

KLIMATIZACIJA

Tema:

- GViK SUSTAVI U INDUSTRIJSKOJ PRIMJENI

Doc.dr.sc. Igor BALEN

Industrijska primjena

- mnogi industrijski objekti zahtijevaju velike količine energije, za potrebe proizvodnje (tehnologije) i za održavanje uvjeta toplinske ugodnosti u unutarnjim prostorima.
- energija se može uštedjeti pravilnim korištenjem toplinske izolacije i ventilacije, odnosno povratom topline iz otpadnih medija.
- GViK sustavom treba regulirati temperaturu i vlažnost, čistoću zraka, razinu buke, emisiju štetnih tvari te osigurati lokalno hlađenje kao zaštitu od toplinskog naprezanja radnika.
- klimatizirani okoliš osigurava radniku uvjete za izvršenje postavljenih zadataka bez zamora usljed visoke temperature ili vlažnosti, što poboljšava radni učinak. Također djeluje povoljno na radni okoliš, te smanjuje izostajanje s posla.

Industrijska primjena

Temperature i vlažnosti u industrijskoj klimatizaciji (izbor)

Process	Dry Bulb, °C	rh, %	Process	Dry Bulb, °C	rh, %
ELECTRICAL PRODUCTS			PAINT APPLICATION		
Electronics and X-ray			Lacquers: Baking	150 to 180	
Coil and transformer winding	22	15	Oil paints: Paint spraying	16 to 32	80
Semiconductor assembly	20	40 to 50	The required air filtration efficiency depends on the painting process. On fine finishes, such as car bodies, high-efficiency particulate air filters are required for the outdoor air supply. Other products may require only low- or medium-efficiency filters.		
Electrical instruments			Makeup air must be preheated. Spray booths must have 0.5 m/s face velocity if spraying is performed by humans; lower air quantities can be used if robots perform spraying. Ovens must have air exhausted to maintain fumes below explosive concentration. Equipment must be explosion-proof. Exhaust must be cleaned by filtration and solvents reclaimed or scrubbed.		
Manufacture and laboratory	21	50 to 55	PHOTO STUDIO		
Thermostat assembly and calibration	24	50 to 55	Dressing room	22 to 23	40 to 50
Humidistat assembly and calibration	24	50 to 55	Studio (camera room)	22 to 23	40 to 50
Small mechanisms			Film darkroom	21 to 22	45 to 55
Close tolerance assembly	22*	40 to 45	Print darkroom	21 to 22	45 to 55
Meter assembly and test	24	60 to 63	Drying room	32 to 38	35 to 45
TEA			Finishing room	22 to 24	40 to 55
Packaging	18	65	Storage room (black and white film and paper)	22 to 24	40 to 60
Ideal moisture content is 5 to 6% for quality and mass. Low-limit moisture content for quality is 4%.			Storage room (color film and paper)	40 to 50	40 to 50
TOBACCO			Motion picture studio	22	40 to 55
Cigar and cigarette making	21 to 24	55 to 65*	The above data pertain to average conditions. In some color processes, elevated temperatures as high as 40°C are used, and a higher room temperature is required.		
Softening	32	85 to 88			
Stemming and stripping	24 to 29	70 to 75			
Packing and shipping	23 to 24	65			
Filler tobacco casing and conditioning	24	75			
Filter tobacco storage and preparation	25	70			
Wrapper tobacco storage and conditioning	24	75			

*Relative humidity fairly constant with range as set by cigarette machine.

Before stripping, tobacco undergoes a softening operation.

Industrijska primjena

Proizvodni zahtjevi

- temperatura i čistoća zraka utječu na kvalitetu u proizvodnji preciznih instrumenata, leća i alata. Kada su tolerancije proizvoda unutar 5 μm , precizna regulacija temperature sprječava širenje i stezanje materijala; također se preporučuje korištenje visokoučinskih filtara za lebdeće čestice (HEPA/ULPA).
- proizvodnja tableta u farmaceutskoj industriji zahtjeva preciznu regulaciju vlage za optimalno formiranje proizvoda.
- temperatura i relativna vlažnost zraka utječu na dinamiku proizvodnje i masu proizvoda, čvrstoću, izgled i kvalitetu u proizvodnji ili preradi higroskopskih materijala kao što su tkanine, papir, drvo, koža ili duhan.

Industrijska primjena

- fermentacija zahtjeva regulaciju temperature i vlažnosti čime se utječe na brzinu biokemijskih reakcija. Pri projektiranju takvih prostora treba uzeti u obzir plinove i druge nusproizvode koji nastaju fermentacijom (npr. CO₂ u proizvodnji piva).
- u metalskoj industriji, temperatura i relativna vlažnost trebaju biti dovoljno niske da se spriječi znojenje ruku, čime se gotovi proizvod štiti od otisaka prstiju i/ili ogrebotina.
- posebno treba razmotriti potrebni stupanj filtracije zraka kako bi se izbjegle neželjene posljedice za proizvod ili tehnologiju usljed čestica prašine, dima, razvoja bakterija, spora, peludi i radioaktivnih tvari.
- vlažnost zraka smanjuje statički elektricitet u preradi lakih materijala kao što su tekstilna vlakna i papir te u potencijalno eksplozivnoj atmosferi. Statički elektricitet štetan je za proizvodnju, a iznimno je opasan u eksplozivnom okolišu. Statički električni naboj je malen ako je relativna vlažnost iznad 35%.

Industrijska primjena

Zahtjevi zaposlenika

- industrijska postrojenja obično se projektiraju za unutarnje temperature od 16 do 32°C i maksimum od 60% relativne vlažnosti. Preciznija regulacija može biti uvjetovana specifičnim procesima unutar zgrade.
- radnici koji pretežno sjede preferiraju zimske temperature od 22°C i ljetne temperature od 26°C uz maksimum od 60% relativne vlažnosti. Radnici s visokom fizičkom aktivnošću preferiraju 18°C; manje su osjetljivi na promjene temperature i prihvaćaju hlađenje s povećanom brzinom strujanja zraka.
- GViK sustavi moraju smanjiti izloženost otrovnim i opasnim tvarima ispod dozvoljene razine.
- koncentracije plinovitih gorivih tvari moraju se držati ispod njihove eksplozivne granice. Tada je prihvatljiva koncentracija najviše do 25% donje eksplozivne granice.

Industrijska primjena

Projektne kriteriji

- uključuju mogućnost održavanja stanja zraka prostor-po-prostor, toplinska opterećenja od proizvodnje i zahtjeve odsisa, povrat toplinske i rashladne energije, faktore opterećenja i raznolikost opreme, rasvjetu, čistoću zraka, itd.
- treba razmotriti načine odvajanja “prljave” tehnologije od prostora koji zahtjevaju znatno čistiji zrak.
- klimatizacija i kvaliteta gradnje moraju spriječiti neželjenu kondenzaciju i osigurati visoku kvalitetu proizvoda. Kondenzacija se sprječava eliminiranjem toplinskih mostova, postavljanjem odgovarajuće izolacije i upotrebom parnih brana.
- GViK sustavi mogu se postaviti na krov građevine. Usis vanjskog zraka ne treba postavljati blizu mjesta za pretovar robe ili uz druge izvore zagađenja. Instalacija sustava mora se uskladiti s drugim sustavima i opremom koji zauzimaju prostor pod stropom, kao što su protupožarni sprinkleri, rasvjeta, dizalice, konstrukcijski elementi i sl.

Industrijska primjena

GViK sustav i odabir opreme

- osnovni tipovi sustava:

- sustav toplozračnog grijanja za hladne klimatske uvjete, gdje ventilacijski zrak osigurava uvjete toplinske ugodnosti.
- sustav s pranjem zraka, gdje je potrebna visoka vlažnost i gdje klimatski uvjeti zahtjevaju hlađenje.
- sustavi grijanja i evaporativnog hlađenja u suhim klimama.
- sustavi grijanja i mehaničkog hlađenja, gdje treba regulirati temperaturu i vlažnost, a drugi načini hlađenja nisu dovoljni.

Svi navedeni sustavi uključuju odgovarajuću filtraciju zraka u svrhu kontrole koncentracije zagađivača.

Industrijska primjena

- **Podno grijanje.** Često je pogodno u industrijskim objektima, posebno u velikim i visokim prostorima, garažama i mjestima za okupljanje gdje radnici borave pri podu, ili gdje velika promjena u vanjskom opterećenju otežava održavanje unutarnje temperature u prostoru. Podovi se temperiraju na 18 do 21°C pomoću toplovodne petlje ili elektrootpornim kablovima.



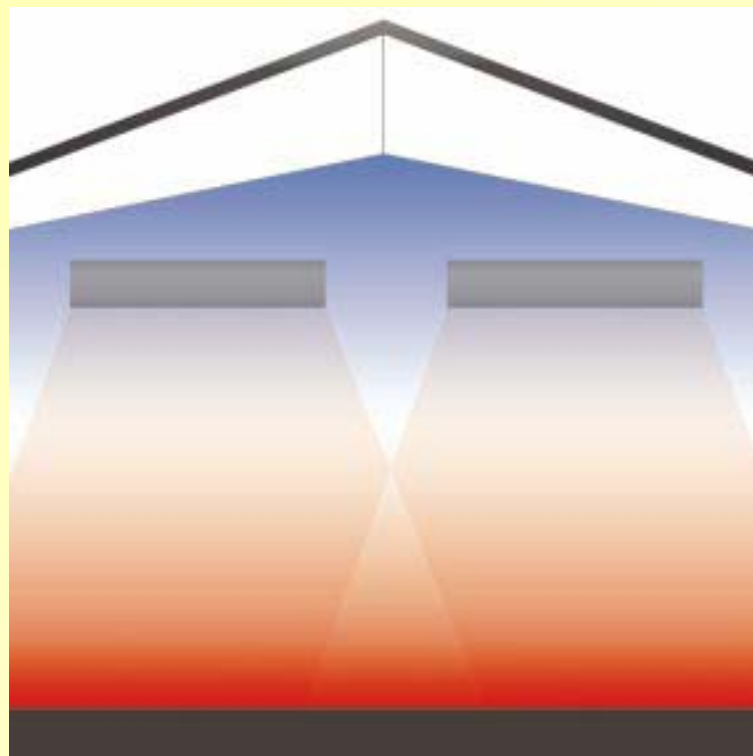
Industrijska primjena

- **Grijači.** Plinski, uljni, toplovodni, parni ili električni grijači s ventilatorima koriste se za lokalno grijanje dijela ili, raspoređeni u većem broju, za grijanje čitave građevine. Temperatura se regulira individualnim termostatskim upravljačima. Grijači se postavljaju tako da ispuh (mlaz) dosegne pod uz vanjski zid i razmještaju se da načine prsten od toplog zraka koji se kreće po obodu prostorije.



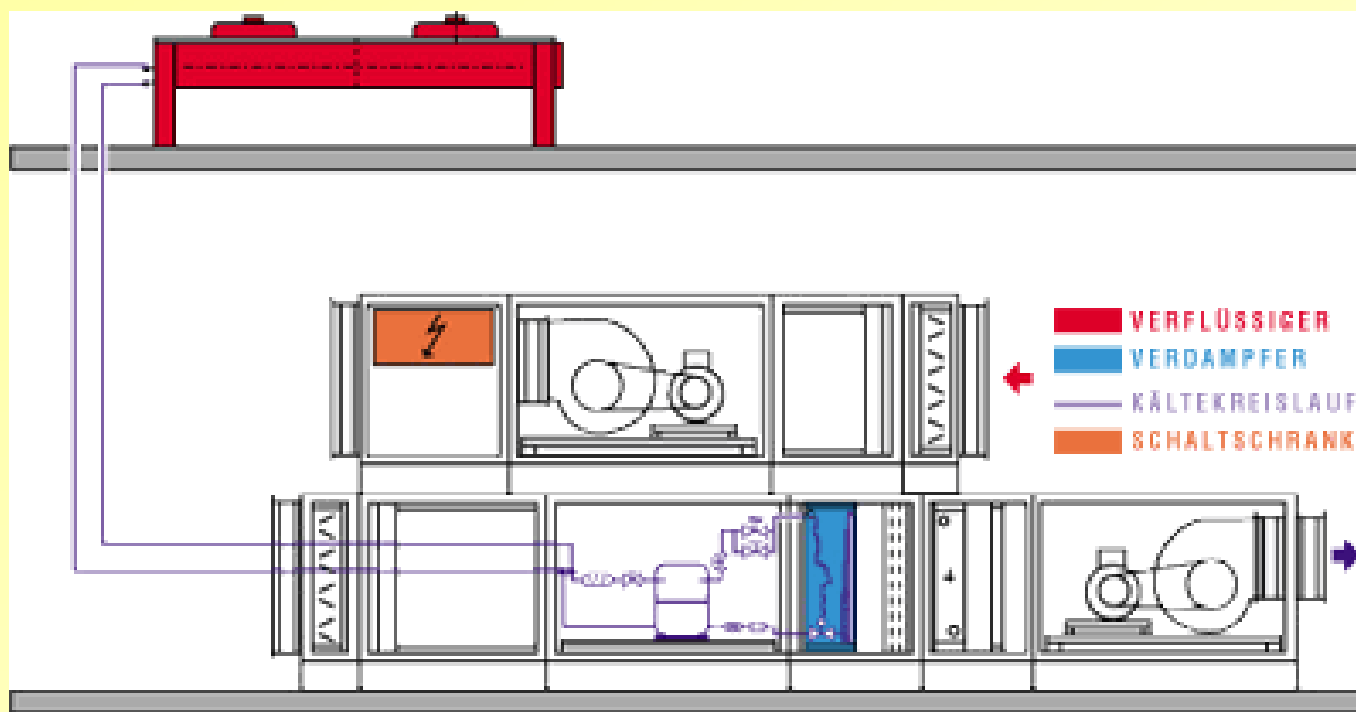
Industrijska primjena

- **Infracrvene grijalice.** Visokoučinske plinske, uljne ili električne IC grijalice odaju toplinu direktno prema osobama, opremi i podu prostora bez znatnijeg zagrijavanja zraka, iako se zrak dijelom grije konvekcijom od elemenata ugriyanih IC grijalicama. Obično se postavljaju 3 do 9 m iznad poda, uz vanjske zidove i okreću se da predaju maksimum direktnog zračenja prema podu. Ako je građevina slabo izolirana, regulacijski termostat treba zakloniti da se izbjegne utjecaj efekta zračenja prema vanjskim zidovima.



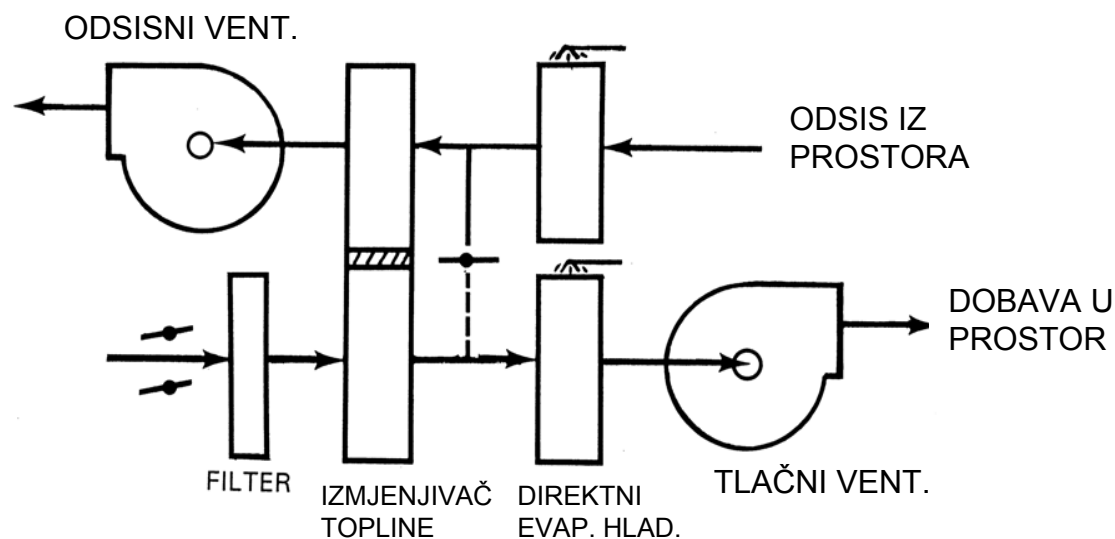
Industrijska primjena

- **Rashladni sustavi.** Najčešće se koristi krovna paketna jedinica s direktnom ekspazijom. Veći sustavi mogu koristiti rashladnu vodu kao medij koji se vodi prema klima jedinicama. Oprema najčešće sadrži kompresor (stapni, scroll ili vijčani) sa zrakom hlađenim kondenzatorom. Ukoliko se zahtjeva točka rosišta ispod 10°C (npr. farmaceutska tehnologija) treba razmotriti korištenje kemijskih sušača.



Industrijska primjena

- **Sustavi evaporativnog hlađenja.** Uključuju direktne ili indirektne evaporativne hladnjake i perače zraka. Voda raspršena u struju zraka ishlapljuje, hladeći zrak. Voda istovremeno hladi i ovlažuje zrak. Evaporativno hlađenje štedi energiju, pogotovo u blažoj klimi. Temperatura i vlažnost zraka na izlazu mogu se regulirati promjenom temperature vode i pomoću dogrijača ili promjenom količine zraka koja prolazi kroz grijač s termostatom točke rosišta. Moguća je potreba filtracije zraka koji ulazi u evaporativni hladnjak. Moguća je potreba kemijske pripreme vode za sprječavanje taloženja minerala ili razvoj bakterija na dijelovima sustava.



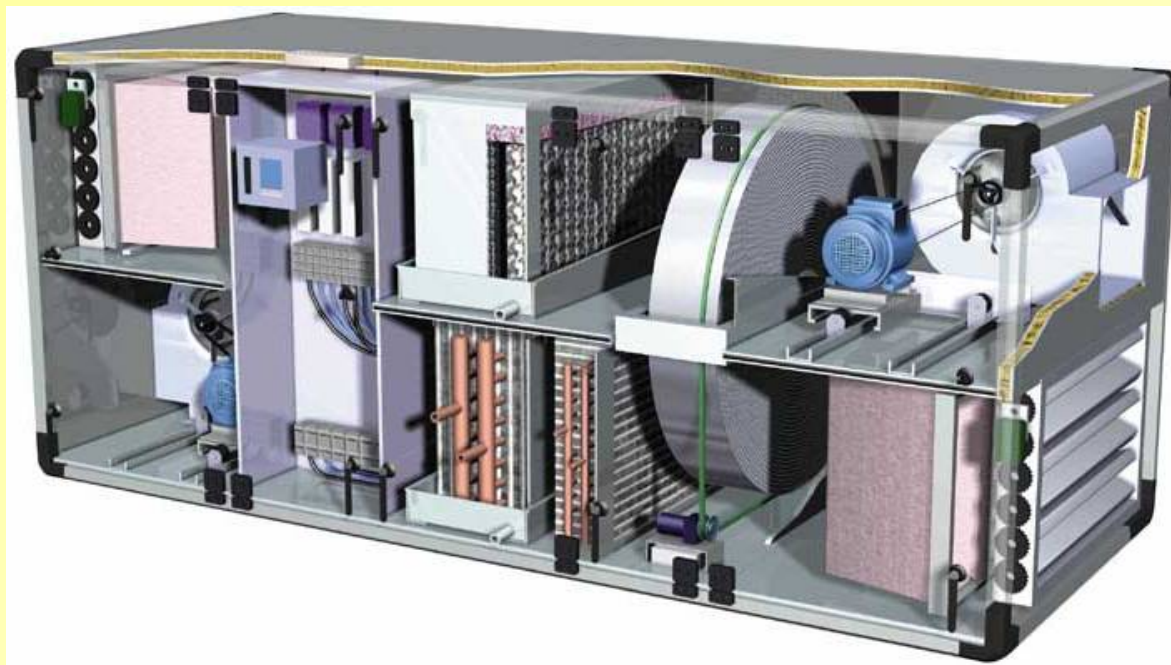
Industrijska primjena

- **Sustavi filtracije.** Uklanjanje zagađivača iz sustava dobave i odsisa zraka. Filtracija dobavnog zraka na usisu uklanja čestice zagađivača koje se talože na izmjenjivačke površine, štetne tvari ili tvari opasne po zdravlje ljudi, životinja i biljaka. Odsisni sustavi odvede zrak iz prostora uklanjajući aerosole, toplinu ili plinove na specifičnoj lokaciji unutar prostora i transportiraju ih u svrhu prikupljanja, neutralizacije ili sigurnog ispuštanja u okoliš.



Industrijska primjena

- **Povrat topline.** Procesna industrija pruža jedinstvene mogućnosti za povrat topline iz istrošenog zraka u svrhu predpripreme vanjskog zraka. Posebnu pažnju treba posvetiti osiguranju kompatibilnosti materijala i komponenata sustava sa štetnim tvarima koje se često nalaze u otpadnim medijima.

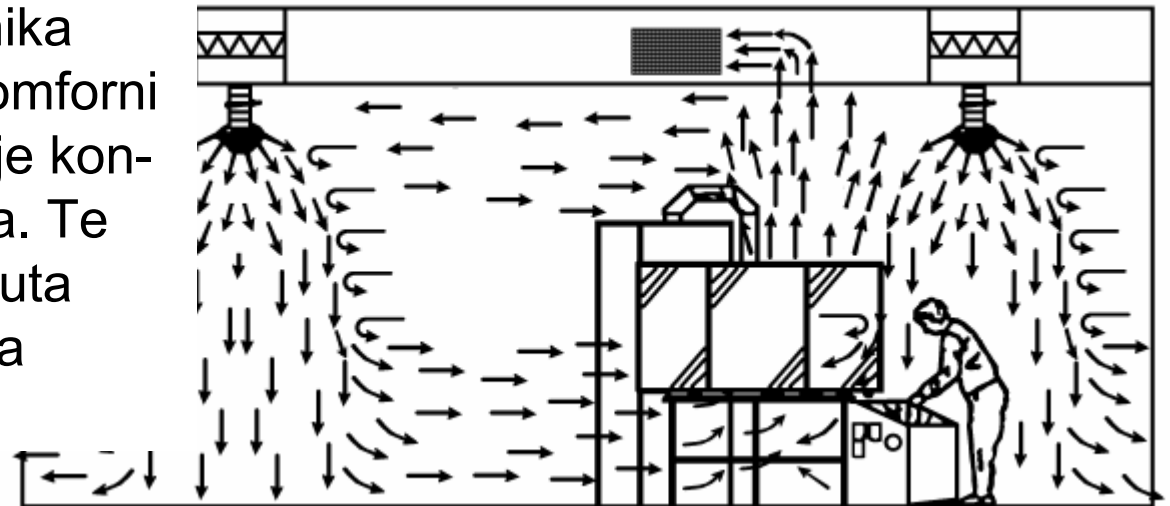


Industrijska primjena

- **Održavanje.** Projektom treba predvidjeti dovoljno prostora za brzo čišćenje, održavanje i zamjenu komponenata sustava kako se ne bi značajnije narušili unutarnji projektni uvjeti. Održavanje opreme za hlađenje i odbacivanje topline ključno je za ispravan pogon bez nepotrebnih gubitaka. Uključena je periodička zamjena filtara. Ventilatorska kola i ležajevi traže podmazivanje, a remeni traže periodičke preglede. Direktno i indirektno loženi grijači traže godišnje preglede. Toplovodni i parni grijači imaju manje zahtjeve za održavanjem od usporedive opreme s plinskim ili uljnim direktnim loženjem. Za funkcionalnost sustava važna je priprema vode, bez čega se ne mogu koristiti peraći zraka i rashladni tornjevi.

Ventilacija u industrijskom okolišu

- lokalni ventilacijski sustavi:
- pripremljeni zrak dovodi se u zonu disanja korisnika kako bi se ostvarili komforni uvjeti i/ili za smanjenje koncentracije zagađivača. Te zone imaju 5 do 10 puta čistiji zrak od ostatka prostora.



A. AIR SHOWERS



B. AIR OASIS WITH HORIZONTAL AIR SUPPLY



C. AIR OASIS WITH VERTICAL AIR SUPPLY

Laboratoriji



Laboratoriji

- primarni cilj u projektiranju GViK sustava za laboratorije je ostvarivanje sigurnog okoliša za osoblje.
- laboratoriji često koriste 100% vanjskog zraka, što proširuje raspon uvjeta koje sustav treba zadovoljiti.
- sustavi rijetko rade pri maksimalnim projektnim uvjetima → treba obratiti pažnju na djelomične pogonske uvjete koji se stalno mijenjaju usljed varijacija opterećenja i zahtjeva prostora.
- povremeno su moguće modifikacije prostora → mora se razmotriti do koje razine laboratorijski sustavi trebaju biti prilagodljivi promjeni namjene prostora.
- vrsta i količina zagađivača, način rukovanja i razina štetnosti diktiraju izbor tipa GViK sustava ili lokalnog odsisa.

Laboratoriji

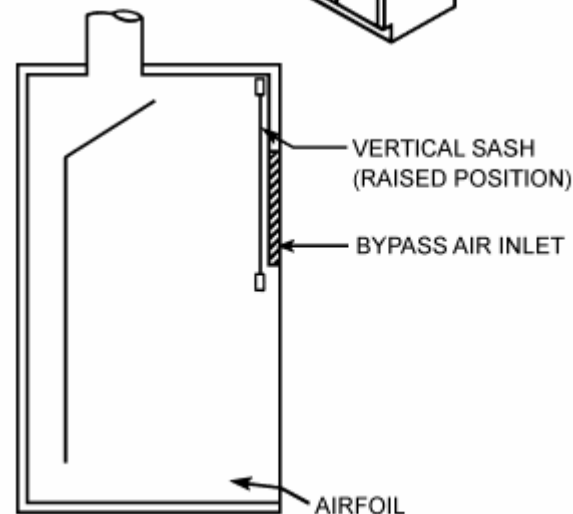
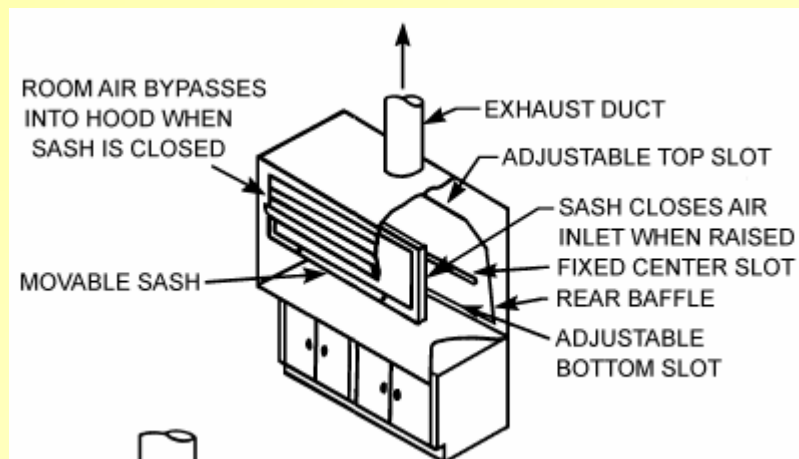
Projektne kriterije

- unutarnji toplinski dobiti od 50 do 270 W/m² ili više uobičajeni su u laboratorijima s mnogo opreme.
- česti su strogi zahtjevi za kontrolom temperature, vlažnosti, relativnog statičkog tlaka i dozvoljenog broja čestica u zraku → zahtjeva se arhitektonsko rješenje koje omogućuje ispravnu funkciju GViK sustava (npr. dovoljno prostora za smještaj opreme i kanalskog razvoda).
- položaj strojarnice s ulazima i izlazima zraka mora biti takav da se izbjegne unos/povrat zagađenja u zgradu. Kao i kod drugih građevina, izbor pozicije za usis zraka mora umanjiti rizik od unosa nečistoće od pretovara robe, ispuha rashladnih tornjeva, prometa motornih vozila i sl.

Laboratoriji

Laboratorijski digestor

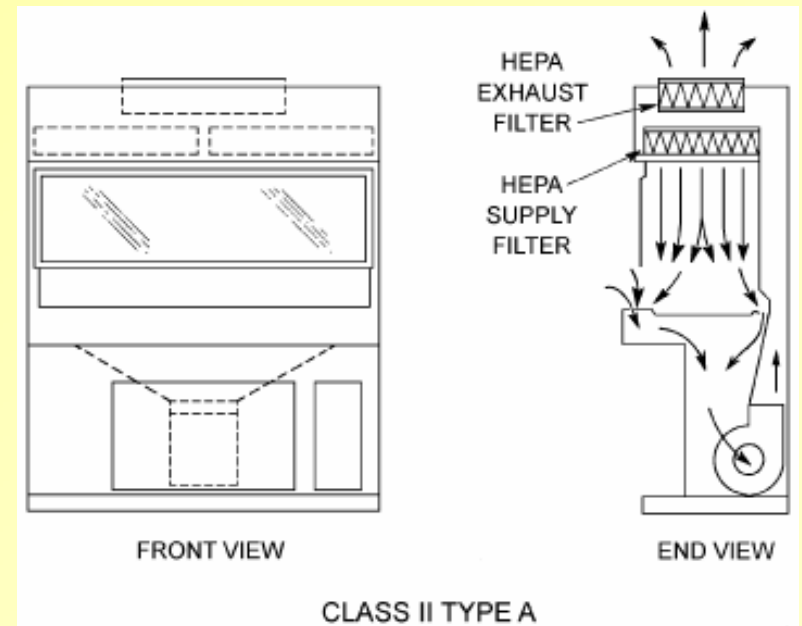
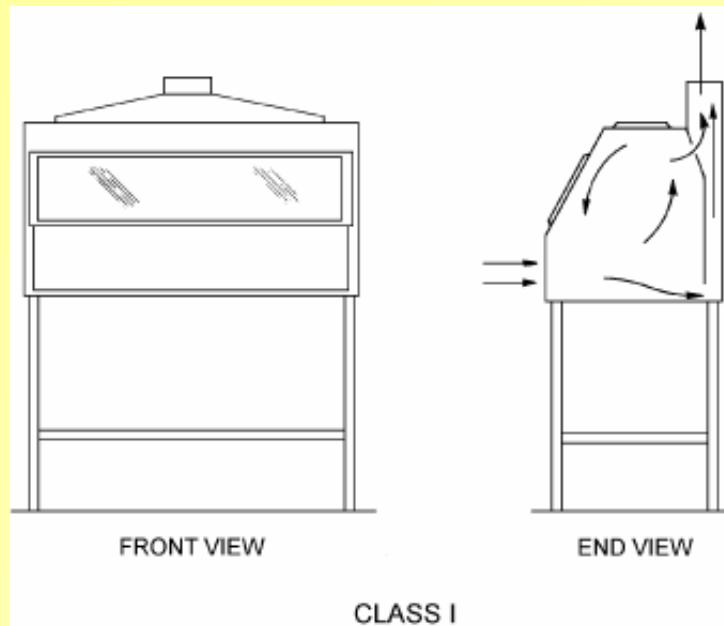
- predstavlja ventiliran zatvoren radni prostor u svrhu zadržavanja i odvođenja dima, para i čestica nastalih unutar tog prostora.
- radni otvor ima pomično klizno staklo za promatranje procesa i zaštitu radnika.
- različiti tipovi: sa stalnim ili promjenjivim protokom zraka, sa stalnom ili promjenjivom brzinom nastrujavanja, sa ili bez dodatnog zraka.
- primjer s premosnicom za približno konstantan protok i brzinu strujanja zraka:



Laboratoriji

Biološki sigurnosni kabinet

- također se naziva biološki laminar, kategoriziran u 3 klase i 6 grupa
- primjer nekih tipova kabineta:



- za projekt GViK sustava važni su pravilan položaj biološkog laminara u laboratoriju i razdioba zraka u prostoriji.

Laboratoriji

Biološki sigurnosni kabinet

- Rake (1978):

Opće iskustveno pravilo navodi ako propuh ili drugo neželjeno strujanje zraka oko laminara ima brzinu veću od zračne zavjese na ulazu u laminar, tada se javlja problem. Nažalost, u većini laboratorija prisutna je pojava takvih neželjenih strujanja u većoj ili manjoj mjeri. Jedan od najčešćih problema je propuh usljed otvaranja prozora i vrata jer brzine strujanja često prelaze 1 m/s i prati ih značajna turbulencija. Velik problem može biti i u poziciji istrujnih otvora za zrak, a tome se rijetko poklanja odgovarajuća pažnja... Nužno je razmotriti sve izvore i smjerove strujanja zraka u prostoru prije postavljanja biološkog laminara u laboratorij.

- položaj treba biti dalje od propuha, aktivnih prolaza, prozora i vrata.

- odsisni sustav biološkog laminara mora se projektirati uzimajući u obzir zahtjeve za promjenom statičkog tlaka za različite grupe.

Laboratoriji

Ventilacija

- Ukupni protok zraka za laboratorij određuju sljedeći faktori:
 - Ukupna količina odsisa iz okruženja
 - Hlađenje potrebno za pokrivanje unutarnjih toplinskih opterećenja
 - Minimalni ventilacijski zahtjevi
- minimalni protoci zraka obično se kreću od 6 do 10 izmjena na sat za prostore u kojima su ljudi; 15 izmjena na sat za prostore sa životinjama i prostore za analize.
- mogu se koristiti sustavi s konstantnim ili promjenjivim protokom zraka koji uključuju jedno- ili dvokanalnu konfiguraciju.
- laboratoriji u kojima se radi s kemikalijama ili komprimiranim plinovima općenito trebaju sustav sa 100% vanjskog zraka.
- stupanj filtracije dobavnog zraka ovisi o zahtjevima laboratorija (od finih do HEPA filtara).

Laboratoriji

Regulacija

- temperatura u laboratorijima s konstantnim protokom zraka općenito se regulira pomoću termostata koji kontrolira poziciju regulacijskog ventila na dogrijaču dobavnog zraka.
- za laboratorije koji djeluju kao sekundarna barijera okruženja, održava se lagani podtlak u odnosu na okolne prostore. Iznimka su sterilna postrojenja ili čisti prostori koji su u laganom predtlaku u odnosu na okolne prostore.
- regulacijski kriteriji kod digestora razlikuju se ovisno o tipu. Protok zraka u odsisu je konstantan za standardne digestore te one s dodatnim zrakom i premosnicom. U VAV digestorima odsisni protok se mijenja za održavanje konstantne brzine strujanja zraka u radnom prostoru.

Čisti prostori



Čisti prostori

- sljedeće velike industrije koriste čiste prostore u proizvodnji:

Farmacija/Biotehnologija; Mikroelektronika/Poluvodiči (većina novijih čistih prostora u proizvodnji poluvodiča su ISO 14644-1 klasa 5 ili čišće); Aeronautika (prostori velikog volumena s razinom čistoće ISO 14644-1 klasa 8 ili čišće); Aseptička prerada i pakiranje hrane; Automobilske lakirnice; Kristali; Laseri/Optika;...

Table 1 Comparison of Airborne Particle Concentration Limits from FS 209 and ISO/FDIS 14644-1

FS 209 Class	ISO Class	0.1 µm			0.5 µm			5.0 µm		
		Federal Standard 209		ISO	Federal Standard 209		ISO	Federal Standard 209		ISO
		Particles/ft ³	Particles/m ³	Particles/m ³	Particles/ft ³	Particles/m ³	Particles/m ³	Particles/ft ³	Particles/m ³	Particles/m ³
	1			10						
	2			100			4			
1	3	35	1230	1000	1	35	35			
10	4	345	12 200	10 000	10	353	352			
100	5	3450	122 000	100 000	100	3530	3520			29
1000	6	34 500	1 220 000	1 000 000	1000	35 300	35 200	7	247	293
10,000	7	345 000	1.22 × 10 ⁷		10 000	353 000	352 000	65	2300	2930
100,000	8	3 450 000	1.22 × 10 ⁸		100 000	3 530 000	3 520 000	700	24700	29 300
	9	3.45 × 10 ⁷	1.22 × 10 ⁹				35 200 000			293 000

Čisti prostori

Koncentracija čestica

- čestice u zraku prostora imaju veličinu od 0.001 μm do nekoliko stotina mikrometara. Čestice veće od 5 μm talože se gravitacijski. U mnogim proizvodnim procesima te se čestice smatraju izvorom zagađenja.
- čestice iz vanjskih izvora primarno se uklanjaju filtracijom, podešavanjem predtlaka u prostoru ili brtvljenjem otvora.
- ljudi, habanje površina u prostoru, procesna oprema i sama tehnologija stvaraju čestice unutar čistog prostora. Unutarnje nastajanje čestica ne može se potpuno spriječiti, ali projektant može predvidjeti unutarnje izvore i projektirati kontrolne mehanizme i smjerove strujanja zraka koji ograničavaju njihov utjecaj na proizvod.
- pravilna filtracija zraka sprječava prodor većine vanjskih čestica u čisti prostor koristeći apsolutne filtere (HEPA/ULPA).

Čisti prostori

Smjer strujanja zraka

- dvije općenita slučaja:

- **Miješajuće strujanje.** Ima karakteristiku višeprolaznog miješanja ili neparalelne strujnice. Može osigurati zadovoljavajuću kontrolu zagađenja za razine čistoće prostora ISO 14644-1 klase 6 do 8. Pretpostavlja da je glavni izvor zagađenja vanjski zrak i da se kontaminacija uklanja u klima jedinici, u kanalskim filtarskim sekcijama ili pomoću distributera s ugrađenim apsolutnim filterima.
- **Jednosmjerno strujanje.** Nije stvarno laminarno, no karakterizira ga jedan prolaz zraka u jednom smjeru kroz čisti prostor uz približno paralelne strujnice. Uklanja zagađenje nastalo u prostoru i umanjuje prijenos čestica u smjeru okomitom na struju zraka. Zrak se obično uvodi u prostor kroz stropne HEPA/ULPA filtere.

Čisti prostori

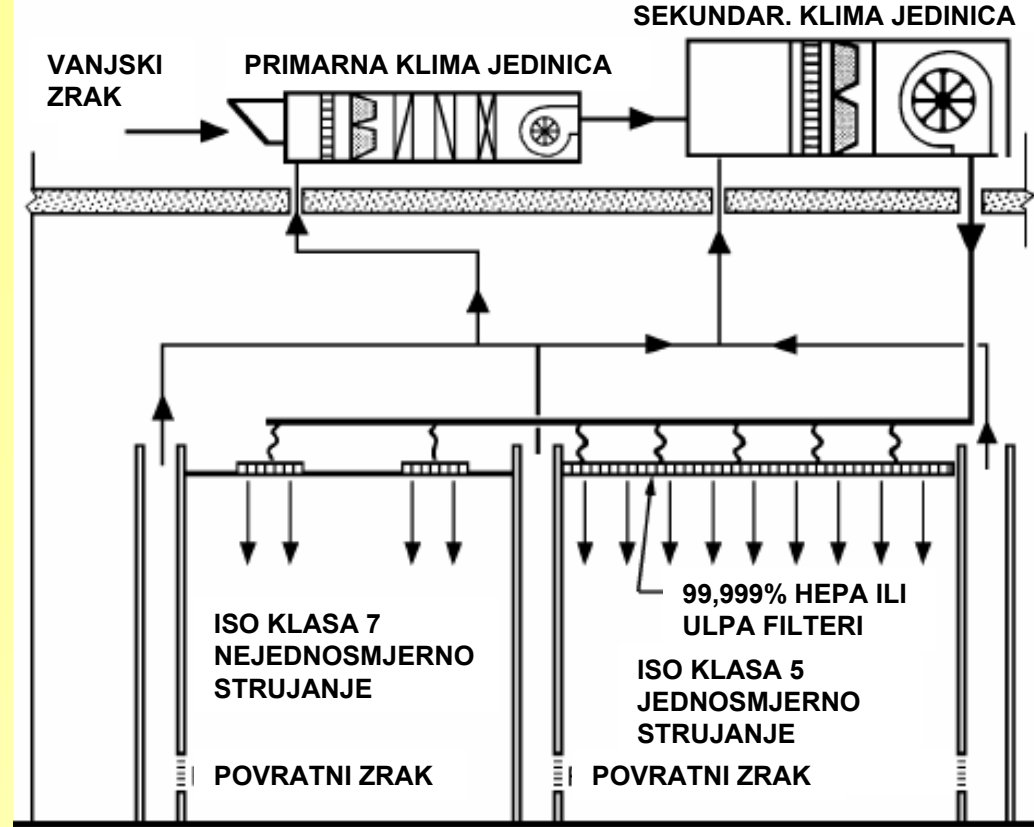


Table 2 Vertical Airflow Velocities and Air Change Rates Versus Cleanroom Classes

Class ISO 209	Average Room Velocity, m/s	Air Changes per Hour					
		2.5 m Ceiling	3 m Ceiling	6 m Ceiling	9 m Ceiling	12 m Ceiling	18 m Ceiling
2	0.43 to 0.51	638 to 750	510 to 500	255 to 300	170 to 200	128 to 150	85 to 100
3 Class 1	0.36 to 0.43	525 to 838	420 to 510	210 to 244	140 to 170	105 to 128	70 to 85
4 Class 10	0.30 to 0.36	450 to 525	360 to 420	180 to 210	120 to 140	90 to 105	60 to 79
5 Class 100	0.23 to 0.28	338 to 413	270 to 330	135 to 165	90 to 110	68 to 83	45 to 55
6 Class 1000	0.13 to 0.18	166 to 263	150 to 210	75 to 105	50 to 70	28 to 53	25 to 35
7 Class 10,000	0.04 to 0.09	60 to 120	50 to 100	24 to 48	15 to 30	12 to 24	8 to 16
8 Class 100,000	0.02 to 0.04	30 to 45	25 to 35	12 to 16	8 to 12	8 to 9	4 to 6
9 Class 1,000,000	0.010 to 0.015	15 to 23	12 to 18	6 to 9	4 to 6	3 to 5	2 to 3

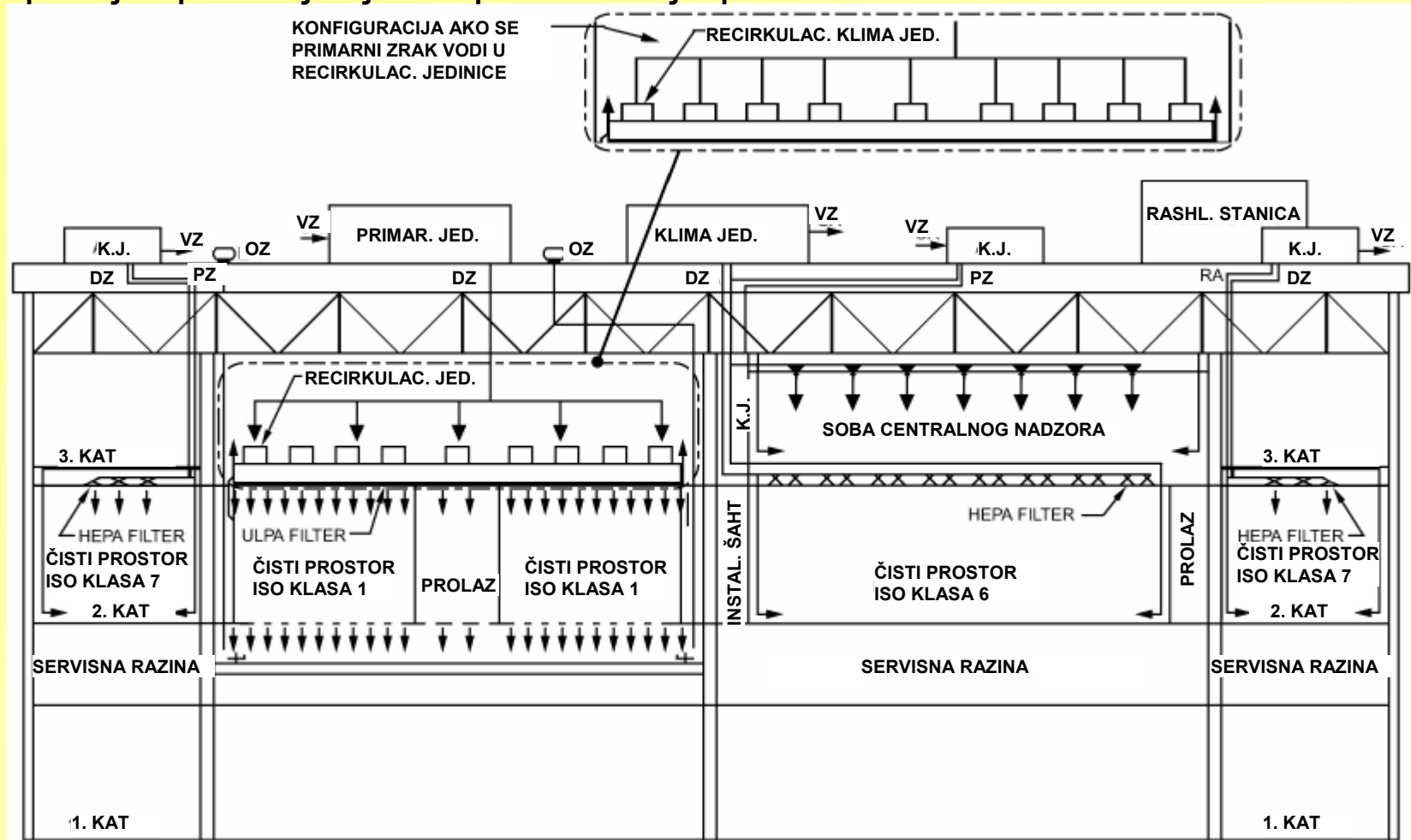
Čisti prostori

Projektni parametri

- jednosmjerno strujanje najčešće se koristi sa srednjim brzinama 0.3 do 0.45 m/s, tipično 0.45 m/s.
- temperatura u čistim prostorima regulira se od 20 do 22°C s odstupanjem od $\pm 0.06^\circ\text{C}$, $\pm 0.1^\circ\text{C}$, $\pm 0.3^\circ\text{C}$ i $\pm 0.5^\circ\text{C}$. U prostorima s razinom čistoće ISO 14644-1 klasa 7 i 8 odstupanja mogu biti $\pm 1^\circ\text{C}$.
- vlažnost se kreće od 40 do 45 % s tolerancijom ± 5 %.
- najefikasniji način za smanjenje pada tlaka u izmjenjivačima na strani zraka je smanjenje brzine nastrujavanja na 1.5 do 2 m/s. Posljedica je veća klima jedinica.
- u čistim prostorima uvijek se održava viši tlak od manje čistog okoliša za 12 do 15 Pa radi smanjenja infiltracije zagađivača.
- energija za pogon ventilatora, rashladnika i pumpi u sustavima za čiste prostore FS 209 klase 1 kreće se oko 540 W/m² poda (5 do 10 puta više od klasičnih GViK sustava za stambeno poslovne namjene).

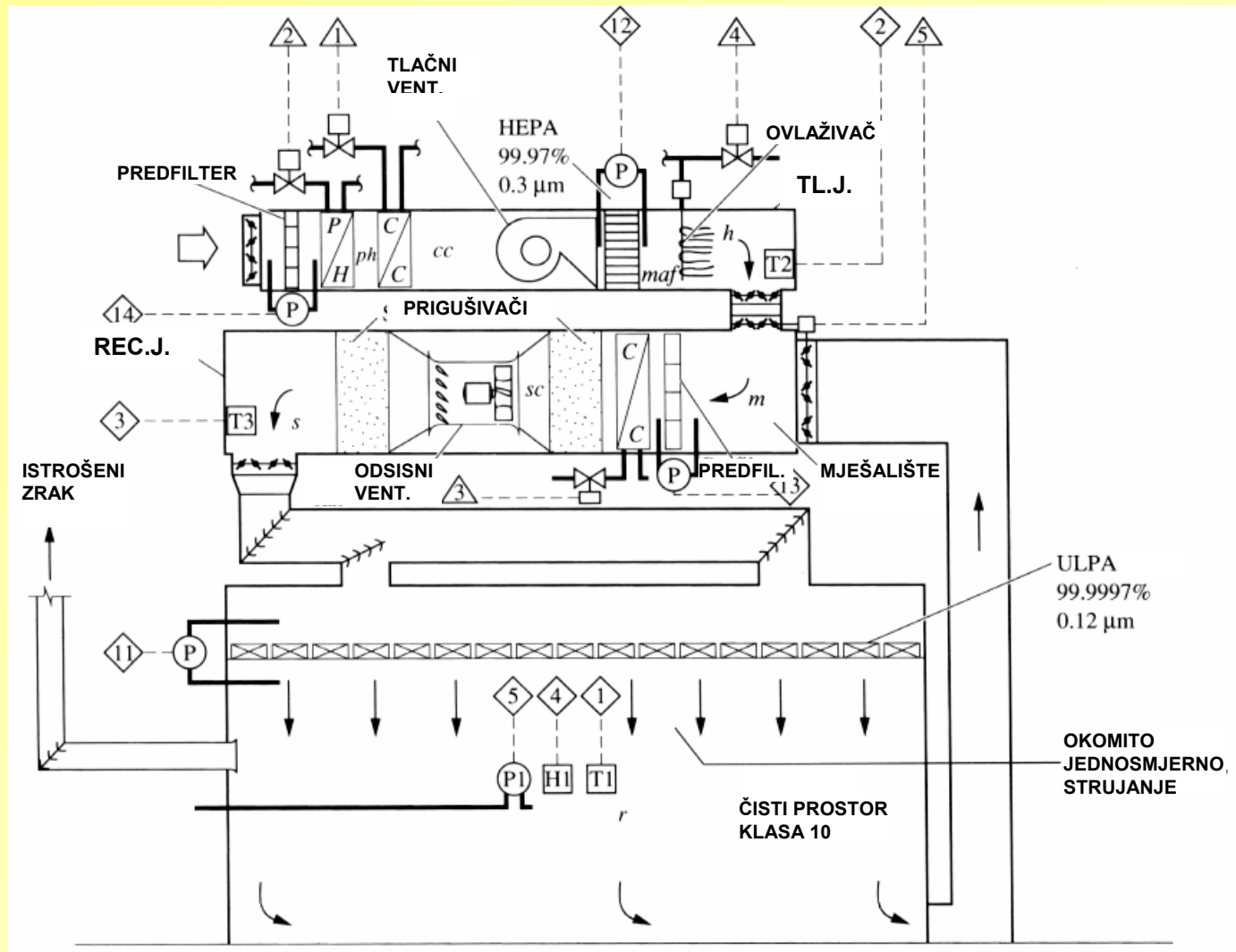
Čisti prostori

- primjer postrojenja za proizvodnju poluvodiča:



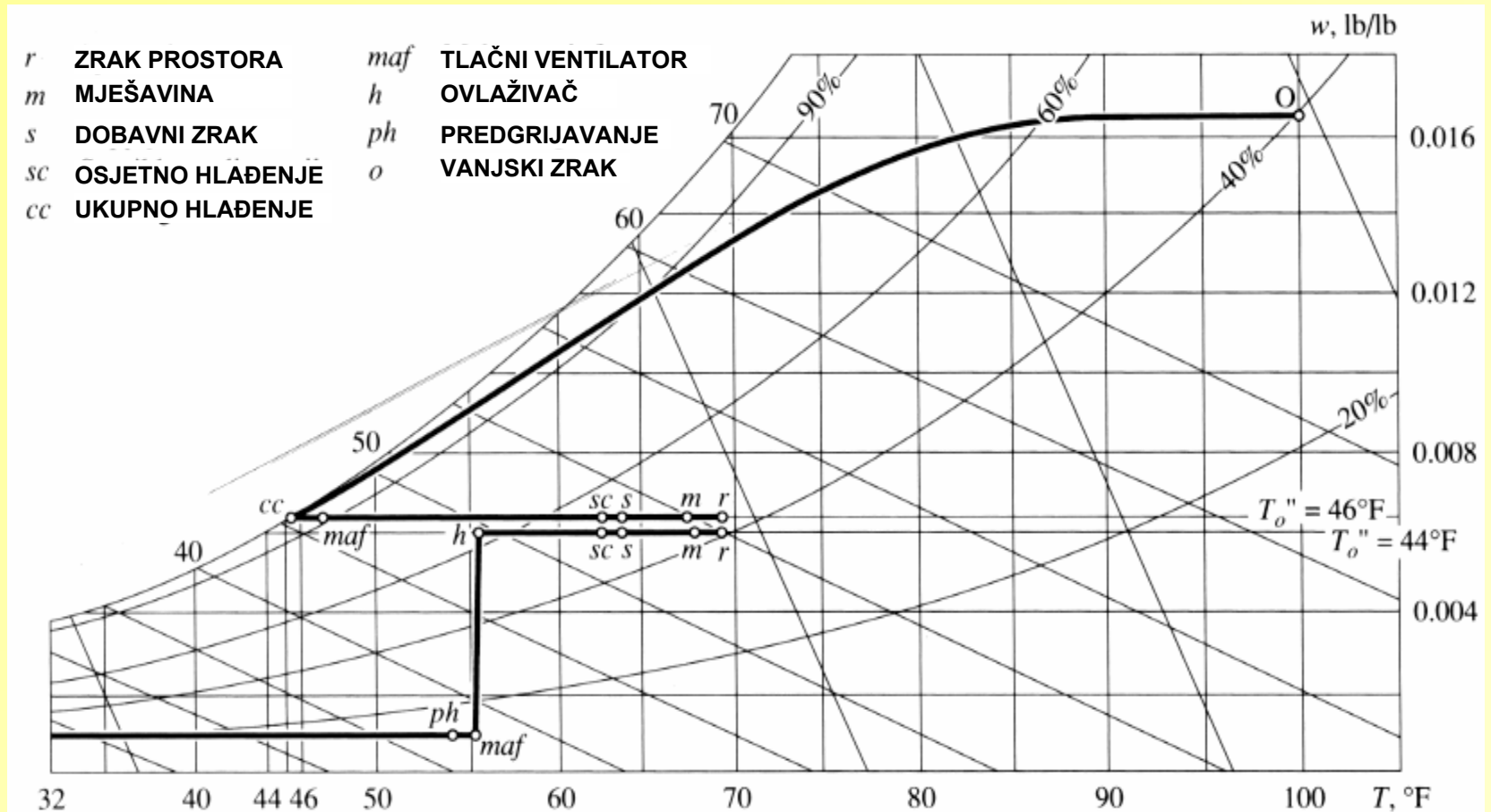
Čisti prostori

- primjer čistog prostora ISO 14644-1 klase 4:



Čisti prostori

- primjer čistog prostora ISO 14644-1 klase 4 – proces pripreme zraka u psihrometrijskom dijagramu:



Računski centri



Računski centri

Projektne kriterije

- prije upuhivanja u računarski prostor, vanjski zrak se predpriprema radi uklanjanja prašine, soli i korozivnih tvari.
- sustav održava u prostoru predtlak u odnosu na okolišne prostore. Potreba za predtlakom radi sprječavanja prodora zagađivača u prostor obično predstavlja kontrolni projektni kriterij.
- količina vanjskog zraka od 6 do 8 izmjena na dan obično zadovoljava zahtjeve za razrjeđivanjem zagađivača.
- GVik oprema za računarske centre treba se napajati iz električki izoliranih energetske izvora kako bi se spriječio utjecaj električnog šuma na rad i pouzdanost računala.

Table 1 Typical Computer Room Design Conditions

Condition	Recommended Level
Temperature control range ^a	22°C ± 1°C
Relative humidity control range ^a	50% ± 5%
Filtration quality ^b	45%, min. 30%

^aThese conditions are typical of those recommended by most computer manufacturers.

^bFrom ASHRAE *Standard 52.1* dust-spot efficiency test.

Računski centri

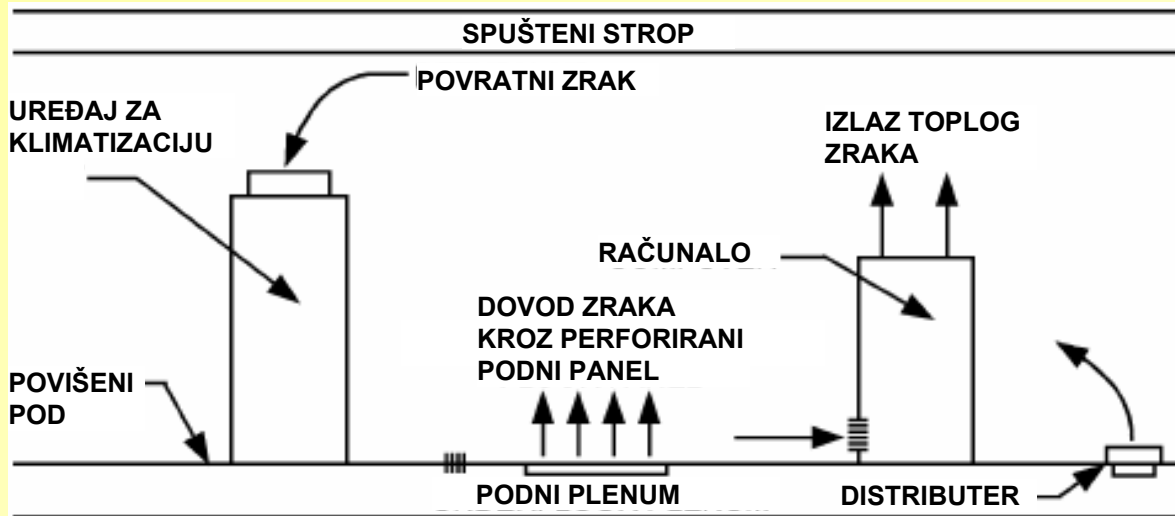
Sustavi klimatizacije

- računski centri mogu se klimatizirati nizom različitih sustava, uključujući paketne klima uređaje s preciznom regulacijom i centralne klima jedinice.
- paketne jedinice dostupne su u izvedbi s rashladnom vodom ili razdvojeni freonski sustavi s više rashladnih krugova (“multisplit”), zračnim filterima, ovlaživačima, dogrijačima i integriranim sustavima regulacije s daljnskim upravljačima i sučeljima. Pojedinačni klimatizeri obično se postavljaju unutar prostora, no mogu se montirati i izvan te povezati s prostorom zračnim kanalima.
- centralne jedinice imaju veće kapacitete od paketnih i omogućuju veće uštede energije. Sustavi koji koriste direktno evaporativno hlađenje zajedno s mehaničkim hlađenjem i VAV regulaciju omogućuju besplatno hlađenje vanjskim zrakom pri odgovarajućim vanjskim uvjetima bez dodatnog korištenja energije za ovlaživanje.

Računski centri

Sustavi klimatizacije

- primjer paketnog klima uređaja s preciznom temperaturnom regulacijom i dovođenjem zraka kroz pod:

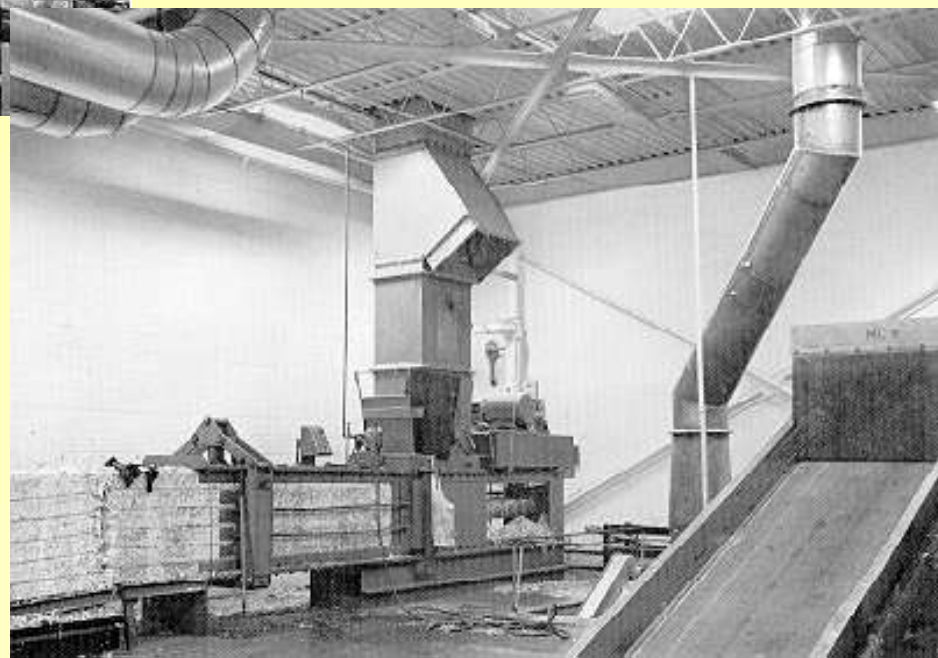
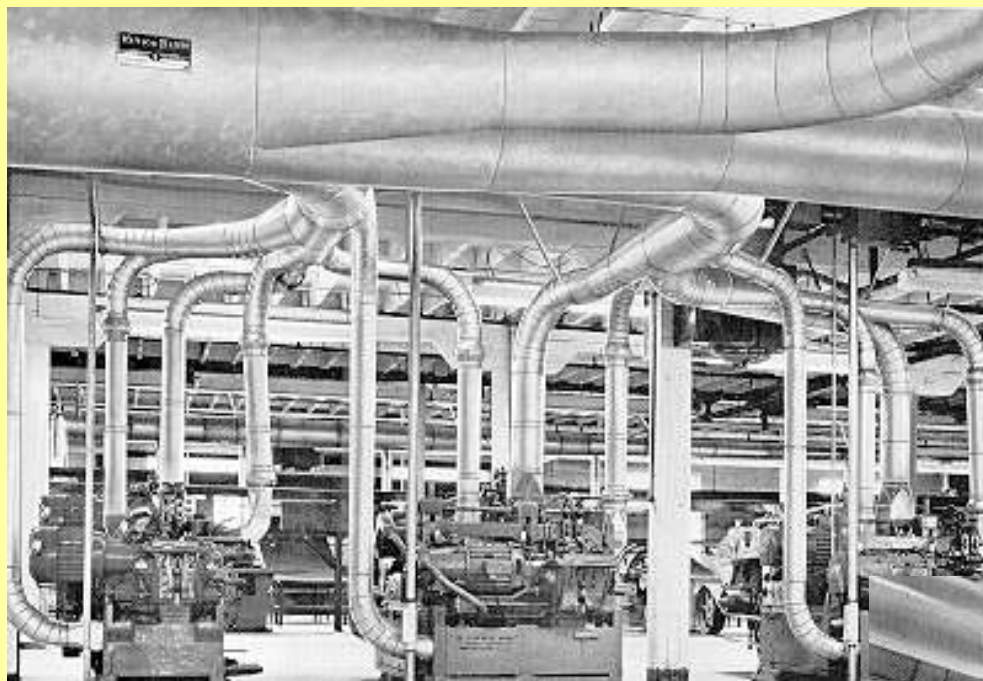


Računski centri

Ušteda energije i povrat topline

- gdje sekundarna upotreba povratne topline nije moguća ili opravdana, centralni sustavi klimatizacije koriste vanjski zrak za besplatno hlađenje, ventilaciju s promjenjivim protokom i evaporativno hlađenje/ovlaživanje čime se ostvaruju značajne uštede energije i poboljšava kvaliteta zraka u usporedbi s paketnim klima uređajima s preciznom regulacijom.
- ako postoji mogućnost upotrebe povratne topline, računski centri tu imaju dobar potencijal zbog visokog cjelogodišnjeg toplinskog opterećenja. Odbacivanje topline kondenzacije može se koristiti za grijanje, pripremu potrošne tople vode ili za tehnološke potrebe.

Drvena i papirna industrija



Drvena industrija

Općenite napomene

- Centralni odsisni sustavi obično su projektirani za specifične pogone gdje se piljevina odvodi od strojeva i vodi kroz podstropni kanalski razvod do kolektora.
- koriste se metalni kanali koje treba uzemljiti radi sprječavanja pojave statičkog elektriciteta. Koriste se odsisne nape od neiskrećeg, negorivog materijala. Sustav pneumatskog transporta treba biti uređen tako da se smanji akumulacija piljevine u sabirnim kanalima. Protok i brzina zraka trebaju održati mješavinu zraka i piljevine ispod donje granice eksplozivne koncentracije. Kolektori piljevine smještaju se izvan zgrade.
- ventilatore treba smjestiti niz struju zraka u odnosu na kolektor i opremu za pročišćavanje zraka te trebaju biti povezani s opremom za obradu drveta. Ukoliko ventilator stane, trenutno se mora zaustaviti proces obrade drveta i poslati signal sustavu alarma.

Drvena industrija

Projektne napomene

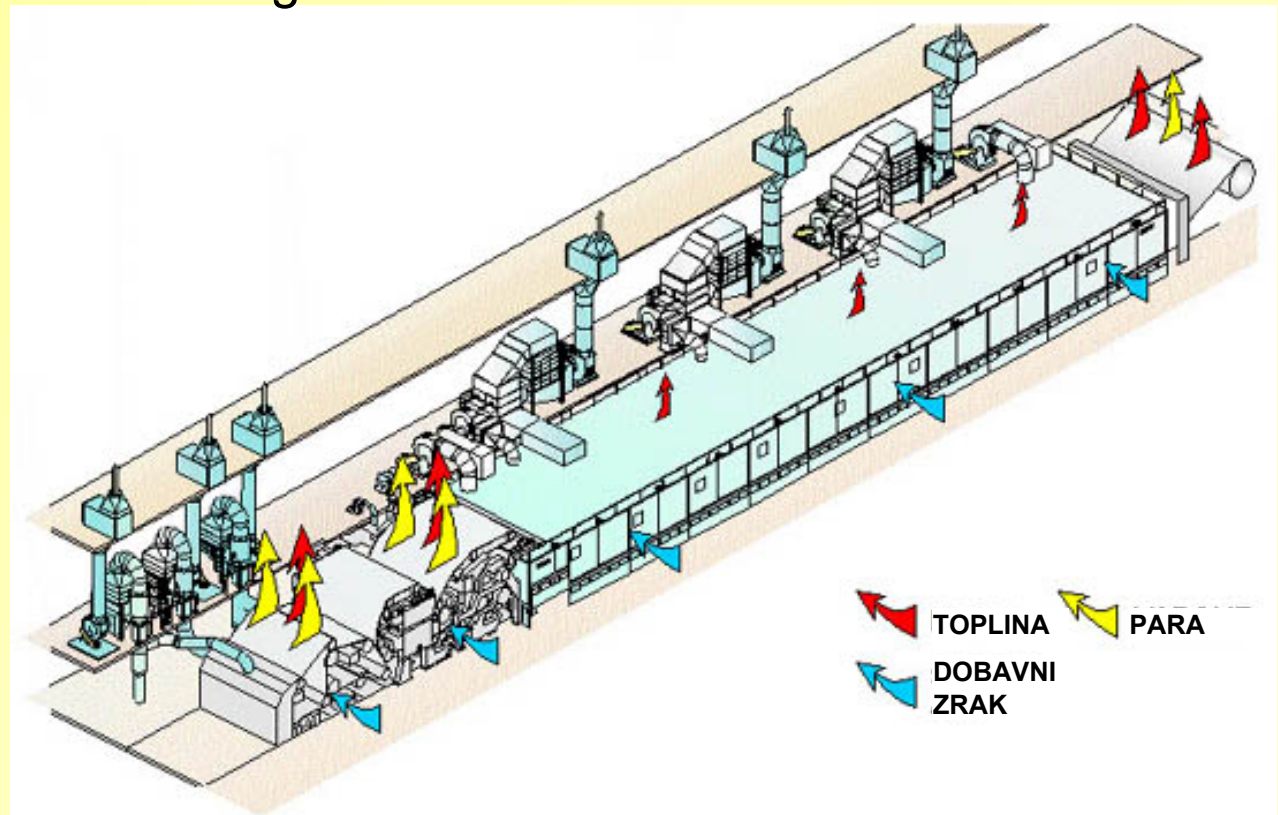
- zahtjevi za održavanjem temperature i vlažnosti u prostorima za preradu drveta mijenjaju se ovisno o proizvodu, proizvođaču i lokalnim propisima.
- npr. minimalni broj izmjena zraka na sat u drvanoj industriji preporučen u Kanadi je 2 h^{-1} .

Papirna industrija

- u papirnoj industriji temperatura unutar kućišta stroja kreće se od 50 do 60°C na pogonskoj etaži, od 80 do 95°C na odsisnom plenumu pri 70 do 90% rel. vlažnosti, uz protok zraka na odsisu obično 140 do $190 \text{ m}^3/\text{s}$.
- većina papira proizvodi se s manje od 10% vlage u masi. Suhi papir i celuloza su higroskopni i i počinju se uvijati i ukoliko su skladišteni uz relativnu vlažnost zraka iznad 38% .
- ventilacija strojarnica u industriji papira u SAD kreće se od 10 do 25 h^{-1} na sjeveru, a od 20 do 50 h^{-1} na jugu.

Papirna industrija

- protok zraka kontrolirano se usmjerava prema pogonskoj strani, od suhog prema vlažnom kraju procesa. Glavni odsis nalazi se iznad vlažnog kraja, čime se ostvaruje najveća prednost uzgonskog efekta usljed dodira zraka s vrućim površinama. Sustav dobave i odsisa je u ravnoteži. Veliki protoci zraka (240 do 380 m³/s) potrebni su radi balansiranja odsisa sa strojeva za papir s ventilacijom ostatka zgrade.



Papirna industrija

- vrijednosti koje ostvaruje dobar sustav klimatizacije za industriju papira:

STROJARNICA U ZIMSKOM PERIODU

- srednja temperatura +20°C
- brzina strujanja zraka do 0.5 m/s

STROJARNICA U LJETNOM PERIODU

- temperatura iznad vanjske za ne više od 5°C
- brzina strujanja zraka do 0.5 m/s

STROP STROJARNICE U ZIMSKOM PERIODU

- nema vidljive kondenzacije na unutarnjim stijenkama stropa i sadržaj vlage je iznad vanjskog zraka najviše 20 g/kg

PODRUM U ZIMSKOM PERIODU

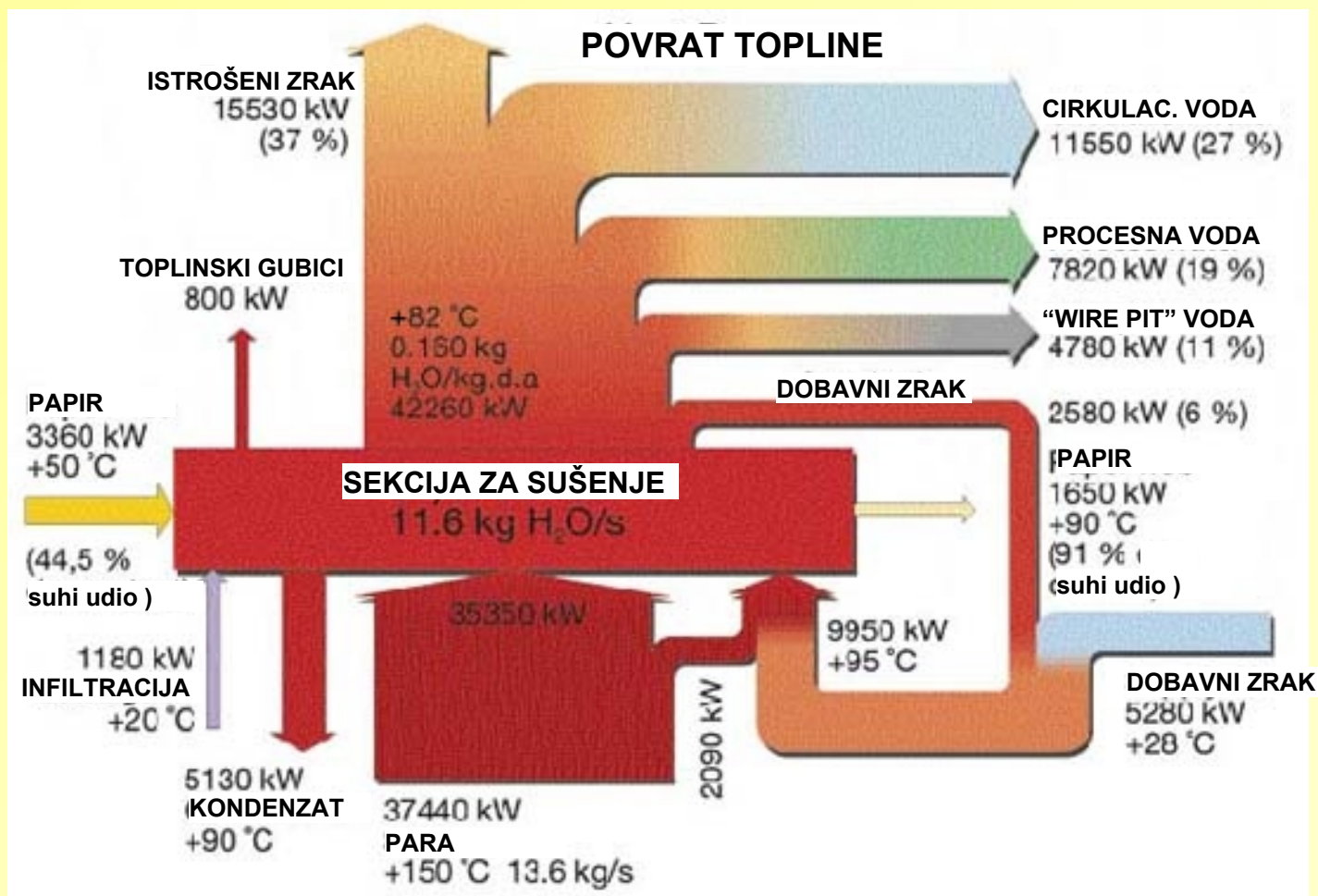
- temperatura najmanje +15°C

PODRUM U LJETNOM PERIODU

- temperatura iznad vanjske za ne više od 10°C

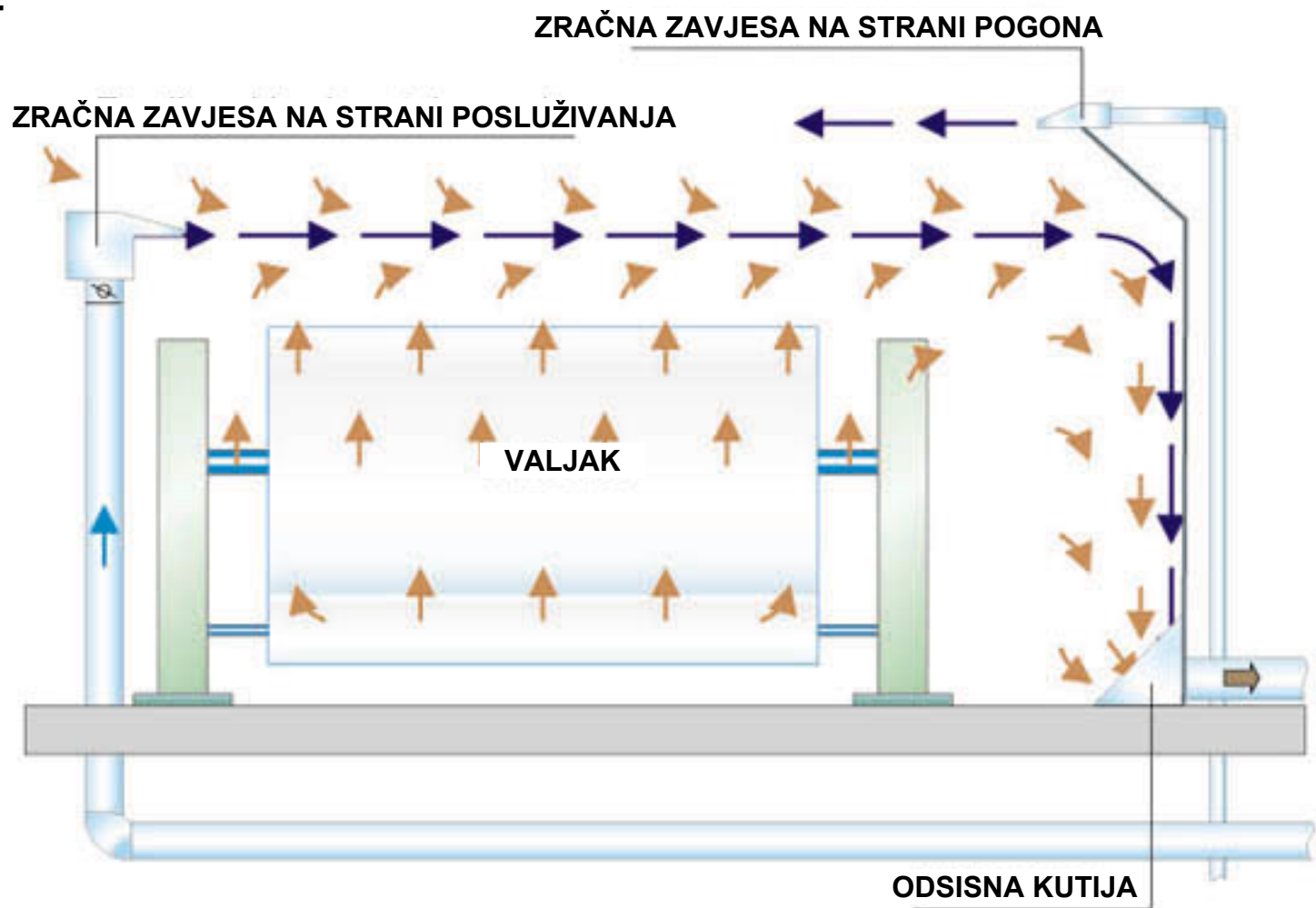
Papirna industrija

- energetski dijagram u modernoj tvornici papira. Primarni energent za proces je para iz kotlovnice uz korištenje sustava povrata topline:



Papirna industrija

- primjer sustava sa zračnim zavjesama kod namotavanja papirnatih maramica:



Lakirnice



Lakirnice

Općenite napomene

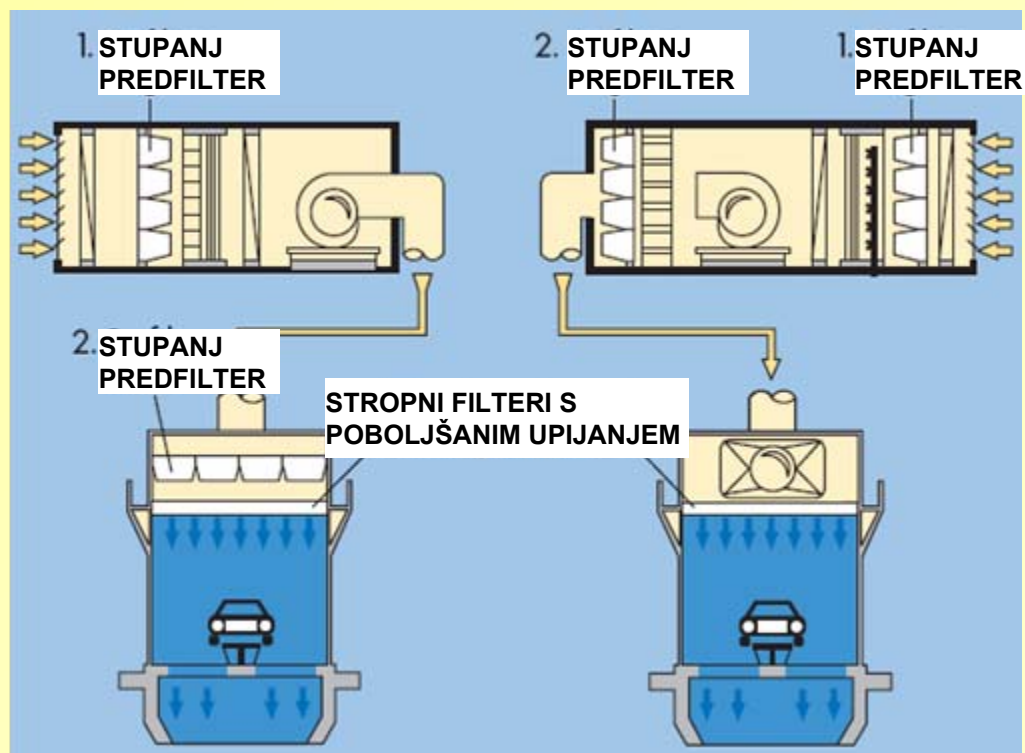
- razni postupci lakiranja su manje ili više efikasni u prijenosu boje na površine ali svi stvaraju višak boje. Višak se sastoji od relativno velikih, vidljivih kapljica koje padaju u blizini ali ne na površinu koja se lakira, finih čestica boje (magle) koja se miješa sa zrakom i ostaje raspršena u zraku.
- malene čestice aerosola boje ispunjavaju volumen lakirnice i ostaju dulje vrijeme u zraku. Kako dugo – ovisi o veličini čestica i učinkovitosti sustava ventilacije lakirnice.
- lakirnice su ventilirani prostori s prisilnom cirkulacijom zraka u zoni lakiranja radi zaštite zdravlja operatera i drugih osoba oko lakirnice i radi zaštite okoliša od rizika požara ili eksplozije. Osnovni cilj je dovođenje čistog zraka u zonu disanja operatera prije odsisa nakon odgovarajuće filtracije.

Lakirnice

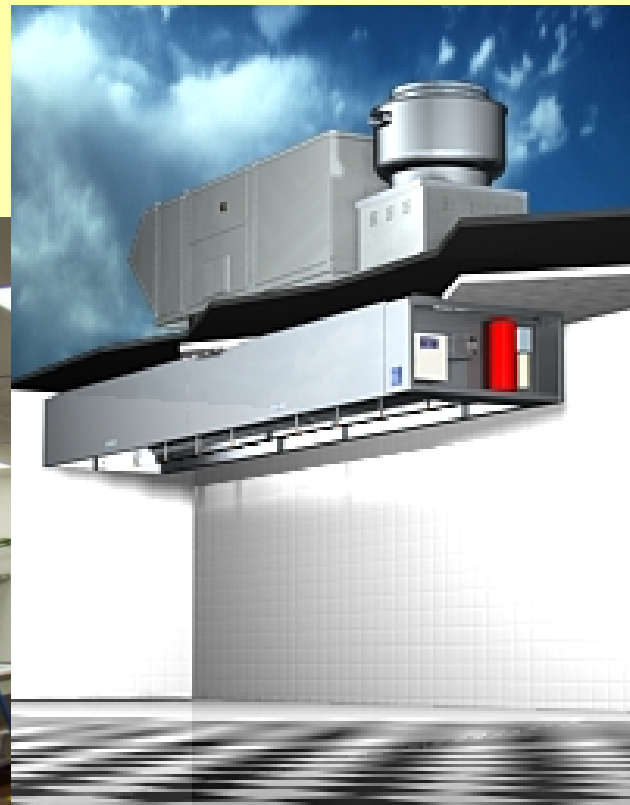
- strujanje zraka treba biti jednoliko u čitavom radnom prostoru i usmjereno tako da operater izbjegne udisanje zraka zasićenog bojom koja se raspršuje. Protok zraka kroz lakirnicu treba biti što više jednosmjernan npr. u lakirnici sa strujanjem odozgo nadolje zrak treba doslovce usmjeriti na taj način.
- prisilna ventilacija lakirnice nastavlja raditi nakon prestanka lakiranja dok se radni prostor ne očisti od zaostale magle boje (vrijeme ispiranja).
- većina lakirnica sa strujanjem odozgo nadolje rade u predtlaku da se spriječi infiltracija prašnjavog vanjskog zraka. U prostor se dovodi oko 10% više zraka nego što se odvodi. Višak zraka istrujava kroz zazoru ispod vrata i iznosi dio viška boje izvan prostora lakirnice. Takav način pogona se ne preporučuje za visokotoksične završne premaze kao boje na bazi izocijanata gdje se kapljice i magla boje moraju zadržati unutar lakirnice.

Lakirnice

- srednje brzine strujanja zraka koje treba održavati nisu manje od 0.4 m/s a najmanja izmjerena lokalna vrijednost je 0.3 m/s.
- usisni filteri imaju dvije zadaće: uklanjaju čestice koje bi se inače nataložile na lakiranim površinama i smanjuju utjecaj propuha i neželjenih strujanja oko lakirnice. Dvostupanjska filtracija s prefilterima i završni stupanj sa stropnim filterom uglavnom zadovoljavaju tu namjenu.



Kuhinjska ventilacija



Kuhinjska ventilacija

Općenite napomene

- dvostruka namjena:

(1) osiguravanje uvjeta toplinske ugodnosti u kuhinji

(2) povećanje razine sigurnosti za osoblje kuhinje i ostale osobe koje borave u zgradi

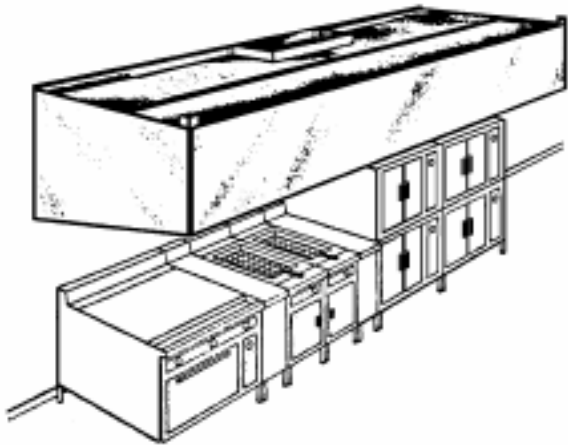
- središnji element svakog sustava kuhinjske ventilacije je *odsisna napa*, koja primarno služi za uklanjanje isparenja iz prostora kuhinje.

- odsisni kanalski razvod odvodi istrošeni zrak od nape u vanjski okoliš zajedno s masnoćama, dimom i mirisima koji nisu odvedeni iz zraka drugim putem. NFPA Standard 96 propisuje minimalnu brzinu strujanja zraka u odsisnim kanalima od 7.5 m/s. Maksimalnu brzinu ograničavaju pad tlaka i buka i obično ne prelazi 12.5 m/s.

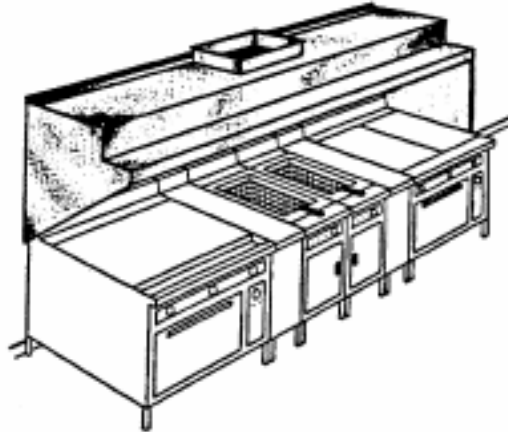
- odsisni ventilatori u kuhinjskoj ventilaciji moraju odvoditi vruć, masnoćom zasićen zrak. Stoga se odabire izvedba ventilatora s motorom izvan struje zraka.

Kuhinjska ventilacija

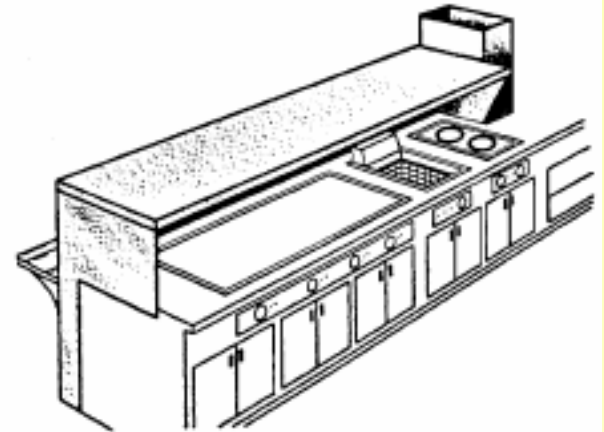
- odsisne nape u profesionalnim kuhinjama:



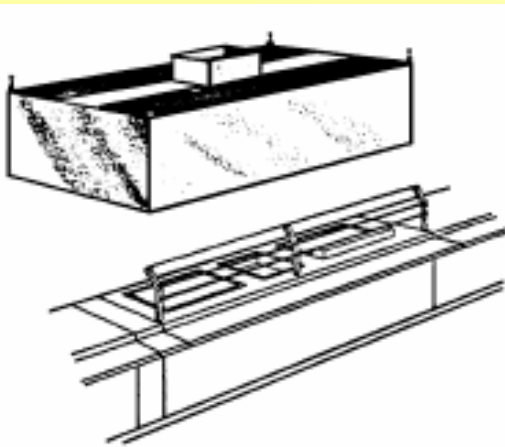
WALL-MOUNTED CANOPY



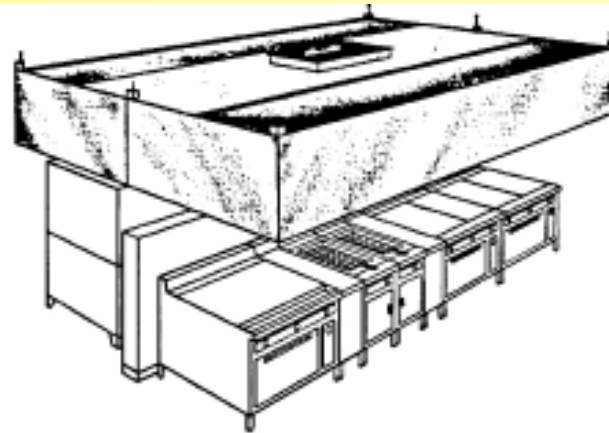
BACK SHELF



PASS-OVER



SINGLE-ISLAND CANOPY



DOUBLE-ISLAND CANOPY



EYEBROW

Kuhinjska ventilacija

Table 1 Minimum Overhang Requirements for Type I Hoods

Type of Hood	End Overhang, mm	Front Overhang, mm	Rear Overhang, mm
Wall-mounted canopy	150	150	—
Single-island canopy	150	150	150
Double-island canopy	150	150	—
Eyebrow	—	150	—
Back shelf/Pass-over	150	250 (setback)*	—

Note: Model codes typically require 150 mm minimum overhang, but most manufacturers design for 300 mm overhang.

*Maximum.

Table 3 Exhaust Flow Rates by Cooking Equipment Category for Unlisted and Listed Type

Type of Hood	Minimum Exhaust Flow Rate, L/s per linear metre of hood			
	Light Duty	Medium Duty	Heavy Duty	Extra-Heavy Duty
Wall-mounted canopy, unlisted	310	465	620	850
listed	230 to 310	310 to 465	310 to 620	540+
Single-island, unlisted	620	775	930	1085
listed	390 to 465	465 to 620	465 to 930	850+
Double-island (per side), unlisted	390	465	620	850
listed	230 to 310	310 to 465	390 to 620	775+
Eyebrow, unlisted	390	390	Not allowed	Not allowed
listed	230 to 390	230 to 390	—	—
Back shelf/Pass-over, unlisted	465	465	620	Not allowed
listed	155 to 310	310 to 465	465 to 620	Not recommended

Kuhinjska ventilacija

- najčešći tip odsisnog kuhinjskog ventilatora je krovni ventilator (puhanje nagore) koji se montira na izlaznom kraju odsisnog kanalskog razvoda. Ispuh je nagore ili od krova zgrade. Aluminijski odsisni ventilatori moraju imati odgovarajući atest.



Kuhinjska ventilacija

Projektne napomene

- pravilno projektiran kuhinjski ventilacijski sustav pretpostavlja lagani podtlak (do 5 Pa) što sprječava širenje kuhinjskih mirisa u ostale dijelove građevine te održava uvjete ugodnosti u građevini.
- kuhinje zahtjevaju minimum vanjskog zraka za ventilaciju od 25 m³/h i osobi temeljeno na prosječno 22 osobe zaposlene u 100 m² kuhinje. Ovi zahtjevi mogu se povećati ili smanjiti u određenim dijelovima prostora.
- odsisne brzine na rubovima nape trebaju biti minimalno 0.25 m/s. Stropni dobavni distributeri postavljaju se tako da brzina mlaza na rubu nape ne prelazi 0.25 m/s.
- korištenje eko nape treba se pažljivo razmotriti. One koriste nepripremljeni zrak unutar nape, čime se smanjuje dobavna količina zraka. Međutim, problem je u tome što povećanje te količine vanjskog zraka ujedno znači smanjenje odsisnog kapaciteta za odstranjivanje kuhinjskih isparenja.

Kuhinjska ventilacija

Povrat topline

- termodinamičko stanje toplog zraka iz odsisa može biti pogodno za povrat topline; no, dim i masnoće iz odsisnog zraka vremenom će prekriti površinu izmjenjivača. U takvim uvjetima pogona, izmjenjivači topline zahtijevaju stalno održavanje (npr., automatsko ispiranje) kako bi se održao prihvatljiv stupanj povrata topline, protok zraka i pad tlaka.
- odsisna napa opremljena sustavom povrata topline isplatit će se prije ukoliko se radi o postrojenjima s velikom količinom kuhinjske opreme i/ili ako su klimatski uvjeti ekstremniji.