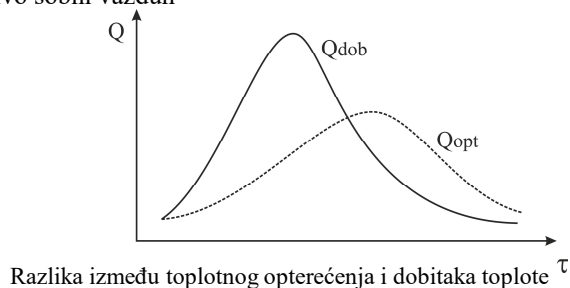


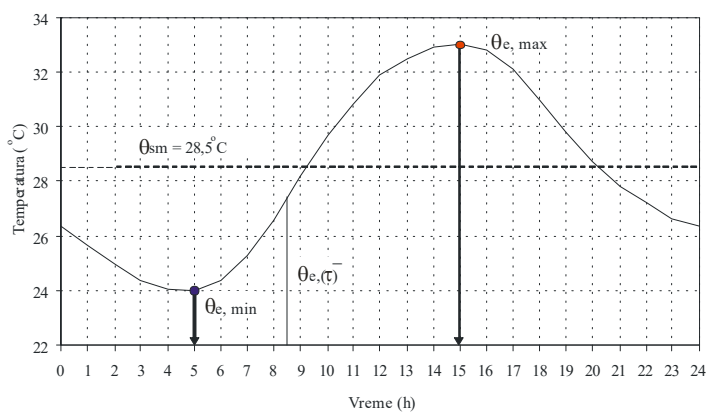
TOPLOTNO OPTEREĆENJE I KLIMATIZACIJA

Uvodna razmatranja

- **Dobici toplote** predstavljaju količinu toplote u jedinici vremena koju prostorija *prima*
- **Toplotno opterećenje** obuhvata svu količinu toplote koja zagreva isključivo sobni vazduh



LETNJI PROJEKTNI DAN



Letnji projektni dan za Beograd



TOPLOTNO OPTEREĆENJE

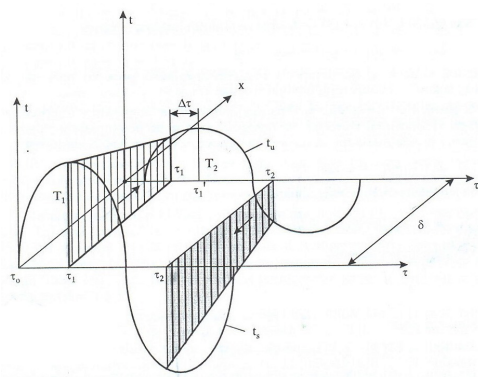
Toplotno opterećenje, kao i dobici toplote mogu se podeliti prema izvorima toplote i to na:

- **spoljne:**
 - kroz spoljne zidove (krov) prostorije,
 - kroz prozore (transmisijom i od Sunčevog zračenja),
 - infiltracijom spoljnog vazduha kroz procepe.
- **unutrašnje:**
 - od osvetljenja u prostoriji,
 - od električnih uređaja, mašina i aparata (disipacije toplote)
 - od ljudi koji borave u prostoriji,
 - od susednih neklimatizovanih prostorija,
 - od tehnoloških procesa koji se odvijaju u prostoriji.



PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (1)

Toplotno opterećenje transmisijom kroz zidove



Transport toplote kroz spoljni zid

Usled akumulacije toplote u zidu:

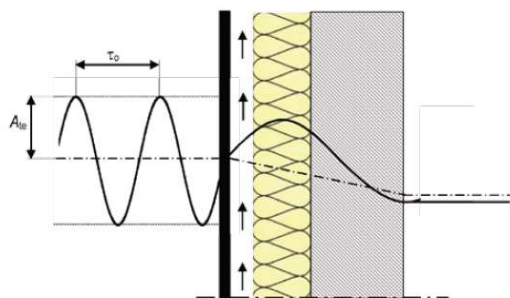
- fazno zakašnjenje toka količine toplote,
- smanjenje amplitude oscilacije temperature na unutrašnjoj površini zida u odnosu na spoljnu površinu zida.

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (2)

- Svaka promena uslova razmene toplote na graničnim površinama građevinske konstrukcije izazvaće nestacionarnost u temperaturnoj raspodeli i u vrednosti toplotnog fluksa koji se razmenjuje na površini elementa.
- Dinamičke karakteristike građevinske konstrukcije opisuju vremenski odgovor nekog građevinskog elementa na toplotnu promenu iz njegove okoline. Proračun se sprovodi prema standardu SRPS EN ISO 13786.
- Svojstva koja određuju dinamičke karakteristike građevnog elementa su: toplotna provodljivost λ , W/(mK), specifični toplotni kapacitet c , J/(kg K) i gustina materijala ρ , (kg/m³).
- Za zgradu je povoljno da je prigušenje temperaturnih oscilacija što veće i da je što veći fazni pomak.

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (3)

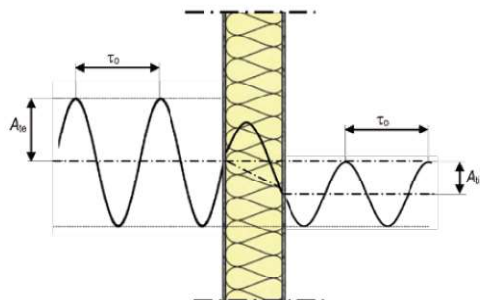
Toplotno opterećenje tranamisijom kroz zidove



Promena temperaturske oscilacije i kašnjenje toplotnog fluksa za građevinski element sa provetravanom fasadom

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (4)

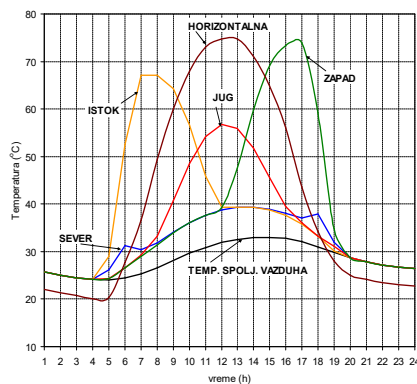
Toplotno opterećenje tranamisiom kroz zidove



Promena temperaturske oscilacije i kašnjenje toplotnog fluksa za laku građevinsku konstrukciju

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (5)

Sunčano-vazдушna temperatura



- **Sunčano-vazдушna temperatura** predstavlja fiktivnu temperaturu koju bi trebalo da ima spoljni vazduh da bi se prouzrokovao toplotni fluks na površinu zida jednak onom toplotnom fluksu koji potiče od zbirnog uticaja Sunčevog zračenja i spoljne temperature vazduha:

$$\theta_s = \theta_e + \frac{a \cdot I}{\alpha_e} + \frac{e \cdot \Delta R}{\alpha_e}$$

Tok sunčano- vazдушnih temperatura za juli mesec i 45° SGŠ

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (6)

- **Ekvivalentna temperaturna razlika**, koja se koristi pri proračunu toplotnog opterećenja:

$$\Delta\theta_{ekv}(\tau) = f(\theta_s(\tau - \tau_i) - \theta_{sm}) + \theta_{sm} - \theta_i$$

- Toplotno opterećenje koje nastaje prilikom nestacionarnog prolaza toplote kroz zid računa se za svaki sat preko časovnih vrednosti ekvivalentne temperaturne razlike:

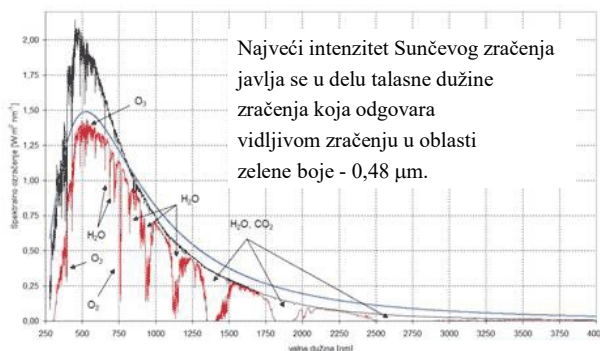
$$Q_z(\tau) = A \cdot U \cdot \Delta\theta_{ekv}(\tau)$$

Ekvivalentna temperaturna razlika obuhvata:

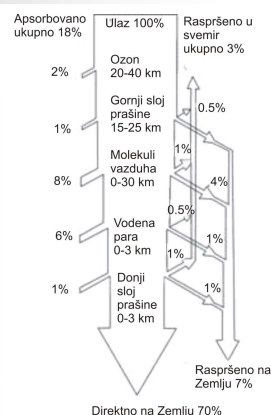
- fizička svojstva zidova $\delta, \lambda, \rho, c_p, \varepsilon \dots$
- sve posledice osobina zidova (akumulaciju toplote, vremensko kašnjenje transporta toplote, smanjenje amplitude temperaturne oscilacije)
- spoljne izvore toplote (spoljnu temperaturu i Sunčevo zračenje, koje zavisi od orijentacije zida),
- unutrašnje uslove (željenu temperaturu vazduha u prostoriji).

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (7)

Sunčevo zračenje



Spektar Sunčevog zračenja

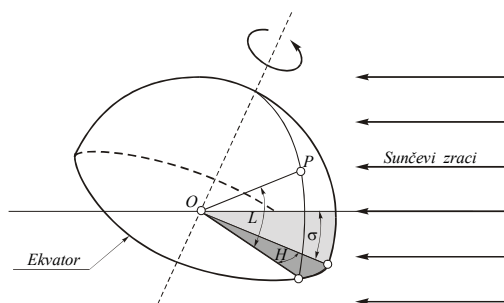


Slabljenje Sunčevog zračenja pri prolasku kroz atmosferu

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (8)



Solarna geometrija



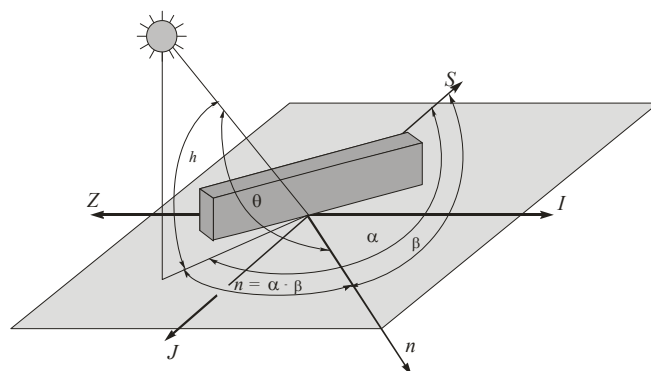
- Deklinacija Sunca σ
- Časovni ugao H
- Geografska širina L

mesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
σ [°]	-20.0	-10.8	0.0	11.6	20.0	23.4	20.6	12.3	0.0	-10.5	-19.8	-23.4

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (9)



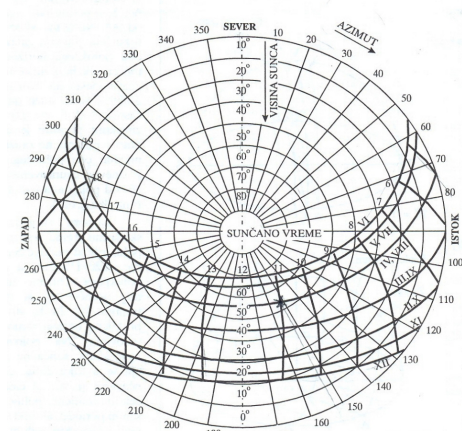
Uglovi položaja Sunca



Uglovi položaja Sunca : upadni ugao θ , azimut Sunca α , ugao visine Sunca h
i azimut površine β

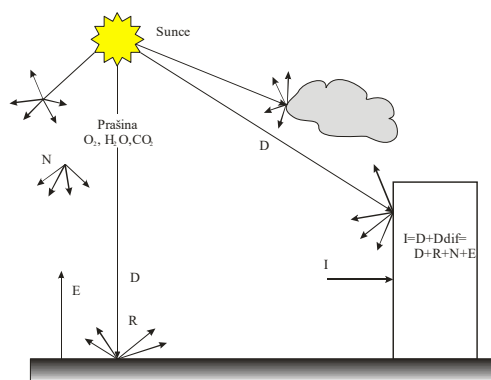
PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (10)

Uglovi položaja Sunca - Dijagram putanje Sunca za 45° SGŠ



PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (11)

Sunčevo zračenje i fizička svojstva atmosfere



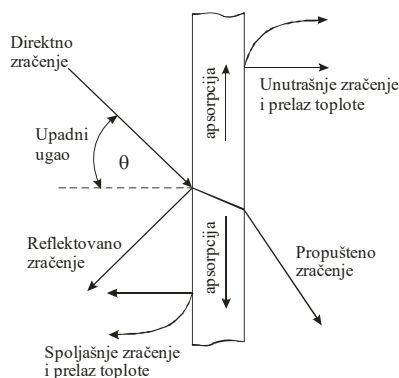
Oznake:

- D - direktno zračenje
- Ddif - difuzno zračenje
- N - zračenje neba
- R - reflektovano zračenje
- E - emisija Zemljine površine
- I - energija zračenja koju prima neka površina

Šematski prikaz prolaza Sunčevog zračenja kroz atmosferu

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (12)

Toplotno opterećenje usled prodora Sunčevih zraka kroz staklo



Bilans toplote Sunčevog zračenja za prozorsko staklo

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (13)

Koeficijenti akumulacije toplote

- Kada su u pitanju dobici toplote, njih je relativno lako odrediti (izračunati), ali je mnogo teže odrediti toplotno opterećenje prema kome se dimenzioniše postrojenje za klimatizaciju.
- Problem se rešava uvođenjem koeficijenata akumulacije toplote.
- Po definiciji koeficijent akumulacije toplote je odnos između trenutnog toplotnog opterećenja i maksimalne vrednosti dobitaka toplote:

$$s(\tau) = \frac{Q_{opt}(\tau)}{Q_{dob,max}}$$

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (14)

- Domen promene koeficijenta akumulacije toplote za referentni slučaj najviše zavisi od tipa gradnje; tako se vrednosti koeficijenta akumulacije uzimaju iz tablica za najpribližnji slučaj i računa se toplotno opterećenje:

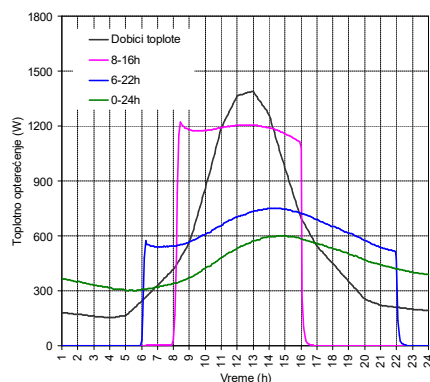
$$Q_{opt}(\tau) = Q_{dob,max} \cdot s(\tau)$$

- Ovaj koncept koriste skoro sve u svetu poznate metode proračuna toplotnog opterećenja klimatizovanih prostorija, izuzev TFM (*Transfer Function Method*), ali ga koriste čak i metode koje su izvedene iz TFM, kao i najnovije metode bazirane na bilansu toplote za svaku površinu u prostoriji.
- Toplotno opterećenje od Sunčevog zračenja kroz prozor prema VDI 2078:

$$Q(\tau) = Q_{dob,max} \cdot s(\tau) = [F_{os} \cdot I_{max} \cdot a + (F - F_{os}) \cdot I_{dif,max}] \cdot b \cdot s(\tau)$$

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (15)

Toplotno opterećenje sa produženim efektom akumulacije



Tok dnevnih toplotnih opterećenja pri različitim režimima rada klimatizacionog postrojenja

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (16)

Toplotno opterećenje transmisijom toplote kroz prozor

- S obzirom da su prozori sačinjeni pretežno od tankih staklenih površina i da imaju mali otpor provođenju toplote, smatra se da ne postoji akumulacija toplote u prozorima i da je prolaz toplote kroz prozore trenutni.
- Zbog toga se toplotno opterećenje transmisijom toplote kroz prozor računa za posmatrani vremenski trenutak sa trenutnom razlikom temperatura spoljnog i unutrašnjeg vazduha:

$$Q(\tau) = U_w \cdot F_w \cdot (\theta_e(\tau) - \theta_i)$$

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (17)

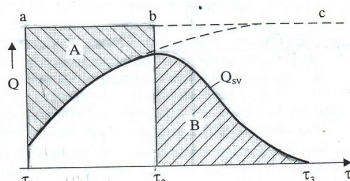
Infiltracija spoljnog vazduha

- Infiltracija spoljnog vazduha je u klimatizovanim prostorijama, po pravilu, znatno manja nego u prostorijama koje imaju neki od uobičajenih sistema grejanja. Čest je slučaj klimatizovanih zgrada u kojima su prozori fiksni i ne otvaraju se - tada je propustljivost procepa zanemarljiva.
- U slučaju kada dolazi do infiltracije spoljnog vazduha, posebno se računa latentno i suvo toplotno opterećenje usled infiltracije:

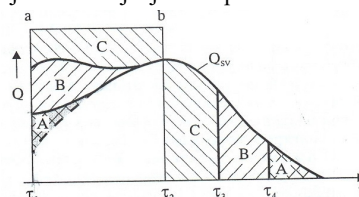
$$Q_{INF,s} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (\theta_e(\tau) - \theta_i) \quad Q_{INF,lat} = \dot{V} \cdot \rho \cdot r \cdot (x_e(\tau) - x_i)$$

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (18)

Toplotno opterećenje od osvetljenja



Tok toplotnog opterećenja od osvetljenja za neprekidan rad klimatizacionog postrojenja



Tok toplotnog opterećenja od osvetljenja u slučaju rada klimatizacionog postrojenja sa prekidom

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (19)

Toplota koju odaju ljudi

- Toplotno opterećenje od ljudi je uvek prisutno, s obzirom da se komforna klimatizacija uvek uvodi zbog prisustva ljudi u prostorijama, kako bi se obezbedili uslovi ugodnosti. Toplota koju odaju ljudi može biti jako značajna kada se radi o prostorijama u kojima boravi veliki broj ljudi, kao što su: bioskopi, pozorišta, sportske dvorane, itd.

$$Q_{lj,s} = n \cdot q_{lj,s} \quad Q_{lj,lat} = n \cdot q_{lj,lat}$$

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (20)

Toplotno opterećenje od mašina u prostoriji

- Obično se u praksi smatra da je disipacija toplote od rada mašine jednaka instalisanoj snazi mašine i da se predaje vazduhu prostorije, tako da čini toplotno opterećenje:

$$Q_M = P_{el}$$

- Ako se u prostoriji nalazi više mašina, onda se toplotno opterećenje opterećenje računa kao:

$$Q_M = \sum \left(\frac{N_i}{\eta \cdot a_1} \right) \cdot a_2$$

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (21)

Toplotno opterećenje od susednih prostorija

- Toplota koja se transmisijom prenese u prostoriju od susednih neklimatizovanih prostorija (kroz pod, zidove, tavanicu, vrata...) predstavlja toplotno opterećenje od susednih prostorija:

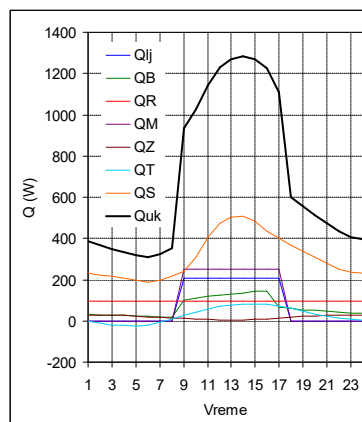
$$Q_R = \sum U_i \cdot F_i \cdot \Delta \theta_i$$

- Ukupno toplotno opterećenje prostorije je zbir toplotnih opterećenja od svih izvora toplote:

$$Q_{ukup} = Q_e + Q_i = Q_Z + Q_S + Q_T + Q_{LJ} + Q_B + Q_M + Q_R + Q_G$$

PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA (22)

Vreme	Q_{ij}	Q_B	Q_R	Q_M	Q_Z	Q_T	Q_S	Q_{uk}
8	0	0	98	0	0	0	20	118
9	207	0	98	250	0	0	21	576
10	207	0	98	250	0	0	22	577
11	207	0	98	250	0	0	23	578
12	207	0	98	250	0	1	24	579
13	207	0	98	250	0	501	98	1153
14	207	0	98	250	0	506	98	1158
15	207	0	98	250	0	483	98	1135
16	207	0	98	250	0	434	98	1086
17	207	0	98	250	0	400	98	1052
18	0	0	98	0	0	366	98	561
19	0	0	98	0	0	337	98	532
20	0	0	98	0	0	310	98	506



ZAŠTITA OD SUNČEVOG ZRAČENJA (1)

Za efikasnu zaštitu od intenzivnog osvetljenja primjenjuje se:

- arhitektonska rešenja: zelenilo, tremovi, nadstrešnice, balkoni
- elementi spoljne zaštite od Sunca: pokretni i nepokretni brisoleji, spoljne žaluzine - horizontalne i vertikalne
- roletne, tende, savremena ostakljenja
- elementi unutrašnje zaštite od Sunca: roletne, žaluzine, rolo i obične zavese
- elementi unutar stakla za zaštitu od Sunca i usmeravanje svetla – hologramski elementi, reflektirajuća stakla i folije, staklene prizme i dr.
- višefunkcionalni konstruktivni elementi zgrada.

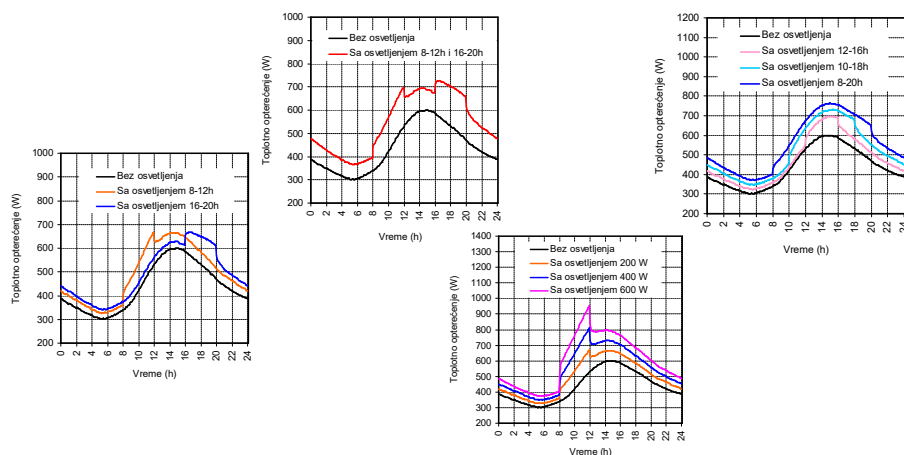
ZAŠTITA OD SUNČEVOG ZRAČENJA (2)

Primeri spoljnih elemenata za zaštitu od Sunčevog zračenja



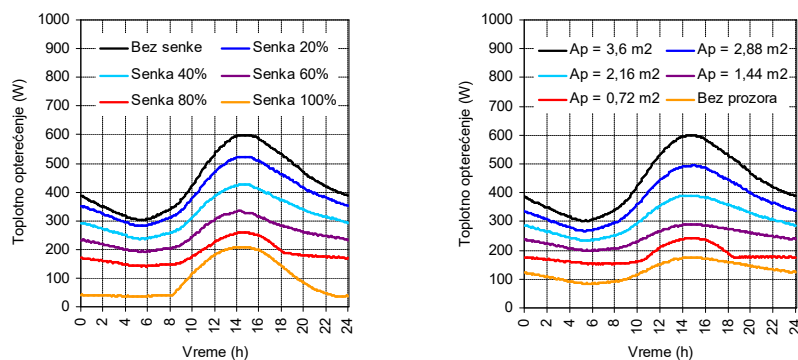
UTICAJ POJEDINIH FAKTORA NA TOPLOTNO OPTEREĆENJE (1)

Uticaj različitog režima rada osvetljenja – dužine trajanja i instalisane snage svetiljki



UTICAJ POJEDINIH FAKTORA NA TOPLOTNO OPTEREĆENJE (2)

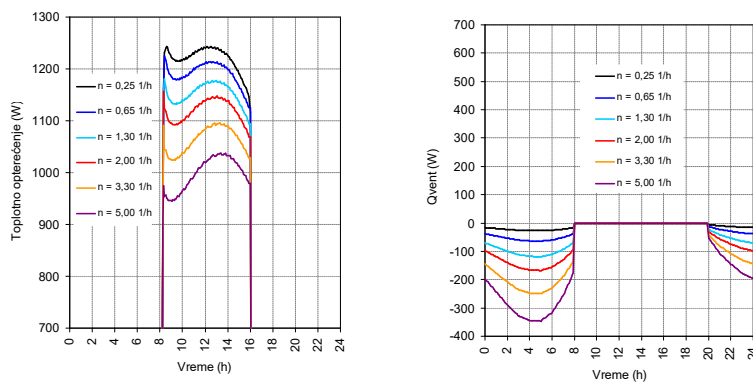
Uticaj zastora i veličine prozora



Uticaj veličine senke na prozoru i veličine prozora

UTICAJ POJEDINIH FAKTORA NA TOPLOTNO OPTEREĆENJE (3)

Uticaj prirodnog provetravanja tokom noći



Uticaj prirodne ventilacije tokom noćnih sati (od 20 do 8 h ujutro)



SISTEMI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

- Kao nosilac toplote (radni fluid) u vazдушnim sistemima javlja se vazduh.
- Vazduh se zagreva u grejaču ili hladi, vlaži ili suši, filtrira i, pripremljen na odgovarajući način, ubacuje se direktno u prostoriju.
- U prostoriji se ubačen vazduh meša sa sobnim i na taj način se postiže željena temperatura i vlažnost vazduha u prostoriji.
- Kod vazдушnih sistema je prisutna prinudna konvekcija. Brzina strujanja vazduha u zoni boravka ljudi je ograničena, kako se ne bi stvorili nepogodni uslovi za boravak ljudi.



Prednosti i nedostaci vazдушnih sistema

Prednosti vazдушnih sistema u odnosu na vodene:

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

Nedostaci vazдушnih sistema su:

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



Prednosti i nedostaci vazdušnih sistema

- Međutim, bez obzira na ovu manu, postoje slučajevi gde su vazdušni sistemi nezamenljivi, a pre svega zbog:
 - mogućnosti ventilacije prostora,
 - dobrog uklapanja u enterijer i
 - dobre regulacije.
- Vazdušni sistemi se često koriste u postrojenjima za grejanje, a u klimatizaciji su nezamenljivi. Klimatizacija je mnogo širi pojam od grejanja, jer se, pre svega, može koristiti cele godine – zimi za grejanje, a leti za hlađenje. Osim obezbeđenja željene temperature u klimatizovanom prostoru uloga sistema za klimatizaciju je i obezbeđenje:
 - odgovarajuće relativne vlažnosti vazduha,
 - odgovarajuće količine svežeg vazduha za ventilaciju,
 - potrebnog nivoa čistoće vazduha (eliminacija mehaničkih nečistoća, neprijatnih mirisa, itd.)
- Prema svojoj strukturi (načinu izvođenja) osnovna podela vazdušnih sistema je na:
 - lokalne sisteme i
 - centralne vazdušne sisteme klimatizacije.



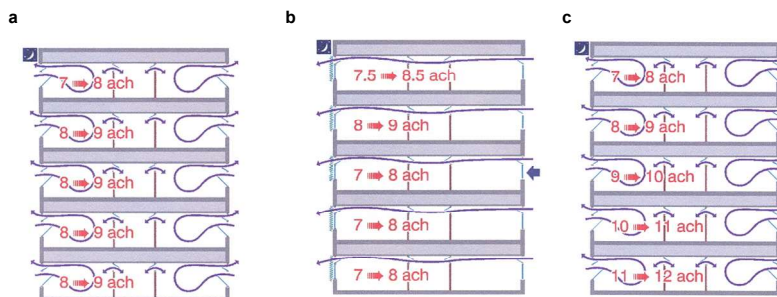
Ventilacioni sistemi (1)

- Ventilacioni sistem podrazumeva zamenu vazduha u prostoriji spoljnim vazduhom. Uobičajen je naziv **svež vazduh** za spoljni vazduh koji se u prostoriju uvodi centralnim sistemom.
- Ventilacioni sistemi se mogu podeliti na:
 - sisteme sa prirodnom ventilacijom i
 - sisteme mehaničke (prinudne) ventilacije.

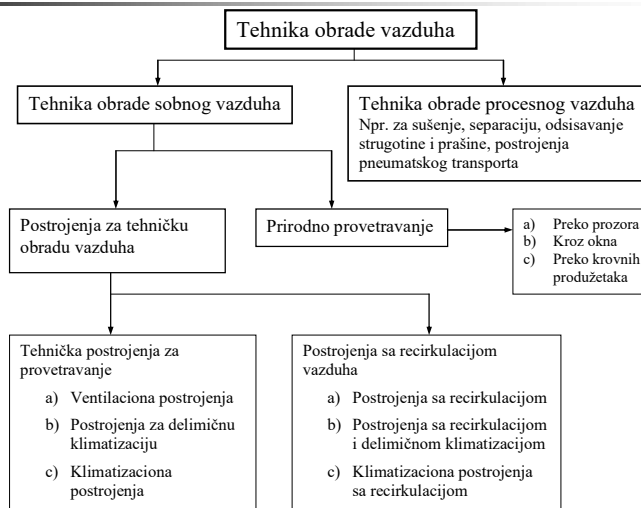
Kada se primenjuje prirodna ventilacija svakako treba uzeti u obzir brzinu i smer vetra, kao i izbor odgovarajućeg mesta na fasadi zgrade gde će biti postavljeni otvori za ventilaciju.

Ventilacioni sistemi (2)

- **Prirodna ventilacija** najčešće se ostvaruje otvaranjem otvora na fasadi i može se postići:
 - ventilacija cirkulacijom vazduha u prostoriji (*single-sided ventilation*) ili
 - ventilacija prostrujavanjem vazduha (*cross-ventilation*)

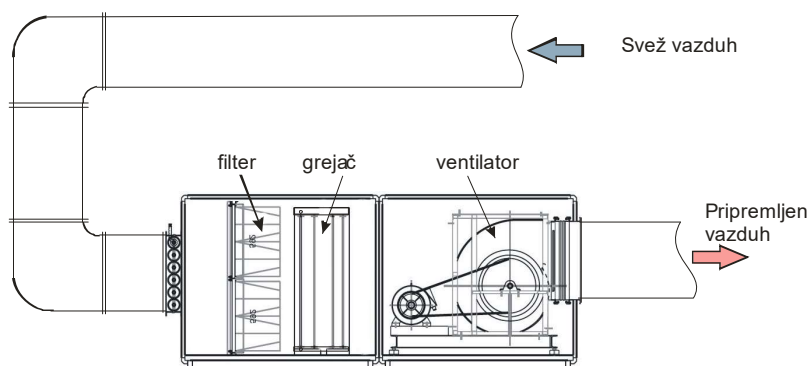


Podela vazдушnih sistema



Centralna priprema vazduha

- Centralna priprema vazduha se obavlja u KOMORI za pripremu vazduha (najčešće se koriste pojmovi *ventilaciona komora* i *klima komora*)



Količina svežeg vazduha

- Provetravanje (ventilacija) obavlja se svežim (spoljnim) vazduhom. Potrebna količina svežeg vazduha diktirana je uslovima obezbeđivanja kvaliteta vazduha u zatvorenim prostorijama. U komfornoj klimatizaciji zadatak klimatizacionog postrojenja je da ostvari povoljne uslove za disanje i eliminiše stvorene mirise i nečistoće.
- Količina svežeg vazduha može se odrediti jednim od sledećih načina:
 - preko "obroka" po čoveku;
 - preko dozvoljene koncentracije zagađivača;
 - preko broja izmena vazduha na sat.



Količina vazduha u sistemu

Potrebna količina vazduha za **zimske projektne uslove:**

$$V_z = \frac{3600 \cdot Q_g}{C_p \cdot \rho \cdot (\theta_{ub} - \theta_{un})} = \frac{3600 \cdot Q_g}{C_p \cdot \rho \cdot \Delta\theta_z}$$

gde je:

V_z [m ³ /h]	– količina vazduha za klimatizaciju (zapreminski protok)
Q_g [W]	– toplotni gubici prostorije
C_p [J/kgK]	– specifični toplotni kapacitet vazduha
ρ [kg/m ³]	– gustina vazduha
θ_{ub} [°C]	– temperatura vazduha koji se ubacuje u klimatizovani prostor
θ_{un} [°C]	– temperatura u prostoriji
$\Delta\theta_z$ [°C]	– razlika temperature ubacnog i vazduha u prostoriji



Količina vazduha u sistemu

Potrebna količina vazduha za **letnje projektne uslove:**

$$V_L = \frac{3600 \cdot Q_{t.opt.}}{C_p \cdot \rho \cdot (\theta_{un} - \theta_{ub})} = \frac{3600 \cdot Q_{t.opt.}}{C_p \cdot \rho \cdot \Delta\theta_L}$$

gde je:

V_L [m ³ /h]	– količina vazduha za klimatizaciju (zapreminski protok)
Q_{opt} [W]	– toplotni gubici prostorije
C_p [J/kgK]	– specifični toplotni kapacitet vazduha
ρ [kg/m ³]	– gustina vazduha
θ_{ub} [°C]	– temperatura vazduha koji se ubacuje u klimatizovani prostor
θ_{un} [°C]	– temperatura u prostoriji
$\Delta\theta_L$ [°C]	– razlika temperature ubacnog i vazduha u prostoriji



Merodavna količina vazduha za klimatizaciju

- Merodavna količina vazduha za klimatizaciju u vazдушnim sistemima je najveća vrednost količine vazduha određena prema zimskim i letnjim projektnim uslovima, kao i za potrebe ventilacije:

$$V_{uk} = \max \{V_z, V_L, V_{sv}\}$$

- Ukoliko je od ove tri količine vazduha najveća količina svežeg vazduha, onda se usvaja da je ukupna količina vazduha za klimatizaciju prostorije jednaka količini (protoku) svežeg vazduha. U tom slučaju sistem radi sa 100% svežim vazduhom. Takođe, potrebno je izvršiti korekciju temperature ubacivanja vazduha u letnjem i zimskom režimu rada jer je povećana količina vazduha u odnosu na minimalno potrebnu da bi se eliminisalo toplotno opterećenje leti, odnosno nadoknadili gubici toplote zimi.

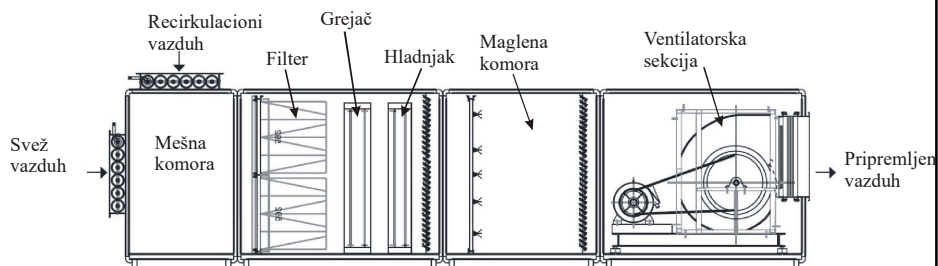


Elementi klima komore (1)

- Konstrukcija klima komore i broj i vrsta elemenata koje komora sadrži zavise od namene samog sistema za klimatizaciju.
- Osnovni elementi klima komore su:
 - mešna sekcija** (kao opcija, ako se vrši recirkulacija sobnog vazduha),
 - filterska sekcija** (za prečišćavanje vazduha koji se uvodi u sistem),
 - grejač** (koji može biti podeljen na predgrejač i dogrejač – što je čest slučaj kada se vrši vlaženje vodom,
 - hladnjak** (koji najčešće u klimatizaciji koristi hladnu vodu kao radni fluid),
 - maglena komora** za vlaženje vazduha vodom,
 - ventilatorska sekcija** (najčešće su u pitanju centrifugalni ventilatori).

Elementi klima komore (2)

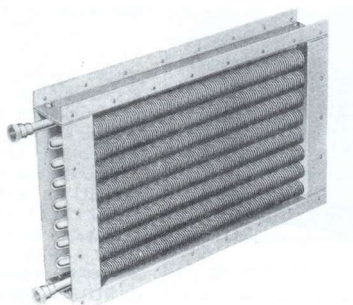
Klima komora



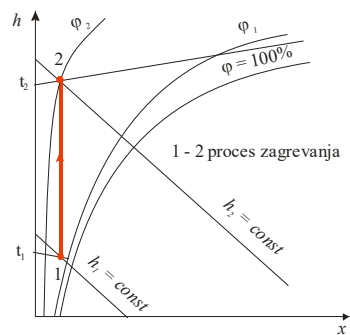
Šematski prikaz horizontalne klima komore

Elementi klima komore (3)

- **GREJAČ** služi za zagrevanje vazduha u zimskom i prelaznim periodima (mada se nekad i tokom leta može koristiti). Zagrevanje vazduha se kreće u granicama od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$.



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



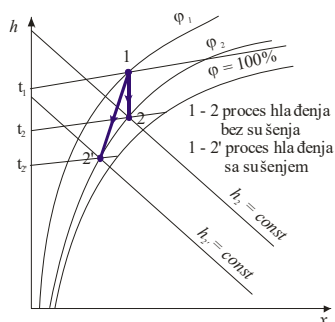
Priprema vazduha u h-x dijagramu

Elementi klima komore (4)

- Mesto ugradnje grejača može biti:
 - klima komora (jedan grejač ili predgrejač i dogrejač),
 - kanal pripremljenog vazduha (kanalski grejač, koji je najčešće dogrejač kod zonskih sistema),
 - uređaj u prostoriji (najčešće dogrejač kod vodenih ili vazdušno-vodenih sistema; tada se u prostoriji nalaze aparati kao što je ventilator-konvektor (*fan-coil*) ili indukcioni aparat).
- Kao radni fluid u grejaču najčešće se koristi topla voda. Mogu se koristiti različiti temperaturni režimi (90/70°C, 80/60°C, 60/45°C u kanalskim dogrejačima...). Grejni fluidi takođe može biti i vodena para niskog pritiska.

Elementi klima komore (5)

- **HLADNJAK** služi za hlađenje vazduha u letnjem i prelaznim periodima. Konstruktivno se ne razlikuje od grejača. I hladnjaci su, kao i grejači izrađeni od orebrenih cevi.



Slika 7.9 Proces hlađenja u h-x dijagramu

Da li će doći do izdvajanja vlage prilikom hlađenja vazduha zavisi od:

- stanja vazduha koji struji preko površine hladnjaka (temperature tačke rose θ_{TR})
- temperature površine hladnjaka θ_{PH} .

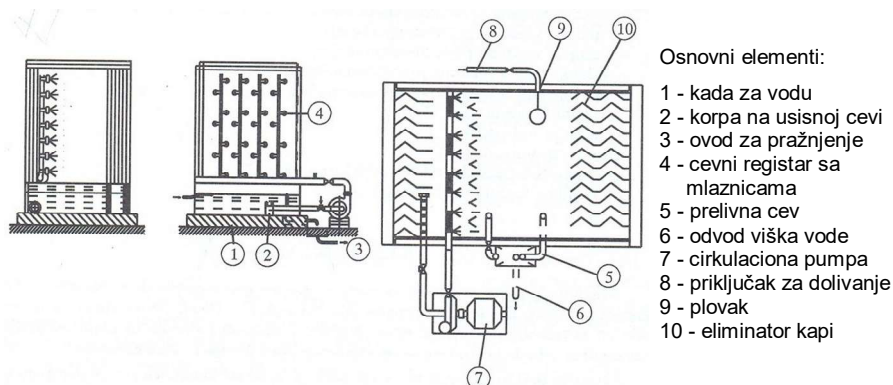
Kada je : $\theta_{TR} > \theta_{PH}$ doći će do izdvajanja vlage iz vazduha prilikom hlađenja.

Elementi klima komore (6)

- Prema vrsti rashladnog fluida hladnjaci se mogu podeliti na:
 - **Hladnjake sa direktnim isparavanjem**, kada je radni fluid neki od rashladnih fluida (freon, amonijak, CO₂...) Tada je isparivač rashladne mašine hladnjak u klima komori i tada je površina hladnjaka na konstantnoj temperaturi koja odgovara temperaturi isparavanja;
 - **Protočne hladnjake**, kada je radni fluid hladna voda (ili vodeni rastvor antifrizu ako su potrebne niže temperature radnog fluida). U ovom slučaju temperatura površine hladnjaka nije konstantna, već se menja kako se voda zagreva od temperature na ulazu u hladnjak do temperature na izlazu iz hladnjaka. Danas se u klima komora pretežno koristi ovaj tip hladnjaka (sa sekundarnim rashladnim fluidom). Voda potrebna za hlađenje celog objekta se priprema u rashladnoj mašini. Na ovaj način se izbegava opasnost od curenja freona u klima komori i obezbeđuje centralna priprema hladne vode, čime je smanjena količina primarnog rashladnog fluida u sistemu.

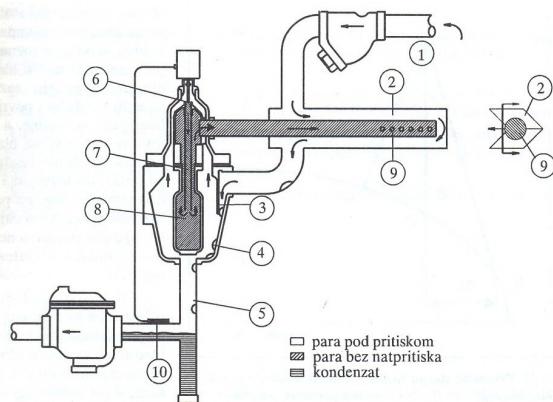
Elementi klima komore (7)

- **MAGLENA KOMORA** je deo klima komore u kome se vrši vlaženje vazduha vodom.



Elementi klima komore (8)

- **Vlaženje vazduha vodenom parom** znatno je jeftiniji i jednostavniji način vlaženja vazduha, koji pruža znatno bolje mogućnosti za regulaciju. Zbog toga se u praksi mnogo češće koriste parni ovlaživači.



Elementi klima komore (9)

- Pored održavanja termičkih uslova sredine, zadatak klimatizacionih postrojenja je i održavanje čistoće vazduha. Ovo je posebno značajno u današnje vreme sve veće zagađenosti okoline i sve strožim zahtevima za čistoćom vazduha u mnogim oblastima i granama industrije.
- Prečišćavanje vazduha (eliminisanje čvrstih, tečnih i gasovitih nečistoća) može se ostvariti na više načina:
 - filtriranjem;
 - apsorpcijom;
 - otprašivanjem.
- Filtriranjem se iz vazduha odstranjuju čvrste (i tečne) čestice, i to je proces prečišćavanja koji se obavezno primenjuje u klimatizacionim postrojenjima. Izdvajanje gasovitih primesa apsorpcijom vrši se u skruberima. Pod otprašivanjem se podrazumeva izdvajanje prašine veće koncentracije. Poslednja dva navedena načina prečišćavanja vazduha primenjuju se u industrijskoj klimatizaciji.

Elementi klima komore (10)



Vrećasti filteri



Vrećasti filter sa 4 čelije



Kasetni filteri



Filteri sa aktivnim ugljem

■ Klasifikacija filtera za vazduh:

Klasa filtera	Efikasnost filtera η	Stepen korisnosti filtera E_m	Stara oznaka	Naziv filtera
EU1	$\eta < 65$		A	za grubu prašinu
EU2	$65 \leq \eta < 80$		B ₁	za finu prašinu
EU3	$80 \leq \eta < 90$		B ₂	
EU4	$90 \leq \eta$			
EU5		$40 \leq E_m < 60$	C ₁	visokoučinski filter za finu prašinu
EU6		$60 \leq E_m < 80$	C ₂	
EU7		$80 \leq E_m < 90$		
EU8		$90 \leq E_m < 95$	C ₃	
EU9		$95 \leq E_m$	—	
EU10	85		Q	Apsolutni filter (filter za lebdeću prašinu)
EU11	95		R	
EU12	99,5		S	
EU13	99,95			
EU14	99,995		ST	
EU15	99,9995		T	
EU16	99,99995		U	
EU17	99,999995		V	
EU18	99,9999995		—	



Kanalska mreža

- Kod vazdušnih sistema se **transport** pripremljenog vazduha do mesta ubacivanja vrši **kanalskom mrežom**, koja se deli na razvodnu i povratnu.
- Vazduh cirkuliše kroz sistem kanala - kanalsku mrežu, a razliku pritisaka za njegovo stujanje obezbeđuju ventilatori.
- Zadatak kanlske mreže je:
 - dovođenje vazduha do svake klimatizovane prostorije što kraćim putem;
 - da proizvede i/ili prenese što manje šumova (dozvoljeni nivo buke);
 - da obezbeđuje lako održavanje (tokom eksploatacije kanali se prljaju, pa ih je potrebno s vremena na vreme očistiti);
 - da gubici i dobici toplote budu svedeni na minimum;
 - dobro uklapanje u arhitektonsko-građevinsku celinu objekta;
 - da investicioni i eksploatacioni troškovi budu minimalni.
- Materijali koji se koriste za izradu kanala su čelični, pocinkovani, aluminijumski i crni lim, zatim azbestni cement, beton, sintetički materijali, plastične i fleksibilne cevi.



Distributivni elementi

- Postoji veliki broj različitih elemenata za ubacivanje pripremljenog vazduha u prostoriju.



Kvadratni anemostat



Kružni anemostat



Plafonski difuzor



Dvooredna zidna rešetka



Plafonska rešetka



Linijski difuzor



Linijski vrtložni difuzor



Podna rešetka

Regulacija protoka

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



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

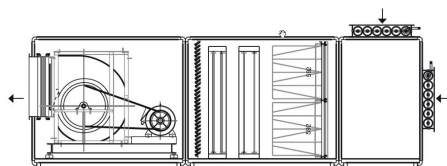
Izvedbe klima komora (1)

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

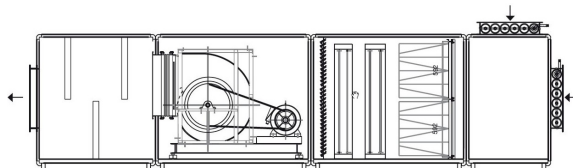


Izvedbe klima komora (2)

Horizontalne komore



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

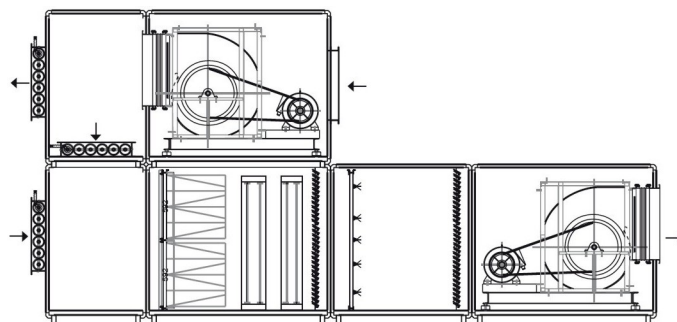


Ventilaciona komora za rad sa SV i RV (žaluzine, mešna sekcija, filter, grejač, hladnjak, ventilator, prigušivač buke)



Izvedbe klima komora (3)

Spratne komore



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

Korišćenje otpadne toplote

- Elementi klima komore za korišćenje otpadne toplote - razmenjivači toplote vazduh-vazduh - cilj: povećanje efikasnosti sistema.
- Vazduh koji se izvlači iz prostorije, pre nego što se izbací van objekta kao **otpadni vazduh**, vraća se nazad u komoru, prolazi kroz razmenjivač i predaje toplotu hladnom spoljnom vazduhu.
- Rotacioni razmenjivači imaju veći stepen efikasnosti (oko 75-85%) dok je on nešto manji kod pločestih unakrsnih razmenjivača (60-70%).



Korišćenje otpadne toplote vazduha

- Spratne klima komore sa razmenjivačima toplote za korišćenje toplote otpadnog vazduha.



Korišćenje otpadne toplote vazduha (2)

Šematski prikaz strujanja vazduha kroz:

- pločasti rekuperativni razmenjivač toplote (levo) i
- rotacioni regenerativni razmenjivač toplote (desno)



Korišćenje otpadne toplote vazduha (3)

Rekuperativni razmenjivači omogućavaju razmenu osetne toplote preko ploča ili cevi bez međusobnog dodira dve struje vazduha

