

KLIMATIZACIJA

Tema:

- PODJELA SUSTAVA KLIMATIZACIJE

Doc.dr.sc. Igor BALEN

Kada koristiti GViK sustav?

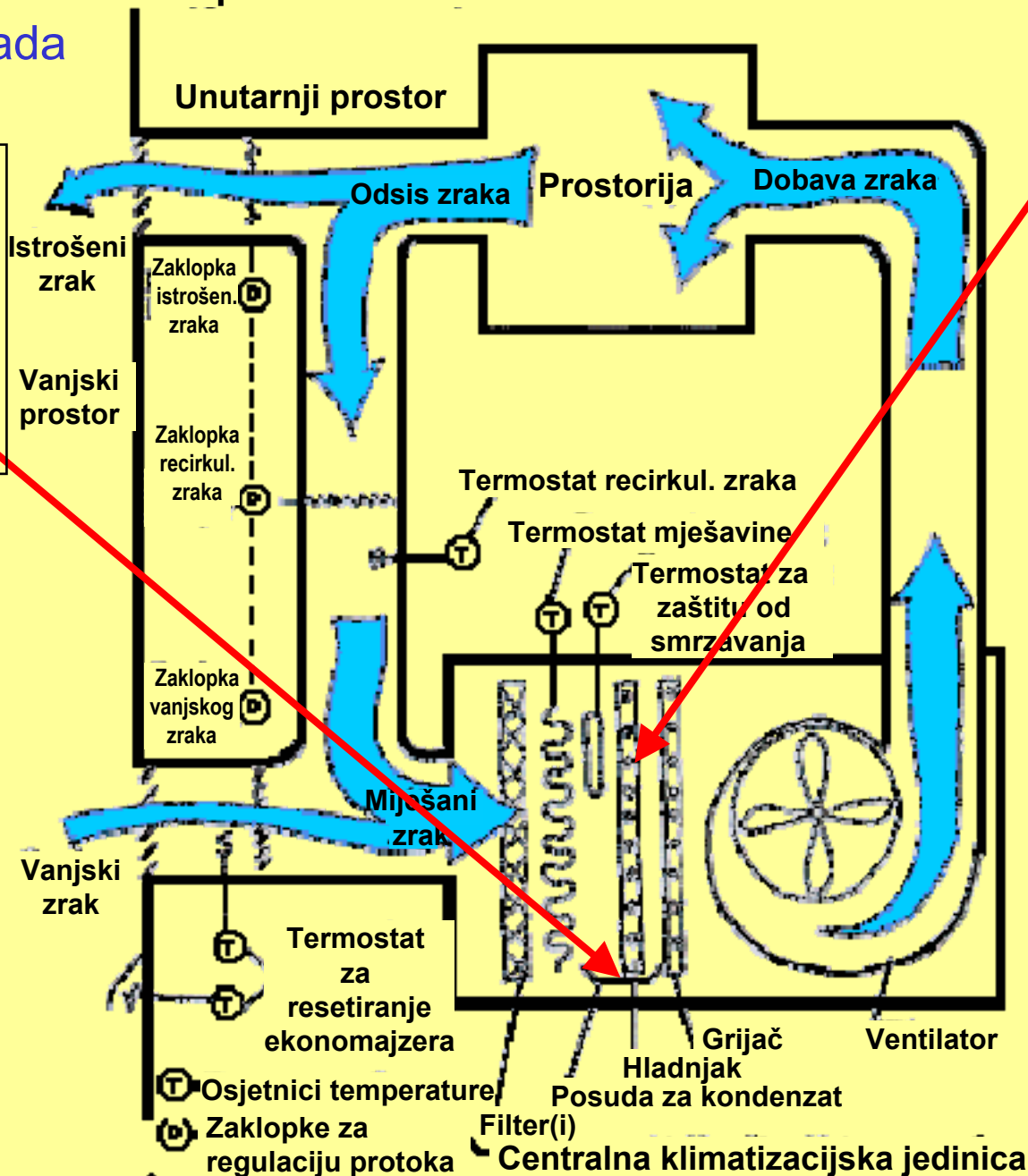
- kada se prijenos topline i tvari između unutarnjeg prostora i vanjskog okoliša ne može regulirati pasivnim načinom → ne može se postići željena toplinska ugodnost u prostoru
- kada postoje vrlo strogi zahtjevi za kvalitetom zraka u prostoru (operacijske dvorane, proizvodnja elektronike, ...)
- kada prirodna ventilacija ili nije moguća ili je ograničenih mogućnosti:
 - buka prometa
 - velike/duboke prostorije
 - velike razlike tlaka usljed vjetra

Tipični centralni GViK sustav

Princip rada

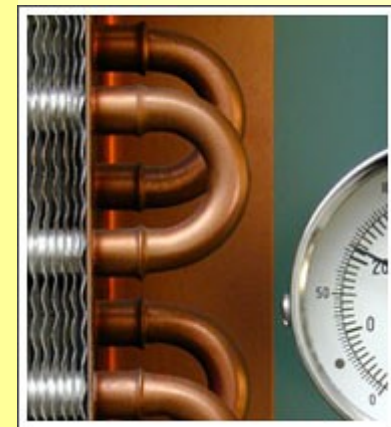
Posuda za kondenzat

- Skuplja vlagu koja kondenzira iz struje zraka



Hladnjak

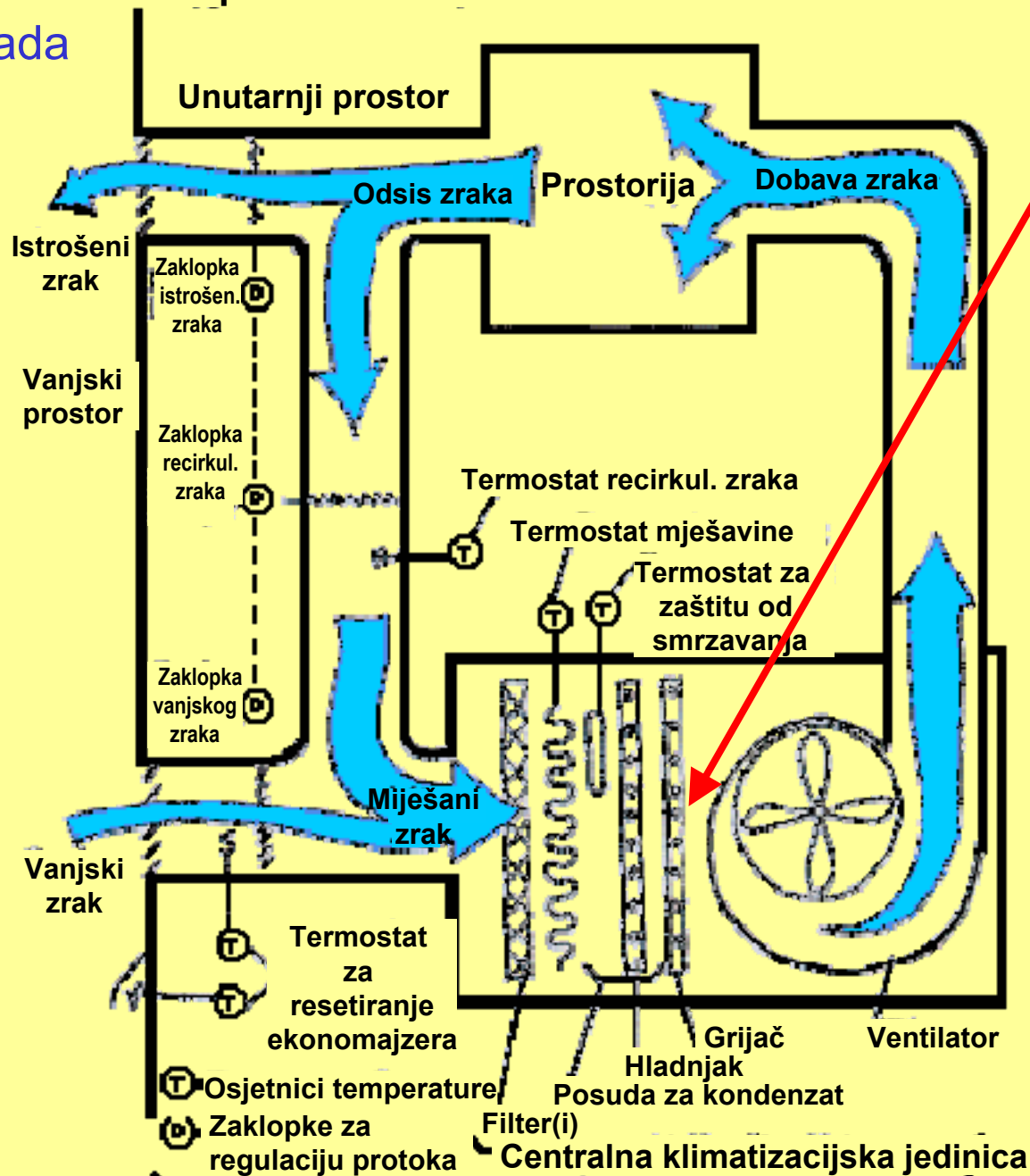
- Prijenos topline sa zraka na rashladni medij
- Orebreni izmjenjivač



- Isparivač
- Kondenzator
- Ekspanzijski ventil
- Kompresor
- Regulacija

Tipični centralni GViK sustav

Princip rada



Grijač
• Prijenos topline s ogrijevnog medija na zrak

Dizalica topline (kondenzator)

Peć

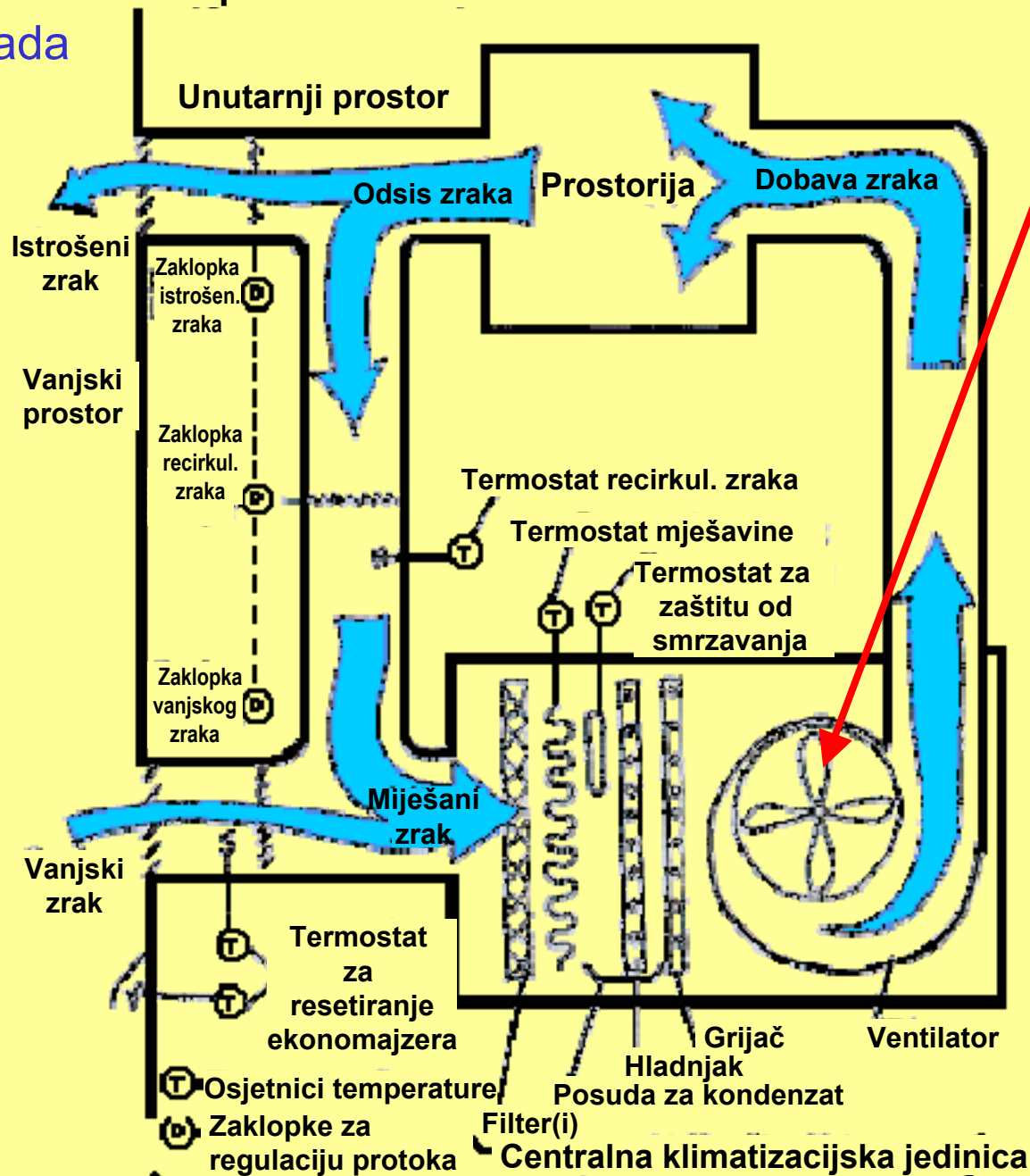
Kotao

Električni otpor

Regulacija

Tipični centralni GViK sustav

Princip rada



Ventilator

- Svladava pad tlaka u sustavu (unutarnji i vanjski)

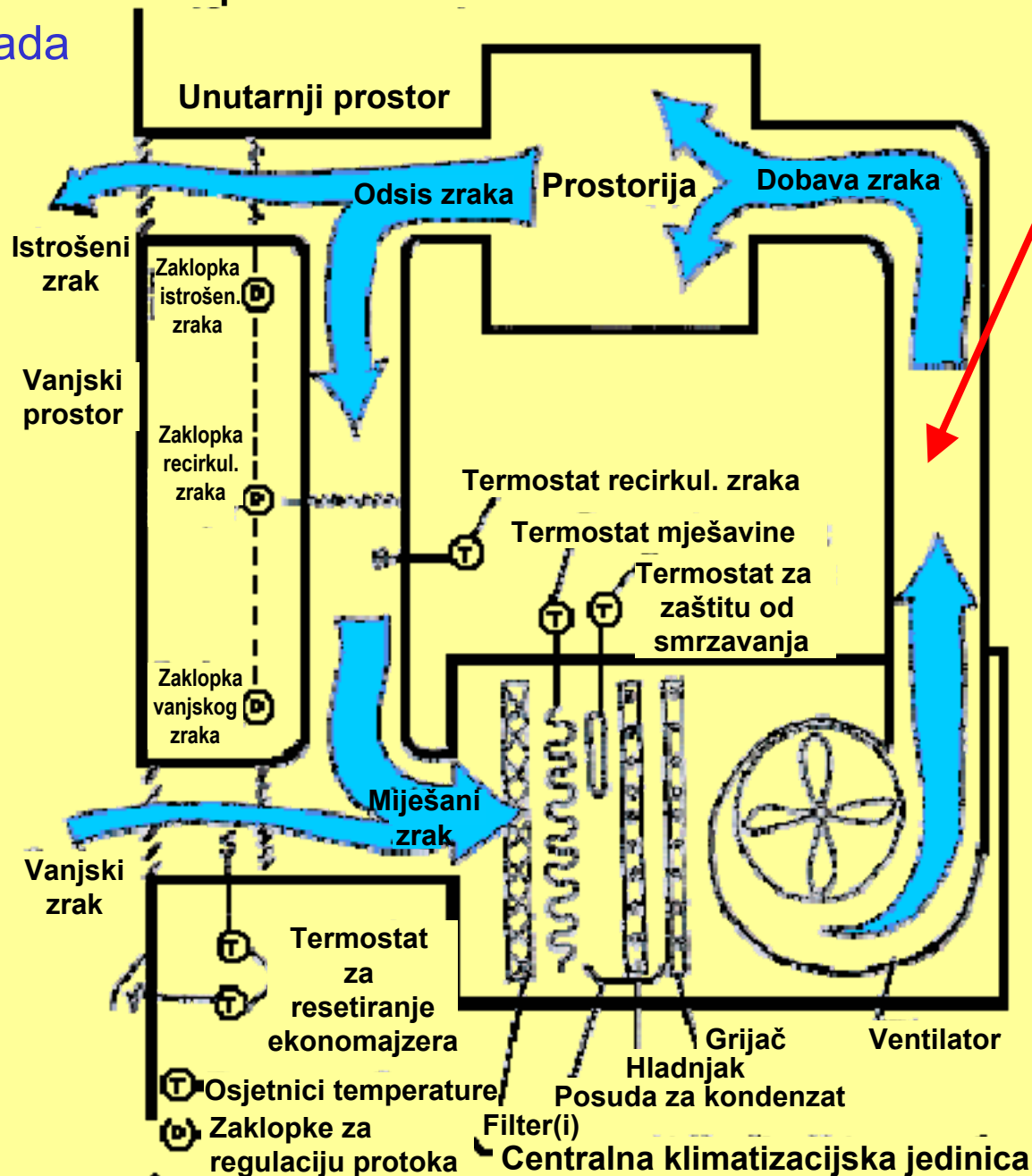
Dodatno zagrijava struju zraka

Izvor buke

Različito djeluje u različitim uvjetima (protok zraka i pad tlaka)

Tipični centralni GViK sustav

Princip rada



Sustav kanala (cjevovoda kod sustava s vodom)

- Distribucija kondicioniranog zraka
- Odvođenje zraka iz prostora

Omogućuje ventilaciju

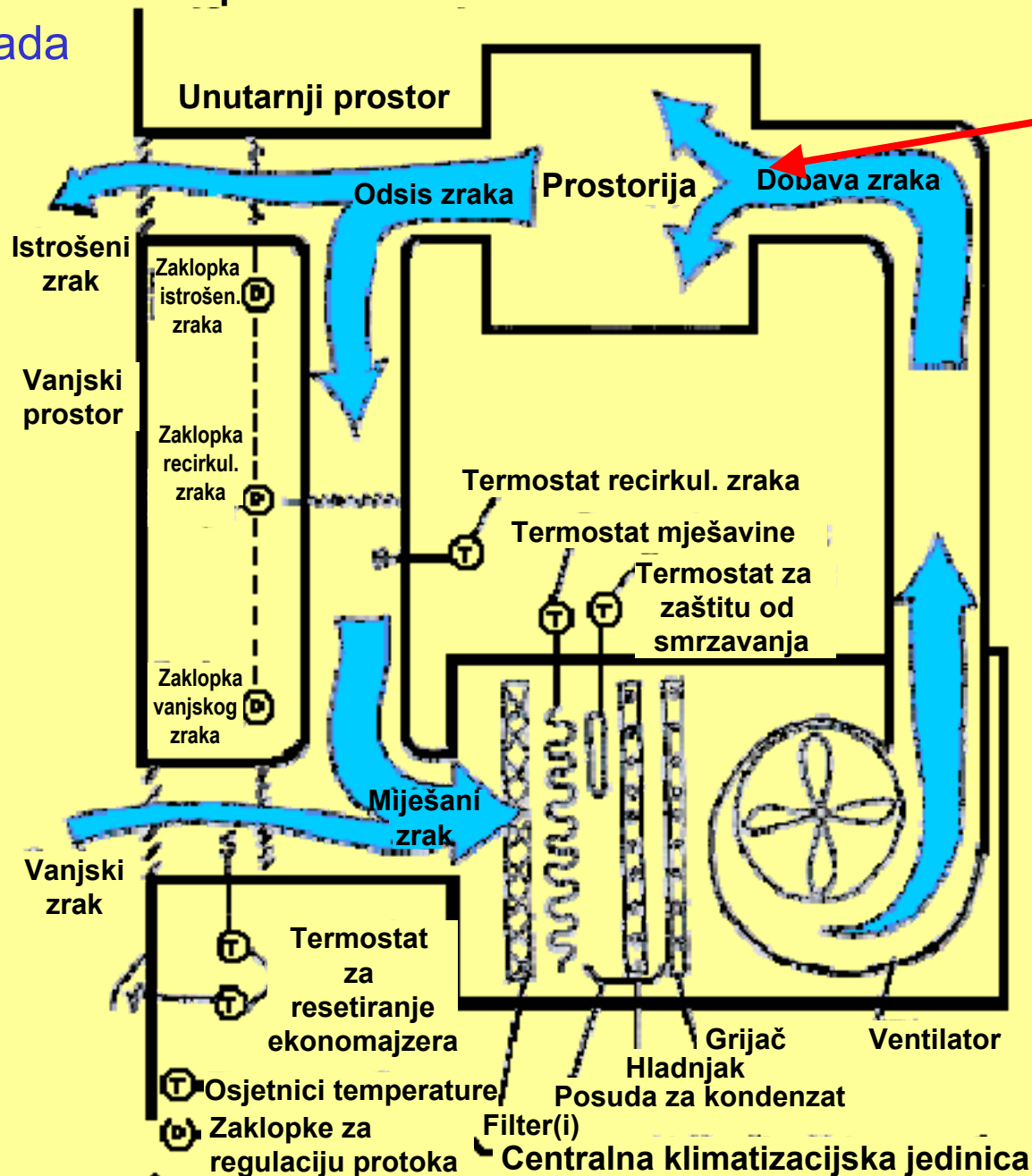
Prenosi (stvara) buku

Utječe na ugodnost

Utječe na kvalitetu unutarnjeg zraka

Tipični centralni GViK sustav

Princip rada



Distributeri
• Ubacivanje kondicioniranog zraka u prostor(e)

Omogućuju ventilaciju

Prenose (stvaraju) buku

Utječu na ugodnost

Utječu na kvalitetu unutarnjeg zraka

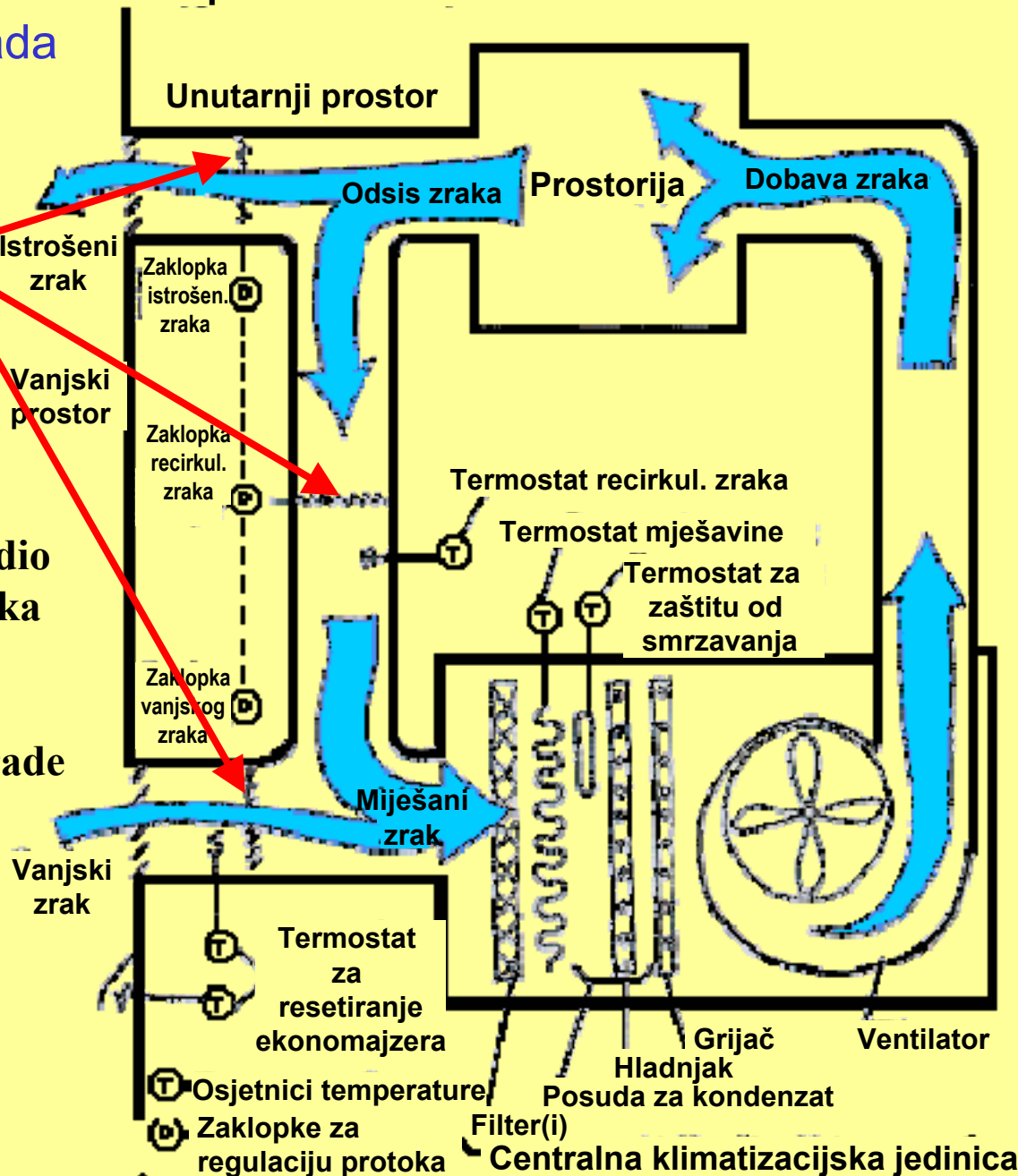
Tipični centralni GViK sustav

Princip rada

Zaklopke
• Mijenjaju protok zraka

Reguliraju udio vanjskog zraka

Utječu na sigurnost zgrade



Tipični centralni GViK sustav

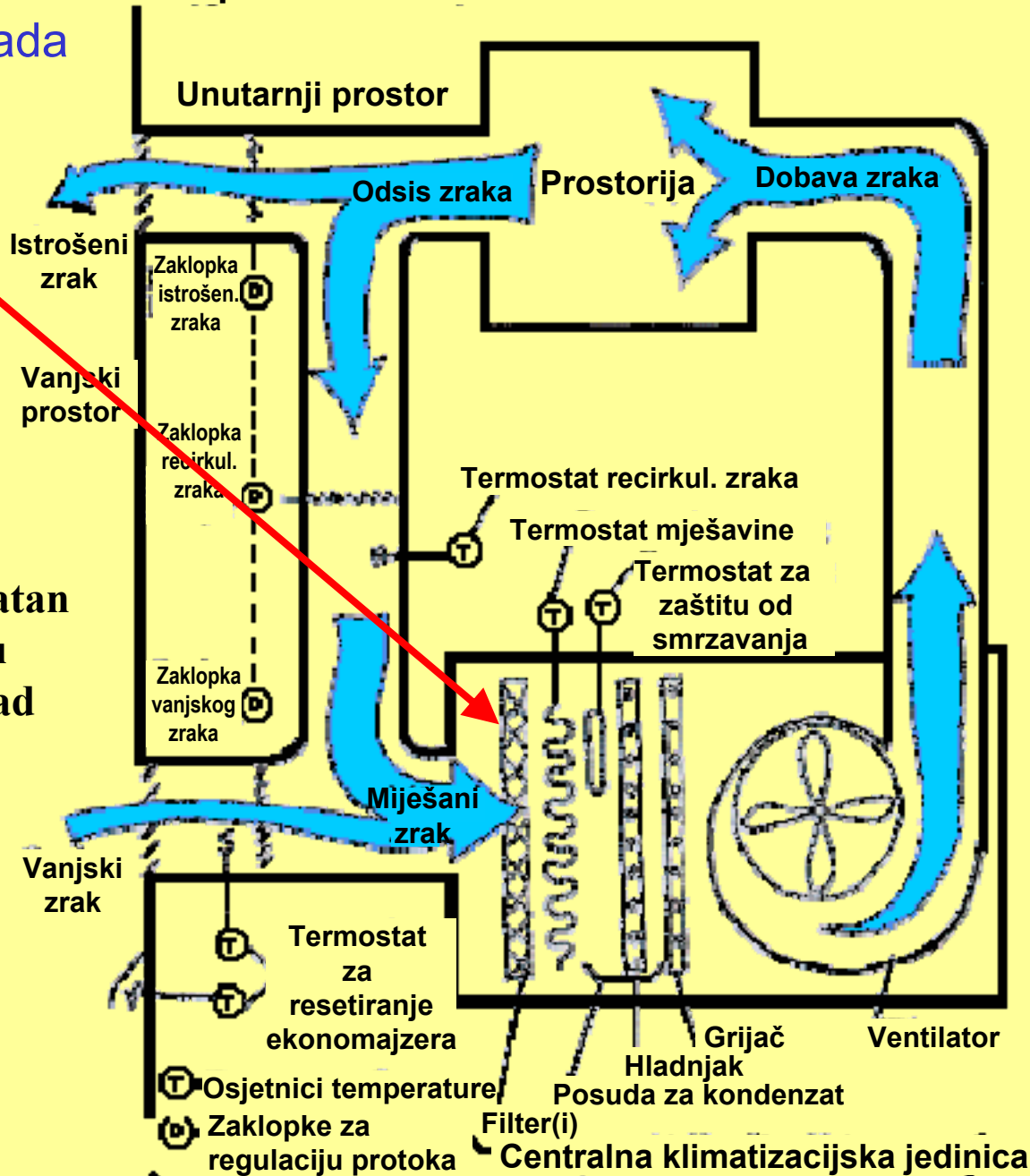
Princip rada

Filter

- Uklanja zagađivače
- Štiti opremu

Predstavlja znatan otpor strujanju zraka (veliki pad tlaka)

Zahtjeva održavanje



Tipični centralni GViK sustav

Princip rada

Regulacija

- Upravlja radom sustava

Temperatura

Tlak (pad tlaka)

Brzina strujanja

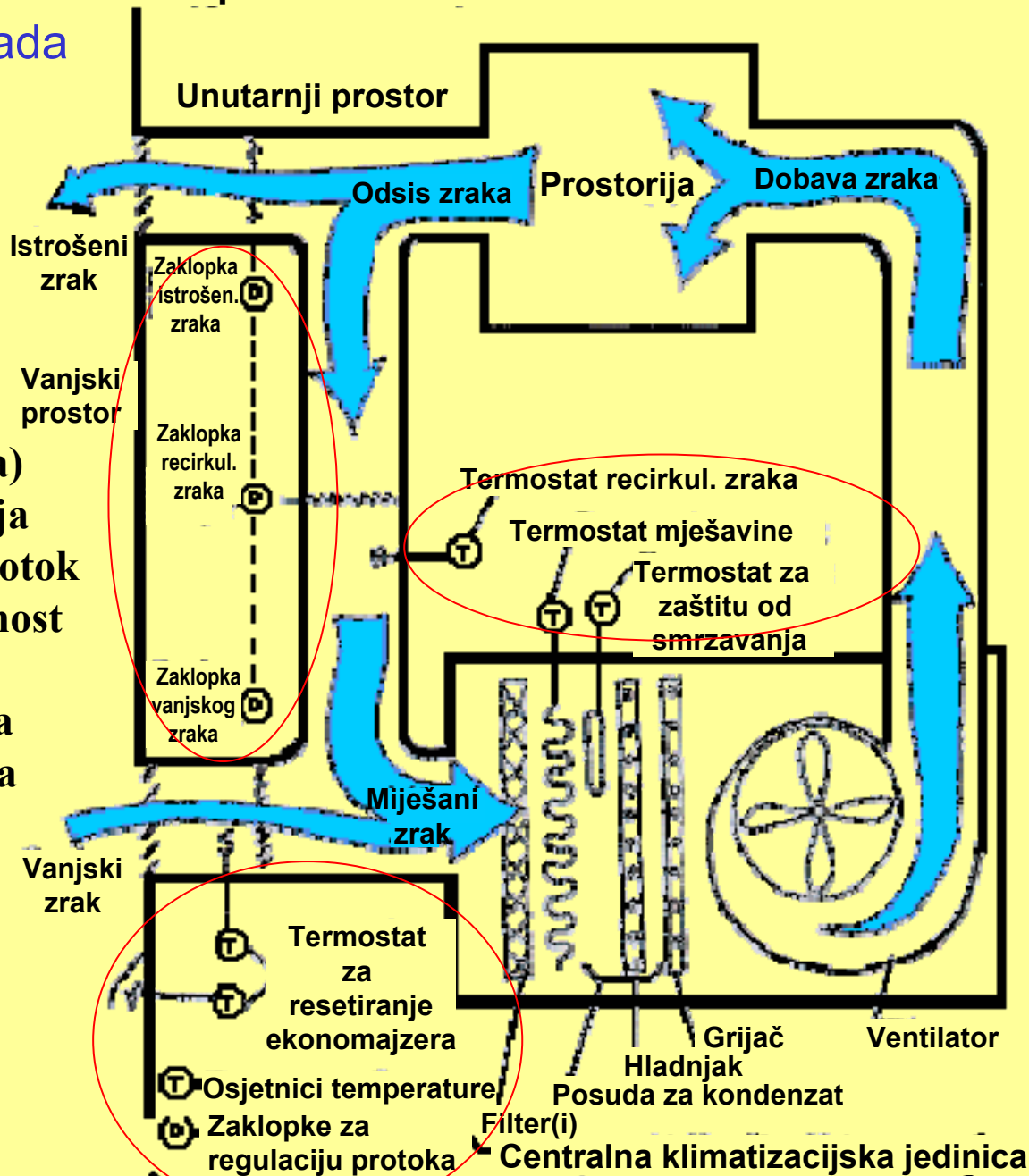
Volumenski protok

Relativna vlažnost

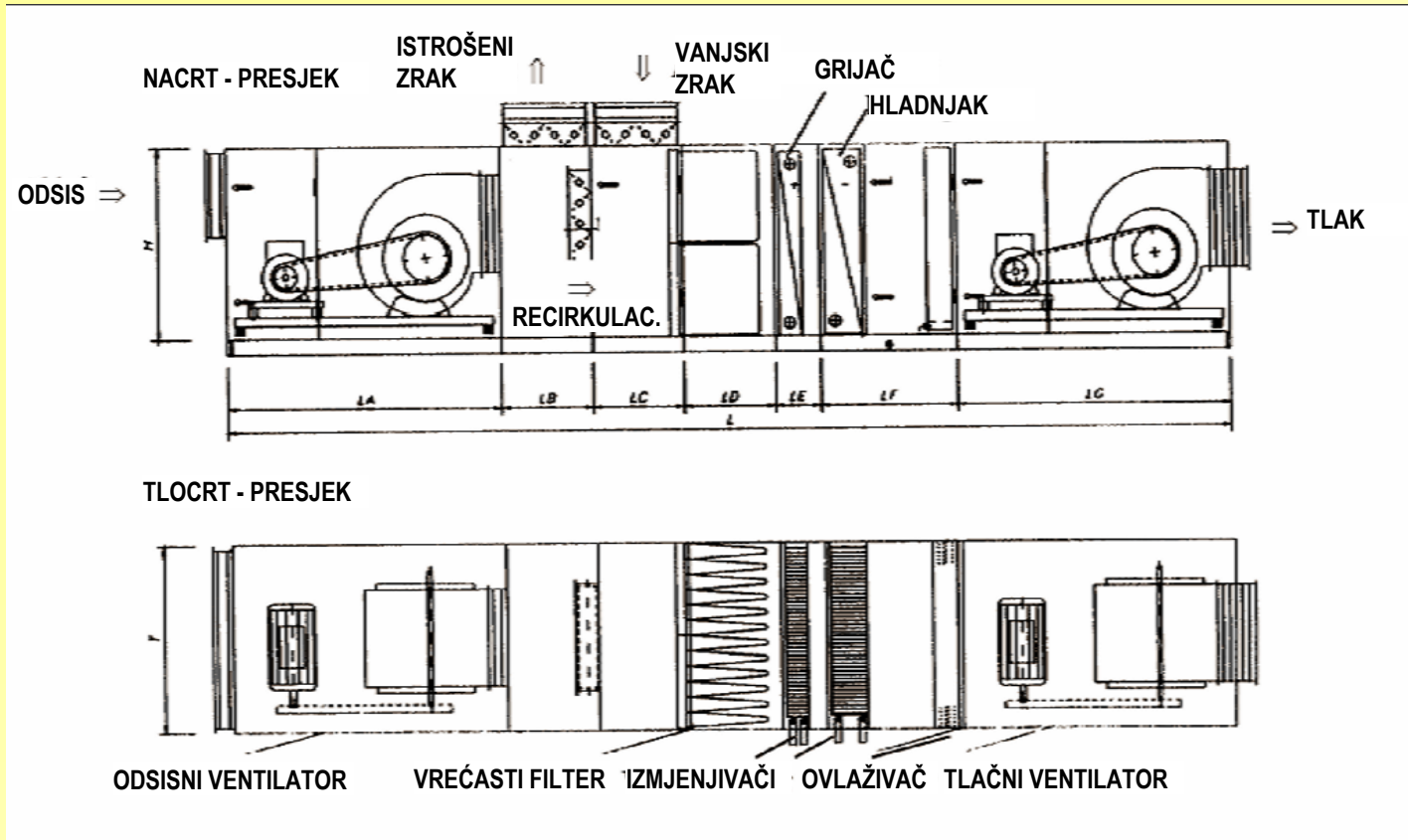
Entalpija

Elektr. energija

Dojava kvarova



Centralna klima jedinica



Centralna klima jedinica



Jedinica oko 3000 m³/h – Herman Rietschel Institut

Osnovna podjela GViK sustava

1. Niskobrzinski (niskotlačni)

- brzina strujanja zraka u kanalima: 2 - 8 (10) m/s
- pad tlaka u kanalima (eksterni): 500 - 2000 Pa
- kanali su najčešće pravokutnog presjeka; omjer stranica od 1:2 do 1:4,5
- komforna primjena: hoteli, kazališta, muzeji, koncertne dvorane...

2. Visokobrzinski (visokotlačni)

- brzina strujanja zraka u kanalima: 10 - 30 m/s
- pad tlaka u kanalima (eksterni): 1500 - 3500 Pa
- kanali su najčešće okruglog presjeka
- primjena: poslovne/uredske zgrade, zgrade s ograničenim prostorom za smještaj kanala...

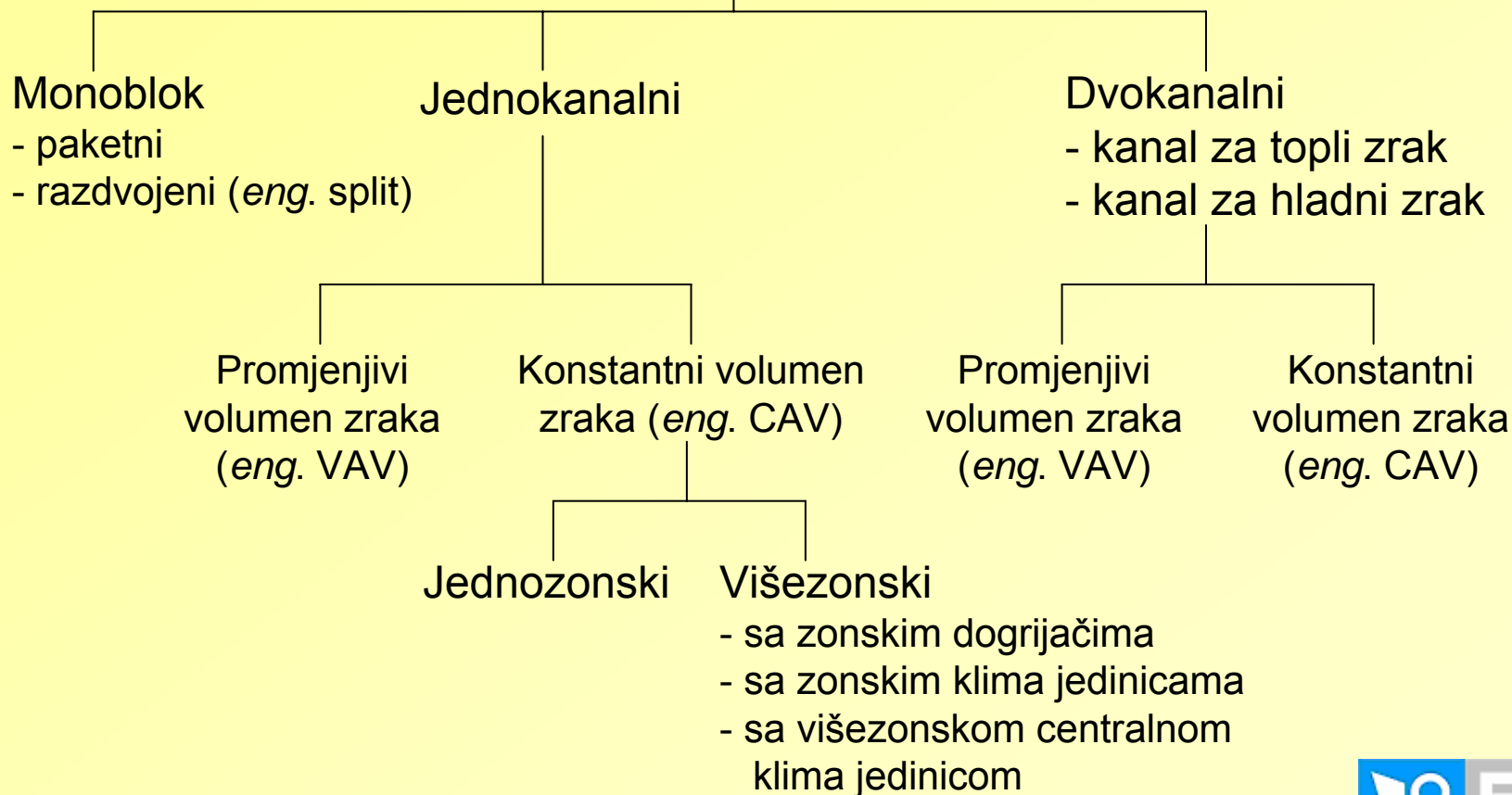
Podjela GViK sustava

- Tri osnovna tipa GViK sustava:
 - Zračni sustav
 - Zračno - vodeni sustav
 - Vodeni sustav

Podjela GVik sustava

1. Zračni sustavi

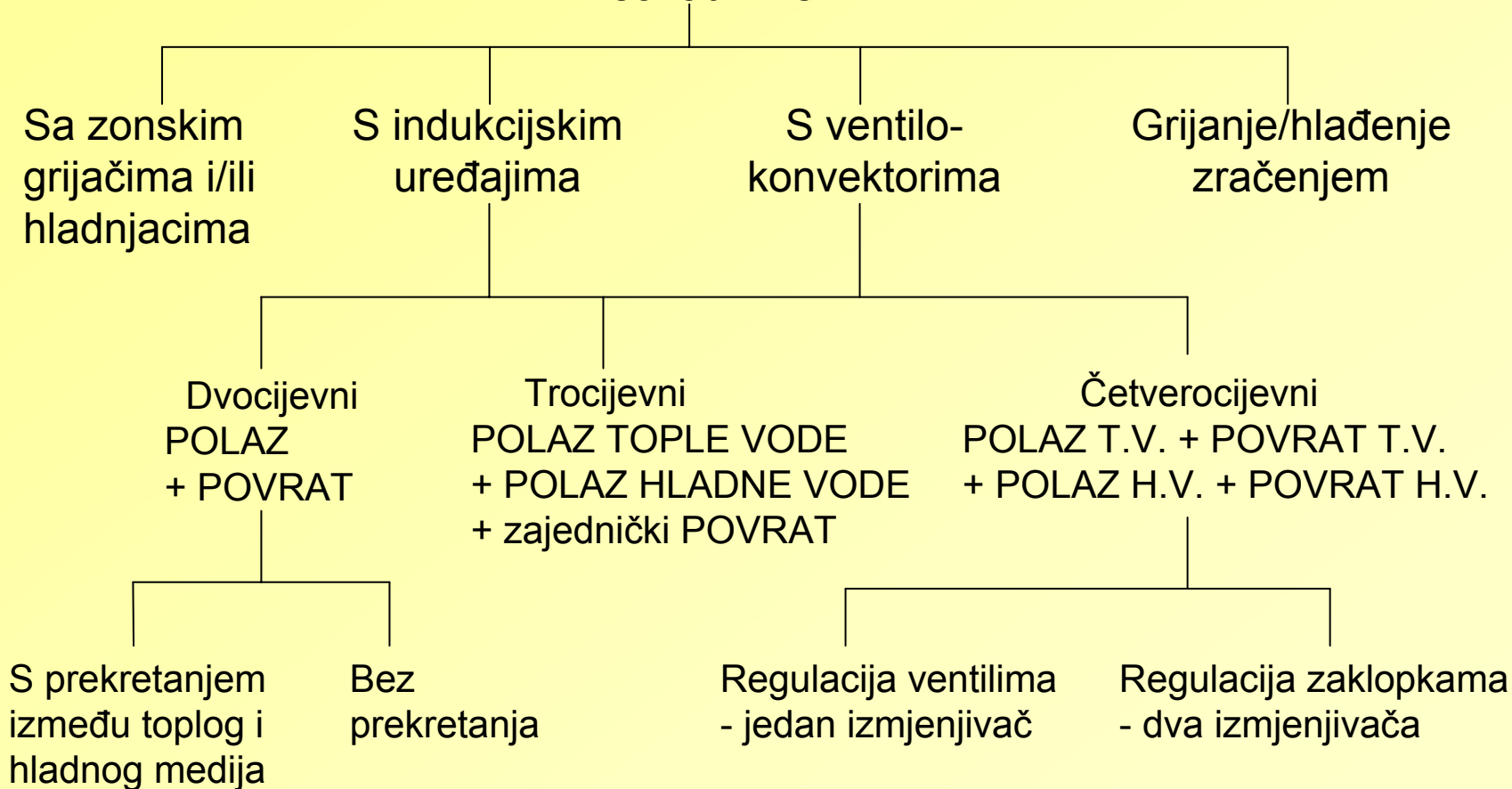
- niskobrzinski
- visokobrzinski



Podjela GVik sustava

2. Zračno-vodeni sustavi

- niskobrzinski
- visokobrzinski

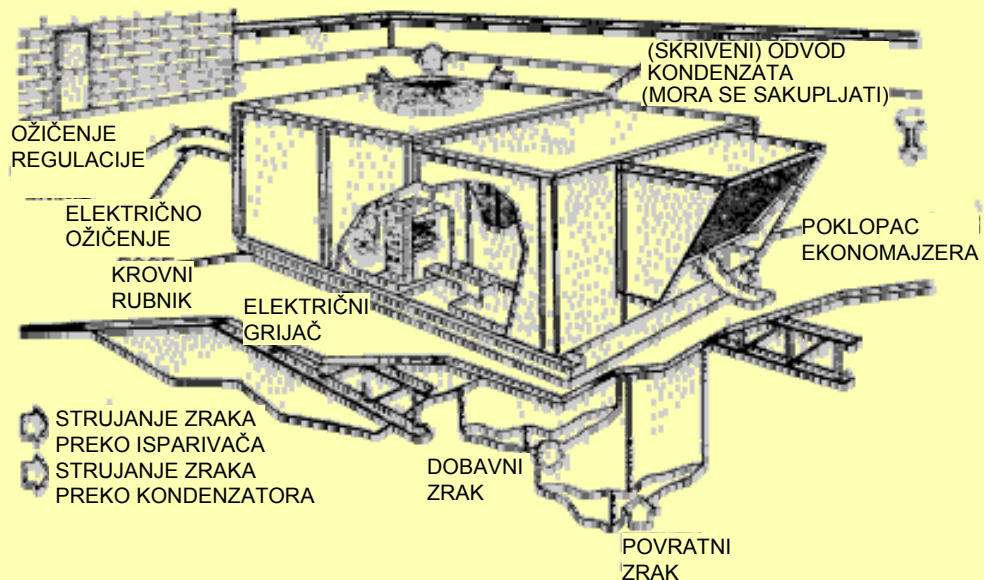


Monoblok klima jedinice

- sastoje se od jednog ili više tvornički proizvedenih sklopova koji obično uključuju isparivač ili hladnjak i kombinaciju kompresora i kondenzatora.
- koriste se za grijanje, hlađenje i ventilaciju
- **monoblok dizalica topline sa zračnim hlađenjem** se sastoji od jednog ili više tvornički proizvedenih sklopova, koji obično uključuju unutarnji izmjenjivač topline, kompresor(e), i vanjski izmjenjivač topline → mora omogućiti grijanje i po mogućnosti hlađenje.
- **monoblok dizalica topline s vodenim hlađenjem** je tvornički proizveden sklop koji prima toplinu od vode ili predaje toplinu vodi, umjesto okolišnjem zraku.
- **razdvojeni (eng. split) sustav** je monoblok klima jedinica ili dizalica topline koja ima više od jednog tvornički proizvedenog sklopa (npr. unutarnju i vanjsku jedinicu).

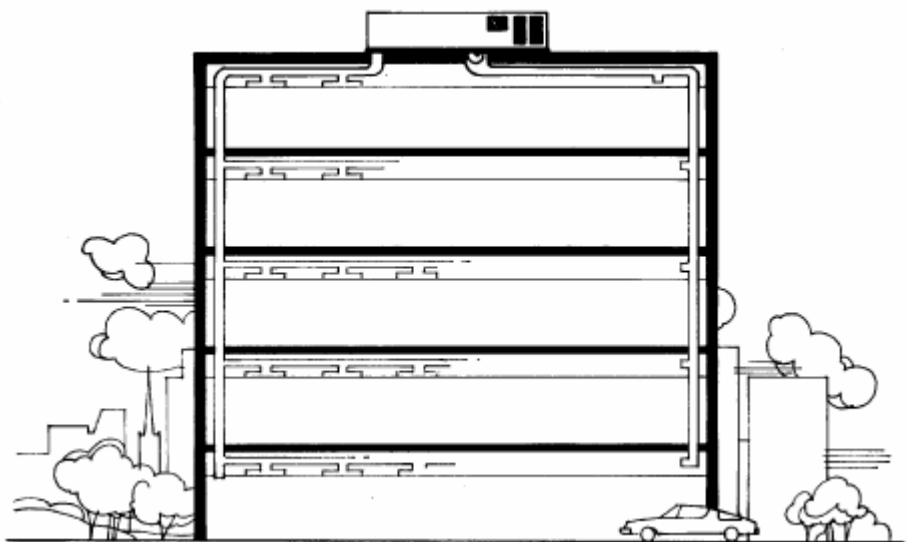
Monoblok klima jedinice

Krovnna GVik jedinica (paketna)



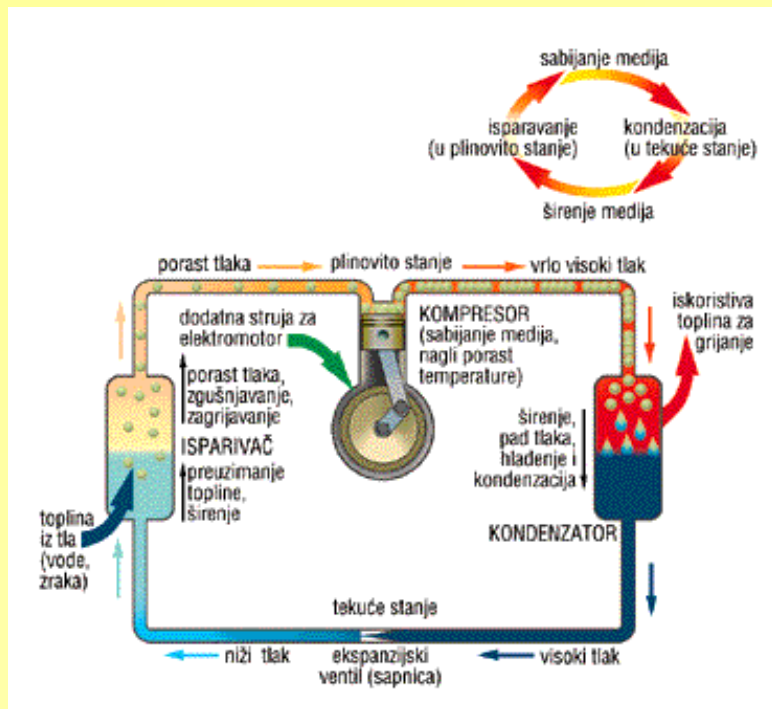
KROVNA JEDINICA ZA GRIJANJE / HLAĐENJE

- sustav ograničen na pet do šest katova, jer prostor za kanale i potrebna snaga ventilatora postaju preveliki u višim zgradama.



Monoblok klima jedinice

Dizalica topline



Osnovne značajke:

- prikuplja toplinu od izvora i predaje je trošilu/ponoru pri višoj temperaturi.

- mnogo različitih izvedbi – elektromot. pogon, pogon motorom s unutarnjim izgaranjem, apsorpcijski tip

- tri osnovna toplinska izvora/ponora:

1. Zrak
2. Voda
3. Zemlja

Princip rada:

- poput rashladnog stroja (**isparavanje- kompresija – kondenzacija - ekspanzija**), no na višoj temperaturnoj razini.

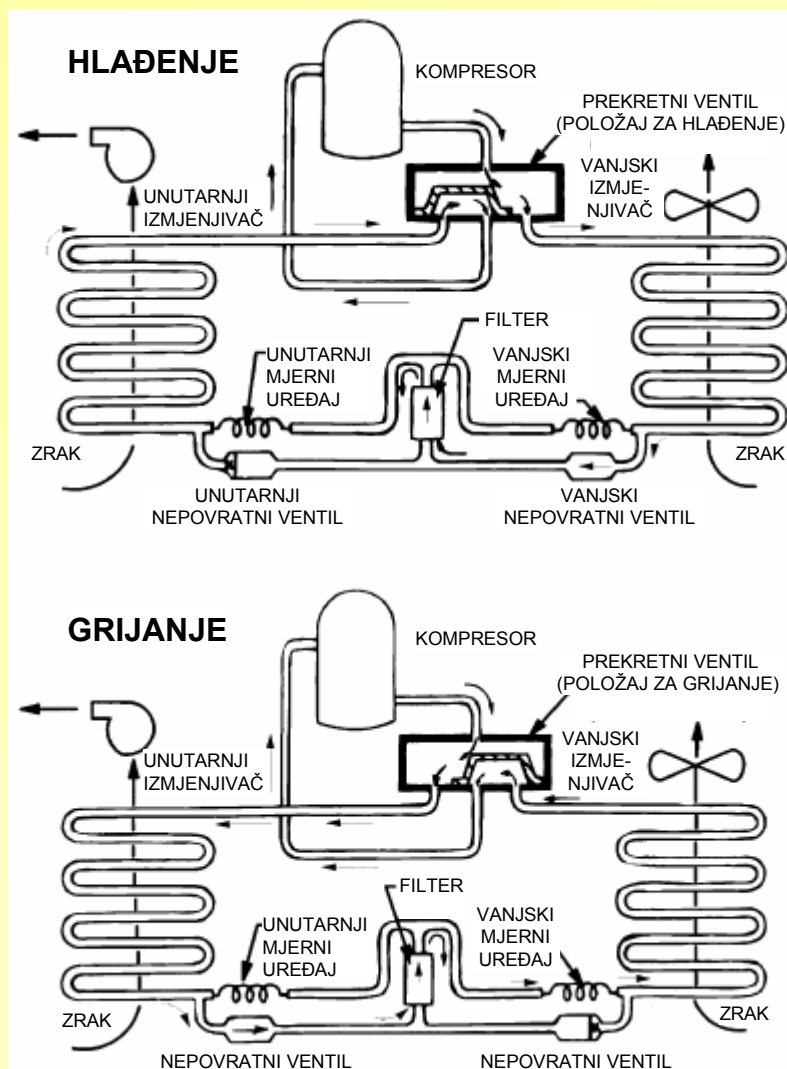
- pogodno za objekte koji istovremeno trebaju grijanje i hlađenje – korištenje topline kondenzacije.

Monoblok klima jedinice

Dizalica topline zrak / zrak

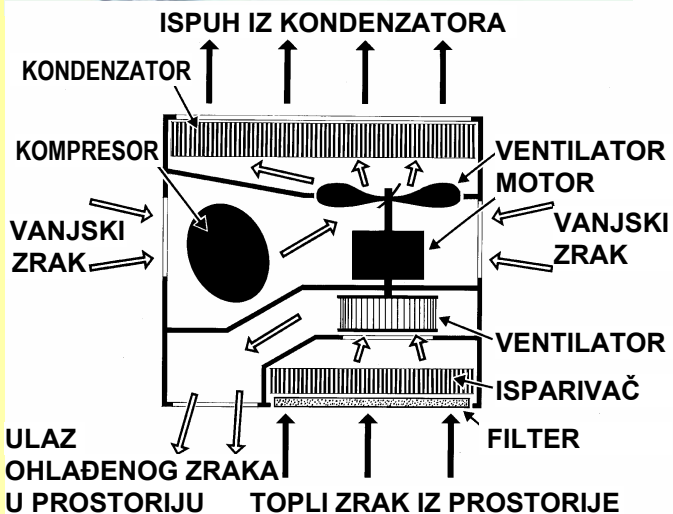
- paketni sustav s mogućnošću grijanja i hlađenja promjenom smjera cirkulacije radne tvari.
- jedinstveni energetski izvor koji može zadovoljiti zahtjeve grijanja i hlađenja.
- iznos topline može biti dva do četiri puta veći od utroška (električne) energije (u kWh).
- nisu potrebni kanali i/ili dimnjaci.

Shema tipične dizalice topline zrak-zrak

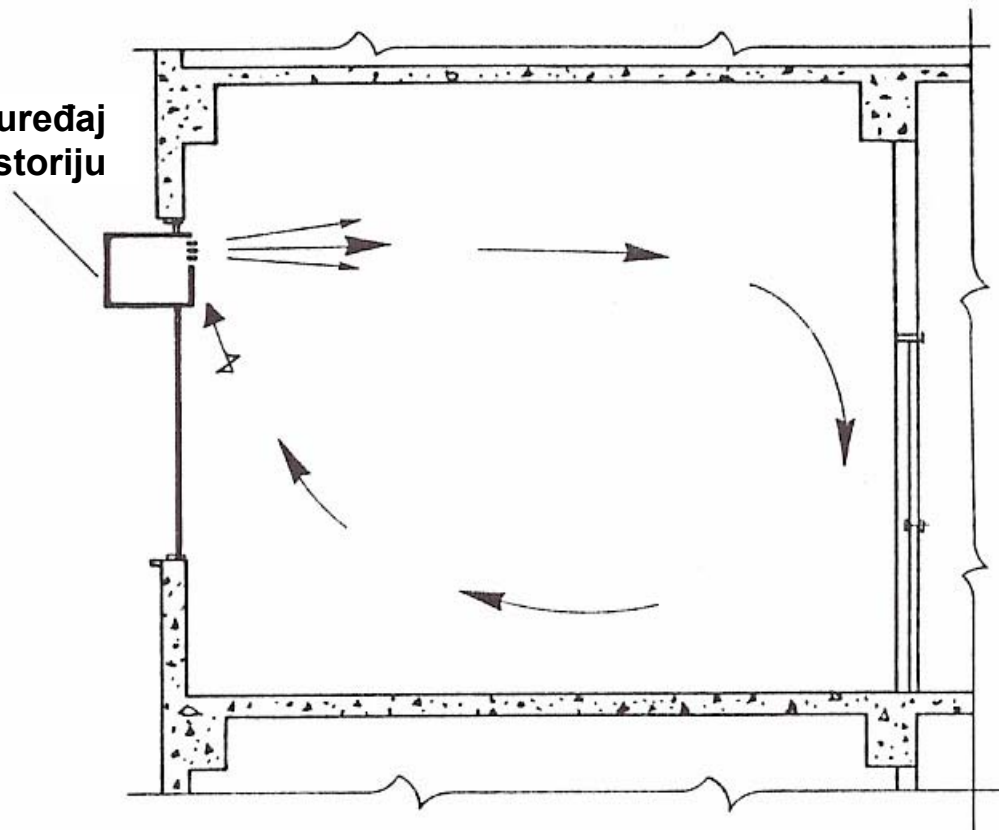


Monoblok klima jedinice

Individualni klima uređaj za prostoriju

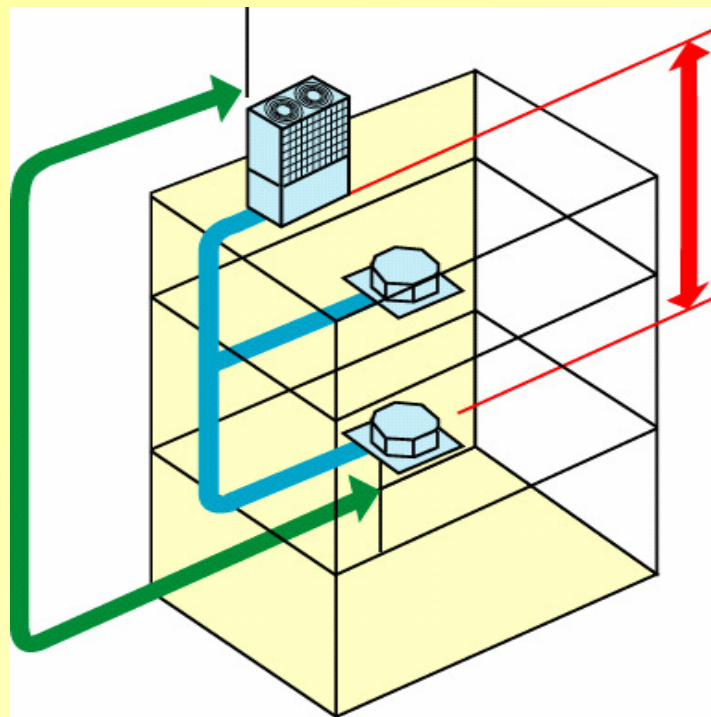
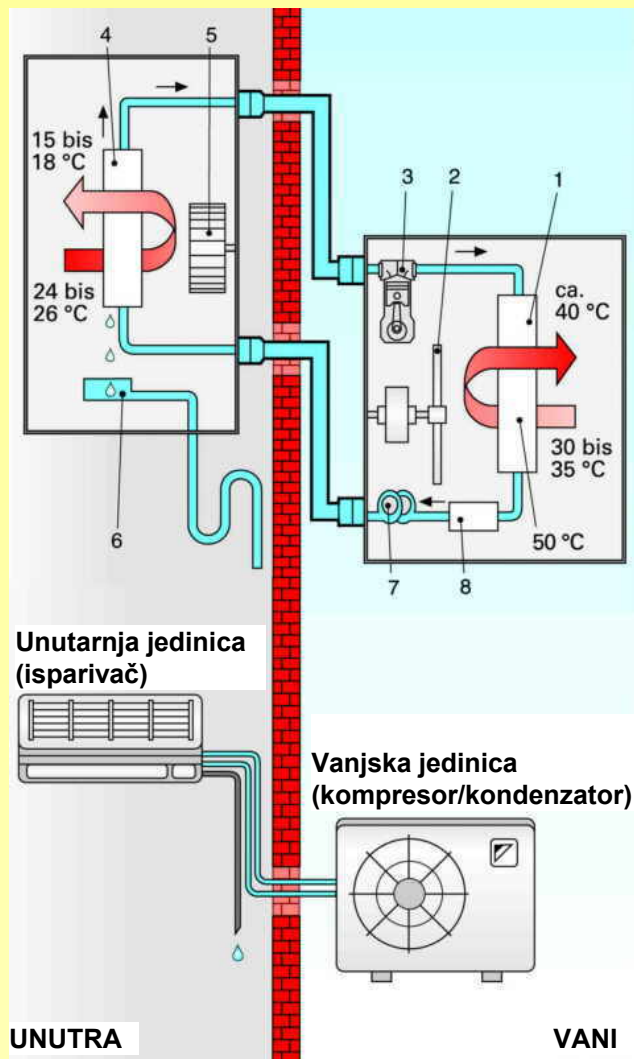


Klima uređaj za prostoriju



Monoblok klima jedinice

Razdvojeni (eng. split) sustav



- različite izvedbe:
 - monosplit, multisplit, CRF, VRF
- novi VRF sustavi (radna tvar R410A) s do 50 unutarnjih jedinica povezanih na jednu vanjsku, do 300 m dužine i 50 m visinske razlike cjevovoda radne tvari.

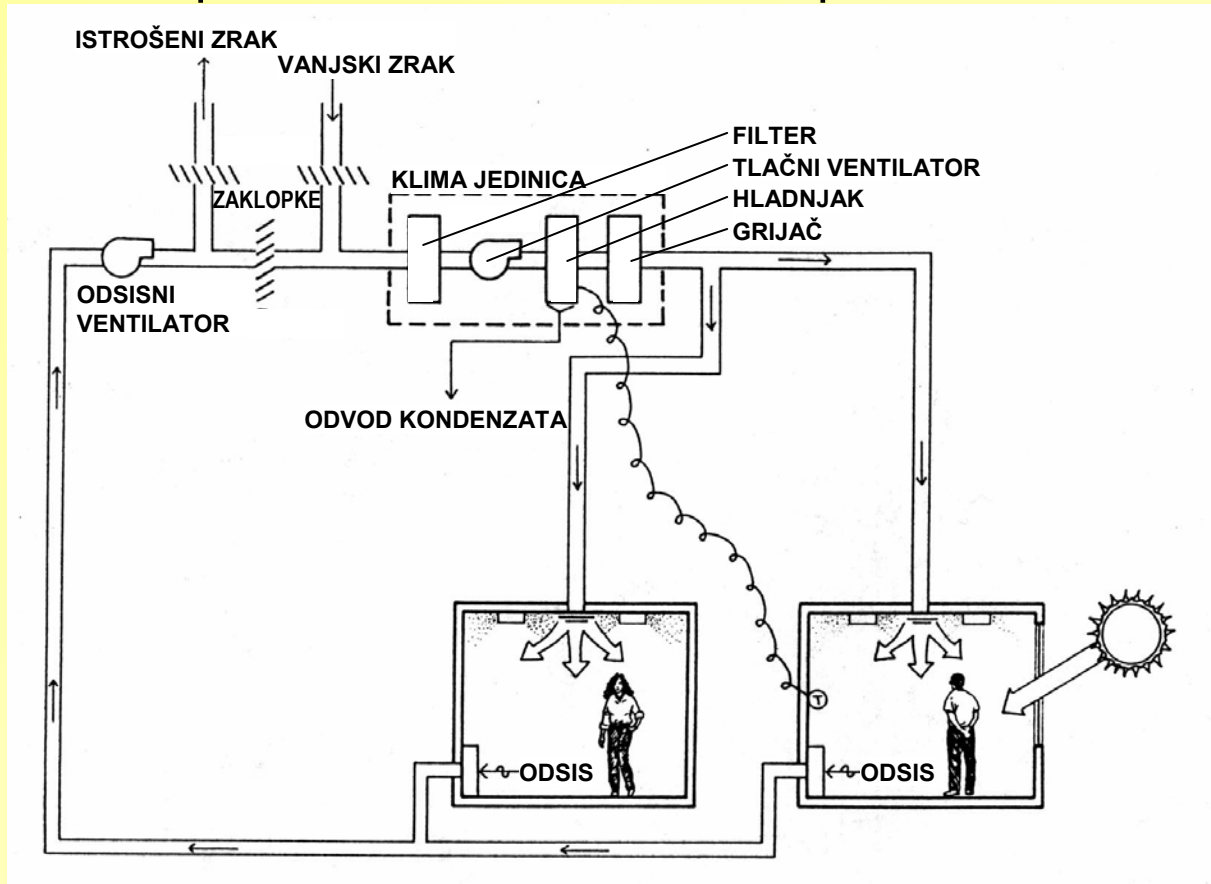
Centralni GViK sustav

- prostorija s opremom centralnog sustava klimatizacije obično se nalazi izvan klimatiziranog prostora – u podrumu, potkrovlju, pomoćnim prostorijama, uz zgradu ili pored nje → potreban je prostor za centralni sustav pripreme i za potencijalno velik sustav distribucije zraka.
- veća klimatizacijska oprema se obično projektira i proizvodi po narudžbi, prilagođena za smještaj i primjenu na konkretnoj građevini.
- većina komponenti su dostupne od različitih proizvođača, potpuno ili djelomično sastavljene tako da se mogu montirati na samoj građevini.
- treba vrednovati određene projektne parametre kako bi se izbalansirali cijena, upravljivost, troškovi eksploatacije, troškovi održavanja, razina buke i potreban prostor za smještaj opreme.
- omogućuje se precizna regulacija temperature i relativne vlažnosti zraka tijekom cijele godine.

Zračni sustav

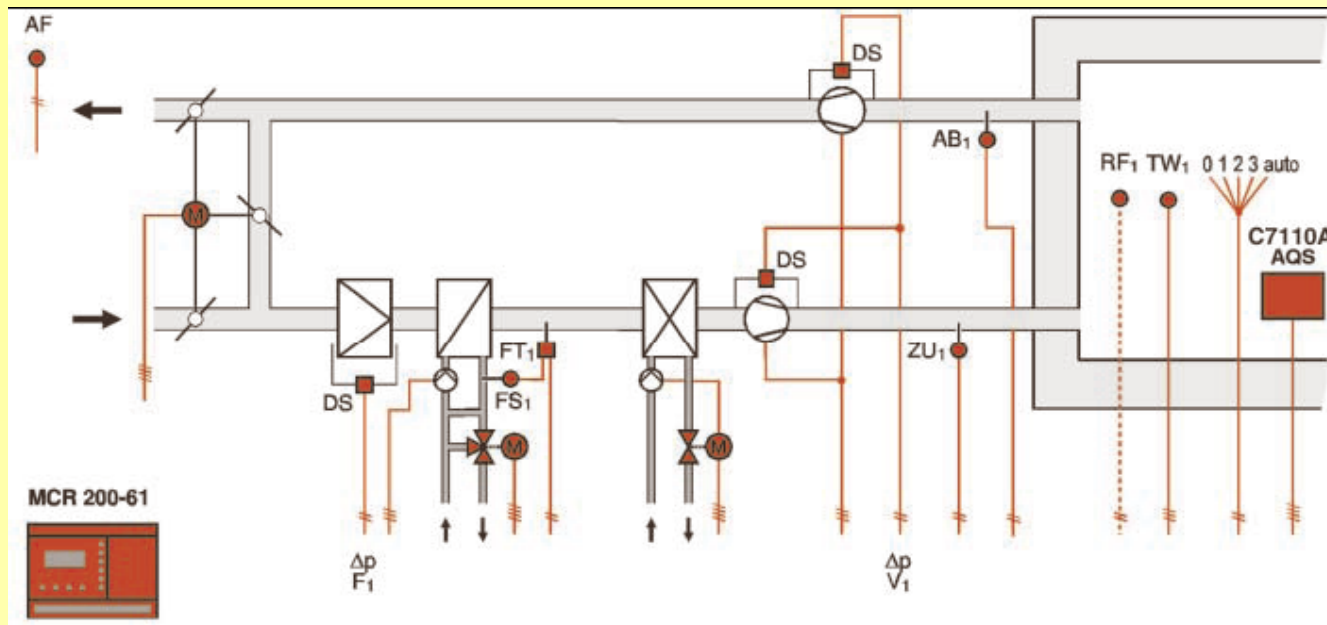
Centralni jednokanalni, jednozonski s konstantnim volumenom zraka

- zajednički kanalni razvod dobavlja zrak jednakog stanja (temperature) u sve terminalne uređaje (distributere).
- postoji jedan regulirani prostor s jednim termostatom prema kojem se održavaju zadani parametri u klimatiziranim prostorima.



Zračni sustav

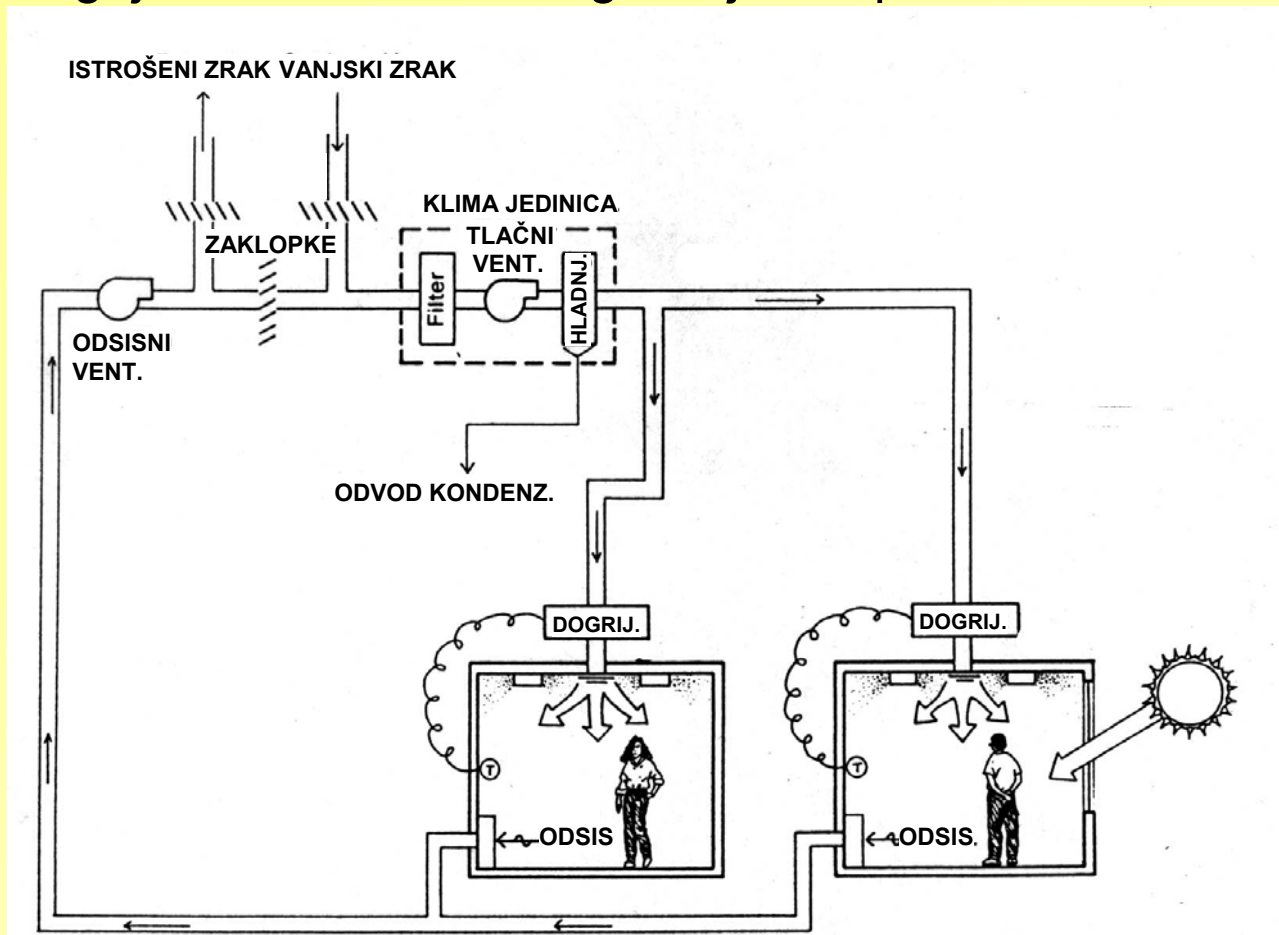
Centralni jednokanalni, jednozonski s konstantnim volumenom zraka
- funkcionalna shema spajanja i regulacije:



Zračni sustav

Centralni jednokanalni, višezonski s konstantnim volumenom zraka

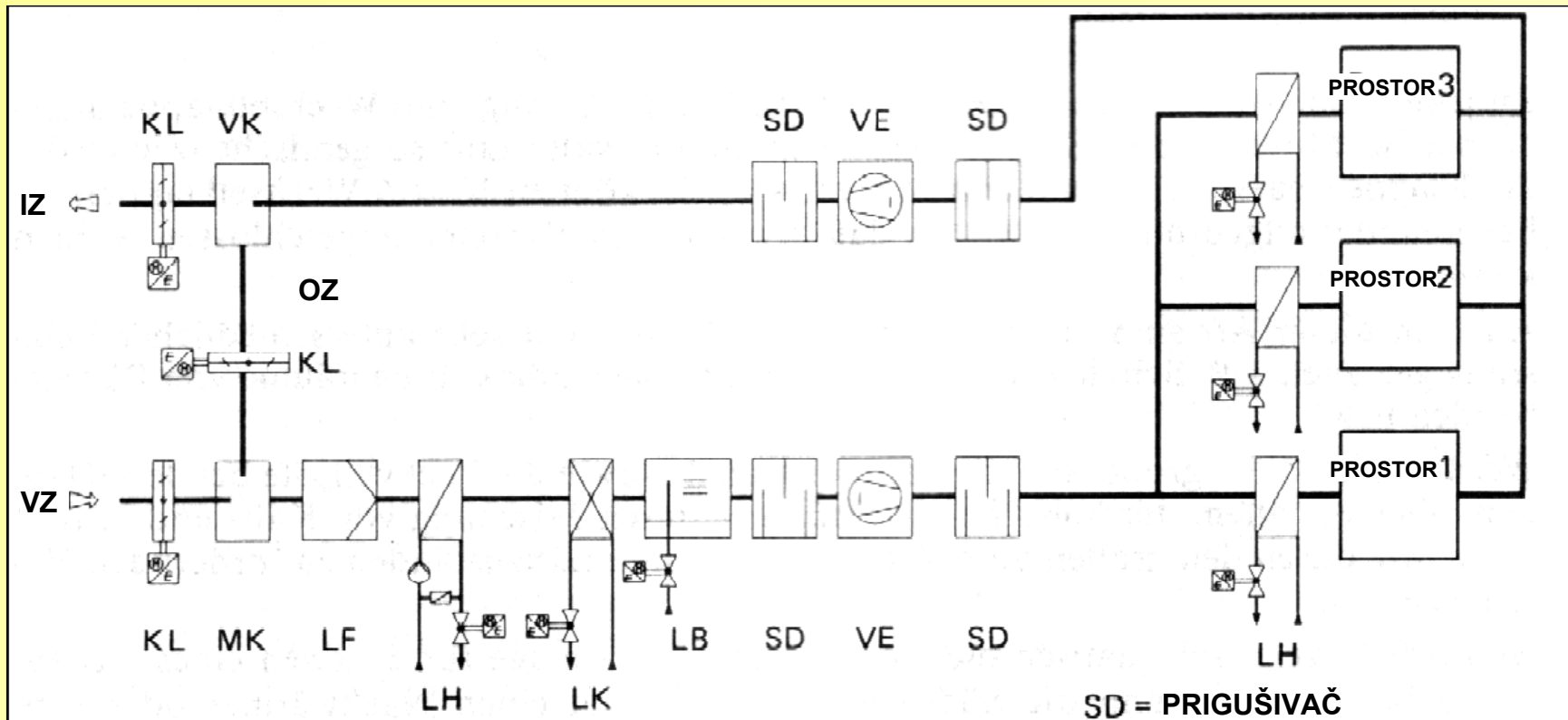
- zonska temperatura ili zonski volumenski protok dobavne struje se regulira preko terminalnih uređaja.
- dogrijači se koriste za regulaciju temperature i/ili relativne vlažnosti.



Tipična principijelna shema sustava sa zonskim dogrijačima

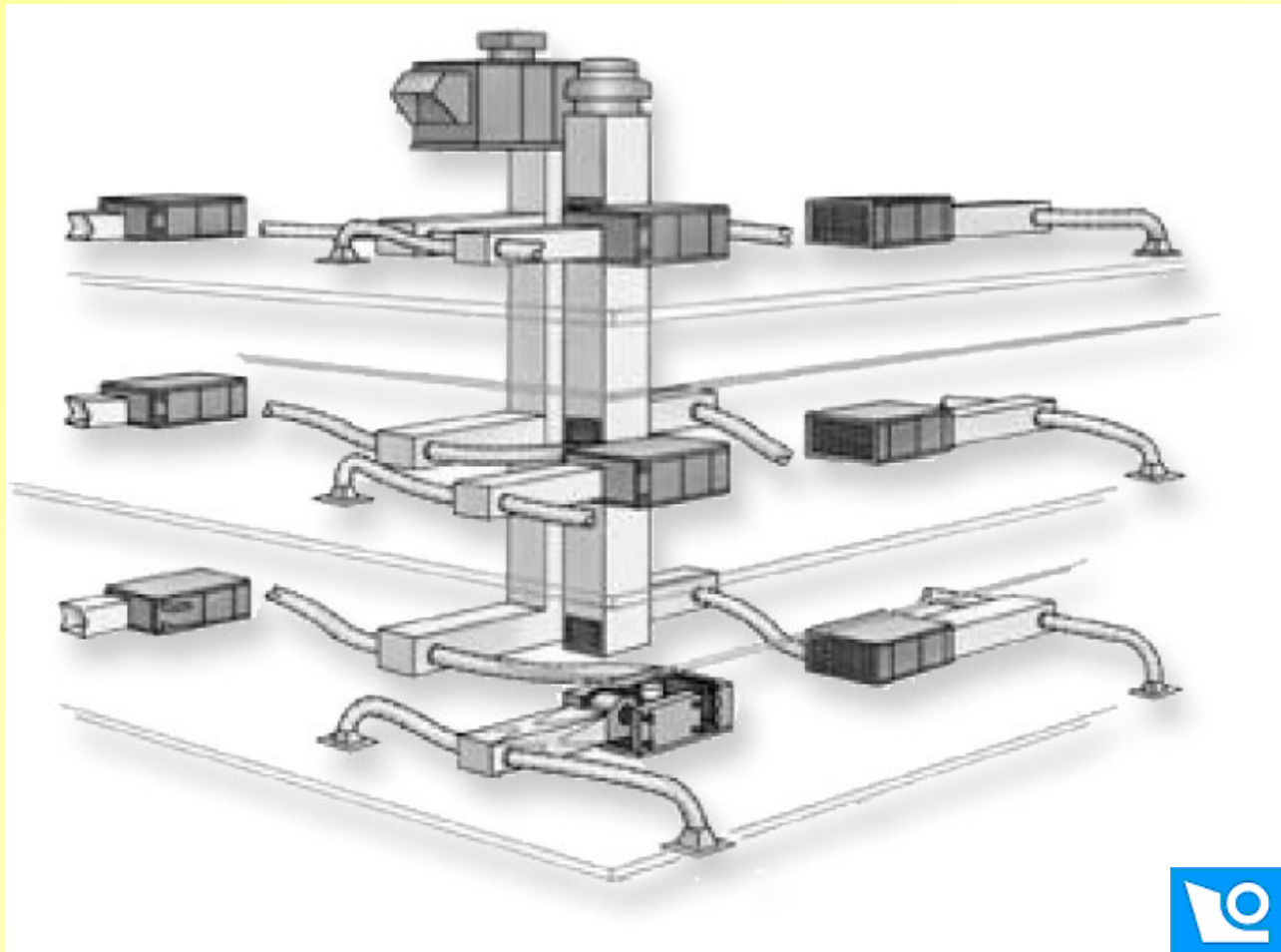
Zračni sustav

Centralni jednocanalni, višezonski, s konstantnim volumenom zraka
- funkcionalna shema spajanja (bez regulacije):



Zračni sustav

- Centralni jednokanalni, višezonski, s konstantnim volumenom zraka**
- sustav sa zonskim klima jedinicama:



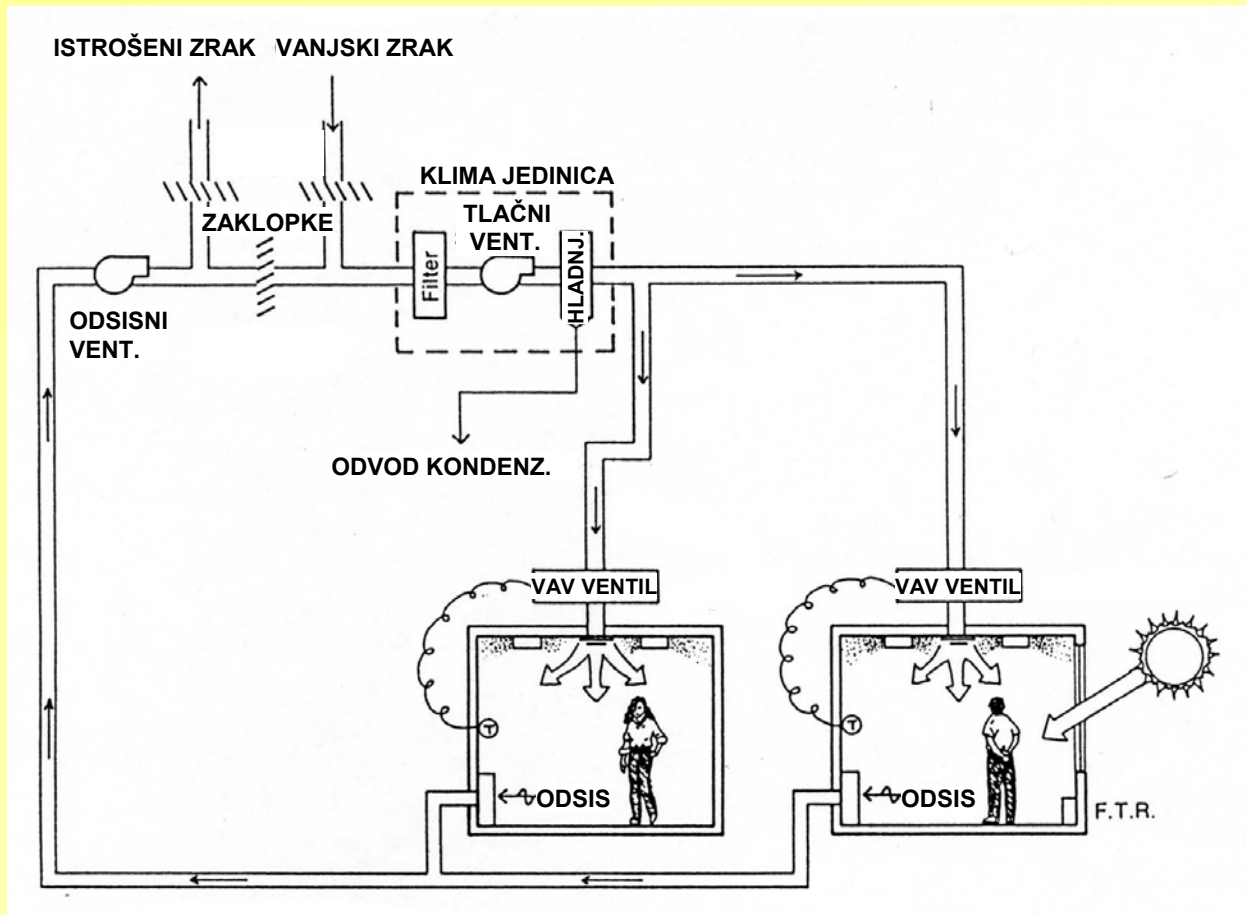
Zračni sustav

Centralni jednokanalni s promjenjivim volumenom zraka

- regulira temperaturu u prostoru mijenjanjem protoka dobavnog zraka umjesto promjenom temperature.
- terminalni uređaji s promjenjivim volumenom zraka u zoni mijenjaju količinu dobavnog zraka na ulazu u prostor.
- temperatura dobavnog zraka se održava relativno konstantnom: može se mijenjati ovisno o godišnjem dobu, no uvijek mora biti dovoljno niska da pokrije toplinska opterećenja najnepovoljnije zone i da održi odgovarajuću relativnu vlažnost.
- najveća ušteda energije kod sustava s promjenjivim volumenom zraka javlja se u rubnim zonama, gdje promjene toplinskog opterećenja od sunca i vanjske temperature dozvoljavaju smanjenje protoka zraka.
- moguć je problem kod ubacivanja nedovoljne količine vanjskog zraka (povećanje koncentracije CO₂) i regulacije relativne vlažnosti, pri čemu se posebna briga mora voditi u područjima gdje je udio osjetne topline (omjer osjetne topline i zbroja osjetne i latentne topline koja se treba odvesti) malen, poput konferencijskih dvorana.

Zračni sustav

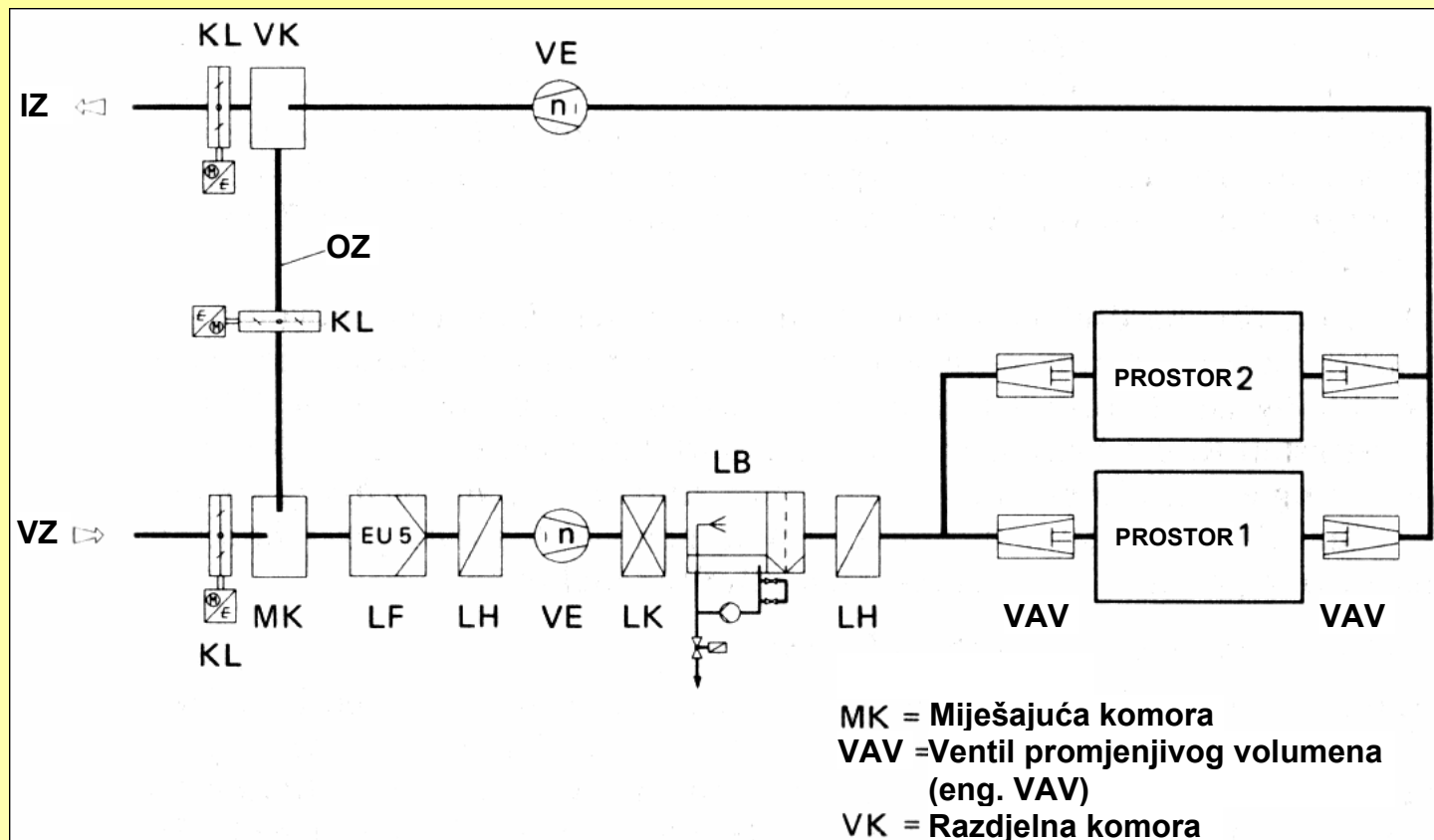
Centralni jednokanalni s promjenjivim volumenom zraka



Tipična principijelna shema sustava s VAV ventilima

Zračni sustav

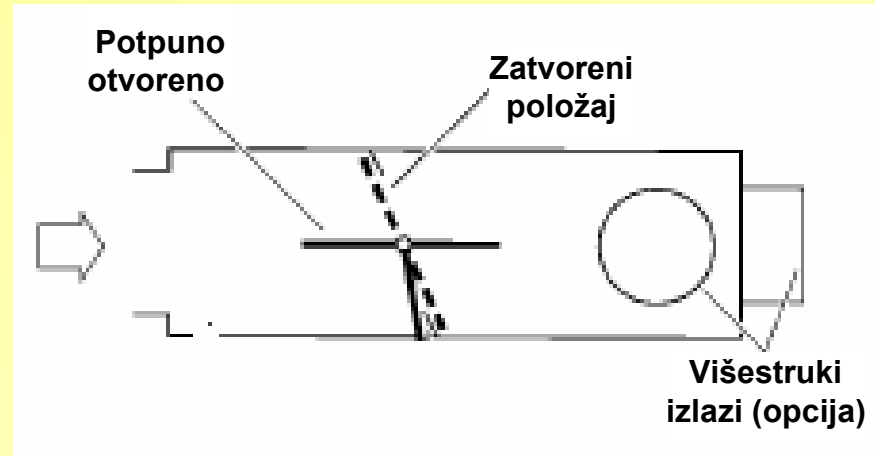
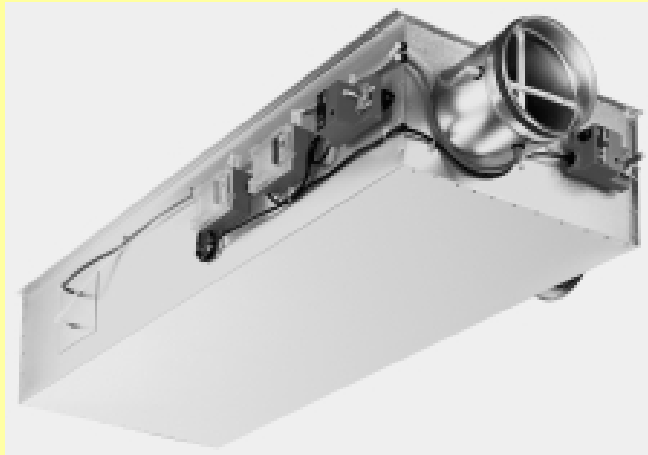
Centralni jednokanalni s promjenjivim volumenom zraka



Pojednostavljena funkcionalna sh. sustava s VAV ventilima

Zračni sustav

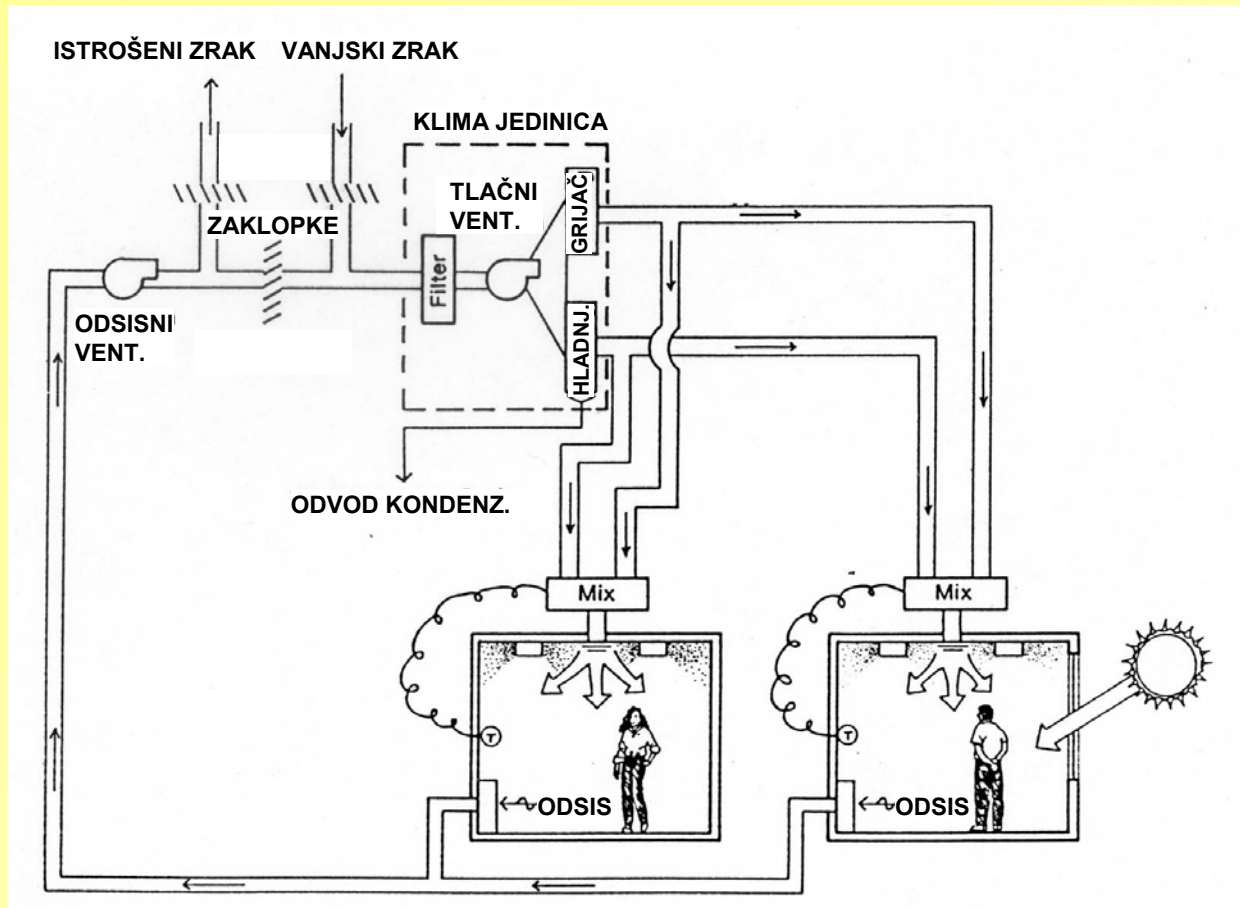
Kutija/ventil promjenjivog volumena zraka (*eng.* VAV box/valve)



- kutija promjenjivog volumena ili rashladna kutija je terminalni uređaj u kojem se mijenja dobavni volumenski protok zraka promjenom otvorenosti jednokriline leptir zaklopke.
- moguća je pneumatska ili direktna digitalna regulacija zaklopke (*eng.* Direct Digital Control - DDC).
- minimalni protok dobavnog zraka je $\geq 30\%$ projektirane vrijednosti.

Zračni sustav

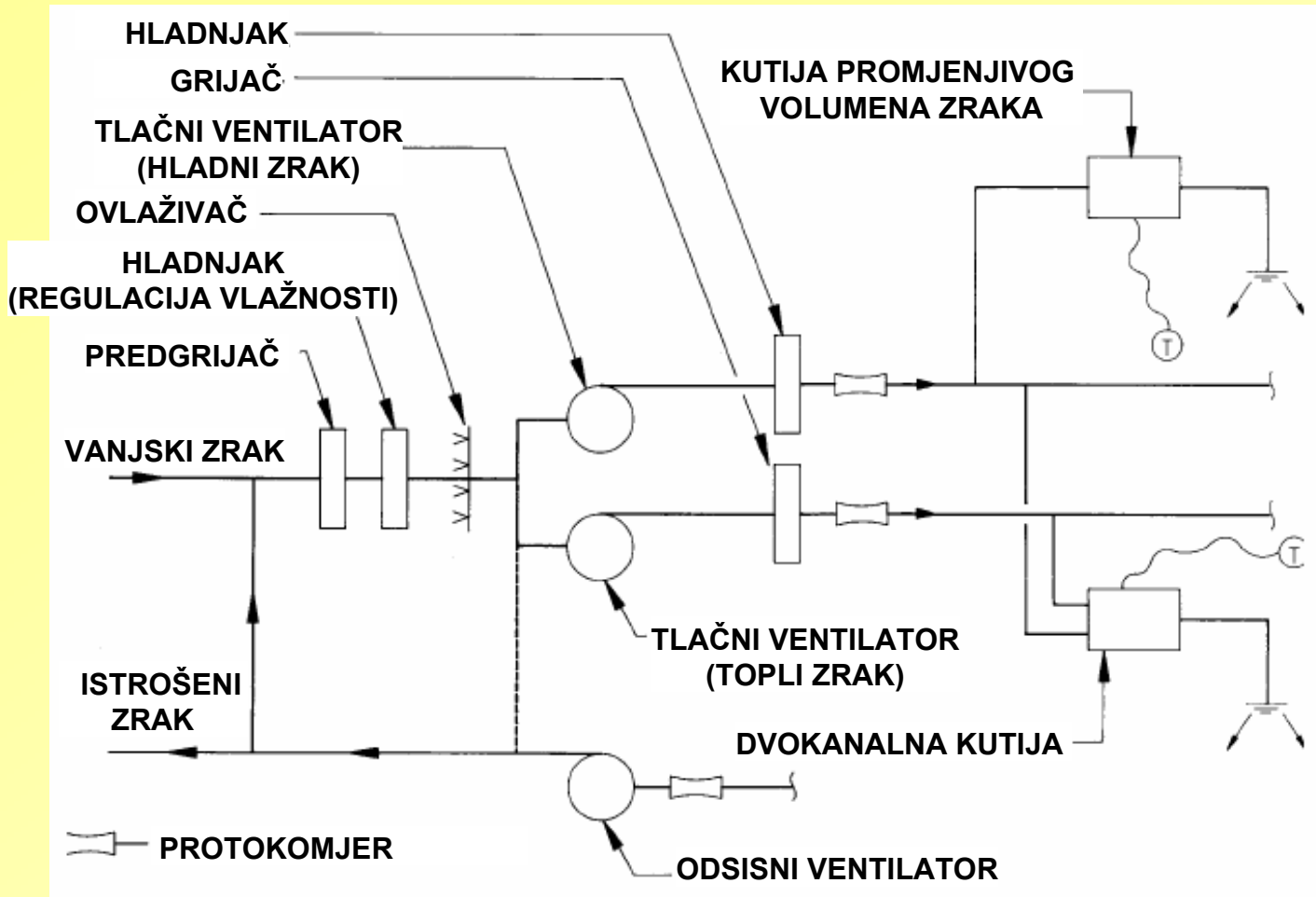
Centralni dvokanalni s konstantnim volumenom zraka



- odvojeni kanali za topli ($\leq 45^{\circ}\text{C}$) i hladni ($12\text{-}16^{\circ}\text{C}$) zrak.
- regulacija temperature miješanjem toplog i hladnog zraka u odgovarajućem omjeru u miješajućoj kutiji da se pokrije toplinsko opterećenje pojedinog prostora.

Zračni sustav

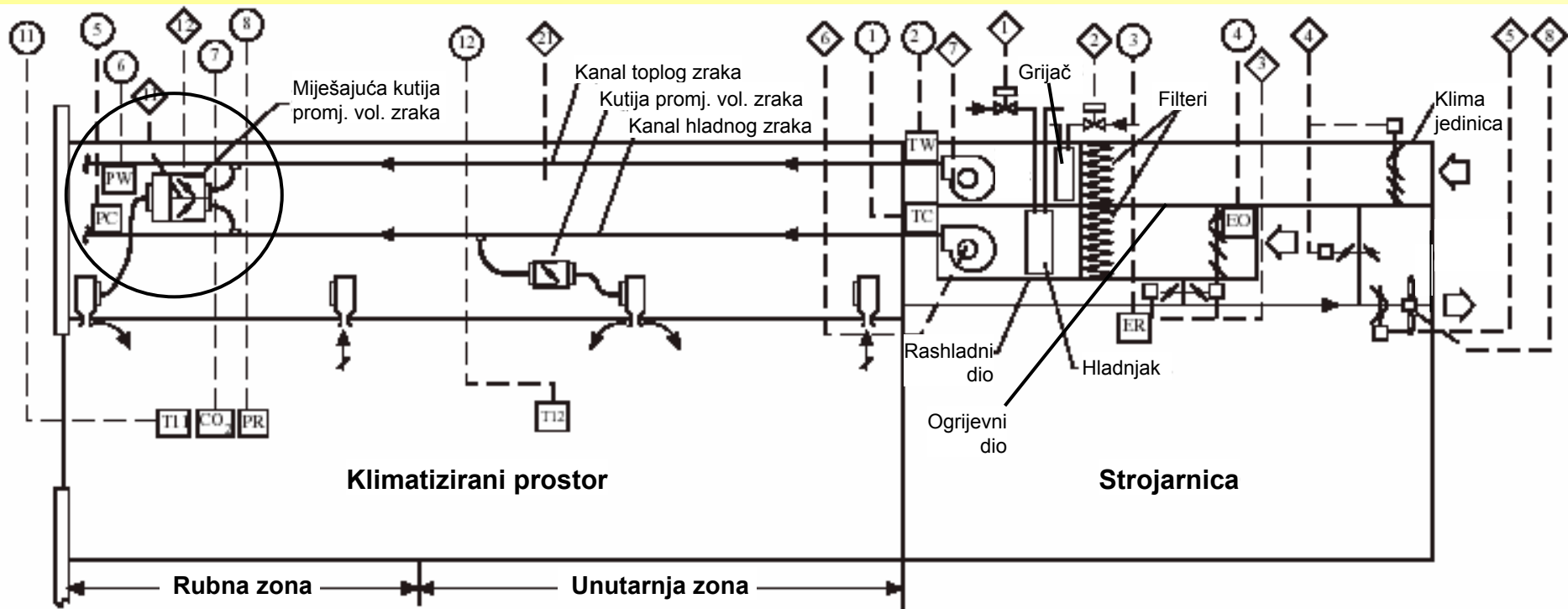
Centralni dvokanalni s promjenjivim volumenom zraka



- može uključivati jednokanalne kutije promjenjivog volumena zraka spojene na kanal hladnog zraka.

Zračni sustav

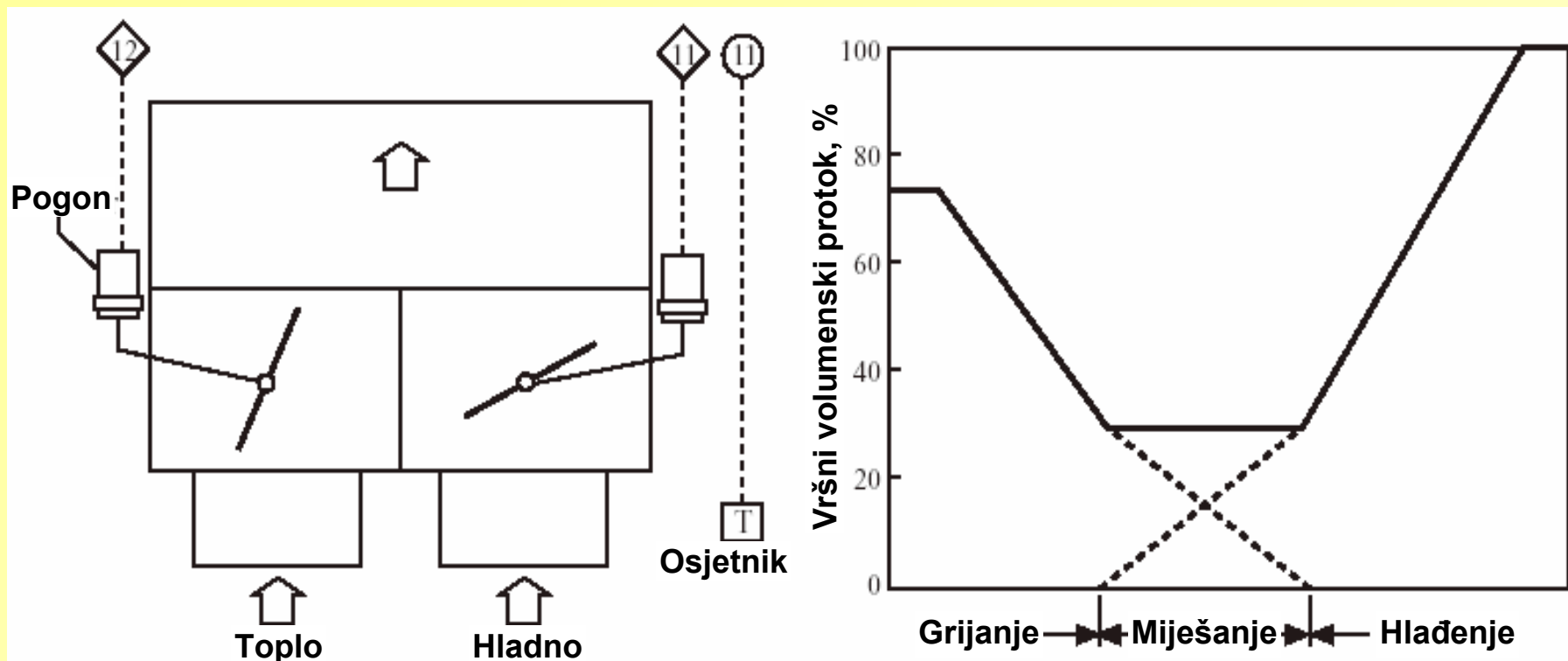
Centralni dvokanalni s promijenjivim volumenom zraka



- miješajuća kutija funkcionira kao jednokanalna rashladna i jednokanalna ogrijevna kutija promjenjivog volumena zraka u zajedničkom kućištu.

Zračni sustav

Prikaz dvokanalne miješajuće kutije promjenjivog volumena zraka s radnom karakteristikom:



Zračni sustav

Prednosti:

- Smještaj većine opreme u klima strojarnici omogućuje pogon i održavanje izvan prostora u kojima se boravi. Dodatno, to pruža slobodu pri izboru opreme za filtriranje, prigušenje vibracija i buke, te izbor visokokvalitetne i trajne opreme.
- Cijevi, kanali, električna oprema, ožičenje, filteri i oprema koja stvara vibracije i buku smješteni su izvan klimatiziranog prostora što smanjuje potrebu održavanja u klimatiziranom prostoru i smanjuje mogućnost povreda osoba, oštećenja namještaja i ometanja poslovnih procesa.
- Ovi sustavi imaju najveće mogućnosti korištenja vanjskog zraka za hlađenje ekonomičnijom umjesto mehaničkog hlađenja.
- Promjena pogonskog režima ovisno o godišnjem dobu je jednostavna i brzo se prilagođava automatskoj regulaciji.

Zračni sustav

Prednosti (nastavak):

- Veliki je izbor sustava regulacije po zonama, fleksibilnost i regulacija relativne vlažnosti pri svim pogonskim uvjetima, s mogućnošću istovremenog grijanja i hlađenja, čak i izvan sezone.
- Jednostavno se ugrađuju sustavi povrata topline zrak-zrak i drugi.
- Omogućuje fleksibilnost pri projektiranju optimalne distribucije zraka i regulaciju puhanja, te prilagodljivost različitim lokalnim uvjetima.
- Mogu se primijeniti i kada su potrebne nestandardne količine istrošenog ili vanjskog zraka (prostori u potlaku ili pretlaku i sl.).
- Dobro se prilagođavaju ovlaživanju zimi.
- Povećanjem broja izmjena zraka i korištenjem kvalitetne regulacije moguće je održavati najpreciznije uvjete - od ± 0.15 K na suhom termometru i $\pm 0.5\%$ relativne vlažnosti. Danas pojedini sustavi mogu održavati praktički konstantne uvjete u prostoru.

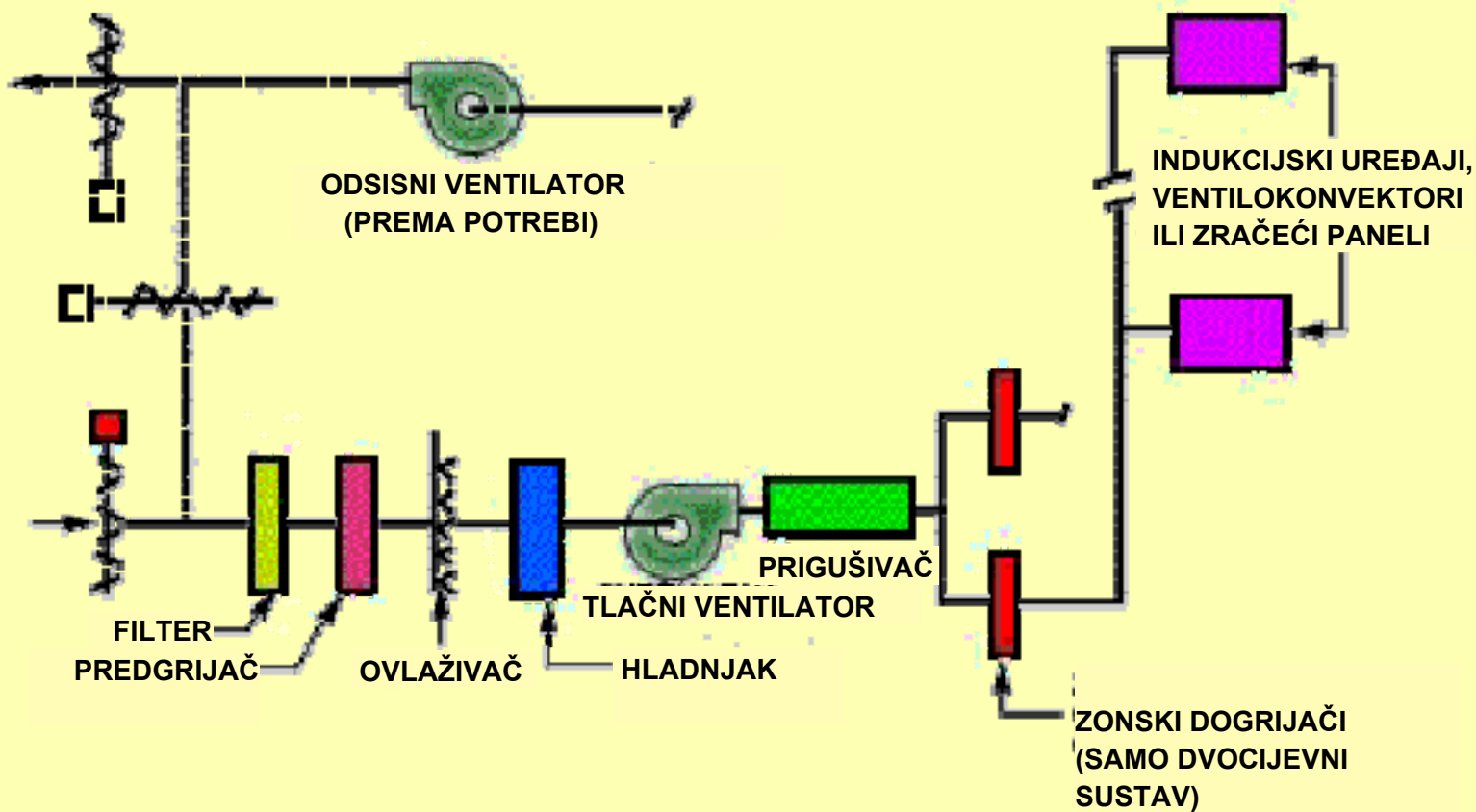
Zračni sustav

Nedostaci:

- Potreban je znatan prostor za kanalski razvod, što smanjuje korisnu površinu zgrade i povećava visinu zgrade.
- Ovisno o razmještaju, na većim površinama treba osigurati dovoljno prostora za okomite kanale potrebne za distribuciju zraka po visini zgrade.
- Osiguravanje pristupa terminalnim uređajima zahtjeva blisku suradnju između arhitekta, strojara i građevinara.
- Uravnoteženje (balansiranje) protoka zraka, pogotovo kod velikih sustava, može biti otežano.
- Grijanje rubnih zona zgrade nije uvijek dostupno za privremeno grijanje tijekom izgradnje.

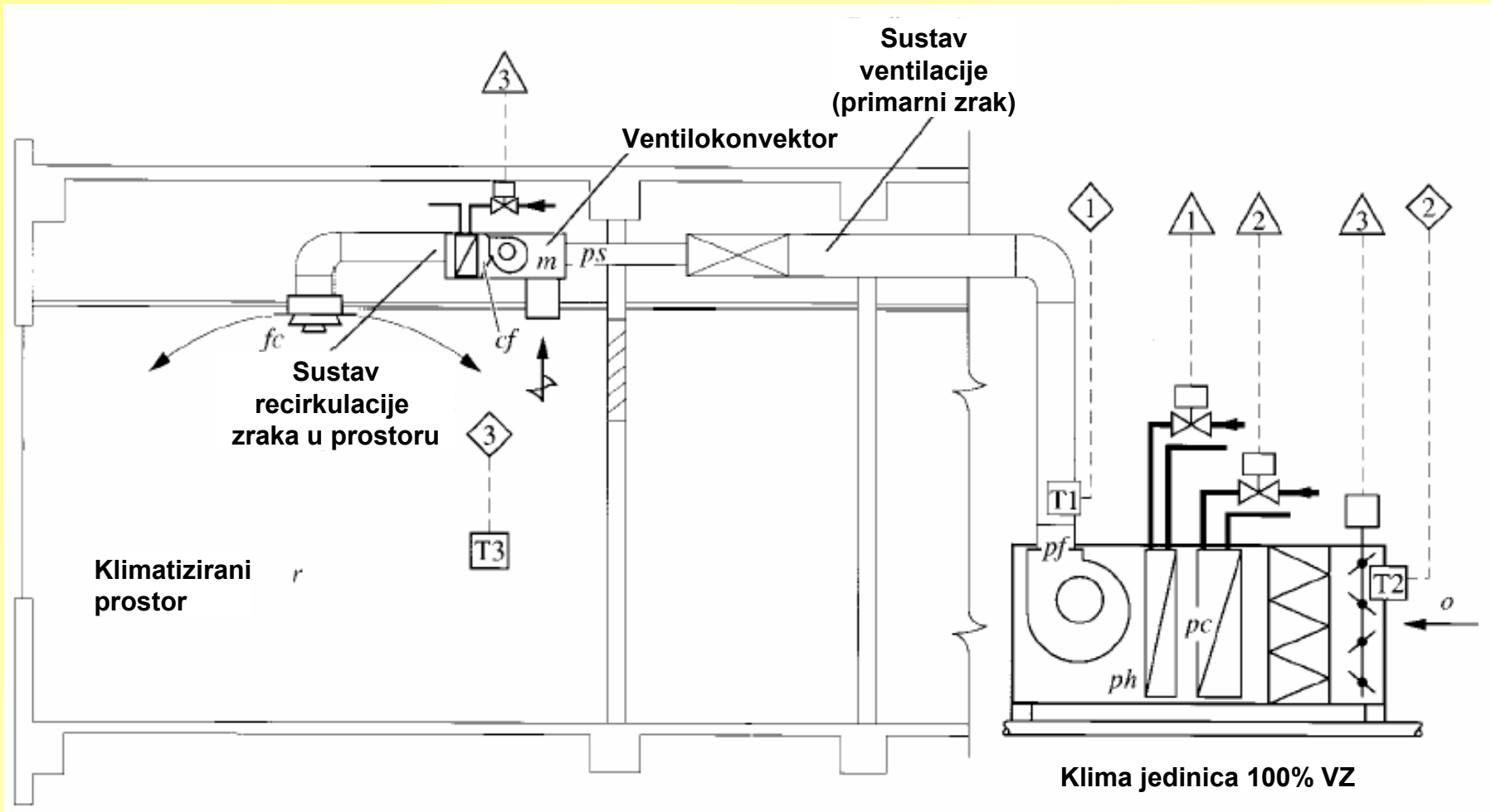
Zračno - vodeni sustav

Centralna priprema primarnog zraka, visokobrzinski sustav (s indukcijskim uređajima) ili niskobrzinski sustav (s ventilokonvektorima)



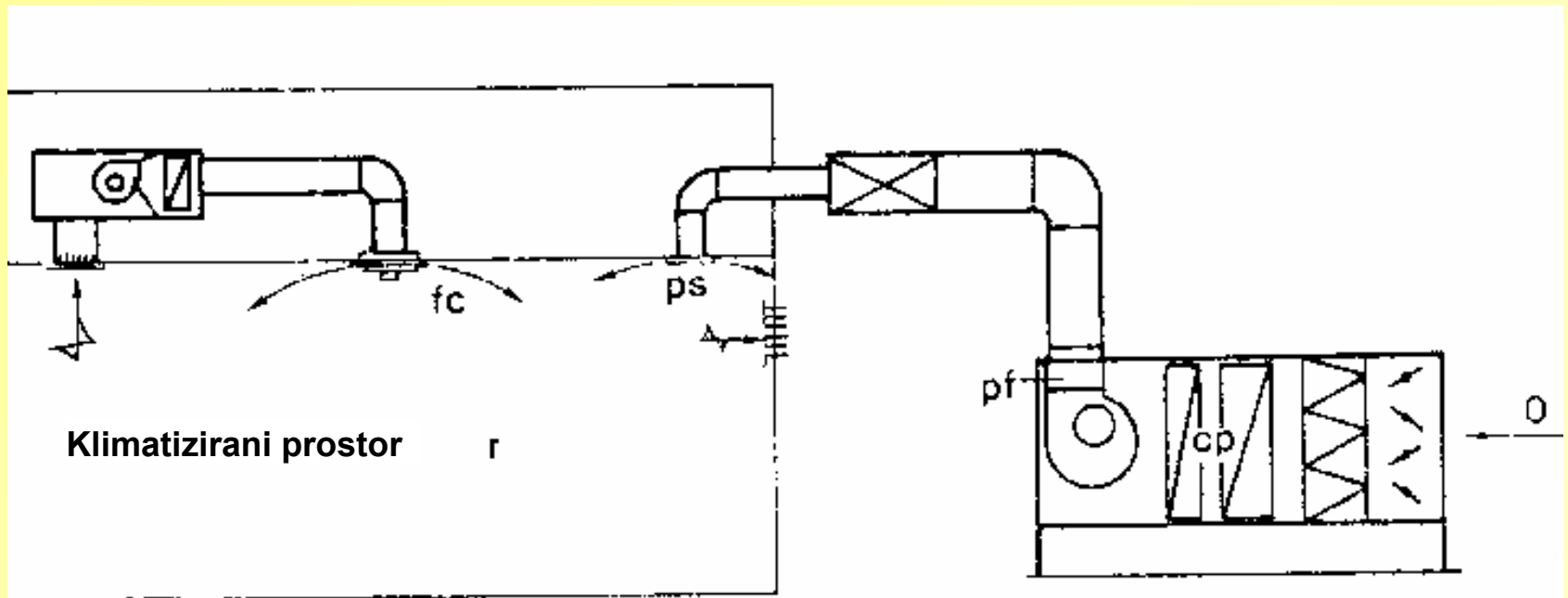
Zračno - vodeni sustav

Centralna priprema primarnog zraka s priključenim ventilokonvektorima



Zračno - vodeni sustav

Centralna priprema primarnog zraka s ventilokonvektorima, odvojeni sustavi



Zračno - vodeni sustav

Prednosti:

- Pojedinačna regulacija temperature prostorija omogućena podešavanjem sobnih termostata na različite temperature uz relativno nisku cijenu.
- Odvojeni izvori grijanja i hlađenja u primarnom zraku i sekundarnoj vodi daju korisnicima u prostoru mogućnost izbora grijanja ili hlađenja.
- Potrebno je manje prostora sa sustav distribucije budući da je dobava zraka smanjena korištenjem sekundarne vode za hlađenje i visokobrzinskim strujanjem zraka. Kanal za povrat zraka je manji, a ponekad i nepotreban ili se kombinira sa odsisnim sustavom iz ostalih dijelova građevine, poput prostora u unutrašnjosti.
- Veličina centralne klima jedinice je manja nego kod zračnih sustava budući da se kondicionira manja količina zraka.
- Odvlaživanje, filtracija i ovlaživanje se vrše na centralnoj lokaciji izvan klimatiziranih prostora.

Zračno - vodeni sustav

Prednosti (nastavak):

- Dobava zraka za ventilaciju može zadovoljiti potrebne ventilacijske zahtjeve.
- Prostor se može grijati bez rada zračnog sustava, preko sekundarnog vodenog sustava. Izbjegava se rad ventilatora noću u zgradama u kojima se ne boravi. Kapacitet grijanja za slučaj nužde, ako je potreban, je mnogo manji nego kod većine zračnih sustava.
- Komponente su trajne. Terminalni uređaji u prostorijama koji rade u normalnim uvjetima imaju očekivani vijek trajanja od 15 do 25 godina. Trajnost cjevovoda i sustava kanala treba biti jednaka trajnosti zgrade. Pojedinačni indukcijski uređaji nemaju ventilatore, motore ni kompresore. Redovito održavanje se uglavnom svodi na temperaturnu regulaciju, čišćenje filterskih mrežica, i povremeno čišćenje indukcijskih sapnica.

Zračno - vodeni sustav

Nedostaci:

- Za većinu zgrada, ovi sustavi su ograničeni na rubne prostore; zasebni sustavi su potrebni za ostale zone.
- Potreban je složeniji sustav regulacije nego kod većine zračnih sustava.
- Sekundarno strujanje zraka može uzrokovati onečišćenje indukcijskih uređaja što utječe na kapacitet. Filterske mrežice koji se koriste za zaštitu terminalne opreme traže često održavanje unutar klimatiziranog prostora i mogu smanjiti učinak jedinica.
- Dobava primarnog zraka najčešće je konstantna bez mogućnosti isključenja. To je mana kod stambene primjene, gdje stanari (ili gosti hotela) mogu poželjeti isključiti sustav ventilacije, ili gdje to traži uprava radi smanjenja troškova.
- Potrebna je niska temperatura rashladne vode u primarnom cirkulacijskom krugu da bi se moglo regulirati relativnu vlažnost zraka u prostoru.

Zračno - vodeni sustav

Nedostaci (nastavak):

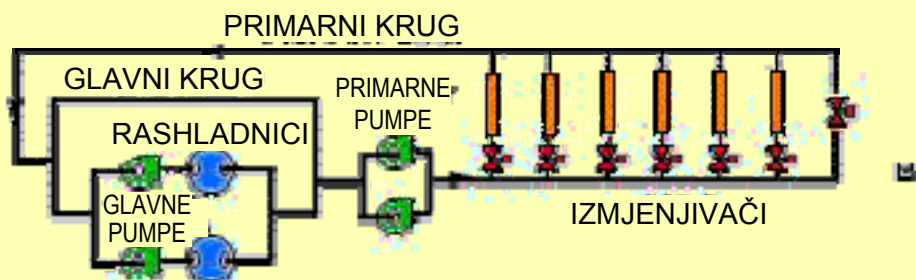
- Sustav nije primjeren za prostore s visokim zahtjevima za odsisom zraka (npr. istraživački laboratoriji) ako nije osigurana dodatna ventilacija.
- Centralno odvlaživanje eliminira kondenzaciju na izmjenjivačkim površinama sekundarnog vodenog kruga pri maksimalnom projektnom latentnom opterećenju. Međutim, iznenadni izvori vlage (npr. usljed otvaranja prozora ili ulaska veće skupine ljudi) mogu izazvati kondenzaciju koja može rezultirati neugodnostima ili materijalnom štetom.
- Potrošnja energije za indukcijske sustave je veća nego kod većine ostalih sustava zbog veće snage potrebne za svladavanje pada tlaka primarnog zraka u terminalnim jedinicama.
- Investicijski troškovi za četverocijevni indukcijski sustav su veći od većine zračnih sustava.

Vodeni sustav

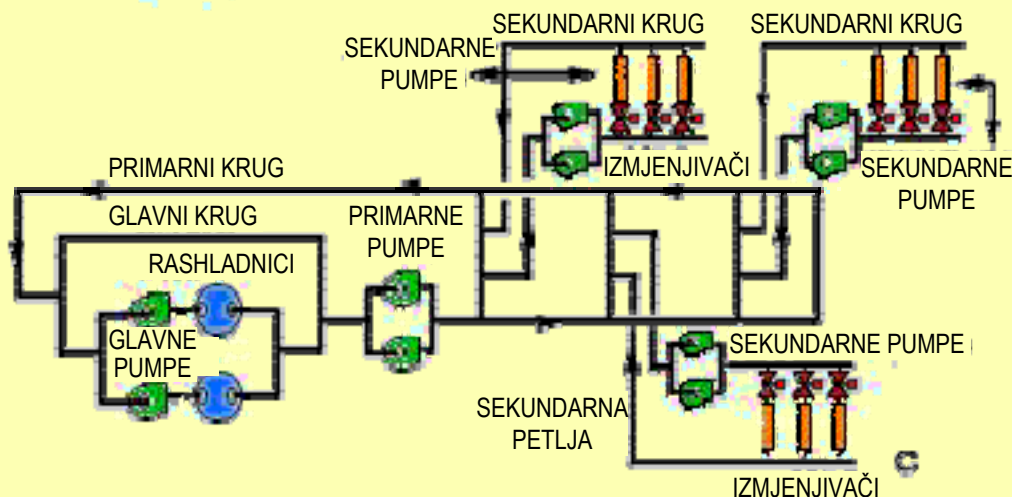
Sustavi s rashladnom vodom



Dvocijevni
(s konstantnim protokom)



Dvocijevni
s primarnim krugom
(s konstantnim protokom)



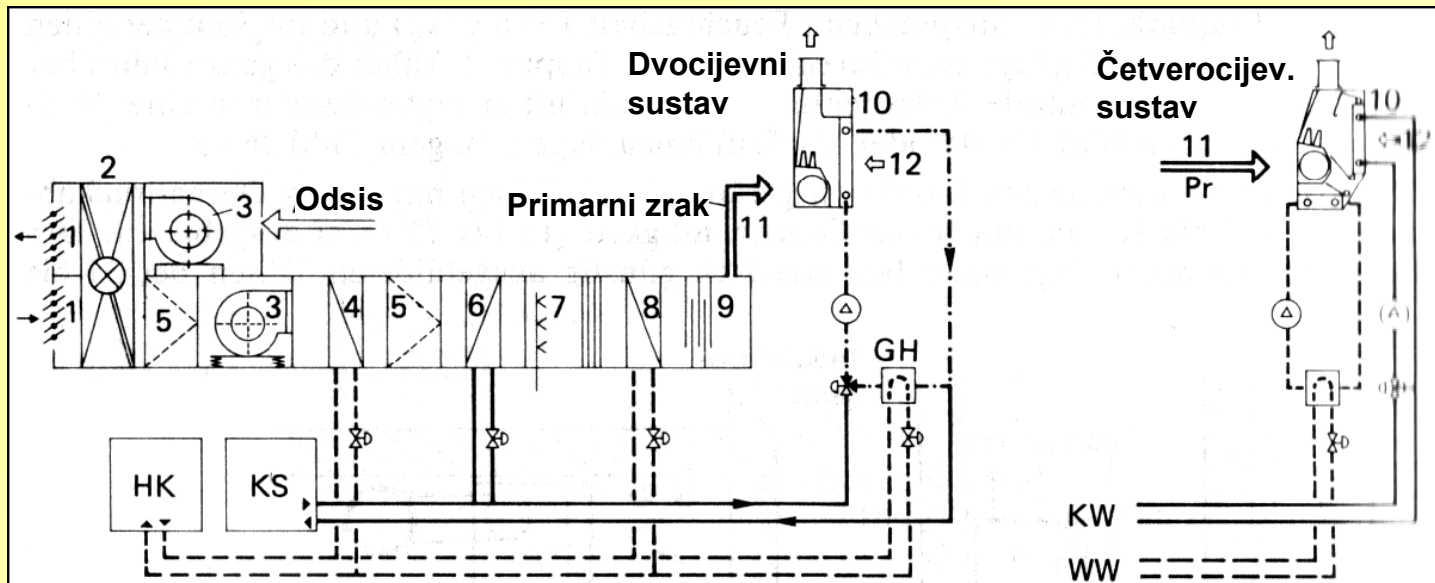
Dvocijevni s primarnim
krugom i sekundarnim
krugovima
(s konstantnim protokom)

Vodeni sustav

Dvocijevni/četverocijevni sustav s indukcijskim aparatima

- četverocijevni sustav - odvojeni cjevovodi toplog i hladnog polaza i povrata

- moguće je istovremeno grijanje i hlađenje u različitim prostorima



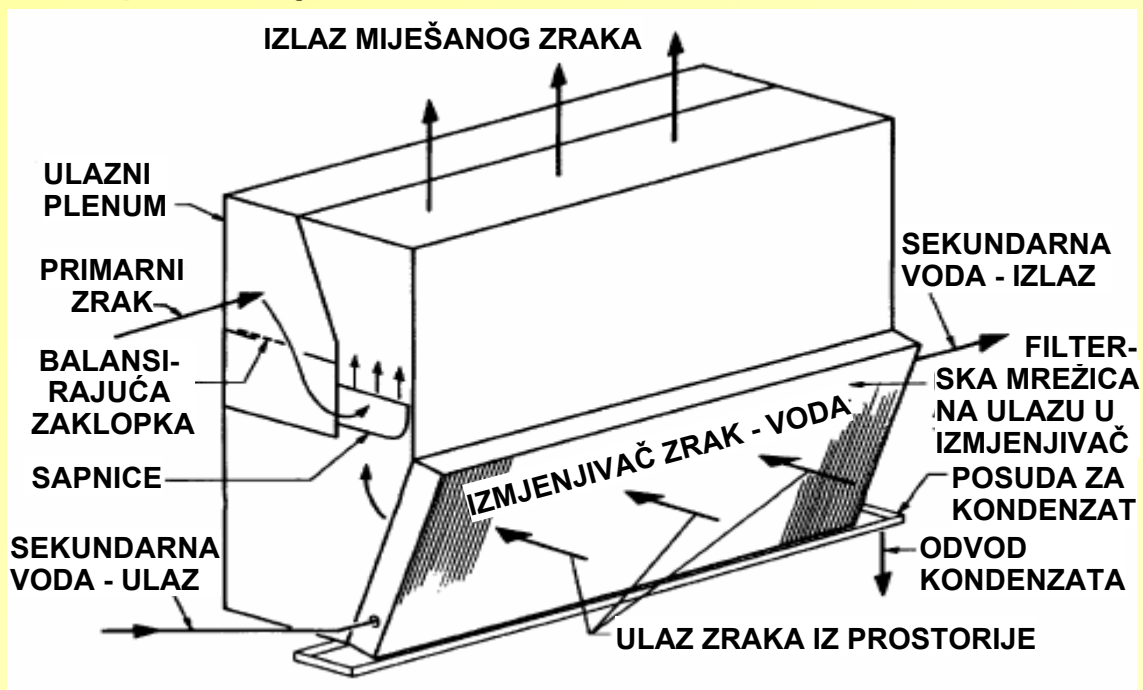
1 Vanj. žaluzije
2 Povrat topline
3 Ventilator
4 Predgrijač
5 Filter
6 Hladnjak

7 Ovlaživač
8 Dogrijač
9 Pričušivač
10 Indukcijski aparat
11 Kanal primarnog zraka
12 Sekundarni zrak

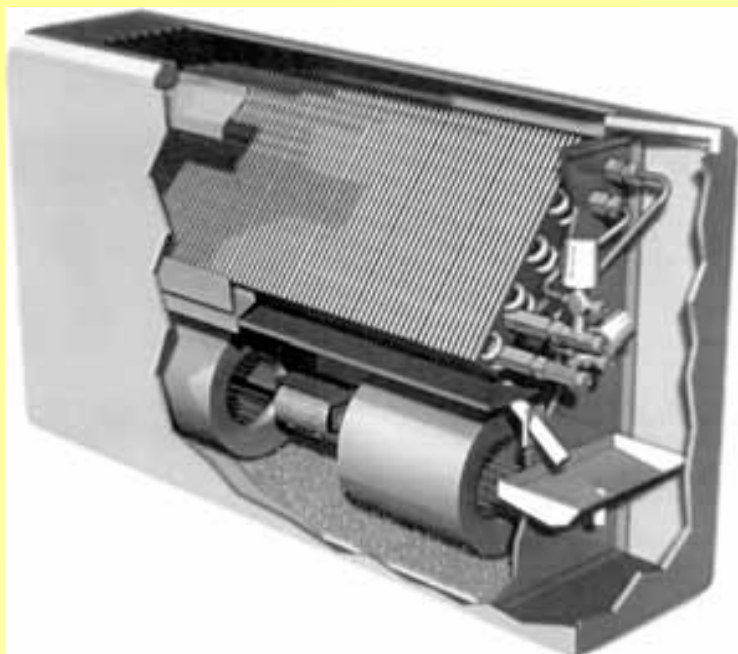
GH Protusmjerni izmjenjivač za grijanje
HK Kotao
KS Rashladnik
WW Razvod TV
KW Razvod HV

Indukcijski uređaj

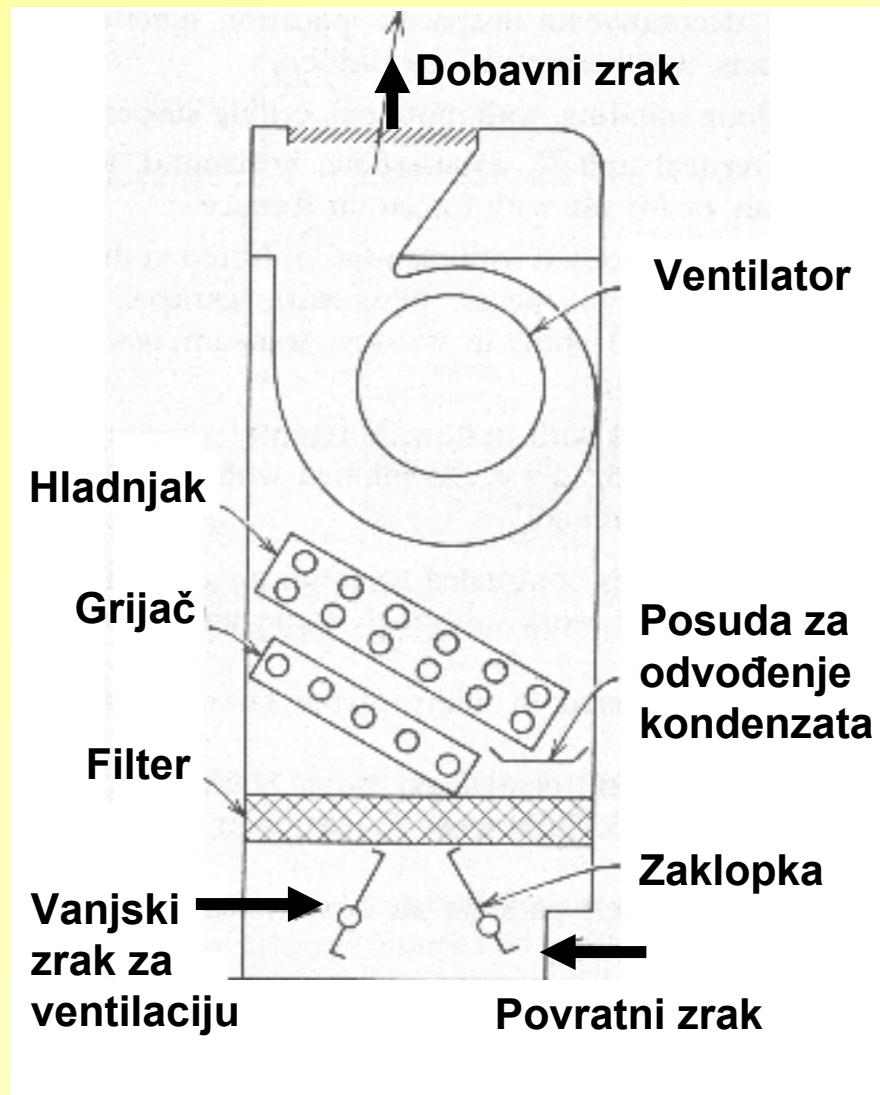
- centralno pripremljeni primarni zrak se dobavlja u plenum jedinice pod srednjim, odnosno visokim tlakom.
- srednjebrzinskim ili visokobrzinskim strujanjem zraka kroz sapnice uređaja inducira se strujanje recirkulacijskog zraka iz prostorije kroz izmjenjivač zrak-voda.
- recirkulacijski zrak se grije ili hladi na izmjenjivaču, ovisno o sezoni i potrebama prostorije.



Ventilokonvektor

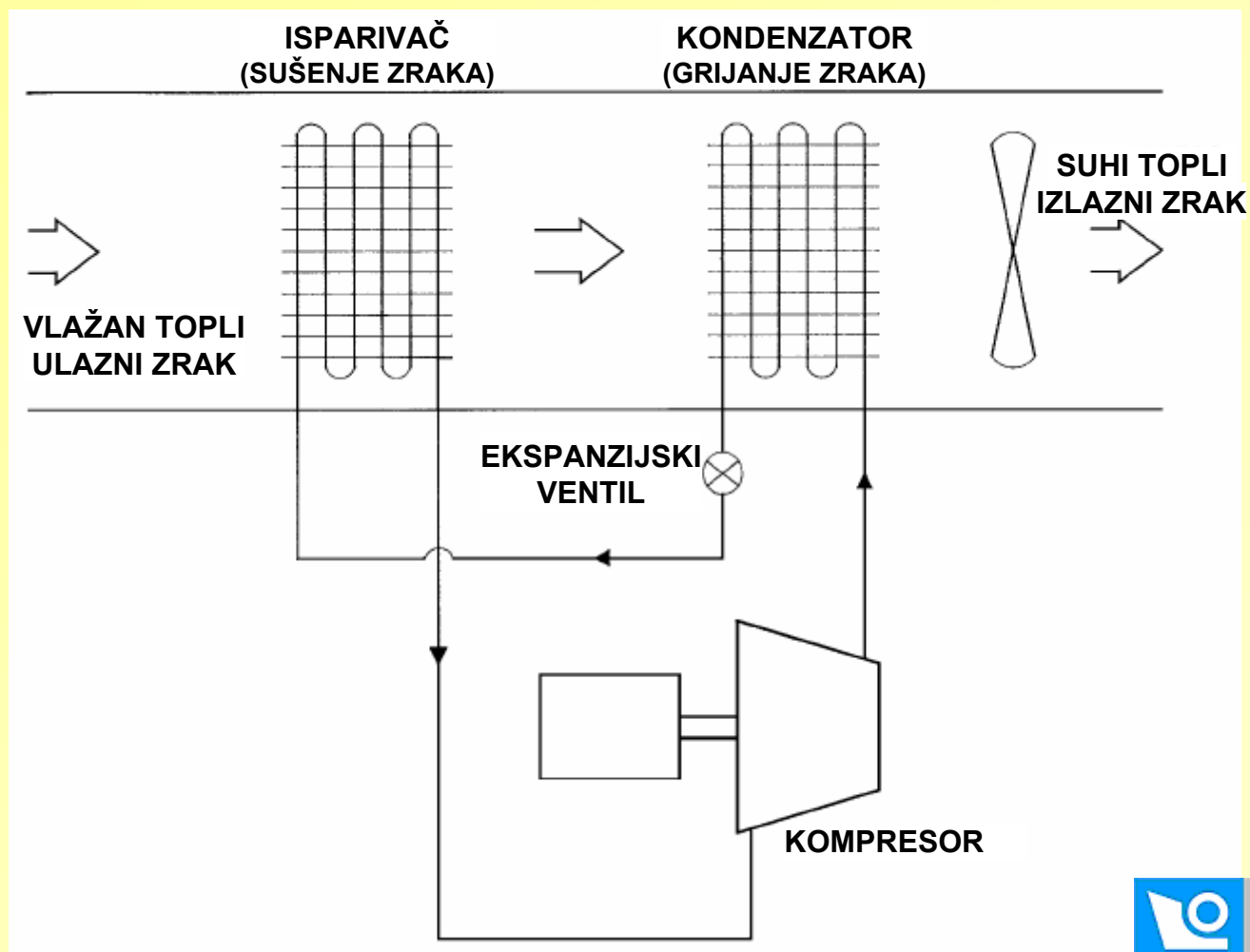


- grijanje, hlađenje, strujanje zraka prisilnom konvekcijom kroz klimatizirani prostor, filtriranje recirkulacijskog zraka, i ubacivanje vanjskog zraka za ventilaciju.
- dostupni u različitim konfiguracijama (vertikalni – zidni, horizontalni – stropni, ...)



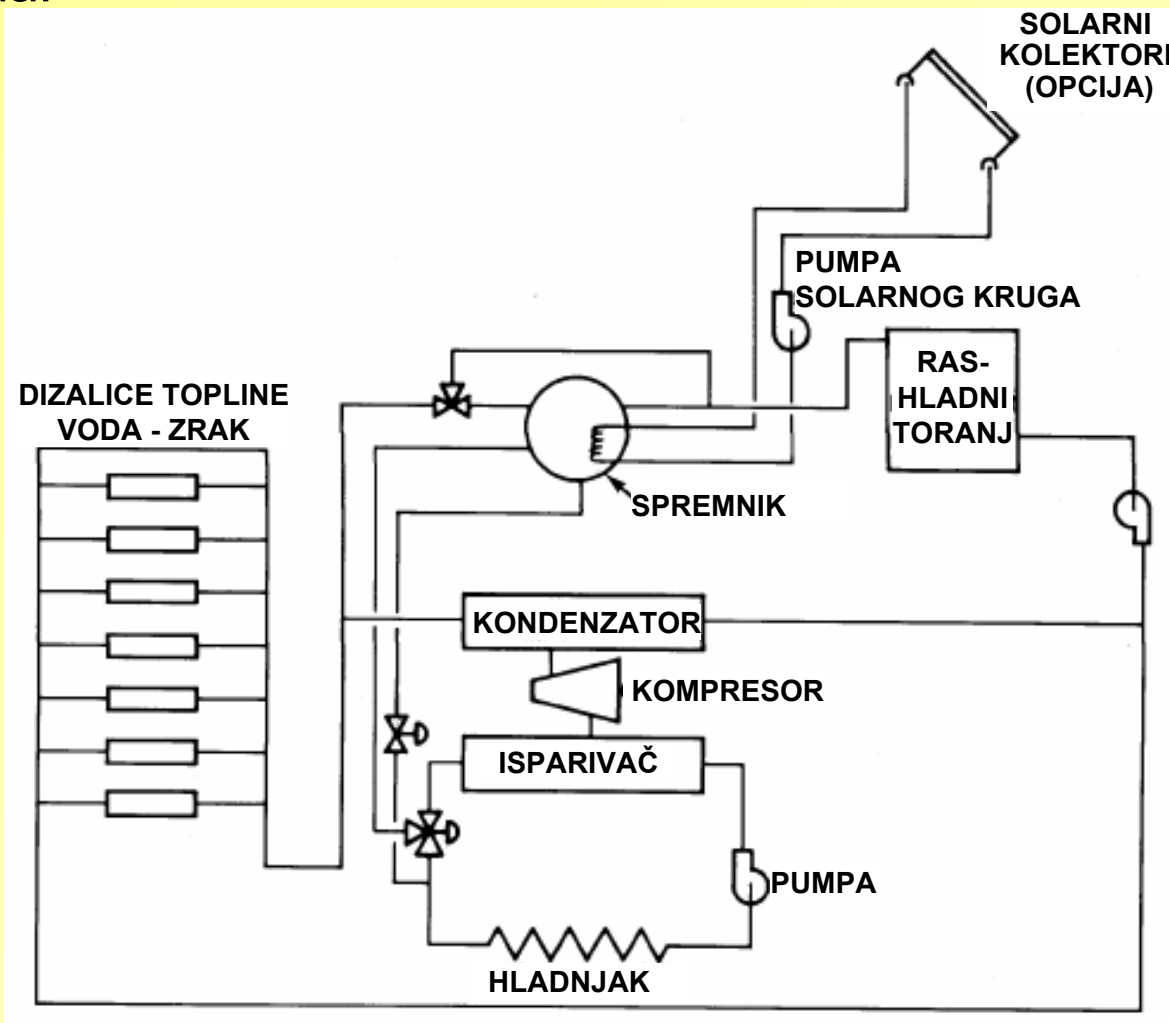
Sustavi posebne izvedbe

Dizalica topline s funkcijom odvlaživanja:



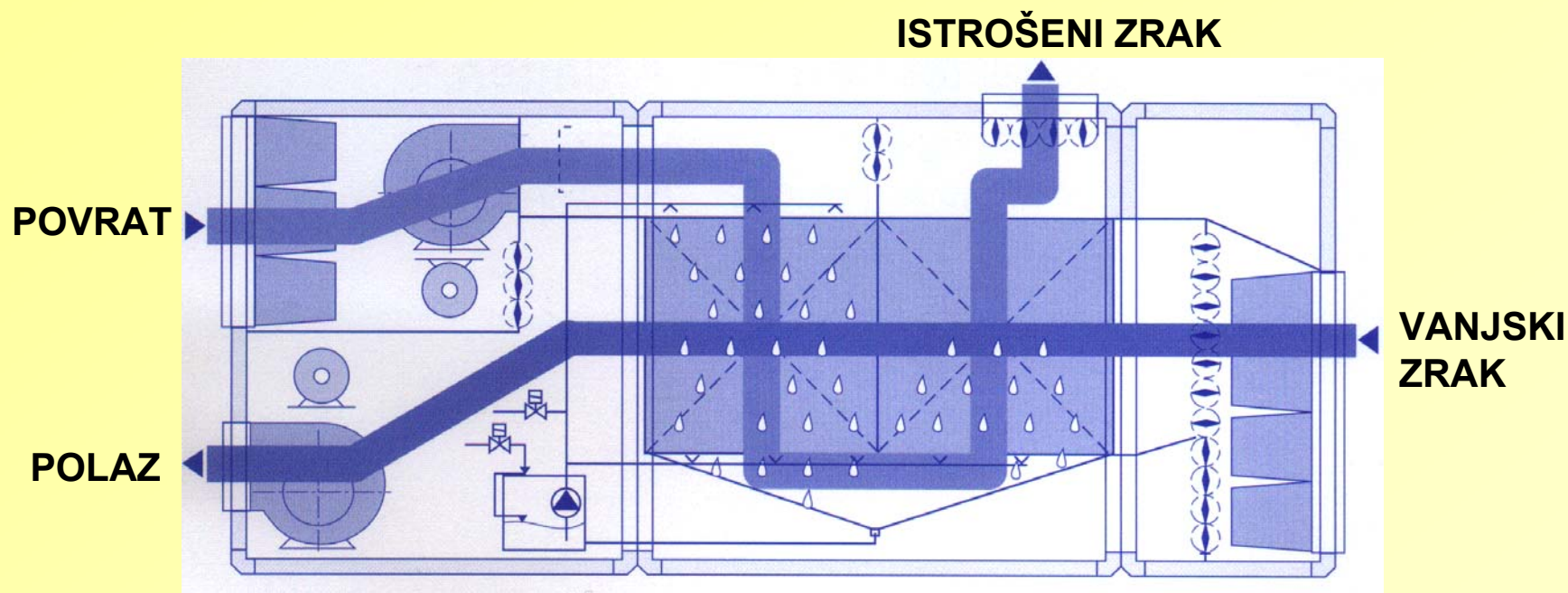
Sustavi posebne izvedbe

Dizalica topline voda-voda s toplinskim spremnikom i opcijskim solarnim kolektorima:



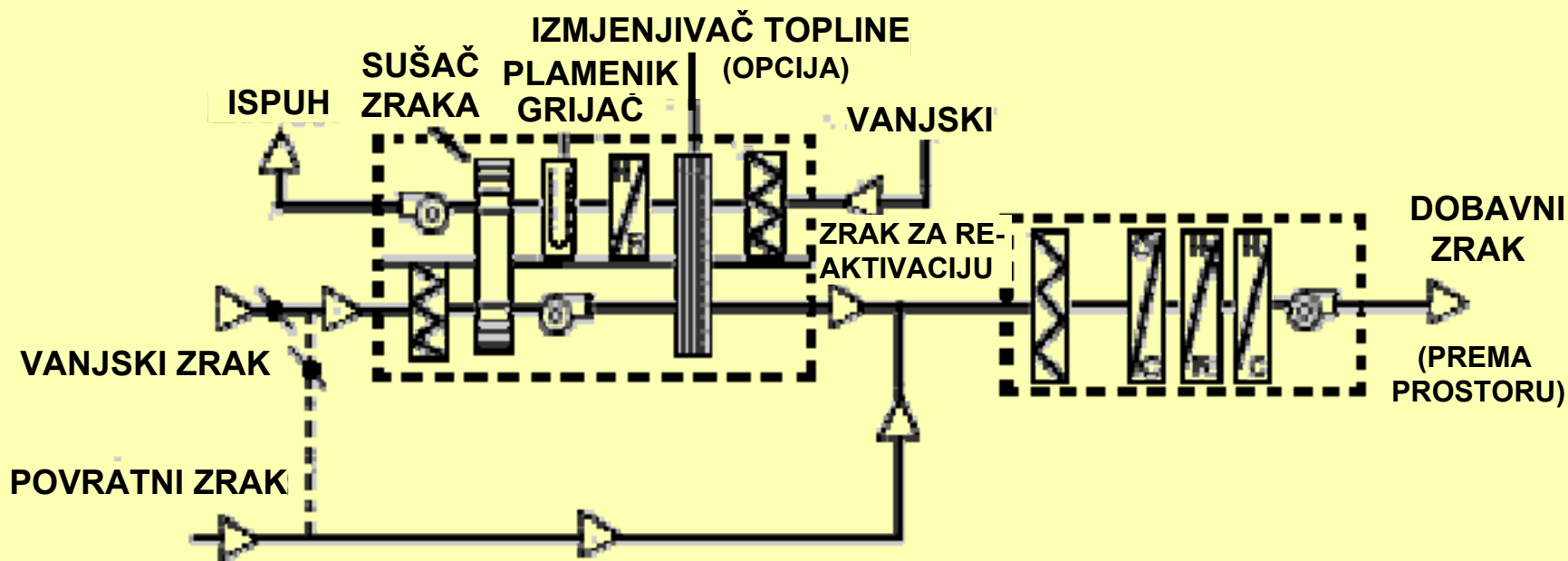
Sustavi posebne izvedbe

Sustav s indirektnim evaporativnim hlađenjem:



Sustavi posebne izvedbe

Sustav s rotacijskim regenerаторom za sušenje zraka:



Centralni prema decentraliziranom GViK sustavu

Central Systems	Distributed Systems
<ul style="list-style-type: none">• Energy efficiency for zones with similar load profiles — economies of scale	<ul style="list-style-type: none">• "Energy effectiveness" in dealing with varying load profiles
<ul style="list-style-type: none">• Difficult to achieve comfort levels in all zones at all times	<ul style="list-style-type: none">• Zonal control facilitates localized comfort settings
<ul style="list-style-type: none">• Fewer units for maintenance — maintenance usually not in occupied zones	<ul style="list-style-type: none">• Many units to maintain - maintenance in the occupied zones
<ul style="list-style-type: none">• Large areas "paralysed" during breakdowns	<ul style="list-style-type: none">• Breakdowns only affect small areas
<ul style="list-style-type: none">• Difficult to expand capacity	<ul style="list-style-type: none">• Can be expanded in a modular fashion.
<ul style="list-style-type: none">• Large distribution "trees"	<ul style="list-style-type: none">• short distribution runs
<ul style="list-style-type: none">• Noise can be isolated	<ul style="list-style-type: none">• equipment noise usually within space