

KLIMATIZACIJA

Tema:

- GViK SUSTAVI U KOMFORNOJ PRIMJENI

Doc.dr.sc. Igor BALEN

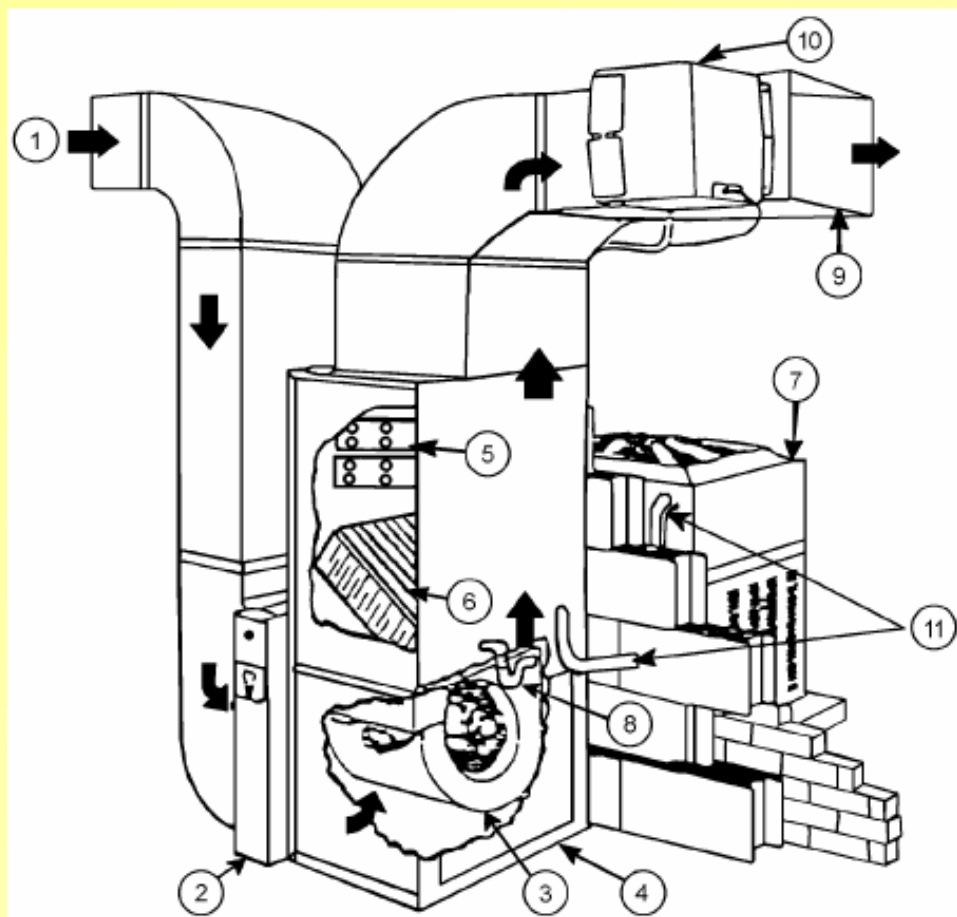
Primjena za stambene prostore

- uobičajeni GViK sustavi za stambene prostore:

	Central Forced Air	Central Hydronic	Zoned
Most common energy sources	Gas Oil Electricity Resistance Heat pump	Gas Oil Electricity Resistance Heat pump	Gas Electricity Resistance Heat pump
Distribution medium	Air	Water Steam	Air Water Refrigerant
Distribution system	Ducting	Piping	Ducting Piping or Free delivery
Terminal devices	Diffusers Registers Grilles	Radiators Radiant panels Fan-coil units	Included with product or same as forced-air or hydronic systems

Primjena za stambene prostore

- uobičajena dizalica topline ("split" sustav) za stambene prostore s dodatnim električnim grijačima (5), ovlaživačem (10), i filterom zraka (2):



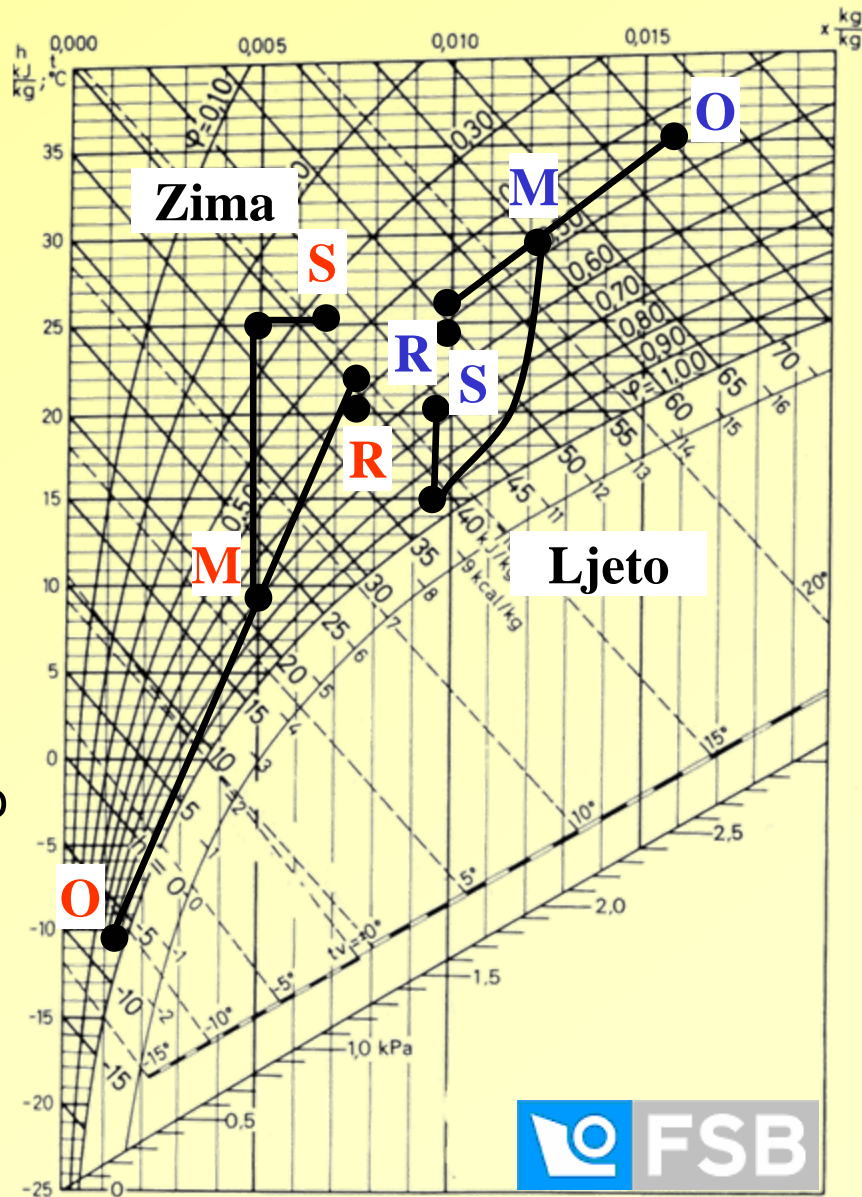
- (1) povratni kanal
 - (2) filter
 - (3) ventilator
 - (4) unutarnja jedinica
 - (5) električni grijači
 - (6) unutarnji izmjenjivač
 - (7) vanjska jedinica
 - (8) odvod kondenzata
 - (9) tlačni/dobavni kanal
 - (10) ovlaživač
 - (11) cijevi rashladnog medija
- većina komercijalno dostupnih dizalica topline su električno pogonjeni sustavi sa zrakom kao toplinskim spremnikom.

Preporučeni protoci zraka za dobar efekt hlađenja su od 160 do 220 m³/h po kW rashladnog učinka.

Primjena za stambene prostore

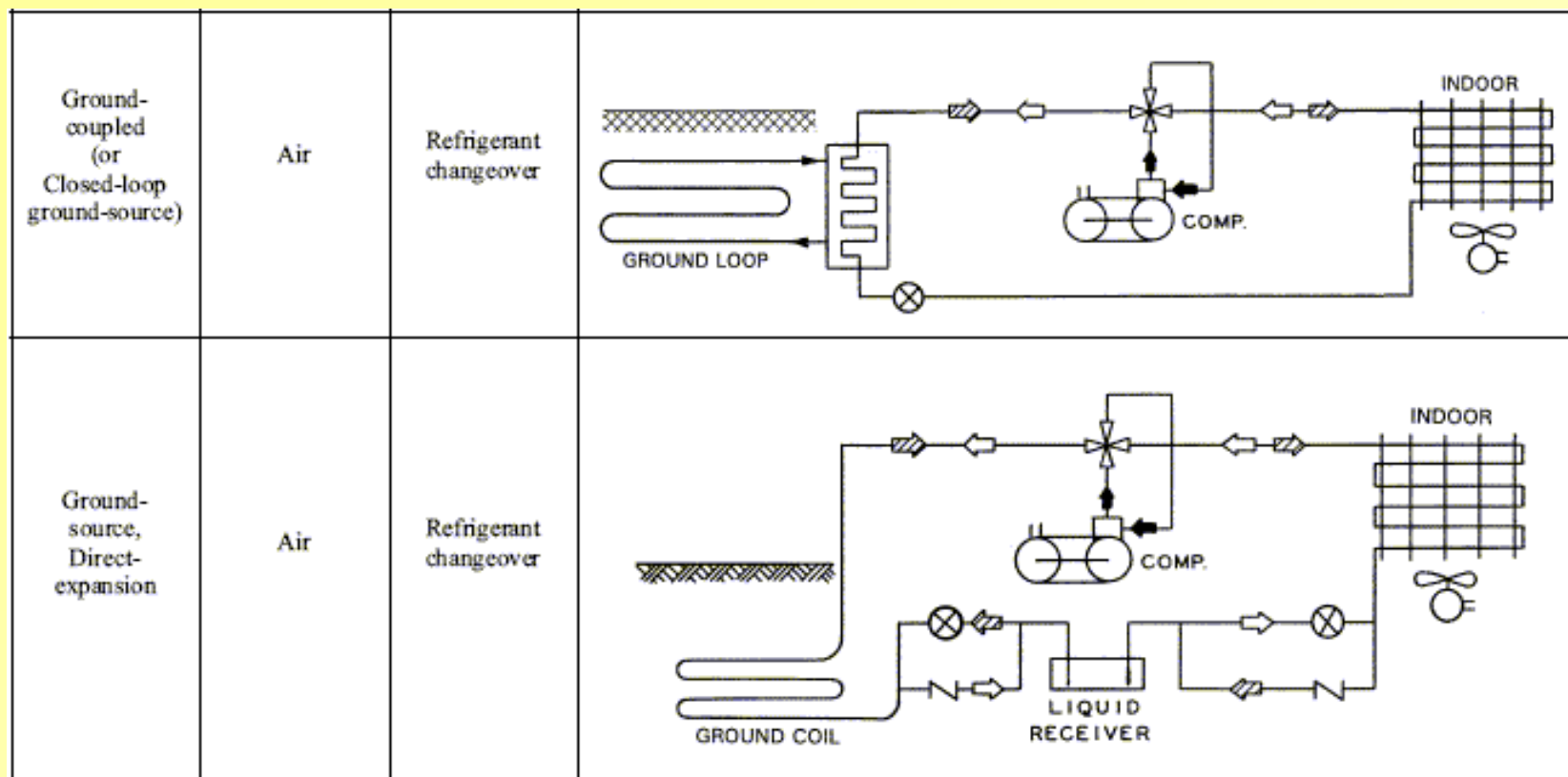
Proces pripreme zraka u h,x dijagramu

- dizalica topline za stambene prostore – jednozonski sustav s konstantnim protočnim volumenom i kapacitetom hlađenja/grijanja do 110-120 kW
- sa zrakom hlađenim kondenzatorom, pregrijana para iz kompresora ulazi u zrakom hlađeni kondenzator smješten na krovu. Ukapljeno rashladno sredstvo se iz kondenzatora vraća u direktni isparivač.
- veličina kondenz. jedinice je prvenstveno određena potrebnim rashlad. kapacitetom isparivača pri raznim pogonskim uvjetima.
- potrebno je paziti da nastrujna brzina na isparivaču ne prelazi 2.8 m/s, kako ne bi dolazilo do prenošenja kapljica.



Primjena za stambene prostore

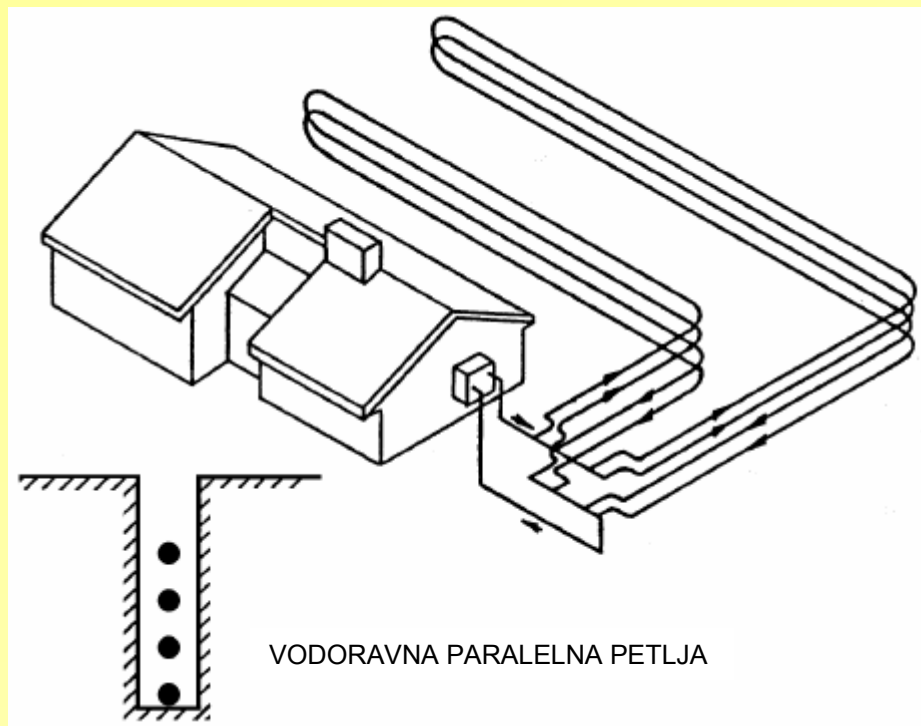
Dizalice topline koje koriste tlo kao toplinski spremnik (geotermalne)



- sustavi s direktnom ekspanzijom i tlom kao izvorom topline (s isparivačima ukopanim u tlo) primjenjuju se rjeđe od indirektnih.

Primjena za stambene prostore

Dizalice topline koje koriste tlo kao toplinski spremnik



- minimalna površina zemlje potrebna za većinu izvedbi nespiralne vodoravne petlje je oko 2000 m² za prosječnu obiteljsku kuću.

- često se postavlja više cijevi u zajednički rov, da bi se smanjila potrebna površina zemlje.

- za paralelne petlje treba nešto više cijevi, ali se mogu koristiti cijevi manjeg promjera koje imaju manji unutarnji volumen, pa je potrebno i manje antifrizu.

- petlja ne bi smjela prolaziti na manje od 0,6 m od ukopanih cijevi za vodu (vodovod, kanalizacija, oborine) ili bi se u tom području trebala izolirati.

Primjena za stambene prostore

Dizalice topline koje koriste tlo kao toplinski spremnik

Table 10 Recommended Lengths of Trench or Bore per kW for GCHPs

Coil Type ^a	Pitch ^b Metre of Pipe per Metre Trench/Bore	Ground Temperature, °C							
		7 to 8	8 to 11	11 to 13	13 to 15	15 to 17	17 to 19	19 to 21	
Horizontal	10-Pitch Spiral	10	38	37	35	37	38	46	55
	6-Pipe/6-Pitch Spiral	6	55	49	46	49	55	61	70
	4-Pipe/4-Pitch Spiral	4	58	55	52	55	58	67	79
	2-Pipe	2	91	85	76	85	91	104	122
Vertical U-tube	19 mm Pipe	2	55	52	47	52	55	61	70
	25 mm Pipe	2	42	49	46	49	52	58	66
	32 mm Pipe	2	49	46	44	46	49	53	61

Source: Kavanaugh and Calvert (1995).

^aLengths based on DR11 high-density polyethylene (HDPE) pipe. See [Figures 19 to 21](#) for details.

^bMultiply length of trench by pitch to find required length of pipe.

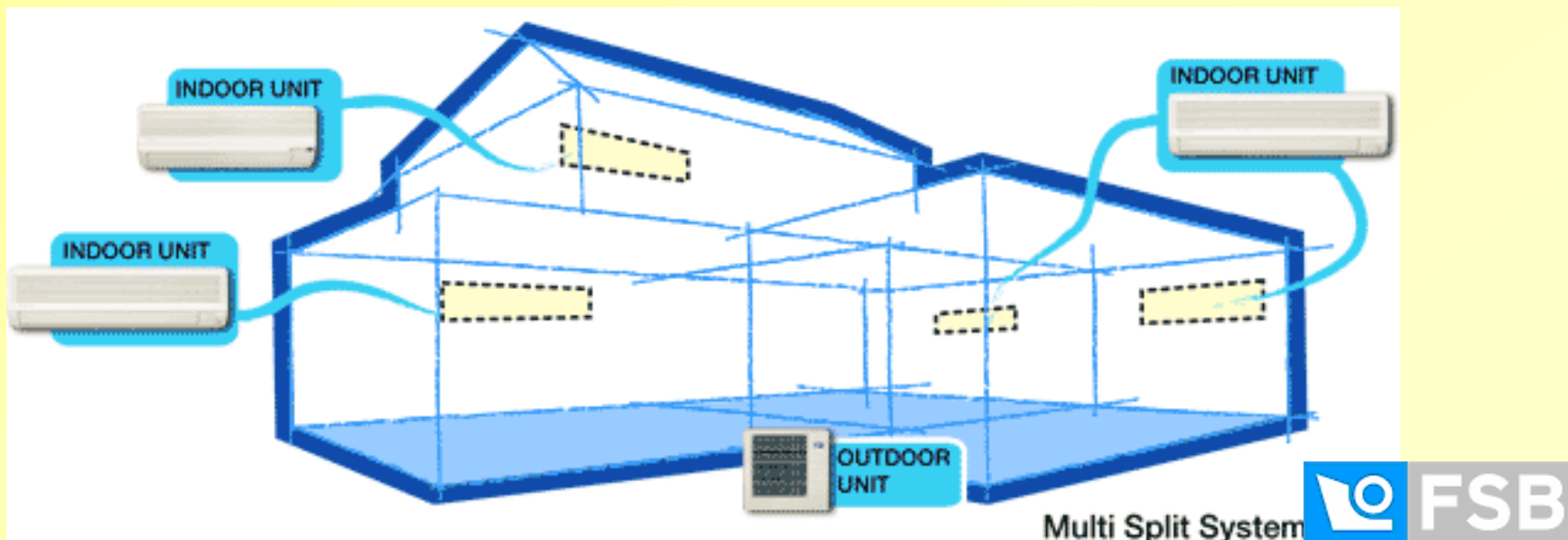
Note: Based on $k = 1.0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ for horizontal loops and $k = 2.1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ for vertical loops. Figures for soil temperatures $< 13^\circ\text{C}$ based on modeling using nominal heat pump capacity and the assumption of auxiliary heat at design conditions.

- kapacitet dizalice topline je neovisan o temperaturi okolišnjeg zraka, čime se smanjuje potreba za dodatnim sustavom grijanja.
- sezonska učinkovitost (SEER) je obično veća u režimu grijanja i u režimu hlađenja.

Primjena za stambene prostore

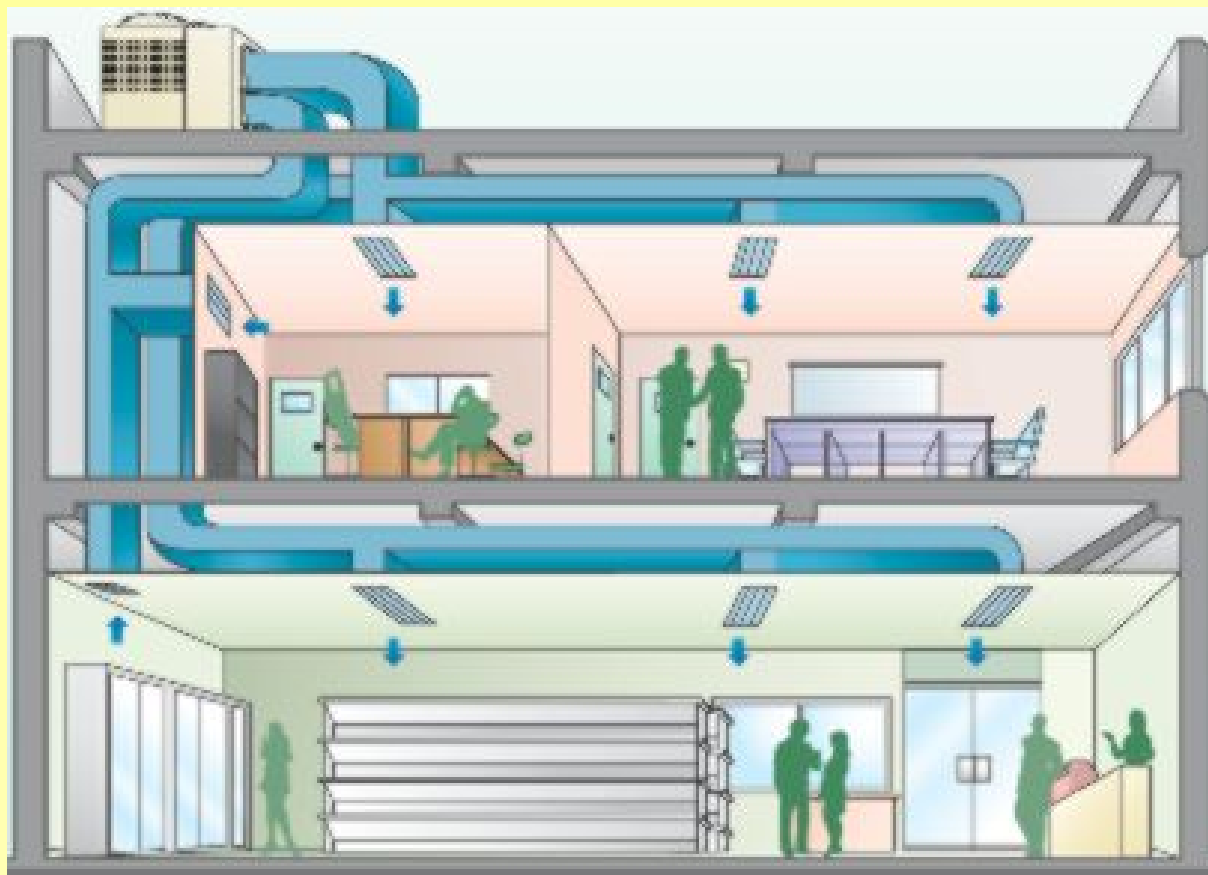
Zonsko grijanje i hlađenje

- moguće je koristiti dizalicu topline (“multisplit” sustav) s više unutarnjih jedinica koja se sastoji od centralnog kompresora i vanjskog izmjenjivača topline što opslužuju više unutarnjih zona.
- svaka zona koristi jedan ili više (najčešće DX) izmjenjivača, s odvojenom termostatskom regulacijom za svaku zonu.
- ovakvi sustavi nude mogućnost jeftinijih pogonskih troškova, jer prostori u kojima se ne boravi mogu biti na nižim ili višim temperaturama.



Primjena za prostore trgovine robom

Manje
trgovine

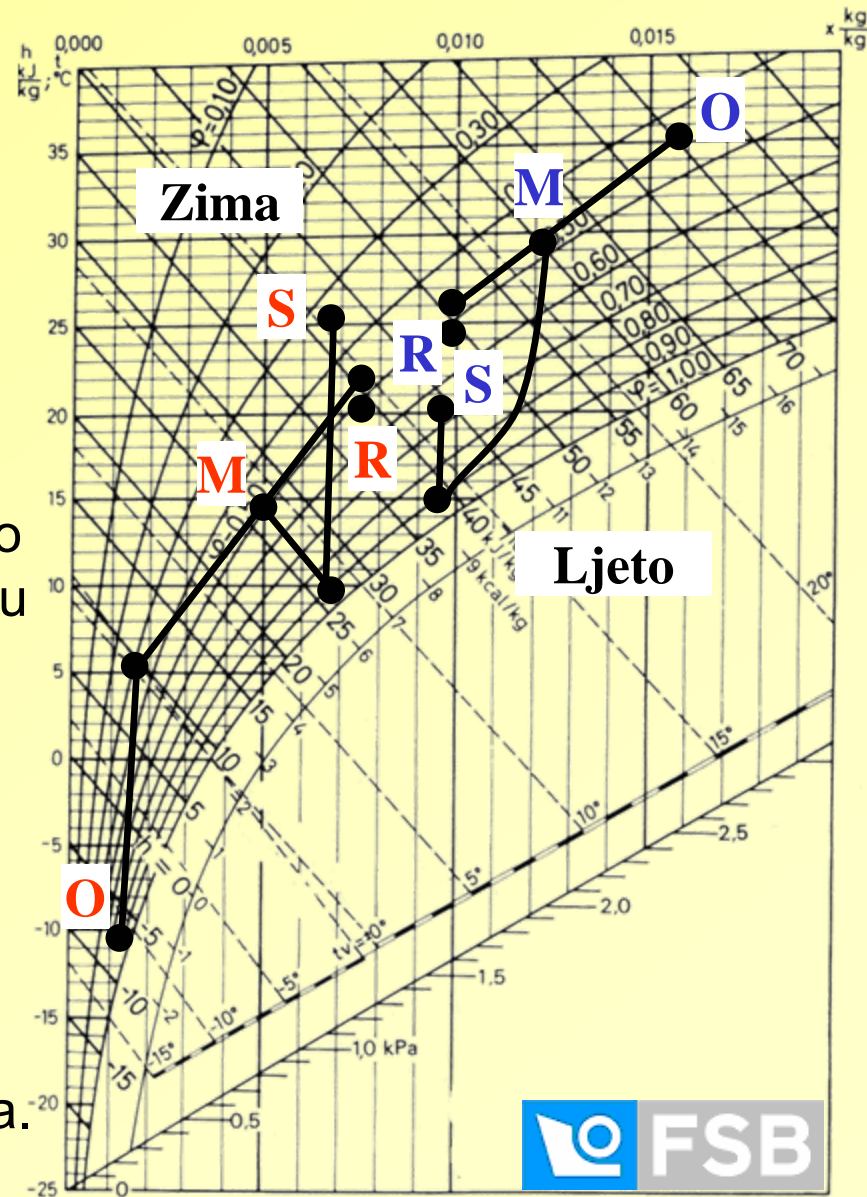


- paketni jednozonski sustav smješten na krovu (“rooftop”) je uobičajen za klimatizaciju trgovina.

Primjena za prostore trgovine robom

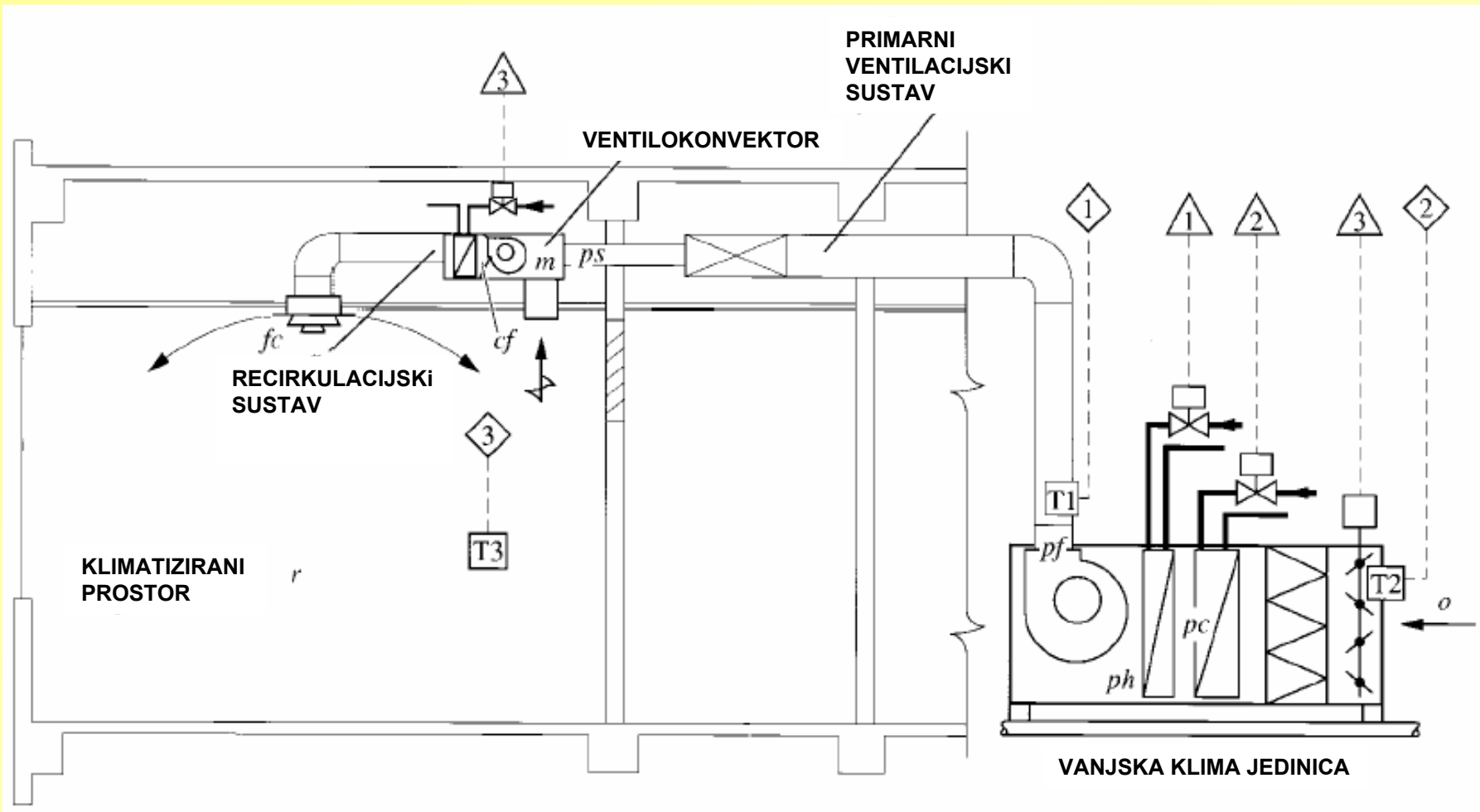
Proces pripreme zraka u h,x dijagramu

- trgovine često imaju velike dobitke osjetne topline u odnosu na ukupne dobitke.
- korištenjem više klima jedinica smanjuje se dimenzija kanala i omogućuje se ostvarivanje toplinske ugodnosti čak i u slučaju kvara dijela opreme.
- dizalice topline u paketnoj izvedbi su lako prilagodljive potrebama malih ureda i imaju nisku početnu cijenu.
- ekonomajzerima vanjskog zraka smanjuju se pogonski troškovi.
- brzine strujanja u kanalima ne trebaju prelaziti 6 m/s, a pad tlaka ne treba prelaziti 0.8 Pa/m.
- prosječna potrebna količina zraka je od 160 do 220 m³/h po kW rashladnog učinka.



Primjena za prostore trgovine robom

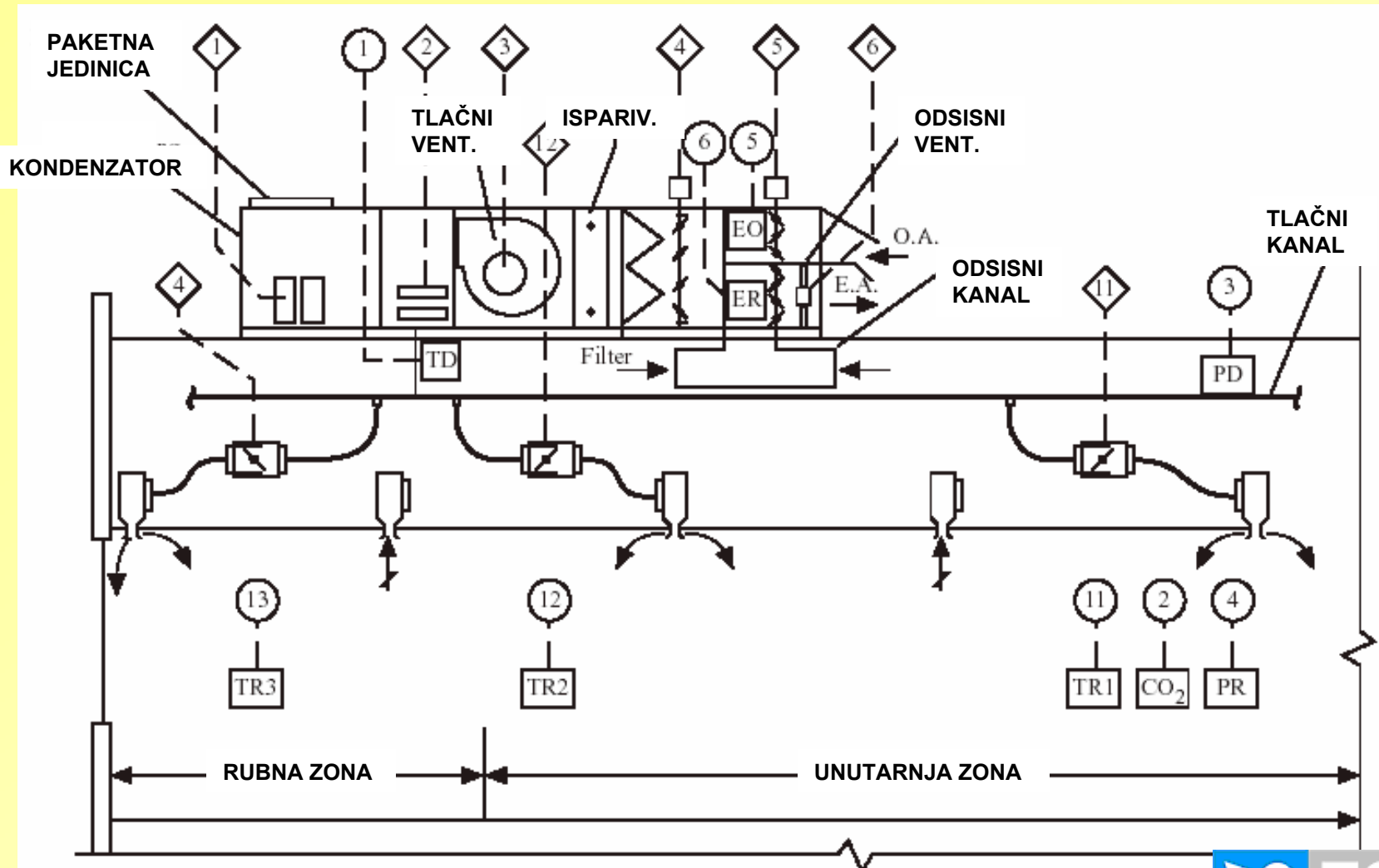
Manje trgovine



- primjer ventilokonvektorskog sustava s razvodom primarnog zraka za ventilaciju

Primjena za prostore trgovine robom

Velike trgovine skladišnog tipa



- primjer krovne jedinice s promjenjivim volumenom zraka

Primjena za prostore trgovine robom

Velike trgovine skladišnog tipa

- unutarnje prostore često treba hladiti u radno vrijeme tijekom cijele godine.
- rubne zone, pogotovo prednji dio trgovine i ulazi, mogu imati promjenjive zahtjeve za grijanje i hlađenje → odgovarajuća zonska regulacija i izbor GViK sustava su vrlo bitni.
- često se koriste klima jedinice smještene na krovu.
- zrak se uglavnom ubacuje na visini oko 4,5 m od poda ili većoj; distribucija zraka na toj visini zahtjeva velike brzine strujanja u sezoni grijanja da bi se savladao uzgon toplog zraka.
- tijekom sezone hlađenja projektant može iskoristiti stratifikaciju da smanji kapacitet rashladne opreme.
- regulacija bi trebala biti jednostavna i potpuno automatizirana → upravljanje vrše zaposlenici trgovine.

Primjena za prostore trgovine robom

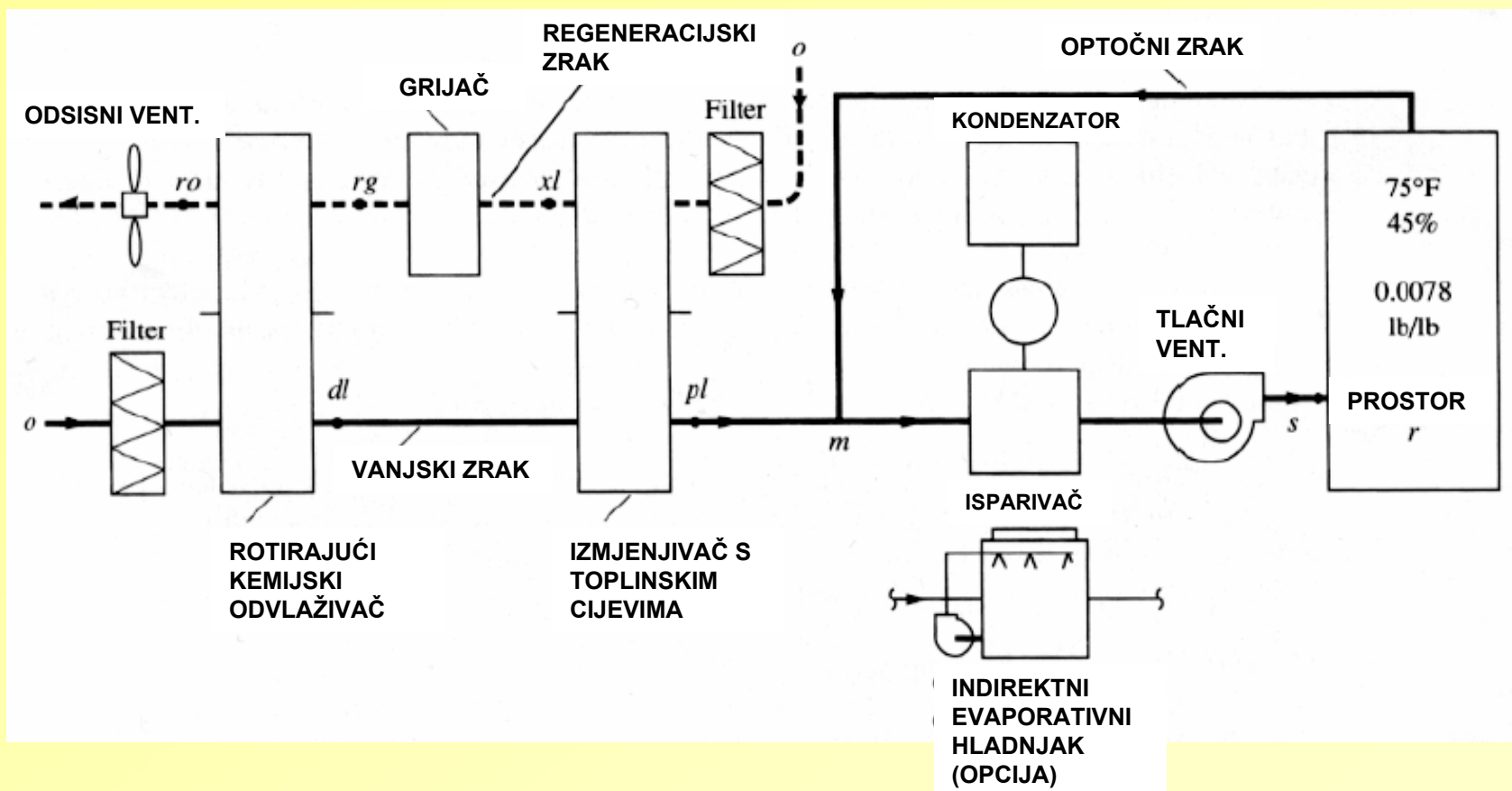
Supermarketi

- kondicioniranje zraka je potrebno zbog komfora ljudi i za odgovarajući rad rashladnih vitrina s robom.
 - problem je toplina odvedena s rashladnih vitrina; otvorene vitrine s robom djeluju kao veliki hladnjaci zraka, primajući dijelom toplinu iz prostorije i odvođeći je preko kondenzatora smještenih vani.
 - dodatna osjetna toplina koja se odvodi preko vitrina može povećati udio latentnog opterećenja klimatizacije i do 50% neto toplinskog opterećenja; uklanjanje 50% latentnog opterećenja samim hlađenjem je vrlo teško → zahtijeva se posebna oprema s dogrijavanjem ili kemijskom adsorpcijom vlage (koriste se toplinske cijevi ili odvlaživači sa sredstvom za sušenje).
 - kemijskim sušačima postiže se relativna vlažnost od 35 do 40% pri 24°C.
 - uobičajeno je da središnja klima komora tretira cijeli prodajni prostor.
- Posebne zone poput pekare, računarskih odjela, skladišta opslužuju se bolje zasebnim sustavom budući su opterećenja u tim prostorima drukčija i trebaju različitu regulaciju od prodajnog prostora.

Primjena za prostore trgovine robom

Supermarketi

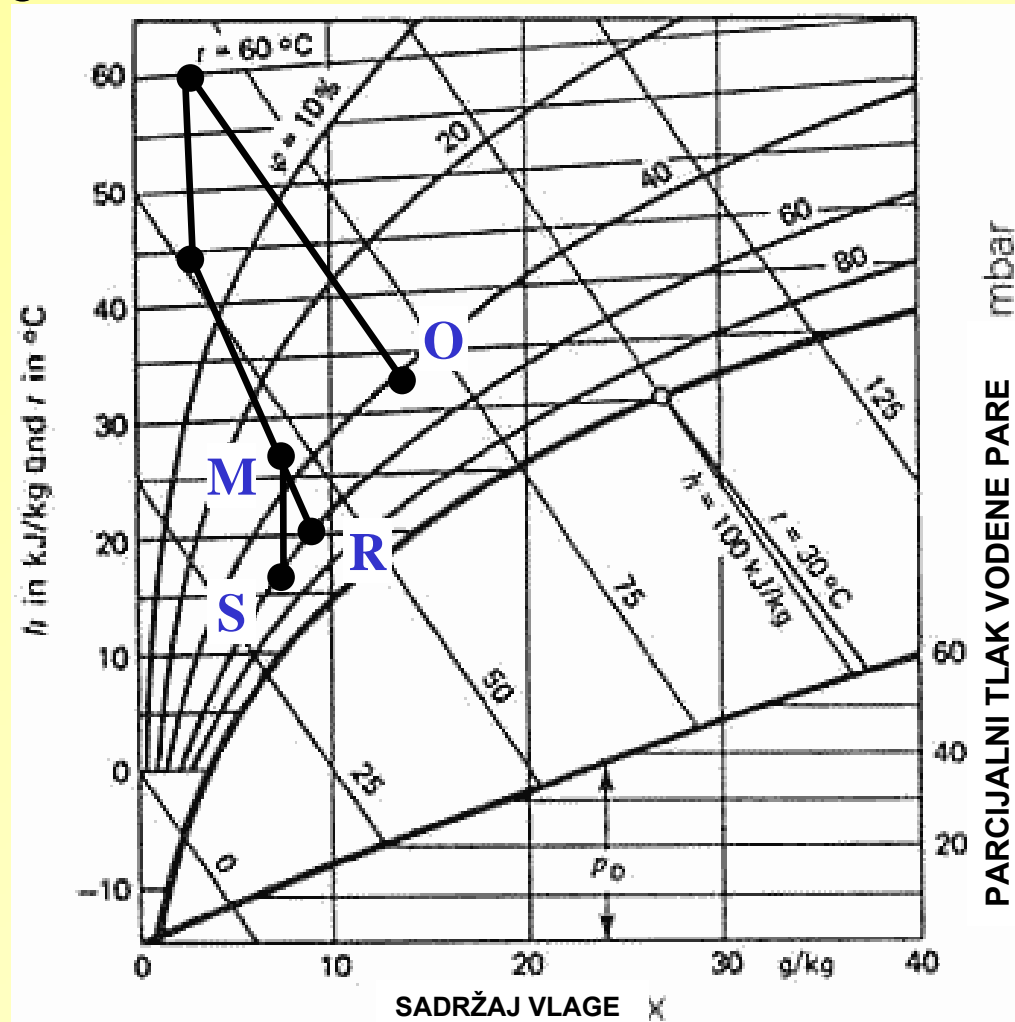
- primjer GVik sustava s kemijskim sušačem:



Primjena za prostore trgovine robom

Proces pripreme zraka u h,x dijagramu

- dobava zraka u prostor standardnim sustavom klimatizacije je obično oko 20 m³/h po kvadratnom metru prodajnog prostora.
- ta se vrijednost izračunava iz osjetnog i latentnog toplinskog opterećenja prostora.
- sustav s kemijskim sušačem uglavnom zahtjeva manju dobavu zraka, zbog velike količine vlage koju uklanja iz prostora (oko 10 m³/h po m²).



Primjena za prostore trgovine robom

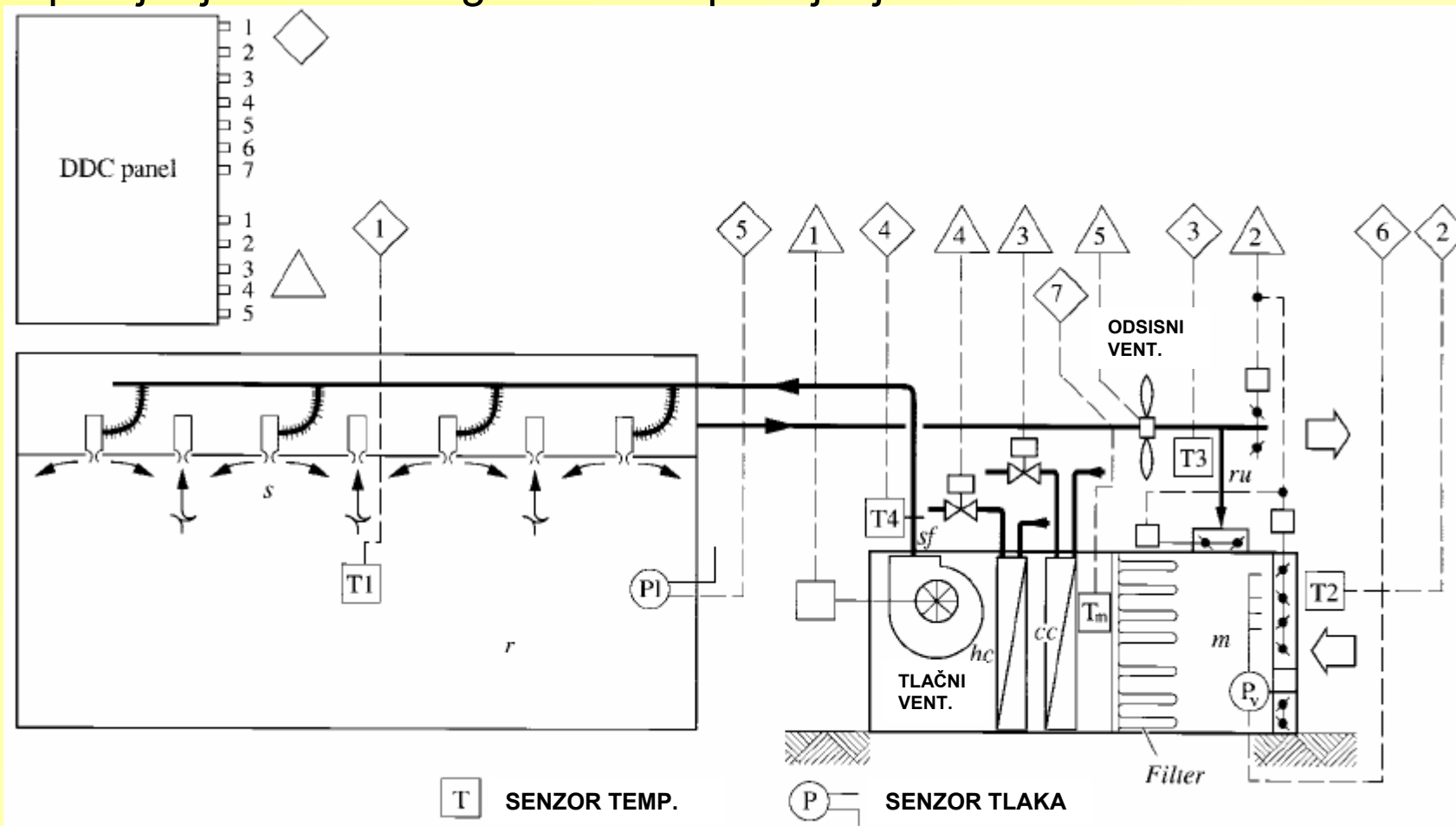
Trgovački centri

- mogu koristiti centralno postrojenje ili paketnu opremu.
- vlasnik uglavnom traži povezivanje pojedinačnih lokala u zakupu sa centralnim postrojenjem, te uključuje troškove grijanja i hlađenja u najamninu.
- kada se koriste zasebni sustavi, vlasnik traži od zakupaca ugradnju zasebnih klima sustava međusobno slične izvedbe.
- centralno postrojenje može dobavljati primarni topli i/ili hladni zrak sustavima klimatizacije pojedinih lokala i središnjeg prostora centra, a regulacija promjenjivim volumenom i (električno) dogrijavanje koristi se na samim lokacijama ugradnje.
- centralni sustavi ostvaruju bolju učinkovitost i ekonomičniji pogon.
- sustav dobave zraka bi trebao održavati tlak jednak onom u većini lokala, uz blagi pretlak u odnosu na atmosferski tlak.

Primjena za prostore trgovine robom

Trgovački centri

- primjer jednozonskog sustava s promjenjivim volumenom zraka:



Primjena za prostore trgovine robom

Trgovački centri

- tijekom ljeta pri djelomičnom opterećenju, smanjuju se dobavni i povratni volumenski protoci zraka tako da se prilagode smanjenom toplinskom opterećenju prostora.
- tijekom zime, ako su sunčeva toplina i toplinsko opterećenje prostora veći od toplinskih gubitaka u prostoru, i dalje je potreban rad u režimu hlađenja uz dobavu hladnog zraka.
- vanjski zrak se često miješa s povratnim zrakom tako da se dobije mješavina temperature oko 13°C u ciklusu pogona ekonomajzera zraka za besplatno hlađenje.
- topli zrak može biti potreban samo tijekom jutarnjeg perioda zagrijavanja kako bi se povisila temperatura prostora.
- spuštene strop se često koristi kao plenum za odsis zraka iz prostora.

Primjena za komercijalne zgrade

Opći projektni uvjeti

General Category	Specific Category	Inside Design Conditions		Air Movement	Circulation, air changes per hour
		Winter	Summer		
Dining and Entertainment Centers	Cafeterias and Luncheonettes	21 to 23°C 20 to 30% rh	26°C ^d 50% rh	0.25 m/s at 1.8 m above floor	12 to 15
	Restaurants	21 to 23°C 20 to 30% rh	23 to 26°C 55 to 60% rh	0.13 to 0.15 m/s	8 to 12
	Bars	21 to 23°C 20 to 30% rh	23 to 26°C 50 to 60% rh	0.15 m/s at 1.8 m above floor	15 to 20
	Nightclubs and Casinos	21 to 23°C 20 to 30% rh	23 to 26°C 50 to 60% rh	below 0.13 m/s at 1.5 m above floor	20 to 30
	Kitchens	21 to 23°C	29 to 31°C	0.15 to 0.25 m/s	12 to 15 ^g
Office Buildings		21 to 23°C 20 to 30% rh	23 to 26°C 50 to 60% rh	0.13 to 0.23 m/s 4 to 10 L/(s·m ²)	4 to 10

Primjena za komercijalne zgrade

Opći projektni principi

- ako prostor ima više pročelja i koristi se za različite namjene, pogotovo s velikim oscilacijama opterećenja i neistovremenim korištenjem energije u pojedinim dijelovima, mogu se predvidjeti zasebni sustavi za takva područja, ali ne nužno za cijelu zgradu.
- prednosti prijenosa topline odvedene hlađenjem iz jednog područja na druga područja, procese ili djelatnosti koje trebaju toplinu mogu potaknuti izbor takvih sustava. Pri tome, sustavi poput dizalica topline sa zatvorenom petljom mogu biti vrlo isplativi.

Primjena za komercijalne zgrade

Prostori za konzumaciju hrane i razonodu

- infiltracija značajno utječe na klimatizaciju u mnogim restoranima usljed kratkog vremena boravka i čestog otvaranja vrata.
- u nekim dijelovima su na malom prostoru veliki osjetni i latentni toplinski dobici (npr. plesni podij).
- priprema zraka za prostor za pušače, uz prostor za nepušače.
- prostori ove vrste obično imaju male izvore osjetne topline, a trebaju velike količine zraka za ventilaciju te se ventilokonvektorski i indukcijski sustavi u njima uglavnom ne primjenjuju.
- često su prikladni zračni sustavi. Mora se predvidjeti prostor za kanalski razvod, osim kod malih sustava.
- u zalogajnicama sustav distribucije zraka mora sprječavati širenje mirisa hrane od pultova za posluživanje u prostor za konzumaciju → potreba za odvođenjem velike količine zraka uz pultove.
- nape potrebne za odvođenje topline od kuhinjske opreme mogu znatno smanjiti latentno toplinsko opterećenje prostora.

Primjena za komercijalne zgrade

Prostori za konzumaciju hrane i razonodu

- faktori koji utječu na dimenzioniranje sustava i izbor opreme:

- Velika koncentracija mirisa hrane, duhana i tjelesnih mirisa traži pravilnu ventilaciju s odgovarajućim postrojenjem za odsis istrošenog zraka.
- Odvođenje zraka pri stropu uklanja dim i mirise.
- Stupnjevita regulacija rashladnog postrojenja omogućuje zadovoljavajući i ekonomični pogon pri djelomičnim opterećenjima.
- Konstrukcija zgrade i ograničenja prostora često pogoduju izboru jedne vrste opreme pred drugom. Primjerice, u restoranu imamo predvorje sa slobodnim prostorom iznad njega, pa klima jedinica s kondenzatorima i isparivačima smještenim iznad predvorja može biti zadovoljavajuće rješenje. Na taj način se štedi koristan prostor unutar zgrade.

Primjena za komercijalne zgrade

Prostori za konzumaciju hrane i razonodu

- faktori koji utječu na dimenzioniranje sustava i izbor opreme (nastavak):

- Općenito, male zalogajnice i kafići s topl. opterećenjima do 35 kW, mogu se najekonomičnije klimatizirati paketnim jedinicama; veće i složenije zgrade zahtijevaju centralno postrojenje. Manji restorani sa zasebnim postrojenjima obično koriste sustave s direktnom ekspanzijom.
- Mehaničko ovlaživanje obično nije potrebno zbog velikih latentnih toplinskih opterećenja prostora.
- Oprema za povrat topline zrak - zrak može smanjiti količinu potrebne energije za grijanje i hlađenje zraka za ventilaciju. Mora se uzeti u obzir i moguće nakupljanje masnoće na površinama za povrat topline (kuhinje).
- Direktni isparivač ili odvlaživač s kemijskim sušenjem trebaju se razmotriti za pripremu vanjskog zraka i bolju regulaciju vlažnosti.

Primjena za komercijalne zgrade

Prostori za konzumaciju hrane i razonodu

- pri utvrđivanju projektnih uvjeta, treba uzeti u obzir trajanje boravka pojedinog gosta u prostoru. Gostima koji ulaze izvana je ugodnije u prostoriji s višom temperaturom nego onima koji su unutra dovoljno dugo da se aklimatiziraju.
- teško je zadržati razinu ugodnosti za uniformirane zaposlenike zbog temperaturne razlike između kuhinje i sale za konzumaciju te zbog stalnog kretanja zaposlenika.
- **Uklanjanje mirisa.** Vođenjem zraka od prostora za konzumaciju prema kuhinji sprječava se širenje mirisa i topline u prostore za konzumaciju te se hladi kuhinja. Usis vanjskog zraka i odsisne rešetke u kuhinji moraju biti smještene tako da istrošeni zrak ne može biti povučen natrag u sustav niti može izazvati neugodu prolaznika.
- u slučaju da se mirisi mogu ponovno vratiti prema prostoru za konzumaciju, za njihovo uklanjanje se koriste filteri s aktivnim ugljenom, perači zraka ili ozonatori.

Primjena za komercijalne zgrade

Prostori za konzumaciju hrane i razonodu

- radijatori i konvektori u restoranima (ako su potrebni) moraju biti smješteni tako da ne pregrijavaju goste. To je teško postići u nekim slučajevima usljed pomicanja stolova i stolica. Iz tog razloga poželjno je u prostoru za konzumaciju i kod bara ugraditi sva ogrijevna tijela u izolirane maske s izlaznim rešetkama na vrhu i usisom zraka pri dnu. Smještanjem ogrijevnih tijela ispod prozora ostvaruje se dodatna prednost usmjeravanjem tople struje koja sprječava podhlađenje od prozora i infiltraciju zraka.
- potrebna su odvojena područja za pušače i nepušače. Prostor za pušače treba odsis ili pripremu zraka zasebnom klimatizacijskom jedinicom. Izbor i razmještaj uređaja za razdiobu zraka mora spriječiti prenošenje dima prema prostoru za nepušače. Prostor za pušače mora biti u podtlaku prema susjednim prostorima za boravak.
- u kafićima i noćnim klubovima pušenje je općenito znatno intenzivnije nego u restoranima pa su stoga i zahtjevi za vanjskim zrakom pri usporedbi znatno veći.

Primjena za komercijalne zgrade

Prostori za konzumaciju hrane i razonodu

- primjer kanalskog razvoda u restoranu



Primjena za komercijalne zgrade

Uredske zgrade

- obično uključuju prostore u rubnim i unutarnjim zonama. Rubna zona se proteže 3 - 3,5 m od vanjskog zida prema unutrašnjosti i često ima prozore na velikom dijelu površine vanjskog zida.
- područje rubne zone zimi obično treba grijanje. Tijekom prijelaznog razdoblja, jedna strana zgrade može trebati hlađenje dok druga treba grijanje.
- prostori u unutarnjoj zoni obično trebaju hlađenje tijekom cijele godine, jer njihovo toplinsko opterećenje nastaje usljed rada rasvjete, uredske opreme te boravkom ljudi → česta primjena sustava s promjenjivim volumenom zraka.
- električno opterećenje od rasvjete i standardne uredske opreme je od 10 do 50 W/m² ureda, ali može biti i veće, ovisno o vrsti rasvjete i količini opreme. Zgrade s kompjuterskim sustavima i drugom elektroničkom opremom mogu imati električno opterećenje čak 50 do 110 W/m².

Primjena za komercijalne zgrade

Uredske zgrade

- raznolikost namjene i različiti projektni uvjeti za uredske zgrade dozvoljavaju korištenje skoro svih dostupnih sustava klimatizacije.
- prilagodljivost ugrađenog sustava je osnova za projektiranje uredskih zgrada. Za zgrade koje imaju jednog vlasnika, pogon sustava se može dovoljno dobro predvidjeti pa se sustav može projektirati s manjom fleksibilnošću nego što je to u slučaju manje određenog režima pogona sustava.
- glavne ulaze i predvorja ponekad opslužuje zasebni sustav budući je to pufer zona između vanjskog okoliša i unutrašnjosti zgrade. Neki inženjeri odabiru temperaturu u predvorju ljeti 2 – 3.5 °C iznad temperature u uredima kako bi se smanjili pogonski troškovi i umanjio temperaturni šok za ljude koji ulaze ili izlaze iz zgrade.
- većina uredskih zgrada su projektirane uz korištenje minimuma vanjskog zraka, osim tijekom rada ekonomajzera u režimu slobodnog hlađenja.

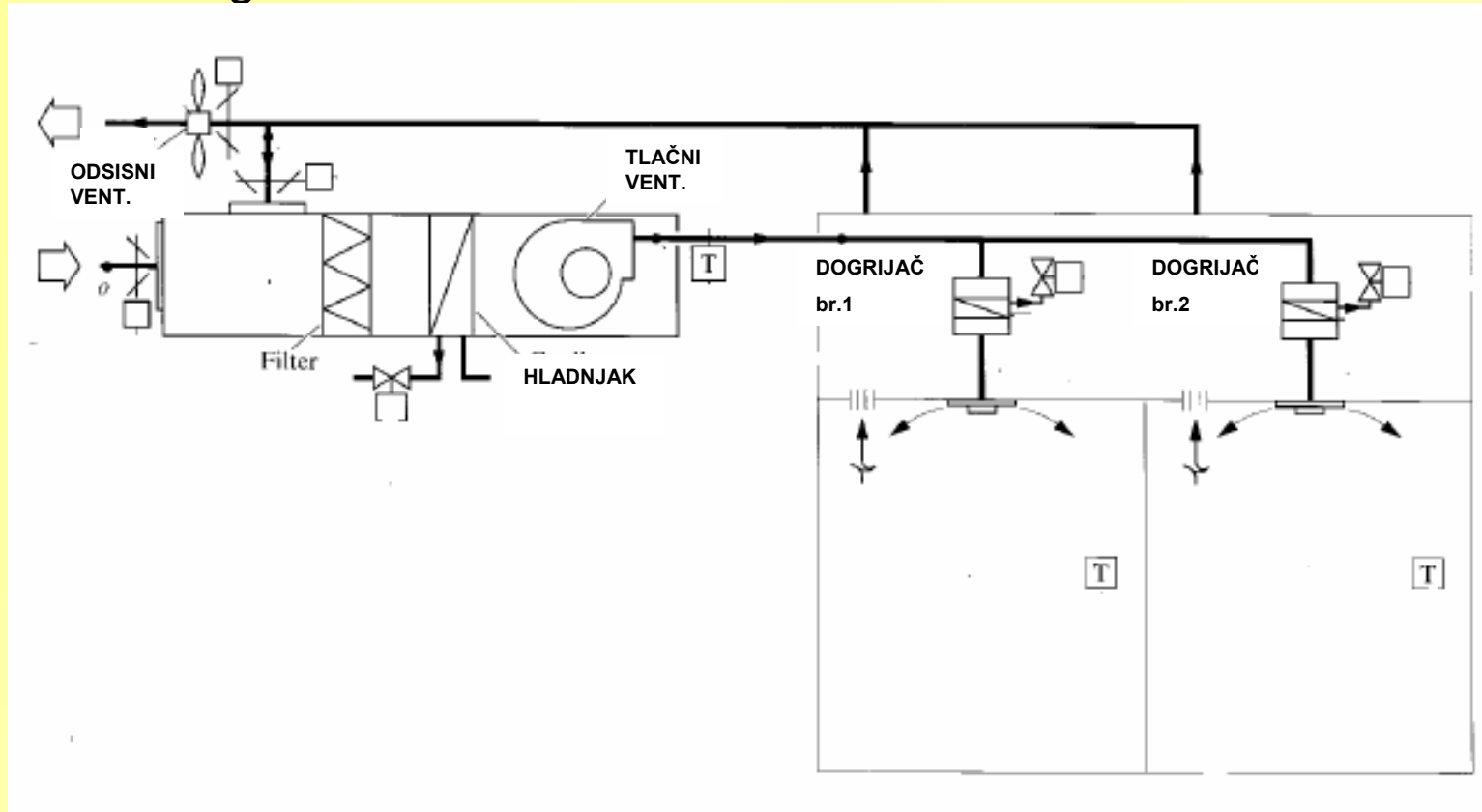
Primjena za komercijalne zgrade

Uredske zgrade

- u visokim uredskim zgradama su se tradicionalno koristili rubni dvokanalni, indukcijski ili ventilokonvektorski sustavi. Ako su u rubnim zonama instalirani ventilokonvektorski ili indukcijski uređaji, za unutrašnjost se uglavnom koristi zasebni zračni sustav.
- u novije vrijeme koriste se i sustavi s promjenjivim volumenom zraka, uključujući modulirajuće difuzore zraka te sustavi sa samostalnim rubnim jedinicama. Ako sustavi s promjenjivim volumenom opslužuju unutrašnjost, rubna područja se obično opslužuju sustavima s promjenjivim volumenom ili dvokanalnim sustavima opremljenim dodatnim perifernim uređajima s ventilatorom, dogrijačem ili sa zračećim panelima (stropnim ili podnim).
- rubni sustavi mogu biti vodeni ili električni. Preporučuje se da sustav rubnog grijanja bude odvojen od sustava hlađenja.
- u manjim i srednje velikim uredskim zgradama mogu se odabrati dizalice topline sa zrakom kao toplinskim spremnikom.
- u većim zgradama je, uz većinu sustava klimatizacije, moguće ugraditi sustav s dizalicama topline voda-voda. Toplina iz unutrašnjosti se odvodi ili preko rashladnih tornjeva u okoliš ili u rubne zone zgrade.

Primjena za komercijalne zgrade

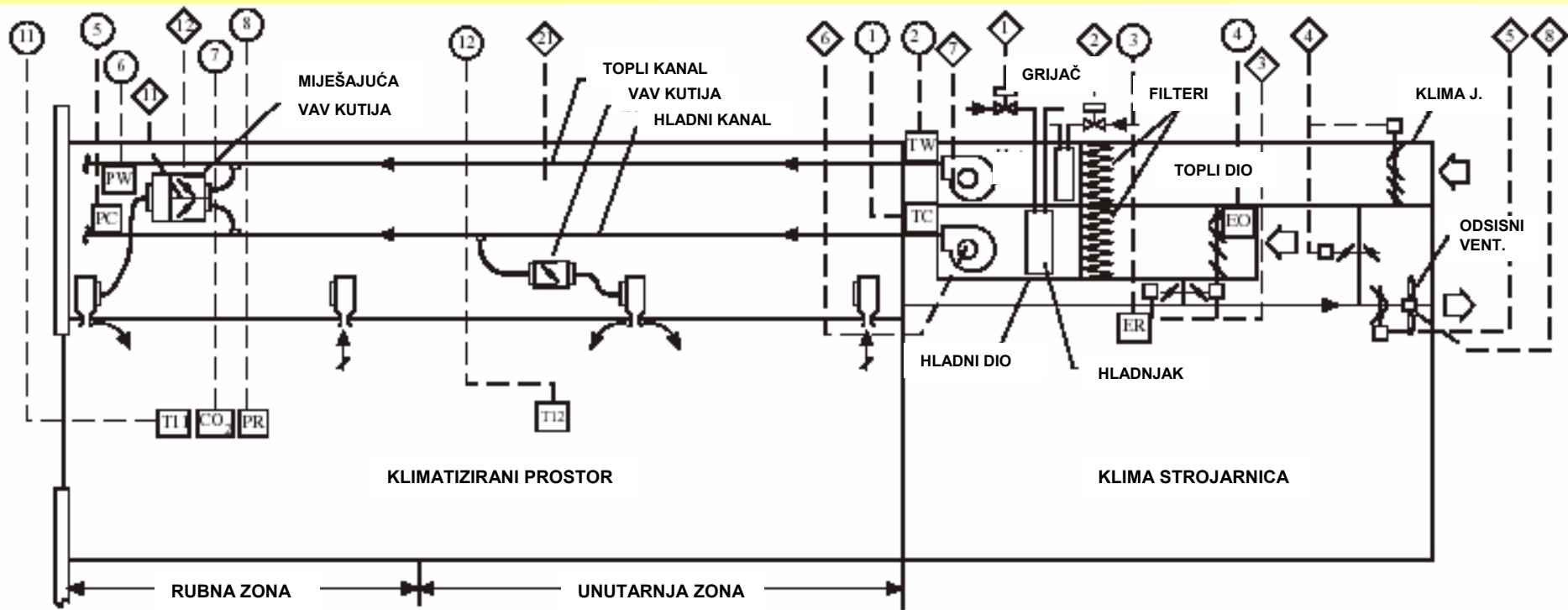
Uredske zgrade



- primjer višezonskog centralnog sustava s dogrijačima

Primjena za komercijalne zgrade

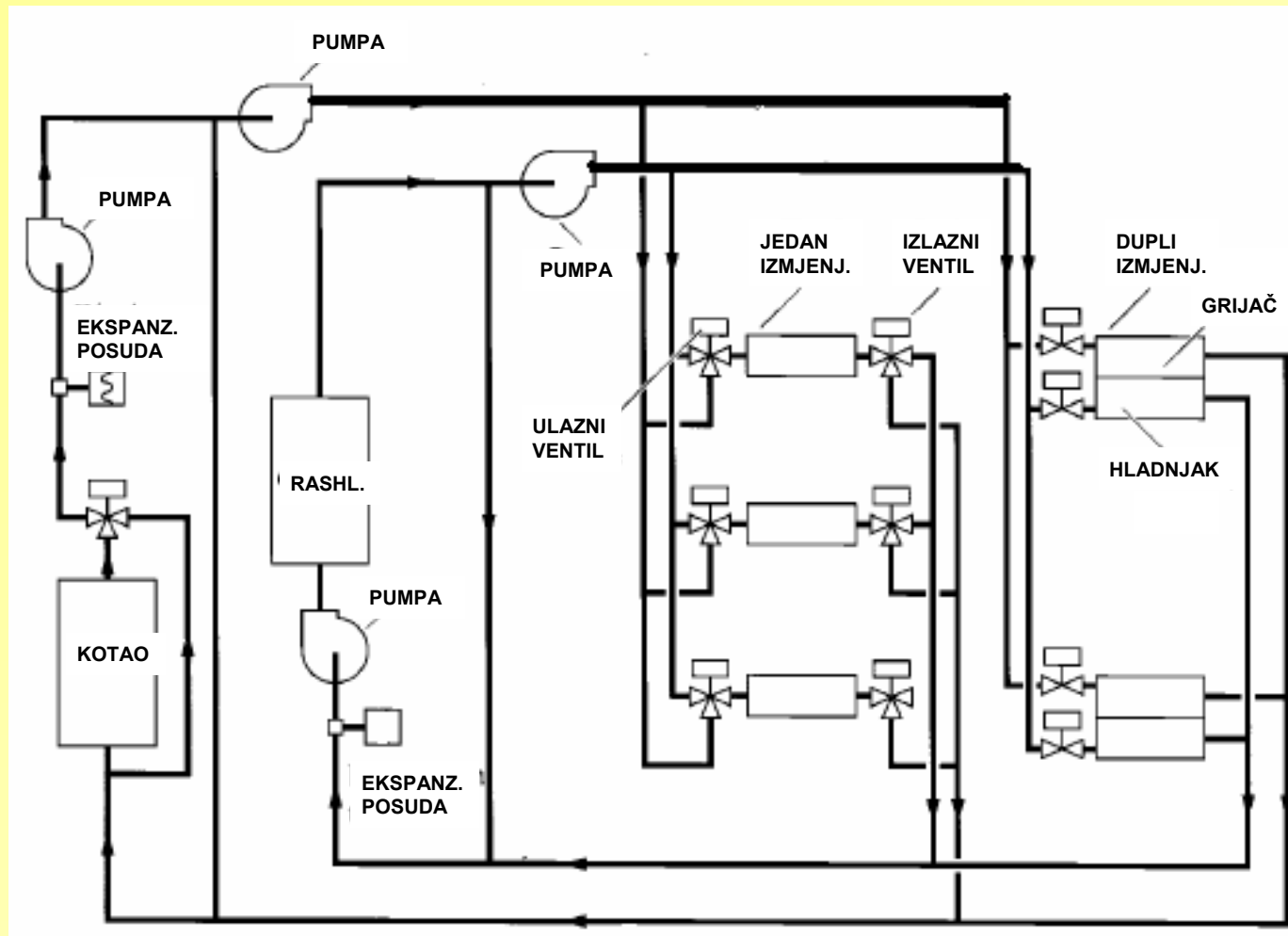
Uredske zgrade



- primjer dvokanalnog sustava s promjenjivim volumenom zraka

Primjena za komercijalne zgrade

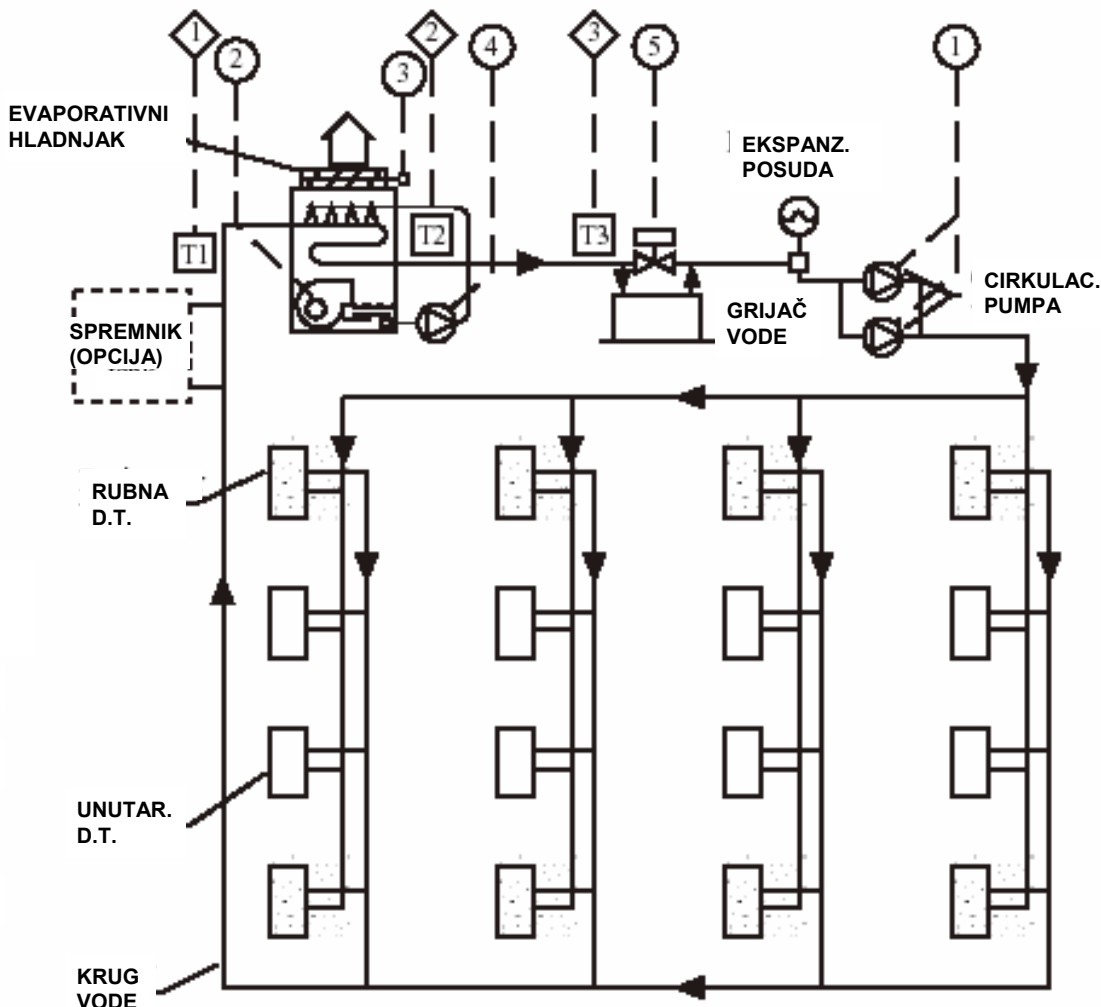
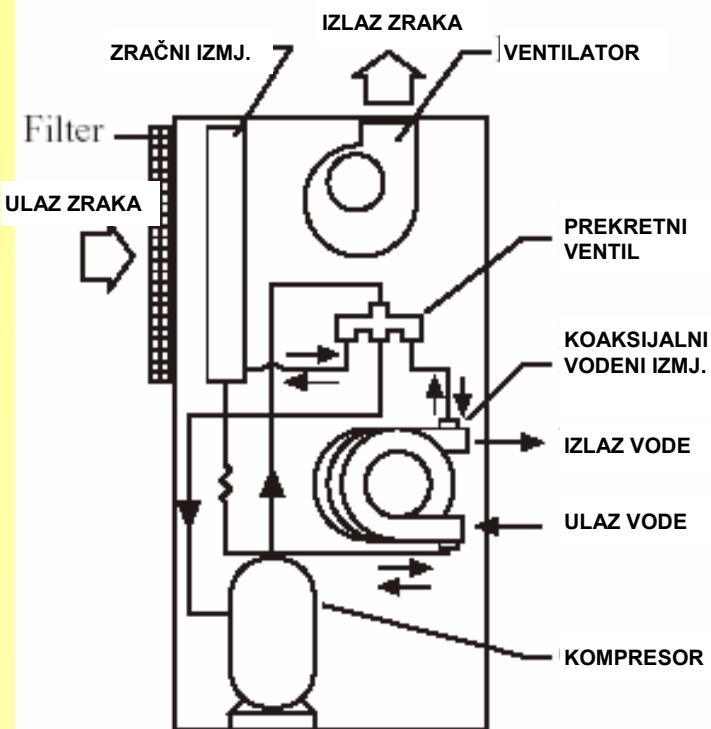
Uredske zgrade



- primjer četverocijevnog ventilokonvektorskog sustava

Primjena za komercijalne zgrade

Uredske zgrade

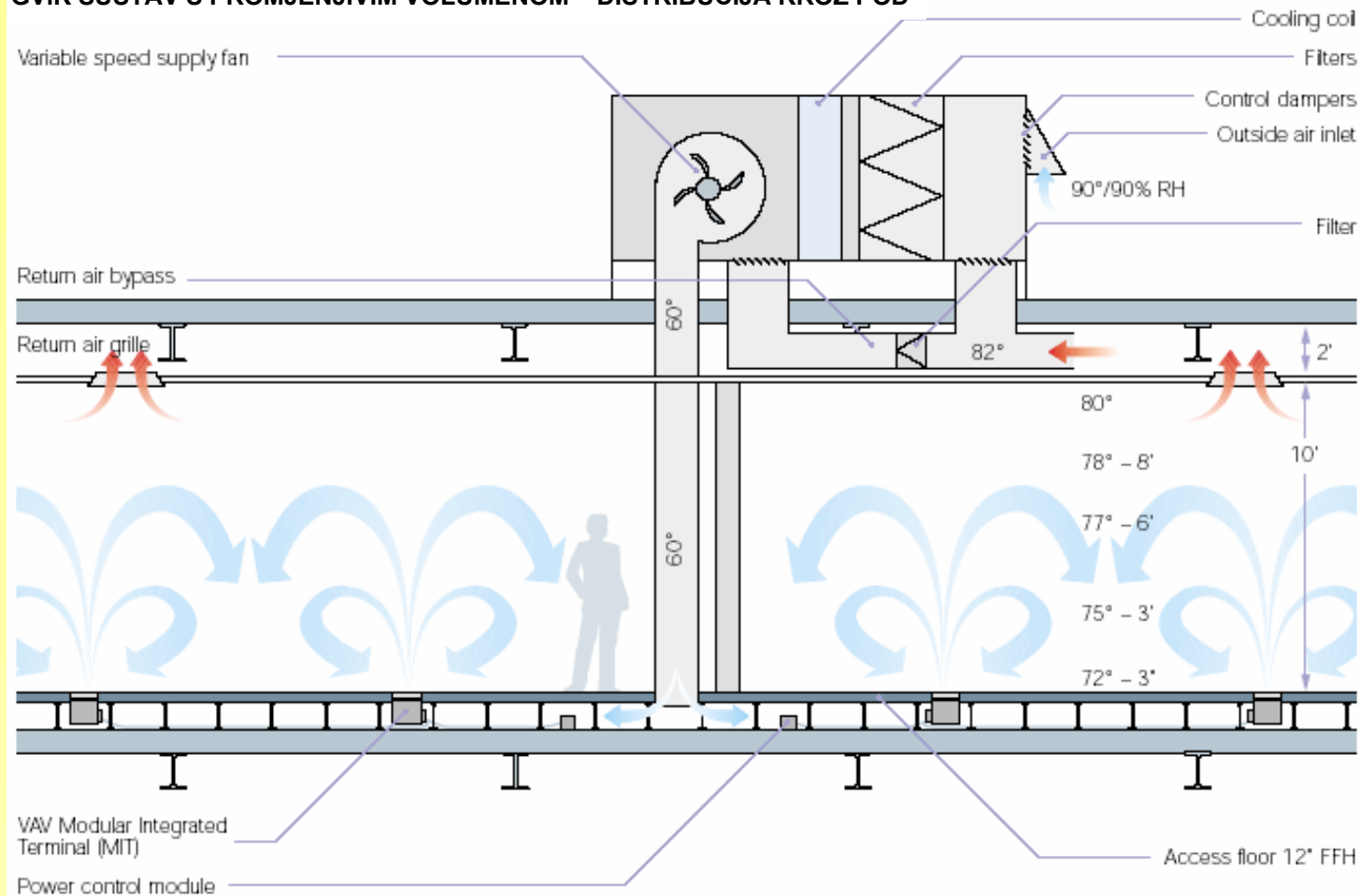


- primjer sustava sa dizalicom topline koja koristi vodu kao toplinski izvor/ponor

Primjena za komercijalne zgrade

Uredske zgrade

GVik SUSTAV S PROMJENJIVIM VOLUMENOM – DISTRIBUCIJA KROZ POD



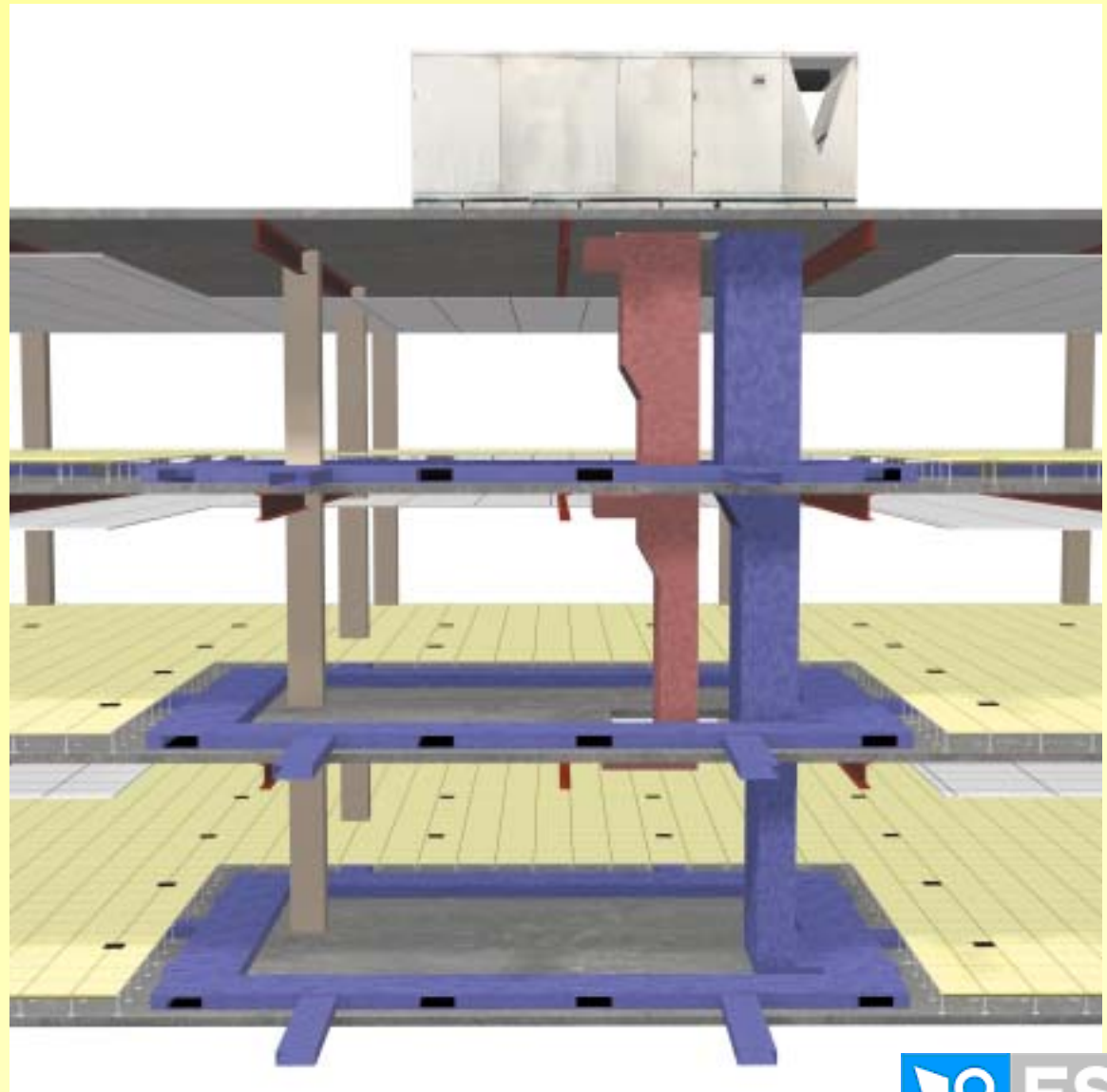
Primjena za komercijalne zgrade

Uredske zgrade



Primjena za komercijalne zgrade

Uredske zgrade
- primjer niske
uredske zgrade
s paketnom izved-
bom klima jedinice



Prostori za okupljanje ljudi

Opći projektni uvjeti

- slični uvjetima za poslovne i javne zgrade.
- prostori velike površine i visokih stropova, ima ih mali broj u građevini.
- obično periodički imaju veliku gustoću osoba po jedinici površine poda
→ **vršno opterećenje.**
- ljudi koji borave u tim prostorima stvaraju većinu toplinskog opterećenja i ventilacijskih zahtjeva.
- broj ljudi u prostoru najlakše je odrediti preko broja sjedećih mjesta, a ako taj podatak nije dostupan može se predvidjeti 0,7 – 0,9 m² po osobi po cijelom području predviđenom za sjedenje.
- ventilacija vanjskim zrakom također može predstavljati velik dio ukupnog toplinskog opterećenja.
- većina zgrada za okupljanje ljudi ima relativno visoke stropove, tako da se može dozvoliti stratifikacija iznad zone boravka i time smanjiti toplinski učinak uređaja.
- kontrola buke ne mora biti važna u sportskoj dvorani ili na plivalištu, ali je bitna u npr. koncertnoj dvorani.

Prostori za okupljanje ljudi

Stanje unutarnjeg zraka

- Na igralištima, stadionima, u sportskim dvoranama i kinima, ljudi su odjeveni neformalno. Ljetni unutarnji projektni uvjeti teže toplijem kraju raspona toplinske ugodnosti, dok zimi temperatura prostora teži hladnijem kraju raspona toplinske ugodnosti.
- U crkvama, koncertnim dvoranama i kazalištima većina muškaraca nosi sako i kravatu, a žene često nose odijela/kostime. Temperatura bi trebala težiti sredini raspona ugodnosti, a razlike između ljetnog i zimskog perioda su male.
- U kongresnim i izložbenim centrima ljudi se stalno kreću. Ovdje temperatura prostora treba težiti hladnijem kraju raspona toplinske ugodnosti u ljetnom i u zimskom periodu.
- Dodatni sadržaji bi trebali imati zasebni sustav klimatizacije ako se vrijeme njihovog korištenja razlikuje od vremena korištenja glavnih prostora za okupljanje.

Prostori za okupljanje ljudi

Opći projektni principi

- zgrade u kojima se okupljaju ljudi često opslužuje jednozonski sustav ili sustav s promjenjivim volumenom zraka koji dobavlja 100% vanjskog zraka.
- zasebne klima jedinice obično tretiraju pojedine zone iako se, uz manju pogonsku učinkovitost, mogu primjeniti i višezonski, dvokanalni ili sustavi s dogrijavanjem zraka.
- u većim se objektima za zasebne zone uglavnom određuju predvorje i glavni hodnici koji okružuju prostor za sjedenje. Grijanje zračenjem niskog intenziteta često je učinkovita alternativa.
- u izrazito velikim objektima, nekoliko sustava klimatizacije može opsluživati jedan prostor usljed ograničenja u veličini opreme ili zbog energetskehtjeva.

Prostori za okupljanje ljudi

Smanjenje vršnog toplinskog opterećenja

(1) Akumulacija rashladne energije

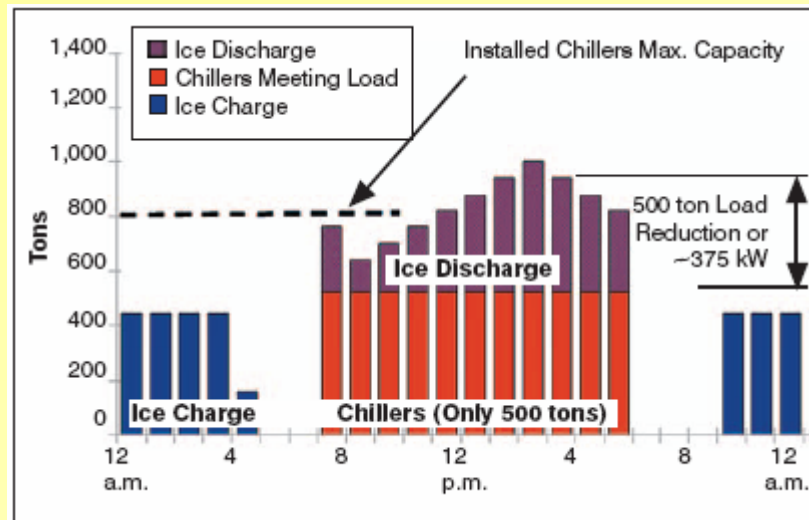
- spremnik toplinske energije na temperaturi ispod potrebne temperature prostora ili proces promjene agregatnog stanja (uglavnom između krutog i kapljevitog stanja) medija u spremniku (spremnik latentne topline).

(2) Predhlađenje

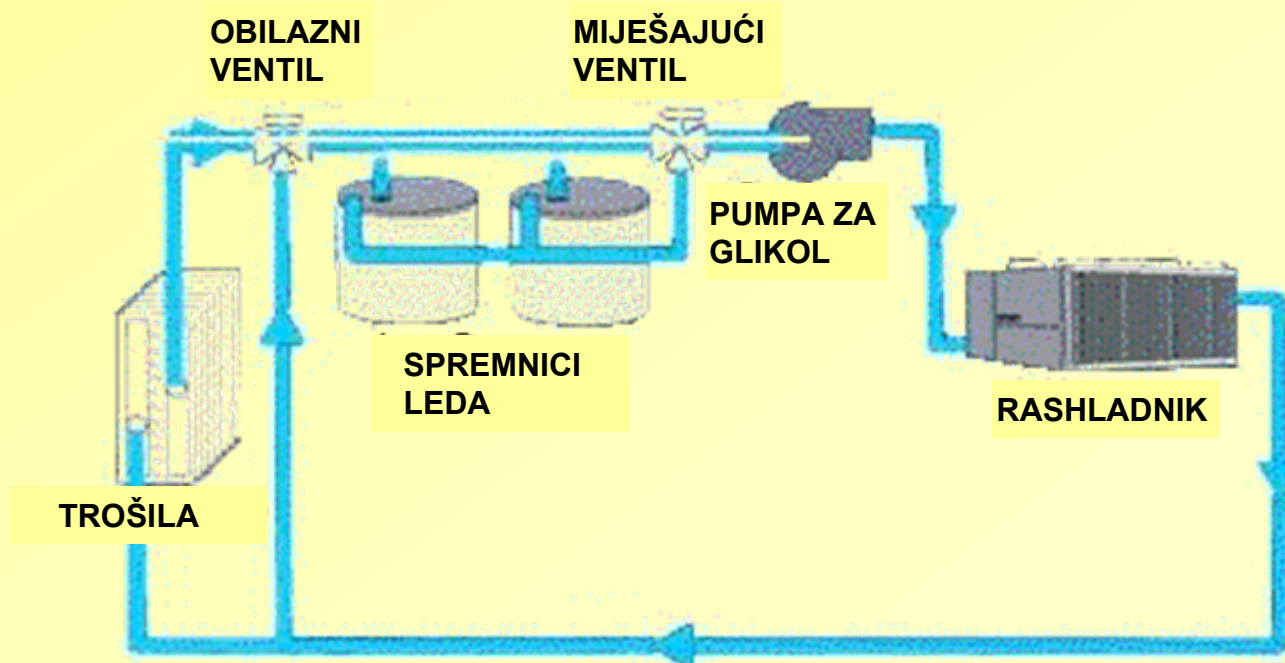
- predhlađivanjem same zgrade za nekoliko stupnjeva ispod željene temperature unutarnjeg prostora nekoliko sati prije dolaska ljudi omogućuje da zgrada apsorbira dio vršnog opterećenja. Ovakvo hlađenje smanjuje učinak opreme potreban za pokrivanje kratkotrajnih opterećenja. Ovaj efekt se može iskoristiti ako je moguće najmanje jednosatno hlađenje prije ulaska ljudi.

Prostori za okupljanje ljudi

Primjer rashladnog sustava sa spremnicima leda za akumulaciju rashladne energije



GLYCOL ICE STORAGE SYSTEM



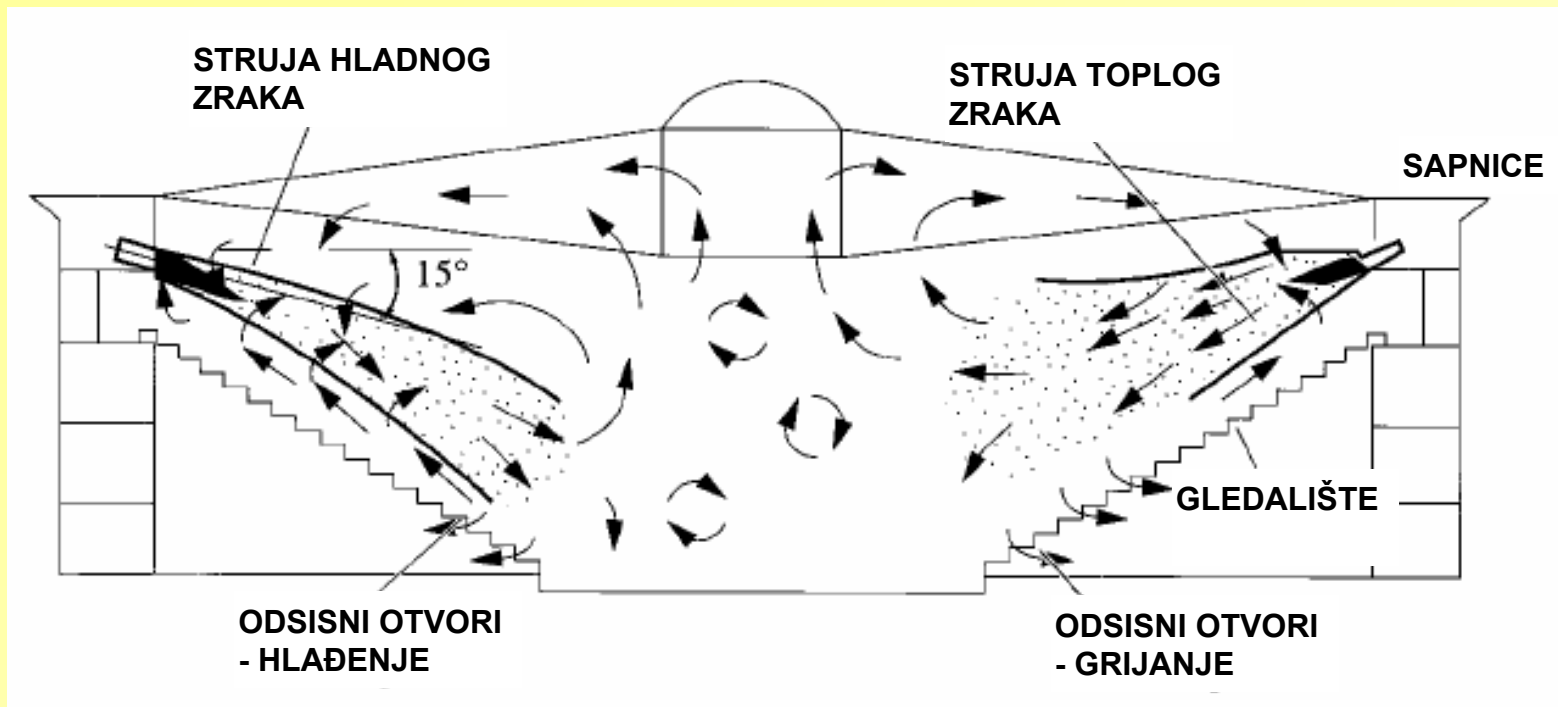
Prostori za okupljanje ljudi

Distribucija zraka

- zrak za hlađenje se može dobavljati u gornjem dijelu prostorije gdje se miješa sa zrakom zagrijanim od rasvjete i ljudi koji borave u prostoru.
- odsisni otvori za zrak također pomažu distribuciji. Odsisni otvori smješteni ispod sjedala ili na nižim razinama oko sjedala mogu učinkovito distribuirati zrak uz minimalan propuh.
- sapnice za dobavu zraka s velikim dometom mlaza od 15 do 45 m mogu se ugraditi na bočne zidove.
- za distribuciju pod stropom nije bitan domet mlaza budući su odsisni otvori smješteni nisko pri dnu prostorije. Dobavni zrak treba ubacivati kroz dobavne otvore (po mogućnosti stropne) s najvećom brzinom za koju se ne prelazi prihvatljiv nivo buke. Unatoč tome što dozvoljena brzina ne omogućuje mlazu klimatiziranog zraka da dosegne sva sjedala, odsisni otvori, koji se nalaze uz sjedala do kojih ne doseže mlaz klimatiziranog zraka, odsisavaju istrošeni zrak i time povlače klimatizirani zrak koji hladi ili grije publiku, prema potrebi.

Prostori za okupljanje ljudi

Primjer strujanja zraka u velikom natkrivenom stadionu uz korištenje sapnica velikog dometa za dobavu zraka



Prostori za okupljanje ljudi

Zatvoreni bazeni

- regulacija relativne vlažnosti je temelj pravilnog rada sustava. Visoke relativne vlažnosti su štetne za građevne elemente. Gljivice i plijesan mogu napasti površine zidova, poda i stropa, a kondenzacija oštećuje mnoge građevne materijale.

- temperatura zraka se u javnim i institucijskim bazenima treba održavati za 1 – 2 °C višom od temperature vode (ali ne iznad granice toplinske ugodnosti od 30°C) kako bi se smanjio intenzitet ishlapljivanja i izbjegao efekt podhlađenja plivača.

Type of Pool	Air Temperature, °C	Water Temperature, °C	Relative Humidity, %
Recreational	24 to 29	24 to 29	50 to 60
Therapeutic	27 to 29	29 to 35	50 to 60
Competition	26 to 29	24 to 28	50 to 60
Diving	27 to 29	27 to 32	50 to 60
Elderly swimmers	29 to 32	29 to 32	50 to 60
Hotel	28 to 29	28 to 30	50 to 60
Whirlpool/spa	27 to 29	36 to 40	50 to 60

Prostori za okupljanje ljudi

Zatvoreni bazeni

- u području bazena treba održavati podtlak od 15 do 40 Pa u odnosu na okolne prostore zgrade da bi se spriječilo širenje vlage i mirisa klora.

- količine dobave zraka:

Bazen bez gledališta 4 do 6 izmjena zraka na sat

Područje gledališta 6 do 8 izmjena zraka na sat

Terapijski bazeni 4 do 6 izmjena zraka na sat

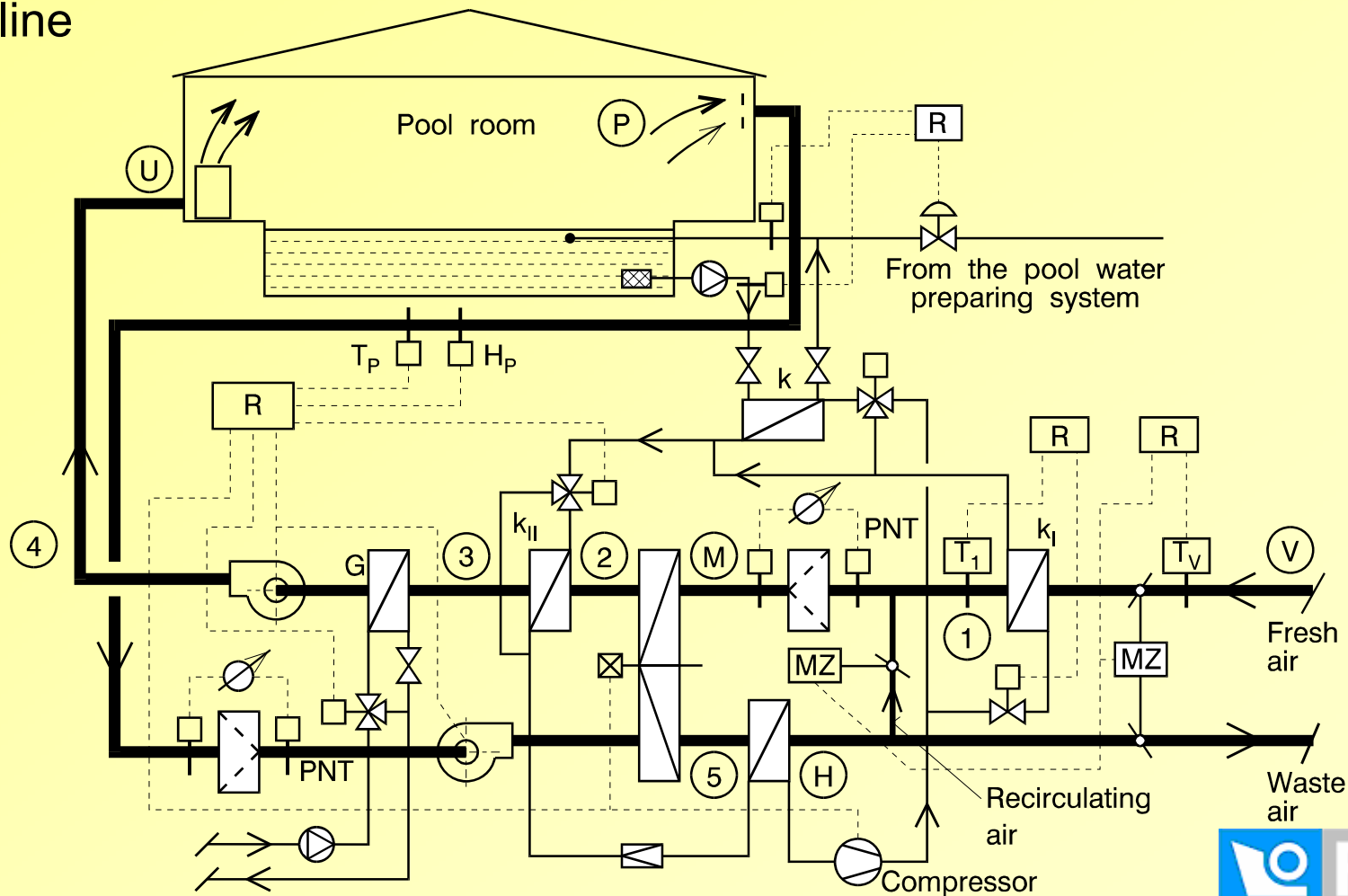
- dobavni zrak treba usmjeriti prema unutarnjim površinama vanjskih ploha podložnima kondenzaciji (zidovi, stakla i vrata). Dio dobavnog zraka treba usmjeriti preko površine vode da se odvede istrošeni zrak prema točkama odsisa i tako kontrolira količina klora ishlapljena s površine vode.

- odsisne otvore istrošenog zraka treba razmjestiti tako da se poveća učinkovitost odvođenja, a smanji recirkulacija klora. Poželjno je odvođenje zraka pod stropom direktno iznad površine vode. Istrošeni zrak se treba odvesti u okoliš kroz sustav povrata topline, u slučaju da takav postoji.

Prostori za okupljanje ljudi

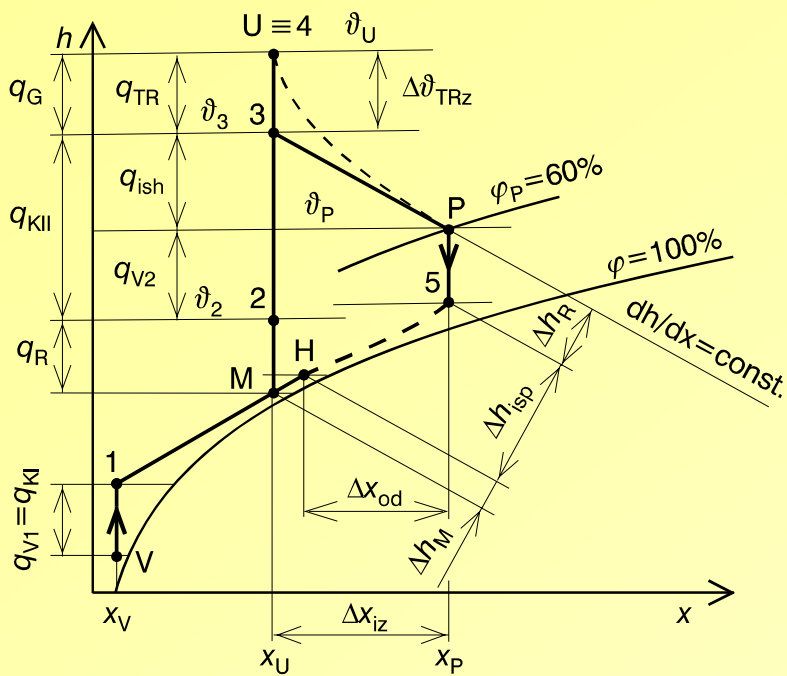
Zatvoreni bazeni

- primjer kombinacije dizalice topline i rotacijskog regeneratora za povrat topline

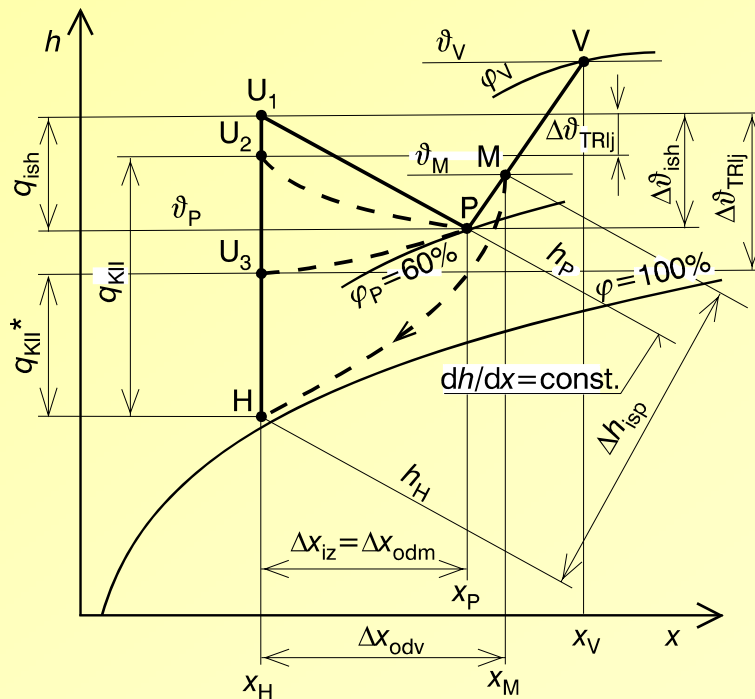


Prostori za okupljanje ljudi

Zatvoreni bazeni



Zimski režim pogona pri punom opterećenju

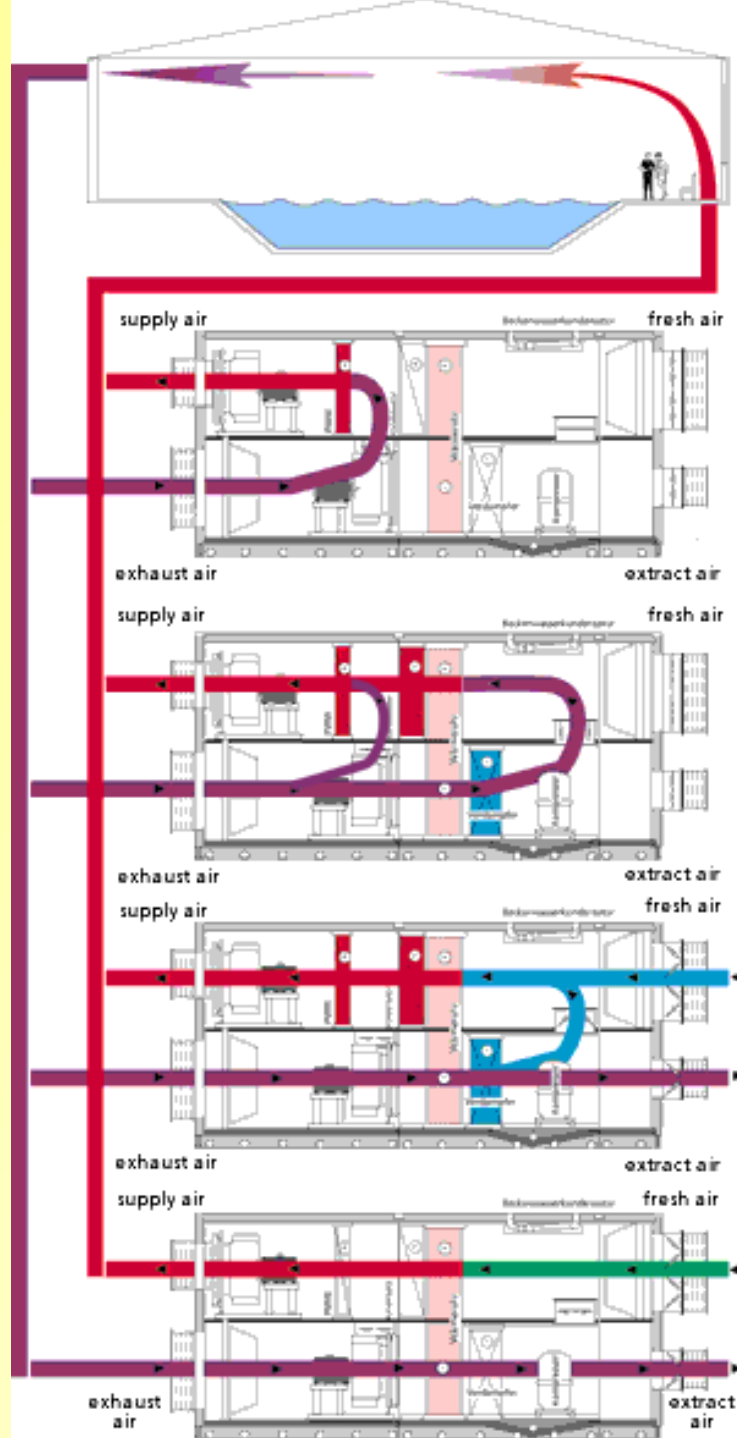


Ljetni režim pogona pri punom opterećenju

Prostori za okupljanje ljudi

Zatvoreni bazeni

- primjer kombinacije dizalice topline i povrata energije toplinskim cijevima



Hoteli

Opći projektni uvjeti

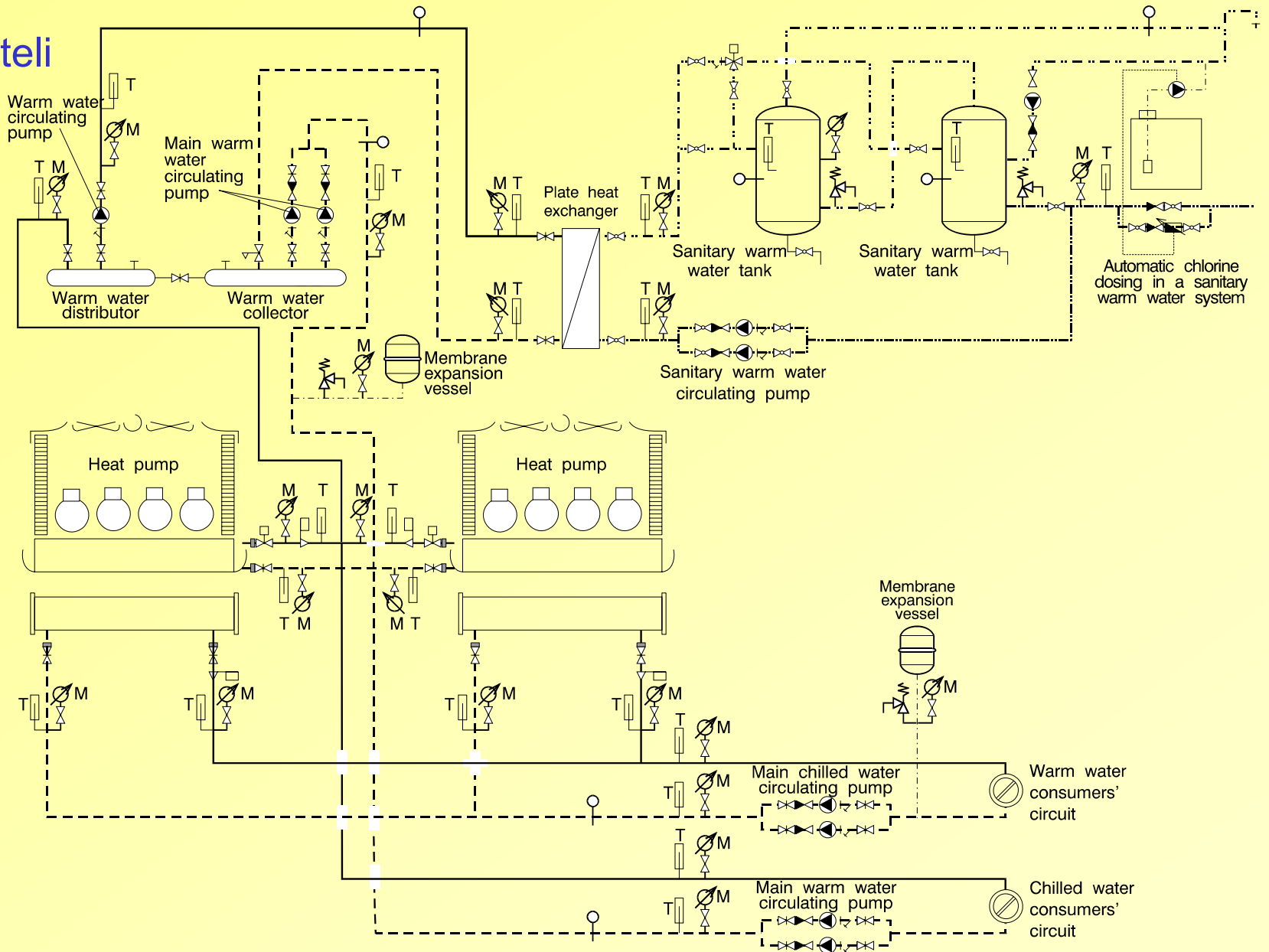
- u idealnim bi se uvjetima svaka soba koju opslužuje klima jedinica trebala ventilirati, hladiti, grijati ili odvlaživati neovisno o ostalim sobama. U suprotnom, klimatizacija svih soba može biti nepotpuna.
- obično se u sobama ne boravi stalno. Zbog potrebne prilagodljivosti, ventilaciju i hlađenje na svakoj jedinici bi trebalo moći isključiti (osim u slučajevima kada se traži regulacija vlažnosti), a grijanje bi se trebalo moći isključiti ili smanjiti.
- velike promjene opterećenja i razlike unutar i između soba uvjetuju projektiranje fleksibilnog sustava za postizanje 24-satne toplinske ugodnosti.
- relativno je visoka potreba za toplom vodom, uglavnom tijekom jednog ili dva sata, nekoliko puta dnevno.
- dogrijače zraka bi trebalo izbjegavati osim u slučajevima kada postoji sustav povrata topline.
- odvlaživanje se može postići smanjivanjem temperature na hladnjaku i smanjenjem protoka zraka. Drugi način je pomoću odvlaživača s kemijskim sušenjem.

Hoteli

Energetski učinkovit sustav

- najučinkovitiji sustavi uglavnom uključuju dizalice topline s vodom ili zrakom kao toplinskim izvorom/ponorom. U sunčanim područjima, uz dizalice topline može se dodatno koristiti i solarni sustav.
- dizalica topline s vodenim cirkulacijskim krugom ima niže pogonske troškove od zrakom hlađenih pojedinačnih uređaja, pogotovo ako se kao energent koristi električna energija.
- toplina se može prenositi iz jednog dijela zgrade u drugi, a višak topline se može pohraniti tijekom dana za sljedeću noć.
- sustav u četverocijevnoj izvedbi omogućuje istovremeno hlađenje i grijanje.

Hoteli



- primjer sustava klimatizacije hotela koji koristi dizalicu topline s vodom kao toplinskim spremnikom

Hoteli

Energetski učinkovit sustav

- primjer hotelskog GViK sustava koji koristi dizalicu topline s vodom kao toplinskim izvorom/ponorom:
- ovo rješenje koristi toplinu kondenzacije iz kondenzatora dizalice topline u procesu klimatizacije hotela i za grijanje potrošne tople vode, a radi i kao rashladni uređaj.
- umjesto odbacivanja topline nastale kondenzacijom u okoliš, ona se koristi za grijanje i/ili se pohranjuje u potrošnoj toploj vodi.
- analize toplinske bilance zgrade su pokazale da u zimskom razdoblju, kada je vanjska temperatura $t_o \geq 4^\circ\text{C}$, dizalica topline potpuno pokriva toplinske gubitke zgrade. Pri nižim temperaturama je potrebno dodatno grijanje.

Hoteli

Energetski neutralan sustav

- ne omogućuje istovremeno hlađenje i grijanje.

- (1) paketni klima uređaji (eng. *PTAC – packaged terminal air conditioners*) (najčešće zidni)
- (2) prozorske jedinice ili zračeci stropni paneli za hlađenje u kombinaciji s konvektorima ili podnim grijanjem
- (3) paketne klima jedinice s ugrađenim sustavom grijanja
- (4) klima jedinice s razdvojenim kondenzatorima
- (5) sustavi s promjenjivim volumenom zraka uz radijatorsko grijanje rubnih zona ili uz sustav podnog grijanja.

Hoteli

Energetski neučinkovit sustav

- omogućuje istovremeno hlađenje i grijanje.

- (1) dvo-, tro-, i četverocijevni ventilokonvektori
- (2) sustavi s dogrijačima u terminalnim uređajima
- (3) indukcijski sustavi

Potpuni energetska sustav

- kogeneracijsko postrojenje u kojem su sve ili veći dio potreba za električnom i toplinskom energijom pokrivena ugrađenim sustavima.

- prikladno za velike građevine s velikom cjelogodišnjom potrebom za potrošnom toplom vodom.

Hoteli

Hotelske sobe

- klimatizacija u hotelskim sobama mora biti tiha, prilagodljiva te bez propuha. Također mora osigurati dovoljno vanjskog zraka za ventilaciju.
- u hotelijerstvu je velika konkurencija i prostor je iznimno važan, pa treba odabrati sustave koji zauzimaju malo prostora i imaju niske investicijske i pogonske troškove.
- visoka razina komfora u hotelskim sobama je iznimno važna za uspješno poslovanje hotela.

Table 2 Hotel Design Criteria^{a,b}

Category	Inside Design Conditions				Ventilation ^d	Exhaust ^e	Filter Efficiency ^f	Noise, RC Level
	Winter		Summer					
	Temperature	Relative Humidity ^c	Temperature	Relative Humidity				
Guest rooms	23 to 24°C	30 to 35%	23 to 26°C	50 to 60%	15 to 30 L/s per room	10 to 25 L/s per room	10 to 15%	25 to 35
Lobbies	20 to 23°C	30 to 35%	23 to 26°C	40 to 60%	8 L/s per person	–	35% or better	35 to 45
Conference/ Meeting rooms	20 to 23°C	30 to 35%	23 to 26°C	40 to 60%	10 L/s per person	–	35% or better	25 to 35
Assembly rooms	20 to 23°C	30 to 35%	23 to 26°C	40 to 60%	8 L/s per person	–	35% or better	25 to 35

^a This table should not be used as the only source for design criteria. The data contained here can be determined from ASHRAE handbooks, standards, and governing local codes.

^b Design criteria for stores, restaurants, and swimming pools are in [Chapters 2, 3, and 4](#), respectively.

^c Minimum recommended humidity.

^d Per ASHRAE *Standard* 62.

^e Air exhaust from bath and toilet area.

^f Per ASHRAE *Standard* 52.1.



Hoteli

Hotelske sobe

- većina hotela koristi vodene sustave (ventilokonvektori) ili pojedinačne freonske uređaje (paketni klima uređaji i dizalice topline).

U usporedbi sa pojedinačnim freonskim jedinicama, vodeni sustavi imaju slijedeće prednosti:

- Smanjen ukupni ugrađeni rashladni učinak zbog promjena opterećenja
- Niži troškovi pogona usljed učinkovitijeg centralnog rashladnog postrojenja
- Niži nivo buke (u usporedbi s PTAC i vodenom dizalicom topline)
- Dulji vijek trajanja opreme
- Manje opreme za održavanje u prostoru sobe
- Manje cijevi i pumpe (usporedba s dizalicom topline s vodom)
- Manja količina vode u cirkulaciji (usporedba s dizalicom topline s vodom)

Hoteli

Hotelske sobe

Pojedinačni freonski uređaji nude sljedeće prednosti:

- Niži investicijski troškovi
- Trenutno dostupno grijanje i hlađenje tijekom cijele godine
- Nije potrebno sezonsko prekretanje pogonskog režima
- Omogućeno hlađenje bez rada centralnog rashladnog postrojenja
- Manja ovisnost o centralnom postrojenju za grijanje i hlađenje
- Može prenositi energiju iz prostora koji se hlade u prostore koji se griju (pomoću dizalice topline s vodom kao toplinskim izvorom)
- Razina temperature vode koja kruži sustavom ne zahtjeva toplinsku izolaciju cijevi (za dizalicu topline s vodom kao toplinskim izvorom)
- Jednostavnost, čime se ostvaruju manji troškovi osoblja za održavanje.

Hoteli

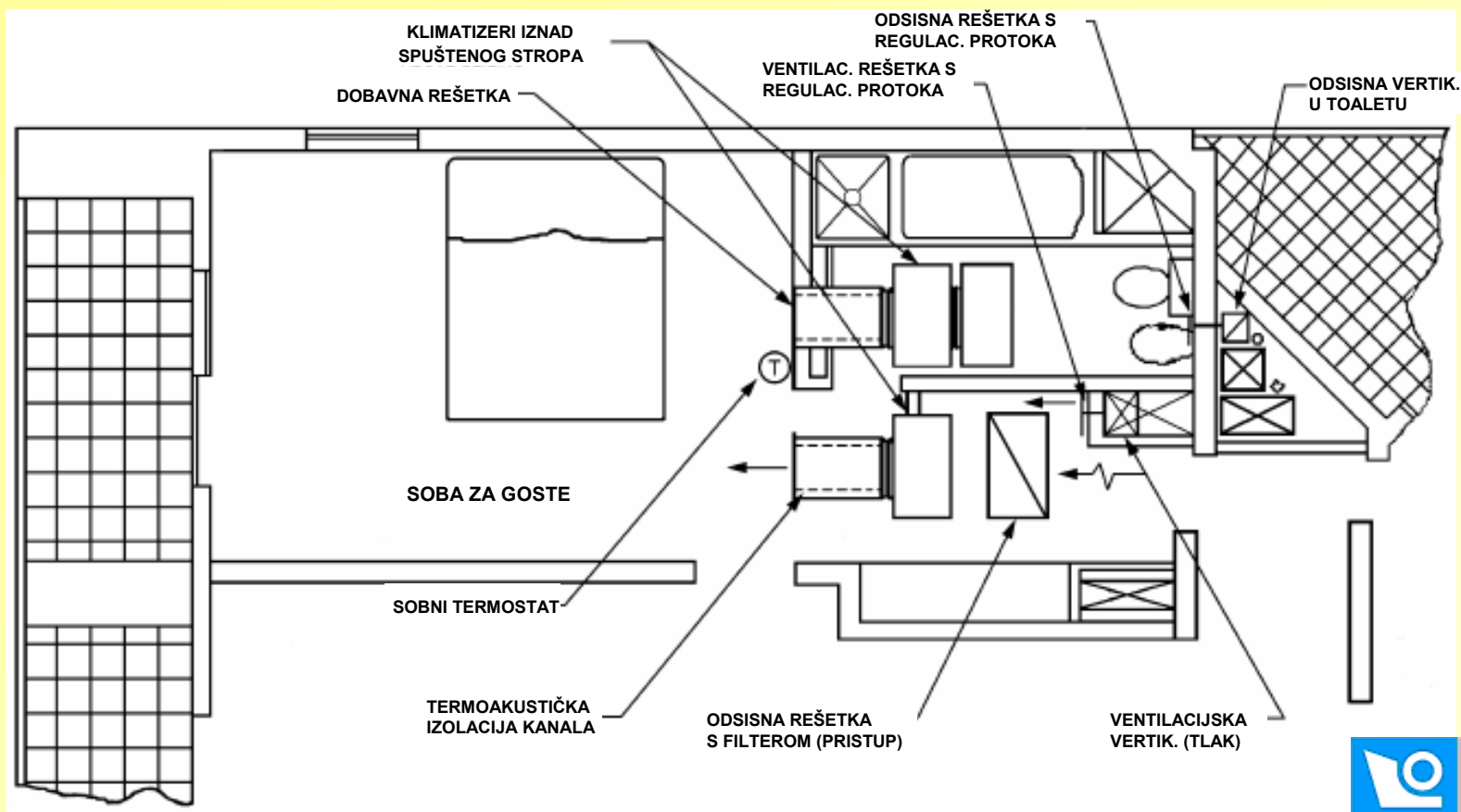
Hotelske sobe

- Klima uređaj / dizalica topline je najčešće smještena:
 - Iznad spuštenog stropa u ulaznom hodniku hotelske sobe ili u kupaonici (vodoravno ubacivanje zraka) – preporučuje se
 - Na vanjskom zidu hotelske sobe (okomito ubacivanje zraka)
 - U ugradbenom ormaru koji se proteže od poda do stropa (vodoravno ubacivanje zraka)

Hoteli

Hotelske sobe

- primjer smještaja klimatizacijske opreme iznad spuštenog stropa u ulaznom hodniku hotelske sobe ili u kupaonici:



Hoteli

Regulacija relativne vlažnosti

- postiže se primjenom sljedećih postupaka:

1. Ubacivanjem odgovarajuće suhog ventilacijskog (dobavnog) zraka [npr. sadržaja vlage 8.2 g/kg s.z. ili manjim] direktno u hotelsku sobu.
2. Održavanjem malog predtlaka u hotelskoj sobi radi smanjenja infiltracije toplog i vlažnog vanjskog zraka u sobu.
3. Omogućavanjem dodatnog odvlaživanja ventilacijskim (dobavnim) zrakom tako da se zrak odvlaži na nižu razinu od željenog sadržaja vlage u sobi. Na primjer, ubacivanje 100 m³/h dobavnog zraka sadržaja vlage od 8 g/kg omogućuje oko 120 W latentnog hlađenja unutrašnjosti (uz pretpostavku da je sadržaj vlage u prostoru 9.5 g/kg).
4. Dopuštanjem rada klimatizacije i u sobama u kojima nitko ne boravi bez isključivanja, pogotovo u područjima s vlažnom klimom.
5. Poboľšanjem zaštite oplošja prostorije smanjenjem infiltracije i prodora pare.

Hoteli

Regulacija buke

- nivo buke u hotelskoj sobi i na javnim površinama je važan projektni element. Treba razmotriti nivo i trajanje buke koju stvaraju GViK uređaji.
- paketni klima uređaji, odnosno dizalice topline su obično bučnije zbog rada kompresora. Neka oprema može imati dodatnu zvučnu izolaciju čime se znatno smanjuje buka.
- smanjenjem brzine vrtnje ventilatora, što je uglavnom moguće, smanjuje se nivo buke koju ventilator stvara.
- mora se izbjeći širenje buke od opreme smještene na krovu ili u strojarnici smještenoj do hotelske sobe.

Zdravstvene ustanove – bolnice



Zdravstvene ustanove – bolnice

- u mnogim slučajevima pravilna klimatizacija utječe na terapiju pacijenta; u nekim slučajevima ona je važan dio liječenja.
- studije pokazuju da se pacijenti u klimatiziranom okruženju općenito brže fizički oporavljaju od onih u neklimatiziranom okruženju.
- razlike između klimatiziranja bolnica (i sličnih zdravstvenih ustanova) i drugih vrsta zgrada proizlaze iz:
 - (1) potrebe da se ograniči kretanje zraka unutar i između različitih bolničkih odjela;
 - (2) posebnih zahtjeva za ventilaciju i filtraciju da bi se razrijedila i uklonila zagađenja (neugodni mirisi, zrakom nošeni mikroorganizmi i virusi, opasne kemikalije i radioaktivne tvari);
 - (3) potrebe za različitim temperaturama i vlažnosti u raznim područjima;
 - (4) sofisticiranosti projekta i izvedbe potrebne da se osigura precizna regulacija stanja zraka unutarnjeg prostora.

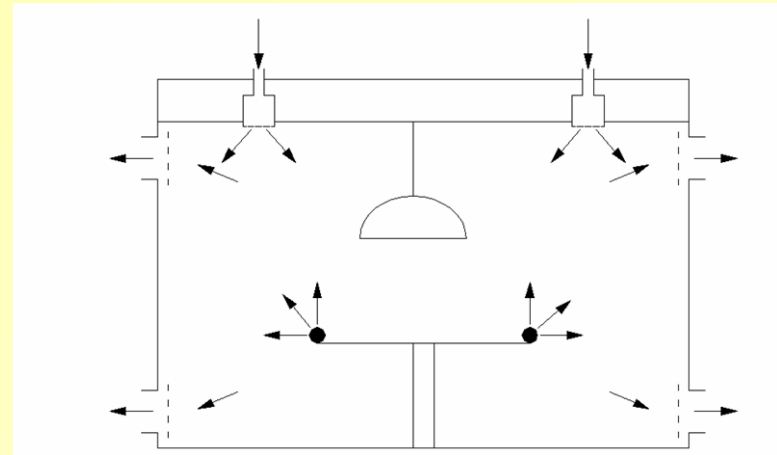
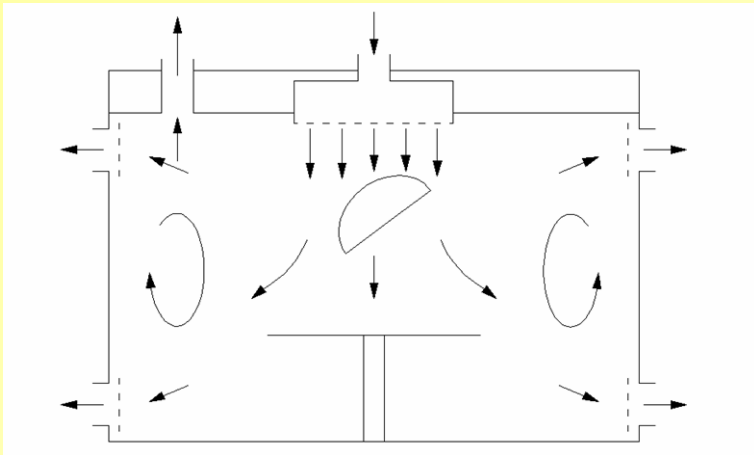
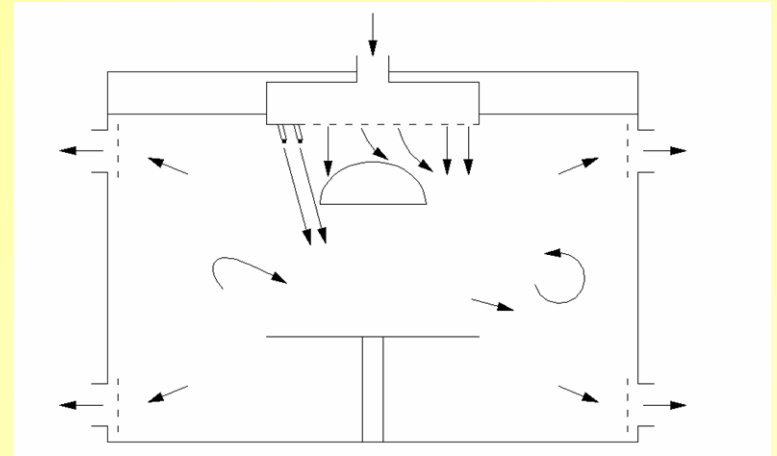
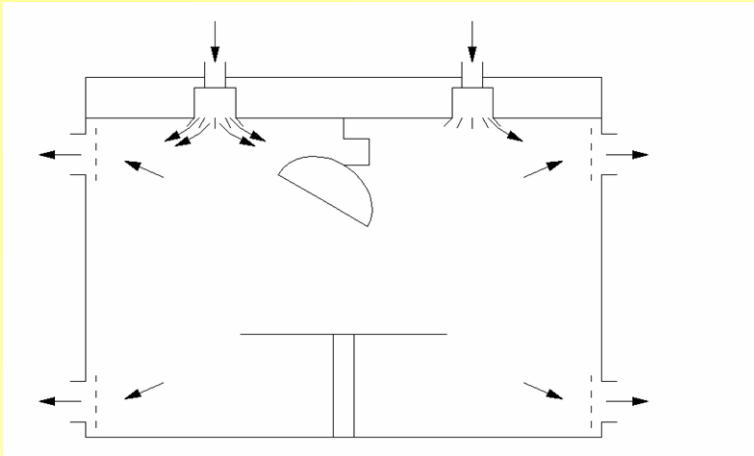
Zdravstvene ustanove – bolnice

Projektni uvjeti za bolnice (izvadak)

Function Space	Pressure Relationship to Adjacent Areas ^a	Minimum Air Changes of Outside Air per Hour ^b	Minimum Total Air Changes per Hour ^c	All Air Exhausted Directly to Outside ^m	Air Recirculated Within Room Units ^d	Relative Humidity, ⁿ %	Design Temperature, ^o °C
Surgery and Critical Care							
Operating room (recirculating air system)	Positive	5	25	—	No	45 to 55	17 to 27
Operating/surgical cystoscopic rooms ^{e, p, q}	Positive	5	25	—	No	45 to 55	20 to 23 ^r
Delivery room ^p	Positive	5	25	—	No	45 to 55	20 to 23
Recovery room ^p	*	2	6	—	No	45 to 55	24 ± 1
Critical and intensive care	*	2	6	—	No	30 to 60	21 to 24
Newborn intensive care	*	2	6	—	No	30 to 60	22 to 26
Treatment room ^s	*	—	6	—	—	30 to 60	24
Nursery suite	Positive	5	12	—	No	30 to 60	24 to 27
Trauma room ^{f, s}	Positive	5	12	—	No	45 to 55	17 to 27
Anesthesia gas storage	Negative	—	8	Yes	—	—	—
GI Endoscopy	Negative	2	6	—	No	30 to 60	20 to 23
Bronchoscopy ^q	Negative	2	12	Yes	No	30 to 60	20 to 23
Emergency waiting rooms	Negative	2	12	Yes	—	30 to 60	23 ± 1
Triage	Negative	2	12	Yes	—	—	21 to 24
Radiology waiting rooms	Negative	2	12	Yes ^{t, u}	—	—	21 to 24
Nursing							
Patient room	*	2	6 ^v	—	—	30 (W), 50 (S)	24 ± 1
Toilet room ^g	Negative	Optional	10	Yes	No	—	—
Newborn nursery suite	*	2	6	—	No	30 to 60	22 to 26
Protective environment room ^{h, q, w}	Positive	2	12	—	No	—	24
Airborne infection isolation room ^{h, q, x}	Negative	2	12	Yes ^u	No	—	24
Isolation alcove or anteroom ^{w, x}	Pos./Neg.	2	10	Yes	No	—	—
Labor/delivery/recovery/postpartum (LDRP)	*	2	6 ^v	—	—	30 (W), 50 (S)	24 ± 1
Public corridor	Negative	2	2	—	—	—	—
Patient corridor	*	2	4	—	—	—	—

- temperatura i relativna vlažnost za ostala, ovdje nenavedena područja bi trebale biti do 24°C uz 35% do 60% vlažnosti.

Zdravstvene ustanove – bolnice



- difuzija zraka u operacijskoj dvorani

Zdravstvene ustanove – bolnice

Kvaliteta zraka

- sustav mora dobavljati čist zrak bez prašine, zagađenja, mirisa te kemijskih i radioaktivnih zagađivača. U nekim slučajevima je vanjski zrak opasan za pacijente koji boluju od dišnih ili plućnih bolesti. U tim slučajevima treba razmotriti primjenu sustava koji s prekidima dobavlja maksimalnu dozvoljenu količinu optočnog zraka.
- donji rub usisnih otvora vanjskog zraka za centralni sustav treba biti smješten na najvećoj praktično mogućoj visini (preporučeno 3,5 m) koja ne smije biti manja od 1,8 m iznad razine tla, a ako su postavljeni na krovu, barem 1 m iznad razine krova.
- istrujni otvori istrošenog zraka trebaju biti smješteni barem 3 m iznad razine tla i odmaknuti od vrata, prostora u kojima se boravi i prozora koji se otvaraju. Istrujne otvore preporučljivo je smjestiti na krov i usmjeriti prema gore ili vodoravno u smjeru suprotnom od usisnih otvora za vanjski zrak.

Zdravstvene ustanove – bolnice

Kvaliteta zraka

- sustavi centralne ventilacije ili klimatizacije trebaju biti opremljeni filterima čija učinkovitost nije manja od određene lokalnim propisima i normama.
- u sustav filtracije treba ugraditi manometre za mjerenje pada tlaka na svakom filteru. Vizualna kontrola nije pouzdana za određivanje zaprljanosti filtera.
- filtere visoke učinkovitosti treba ugraditi u sustav s primjerenom opremom za sprječavanje ulaska nečistoće u sustav dobave ili u klimatizirani prostor tijekom održavanja.
- tijekom gradnje, otvore na kanalima i difuzorima treba zatvoriti kako bi se spriječilo ulaženje prašine, zagađenja i štetnih tvari.

Zdravstvene ustanove – bolnice

Strujanje zraka

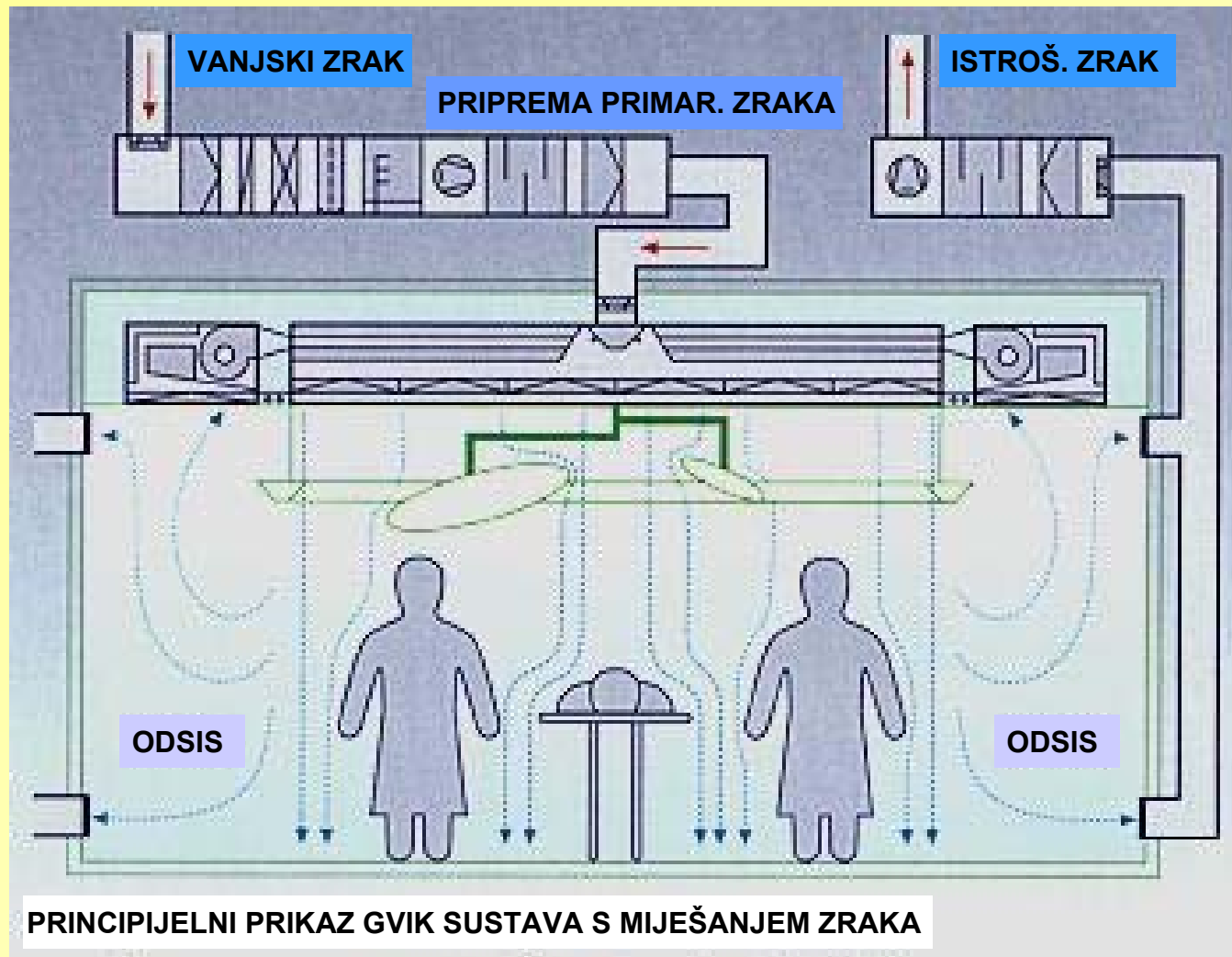
- sustavi koji opslužuju područja s izrazitom zagađenošću zraka , poput sala za autopsiju i izolacijskih prostorija za zarazne bolesti, moraju održavati u tim prostorijama podtlak u odnosu na susjedne prostorije i hodnike.
- područja u kojima se liječe visokozarazni pacijenti i izolacijske prostorije za zarazne bolesti u kojima su smješteni pacijenti slabog imuniteta trebaju imati predprostor između operacijske dvorane ili prostorije zaštićenog okoliša i hodnika ili drugog nesterilnog područja. Sadašnje preporuke su da predprostor uvijek mora biti u predtlaku u odnosu na hodnik i okolne prostore kada se koristi za prostorije zaštićenog okoliša.
- razina razlike tlaka zraka (2,5 Pa) se može održavati jedino u dobro zabrtvljenoj prostoriji. Zato je bitno da vrata imaju vrlo male zazore, a da su zidovi i pod zrakotijesni.

Zdravstvene ustanove – bolnice

Distribucija zraka

- općenito, dobavni otvori za zrak u osjetljivim, ultračistim zonama trebaju biti smješteni pod stropom, a područje u kojem su smješteni odsisni otvori istrošenog zraka trebaju biti pri podu. Ovakav raspored osigurava kretanje čistog zraka prema dolje, kroz zone disanja i rada prema podnim odsisnim distributerima.
- projekt sustava ventilacije treba, koliko god je moguće, osigurati kretanje zraka iz čistijih u manje čista područja zgrade.
- koncept laminarnog strujanja zraka, razvijen za industrijske čiste prostore, privukao je i pažnju medicinara. Laminarno strujanje zraka u kirurškim operacijskim dvoranama je pretežno jednosmjerno kada ne nailazi na prepreke; ovakav način strujanja zraka se obično postiže pri brzinama od 0.45 ± 0.10 m/s. Laminarno strujanje zraka također daje obećavajuće rezultate u prostorijama za obradu pacijenata koji su vrlo podložni infekcijama.

Zdravstvene ustanove – bolnice



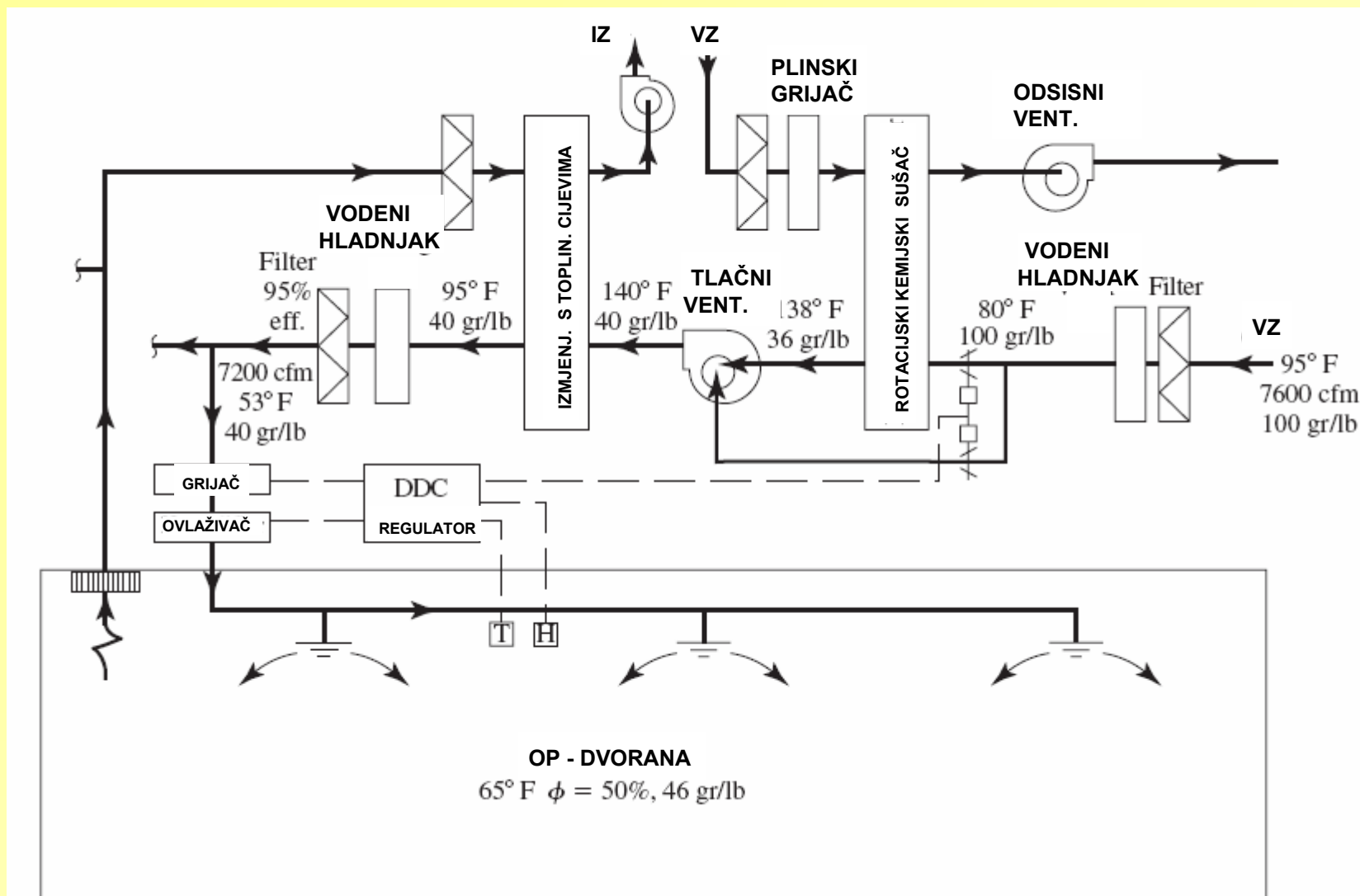
- uobičajeni GVIK sustav u operacijskoj dvorani

Zdravstvene ustanove – bolnice

Izbor opreme

- u područjima intenzivne njege treba koristiti sustave s konstantnim protokom zraka, kako bi se osigurali pravilni odnosi tlakova i izdašna ventilacija.
- u manje kritičnim područjima za njegu pacijenata te u prostorijama za osoblje, mogu se koristiti i sustavi s promjenjivim volumenom zraka radi uštede energije. Prilikom korištenja VAV sustava u bolnicama treba posebno paziti da se održi minimalni ventilacijski učinak i odnos tlakova između različitih zona.
- za veću uštedu energije, preporučuje se korištenje recirkulacijskog zraka. Ako se radi sa 100% vanjskog zraka, treba koristiti učinkovit postupak povrata topline.
- za uštedu energije u operacijskim dvoranama, sustav klimatizacije treba smanjiti količinu dobave zraka u neke ili sve dvorane kad je to moguće. Pretlak se mora održavati i pri smanjenim protocima zraka da bi se osigurali sterilni uvjeti u dvorani.

Zdravstvene ustanove – bolnice



- primjer bolničkog GViK sustava s povratom topline