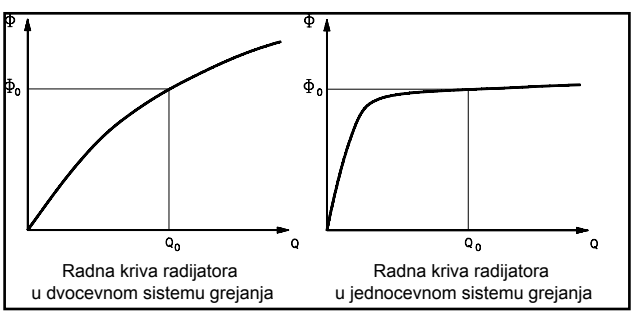
# RAZLIKE
## U NAČINU PRIKLJUČENJA RADIJATORA/KONVEKTORA U JEDNOCEVNIM I DVOCEVNIM SISTEMIMA TOPLOVODNOG GREJANJA

Jednocevni sistemi grejanja toplom vodom su u dugogodišnjoj upotrebi u mnogim zemljama. U ovim instalacijama često ne postoji obilazni vod oko radijatora, ili postoji samo delimično. Instalacije jednocevnog grejanja bez obilaznog voda (bajpasa) projektovane su u vreme kada potrošnja energije i materijala nije igrala bitnu ulogu i kada je – zbog toga što nije bilo dobrih ventila sa prethodnim podešavanjem – bilo teško izvesti dvocevnu instalaciju, naročito u visokim zgradama.

Međutim, danas je očuvanje energije od izuzetne važnosti. Ta činjenica je dovela do izražene tendencije napuštanja jednocevnih sistema bez bajpasa i orijentacije ka dvocevnim sistemima. Međutim, ima izgleda da će se – iz praktičnih razloga – jednocevni sistemi sa bajpasom i dalje izvoditi u periodu tranzicije, jer i ove instalacije mogu da se regulišu korišćenjem radijatorskih ventila sa termostatskom glavom koji štede energiju.

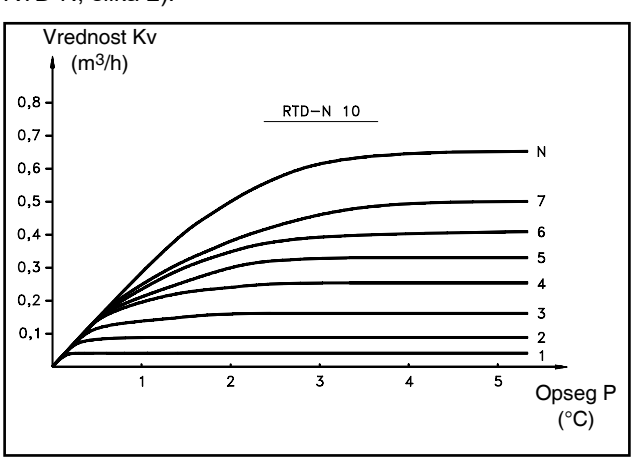
Ove stavove potvrđuje i razvoj u zemljama Zapadne Evrope, gde dvocevni sistemi preovlađuju. Prednosti dvocevnih instalacija grejanja u odnosu na jednocevne su sledeće.

- Potpuna kontrola strujanja celokupne količine vode u dvocevnom sistemu, dok u jednocevnom nije moguće kontrolisati obilazni tok. To znači da u jednocevnom sistemu uvek postoje gubici toplote koji potiču od strujanja vode kroz obilazni vod, dok u dvocevnom sistemu nema strujanja vode kad je radijatorski ventil sa termostatskom glavom zatvoren, dakle nema ni gubitka toplote.
- Dvocevni sistemi su manje osetljivi na greške u dimenzionisanju od jednocevnih, što se može videti na slici 1. Kao što se vidi, dvocevni sistem omogućava širok opseg regulacije u najpovoljnijoj oblasti regulisanja (strmi deo radne krive radijatora), dok jednocevni sistem ima mali opseg regulacije u najpovoljnijoj oblasti regulisanja (ravna radna kriva radijatora). To znači da u jednocevnom sistemu grejanja dodatni protok vode u odnosu na projektni ne dovodi do većeg odavanja toplote grejnog tela, usled čega je u jednocevnom sistemu – u slučaju poddimenzionisanih radijatora – teško izvršiti korekciju povećanjem protoka vode.




**Slika 1. Odavanje toplote radijatora u zavisnosti od protoka**

U dvocevnoj instalaciji, u slučaju poddimenzionisanih radijatora korekcija je jednostavna, jer će povećani protok vode u odnosu na projektnu vrednost omogućiti odavanje dodatne količine toplote. Ovo pak znači da je u dvocevnom sistemu važna mogućnost regulacije protoka vode kroz grejna tela, jer u protivnom lako dolazi do neuravnoteženosti instalacije. Najfleksibilniji način kontrole količine vode jeste pretpodešavanjem radijatorskog ventila sa termostatskom glavom (npr. "Danfosov" ventili sa pretpodešavanjem, tipa RTD-N, slika 2).




**Slika 2. Radne krive radijatorskog ventila sa pretpodešavanjem tipa RTD-N**

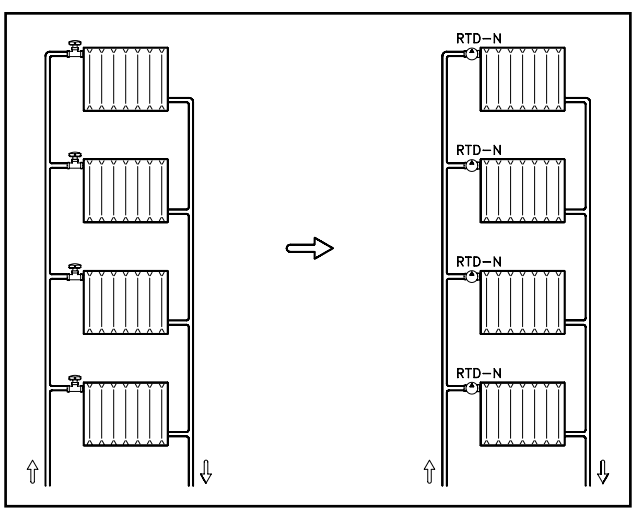
- Za dvocevnu instalaciju grejanja treba manje materijala nego za jednocevnu. Ukupna površina radijatora, cevi i

ventila često je veća u jednocevnoj nego u dvocevnoj instalaciji.
- U dvocevnom sistemu površine radijatora su nominalno jednake, dok u slučaju jednocevnog grejanja površina radijatora, prateći strujni krug, mora da se povećava, jer se temperatura vode snižava. Različite dimenzije radijatora mogu da budu nepraktične.
- U dvocevnoj instalaciji i malo toplotno opterećenje dovodi do velikih temperaturskih padova, dok malo toplotno opterećenje u jednocevnoj instalaciji prouzrokuje i male padove temperature, jer se celokupna količina vode vodi kroz obilazni vod. To znači da temperatura vode u jednocevnoj instalaciji generalno treba da bude što je moguće niža – zavisno od lokalnih potreba i uslova – jer će, u protivnom, povratna temperatura postati previsoka, što dovodi do prekomernih gubitaka toplote u cevnoj mreži. Regulacija jednocevne instalacije zahteva primenu vrlo preciznog ventila za centralnu regulaciju, što je u praksi veoma teško zbog različitih vremenskih konstanti. Dvocevna instalacija, s druge strane, ima pozitivnu osobinu koja se ogleda u tome da, ukoliko je temperatura vode previsoka, radijatorski termostatski ventili vrše bržu regulaciju, što je sa aspekta potrošnje energije još ekonomičnije.

U ovom smislu, treba napraviti razliku između izvođenja novih instalacija i radova na rekonstrukciji postojećih instalacija grejanja kojima se nastoji da one postanu ekonomične sa aspekta energije, a uključuju i ugradnju radijatorskih ventila sa termostatskim glavama.

## Izrada nove instalacije

S obzirom na prednosti dvocevnog sistema nad jednocevnim, najbolje rešenje – u slučaju izvođenja nove instalacije – jeste dvocevni sistem u kombinaciji sa ventilima sa pretpodešavanjem (slika 3). Da bi se smanjio rizik od buke u instalaciji, preporučuje se ugradnja automatskih balansnih ventila (regulatora diferencijalnog pritiska).




**Slika 3. Instalacija dvocevnog grejanja**

Ako je u nekom slučaju prelaz na dvocevni sistem preuranjen, pa jednocevni sistem mora da nastavi da radi, bitno je napraviti obilazni vod, jer to olakšava kasniju regulaciju.

## Rekonstrukcija postojeće instalacije

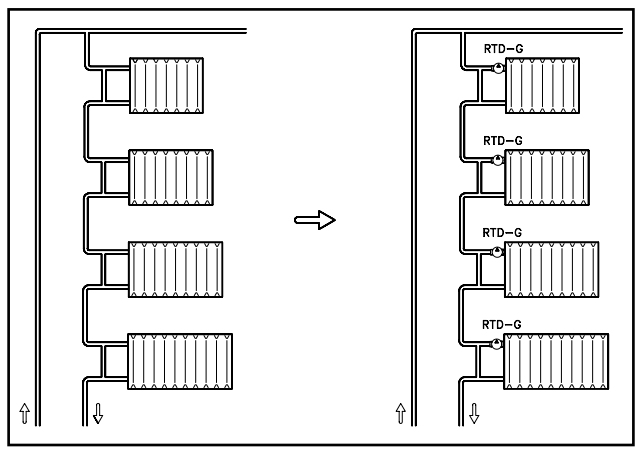
U slučaju dvocevnih instalacija – postupiti po proceduri navedenoj u okviru „Izrade nove instalacije“.

U slučaju jednocevnih instalacija – potrebni radovi zavise od konfiguracije mreže, odnosno načina povezivanja radijatora. Razlikuju se dva tipa instalacija:

1) jednocevna instalacija sa obilaznim vodom;

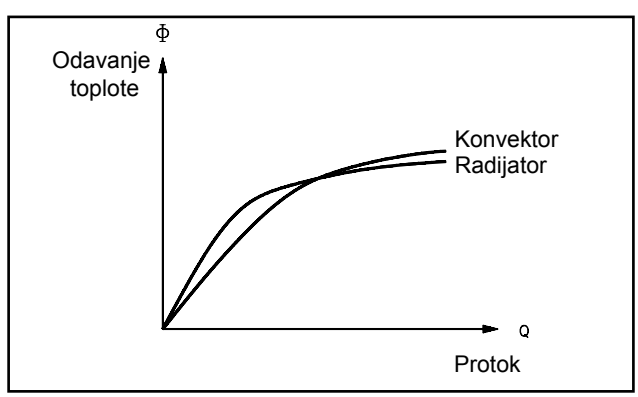
2) jednocevna instalacija bez obilaznog voda, ili delimično bez obilaznog voda.

**1) Jednocevna instalacija sa bajpasom.** U ovom slučaju, radijatorski termostatski ventili, tipa RTD-G, sa velikom vrednošću $k_v$, mogu da se montiraju bez ikakvih dodatnih mera (slika 4). Vrednost $k_v$ ovih ventila je tako velika da otpor ventila nema praktično nikakvog uticaja na protok vode kroz radijator. Da bi se toplota pravilno raspodelila potrebno je ugraditi regulatore protoka, odnosno ograničivače protoka (npr. „Danfosov“, tipa ASV-Q).




**Slika 4. Instalacija jednocevnog grejanja sa obilaznim vodom (kratkom vezom)**

**2) Jednocevna instalacija bez bajpasa ili delimično bez bajpasa.** Do nedavno je među stručnjacima za grejanje vladalo mišljenje da je, ako je potrebno rekonstruisati jednocevnu instalaciju bez ugrađenog bajpasa, važno praviti razliku da li se radi o radijatorima (pločastim čeličnim ili člankastim od livenog gvožđa), s jedne strane, ili konvektorima, s druge. Ovakvo gledište zasniva se na činjenici da je termička karakteristika radijatora (eksponent radijatora m) veća kod konvektora nego kod radijatora, a ona utiče na odavanje toplote grejnog tela. To mišljenje je potpuno ispravno, što se može videti na slici 5.




**Slika 5. Radne krive različitih grejnih tela**

Uočava se da je u slučaju malog protoka vode (što prouzrokuje veliki temperaturski pad) odavanje toplote konvektora manje nego odavanje toplote radijatora. Takođe se vidi da je u slučaju velikog protoka vode (što dovodi do malog pada temperature) – što je, inače, karakteristično za jednocevne sisteme – odavanje toplote konvektora veće nego odavanje toplote radijatora.

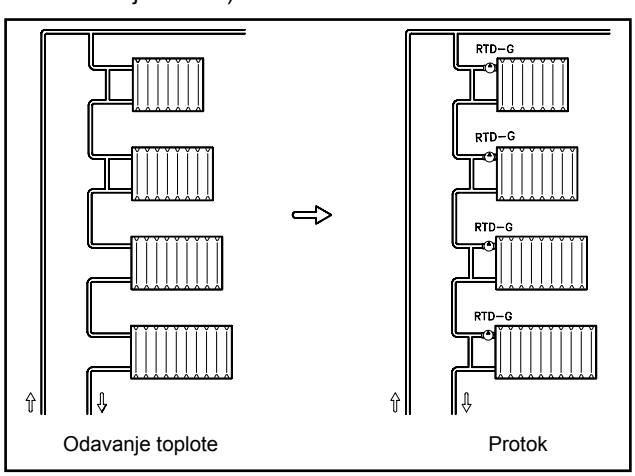
Razlog zbog koga se ranije smatralo da treba praviti razliku između konvektora i radijatora je taj što se pretpostavljalo

da konvektori imaju manje odavanje toplote nego radijatori. Slika 5 pokazuje da je to pogrešno! Naprotiv, u jednocevnoj instalaciji konvektori će odati više toplote nego radijatori.

Stručnjaci za grejanje takođe su smatrali da je vrednost $k_v$ konvektora toliko manja od vrednosti $k_v$ radijatora da dolazi do problema vezanih za intenzitet odavanja toplote ukoliko se ugradi radijatorski termostatski ventil. Merenja izvršena u kompaniji "Danfos" pokazuju da vrednost $k_v$ tipičnog istočnoevropskog konvektora iznosi ~7,0 $m^3$/h, što ne dovodi ni do kakvih problema, bez obzira na naknadno instalisanje radijatorskih ventila sa termostatskom glavom.

Opšti zaključak je da nije potrebno praviti razliku između radijatora i konvektora pri rekonstrukciji instalacije jednocevnog grejanja.

Rekonstrukciju jednocevnih instalacija bez bajpasa treba započeti ugradnjom kratke veze (obilaznog voda, bajpasa) za svaki radijator (slika 6). Time se stvara veća vrednost $k_v$ u sklopu radijatora, tj. manji otpor, a to dovodi do manjeg potrebnog napora pumpe. Kad je radijatorski termostatski ventil zatvoren, otpor strujanju kroz obilazni vod je neznatno veći od otpora kroz radijator pre ugradnje bajpasa. Međutim, ta razlika je tako mala da je retko potreban dodatni napor pumpe. Taj bajpas treba dimenzionisati za jedan korak cevi manje od prečnika glavne cevi. Shodno tome, radijatorski termostatski ventil, tipa RTD-G, ugrađuje se na priključak ispred svakog radijatora, odnosno konvektora. To dovodi do protoka vode kroz radijator od ~30% prethodne vrednosti (30% u odnosu na protok vode kroz radijator pre rekonstrukcije mreže).

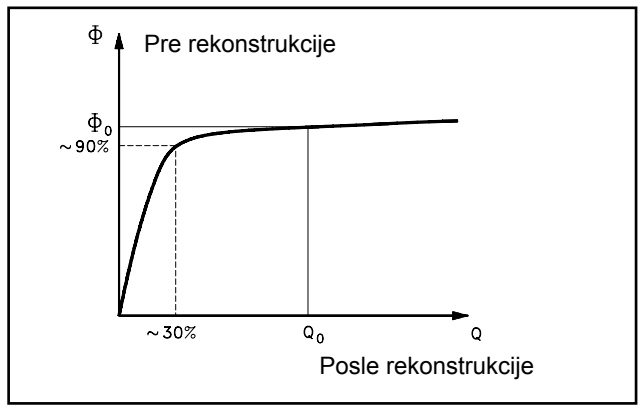



**Slika 6. Radna kriva radijatora u jednocevnom sistemu grejanja**

Kao što se na dijagramu (slika 7) može videti, protok vode kroz radijator od 30% u odnosu na prethodnu vrednost znači da se odavanje toplote radijatora smanjuje za ~10%. Ovo smanjenje odavanja toplote od ~10% obično ne stvara nikakve probleme u praksi, jer je površina radijatora najčešće predimenzionisana. U svakom slučaju, prozore i vrata treba trakama zaštititi od prekomerne infiltracije spoljašnjeg vazduha u prostoriju, a dodatna termička izolacija će znatno smanjiti potrebnu količinu toplote za grejanje. U cilju pravilne distribucije toplote cevnom mrežom, potrebno je instalisati regulator protoka, tj. ograničivač protoka (npr. "Danfosov", tipa ASV-Q).

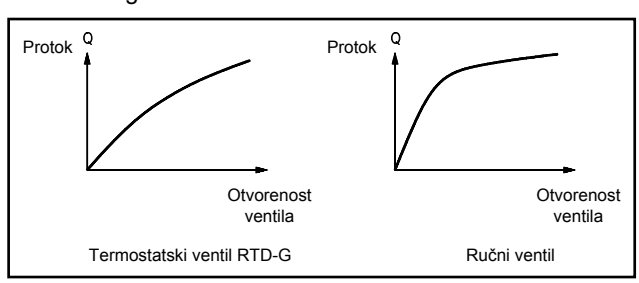
## Ručno regulisanje

Neki stručnjaci u oblasti grejanja još uvek se zalažu da se ventili sa ručnom regulacijom zadrže u sistemu. Međutim, činjenica je da je radna kriva radijatora u jednocevnoj instalaciji strma oko pozicije zatvaranja, što znači da je ručno regulisanje praktično nemoguće. Karakteristike ventila sa ručnom regulacijom uobičajeno su vrlo strme u poređenju sa radijatorskim termostatskim ventilima (slike 8 i 9).

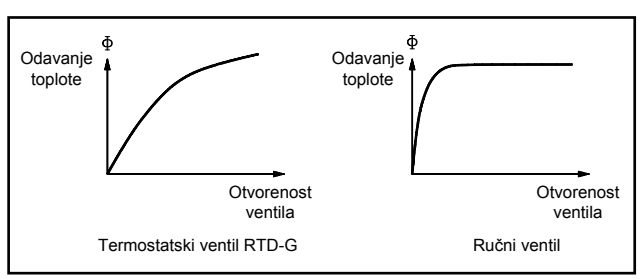



**Slika 7. Instalacija jednocevnog grejanja sa delimičnim bajpasom pre rekonstrukcije**

Kao što se može videti, ručna regulacija se svodi na regulisanje uključeno/isključeno, jer čak i sasvim mala otvorenost ventila ima za posledicu znatan protok vode. U jednocevnoj instalaciji, efekat uklj/isklj. će biti izraženiji nego u dvocevnoj, jer je kriva radijatora oko pozicije zatvaranja u jednocevnoj instalaciji strmija nego u dvocevnoj. U praksi to znači da je ručno regulisanje jednocevne instalacije nesvrsishodno. Ručno regulisanje ima za posledicu zanemarljivu uštedu energije i rizik od loše termičke ugodnosti i lošeg hidrauličkog uravnoteženja mreže usled prethodno navedenih razloga.




**Slika 8. Karakteristika radijatorskog ventila**




**Slika 9. Radna kriva sprege radijatora i radijatorskog ventila**

## Zaključak

"Danfos" ima pravo rešenje za sve tipove instalacija radijatorskog grejanja – bilo da je reč o izradi novih instalacija, ili rekonstrukciji postojećih. „Danfosovi" stručnjaci smatraju da nove instalacije radijatorskog grejanja treba da budu dvocevne. Ipak, izbor između jednocevne i dvocevne instalacije često je stvar tradicije. Ukoliko se izabere jednocevni sistem, treba obavezno predvideti obilazni vod za svaki radijator – što olakšava kasniju ugradnju radijatorskih termostatskih ventila na radijatorskom priključku. Takođe, u tom slučaju, radijatori su projektovani prema nominalnom protoku vode, tako da imaju adekvatan toplotni kapacitet.

Treba napomenuti da se danas, u slučaju primene jednocevnog sistema radijatorskog grejanja, mogu koristiti usponski, uronski ili "H" ventili sa već ugrađenim obilaznim vodom. Kod "H" ventila, koji se koriste za čelične panelne radijatore sa ugrađenim ventilom, protok kroz radijator može se podesiti u opsegu od 100% do 30%, tj. primenljivi su za oba sistema grejanja.

I pored toga što se pre preporučuju dvocevne nego jednocevne instalacije grejanja, treba istaći da znatne uštede energije mogu da se postignu ugradnjom radijatorskih termostatskih ventila i u jednocevni sistem. Ako se radi o rekonstrukciji postojeće jednocevne instalacije, potrebno ulaganje će se brzo isplatiti, jer su troškovi ovakve rekonstrukcije relativno mali.

Očuvanje energije takođe može da se unapredi postavljanjem delitelja toplote (alokatora) na svaki radijator.

To bi, uz adekvatan način raspodele troškova grejanja u zgradi, motivisalo korisnike da se potrude da smanje potrošnju toplote za grejanje stanova.

*Na osnovu tehničke dokumentacije kompanije "Danfos", priredio B. Živković*

# REGULATORI
## PROTOKA VAZDUHA

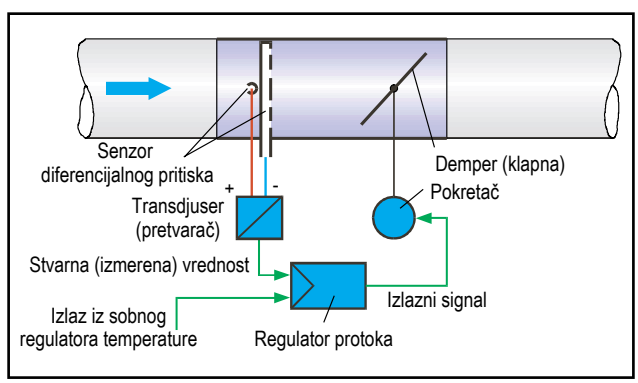
**Prilikom razmatranja klimatizacionih sistema sa promenljivim protokom vazduha, naročito kad je reč o velikim poslovnim zgradama, često se previđa veliki potencijal za štednju energije koji imaju mnogi manji uređaji. Savremeni elektronski regulatori protoka vazduha mogu da pokriju širok opseg primena, počev od jednostavnog decentralizovanog (lokalnog) regulisanja do sofisticirane BUS tehnologije. Ovaj članak na praktičnom primeru pokazuje da i manji sistemi, ne samo da mogu da odgovore svim zahtevima klimatizacije, nego i da se koriste na praktičan i efikasan način.**

Regulacija promenom protoka vazduha u svakoj prostoriji je praktičan izbor, jer se troši samo onoliko energije koliko je potrebno za održavanje uslova ugodnosti. Pogonski troškovi se znatno snižavanju smanjenjem količine vazduha. To ne samo da ima uticaj na smanjenje ukupnog intenziteta ventilacije, već ima za posledicu i smanjenje potrošnje energije, kao i duži vek trajanja filtara. Regulisanje koje se prilagođava potrebama ovde nije samo kriterijum; regulacija reaguje i na to kako se prostorija koristi u svakom trenutku. Moglo bi, na primer, da bude mnogo ekonomičnije smanjiti ventilaciju u prostoriji u kojoj trenutno nema ljudi nego potpuno prekinuti dovod vazduha, da prostorija ne bi morala kompletno cela da se zagreva. U protivnom, bilo bi potrebno angažovati veliku snagu za uzgrevanje.

### Funkcionisanje regulatora protoka vazduha

Trebalo bi praviti razliku između uređaja za regulaciju zapreminskog protoka vazduha (regulatori VAV), koji zahtevaju električni ili pneumatički pogon, i mehaničkih regulatora protoka. Poslednji se koriste više kao regulatori konstantnog protoka. U ovom tekstu razmatraju se regulatori koji imaju elektronske komponente.

Protok vazduha reguliše se regulacionim kolom, što znači: merenje – poređenje – podešavanje. Za merenje, regulatori VAV imaju davač diferencijalnog pritiska koji daje srednju vrednost. Ovaj senzor je vrlo precizan, čak i u uslovima nepovoljnog strujanja uzvodno (pre senzora). Diferencijalni pritisak se pretvara u električni signal čiju vrednost ocenjuje regulator. Regulator zatim poredi stvarnu vrednost sa postavnom (željenom), i kad postoji odstupanje, šalje signal pokretaču dempera za promenu položaja. Protok vazduha se zadržava na zadatoj vrednosti, nezavisno od pritiska u kanalu (slika 1).




**Slika 1. Šema regulatora protoka vazduha**

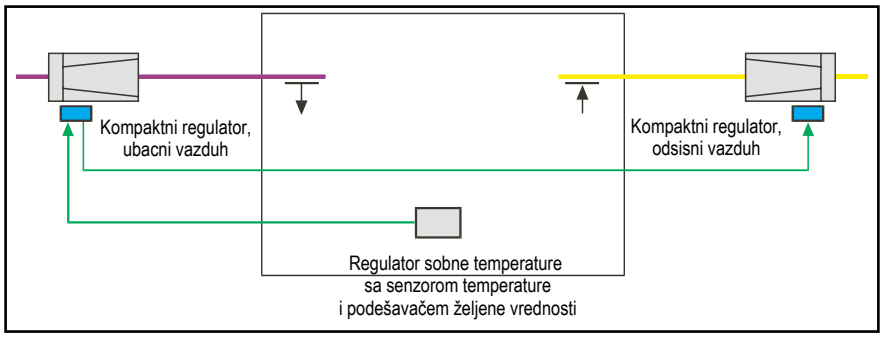
U slučaju primene decentralizovane tehnike regulacije, postavnu vrednost definiše regulator temperature u prostoriji. To omogućava da se regulator protoka vazduha postavi između minimalne i maksimalne vrednosti protoka. Regulacija se odvija u okviru ovih granica, a na osnovu signala dobijenog od regulatora sobne temperature. Adekvatni pritisak u kanalu ispred uređaja je preduslov za ispravan rad u svim uslovima. Sve neophodne informacije u pogledu minimalnog pada pritiska daje proizvođač u tehničkim podacima. Taj minimalni pad pritiska u uređaju mora da se uzme u obzir pri proračunu pada pritiska u kanalima i komponentama ugrađenim kako uzvodno, tako i nizvodno od regulatora protoka vazduha.

### Regulacione komponente

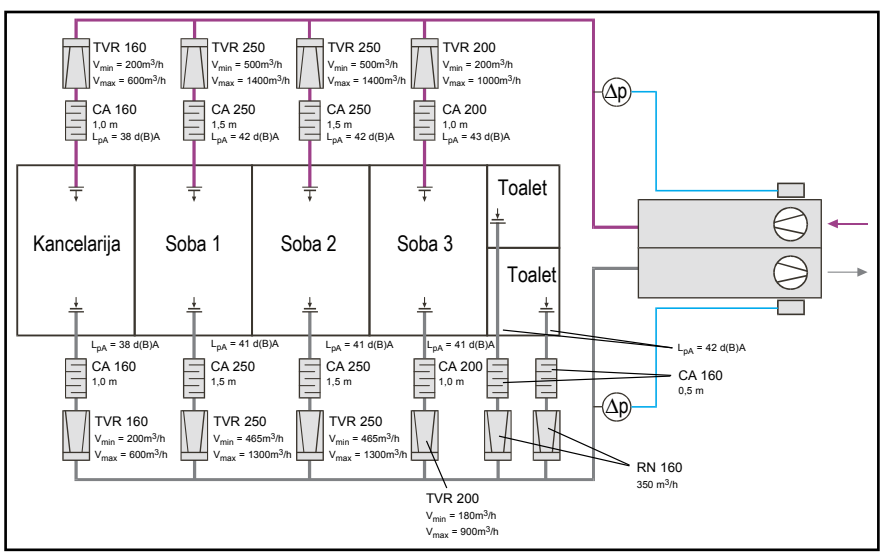
U sistemima VAV najčešće se primenjuje regulacija temperature u prostoriji i protoka vazduha iz sistema klimatizacije. Regulator temperature u prostoriji dodaje se regulacionom krugu protoka vazduha kao kaskadna sprega (slika 2). Kao funkcionalni elementi regulacionog kola potrebne su sledeće komponente:

- regulator temperature u prostoriji i sobni regulacioni uređaj,
- senzor protoka vazduha i pretvarač signala,
- regulator protoka vazduha i aktuator.

U praksi, isporučilac uređaja za regulaciju može da ponudi različite komponente koje odgovaraju specifičnim potrebama datog projekta. Te komponente mogu na različite načine da kombinuju prethodno navedene funkcije. Takođe, svaka funkcija može da se izvrši i pojedinačnom komponentom; međutim, to nameće potrebu za dodatnim ožiče-




**Slika 2. Regulacija sobne temperature promenom protoka vazduha**




**Slika 3. Šema sistema sa promenljivom količinom vazduha, npr. u internet kafeu, laboratoriji**

njem i tehničkim prijemom. U većini slučajeva, kombinuju se dve-tri funkcije.

## Projektovanje

Primer koji se navodi (slika 3) posebno je pogodan za decentralizovanu (lokalnu) regulaciju, gde pravilna kombinacija regulacionih funkcija zavisi naročito od veštine montera klimatizacije i izvođača radova. Stoga regulator unutrašnje temperature obuhvata sobni modul koji sadrži regulator, kao i podešavač željene vrednosti i senzor temperature. Ovaj modul, koji se uobičajeno naziva sobni regulator temperature, montira se na pogodno mesto u prostoriji kako bi se obezbedilo optimalno merenje temperature.

Na regulatoru protoka vazduha u sistemima VAV postoji takozvani kompaktni regulator koji u jednom kućištu objedinjuje pretvarač signala efektivnog (diferencijalnog) pritiska, regulator zapreminskog protoka i aktuator (slika 4). Međusobna veza dvaju regulatora ostvaruje se pomoću električnog signala (napona). Tako je električno ožičenje izuzetno jednostavno i potreban je samo jedan dodatni 24 V transformator za naizmeničnu struju preko koga bi se napon dovodio do oba regulatora.

U fazi izrade projekta, količina vazduha potrebna za pojedinačne prostorije računa se zajedno sa dimenzionisanjem regulatora protoka vazduha, a što je najvažnije, vodi se računa o integraciji u sistem klimatizacije. Kao rezultat takvog pristupa, ništa se ne propušta. Evo pregleda aktivnosti:

- izbor uređaja: konstrukcija; pomoćna i prateća oprema; regulacione komponente;
- dimenzionisanje uređaja: veličine zavisne od protoka vazduha; zahtevi vezani za buku;
- celokupan sistem: proračun kanalske mreže; planiranje instalisanja; elektroplaniranje.

## Izbor uređaja

Po pravilu, specifični zahtevi vezani za pitanje buke glavni su pri izboru uređaja. Kada postoji zahtev za niskim nivoom buke, normalno se biraju unutrašnje jedinice (terminali) sa ugrađenim prigušivačem buke. Međutim, za većinu uobičajenih primena u potpunosti odgovaraju okrugli ili pravougaoni regulatori protoka. Regulaciona oprema se bira tako da komercijalni regulator temperature (uključujući i senzor temperature i podešavač na željenu vrednost) kontroliše kompaktni regulator. Postavljanje vrednosti minimalnog i maksimalnog protoka vazduha vrši se samo pomoću kompaktnog regulatora. Dodatna podešavanja nisu potrebna.

## Dimenzionisanje uređaja

U prvom koraku veličina uređaja određuje se na osnovu potrebnog protoka vazduha. Pri tome treba imati na umu moguću potrebu za naknadnim povećanjem ili smanjenjem nominalnog protoka.

Sledeći korak predstavlja određivanje nivoa jačine zvuka u prostoriji za odabranu veličinu uređaja. U izvesnim slučajevima, izbor prvog sledećeg većeg uređaja može da da bolje rezultate i tako učini nepotrebnim dalje mere u cilju smanjenja buke.

**Slika 4. Regulator protoka vazduha TVR-Easy**

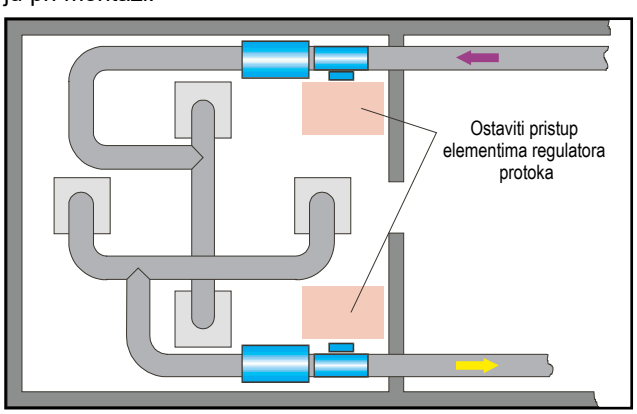
Za proveru predviđenog nivoa buke neophodno je pozivanje na dokumentaciju proizvođača. U ovom procesu normalno je ostvariti smanjenje buke u prostoriji. Da bi se u nekoj prostoriji postigao nivo buke od maksimalno 45 db(A), potreban je kružni regulator sa sekundarnim prigušivačem. Treba biti obazriv kad je rezultujući nivo buke približan ukupnom dozvoljenom nivou buke u prostoriji. U tom slučaju potrebno je izvršiti detaljnu akustičnu analizu da bi se uzeli u obzir i svi drugi izvori buke.

## Proračun kanala

Kanalska mreža se obično dimenzioniše za brzinu strujanja vazduha od 6 do 8 m/s. Detaljniji proračun kanalske mreže, koji uzima u obzir svaki pojedinačni terminal, obično nije potreban. U krajnjem slučaju, regulator protoka vazduha vrši regulaciju nezavisno od pritiska u kanalu. Međutim, zbirna deonica kanala (najvećeg prečnika) mora da se predvidi za maksimalni protok kako bi mogao da se izvrši izbor ventilatora i da se za regulator pritiska u kanalu unapred odredi postavna vrednost. Za regulaciju pritiska u kanalu veoma je važan izbor mernog mesta. Senzor pritiska se normalno nalazi u kanalu nizvodno od ventilatora, ali pre prve račve (prvog odvajanja). Samo na ovaj način u sistemu može da se obezbedi dovoljan pritisak u svim uslovima rada.

## Montaža

Iskusnom tehničaru nisu potrebne nikakve posebne instrukcije za montažu. Ipak, treba istaći da regulacione komponente, i pored toga što ne zahtevaju održavanje i imaju vrlo dug vek trajanja, mogu da otkažu, ili je potrebno proveriti ih. Iz tog razloga, važna je i neophodna njihova dostupnost tokom eksploatacije. Zato regulatori protoka vazduha moraju da se postave tako da postoji odgovarajući pristup onoj strani uređaja na kojoj se nalaze regulacione komponente (slika 5). Ukoliko je potrebno, uređaji se mogu i rotirati, osim ukoliko proizvođač izričito ne navede orijentaciju pri montaži.

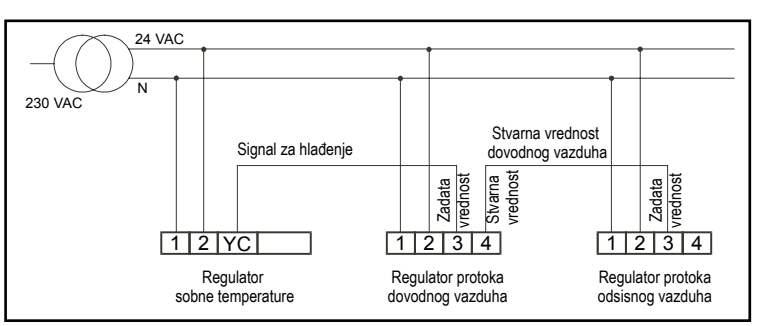



**Slika 5. Instalacija VAV sistema**

## Elektroplaniranje

Za većinu komercijalnih elektronskih regulatora protoka potrebno je napajanje od 24 V naizmenične struje. Treba doneti odluku da li obezbediti mrežno napajanje na 24 V, ili koristiti transformatore u svakoj prostoriji/zoni. U prikazanom primeru (decentralizovana regulacija) preporučuje se druga varijanta (slika 6).

**Slika 6. Šema ožičenja regulatora sobne temperature sa regulatorima protoka vazduha na dovodnom i odvodnom vazduhu**




## Tehnički prijem i puštanje u rad

Za tehnički prijem, normalno nije potrebno nikakvo dodatno podešavanje. Sve funkcije regulatora treba proveriti u svakoj prostoriji. Stvarna i postavna vrednost kompaktnog regulatora mogu da se ispitaju i provere pomoću podešavača. Od nedavno, postoji i regulator sa kontrolnom lampicom koja pokazuje kad je protok vazduha ispravan (slika 4). Ako bi se granice mogućeg protoka vazduha promenile posle instaliranja, to ne bi predstavljalo problem. Nove vrednosti se postavljaju primenom podešavača, ili se direktno zadaju regulatoru.

Regulatori protoka vazduha uglavnom ne zahtevaju održavanje. Ipak, rad regulatora treba proveriti u sklopu godišnje provere rada celog uređaja. Tom prilikom postoji mogućnost procene korišćenja prostorije da li su novi izvori toplote (električni uređaji u prostoriji) dodati, ili neki, ranije postavljeni, uklonjeni. U skladu sa tim, regulator može podešavanjem da se prilagodi novom stanju.

## Najčešće greške

Projektovanje i ugradnja regulatora promenljivog zapreminskog protoka vazduha predstavlja jednostavno rešenje za postizanje zahtevanih parametara. Međutim, i ovde lako može doći do grešaka.

Gde dolazi do najčešćih grešaka prilikom projektovanja i ugradnje regulatora protoka vazduha? Iz iskustva kolega u servisnom “Troksovom“ timu, kao i obilazaka mnogih izvedenih sistema koji se nalaze u eksploataciji, dva najčešća mesta gde se greši su mesto ugradnje i način ožičenja uređaja.

Kad je reč o mestu ugradnje, treba obezbediti da se uređaj montira na pravom mestu. Ukoliko je na svakom uređaju unapred podešen zapreminski protok vazduha za svaku prostoriju, postoji rizik od zamene uređaja prilikom instaliranja. Posledica je da se protok vazduha mora resetovati, što je moguće, ali iziskuje dodatan i nepotreban rad. Međutim, ako se uređaji instaliraju sa pogrešnim smerom strujanja vazduha, ceo uređaj mora da se demontira i ponovo ispravno postavi.

Pitanje od osnovne važnosti, kome se uvek vraćamo, jeste pristupačnost regulacionih komponenata. Regulator mora da se proveri, jer čak i u slučaju najbolje tehnologije, može doći do kvara i do potrebe da se promene priključci. Greške prilikom ožičenja često se ne otkrivaju dok ne počne da se obavlja tehnički prijem i primopredaja instalacije. Ova vrsta grešaka može da se otkloni ili prespajanjem, ili zamenom kablova.

Da li i kako ovakve greške mogu da se izbegnu? Mnoge greške mogu da se izbegnu kad su monteri dovoljno informisani, a aktivnosti koordinirane. Međutim, oni su često prepušteni sopstvenom iskustvu i ponekad nemaju na raspolaganju dovoljno, a u najgorem slučaju, i nikakvih pisanih uputstava za montažu.

Mesta osrednjosti u radu nema. Ali, svi znamo da je to česta praksa. Ipak, ne bi trebalo tome da se prilagođava, već da se razmotri, još u fazi projektovanja i planiranja izvođenja, kako da uređaj ostane pristupačan za potrebe servisiranja. U fazi izgradnje, neophodan je nadzor da bi – u saradnji sa tehničkim licima – ovaj prostor ostao slobodan i pristupačan.

*TROX AUSTRIA, GmbH,*
*Predstavništvo Beograd,*
*Maršala Birjuzova 29, 11000 Beograd,*
*tel. 2622 766, 2622 543,*
*faks: 2624 150,*
*office@trox.co.yu, www.trox.co.yu*

# „TOŠIBIN“ SUPER MODULARNI MULTISISTEM

„Toširba“ je jedna od vodećih svetskih korporacija u oblasti elektronike. Jedan od osnovnih ciljeva kompanije je postizanje najviših standarda kvaliteta u svim segmentima proizvodnje. To se svakako može uočiti i u oblasti proizvodnje klima-uređaja, gde „Toširba“ neprekidno razvija i usavršava svoje proizvode zadržavajući vodeće mesto na tržištu kućnih i komercijalnih klima-uređaja. Godine 1981. „Toširba“ je bio prvi proizvođač koji je plasirao na tržište klima-uređaj sa invertorskom tehnologijom.

„Toširba“ je bila među prvima u osvajanju i serijskoj proizvodnji klima-uređaja sa promenljivim protokom rashladnog fluida (VRF sistemi). Dobro poznati sistem MMS (multi modular system) „Toširba“ je iznela na tržište još 1999. godine, a nakon vrlo brzog tehnološkog napretka i razvoja, 2004. godine na tržištu se pojavila usavršena verzija sistema VRF– S-MMS (super multi modular system).

S novom generacijom uređaja VRF „Toshiba“ je ponovo postavila nove tehnološke standarde. Novi twin-rotary kompresori sa invertorskim pogonom, smešteni u svim spoljašnjim jedinicama, posebno su projektovani za visokoučinski i ekološki prihvatljiv rashladni fluid R-410A. Zahvaljujući upotrebi dualnih kompresorskih sistema, rashladni kapacitet uređaja se kontinualno menja regulisanjem rada svake spoljašnje jedinice i svakog pojedinačnog kompresora. Tokom rada uređaja, mikroprocesor neprekidno energetski ocenjuje efikasnost procesa obrade vazduha, bira i stavlja u pogon onaj razmenjivač toplote i kompresor koji omogućuju najveću efikasnost uređaja. Ova inovativna tehnologija omogućava optimalan način rada za svaku komponentu u sistemu, uzimajući u obzir i vreme rada pojedine komponente čime se značajno poboljšavaju pouzdanost i dugotrajnost rada uređaja.

**Slika 1. Modularne spoljašnje jedinice**

Dvojni twin-rotary kompresor sastoji se od dva invertorska twin-rotary kompresora (sa dva rotora). Twin-rotary kompresor ima dve fiksne kompresione komore. Pritisak rashladnog fluida se povišava obrtanjem dva ekscentrična rotora na istoj osovini. Rotori su smešteni dijametralno da bi se uravnotežile sile pri radu. Kontaktna sila između rotora i zida komore je minimalna (jer nema dodira), tako da je opterećenje relativno malo, pa se mogu koristiti manji ležajevi na osovini kompresora. Istovremeno se štedi na materijalu potrebnom za izradu, tako da je težina ovih kompresora manja. Ovaj kompresor je pogodan za rad u promenljivim režimima, a posebno u režimu smanjenog broja obrtaja.

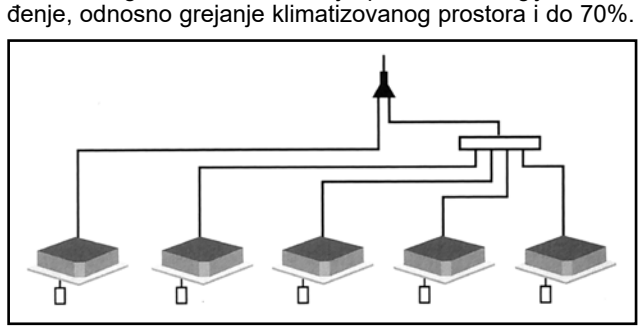
Značajan deo svojih investicija „Toširba“ usmerava u istraživanja i razvoj novih tehnologija koje manje narušavaju životnu sredinu i štede energiju. Osnovni pravci razvoja klima-uređaja usmereni su ka smanjenju emisije $CO_2$, smanjenju globalnog zagrevanja, upotrebi materijala koji ne sadrže olovo, korišćenju materijala koji se po isteku radnog veka klima-uređaja mogu reciklirati i sl. Iz takvog opredeljenja proistekla je i odluka da se u sistemima S-MMS isključivo koristi ekološki prihvatljiv rashladni fluid R 410A. Upotreba rashladnog fluida R 410A donosi mnogobrojne prednosti: ne oštećuje se ozonski omotač jer je faktor ODP = 0, postiže se značajna ušteda električne energije, a veća je i dozvoljena visinska razlika između unutrašnjih i spoljašnjih jedinica jer su dopuštene veće dužine cevovoda.

Spoljašnje jedinice su modularnog dizajna i spajaju se na objektu (jedna do četiri spoljašnje jedinice u sistemu). Na taj način postiže se velika fleksibilnost u kapacitetu. Rashladni kapacitet može biti u granicama od 14 do 135 kW, a kapacitet grejanja od 16 do 150 kW za standardne Eurovent uslove. Sve spoljašnje jedinice imaju iste gabarite bez obzira na snagu uređaja. Dimenzije su tako odabrane da uređaji mogu da stanu u standardne liftove, što olakšava transport.

Nivo buke spoljašnjih jedinica je znatno smanjen. Nema iritirajućeg zvuka za vreme starta uređaja zahvaljujući automatskom prigušenom načinu rada, kao i upotrebom isključivo invertorskih kompresora u svim uređajima. Nivo buke se posebno smanjuje u noćnom režimu rada uređaja. Sistem se automatski prebacuje na tiši način rada kad god spoljašnja temperatura opada, odnosno kada se smanjuje potreba za hlađenjem objekta. Nivo buke u noćnom režimu rada je ispod 50 dB(A).

Najnovija tehnološka dostignuća, uz značajna poboljšanja u konstrukciji i povećan kapacitet uređaja, doprineli su uštedi električne energije za 30%. Primena energetski efikasnog rashladnog fluida R-410A i nove konstrukcije kompresora omogućili su dostizanje izuzetno visokog koeficijenta hlađenja od 4,1.

Još veća ušteda energije može se postići primenom uređaja za korišćenje otpadne toplote – sistema S-HRM. „Tošibin“ proizvodni program rekuperatora toplote vazduh/vazduh omogućava znatne uštede energije za pripremu svežeg vazduha. S ovim sistemom koristi se otpadna toplota iz vazduha koji se izvlači iz prostorije i baca u okolinu. Ta toplota se prenosi na svež vazduh i time smanjuje potrebna energija za njegovu termičku pripremu pre ubacivanja u klimatizovan prostor. Ovaj sistem sprečava pojavu sindroma „bolesnih zgrada“ i može smanjiti potrebnu energiju za hlađenje, odnosno grejanje klimatizovanog prostora i do 70%.



**Slika 2. Povezivanje unutrašnjih jedinica pomoću Y-račve i razdelnika**

Korisnicima je na raspolaganju i veliki broj izuzetno lepo dizajniranih unutrašnjih jedinica pojedinačnog nominalnog kapaciteta hlađenja od 2,2 do 28 kW i grejanja od 2,5 do 31,5 kW. Kasetne jedinice izrađuju se sa četvorosmernim, dvosmernim ili jednosmernim istrujavanjem vazduha u klimatizovanu prostoriju. Kanalske jedinice namenjene su za ugradnju u prostor spuštene tavanice i rade se u tri modela: standardni, visokopritisni i male visine. Naravno, na raspolaganju su i klasični modeli unutrašnjih jedinica: plafonski, zidni, parapetni, bez kućišta i visoki podni stojeći model.

Protok rashladnog fluida u S-MMS sistemu regulisan je tako da se postiže zahtevani kapacitet svake unutrašnje jedinice shodno tipu, kapacitetu i položaju u objektu. Rezultat toga je optimalno iskorišćenje rashladnog sistema i precizna regulacija temperature u prostorijama. Karakteristični parametri za svaku unutrašnju jedinicu smešteni su u mikroprocesor spoljašnje jedinice, pa se optimalna kontrola protoka rashladnog fluida postiže neprestanim praćenjem i prilagođavanjem uslovima eksploatacije sistema.

Sistemi S-MMS imaju tri mogućnosti upravljanja: pojedinačno, centralno i mrežno upravljanje. Pojedinačna kontrola rada klima-uređaja ostvaruje se kablovskim ili infracrvenim daljinskim upravljačem. Centralni daljinski upravljač omogućava pojedinačno upravljanje sa čak do 64 unutrašnje jedinice. Ovaj upravljač može pokazivati na displeju parametre rada jedinice pojedinačno ili grupe jedinica. Mrežno upravljanje omogućava maksimalno integrisanje sa centralnim sistemom za nadzor i upravljanje svim instalacijama u zgradi (BMS).

Novi „Tošibin“ sistem VRF sa rashladnim fluidom R410A pruža sigurnost, pouzdanost, udobnost i modularnost. Njegove značajne prednosti su fleksibilnost u projektovanju instalacije i dug radni vek. Sistem predstavlja savremeno i energetski veoma efikasno tehničko rešenje za hlađenje i grejanje većeg broja prostorija u objektu. Tipični primeri za primenu sistema S-MMS su hoteli, poslovni objekti, prodajni centri i sl., jer se uređaji izvanredno uklapaju u enterijer svakog objekta, a garantuju potpun komfor uz minimalan utrošak električne energije.

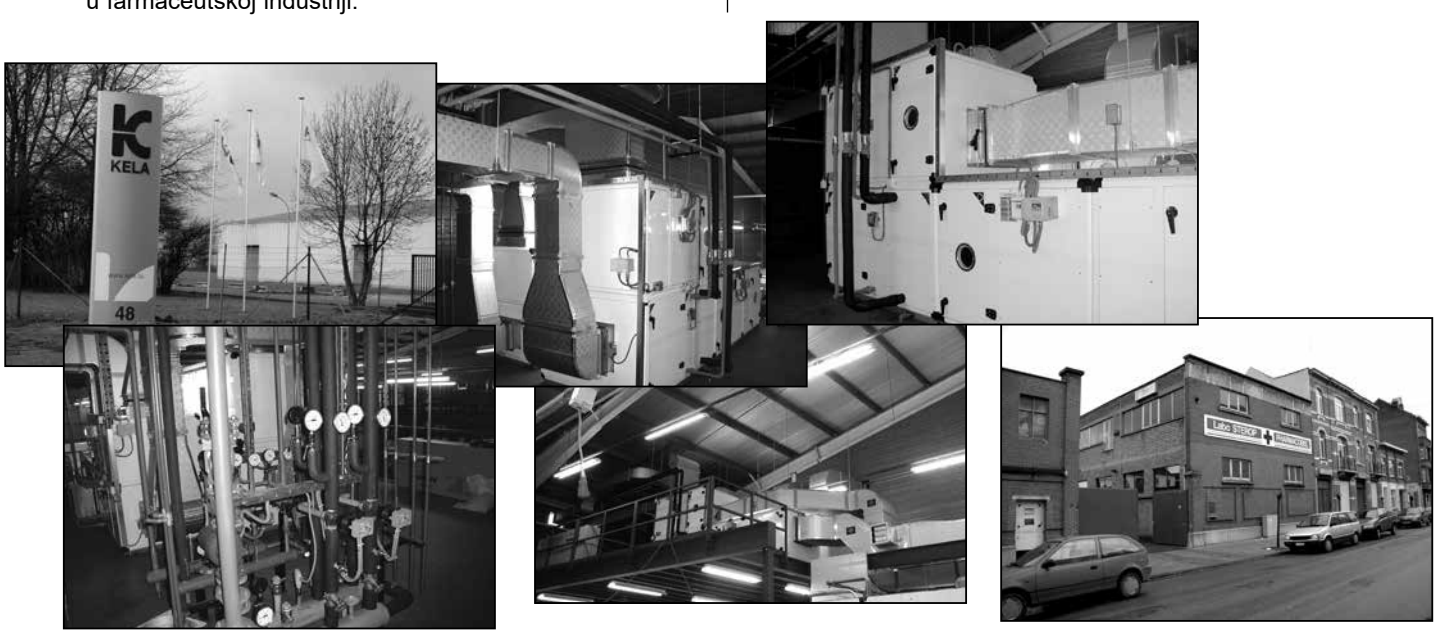
*„Airtrend – Gobrid“*
*Kralja Milana 26, Beograd,*
*tel. 011 2686 618,*
*faks: 011 2659 705,*
*gobrid@eunet.yu*

NAŠI U SVETU

# „TERMOVENT KOMERC“ U BELGIJI

Izvršeno je ispitivanje proizvoda i na osnovu dobijenih rezltata izdat **ATTESTATION OF CONFORMITY**, sa pravom postavljanja znaka **CE**.

– Deponovani su tehnički fajlovi proizvoda na području EU.
– Projektovanje mašinsko-tehničkih instalacija.
– Proizvodnja, isporuka i montaža opreme za sisteme KGH u farmaceutskoj industriji.
– projektovanje sistema KGH pogona za pripremu injekcionih rastvora – klasa 100/10000;
– projektovanje sistema automatike sa centralnim sistemom;
– projektovanje laminara – klasa 100;
– izrada, isporuka i montaža kompletne opreme, uključujući i elemente automatike sa centralnim sistemom;




– Izrada kompletne validne dokumentacije sistema KGH.

## „KELA“ Hoogstraten, Belgija

TERMOVENT KOMERC je tokom 2006. za potrebe fabrike veterinarskih proizvoda **„Kela“ Hoogstraten (Belgija),** koja u svojoj ponudi ima preko 180 registrovanih preparata i vodeći je proizvođač veterinarskih preparata na području EU, izvršio sledeće radove:

– projektovanje sistema KGH pogona za proizvodnju injekcija – klasa 100/10000;
– puštanje u rad sistema, dokazivanje parametara i obuka kadrova;
– izrada kompletne validacione dokumentacije: validacioni master plan, rizik analiza, IQ, OQ...

Objekat je pušten u rad februara 2006.

## „STEROP“ Brisel, Belgija

TERMOVENT KOMERC je tokom 2005/2006. za potrebe farmaceutske kuće **„Sterop“ Brisel (Belgija),** koja u svojoj ponudi ima perko 230 registrovanih preparata i vodeći

TERMOVENT KOMERC

EC DECLARATION OF CONFORMITY

according to Council Directives 73/23/EEC of February 19, 1973 and 89/336/EEC of May 3, 1989

Manufacturer: **Termovent Komerc**

Address: Jove Ilica 31
11000 Belgrade
Serbia and Montenegro

EU Representative: **Termovent Slovenia**

Address: Presernova 2
9240 Ljutomer
Slovenia

Apparatus: **HOT WATER HEATER**

Catalog number: TK-R1.010 - TK-R1.060

Applied reference standards: EN 60335-2-80:1997
EN 60335-1:1994 + A11:1995 + A1:1996
61000-6-2:2001, EN 61000-6-4:2001
EN 61000-3-2:2000, EN 61000-3-3:1995 + A1:2001

We declare the compliance of above electric apparatus with the requirements of the following Directive:

**Low Voltage Directive 73/23/EEC (LVD)**, of February 19, 1973, with the above mentioned harmonized standards relating to electrical equipment for use within certain voltage limits;

**EMC Directive 89/336/EEC**, of May 3, 1989, with the above mentioned harmonized standards relating to electromagnetic compability.

Any modification of this apparatus not authorized by us will invalidate this declaration.

The conformity of the products is certified by:

SIQ

Tržaška cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

| | | |
|---|---|---|
| SIQ Attestation of Conformity | No. 01 05 12 21 006 | of 2005-12-21 |
| LVD Test Report | No. T212-0266/05 | of 2005-12-21 |
| EMC Test report | No. T251-0375/05 | of 2005-12-12 |

Place and date: December 23, 2005

Company: Termovent Komerc

Name: Milan Najdanovic
Title: Technical Director

Dusan Perovic
Managing Director

Signature:

EC DECLARATION OF CONFORMITY

je proizvođač injekcija, izvršio sledeće radove:

– projektovanje sistema KGH I sprata – injekciono odeljenje u klasi 100 000;

– projektovanje sistema KGH prizemlja – čvrste forme u klasi 100 000;

– projektovanje sistema automatike sa centralnim sistemom;

– izrada, isporuka i montaža kompletne opreme, uključujući i elemente automatike sa centralnim sistemom;

– puštanje u rad sistema, dokazivanje parametara i obuka kadrova;

– izrada kompletne validacione dokumentacije: validacioni master plan, rizik analiza, IQ, OQ...

Objekat je pušten u rad januara 2006.

## „SMB“ Marche, Belgija

TERMOVENT KOMERC je krajem februara 2006. za potrebe farmaceutske fabrike **„SMB“ Marche (Belgija),** ugovorio:

– izradu glavnih mašinskih projekata sistema KGH za potrebe proizvodnje u klasi 100 000;
– izradu projekata automatike sa centralnim sistemom;
– izradu, isporuku i montažu komplente opreme za obezbeđenje projektovanih parametara;
– isporuku i montažu opreme sistema automatike sa centralnim sistemom;
– izradu svih validacionih dokumenata za sisteme HVAC;
– puštanje u rad sistema, dokazivanje parametara i obuku kadrova.

Predviđeni rok završetka radova je juni 2006.

TERMOVENT KOMERC

Preduzeće za spoljnu i unutrašnju trgovinu, proizvodnju, marketing i usluge P. O.
Jove Ilića 31, 11000 BEOGRAD
Tel./faks: 3096 780, 3096 781
3096 782, 391 390
www.termovent-komerc.com
E-mail: tk@yubc.net

# NOVE FAMILIJE KONVEKTORA IZ IMP KLIME

**Dr Erik Pavlovič, vođa projekata u razvoju,
RTC Institut KGH d.o.o.**

**Bogdan Bošnjak, vođa projekata u razvoju,
RTC Institut KGH d.o.o.**

**Preduzeće IMP Klima je poznato po ventilatorskim konvektorima Climmy 3 i Climmy comfort, kao i po širokoj ponudi podnih konvektora sa prirodnom i prinudnom konvekcijom. Krajem meseca maja 2006. biće završen razvoj sasvim novih tipova konvektora: ventilatorskog konvektora Climmy 4 i radijatorskog konvektora RK. To su moderni uređaji namenjeni za restorane, auto-salone, hotele, poslovne objekte, galerije, lokale, stambene zgrade itd.**

## Climmy 4

Ventilatorski konvektori su uređaji za klimatizaciju pomoću kojih vazduh zagrevamo, hladimo, čistimo i provetravamo. Odlikuje ih lep oblik, tihi rad, visok kapacitet grejanja i hlađenja.

Karakteristike:

– 6 veličina,
– kapacitet grejanja 4–13 kW,
– kapacitet hlađenja 2–16 kW,
– zvučni pritisak 22 dB(A),
– za dvocevne i četvorocevne sisteme,
– vidne izvedbe sa kućištem (parapetna izvedba, izvedba za ugradnju u zid ili tavanicu) skrivene izvedbe,
– izvedbe samo za unutrašnji vazduh i izvedbe za mešanje unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha.

## Radijatorski konvektor RK

Radijatorski konvektor koristimo kao primarno grejano telo, ili u kombinaciji sa ostalim grejnim telima kao sekundarno.

Moguće ih je ugraditi u svim prostorima.

Radijatorski konvektori lako zamenjuju klasične radijatore, ali njihov moderan izgled, manji sadržaj vode i veći kapacitet predstavljaju veliku prednost nad klasičnim radijatorima.

Postoje dve izvedbe: parapetna, sa nožicama i bez njih.

Karakteristike:

– upotreba za dvocevne sisteme,
– parapetna izvedba sa nožicama,
– parapetna izvedba na konzolama,
– 600 standardnih dimenzija, 25 dužina,
– visoka grejna moć od 0,2 kW do 5 kW, sa dvovrsnim toplotnim razmenjivačem,
– tihi rad,
– regulacija sa termostatskim ventilom,
– standardna boja kućišta RAL 9010, kao i bilo koja boja po RAL karti,
– standardna izduvna rešetka urađena je od perforiranog lima, ali je na raspolaganju i mogućnost uzdužne fiksne aluminijumske rešetke,
– istrujna rešetka kao i frontalni deo lako se skidaju,
– ugradnja i održavanje radijatorskog konvektora veoma su jednostavni,
– dizajn spoljašnjeg kućišta uradio je industrijski dizajner Marjan Žitnik, iz Ljubljane.

## Software Klima RK

Krajem kaja 2006. projektantima će biti na raspolaganju računski program Klima RK 1.0, koji je veoma lak za upotrebu i pomoću koga će biti jednostavan izbor radijatorskog konvektora.

TROX® TECHNIK
The art of handling air

Već šest decenija „Troks“ je ime koje je poznato poznavaocima tehnike klimatizacije i ventilacije. Ono je sinonim za pouzdanost i kvalitet „Made in Germany“ i predstavlja uzor mnogima koji se bave sličnim poslom.

Tokom procesa osmišljavanja novog projekta, često je teško usaglasiti zamisli arhitekata sa ograničenjima koje postavljaju raspoloživi prostor i zakoni fizike, ali „Troks“ se trudi i uspeva da dizajnira proizvode koji, osim tehničkih, ispunjavaju i najrazličitije estetske zahteve.

I u našoj zemlji „Troks“ je prisutan nekoliko decenija, a 1. aprila ove godine navršilo se 15 godina postojanja predstavništva u Beogradu. Tokom tih godina sarađivali smo sa skoro svim investitorima, projektantima i instalaterskim firmama koji se bave poslovima iz oblasti termotehničkih instalacija.

Suočavali smo se sa najrazličitijim problemima, zajedno pronalazili rešenja i uživali gledajući kako rastu nove zgrade u kojima, zahvaljujući ugodnoj klimi, ljudi imaju bolje uslove rada, koje ulepšavaju naše okruženje i čijem je konačnom izgledu svako od nas dao svoj doprinos.

Dozvolite da sa ponosom nabrojimo najvažnije objekte iz proteklih nekoliko godina: poslovne zgrade u Beogradu „Delta-Invest“, „Atrium“, „MPC“, „Siemens“, „Hypo Plaza“, „Zora“, „Tradeunique“, „Societe General“, GTC, „Ušće“, Tehnološki centar „Comtrade“, zatim hoteli u Koštunićima, u Baru, u beogradskom bloku 22, „Villa Breg“ u Vršču, hotel „Aleksandar“ u Novom Sadu, Jugoslovensko dramsko pozorište, RTV Pink, RTV B92, pogoni za proizvodnju lekova „Hemofarm“, „Zorka Pharma“, „Pharma Swiss“, „Galenika“, DNK laboratorija, fabrike cigareta „Monus“ u Inđiji, BAT u Vranju, DIN – Philip Moris u Nišu, fabrika „Polimark“ u Zemunu, supermarketi Maxi, Tempo, Metro, Auto-centar Honda, butici Zara, Terranova, Nike, Exception.....

„Troksov“ razvojno-istraživački centar u Nemačkoj neprestano radi na pronalaženju novih rešenja, što kao rezultat ima poboljšane verzije postojećih proizvoda ili nove proizvode. Da bismo svim zainteresovanima što više približili naše proizvode, osim što kao jedan od glavnih sponzora svake godine učestvujemo na kongresu o KGH koji se uvek početkom decembra održava u Sava centru, jednom godišnje organizujemo seminar na kojem naš kolega iz Austrije predstavlja novine u „Troksu“, nakon čega se zadržavamo na temama za koje postoji interesovanje naših poslovnih partnera. I ove godine je „Troks“ u martu, u hotelu „Hajat“ organizovao seminar koji je, kao i uvek, bio vrlo posećen. To je bila prilika da se družimo i saznamo nešto novo, a i podsetimo se pozadine onoga što već znamo.

Radujemo se novim projektima i pozivamo vas da nas posetite na www.trox.co.yu, ili u našim prostorijama u Beogradu.

***TROX Austria GmbH,***
*Predstavništvo Beograd,*
*Maršala Birjuzova 29, 11000 Beograd,*
*tel. +381 11 2622 766,*
*+381 11 2622 543,*
*faks +381 11 2624 150,*
*e-mail: office@trox.co.yu*

# UNAPREĐENJE VENTILACIONIH SISTEMA SA PROMENLJIVIM PROTOKOM VAZDUHA

## Primena

Sistemi sa promenljivim protokom vazduha, ili sistemi VAV (Variable Air Volume), koriste se za regulaciju i ventilacije i temperature, u cilju zadovoljenja potreba u zgradama.

Centralizovani VAV sistemi smatraju se energetski najefikasnijom metodom za klimatizaciju zgrada.

Projektovanjem centralizovanih sistema umesto distribuiranih sistema može se ostvariti veća efikasnost.

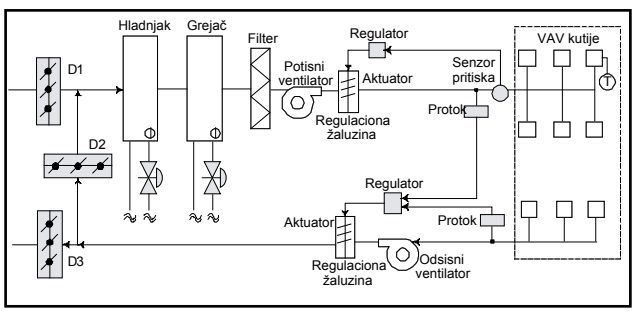
Veća efikasnost proističe iz upotrebe većih ventilatora i većih rashladnih komora koji imaju veće koeficijente korisnog dejstva od malih motora i distribuiranih vazdušnih čilera.

Ušteda se takođe ostvaruje na bazi smanjenih potreba za održavanjem.

## Tradicionalna koncepcija

Sistemi VAV generalno uvode spoljni vazduh u klima-komore (Air Handling Units), u kojima se mogu podešavati temperatura i vlažnost vazduha. Centralni ventilatori duvaju vazduh preko hladnjaka i grejača u ventilacione kanale koji sprovode vazduh kroz zgradu do svake pojedinačne zone. Vazduh prolazi iz ventilacionog kanala u svaku zonu kroz pojedinačne VAV kutije. Temperaturni senzor, koji se smešta u svaku zonu, povezan je sa odgovarajućom VAV kutijom i utiče na njeno otvaranje ili zatvaranje, u cilju održavanja određene zadate vrednosti temperature. Kada je zadata temperatura u zoni ostvarena, VAV kutija prelazi u zatvoren položaj. Kada su zadovoljeni zahtevi zone, pritisak u ventilacionom kanalu počinje da raste kao posledica zatvaranja otvora u kanalu.

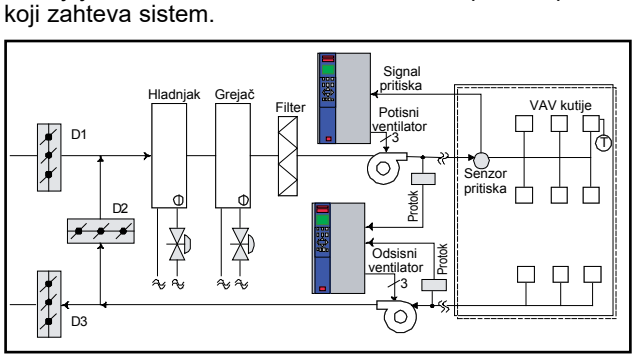
U tradicionalnom rešenju, postavljaju se regulacione žaluzine na potisni ili odsisni ventilator, ili se postavlja usisna blenda na ventilator (Inlet Guide Vanes, IGV) u klima-komorama, da bi se sprečio preveliki porast pritiska i da bi se ostvarila ušteda energije. Ovi uređaji rade tako što stvaraju otpor i pad pritiska vazduha koji ulazi u ventilacioni kanal, ili se smanjuje efikasnost ventilatora. Što se više VAV kutija u sistemu zatvara, to se i regulacione žaluzine više zatvaraju da bi se održao konstantan statički pritisak u kanalima. Regulacionim žaluzinama ili usisnim blendama za potisni i odsisni ventilator najčešće se upravlja iz regulatora, koji održava konstantan pritisak u potisnom ventilacionom kanalu, silazno od klima-komore, i fiksni diferencijalni protok vazduha između potisnog i odsisnog kanala. Blok-šema tradicionalne koncepcije ventilacionog sistema prikazana je na slici 1.




**Slika 1. Tradicionalna koncepcija ventilacionog sistema**

## Novi standard

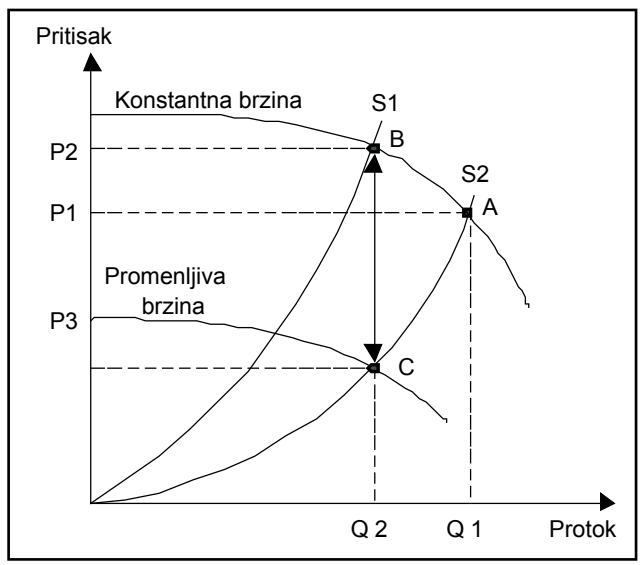
Dok regulacione žaluzine i usisne blende na ventilatorima održavaju konstantan pritisak u ventilacionom kanalu, rešenje primenom frekventnog pretvarača serije VLT® štedi mnogo više energije i smanjuje složenost instalacije. Umesto da se stvara veštački pad pritiska, ili da se uzrokuje smanjenje efikasnosti ventilatora, VLT frekventni pretvarač smanjuje brzinu ventilatora da bi obezbedio protok i pritisak koji zahteva sistem.




**Slika 2. Rešenje sa VLT frekventnim pretvaračem**

Centrifugalni uređaji kao što su ventilatori, ponašaju se u skladu sa centrifugalnim zakonima sličnosti. To znači da ventilatori proizvode manji pritisak i protok, kada je njihova brzina manja. Energija koju oni tada troše značajno je smanjena. Brzinom odsisnog ventilatora upravlja se pomoću frekventnog pretvarača tako da se održava konstantna razlika protoka vazduha između potisnog i odsisnog ventilacionog kanala. Napredni PID regulator, kao sastavni deo frekventnog pretvarača serije VLT® HVAC, može se koristiti za ovu namenu, čime se eliminiše potreba za dodatnim regulatorima.

Slika 3 grafički ilustruje razliku između rada ventilatora sa konstantnom brzinom sa odsisnom regulacionom žaluzinom i rada sa pogonom promenljive brzine, tj. sa frekventnim pretvaračem. Projektovana radna tačka, tačka A, koristi se samo u procentualno malom delu vremena, dok je većinu vremena potrebna smanjena količina protoka, u zavisnosti od profila opterećenja zgrade. Kada se potrebna količina protoka sistema smanjuje do vrednosti Q2, pri konstantnoj brzini, karakteristika sistema se pomera naviše, pomerajući radnu tačku po karakteristici ventilatora, do tačke B. Pritisak koji stvara ventilator u toj radnoj tački, P2, veći je nego što sistem zahteva i razliku moraju da apsorbuju žaluzine.




**Slika 3. Karakteristike ventilatora sa konstantnom brzinom i regulacionom žaluzinom i ventilatora sa promenljivom brzinom**

Pri radu sa promenljivom brzinom, karakteristika ventilatora se pomera duž karakteristike sistema. Uspostavlja se nova radna tačka C. Sada je postignut pritisak P3, što je vrednost koju sistem zahteva. Kako je snaga koju troši ventilator direktno srazmerna proizvodu protoka i pritiska, a obrnuto srazmerna efikasnosti ventilatora, razlika pritisaka između tačaka B i C proporcionalna je uštedi energije.

$$\text{Snaga [kW]} = \frac{\text{Protok x Pritisak}}{\text{Efikasnost ventilatora}}$$

Kao sporedna dobit, efikasnost ventilatora zadržava visoku vrednost kada se koriste pogoni sa promenljivom brzinom, a smanjuje se kada se koriste regulacione žaluzine ili usisne blende, što doprinosi dodatnoj uštedi energije.

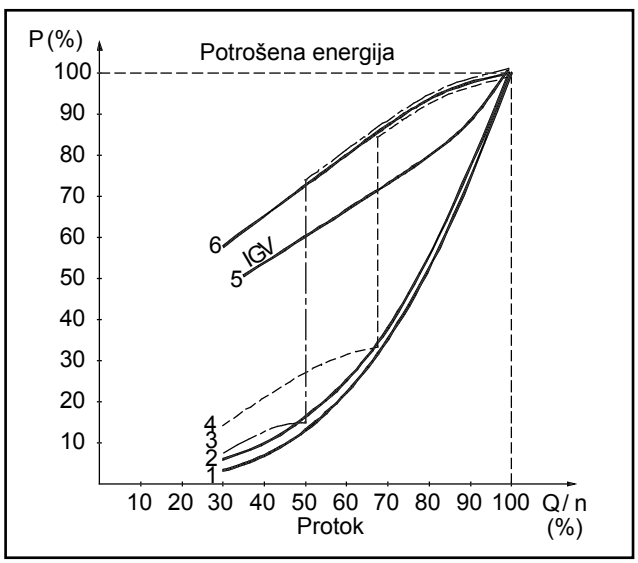
## Specifična potrošnja energije

Slika 4 ilustruje specifičnu potrošnju energije (potrebnu snagu) u slučaju promenljivog protoka, za nekoliko metoda regulacije. Kriva 1 prikazuje teorijsku potrošnju energije u skladu sa osnovnim „ventilatorskim zakonima“; kriva 2 je primenjeno rešenje sa frekventnim pretvaračem serije VLT®; krive 3 i 4 predstavljaju potrošnju energije za dvobrzinske motore sa regulacionim žaluzinama (za krivu 3 niža brzina motora odgovara polovini nominalne, dok za krivu 4 odgovara 2/3 nominalne); kriva 5 predstavlja potrošnju energije za motor sa konstantnom brzinom sa usisnom blendom na ventilatoru (IGV); kriva 6 predstavlja potrošnju energije za motor sa fiksnom brzinom i sa regulacionom žaluzinom. U svim navedenim slučajevima, frekventni pretvarači serije VLT® predstavljaju najoptimalnije rešenje.

## Profil opterećenja na godišnjem nivou

Da bi se izračunala moguća ušteda energije, mora se posmatrati profil stvarnog opterećenja. Profil opterećenja

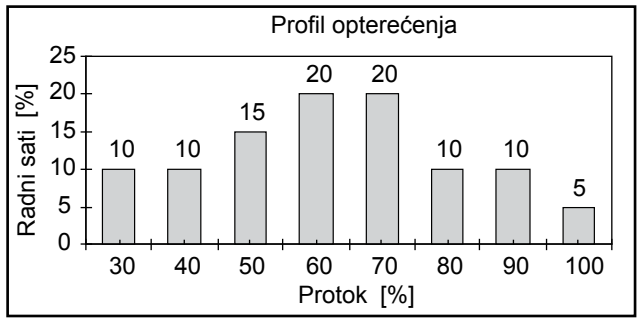
predstavlja količinu protoka koju sistem zahteva da bi zadovoljio svoje potrebe u toku izabranog karakterističnog dana ili vremenskog perioda koji se razmatra. Na slici 5 predstavljen je jedan tipičan profil opterećenja za VAV sistem. Ovaj profil može se menjati u zavisnosti od specifičnosti potreba svakog sistema, a u skladu sa lokacijom, granicama sigurnosti koje su korišćene u fazi projektovanja i drugim faktorima, ali predstavlja ugledan primer za slučaj normalnih sistema.




**Slika 4. Specifična potrošnja energije (potrebna snaga) za različite metode regulacije protoka**

## Primer proračuna uštede energije

U sledećem primeru proračuna uštede energije, prikazanom u tabeli 1, razmatran je ventilator snage 30 kW, upotrebljen u sistemu sa profilom opterećenja prikazanim na slici 5. Potrošnja energije u toku jedne godine rada računata je za jednu klima-komoru, poredeći rešenje sa primenom frekventnog pretvarača serije VLT®, sa rešenjem u kome se primenjuje regulaciona žaluzina, uz zadatu vrednost 10% očitavanja sa senzora. Rezultati proračuna pokazuju da se korišćenjem VLT® HVAC uštedi 143.624 kWh energije.



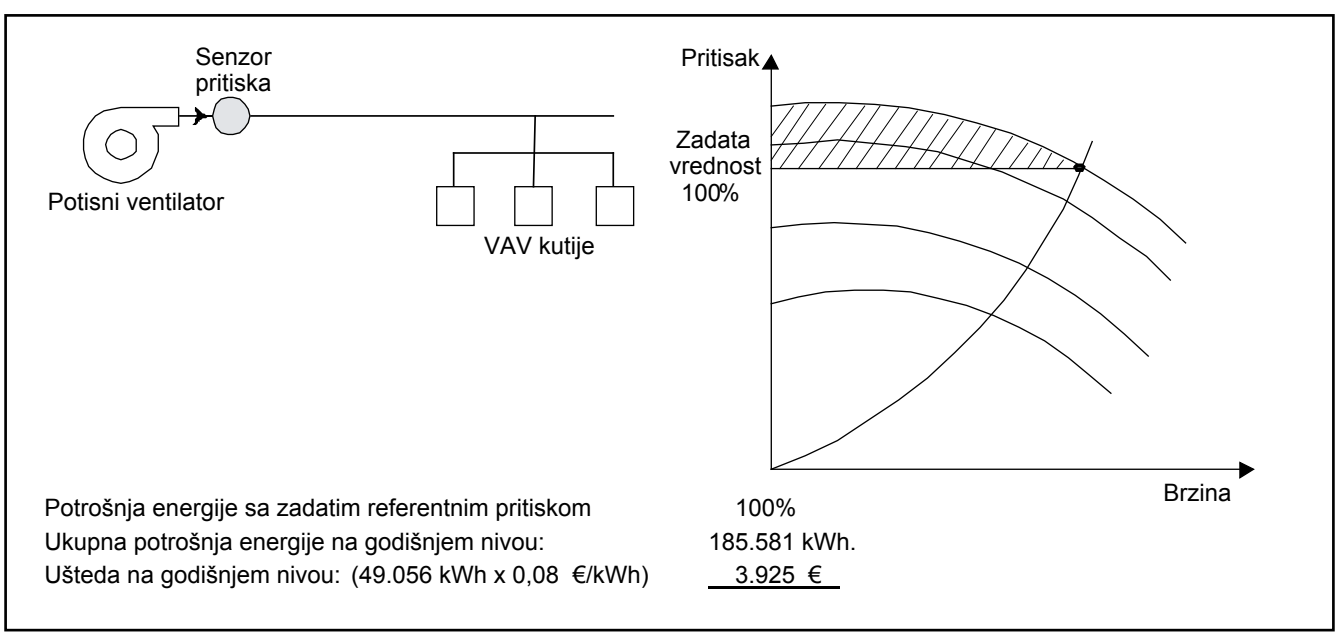

**Slika 5. Profil radnih sati sistema provedenih na izabranom protoku u funkciji protoka, na godišnjem nivou**

**Tabela 1. Proračun potrošene energije klima-komore sa ventilatorom snage 30 kW**

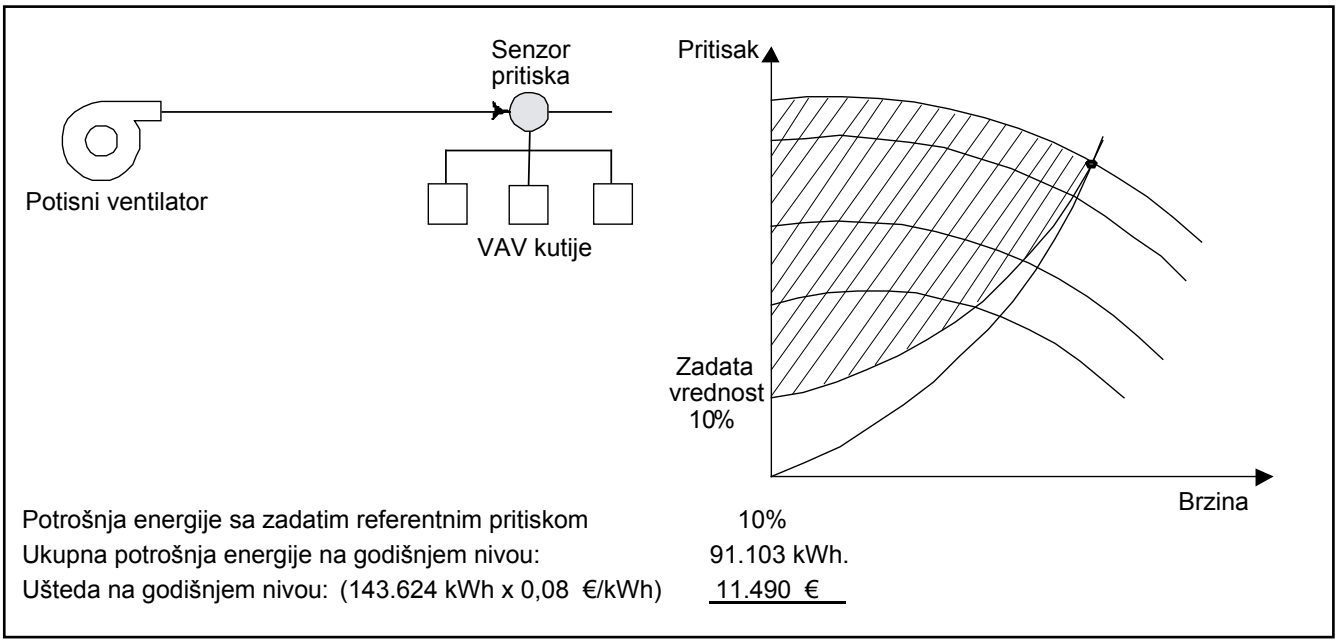
| Protok (%) | Časovi (%) | Časovi rada | Potrošena snaga (kW) | | Energija za motor ventilatora snage 30 kW | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Žaluzine | VLT® HVAC | Žaluzine | VLT® HVAC |
| 30 | 10% | 876 | 26 | 1 | 22 768 | 1 055 |
| 40 | 10% | 876 | 26 | 3 | 22 673 | 2 249 |
| 50 | 15% | 1314 | 26 | 5 | 34 122 | 6 077 |
| 60 | 20% | 1752 | 26 | 8 | 45 987 | 13 169 |
| 70 | 20% | 1752 | 27 | 11 | 46 842 | 19 990 |
| 80 | 10% | 876 | 27 | 17 | 24 059 | 14 464 |
| 90 | 10% | 876 | 28 | 23 | 24 952 | 20 224 |
| 100 | 5% | 438 | 30 | 31 | 13 235 | 13 786 |
| | 100% | 8 760 Časova | | | 234 637 kWh | 91 013 kWh |

## Tip i mesto postavljanja senzora

Dobro su poznate mogućnosti uštede energije u sistemu sa pravilno upotrebljenim frekventnim pretvaračem serije VLT®. Međutim, često se previđa značaj koji imaju tip i mesto postavljanja senzora za ovaj proračun. Da bi se ostvarile očekivane uštede energije, neophodno je da senzori budu pravilno postavljeni u sistemu.




**Slika 6a. Nepravilno postavljen senzor pritiska**




| | |
|---|---|
| Potrošnja energije sa zadatim referentnim pritiskom | 10% |
| Ukupna potrošnja energije na godišnjem nivou: | 91.103 kWh. |
| Ušteda na godišnjem nivou: (143.624 kWh x 0,08 €/kWh) | 11.490 € |

**Slika 6b. Senzor pritiska opstavljen na način koji obezbeđuje maksimalne uštede energije**

Za VAV sisteme, senzor pritiska treba da bude postavljen na 2/3 dužine dovodnog ventilacionog kanala, iza potisnog ventilatora u smeru kretanja vazduha.

Postavljanje senzora silazno od ventilatora omogućava nam da iskoristimo prednosti smanjenog otpora koje ventilacioni kanali imaju pri manjim količinama protoka, i dozvoljava korišćenje niže zadate vrednosti (vidi sliku 6b).

**Slika 7. Frekventni pretvarači serije VLT® HVAC proizvode se za opseg snaga od 1,1 kW do 500 kW**

Cilj sistema sa ventilatorom je da održi minimalno zahtevani statički pritisak na ulazu u VAV kutije. To omogućuje da VAV kutije pravilno rade i ravnomerno raspoređuju vazduh do regulisanih zona.

Zahtevani pritisak potisa ventilatora računa se dodavanjem statičkog pritiska, potrebnog za pravilan rad VAV kutija, na pad pritiska koji se očekuje u ventilacionom kanalu.

Na tako dobijeni pritisak dodaju se granice sigurnosti koje kompenzuju eventualne promene u projektu, do kojih može doći u toku postavljanja instalacije.

Kada se senzor statičkog pritiska postavi direktno iza potisnog ventilatora, predimenzionisanje ventilatora se može eliminisati, a podešavanje parametara sistema se pojednostavljuje.

Međutim, da bi se garantovao pravilan rad VAV kutija, mora se usvojiti vrednost za pad pritiska u ventilacionom kanalu pri maksimalnom protoku, iz čega proizilazi da je zadata vrednost za pritisak ista kao projektovana vrednost pritiska ventilatora (slika 6a).

Oblast između karakteristike regulacije i karakteristike sistema srazmerna je gubicima energije. Kada se potreban protok vazduha smanji, ventilator nastavlja da proizvodi istu visoku vrednost pritiska iako je pad pritiska u ventilacionim kanalima značajno smanjen.

To ima za posledicu da je pritisak na ulazu u VAV kutije viši nego što je potreban za njihov pravilan rad. Previsok pritisak, koji se javlja pri niskom protoku, uzrokuje gubitke energije, tako da se i pored uštede energije primenom rešenja sa promenljivom brzinom ventilatora, ukupan potencijal uštede energije ne koristi u potpunosti.

Kada se senzor pritiska postavi na 2/3 dužine kanala, iza ventilatora (gledano u smeru protoka vazduha), sistem automatski kompenzuje stvarnu vrednost pada pritiska u ventilacionom kanalu.

Kao rezultat, ventilator pruža vrednost pritiska potrebnog VAV kutijama, bez obzira na protok. Postavljanje senzora na ovaj način povećava uštedu energije.

Slika 6(a i b) pokazuje koliko postavljanje senzora može da utiče na uštedu energije. Što je niža minimalna vrednost referentnog pritiska, frekventni pretvarač može sporije da okreće ventilator, štedeći tako veće količine energije.

Za više informacija molimo posetite www.danfoss.co.yu ili pozovite:

*Danfoss d.o.o.*
*Treći bulevar 23, 11070 Novi Beograd*
*tibor.doza@danfoss.com*
*Tel. +381 11 3130 620 / lok. 114*
*Faks +381 11 3130 636*
*Mob. +381 63 332 989*