



TEHNIČKI PRIRUČNIK



OBEZBEĐIVANJE KOMFORA U PROSTORU

Sistemi za ventilaciju projektuju se tako da se stvore najbolji mogući uslovi u prostoru u kome ljudi borave, odnosno da se obezbedi željeni stepen ugodnosti. Najznačajniji faktori koji utiču na osećaj ugodnosti su:

- **temperatura**
- **relativna vlažnost**
- **brzina strujanja vazduha**
- **kvalitet vazduha**

Pored ovih, buka, osvetljenost prostora i boje su uticajni faktori sredine koji se mogu kontrolisati. Uzimanjem u obzir svih navedenih elemenata postiže se najveći mogući stepen komfora. Zato je najbolje da se kontroliše što veći broj pomenutih faktora.

Zadatak projektanta pri izboru sistema ventilacije je da uskladi sve ove elemente. Da bi se u potpunosti zadovoljili zahtevi korisnika značajno je da se ispravno izaberu odsinski ventilatori i dodatna oprema i da se pronađe i primeni najbolji sistem ventilacije, po prihvatljivim cenama. Međutim, moraju se uzeti u obzir i ostali faktori.

Pogledajmo koje su najpovoljnije vrednosti temperature i relativne vlažnosti vazduha za ostvarivanje komfornih uslova u prostoru.

TEMPERATURA

Opseg temperaturu pri kojima se ljudi najugodnije osećaju je dosta širok i kreće se od 19°C do 24°C. Optimalne temperature sobnog vazduha trebalo bi da budu:

Zimi: od 19°C do 23°C

Leti: od 20°C do 24°C

Pošto ljudsko telo odaje toplotu konvekcijom i zračenjem, temperatura okolnog vazduha je od velikog značaja za osećaj ugodnosti. Osećaj ugodnosti zavisi i od temperature okolnih zidova. Ovi uslovi se mogu lako ostvariti ako se korektno izračuna toplotno opterećenje. Razmotrimo uticaj svežeg vazduha koji se dovodi u prostoriju ispunjenu ljudima na toplotno opterećenje. To je interesantan primer za analiziranje ukupnog energetskog bilansa. Ali pre dimenzionisanja odsinskog ventilatora, značajno je da se utvrdi period u toku dana ili noći kada je prostor potpuno zauzet, pa tek prema tome odredi količina svežeg vazduha. Analiziranjem različitih krivih opterećenja, može se utvrditi da se one razlikuju u zavisnosti od tipa prostorije. Toplotno opterećenje se menja zavisno od namene prostora i doba dana. Na slici su prikazana tri primera toplotnog opterećenja: za bar, restoran i prodavnicu. Posmatrajući tri prikazane krive vidimo da se maksimalno toplotno opterećenje javlja u različito doba dana.

RELATIVNA VLAŽNOST

Za osećaj ugodnosti najbolje je da se relativna vlažnost vazduha u prostoriji kreće u granicama od 40% do 60%. Relativna vlažnost ispod 40% izaziva isušivanje sluzokozle i kože, a ako prelazi 60% dovodi do osećaja nelagodnosti, glavobolje i lepljivosti kože. Osećaj nelagodnosti se zapaža već i u graničnim vrednostima (40% i 60%).

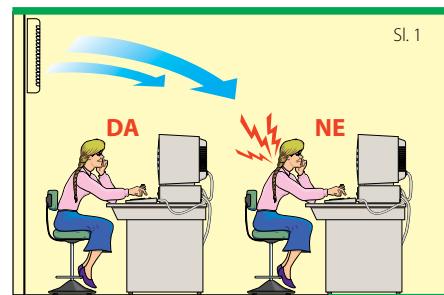
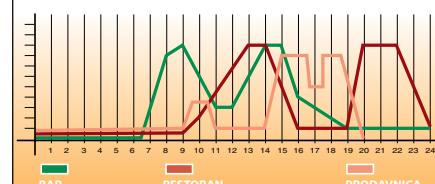
BRZINA STRUJANJA VAZDUHA

Brzinu strujanja vazduha treba da odredi projektant, tako što će odluku doneti u zavisnosti od tipa, i što je još važnije, od položaja odsinskih ventilatora i otvora za ubacivanje vazduha. Ljudsko telo je prirodno stvoreno tako da može da se prilagodi i da podnese umereni kretanje vazduha određenog pravca i brzine. Međutim, kada vazduh ne struji sa prednje strane javlja se osećaj neugodnosti i te slučajevi treba izbegavati. Ako se pravac strujanja vazduha ne može promeniti, onda njegova brzina treba da bude što je moguće manja: između 0,1 i 0,15 m/s.

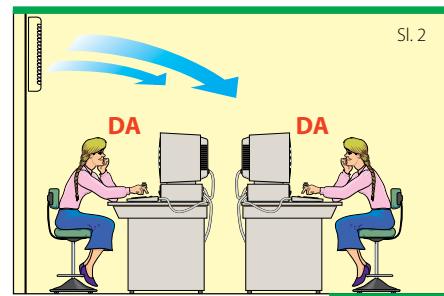
Da bi se ostvarili ovi zahtevi, najpre treba precizno utvrditi položaj ljudi i nameštaja u prostoriji. Time se izbegava osećaj nelagodnosti izazvan lošim usmeravanjem vazduha i sprečava da nameštaj i zidovi blokiraju vazdušnu struju. Da bi se ostvarila najpovoljnija cirkulacija vazduha u prostoru projektant treba da uradi sledeće:

- Utvrdi u kojim se delovima prostorije ljudi ne kreću (stacionarne zone);
- Utvrdi tačan položaj ljudi koji u prostoru sede da bi odredio da li vazduh na njih nastrujava sa prednje strane ili otpozadi (slika 1). Utvrdi u kojim se delovima prostora ljudi kreću (tranzitne zone);
- Odabere uređaje i elemente za ubacivanje i izvlačenje vazduha (odsinski ventilatori, rešetke itd.);
- Proveri da struja vazduha nije usmerena direktno na osobe koje sede (slika 2);
- Proveri brzinu strujanja vazduha u stacionarnim zonama u kojima se ljudi ne kreću.

PRIMERI TOPLOTNOG OPTEREĆENJA

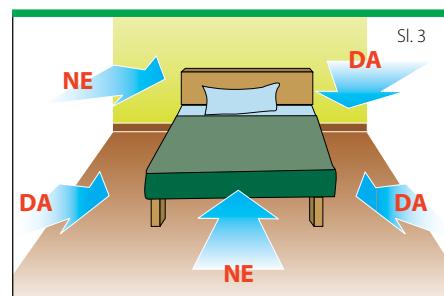


Sl. 1



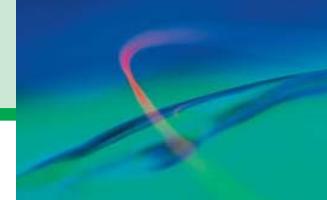
Sl. 2

Ljudi koji rade u sedećem položaju treba da izbegavaju da im vaduh strui s leđa (slike 1 i 2)



Sl. 3

Na slici 3 "DA" označava pravilan položaj struje vazduha u spavaćoj sobi, kancelariji, trpezariji itd. "NE" označava nepoželjan pravac. Ovo se odnosi i na ubacivanje i na izvlačenje vazduha.



KVALITET VAZDUHA

Nije tako lako utvrditi kvalitet vazduha u zatvorenom prostoru, jer je ljudima koji u njemu borave teško da odredе da li je vazduh koji udišu dobrog kvaliteta. Ovaj problem je složen jer postoji veliki broj izvora zagađenja koji emituju na hiljade gasovitih zagađivača. Kod ljudi koji borave u zgradama u kojima nisu preduzete odgovarajuće mere, može se javiti niz simptoma kao što su: glavobolja, crvenilo očiju, nadražaj kože, itd. Treba najpre da se tačno utvrdi šta se podrazumeva pod kvalitetom vazduha. To nije lako uraditi jer je vazduh kompleksan fluid koji se sastoji od raznih gasova koji u sebi sadrže različite čvrste čestice, kao što su mikrobi, polen, spore, prašina itd.

Sastav vazduha koji udišemo:

Komponenta	zapremskih procenata
Azot	78
Kiseonik	21
Ugljen dioksid	0,03
Ostalo	0,97

Ne može se govoriti uopšteno o kvalitetu vazduha, nego treba egzaktno utvrditi za koje je prostorije vazduh namenjen. Na primer, kvalitet vazduha koji se zahteva za kancelarije, je potpuno drugačiji od onog namenjenog za operacione sale. Zato je vrlo važno da se pre svega utvrdi koja je namena prostora koji se kondicionira. Na kvalitet vazduha utiču i ljudi koji u tom prostoru borave, jer oni pri disanju odaju toplotu, vodenu paru i ugljen dioksid, koji predstavljaju glavne izvore zagađenja.

Ukratko, da bi se prostor u kome ljudi borave smatrao komformnim, on treba da ispunjava sledeće uslove:

OPTIMALNE VREDNOSTI TEMPERATURE I RELATIVNE VLAŽNOSTI	
TEMPERATURA:	20°C–24°C
RELATIVNA VLAŽNOST:	40%–60%
BRZINA VAZDUHA:	0,15 m/s

Uslovi u prostoru se smatraju komformnim i kada je unutrašnja temperatura na graničnim vrednostima: 20°C i 24°C. Međutim, osećaj nelagodnosti se primećuje već na graničnim vrednostima relativne vlažnosti: 40% i 60%. U tom slučaju brzina strujanja vazduha mora biti manja ili jednaka 0,15 m/s.

OSTVARIVANJE KOMFORA IZMENJIVANJEM VAZDUHA

Uslovi ugodnosti mogu se ostvariti pomoću odsisnog ventilatora. Po nameni odsisni ventilatori se mogu svrstati u tri grupe:

1. Za ventilaciju stanova
2. Za poslovne prostore
3. Industrijski ventilatori

Protok vazduha predstavlja količinu vazduha koju treba odvesti ili dovesti u prostoriju tokom određenog vremenskog perioda. Obično se izražava u m^3/h , m^3/s ili l/s .

Izbor ventilatora zavisi od:

- vrste prostora: stambeni, poslovni, industrijski;
- zapremine prostorije
- vrste i svojstva vazduha koji cirkuliše:
 - čist vazduh
 - kontaminirani ili zagađeni vazduh
- mesta ugradnje ventilatora
 - ugrađen u zid i povezan na kanal
 - ugrađen u zid sa izbacivanjem direktno u atmosferu
 - ugrađen u prozor
 - specijalni ventilatori za kanale velike dužine
 - odsisni ventilatori za centralne sisteme
- položaj otvora za ubacivanje i izvlačenje vazduha
- temperature i relativne vlažnosti vazduha
- potrebnog protoka i napora
- dozvoljenog nivoa buke
- raspoloživog elektro napajanja: monofazno ili trofazno.

EFIKASNE METODE VENTILACIJE

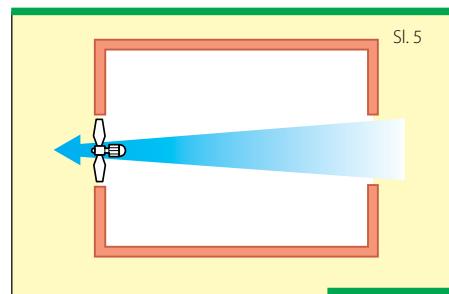
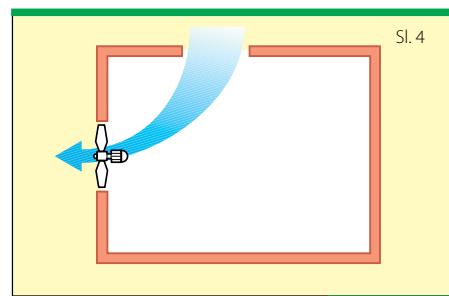
Kontrolisana ventilacija može se ostvariti na tri načina:

1. odsisavanjem vazduha
2. ubacivanjem vazduha
3. kombinacijom ubacivanja i izvlačenja

Izbor najpovoljnijeg metoda ventilacije zavisi od niza faktora, kao što su oblik i veličina prostorije koja se proverava, kao i zahtevani stepen odstranjivanja zagađivača.

ODSISAVANJE VAZDUHA

Ovo je jedan od najčešće primenjivanih načina ventilacije jer je najjednostavniji i najekonomičniji. Ustajao vazduh iz prostorije se izbacuje napolje i zamjenjuje spoljnim vazduhom koji ulazi u prostoriju. Efikasnost ventilacije zavisi od količine svežeg vazduha koji ulazi i distribuira se po prostoriji. Kod ovih sistema, sem što treba da se izvlači odeđena količina vazduha u datom vremenskom periodu, mora se obezbediti da otvori za ubacivanje i izvlačenje vazduha budu postavljeni tako da obezbede da ulazni svež vazduh oplahuje celu prostoriju. Ne sme doći do pojave kratke veze (slike 4 i 5).





Da bi se obezbedila dobra, ravnomerna ventilacija velikih prostorija, kod kojih se vazduh izvlači na samo jednom zidu, preporučuje se postavljanje kanala sa odsisnim rešetkama (Slike 6 i 7). U velikim prostorijama se umesto upotrebe samo jednog odsisnog ventilatora, preporučuje ugradnja dva ili više manjih ventilatora koji su u stanju da zajedno obezbede isti željeni efekat ventilacije. Korišćenjem više manjih ventilatora postiže se veća fleksibilnost sistema i smanjuje nivo buke koja se javlja u toku rada. Sistem za ventilaciju će biti efikasniji ako se otvori za dovođenje svežeg vazduha pravilno dimenzionisu. Po pravilu ovi otvori treba da budu postavljeni u nivou poda i na suprotnoj strani od otvora za izvlačenje vazduha. Ukupan poprečni presek otvora za dovođenje vazduha treba da je od 1,5 do 2 puta veći od otvora za izvlačenje. Usisni otvori nedovoljne veličine dovode do smanjenja količine svežeg vazduha koji se dovodi u prostoriju, a time i do loše ventilacije. Potrebna površina poprečnog preseka može se izračunati korišćenjem sledeće formule:

$$S \text{ (m}^2\text{)} = \frac{\text{Protok (m}^3/\text{h)}}{\text{Brzina na usisu (m/s)} \times 3600} \times \frac{100}{\% \text{ površine}}$$

Primer:

Prepostavimo da želimo da provetrvamo prostoriju koja zahteva protok od 420 m³/h pomoću ventilatora koji izbacuje vazduh direktno u atmosferu (Vortice® prozorski ventilator). Ako ugradimo nepokretnu usisnu rešetku za svež vazduh, čiji je efektivni presek 80% od ukupnog, pri brzini dovodnog vazduha od 1 m/s, dobija se sledeći rezultat:

$$S = \frac{420}{1 \times 3600} \times \frac{100}{80} = 0,1458 \text{ m}^2$$

Ovako dobijena vrednost predstavlja ukupnu površinu poprečnog preseka otvora za dovođenje svežeg vazduha.

UBACIVANJE VAZDUHA

Ova metoda je suprotna od prethodne, jer se spoljašnji vazduh ubacuje u prostoriju, umesto da se iz prostorije izbacuje napolje. Svež spoljni vazduh se ubacuje u prostoriju pomoću jednog ili više ventilatora. U ovom slučaju prostorija se nalazi pod

natpritiskom, tako da vazduh iz nje izlazi kroz otvore.

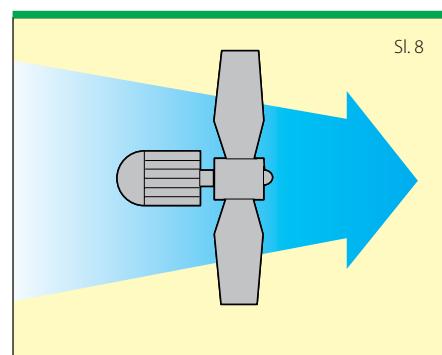
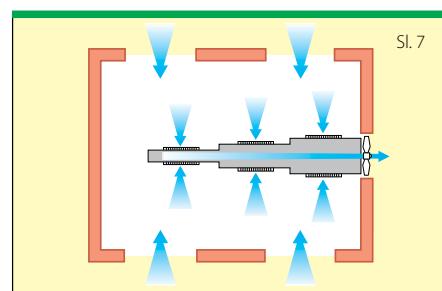
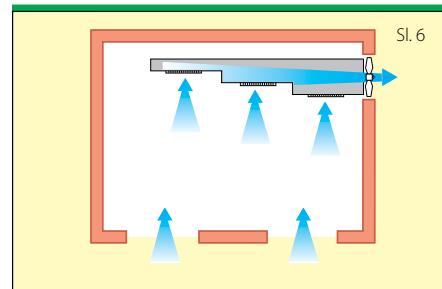
KOMBINACIJA UBACIVANJA I IZVLAČENJA VAZDUHA

Istovremenim korišćenjem obe napred navedene metode nastaje potpun sistem ventilacije. Ventilator za svež vazduh se postavlja na najpogodnije mesto u prostoriji, a ventilator za odsisanje tamo gde je najefikasniji. Pritom treba voditi računa da ubacni ventilator ima veći kapacitet, odnosno da je njegov protok za oko 20% veći od protoka odsisnog ventilatora. Ovim se postiže mali natpritisak u prostoriji i izbegava neželjena promjena.

VRSTE VENTILATORA

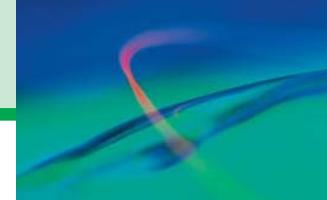
Pri projektovanju sistema ventilacije projektant stoji na raspolažanju razni tipovi ventilatora i izbor zavisi od vrste instalacije. Po tipu ventilatori se dele na:

- Aksijalne
- Centrifugalne
- Aksijalno-radijalne



AKSIJALNI VENTILATORI

Aksijalni ventilatori, koji se sastoje od kompleta fiksnih lopatica (slika 8), usisavaju vazduh sa zadnje strane a potiskuje ga napred, u pravcu vratila motora i paralelno sa svojom osom. Svaki ventilator se klasificiše prema broju lopatica i njihovom nagibu. Pošto su ovo srednjepritisni/niskopritisni ventilatori obično se ne upotrebljavaju u sistemima sa dugom kanalskom mrežom. Oni su najpogodniji za izbacivanje vazduha direktno u spoljnu sredinu. Srednjepritisni aksijalni ventilatori (serije MP i MPC) mogu se povezati na kraće kanale i filtere.



CENTRIFUGALNI VENTILATORI

Ovi ventilatori se u suštini sastoje od dva dela: radnog kola (rotora) i oblikovanog kućišta. Vazduh se usisava paralelno sa osom ventilatora, a potiskuje upravno na osu (slika 9). Radne karakteristike određenog ventilatora zavise od oblike i broja lopatica. Kod niskopritisnih ventilatora lopatice su obično unapred zakrivljene, tako da se vazduh kreće sporo, a samim tim i tiho. Ventilatori koji treba da savladaju veće padove pritiska imaju unazad zakrivljene lopatice i mogu se priključiti na duže kanale ili sisteme za filtriranje.

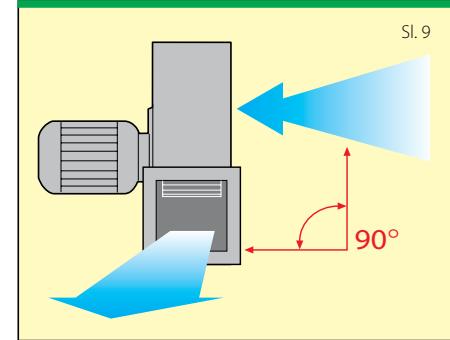
IN-LINE CENTRIFUGALNI VENTILATORI

Ovi ventilatori imaju rotor sa unazad zakrivljenim lopaticama kao i centrifugalni ventilatori. I oni (kao i centrifugalni), imaju oblikovano kućište, ali kod njih vazduh struji paralelno sa osom ventilatora (kao kod aksijalnih ventilatora). U zavisnosti od tipa ventilatora oni mogu biti srednjepritisni ili visokopritisni. Ovi ventilatori su namenjeni za kanalsku ugradnju, a mogu se ugradivati na početku, na kraju ili u sredini kanala (slika 10).

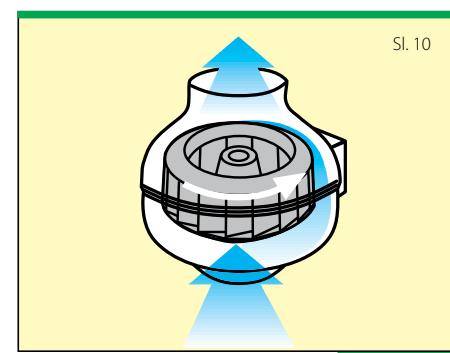
KAKO ODABRATI PRAVI VENTILATOR?

Da bi se izabralo najpogodniji ventilator za neku prostoriju, potrebno je najpre utvrditi preporučeni broj izmena vazduha prema nameni prostorije, koje su date u tabeli na sledećoj strani. Da bi se izračunao potreban protok vazduha treba pomnožiti zapreminu prostorije brojem potrebnih izmena vazduha. To je jednostavan postupak koji se koristi da bi se odredilo koji ventilator najbolje ispunjava potrebe prostora koji se proveravlja. Kada nije moguće izbacivanje vazduha direktno u atmosferu, ventilator se mora priključiti na kanalsku mrežu, što izaziva smanjenje kapaciteta usled dodatnog pada pritiska kao posledice trenja, koje zavisi od:

- **dužine kanala**
- **hrapavosti unutrašnjih površina kanala**
- **promene pravca strujanja vazduha, odnosno ugrađenih kolena, redukcija ili filtera**



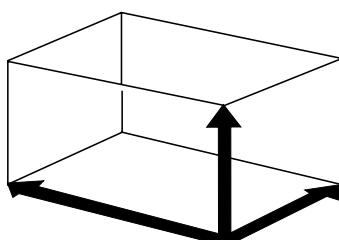
Sl. 9



Sl. 10

KAKO SE ODREĐUJE POTREBAN PROTOK VAZDUHA?

Treba najpre izračunati zapreminu prostorije (m^3) = dužina x širina x visina prostorije.



Primer:

Posmatrajmo bar širine 4 metra, dužine 7 metara i visine 3 metra. Da bismo odredili potrebnu količinu vazduha za ventilaciju treba da prvo izračunamo zapreminu prostorije: $4 \times 7 \times 3 = 84 m^3$. Tada se korišćenjem podataka datih u Tabeli sa preporučenim brojem izmena vazduha na sat može odrediti neophodan kapacitet odsisavanja.

Preporučeni broj izmena vazduha na sat	
Banke	2-5
Barovi/kafei	10-12
Laboratorije	4-6
Perionice	10-15
Kantine	8-12
Bolnice/klinike	4-6
Restorani brze hrane	15-25
Restorani	10-15
Konferencijske sale	8-10
Kancelarije	6-8
Bilijsar sale/igraonice	6-8
Prodavnice/supermarketi	8-10
Mračne komore/rentgen	10-15
Učionice	2-4

U tabeli je za ovu vrstu prostorija preporučeni broj izmena 10 do 12, što znači da treba izabrati ventilator koji može odsisati najmanje $840 m^3/h$ ($233 l/s$). Ovo je dobijeno množenjem zapremine prostorije potrebnim brojem izmena vazduha za barove i kafee.

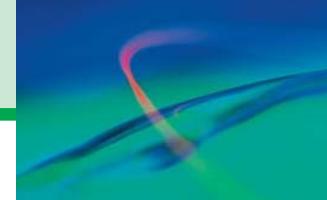
$$\text{Pretvaranje } l/s \text{ u } m^3/h: \\ l/s \times 3,6 = m^3/h$$

Prethodno navedena tabela može se koristiti samo orientaciono. Bolje je usvojiti nešto veći protok vazduha nego preuzeti rizik da ventilacija ne bude zadovoljavajuća.

TABELA BROJA IZMENA VAZDUHA PREMA VRSTI PROSTORIJE

VRSTA PROSTORIJE		Broj izmena vazduha na sat
Stambene zgrade	Kupatila Spavaće sobe Podrumi Kuhinje Dnevne sobe Pomoćne prostorije	6-10 2-4 3-10 10-20 3-6 15-20
Poslovni prostori	Trpezarije Konferencijske sale Ulazni holovi i hodnici Kancelarije Toaleti	8-12 8-12 3-5 6-10 6-10
Javni objekti	Skupne dvorane Crkve Bioskopi i pozorišta Stomatološke ordinacije Bolnice, sterilizacija i odeljenja Perionice Amfiteatri Biblioteke Učionice	4-10 1-3 6-15 12-15 Preporuke DHSS Velika Britanija 6-15 6-10 3-5 4-7
Barovi, restorani, balske dvorane	Banket sale Klubovi Barovi u hotelima Barovi u javnim objektima Restorani Plesne dvorane	10-15 12-14 6-10 8-12 8-15 12-14
Prodavnice i robne kuće	Pekare Banke/društvene prostorije Kafei i kafe barovi Frizerski salni Perionice Prodavnice i supermarketi	20-30 4-8 10-15 10-15 10-30 8-15
Sportski objekti	Bilijar sale Svlačionice Teretane Tuševi Dvorana za skvoš	6-8 6-10 6-8 15-20 4-6
Industrijski objekti	Kotlarnice Prostorije za smeštaj kompresora Mlekare Radionice za galvanizaciju Mašinske sale Fabrike i radionice Livnice Fabrike stakla Komerčialne kuhinje Laboratorije Uzgajališta pečurki Mračne komore (fotolaboratorije i rentgen sale) Studija za snimanje Komandne sobe Robne kuće i skladišta Radionice za zavarivanje	15-30 10-20 8-10 10-12 15-30 6-10 15-30 45-60 min 30 4-15 6-10 10-15 15-25 10-12 3-6 15-30

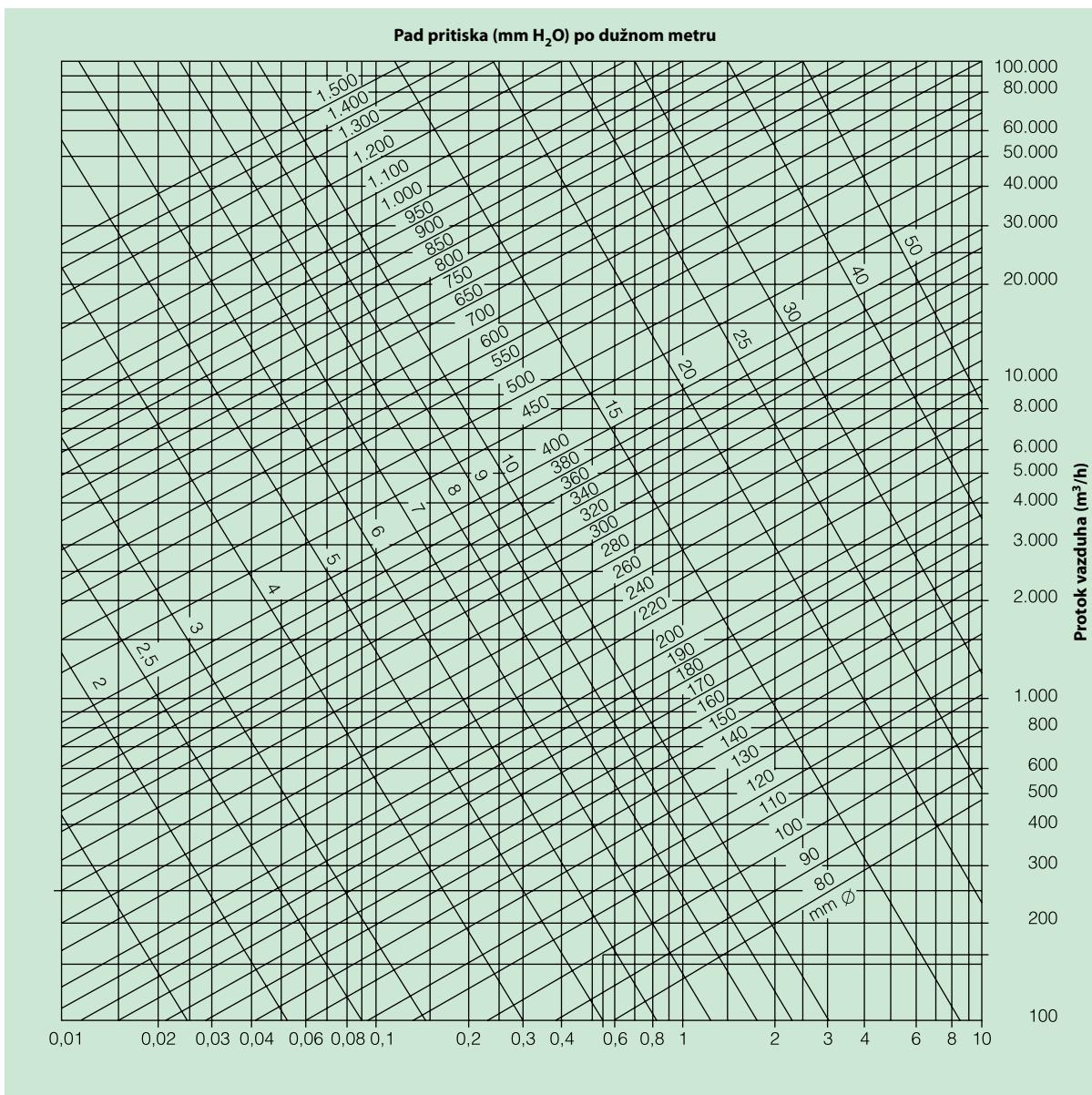
Nota Bene: Ukoliko je u prostorijama dozvoljeno pušenje, navedeni broj izmena vazduha treba povećati za 50%. Lokalni propisi imaju prednost nad navedenim preporukama za broj izmena vazduha.

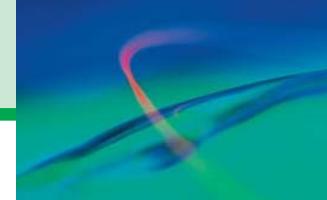


KAKO SE KORISTI DIJAGRAM PADA PRITISKA PRI STRUJANJU VAZDUHA KROZ KANALE

1. Odabrati dijagonalnu liniju koja predstavlja prečnik kanala izražen u milimetrima
2. Pronaći presek te linije sa horizontalnom linijom za željeni protok vazduha
3. Kroz ovu presečnu tačku prolazi vertikalna linija koja označava pad pritiska izražen u milimetrima vodenog stuba ($\text{mm H}_2\text{O}$) po dužnom metru kanala (pod pretpostavkom da je kanal idealno gladak i da nema krivina i kolena).
4. Množenjem tako određenog pada pritiska sa ukupnom dužinom kanala dobija se ukupni pad pritiska u pravoj deonici kanala. Da bi se izračunao pad pritiska u ugrađenim krivinama i kolenima može se smatrati da je pad pritiska u svakoj krivini ili kolenu ekvivalentan padu pritiska jednog metra kanala.

DIJAGRAM PADA PRITISKA





STAMBENE ZGRADE

UVOD

Ažuriran i proširen sa 14 na 56 strana, novi Deo F (uređaji za ventilaciju) Propisa u zgradarstvu, stupio je na snagu 6. aprila 2006. godine i primenjuje se u Engleskoj i Velsu. Novi deo L (Ušteda goriva i energije) mada izuzetno značajan i kompleksan, nema uticaja na uputstva sadržana u Delu F, sve dok zaptivenost zgrade ima standardom propisane minimalne vrednosti od $10 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$. Novi Deo F Propisa u zgradarstvu prikazuje četiri glavne metode ventilacije i daje primere dobre prakse za izbor položaja i ugradnju izabranih uređaja zajedno sa kanalima i rešetkama.

GLAVNE IZMENE I NAJZNAČAJNIJI DELOVI SU:

Sistem 1. – Otvor za prirodnu ventilaciju i odsisni ventilatori koji rade povremeno. Ovo je i dalje najnedostavniji i najekonomičniji način ventilacije, koji je u saglasnosti sa propisima. Mada nema izmena u pogledu propisanih količina vazduha koje se odsisavaju iz kuhinja, pomoćnih prostorija, kupatila i sanitarnih prostorija, važno je naglasiti da u članu 1.4 stoji: "Količine vazduha su propisane za kompletну instalaciju" koja treba da bude ispitana u skladu sa Standardima navedenim u tabeli 1.6 (Metode ispitivanja radnih karakteristika). Svi Vortice ventilatori poseduju sertifikat koji izdaje IMQ institute i u saglasnosti su sa odgovarajućim delom EN13141. Sve spoljne rešetke i kape su usaglašene sa propisima, a kanalska mreža koju isporučuje Vortice je nezavisno ispitana, tako da su poznati otpori u sistemu. Da bi Vortice mogao dati funkcionalnu garanciju za radne karakteristike ugrađenog sistema, potrebno je da ventilatori i sva dodatna oprema budu istog proizvođača.

Druga značajna izmena, uslovljena sve boljom zaptivenošću zgrada, je zahtev za povećanom izmenom vazduha putem otvora za prirodnu ventilaciju. Količina izmenjenog vazduha određena je tako da je prilagođena svim vrstama sistema ventilacije. Kod ovog sistema treba da postoje otvori za prirodnu ventilaciju u svakoj prostoriji.

Sistem 2. – Pasivna ventilacija efektom uzgonske sile. Ovdje nema značajnijih izmena u zahtevima. Proizvodi Vortice ne koriste se u ovom sistemu.

Sistem 3. – Kontinualno prinudno odsisavanje vazduha.

Kod ove metode mogu se primeniti centralni odsisni sistemi kao što je VMC Eco, ili pojedinačni ventilatori kao npr. ventilatori iz serije Habitat u svim "vlažnim" prostorijama – mokrim čvorovima. Nivo odsisavanja više nije određen zahtevom od $0,5 \text{ izmena}$ vazduha na sat za ceo stan, ali se zahteva da se obezbedi "Minimalna gornja vrednost protoka vazduha" u zavisnosti od namene prostorije (za kuhinje 13 l/s , za pomoćne prostorije i kupatila 8 l/s , a za toalete samo 6 l/s). "Minimalna donja vrednost protoka vazduha" određuje se usvajanjem vrednosti iz tabele 1.1b u l/s u zavisnosti od broja spačnih soba. Ta količina ne može biti manja od $0,3 \text{ l/s}$ po m^2 unutrašnje površine (za sve spratove) s tim što se još mora dodati količina od 4 l/s vazduha koji se odsisava za svakog dodatnog čoveka iznad predviđena dva za prvu spačušbu i iznad jednog za svaku narednu. Kod ovog sistema treba da postoje otvori za prirodnu ventilaciju u prostorijama u kojima se duže boravi (odnosno u onima iz kojih se ne izvlači vazduh).

Sistem 4. – Kontinualno prinudno ubacivanje i odsisavanje sa rekuperacijom topote.

Za ovaj sistem koriste se slični proračuni i podaci iz istih tabela kao kod sistema 3, s tom razlikom što se mora obračunati dodatak na infiltraciju vazduha. Treba naglasiti da ovaj sistem ne zahtevaj otvore za prirodno dovođenje vazduha.

PRAVILNA UGRADNJA UREĐAJA JE PREDUSLOV DOBRE VENTILACIJE

Tabela 1.4. Položaj uređaja za ventilaciju u prostoriji

Bitni saveti kojih se treba pridržavati:

Kuhinjska hauba treba da se nalazi 650 do 750 mm iznad ploče štednjaka. Odsisni ventilatori i elementi za izvlačenje vazduha treba da se postavljaju na što većoj visini i po mogućnosti na manje od 400 mm ispod tavanice.

Ako se u istoj prostoriji nalaze ventilatori i otvori za prirodno provetranje, oni moraju biti udaljeni najmanje pola metra.

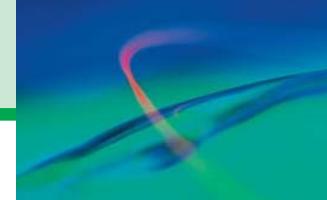
Dodatak E – Primeri dobre prakse
Uputstvo za ugradnju ventilatora u stanovima

Bitni saveti kojih se treba pridržavati:

- 1) Mora se obezbediti prestrujavanje vazduha kroz zazor ispod vrata od 10 mm .
- 2) Ventilatori koji su postavljeni i kanali koji prolaze kroz negrejane prostorije ili potkovlja treba da se izoluju...
- 3) Ako je kanal postavljen vertikalno možda je potrebno ugraditi otvor za pražnjenje kondenzata ...
- 4) Horizontalne kanale, uključujući i one koji prolaze kroz zid treba ugraditi sa blagim padom u pravcu strujanja...
- 5) Fleksibilna creva ne treba da budu sabijena...
- 6) Unutrašnji radius kolena mora biti veći ili jednak prečniku priključenog kanala... t.j. za kanal prečnika 100 mm potreno je da spuštena tavanica bude najmanje 200 mm visine.
- 7) Centrifugalni ventilatori mogu se koristiti za izvlačenje vaduha na veće visine (iznad tri sprata) ili na mestima gde je potrebno da savladaju pritisak vatra.

Dodatak F – Smanjivanje ulaska spoljnih zagađivača u zgrade u gradskim sredinama
Da bi se ovo ostvarilo treba se pridržavati sledećih preporuka:
Bez obzira koji se sistem ventilacije koristi, treba obezbediti da vazduh koji se dovodi u prostoriju nije zagađen.
Položaj otvora za izbacivanje vazduha isto je toliko značajan kao i položaj otvora za uzimanje svežeg vazduha.
Oni treba da budu postavljeni tako da se svede na najmanju meru mogućnost vraćanja otpadnog vazduha u zgradu ili ulaska u susedne zgrade...

Vortice garantuje radne karakteristike za sve sisteme ventilacije koji se izvedu prema njihovim projektima. Probleme koji se mogu javiti kod nestandardnih kombinacija najlakše je izbeći ako se oni rešavaju već u fazi projektovanja.



SISTEM 1

OTVORI ZA PRIRODNU VENTILACIJU I ODSISNI VENTILATORI KOJI RADE POVREMENO

Odsisni ventilatori, čije se karakteristike biraju u zavisnosti od njihovog položaja, treba da budu postavljeni u svim "vlažnim" prostorijama (kuhinje, kupatila, toaleti). Otvori za prirodnu ventilaciju dimenzionisani prema broju spavačih soba i broju ljudi koji u njima borave, treba da postoje u svim prostorijama.

POVREMENO ODSISAVANJE VAZDUHA

- Odrediti potreban protok vazduha koji se povremeno izvlači prema **Tabeli 1.1A**.
- Prirodna ventilacija (kroz prozore) po препорукама ADF (dodatak B) može se koristiti za sanitarnе просторије, kada то dozvoljavaju uslovi bezbednosti



OTVORI ZA PRIRODNO DOVOĐENJE VAZDUHA

- Odrediti veličinu otvora za prirodno dovođenje vazduha iz **Tabele 1.2.A.** (koja se odnosi na porodične kuće i višespratnice sa više od 4 sprata + prizemlje)
- Za porodične kuće koje imaju do 4 sprata + prizemlje treba dodati još 5000 mm^2 ekvivalentne površine na vrednosti date u tabeli.

Tabela 1.1 A

Prostorija	Minimalni protok vazduha pri povremenoj ventilaciji	Protok vazduha pri kontinualnoj ventilaciji	
		Minimalna gornja vrednost protoka vazduha	Minimalna donja vrednost protoka vazduha
Kuhinja	30 l/s (u blizini haube) ili 60 l/s (na drugom mestu)	13 l/s	Ukupni protok vazduha ne sme biti manji od protoka vazduha za ceo stan prema Tabeli 1.1.B
Pomoćna prostorija	30 l/s	8 l/s	
Kupatilo	15 l/s	8 l/s	
Toalet	6 l/s		

Tabela 1.2 A

Ukupna spratna površina (m^2)	Broj spavačih soba				
	1	2	3	4	5
<50	25,000 mm^2	35,000 mm^2	45,000 mm^2		
50 - 60	25,000 mm^2	30,000 mm^2	40,000 mm^2		
60 - 70	30,000 mm^2	30,000 mm^2	35,000 mm^2	45,000 mm^2	55,000 mm^2
70 - 80	35,000 mm^2	35,000 mm^2	35,000 mm^2		
80 - 90	40,000 mm^2	40,000 mm^2	40,000 mm^2		
90 - 100	45,000 mm^2	45,000 mm^2	45,000 mm^2		
>100	Dodati po 5000 mm^2 za svakih dodatnih 10 m^2 površine poda				



SISTEM 3

KONTINUALNO PRINUĐENO ODSISAVANJE VAZDUHA

Za kontinualnu prinudnu ventilaciju mogu se koristiti centralni odsisni sistemi koji se smeštaju ili u potkrovle ili u pomoćne prostore, kao i pojedinačni ventilatori. Njihovi parametri se određuju u zavisnosti od njihovog položaja, od broja spavačih soba, broja stanara i površine stana i moraju se postaviti u svaku "vlažnu" prostoriju. U svim prostorijama u kojima se duže borave treba da postoje otvori za prirodno dovođenje vazduha.

KONTINUALNO ODSISAVANJE VZDUHA

1. Odrediti potreban protok vazduha za ceo stan iz **Tabele 1.1B**
2. Izračunati potreban protok vazduha za ceo stan pri kontinualnoj ventilaciji i maksimalnom opterećenju dodajući "Minimalne gornje vrednosti protoka vazduha" iz **Tabele 1.1A za sve prostorije**.
3. Zahtevani protoci treba da su:
 - Maksimalni protok (pri najvećoj brzini ventilatora) je veći od 1 ili 2 (i ne sme biti manji od "Minimalne gornje vrednosti protoka vazduha" iz **Tabele 1.1A**)
 - Minimalni protok ne smi biti manji od protoka vazduha za ceo stan iz **Tabele 1.1B**



OTVORI ZA PRIRODNO DOVOĐENJE VZDUHA

Za svaku prostoriju u kojoj ljudi duže borave treba obezdati kontrolisano prirodno dovođenje vazduha kroz otvore minimalne ekvivalentne površine od 2500 mm^2 .

Za savete u vezi buke obratite se tehničkom odelenju Vortice.

Tabela 1.1 A

Prostorija	Minimalni protok vazduha pri povremenoj ventilaciji	Protok vazduha pri kontinualnoj ventilaciji	
		Minimalna gornja vrednost protoka vazduha	Minimalna donja vrednost protoka vazduha
Kuhinja	30 l/s (u blizini haube) ili 60 l/s (na drugom mestu)	13 l/s	Ukupni protok vazduha ne smi biti manji od protoka vazduha za ceo stan prema Tabeli 1.1.B
Pomoćna prostorija	30 l/s	8 l/s	
Kupatilo	15 l/s	8 l/s	
Toalet	6 l/s		

Tabela 1.1 B

Ukupna spratna površina (m^2)	Broj spavačih soba				
	1	2	3	4	5
Protok vazduha za ceo stan ili kuću (l/s)	13	17	21	25	29
Minimalna vrednost za svaki stan $0,3 \text{ l/s}$ po m^2 površine poda					

Minimalni protok vazduha ne smi biti manji od $0,3 \text{ l/s}$ po m^2 neto površine poda (obuhvata sve spratove, npr. za zgradu sa dve etaže, treba sabrati površinu prizemlja i prvog sprata).

Proračun je zasnovan na pretpostavci da u glavnoj spavačoj sobi borave dve osobe i po jedna u svakoj narednoj. Ako se очekuje da u nekoj sobi boravi više ljudi, treba dodati po 4 l/s po čoveku.



SISTEM 4

KONTINUALNO PRINUĐENO UBACIVANJE I ODSISAVANJE VAZDUHA SA REKUPERACIJOM TOPLOTE

Centralni sistem za ubacivanje i izvlačenje vazduha za kontinualnu uravnoteženu ventilaciju, smešten u potkroviju ili u pomoćnom prostoru. Ugrađeni razmenjivač toplice vrši rekuperaciju toplosti energije iz otpadnog vazduha, koja bi inače bila izgubljena. Ako se primjenjuje ovaj sistem nema potrebe da se u stanu postavljaju otvorovi za prirodno dovođenje vazduha.

KONTINUALNO UBACIVANJE I ODSISAVANJE VAZDUHA

1. Odrediti potreban protok vazduha za ventilaciju celog stana (kuće) iz **Tabele 1.1B**
Zbog infiltracije treba oduzeti
 - za višespratnice: $0,04 \times$ ukupna grejana zapremina stana (m^3)
 - za porodične kuće: $0,06 \times$ ukupna grejana zapremina stana (m^3)
2. Izračunati potreban protok vazduha za ceo stan pri kontinualnoj ventilaciji i maksimalnom opterećenju dodajući "Minimalne gornje vrednosti protoka vazduha" iz **Tabele 1.1A** za sve prostorije.
3. Potrebni protoci treba da su:
Za maksimalni protok odvedenog vazduha (pri najvećoj brzini ventilatora) uzima se veća od dobijenih vrednost prema tački 1 i 2.
Minimalni protok vazduha koji se izvlači iz određene prostorije ne sme biti manji od vrednosti "Minimalnih gornjih vrednosti protoka vazduha" iz **Tabele 1.1A**
Minimalni protok vazduha koji se ubacuje ne sme biti manji od protoka vazduha za ventilaciju celog stana iz tačke 1.
4. Kod ovog sistema nema potrebe za otvorima za prirodnu ventilaciju.

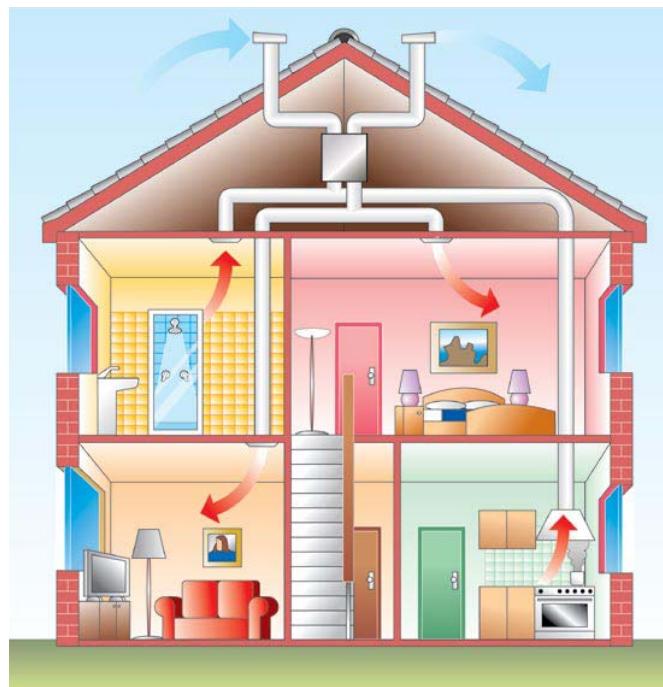


Tabela 1.1 A

Prostorija	Minimalni protok vazduha pri povremenoj ventilaciji	Protok vazduha pri kontinualnoj ventilaciji	
		Minimalna gornja vrednost protoka vazduha	Minimalna donja vrednost protoka vazduha
Kuhinja	30 l/s (u blizini haube) ili 60 l/s (na drugom mestu)	13 l/s	Ukupni protok vazduha ne sme biti manji od protoka vazduha za ceo stan prema Tabeli 1.1.B
Pomoćna prostorija	30 l/s	8 l/s	
Kupatilo	15 l/s	8 l/s	
Toalet	6 l/s		

Tabela 1.1 B

Ukupna spratna površina (m^2)	Broj spavačih soba				
	1	2	3	4	5
Protok vazduha za ceo stan ili kuću (l/s)	13	17	21	25	29
Minimalna vrednost za svaki stan $0,3 \text{ l/s}$ po m^2 površine poda					

Minimalni protok vazduha ne sme biti manji od $0,3 \text{ l/s}$ po m^2 neto površine poda (obuhvata sve spratove, npr. za zgradu sa dve etaže, treba sabrati površinu prizemlja i prvog sprata).

Proračun je zasnovan na pretpostavci da u glavnoj spavaćoj sobi borave dve osobe i po jedna u svakoj narednoj. Ako se očekuje da u nekoj sobi boravi više ljudi, treba dodati po 4 l/s po čoveku.

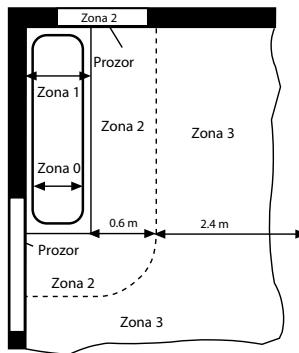


Primer rasporeda i dimenzija bezbednosnih zona

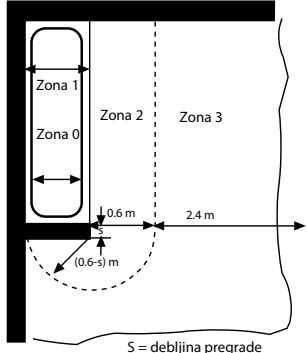
Sl. 610 A i 610 B

Horizontalne projekcije (osnove)

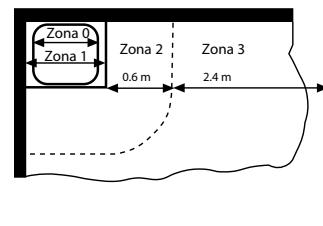
a) Kada za kupanje



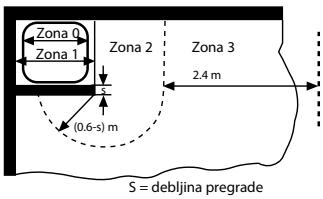
b) Kada za kupanje sa pregradnim zidom



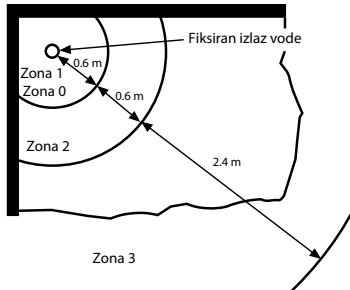
c) Tuš - kada



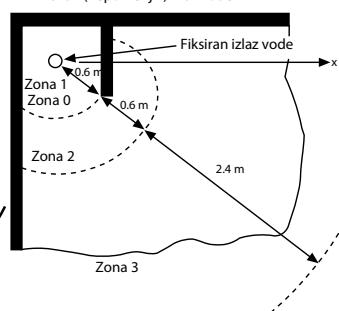
d) Tuš - kada sa pregradnim zidom

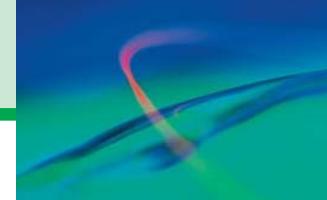


e) Tuš bez kade



f) Tuš bez kade, ali sa pregradnim zidom - fiksiran (nepomerljiv) izlaz vode



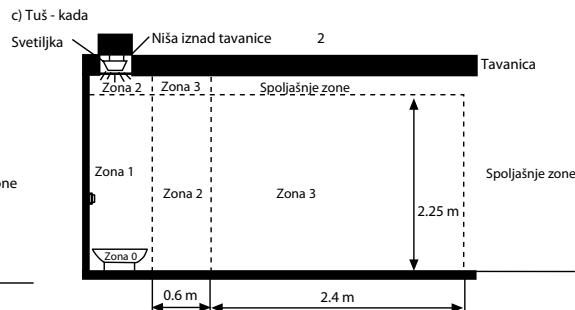
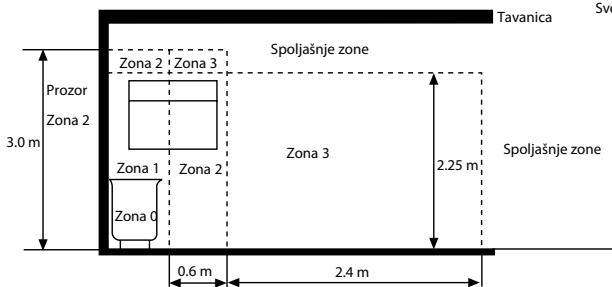


Vertikalni preseci

Sl. 601 B - Primeri rasporeda i dimenzija bezbednosnih zona (Vertikalni preseci)

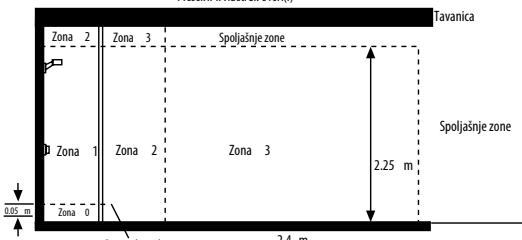
NIJE U RAZMERI (Za definicije zona videti propis 601-02-01)

a) Kada za kupanje



f) Tuš bez kade, ali sa pregradnim zidom – fiksiran (nepomerljiv) izlaz vode

Presek x-x videti Sl. 610A(f)



* Zona 1 ako je prostor pristupačan bez upotrebe alata

* Zona 1 ako je prostor pristupačan bez upotrebe alata.

Crteži su dati sa dozvolom IEE-a



VRSTE INDUSTRIJSKE VENTILACIJE

Sistem industrijske ventilacije može se dimenzionisati na više načina. Najjednostavniji i najčešće primenjivani način je tzv. metod "konstantnog pada pritiska", kod koga se pad pritiska po dužnom metru kanala zadržava nepromjenjivim u svim deonicama kanalske mreže, počev od deonice najbliže ventilatoru. Pojedine deonice kanalske mreže treba dimenzionisati u zavisnosti od protoka vazduha tako da jedinični pad pritiska (po dužnom metru) bude konstantan (kao kod niskopritisne mreže sa simetričnim rasporedom kanala).

Sledi obrazac za izračunavanje pada pritiska u niskopritisnim kanalima kružnog preseka:

$$\Delta p = 3,9 \times f \text{ (LD 1,22)} V 1,82$$

gde su:

Δp = pad pritiska izražen u Pa
 f = Koeficijent hravavosti unutrašnje površine kanala (iznosi 0,9 za pocinkovani lim)

L = dužina kanala u metrima
 D = prečnik kružnog kanala ili ekvivalentni prečnik pravougaonog kanala
 V = brzina vazduha u kanalu u m/s
 Posmatrajmo, na primer, sistem sa rasporedom kanala, prikazan na slici 11, i uzmiimo da je ukupni protok vazduha od $1300 \text{ m}^3/\text{h}$ raspoređen po deonicama na sledeći način:

B = $200 \text{ m}^3/\text{h}$

D = $500 \text{ m}^3/\text{h}$

C = $300 \text{ m}^3/\text{h}$

E = $300 \text{ m}^3/\text{h}$

Posmatrajmo slučaj konstantnog pada pritiska od $0,8 \text{ Pa/m}$ i usvojimo dužine pojedinih deonica kanala: 1,2,3,4,5,6,7. Za željene protote i brzinu vazduha na izlazu iz kanala možemo izračunati potrebne prečnike za svaku deonicu kanalske mreže.

Pošto nije praktično koristiti kružne kanale svih mogućih prečnika, kada se izvodi instalacija za ventilaciju, po pravilu se koristi određeni broj standardnih prečnika kanala. Prepostavimo da kanalsku mrežu treba postaviti u spuštenu tavanicu maksimalne raspoložive visine za smeštaj kanala od 250 mm . Sada treba definisati ekvivalentne prečnike, polazeći od uslova da je maksimalna visina $A = 250 \text{ mm}$. Iz Tabele ekvivalentnih prečnika – zasnovane na konceptu da se pri jednakim padovima pritisaka određeni pravougaoni kanal može smatrati ekvivalentnim kružnom kanalu određenog prečnika – sada možemo definisati ovu poslednju promenljivu sistema.

Sve dobijene vrednosti prikazane su u sledećoj tabeli (Proračun kanalske mreže). Ona sadrži razne elemente i veličine neophodne pri izvođenju sistema (videti tabelu).

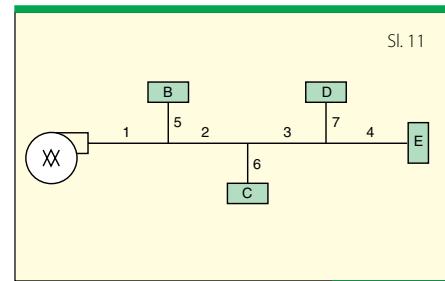


TABELA EKVIVALENTNIH PREČNIKA

Dim.	150		200		250		300		350	
	Ekv. preč. mm	Presek (m ²)								
250	210	0.0346	244	0.0468	273	0.0587				
300	229	0.0410	266	0.0557	299	0.0702	328	0.0845		
350	245	0.0472	286	0.0644	322	0.0815	354	0.0984	383	0.1150
400	260	0.0531	305	0.0729	343	0.0926	378	0.1120	409	0.1313
450	274	0.0590	321	0.0812	363	0.1034	400	0.1254	433	0.1472
500	287	0.0646	337	0.0892	381	0.1139	420	0.1385	455	0.1630
550	299	0.0701	352	0.0971	398	0.1243	439	0.1514	477	0.1784
600	310	0.0756	365	0.1048	414	0.1344	457	0.1640	496	0.1936
650	321	0.0809	378	0.1124	429	0.1444	474	0.1765	515	0.2085
700	331	0.0861	391	0.1198	443	0.1541	490	0.1887	533	0.2233
750	341	0.0912	402	0.1271	457	0.1638	506	0.2007	550	0.2378
800	350	0.0962	414	0.1343	470	0.1732	520	0.2126	567	0.2521
850	359	0.1011	424	0.1414	482	0.1826	534	0.2243	582	0.2662
900	367	0.1060	435	0.1484	494	0.1918	548	0.2358	597	0.2802
950	376	0.1108	445	0.1553	506	0.2009	561	0.2472	612	0.2939
1000	384	0.1155	454	0.1621	517	0.2099	574	0.2585	626	0.3075
1050	391	0.1202	464	0.1688	528	0.2187	586	0.2696	639	0.3210
1100	399	0.1248	473	0.1754	538	0.2275	598	0.2806	652	0.3343
1150	406	0.1294	481	0.1820	548	0.2362	609	0.2915	665	0.3474
1200	413	0.1339	490	0.1884	558	0.2447	620	0.3022	677	0.3605
1250		498	0.1949	568	0.2532	631	0.3129	689	0.3734	
1300		506	0.2012	577	0.2616	642	0.3234	701	0.3861	
1350		514	0.2075	586	0.2699	652	0.3339	713	0.3988	
1400		522	0.2137	595	0.2782	662	0.3442	724	0.4113	
1450		529	0.2199	604	0.2863	672	0.3545	735	0.4238	
1500		536	0.2260	612	0.2944	681	0.3646	745	0.4361	
1550				621	0.3025	691	0.3747	756	0.4483	
1600				629	0.3104	700	0.3847	766	0.4605	
1650				637	0.3183	709	0.3947	776	0.4725	
1700				644	0.3262	718	0.4045	785	0.4844	
1750				652	0.3340	726	0.4143	795	0.4963	
1800				660	0.3417	735	0.4240	804	0.5081	
1850				667	0.3493	743	0.4336	814	0.5198	
1900				674	0.3570	751	0.4432	823	0.5314	
1950				681	0.3645	759	0.4527	831	0.5429	
2000				688	0.3720	767	0.4622	840	0.5544	
2050						775	0.4716	849	0.5658	

Proračun kanalske mreže						
Deonica	q (m ³ /h)	Dužina (m)	Prečnik (mm)	P (Pa)	Ekvivalentni prečnik (mm)	Kanal A × B (mm)
1	1300	10	480	8	482	250×850
2	1100	10	450	16	457	250×750
3	800	10	420	24	429	250×650
4	300	20	280	40	273	250×250
5	200	20	250	24	244	250×200
6	300	30	300	40	299	250×300
7	500	5	370	28	381	250×500
						140



OPŠTA UPUTSTVA ZA MONTAŽU

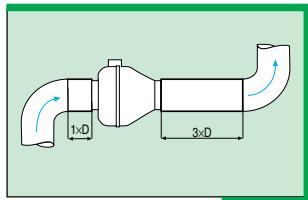
Na usisnoj i potisnoj strani ventilatora treba ugraditi prave deonice kanala (ili umirivače struje vazduha) da bi se smanjili gubici usled vrtloženja vazduha. Minimalne preporučene vrednosti za prave deonice su: 1xD na usisu i 3xD na potisu ventilatora. U ove deonice se ne sme ugraditi filter ili neki drugi element. Odgovarajući prečnik za pravougaone kanale može se izračunati po formuli:

$$D = \frac{\sqrt{4 \times H \times B}}{\pi}$$

H = visina kanala

B = širina kanala

D = prečnik kanala



INDUSTRIJSKI VENTILATORI ZA ODVOĐENJE VIŠKA TOPLOTE

Upotreba odsisnih ventilatora se preporučuje i za uspostavljanje željenih mikroklimatskih uslova sredine, koji su poremećeni prekomernim toplotnim dobitcima. Kada u prostoriji u kojoj ljudi rade dođe do porasta temperature, poremete se radni uslovi i to negativno utiče na produktivnost rada. Pri projektovanju sistema ventilacije radi sniženja temperature, mora se odrediti broj izmena vazduha na sat u zavisnosti od količine toplote koju treba odvesti. Najpre treba utvrditi uzrok porasta temperature i uticaj ostalih relevantnih faktora.

KAKO IZRAČUNATI TOPLOTNE DOBITKE

Dva osnovna faktora koja treba uzeti u obzir su:

- 1) Dobici toplote od ljudi u prostoriji
- 2) Dobici toplote od električnih uređaja kao što su mašine, motori, transformatori, osvetljenje i sl.

U sledećoj Tabeli date su vrednosti dobitaka toplote od ljudi, osvetljenja i električnih uređaja.

DOBICI TOPLOTE OD RAZNIH ELEKTRIČNIH UREĐAJA	
Efikasnost uređaja	Dobici toplote (% instalisane snage)
Elektromotori 70–95%	5–30%
Transformatori 90%	~10%
Ispravljači 80–97%	2,5–20%
Alternatori (generator naizmenične struje)	2–23%
87–98%	

KAKO ODREDITI KOLIČINU VAZDUHA POTREBNU ZA ODVOĐENJE VIŠKA TOPLOTE

Kada se odrede toplotni izvori koji izazivaju porast temperature, moraju se odrediti ukupni toplotni dobitci, uzimajući u obzir da je $1W = 0,86 \text{ kcal/h}$. Potreban protok vazduha za odvođenje ove toplote računa se polazeći od ukupne odate toplote u kcal, korišćenjem sledeće formule:

$$Q = \frac{\text{broj kcal/h}}{\text{zapreminski protok vazduha m}^3/\text{h}} = \frac{\text{broj kcal/h}}{0,288 \times \Delta t (\text{ }^\circ\text{C})}$$

Gde su:

Δt - maksimalna dozvoljena razlika temperaturna između vazduha u prostoriji i vazduha koji se dovodi radi hlađenja.

Primer proračuna:

U kabini transformatora smešten je transformator snage 300 kW, čija je efikasnost 90%. Za ispravno funkcionisanje transformatora temperatura u kabini ne sme preći 40°C. Maksimalna temperatura vazduha koji se leti dovodi za hlađenje je 30°C. Toplota koju odaje transformator iznosi 10% vrednosti instalisane snage; odnosno 30 kW. U kcal/h to iznosi $30.000 \times 0,86 = 25.800 \text{ kcal/h}$. Temperaturska razlika Δt je $40 - 30 = 10^\circ\text{C}$.

Dakle, zapreminski protok vazduha iznosi:

$$Q (\text{m}^3/\text{h}) = \frac{25.800}{0,288 \times 10} = 8,958 \text{ m}^3/\text{h}$$

DOBICI TOPLOTE OD LJUDI I OSVETLJENJA	
Odrasli u miru	100 kcal/h
Odrasli, normalan rad	120 kcal/h
Odrasli, težak rad	140-200 kcal/h
Deca	60 kcal/h
Svetiljka	4 - 6 kcal/h po svakoj sijalici
Sijalica sa užarenim vlaknom	1 kcal/h po svakoj sijalici
Neoska svetiljka	0,6 – 0,8 kcal/h po svakoj cevi



DA LI SU REVERSIBILNI PLAFONSKI VENTILATORI PRAVO REŠENJE?

Kada se kućnim plafonskim ventilatorima promeni smer tako da vazduh struji naviše, prašina i druge lebdeće čestice udaraju u tavanicu prilično snažno, jer se ventilatori moraju postaviti blizu tavanice, da bi lopatice bile van domaća ljudi. Za relativno kratko vreme tavanica, najčešće ofarbana belo, postaje zaprljana i vlasnik stana ili korisnik mora da snosi troškove ponovnog krećenja. Kod industrijske primene, gde ružno taloženje prašine na tavanici ne predstavlja toliki problem, činjenica je da se najveći deo vazduha usmerava naviše, a samo zanemarljivi deo naniže. Zato se nameće zaključak da se i u režimu letnje ventilacije i pri uštedi energije zimi, najbolji rezultati postižu kada se vazdušna struja usmerava nadole.

MNOGO IZGUBLJENE ENERGIJE

Za zagrevanje velikih i visokih prostorija potrebna je velika količina energije. Prema fizičkim zakonima, zagrejan vazduh se penje naviše, tako da se ispod same tavanice formira sloj toplog vazduha.

ŠTA UTIČE NA STVARANJE SLOJA TOPLOG VAZDUHA

Topao vazduh ima manju gustinu od hladnog vazduha. Zbog toga se hladan vazduh nagomilava pri podu, a zagrejan ispod tavanice. Hladan vazduh koji prodire u prostoriju se zadržava u nivou poda. S obzirom da ljudi borave i rade u nižim zonomama, temperature koje tu vladaju uzimaju se kao relevantne.

SISTEM BEZ KOMPENZACIJE TEMPERATURSKE RAZLIKE

Zagrejani vazduh koji se nagomilava ispod tavanice uzrokuje velike troškove, koji se mogu izbeći! Da bi se ostvarila odgovarajuća temperatura u donjoj zoni u kojoj ljudi borave, potrebno je ili izgubiti mnogo skupog energije ili obezbediti cirkulaciju zagrejanog vazduha, tako da se u celoj prostoriji ostvari ujednačena temperetura. Vordelta najpre meri razliku temperate vazduha između zone poda i tavanice,

i tada uključuje Nordik plafonske ventilatore, koji bez promjene potiskuju topao vazduh iz gornje zone naniže, ka zoni u kojoj ljudi rade i borave. Sistem regulacije radi automatski u skladu sa pomenutom temperaturskom razlikom (Δt °).

JEDNA BITNA RAZLIKA

U čemu se razlikuju Nordik plafonski ventilatori od dekorativnih ventilatora. Dekorativni ventilatori se koriste samo u prostorijama visine približno 3 metra, jer oni ne obezbeđuju dovoljan protok vazduha. U prostorijama velike visine, struja vazduha usmerena naniže ne dopire do donjih zona u kojima ljudi borave i gde je topao vazduh neophodan da bi se ljudi ugodno osećali.

ZAŠTO TREBA KORISTITI NORDIK VENTILATORE

Samo ventilatori posebno konstruisani za ovu namenu, mogu obezbediti da se čak i u vrlo visokim prostorijama topao vazduh bez promjene potiskuje naniže do nivoa poda, obezbeđujući da se u zoni boravka postigne željena temperatura.

Da bi se ostvario ovaj efekat, najznačajniji faktori su optimalni profil lopatica i njihova što je moguće veća površina. Nadalje, "inteligentni" potpuno automatizovan sistem upravljanja je neophodan za ove ventilatore, da bi se obezbedila ravnometerna raspodela temperature.

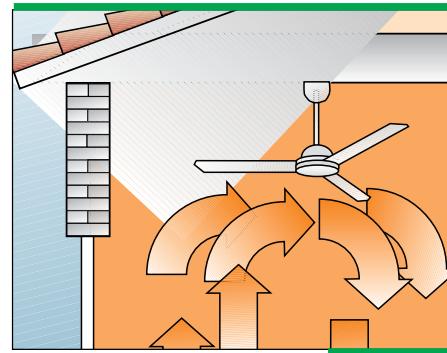
KOJE SU PREDNOSTI VORDELTA t° SISTEMA?

Značajno smanjenje troškova za grejanje
Da bi se izračunale moguće uštede potrebno je da se utvrdi temperaturska razlika vazduha pri podu i ispod tavanice. Temperatura u zoni tavanice može se izračunati koristeći formulu:

$$T_{\text{tavanice}} = T_p \times (1 + 0,115 \times h)$$

T_p je temperatura vazduha u zoni poda

h je visina prostorije u metrima
Ova formula se odnosi na optimalne uslove i zavisi od izolacije zidova i tavanice, veličine zastakljenih površina i njihovog položaja, osuščanosti, broja vrata, perioda u kojima su ona otvorena itd., i važi za prostore visine do približno 9 metara.



Primer:

Vortdelta t° sistem je postavljen u izložbenoj hali visine 7,5 metara, koja ima srednju temperaturu u zoni poda od 17,5°C.

Temperatura u zoni tavanice = $17,5 \times (1 + 0,115 \times 7,5)$.

Temperatura u zoni tavanice je 32,6°C, što daje temperatursku razliku od 15,1°C.

Povraćajem toplosti mešanjem vazduha, temperatura u zoni boravka se može povisiti za 5 – 6°C, čime se mogu smanjiti troškovi grejanja. Poznato je da porast temperature vazduha u prostoru od 1°C izaziva povećanje troškova grejanja za 6%. Iz tog poizlazi da se u prethodnom primeru troškovi za grejanje mogu smanjiti za više od 30%.

TEHNIČKE ŠEME SISTEMA VORDELTA t° I DIMENZIONISANJE NORDIK VENTILATORA

Potreban broj ventilatora zavisi od visine prostorije. Koristeći dijagram za izbor (Sl. 12) može se odrediti veličina i broj Nordik ventilatora.

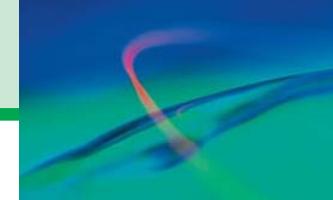
Rastojanje između Nordik ventilatora (A) može se odrediti po formuli:

$$A = \sqrt{\frac{100}{\text{Potreban broj ventilatora}}} \text{ na } 1000 \text{ m}^2$$

Rastojanje između ventilatora i hladnog spoljnog zida ne bi trebalo da bude veće od 0,5 A.

Primer:

Skladište dužine 50 metara i širine 30 metara treba opremiti sistemom Vordelta t°. Visina magacina je 9 metara. Iz dijagrama (Sl. 12) se vidi da je za ovu visinu prostorije potrebno ugraditi 6 ventilatora na 1000 m^2 površine (ispredidana linija). Presečna tačka se nalazi između plave i zelene zone. Projektant odlučuje da li će



izabrati ventilator Nordik 120 ili Nordik 140.

Kako je površina skladišta 1500 m^2 onda:

$$(1500/1000) \times 6 = 9$$

Dakle, u ovom primeru potreban broj ventilatora je 9 (model Nordik 120 ili Nordik 140).

Rastojanje između ventilatora (A) je $12,9 \text{ m}$; rastojanje od zida je:

$$0,5 \times 12,9 = 6,45 \text{ m}$$

Ovaj Vordelta t° sistem (bez dodatnih delova) zahteva ukupnu struju od $3,36 \text{ A}$ (9 ventilatora, svaki po $0,34 \text{ A}$, plus 10% usled regulacije brzine).

SISTEM VORTDELTA t° U SPORTSKIM HALAMA

Sportske hale imaju veliku visinu. U zimskom periodu zagrejani vazduh se penje, tako da se pod krovom hale formira sloj toplog vazduha. U takvim je slučajevima osnovno da se topao vazduh usmeri ka zonama u kojima se odvijaju aktivnosti, ali bez promjaje, jer se ljudi u toku sportskih aktivnosti znoje, pa su mnogo osjetljiviji na strujanje vazduha.

Leti, kada grejanje ne radi, u sportskim halama je uglavnom veoma toplo i vazduh je statičan: Vordelta t° ventilator sa regulatorom brzine može se ručno

podesiti i koristiti kao sistem za ventilaciju u letnjem režimu.

Primer:

Zatvoreni teniski tereni su skupi za grejanje zbog loše izolacije i pojave prirodne konvekcije. Temperatura vazduha u donjem zonama je znatno niža od temperature ispod krova/tavanice; Vordelta t° sistemom taj se problem rešava tako što se sloj toplog vazduha premešta iz gornje zone naniže u zonu boravka.

Dijagram na slici 12 zasnovan je na potrebama stovarišta za smeštaj metalnih proizvoda. Protok vazduha je prilično veliki da bi se izbegla pojava vlage. Međutim, postoji izvesne razlike između zatvorenih teniskih terena i skladišta/proizvodnih hala: Brzina mora biti manja u sportskim objektima nego u nego u skladištima, pa Nordik plafonski ventilatori moraju biti raspoređeni ravnomerno po dužini i širini teniskog terena. Rastojanje između ventilatora treba da je oko $10 - 16 \text{ m}$.

INTELIGENTNI SISTEM REGULACIJE:

Upotrebom dva odvojenja poluprovodnička senzora, regulator računa razliku temperaturu vazduha (Δt°) između gornjih i donjih zona (napajanje je pomoću dvožilnog

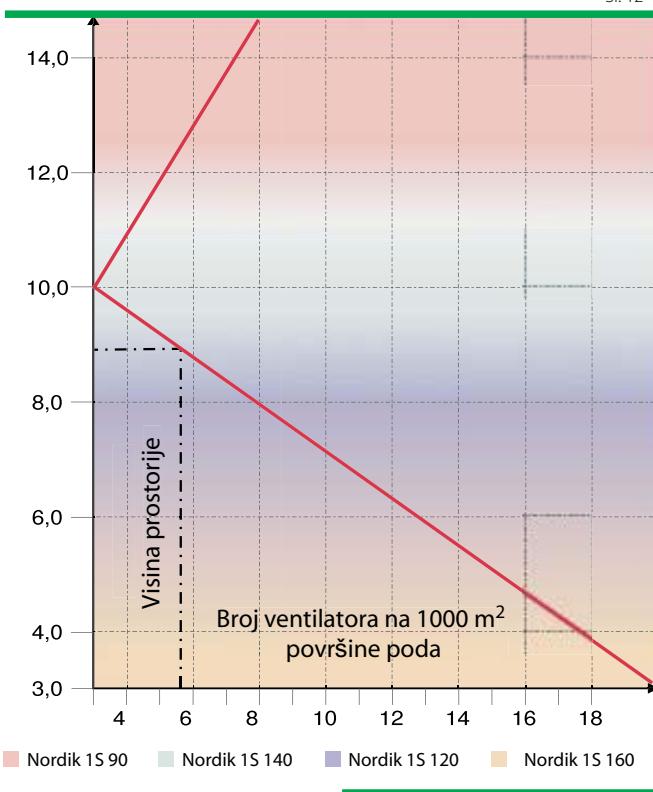
kabla). U zavisnosti od postavne vrednosti ($3 - 10^\circ\text{C}$) brzina ventilatora se može regulisati između minimalne i maksimalne vrednosti. Ako se postavna vrednost ΔT prekorači za 3 stepena, ventilatori se automatski uključuju. Što je veća temperaturska razlika veća je brzina ventilatora. Kada temperaturska razlika padne ispod podešene vrednosti ventilatori se automatski isključuju. Raslojavanje vazduha je izbegnuto, a ventilatori se uključuju kada je stvarno neophodno. Vordelta t° se može primeniti u kombinaciji sa tajmerom.

VORTDELTA t° - SRCE SISTEMA

"Inteligentna" upravljačka jedinica sistema

Vordelta t° sadrži dva poluprovodnička temperaturska senzora, jedan koji se postavlja u nivou tavanice i drugi u nivou poda. Elektro-napajanje je dvožilnim kablom dužine do 50 metra. Regulator registruje temperature u nivou poda i tavanice do 60 puta u toku jednog minuta, računa temperatursku razliku i podešava brzinu ventilatora. Kada se vazduh izmeša i razlika temperatura se smanji na prihvativ nivo, Vordelta t° automatski isključuje ventilatore. Minimalna temperaturska razlika pri kojoj se ventilatori uključuju se može podešavati, kao i minimalna i maksimalna brzina ventilatora (da bi se izbegla promjaja). Ovaj potpuno automatizovan sistem regulacije upravlja ventilatorima bez potrebe da ih korisnik podešava. Leti se Vordelta t° sistem može koristiti kao sistem za ventilaciju koji može upravljati istovremeno sa do 15 ventilatora.

Sl. 12





KAKO RADI KLIMATIZACIJA SA TOPLITNOM PUMPOM

KAKO RADI KLIMATIZER (SPLIT SISTEM) - TOPLITNA PUMPA?

Kada radi kao grejač, klimatizer - toplotna pumpa obezbeđuje mnogo više toplote nego što bi se dobilo iz ubičajenih toplotnih izvora (električni grejači, gasni kotlovi itd). U prelaznim režimima između jeseni i zime, i zime i proleća, centralni sistemi za grijanje (sistemi daljinskog grijanja) ili su još neaktivni ili su već isključeni, ne pominjući noćne prekide u radu na nekoliko sati dnevno. Za ovakve zgrade klimatizeri izvedeni kao toplotne pumpe predstavljaju najbolje rešenje, jer obezbeđuju komfor koji se ne može ostvariti primenom centralnog grijanja. Kao što je prikazano na slici A, rashladni fluid se u zatvorenom ciklusu nalazi u tečnoj fazi do ekspanzionog ventila (3) i hlađi se u sledećoj fazi usled smanjenja poprečnog preseka. U toj tački temperatura rashladnog fluida je niža od temperature spoljašnjeg vazduha (čak i kada je napolju hladno). Rashladni fluid isparava u razmenjivaču topline spoljašnje jedinice/ isparivaču (4) oduzimajući toplotu iz okoline. Pretvoren u paru on prolazi kroz kompresor (1) i tom prilikom se zagревa do temperature T1,

koja je viša od temperature vazduha u prostoriji koja se greje. Na kraju ciklusa, ovaj zagrejani rashladni fluid prolazi kroz razmenjivač topline unutrašnje jedinice/ kondenzator, koji odaje toplotu vazduhu u prostoriji. U oba slučaja – kada uredaj oduzima toplotu okolini ili kada je predaje vazduhu u prostoriji, koriste se dva ventilatora, jedan u spoljašnjoj i drugi u unutrašnjoj jedinici.

zavisnosti od temperature spoljnog vazduha. Što je viša temperatura, veći je COP i obrnuto. Dakle, da bi se obezbedile najbolje grejne karakteristike klimatizera, spoljna temperatura ne bi smela biti niža od 6 ili 7°C. Uz navedena ograničenja, raspoloživi uredaji na tržištu imaju COP u granicama od 2,5 do 3,5. COP značajno varira zavisno od određenog klimatskog područja.

KOLIKA JE EFIKASNOST?

Ovi uredaji imaju visoku efikasnost, jer greju prostoriju pomoću određene količine toplotne energije koja je jednak količini topline koja se oduzima spoljniom vazduhu (potpuno besplatno), plus energija potrebna za pogon kompresora. Koeficijent grijanja klimatizera ($COP = \text{coefficient of performance}$) se izračunava na sledeći način.

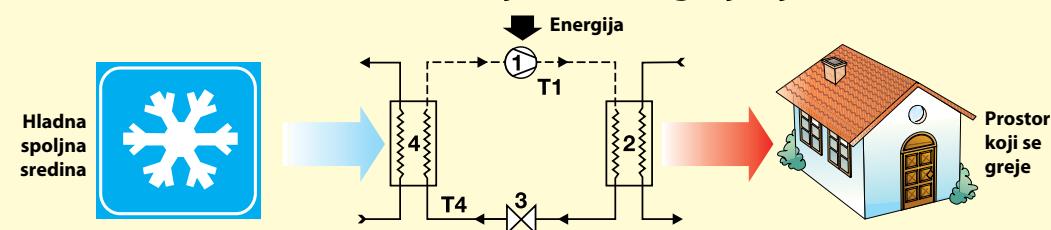
Ukoliko je veći COP, utoliko je veća ekonomičnost uredaja. COP varira u

DA LI JE EKONOMIČNO?

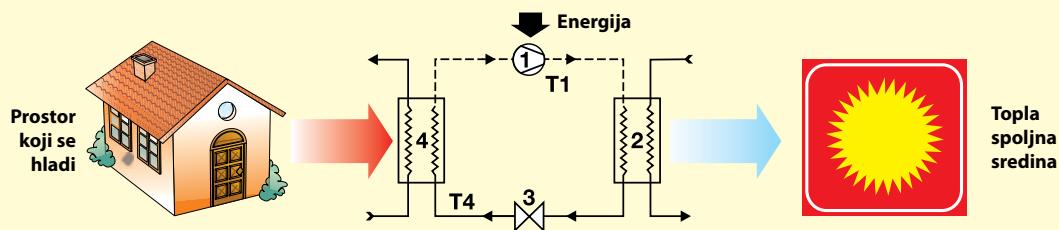
Ako se za zagrevanje prostorije koriste električna grejna tela ili uljni radijator, potrebno je utrošiti upravo onoliko električne energije koliko se dobije toplotne za grijanje. Na primer, 2000 W. Međutim isti efekat grijanja se može postići uz potrošnju mnogo manje

$$COP = \frac{\text{Toplotna energija predata vazduhu u prostoriji}}{\text{Električna energija koju troši klimatizer}}$$

A) Klimatizacija – režim grejanja



B) Klimatizacija – režim hlađenja



1) Kompressor 2) Kondenzator 3) Ventil 4) Isparivač



električne energije, korišćenjem klimatizera izvedenih kao topotne pumpe. Pretpostavimo da je za posmatrani klimatizer COP = 3. Da bi se obezbedila određena količina toplote za grejanje, potrebno je utrošiti samo 33% električne energije, dok se preostalih 67% uzima direktno iz okoline. To znači uštedu od 67% u odnosu na konvencionalne načine zagrevanja zgrada.

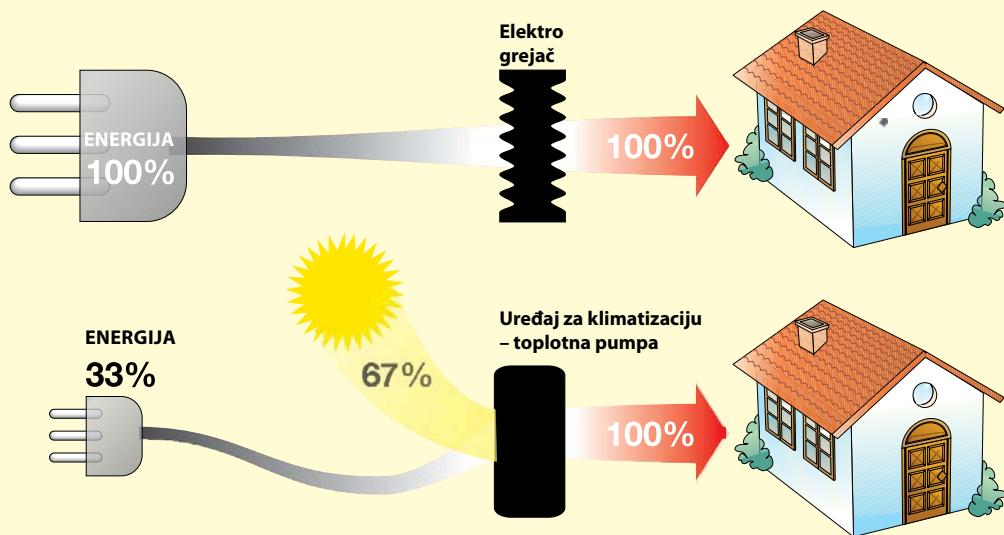
PRIMERI

U novim ili adaptiranim zgradama, ekonomično je ugraditi klimatizere (split-sisteme) u izvedbi topotne pumpe. Može se uzeti kao generalna preporuka, koja odgovara i najstrožim uslovima, da uređaj električne

potrošnje od 3kW zadovoljava potrebe za grejanjem i hlađenjem stana koji ima sledeće karakteristike:

1. Nalazi se između dva sprata objekta lociranog na nivou mora.
2. Maksimalne površine od 80 m², lociran u severnoj Italiji i orijentisan na zapad.
 - Ili maksimalne površine od 100 m², smešten u srednjoj Italiji i okrenut na istok ili na zapad.
 - Ili maksimalne površine od 120 m², smešten u južnoj Italiji ili na ostrvima okrenut na sever, istok ili na zapad. Od klimatskih uslova određene lokacije zavisiće i tip izabranog uređaja, kao i način njegove ugradnje.

Poređenje između električnog grejanja (A) i uređaja za klimatizaciju – topotne pumpe (B)





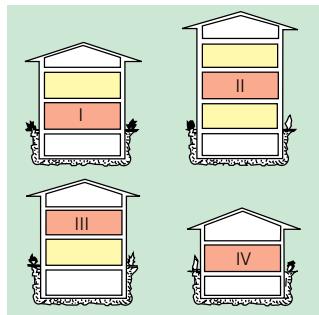
UPUTSTVO ZA ELEKTRIČNO GREJANJE

Kako dimenzionisati grejanje

Prikazani podaci odnose se na zgrade savremene konstrukcije sa spoljnim zidovima od šupljje opeke debljine 26 cm, obostrano malterisane slojem cementnog maltera debljine 2 cm. 10% površine zidova čine prozori zastakljeni stakлом debljine 4-5 mm. Podovi su izrađeni od šupljje opeke debljine 18 cm. Broj izmenja vazduha na sat iznosi 0,5.

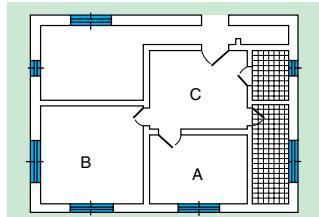
Donošenje odluke gde u zgradi treba postaviti uređaje

- Iznad negrejanog podruma a ispod sprata koji se greje.
- Između dva grejana sprata
- Ispod negrejanog tavanog a iznad grejanog sprata
- U prizemlju iznad negrejanog podruma i ispod negrejanog tavanog



Izbor položaja prostorije u zgradi

- Prostorija sa jednim spoljnjim zidom
- Prostorija sa dva spoljna zida
- Prostorija bez spoljnih zidova



Proračun potrebne količine topote

Kada se usvoji željena temperatura u prostoriji treba izračunati razliku između ove temperature i spoljne temperature, na primer:

$$+18^{\circ}\text{C} - (-3^{\circ}\text{C}) = 21^{\circ}\text{C}$$

gde su:

Željena unutrašnja temperatura $+18^{\circ}\text{C}$
Minimalna spoljna temperatura -3°C
Temperatursku razliku treba uvećati za $0,5^{\circ}\text{C}$ za svakih 100 metara nadmorske visine naselja.

U ovoj fazi podaci potrebni za proračun određuju se na sledeći način:

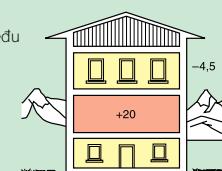
Na stupcu D obeležiti dobijenu temperatursku razliku (21°C). Na stupcu F ili G obeležiti tip i položaj prostorije. Napomena: Kada uređaj za grejanje radi neprekidno koristiti stubac F, a ako se koristi 6 sati u toku dana koristiti stubac G. Povući pravu između obeleženih tačaka na stupcu D i stupcu F ili G. Očitati vrednost vati po kubnom metru u presečnoj tački ove prave i stupcu E. Tada, da bi se dobila

potrebna količina topote, pomnožiti dobijeni iznos W/m^3 sa zapreminom prostorije (u kubnim metrima).

Umesto upotrebe kalkulatora za operaciju množenja može se uraditi sledeće: Na stupcu L obeležiti vrednost zapremine prostorije (dužina x širina x visina) u kubnim metrima. Povući pravu liniju između obeleženih tačaka na stupcu E i stupcu L i očitati vrednost dobijenu na stupcu H. Ona predstavlja konačnu vrednost topote u vatima potrebne za zagrevanje prostorije. Ako je prostorija orientisana prema severu povećati dobijenu vrednost za 10%.

Primer

Stan na drugom spratu između dva grejana sprata.



Zapremina prostorije:

$$4 \times 3,5 \times 2,7 = 37,8 \text{ m}^3$$

Prostorija sa jednim spoljnjim zidom

Prostorija A

Spoljna temperatura = -4°C

Na 100 metara nadmorske

visine = $-0,5^{\circ}\text{C}$

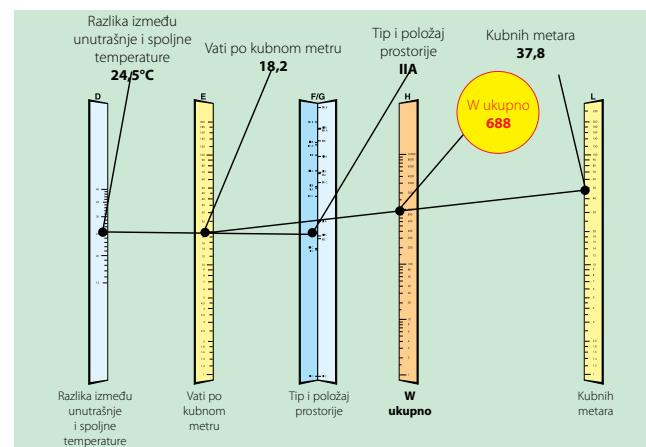
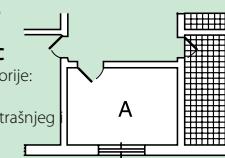
$$(-0,4^{\circ}\text{C}) + (-0,5^{\circ}\text{C}) = -4,5^{\circ}\text{C}$$

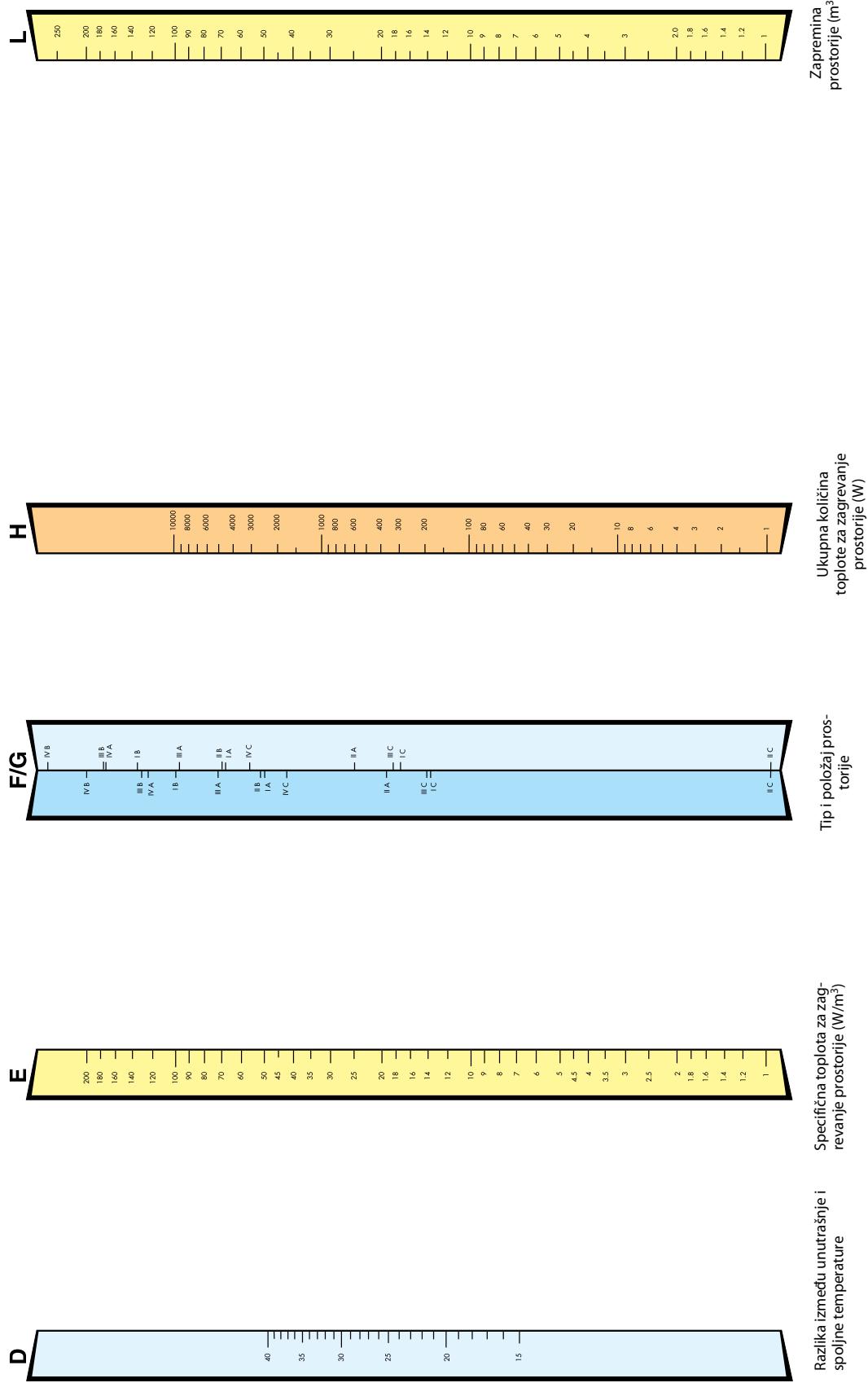
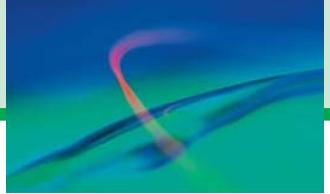
Željena temperatura prostorije:

20°C (neprekidan rad)

Temperaturska razlika unutrašnjeg spoljnog vazduha:

$$(20^{\circ}\text{C}) - (-4,5^{\circ}\text{C}) = 24,5^{\circ}\text{C}$$







SERIJA VORTRONIC PROIZVODA ZA OBRADU VAZDUHA

SERIJA VORTRONIC PROIZVODA ZA OBRADU VAZDUHA

Kada se vratimo kući želimo da se osećamo kao da smo sve probleme ostavili napolju. Osećamo se sigurno u našem "zaštićenom prostoru", ali ako to ne ostvarimo naše zdravlje može biti ugroženo zbog vazduha koji udišemo. Ovaj problem se može lako rešiti korišćenjem sistema za prečišćavanje vazduha Vortronic®.

KADA TREBA KORISTITI UREĐAJ ZA PREČIŠĆAVANJE VAZDUHA?

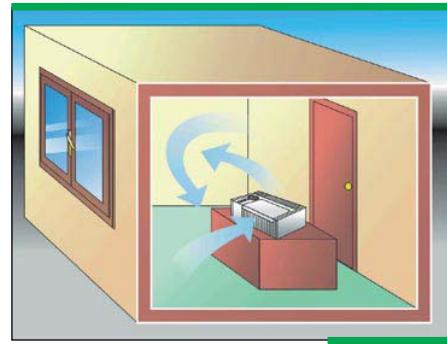
- U prostorijama u kojima je vazduh zagađen polenom, dimom ili prašinom i koga treba prečistiti, a da se ne promene temperatura i relativna vlažnost.
- U kućama ili poslovnim objektima koji se nalaze pored prometnih puteva i izloženi su dejstvu izduvnih gasova.
- U prostorijama u kojima borave ljudi koji pate od alergije na polen.
- Leti, u prostorijama koje se ne otvaraju.
- U prostorijama u kojima vazduh treba da bude čist, jer u njima borave deca, stare osobe ili bolesnici, kao i u lekarskim ordinacijama, medicinskim laboratorijama, klinikama, bolnicama itd.

GDE JE POTREBNA PRINUDNA VENTILACIJA

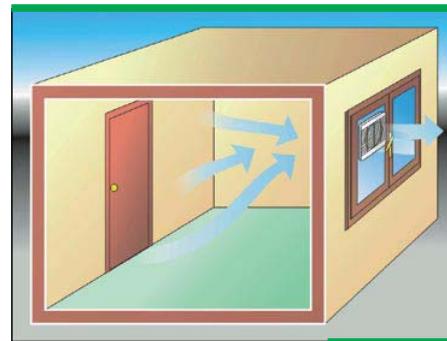
U toaletima i sanitarnim prostorijama gde je potrebna brza izmena vazduha, kao i u prostorijama iz kojih treba odstraniti vodenu paru koja se javlja pri tuširanju ili kupanju, kao i pri sušenju veša, da ne bi došlo do njene kondenzacije. U kuhinjama radi brzog odvođenja dima, mirisa i vodene pare. Preporučuje se i prečišćavanje vazduha da bi se spričalo da velika koncentracija masnih para zapuši filtere.

U svim prostorijama iz kojih je potrebno odstarniti vodenu paru i zagađivače.

U svim kućama, javnim ili radnim prostorijama gde treba obezbediti brzu izmenu vazduha, da bi se spričalo da visok nivo zagađivača (duvanski dim itd.) ugrozi zdravlje ljudi.



Funkcija uređaja za prečišćavanje Vortronic®: oni recirkulisu vazduh i prečišćavaju ga u ugrađenim filterima.



Funkcija ventilatora: oni izvlače vazduh iz prostorije, zamenjujući ga čistijim spoljnjim vazduhom.