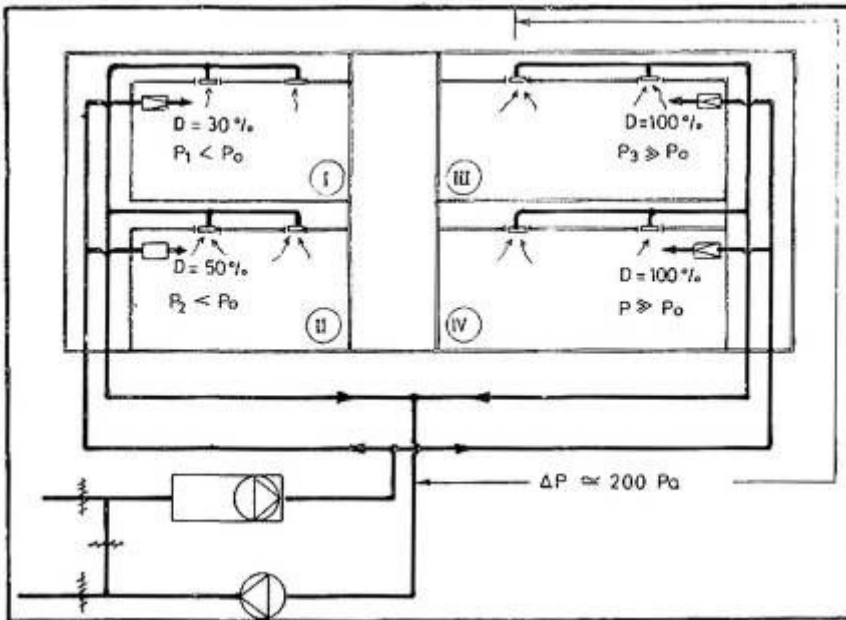
tlačnom kanalu služi kao vodeća veličina za regulator protoka na povratnom ventilatoru. Na taj način se može postići hidraulička ravnoteža sistema i u slučaju da tlačni i povratni ventilatori imaju bitno različite karakteristike pa i različite metode regulacije protoka. Na primjer protok tlačnog ventilatora se reguliše

promjenom broja obrtaja, a povratnog ventilatorom, posredstvom zajedničkog regulatora. Ovo omogućuje ekonomičniji izbor načina regulacije protoka, primjenom pogonski ekonomičnijeg, ali

SL. 50. Strujanje povratnog vazduha i raspored pritiska u slučaju centralne regulacije i ograničenog prestrujavanja između zona; a) vrata ili pregrada, b) hodnik ili plenum iznad hodnika, c) povratni šaht

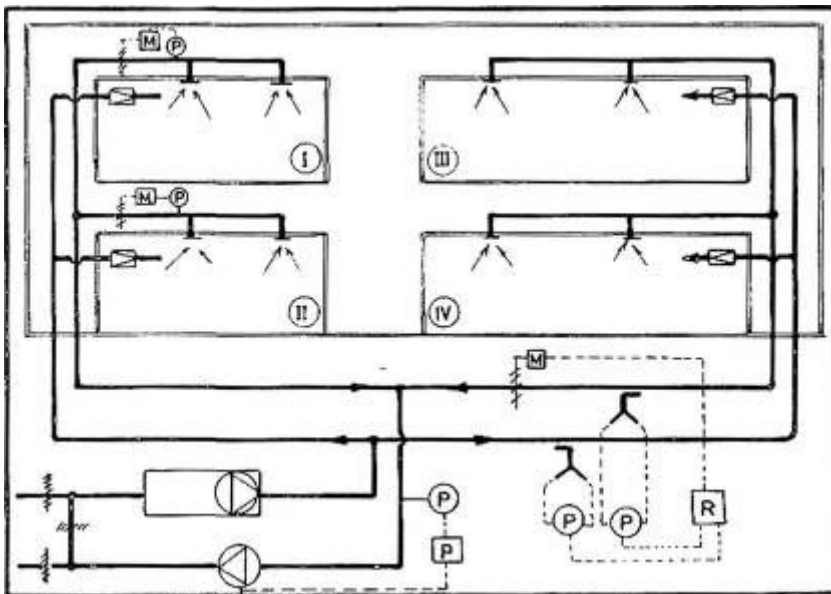


SL. 51. Strujanje povratnog vazduha i raspored pritiska u slučaju centralne regulacije bez mogućnosti prestrujavanja između zona



učin povratnog ventilatora reguliše zavisno od učina tlačnog ventilatora, kako je to prikazano na Sl. 50. Ukoliko je slobodno prestrujavanje spriječeno uz relativno veliki pad pritiska u povratnom kanalu, onda pri centralnoj regulaciji može doći do velikih oscilacija pritiska u pojedinim prostorima, kao što je to prikazano na Sl. 51. Ovakovo stanje može da izazove neprilike u pogonu, te ukoliko se iz bilo kog razloga ne može omogućiti slobodno prestrujavanje, treba predvidjeti grupnu, odnosno zonsku regulaciju prema šemi na Sl. 52, odnosno Sl. 53. Na ovim slikama je prikazana i mogućnost pojedinačne regulacije za pojedine prostorije. Rješenje prema ovoj šemi je investiciono veoma skupo i može se primijeniti samo u iznimnim slučajevima, kao npr. u »prostorima u kojima mora biti podtlak ili pretlak, što zavisi od namjene specifičnih prostora. Ispravno funkcionisanje uređaja po ovoj šemi pretpostavlja da se održava konstantan pritisak kako u povratnom tako i u dovodnom kanalu.

SL. 52. Grupna regulacija odsisnog sistema sa većim padom pritiska i bez prestrujavanja lijevo po etažama, desno po zonama



4.4. Automatska regulacija

4.4.1. Kontrola uređaja za pripremu vazduha

Specifičan problem kontrole pritiska i protoka koji se javlja u sistemu sa promjenljivim protokom vazduha je obrađen u prethodnom odjeljku. Na Sl. 18. je prikazana jedna mogućnost kontrole minimalne količine spoljnog vazduha. Međutim, na Sl. 54. je data pojednostavljena kompleksna šema regulacije jednog PPV sistema, iz koje se može razlučiti veći broj regulacionih krugova, kako slijedi.

a) Kontrola pritiska i protoka

Regulator statičkog pritiska R_P , čiji senzor mjeri statički pritisak u odgovarajućoj tački tlačnih kanala, kontroliše rad dovodnog i povratnog ventilatora, preko statorskih regulatora SRD i SRP. Kao što je objašnjeno u odjeljku 4.3, prikazani metod je samo jedan od više mogućih i definitivni izbor ovoga regulacionog kruga treba da proistekne iz detaljne analize svih faktora obrađenih u tom odjeljku.

b) Kontrola tačke rose

Senzor za mjerenje tačke rose T_E , kontroliše preko regulatora R_2 regulacioni ventil predgrijača RV_1 , regulacione žaluzine za svježi i otpadni vazduh RK_1 i RK_2 , te regulacioni ventil hladnjaka RV_2 . Ovdje treba naglasiti jednu specifičnost, koja se sastoji u tome da su paralelno spregnute samo žaluzine za spoljni

da zadovolji bilo kakvu promjenu pojedinim nezasjenjenim fasadama, onda stanja pa i neravnomjernost opterećenja je dovoljno omogućiti samo horizontalno rećenja pojedinih prostora ili zona, slobodno prestrujavanje da bi se održao pod uslovom da postoji mogućnost prikladan odnos pritiska. U slučaju da je slobodno prestrujavanje povratnog vazduha između pojedinih zona, kao što je to prikazano na Sl. 49. U ovom slučaju i pri većem padu opterećenja u pojedinim zonama dolazi pritiska, u povratnom šahu odnosno do debalansa, koji se očituje u porastu kanalu dolazi do samobalansiranja pritiska u opterećenim zonama, odnosno sistema i u svim prostorijama vladajućem padu pritiska, u zonama sa smanjenim stalno manji ili veći nadpritisak, pod opterećenjem, gdje može da nastupi i uslovom da je kapacitet povratnog potpritisak. Međutim, ukoliko je pad ventilatora nešto manji od dobavnog pritiska pri nominalnom opterećenju od ventilatora. Ako se opterećenje krajnje prostorije do ventilatora reda pojedinih prostora ili grupa prostora veličine 50–60 Pa, onda je malo unutar jedne zone mijenja verovatno da će radi ovoga biti u pogonu proporcionalno, kao npr. promjena problema, ukoliko se intenziteta instalacije na

j otpadni vazduh (RK-1 i RK-2), dok je regulaciona žaluzina za optočni vazduh RK-3 uključena posredno. Upravljački signal iz regulatora R-2 za regulacione žaluzine RK-1 i RK-2 se sprovodi kroz elektro-pneumatski relej SV-2, koji zatvara žaluzine RS-il i RK-2 kada temperatura spolnjeg vazduha poraste iznad temperature rosišta TL. Upravljanje relejom SV-2 se vrši posredstvom termostata T-2 u kanalu za spoljni vazduh. Ekonomija pogona se može poboljšati ako se umjesto termostata T-2, predvidi senzor entalpije, koji zatvara dovod spolnjeg vazduha kada njegova entalpija poraste iznad emtalpije koja odgovara tački rose.

Alternativni način je da u sekvenci budu samo regulacioni ventili RV-1 i RV-2, a da se za kontrolu žaluzina predvidi poseban regulacioni krug prema Sl. 55, koji upravlja regulacionim žaluzinama u zavisnosti od spoljne temperature. Ovakvo upravljanje žaluzinama može izazvati velike gubitke toplote, pošto zbog nelinearne karakteristike žaluzina protok spolnjeg vazduha može da bude znatno veći nego što to omogućava linearna karakteristika.

c) Kontirola minimalne količine spolnjeg vazduha

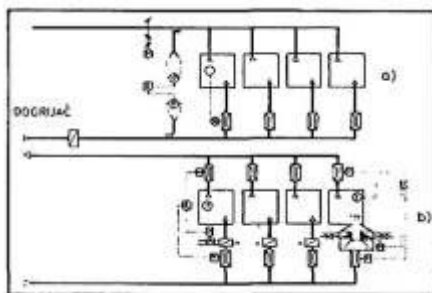
U sistemu sa konstantnim protokom vazduha normalno su paralelno spregnute sve tri regulacione žaluzine i njihov relativni položaj definiše i minimalnu količinu spolnjeg vazduha koja se uvodi u objekat. Međutim, u PPV sistemu promjenom ukupnog protoka mijenja se količina spolnjeg vazduha u apsolutnom iznosu i ona može da opadne toliko da ventilacija objekta bude ozbiljno ugrožena. Da bi se ovo spriječilo, potrebno je predvidjeti kontrolu minimalne količine spolnjeg vazduha. Jedan od mogućih načina je prikazan na Sl. 53.

Da bi pri zatvorenim žaluzinama RK-1 i RK-2. kroz žaluzinu za minimalnu količinu spolnjeg vazduha RK-4 protjecala određena količina vazduha. neophodno je da u komori za mješanje vlada određeni podtlak. Obezbeđenjem ovoga podtlaka stvaraju se uslovi za dotok minimalne količine spolnjeg vazduha, tako što regulator statičkog pritiska P2 upravlja regulacionu žaluzinu za optičajni vazduh RK-3. Pri padu pritiska p-2 otvara se regulaciona žaluzina RK-3 i obratno. Pri otvaranju žaluzine za spolni vazduh RK-1. raste pritisak p-2, što ima za posliedicu zatvaranje žaluzine za optičajne vazduh RK-3 i obratno. Žaluzina RK4 ie otvorena kad god ie urđaj u pogonu, a zatvorena kada redaj ne radi.

d) Kontrola rada dogrijača

Kao što je ranije objašnjeno, primjena dogrijača zavisi od mnogo faktora. Na Šemi je prikazan slučaj primjene centralnog dogrijača, čija je namjena brzo zagrijavanje objekta nakon prekida rada ili podizanje

SL. 53. Grupna i pojedinačna regulacija ma, što treba da proizide iz pret-hodne odsisa; a) regulacija odsisa iz grupe prostora; b) regulacija odsisa pojedinačno za svaki prostor



temperature dovodnog vazduha zimi, u cilju spriječavanja pot-hladijanja pojedinih zona ili pretje-rane redukcije protoka. Regulacio-nim ventilom dogrijača RV-3 upravlja u periodu zagrijavanja regulator R-5, čiji se senzar nalazi u po-vratnom kanalu, a u normalnom no-gonu regulator R-3, ciji se senzor nalazi u tlačnom kanalu. Senzor u kanalu za spolni vazduh T4 pomje-ra kontrolnu tačku regulatora R-3, u zavisnosti od spoljne temperature. Rromjena fun'kcije regulatora R-3 vrši se preko elektro-pneumati-čkog releja SV-3, kojim se upravlja ručno, ili posredstvom vremenskog releja.

Umjesto centralnog dogrijača, mo-gu biti zonski u pojedinim grana-

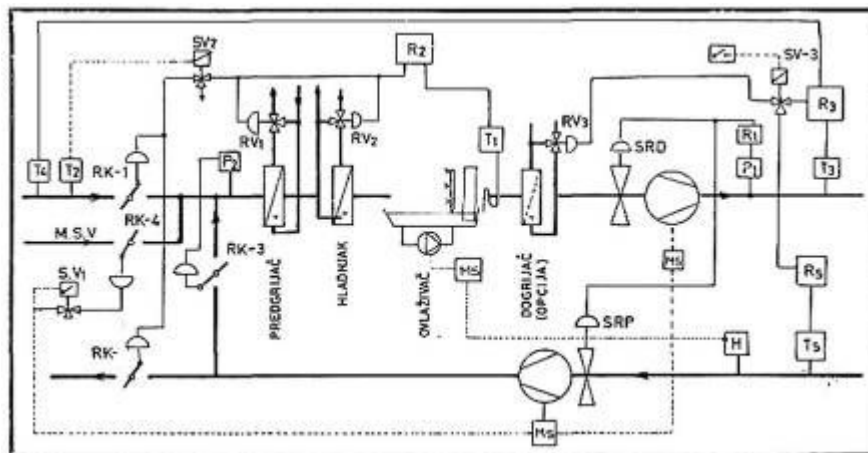
Isto tako, mora se naglasiti da priložena šema samo naznačuje od-ređene principe, dok se svaki poje dinačni sistem mora pažljivo prrou-čiti i automatska kontrola prilago-diti specifičnim zahtjevima toga sistema. Tako npr. šema regulacije bi se u mnogo čemu razlikovala u slu-čaju da je u sistem uključena top-linska pumpa, radi prebacivanja toplote unutrašnjih zona u perifeme zone i eventualnog korišćenja toplote otpadnog vazduha; to među-tim izlazi iz okvra ove teme.

Treba naglasiti da se promjenom protoka vazduha u znatno većoj mjeri mijenja opterećenje izmjenji-va-oa toplote (hladnjaci, grijači). o temu treba voditi računa prilikom izbora i dimenzionisanja regulacio-nih ventila.

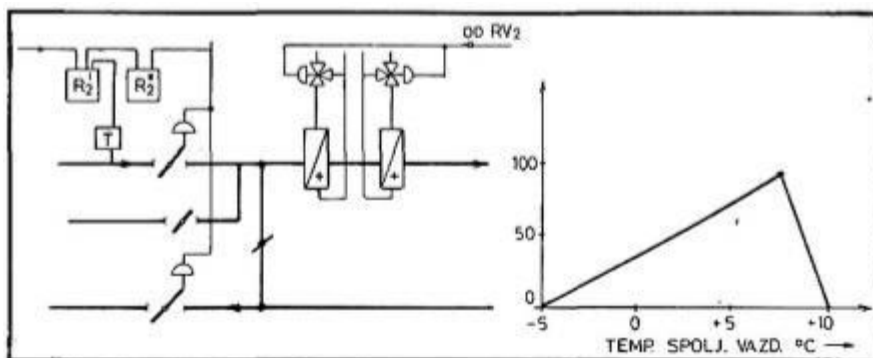
44J2. Kontrola sistema perifemog grijanja

Najjednostavniji način regulacije sistema perifemog grijanja je vode-nje temperature ogrevnog medija (voda ili vazduh) u zavisnosti od spoljne temperature. Ukoliko sistem nije zoniran, onda takav način regulacije

SL. 54. Šema automatske regulacdj e u sistemu sa promljenljivom količi-nora vazduha



SL. 55. Alternativno upravljanje žaluzinama za spolni i otpadni vazduh



ima znatne energetske gubitke, pošto sistem uvodi u prostor količinu toplote ravnu transmisivnim gubicima i infiltraciji pri datoj spolnoj temperaturi, bez obzira da li u tom momentu postoje prilivi toplote izvana (insolacija) ili iznutra (rasvjeta i ljudi) koji bi u potpunosti ili djelimično kompenzirali momentane gubitke. Ovi gubici postaju znatniji ukoliko se u cilju ograničenja prigušenja dovoda vazduha periferni sistem predimenzioniše, pa se na taj način osigura neka minimalna količina vazduha.

Jedan od načina smanjenja gubitaka je zoniranje sistema perifernog sistema prema orijentaciji i praktičnost zoniranja perifernog sistema prema orijentaciji radi zonskog vođenja temperature, treba ispitati u svijetlu nesigurnosti faktora koji ograničavaju korisnost ove mjere:

1) pokretne sjene od postojećih i budućih objekata, koje definišu stopen zagrijavanja zone,

2) nejednakost staklenih površina.

3) neravnomjerna upotreba sjenila za zaštitu od insolacije,

4) nejednaki unutrašnji tereti.

Iz ovih razloga individualna sekventna kontrola terminala za periferno grijanje i PPV terminala može da predstavlja optimalno rješenje.

Ukoliko su predviđene mjere za ograničenje minimalnog protoka vazduha, onda može biti potrebno dimenzionisati terminale perifernog sistema, tako da mogu pokriti zagrijavanje ove količine vazduha na sobnu temperaturu.

Pomenuta sekvenca može se realizovati u principu na dva načina:

1) Zajednički termostat u prostoru upravlja u sekvenci prigušni element regulatora i regulacioni organ perifernog terminala. Ova spregnuta veza je ujedno i najpouzdanija, pošto ne postoji mogućnost preklapanja regulacionih područja (Sl. 56).

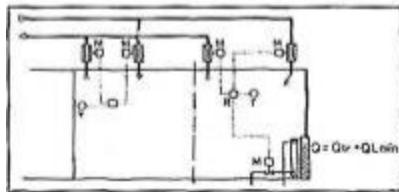
2) Nezaavisni termostati i regulacioni organi regulatora protoka odnosno perifernog terminala. U ovom slučaju treba regulator na terminalu da djeluje kao ograničavač najniže temperature i bude po mogućnosti takve izvedbe, da mu neovlaštene osobe ne mogu mijenjati kontrolnu tačku. To može dovesti do preklapanja regulacionih područja, a time i do povećanih energetske gubitaka.

4.5. Kanalske mreže

U većini sistema, izuzev kod niskopritisnih by-pass sistema, pritisci potrebni za rad regulatora protoka zahtijevaju čvrste i dobro zaptivene kanale, da bi se spriječili curenje vazduha i šumovi koji zbog toga nastaju. Otuda je poželjno primjeniti okrugle ili »spiro« kanale. Kanali pravouglog presjeka moraju biti ojačane izvedbe, a svi šavovi i spojevi dobro zaptiveni.

Broj i položaj terminala sa jedne strane i položaja klimatizacione centrale s druge strane, imaju bitnog upliva na konfiguraciju kanalske

SL. 56. Sekventna kontrola PPV regulatora i perifernog terminala



mreže. Da bi se dobio što manji pad pritiska i što niža cijena, dobro je da klimatizaciona centrala bude locirana centralno.

Glavni razvodni kanali treba da budu dimenzionisani metodom povrata statičkog pritiska, da bi se održao jednoličniji pritisak u kanalskom sistemu. Ogranci se priključuju pomoću T-fitinga ili koničnog T-fitinga, a ne pomoću Y odvajaka.

Ogranci se dimenzionišu za maksimalne brzine od 10 m/s, dok u glavnoj razvodnoj mreži mogu biti i veće brzine, do 15 m/s. U izuzetnim slučajevima mogu se u glavnim kanalima usvojiti i veće brzine, ali sa velikim mjerama opreza i potrebnim akustičkim tretmanom. Kanali treba da imaju po mogućnosti što manje koljena, a razmak između dva susjedna fittinga da bude 4-6 promjera kanala.

Kanali se dimenzionišu na bazi protoka dobivenih primjenom faktora istovremenosti, vodeći računa da se ovaj povećava od ventilatora do krajnjeg ogranka, gde se uzima da je ravan jedinici. Veličina faktora istovremenosti proističe iz odnosa momentanog vršnog tereta i sume pojedinačnih vršnih tereta i može da bude različit za pojedine distribucione grane, što za razgranat sistem treba pažljivo proanalizirati.

Sobzirom na visoke pritiske i brzine potrebno je posvetiti posebnu pažnju problemu generacije zraka i sprečavanju njegovog prenosa u klimatizirane prostore. Pri ovome treba imati na umu da buka nastaje ne samo u ventilatoru, nego i u kanalima, uslijed visokih brzina strujanja pa pri izboru terminala treba voditi računa o njihovoj sposobnosti apsorpcije buke.

Kao povratni kanali najčešće se koriste hodnici ili plenum koje tvori viseći strop iznad hodnika. U slučaju da se odsis vrši preko svjetiljki, onda i plenumi iznad prostorije služe za ovu svrhu. Za vertikalni transport najčešće se koriste šahtovi kroz koje se dovode razvodni kanali i cijevovodi. U cilju što stabilnijeg rada sistema, dobro je da pad pritiska u povratnoj mreži bude što niži.

Na svim otvorima koji vežu usponske šahtove i kanale sa pojedinim spratovima treba predvidjeti automatske protupožarne zaklopke.

LITERATURA

[1] *** ASHRAE Handbook & Product Directory, 1976 SYSTEMS

[2] KLAUS, DANIELS: *Die Hochdruck Klima-anlagen*, Dusseldorf, 1975.

[3] *** Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik, LEHRBUCH DER KLIMATECHNIK, Band 1, Grundlagen, Band 2: Bauelemente u. Berechnung von Anlagen, Karlsruhe 1974, 1975.

[4] NOVAK PETER: *Korišćenje injektorskog delovanja struje vazduha u klima postrojenjima*, Ljubljana, 1974.

[5] *** CARRIER, *System design manual*, Part 2 — AIR DISTRIBUTION Syracuse, 1963; Part 10 — ALL AIR SYSTEMS

[6] *** CARRIER, *Engineering Guide for VARIABLE VOLUME SYSTEMS*

[7] HARTMANN, KLAUS: *Klimasystem mit variablem Volumenstrom nach dem Einkanalprinzip*, HLH, 24 (1973)

[8] *** TRANE, *Varitrane variable — air volume system application*, La Crosse, Wisconsin

[9] STEINACHER, H.E.: *Variables Volumenstrom System*, HLH 1976, Nr. 4, April.

[10] RAKOCZY, T.: *Volumenstromregelung im Kanalnetz und am Ventilator*; G.I. 1976, 7/8.

[HI] *** Refac. *Impulsair*, Prospekt-ni materijali

[12] RECKNAGEL-SPRENGER: *Taschenbuch für Heizung, Lüftung, Klimatechnik*.

(Kraj)