

KLIMATIZACIJA I VENTILACIJA

Ivanuš, Tena

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:383879>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Tena Ivanuš

KLIMATIZACIJA I VENTILACIJA

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Tena Ivanuš

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

FINAL PAPER

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Tena Ivanuš

KLIMATIZACIJA I VENTILACIJA

Završni rad

Mentor:

dr. sc. Slaven Lulić, prof v. š.

Karlovac, 2021.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij Sigurnosti i zaštite

(označiti)

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2021.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Tena Ivanuš

Matični broj: 0415617045

Naslov: Klimatizacija i ventilacija

Opis zadatka:

U završnom radu bit će govora o klimatizaciji i ventilaciji kao glavnim komponentama za dovođenje i odvođenje zraka te održavanje željenog stanja zraka u zatvorenim prostorijama.

Ventilacija je odvođenje istrošenog zraka iz zatvorene prostorije i dovođenje svježeg zraka, dok je klimatizacija održavanje željene temperature i vlažnosti zraka u zatvorenom prostoru.

Svrha je osiguranje ugodne okoline za boravak i rad ljudi te održavanje željenog stanja zraka u prostorijama.

Zadatak zadan

Rok predaje rada

Predviđeni datum obrane

12/2020.

03/2021.

04/2021.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Dr.sc. Slaven Lulić, prof. v. š.

Ivan Štedul, v. pred.

PREDGOVOR

Zahvaljujem se mentoru dr.sc. Slavenu Luliću pri pomoći za odabir teme, ukazanom povjerenju te pruženoj stručnoj pomoći koji su ovaj završni rad upotpunili kao cjelinu.

Od srca se zahvaljujem svojoj obitelji na velikom strpljenju, odricanju i potpori koju su mi pružili tijekom mog studiranja.

Zahvalila bih se svim prijateljima i kolegama koji su na bilo koji način pridonijeli mom uspješnom završetku studija.

SAŽETAK

Tema završnog rada je Ventilacija i klimatizacija. To su, dakle, postupci dovođenja i odvođenja zraka te održavanje željenog stanja zraka u zatvorenom prostoru.

Na početku govorim općenito o zraku, njegovim karakteristikama i termodinamičkim svojstvima, zatim općenito o sustavima za klimatizaciju i ventilaciju.

U nastavku detaljnije govorim o samoj ventilaciji, njezinoj povijesti u Hrvatskoj i svijetu i o vrstama ventilacije. Zatim detaljnije opisujem klimatizaciju i dijelove klimatizacijskih uređaja.

Na kraju govorim o povratu energije klimatizacijskih uređaja te zaključujem završni rad.

SUMMARY

The topic of the final work is Ventilation and air conditioning. These are, therefore, the procedures of supplying and exhausting air and maintaining the desired state of the air indoors.

At the beginning I talk in general about air, its characteristics and thermodynamic properties, then in general about air conditioning and ventilation systems.

Below I talk in more detail about the ventilation itself as well as its history in Croatia and the world and the types of ventilation. Then I describe the air conditioning and parts of the air conditioners in more detail.

Finally, I talk about the energy recovery of air conditioners and conclude the final paper.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. KARAKTERISTIKE ZRAKA.....	2
2.1. Općenito o zraku	2
2.2. Kemijske karakteristike zraka	2
2.3. Fizikalna svojstva zraka	2
2.4. Prašina	3
2.5. Termodinamička svojstva zraka	5
2.6. Vлага u zraku	6
3. OPĆENITO O SUSTAVIMA ZA VENTILACIJU I KLIMATIZACIJU	7
4. VENTILACIJA I GRIJANJE ZRAKOM	8
4.1. Povijest ventilacije	8
4.3. Prirodna ventilacija	9
4.4. Prisilna ventilacija	10
4.5. Grijanje zrakom	11
5. KLIMATIZACIJA.....	12
5.1. Uređaji i postrojenja za klimatizaciju	13
5.2. Dijelovi uređaja za klimatizaciju	13
5.2.1. Filtri	13
5.2.2. Grijači i hladnjaci	14
5.2.3. Sušenje zraka	14
5.2.4. Ovlaživači zraka	15
5.3. Individualni agregati	15
5.4. Sustavi za klimatizaciju	16
5.4.1. Zračni sustav	16
5.4.3. Vodeni klimatizacijski sustav	19
6. POVRAT ENERGIJE U KLIMATIZACIJSKIM SUSTAVIMA	21
7. ZAKLJUČAK.....	22
8. LITERATURA	23
9. POPIS SLIKA.....	25

1.UVOD

Odvođenje istrošenog zraka iz zatvorenog prostora i dovođenje svježeg zraka prirodnim ili prisilnim putem kako bi boravak osobama u toj prostoriji bio ugodniji, sigurniji i neškodljiviji nazivamo ventilacija tj vjetrenje, provjetravanje. Klimatizaciju još nazivamo kondicioniranjem. To je održavanje željene temperature i vlažnosti zraka u nekom zatvorenom prostoru. Ona uz ventilaciju obuhvaća i čišćenje, grijanje ili hlađenje te ovlaživanje ili sušenje zraka. Isto tako klimatizacijom se naziva i obradba zraka koja obuhvaća samo neke od navedenih postupaka, to se odnosi na hlađenje zraka. Svrha klimatizacije prostora osiguranje ugodne okoline za boravak i rad ljudi te održavanje željenog stanja zraka u prostorijama sa skupocjenim predmetima i osjetljivim aparaturama ili zbog zahtjeva proizvodnog procesa.

2. KARAKTERISTIKE ZRAKA

2.1. Općenito o zraku

Mješavina plinova koji čine Zemljinu atmosferu nazivamo zrak te je on jedan od osnovnih životnih uvjeta, potreban za disanje i fotosintezu. Životinje, biljke i čovjek odnosno sva živa bića udišu kisik dok je biljkama potreban samo ugljikov dioksid za njihovu fotosintezu. Topliji zrak se diže gore dok se hladniji spušta dolje jer je topliji zrak lakši od hladnijeg. Na iznimno velikim visinama teže je disati jer se nalazi jako malo zraka, dok ga svemiru niti nema. [1]

2.2. Kemijske karakteristike zraka

Suhi zrak sadrži 78,08% dušika, 20,95% kisika, 0,93% argona te ostalih plinova u manjim količinama, kao npr. staklenički plinovi od kojih je vodena para najznačajnija zatim je to ugljikov dioksid, metan, dušikovi oksidi i ozon.

2.3. Fizikalna svojstva zraka

Veličine kojima se izražavaju fizikalna svojstva zraka su: tlak, gustoća i masa. Izravna posljedica težine zraka naziva se atmosferski tlak. Tako da se tlak zraka razlikuje s vremenom i mjestom jer se i količina zraka iznad Zemlje jednako tako razlikuje.

Atmosferski tlak se smanjuje za otprilike 50% na visini od 5 km (jednako tako se i oko 50% ukupne mase atmosfere nalazi unutar 5 km). [2] Prosječni atmosferski tlak izmjeren na morskoj razini iznosi otprilike 101,3 kilopaskala (kPa).

Gustoća zraka na morskoj razini iznosi oko 1,2 kg/m³, a na bilo kojoj visini kao posljedice javljaju se prirodne razlike u barometrijskom tlaku.

Razlika je relativno mala za naseljene visine, zahvaljujući promjenjivom Sunčevom zračenju mnogo je više izražena u vanjskoj atmosferi i svemiru. S povećanjem nadmorske visine, gustoća zraka se smanjuje te se i tlak zraka smanjuje. Mijenja se i s promjenom temperature i vlažnosti zraka.

Ukupna masa atmosfere iznosi oko $5,1 \times 10^{18}$ kg, ili oko 0,00009 % Zemljine ukupne mase. S obzirom na raspodjelu mase, možemo reći da se:

- 50% mase atmosfere se nalazi do visine od 5,6 km
- 90% mase atmosfere se nalazi do visine od 16 km
- 99,99997% mase atmosfere se nalazi do visine od 100 km

2.4. Prašina

Za prašine kažemo da su to čestice krute mineralne i/ili organske tvari (veličine otprilike 0,01-500 μm) dispergirane u zraku. Nastaje mehaničkim usitnjavanjem tvari, tj. nepotpunim izgaranjem ili isparavanjem pri izgaranju. Prema veličini čestica, prašine možemo podijeliti:

- grube (čestice veće od 5 μm)
- fine ili koloidne (0,25-5 μm)
- ultramikroskopske (čestice manje od 0,25 μm)

Čestice koloidne prašine vrlo su lagane da zapravo lebde (zbog statičkog elektriciteta), tako da se vrlo sporo talože i zatim ostaju dugo u zraku. Takve disperzije nazivamo aerosolima, i mogu se sastojati od krutih čestica (dim) ili kapljica tekućine (magla) u zraku. [3]

Fine i ultramikroskopske prašine veličine su mikroba u zraku (veličina bakterija je 0,5-5 μm , a virusa 0,01-0,1 μm). Uglavnom se mikrobi pridržavaju za čestice prašine koje su veće od 2 μm i za koloidne kapljice vode. Naime, čestice organskog porijekla većinom sadrže mikrobe, te raspadne produkte i toksine koje oni zatim stvaraju. Jednako kao kod vrlo štetnih plinova, najčešće jedinice za koncentraciju prašine koje se koriste u zraku su ppm i mg/m³. Maksimalna dopuštena koncentracija na radnom mjestu (MDK) prašine u zraku propisana je za čestice različitih tvari npr. za prašinu koja sadrži silicijev oksid, koji je posebno štetan za zdravlje. Osim o koncentraciji, štetnost prašine ovisi još o njenom sastavu i o njihovom broju. Fina i ultramikroskopska prašina štetnija je za zdravlje od grube prašine.



Slika 1. Prašina u zraku¹

¹ <https://hr.puntomariner.com/do-you-know-where-the/>

2.5. Termodinamička svojstva zraka

Smjesu više plinskih komponenata nazivamo zrak. Zrak se može termodinamički promatrati i kao idealni plin. Termodinamičko stanje plina definirano je u vrijednostima dviju karakterističnih termodinamičkih veličina kao što je temperatura, tlak, gustoća, specifični volumen, specifična unutrašnja energija, i sl. Karakteristične veličine koje su spomenute nazivaju se veličine stanja. Pri normalnom stanju plina navode se vrijednosti pojedinih termodinamičkih veličina za plin. To, dakle, znači da je tlak plina jednak kao i standardni atmosferski tlak $p_a=1,01325$ bar, a temperatura plina jednaka je kao i standardna temperatura atmosfere $t_a=0$ °C.

To znači da je stanje plina jednako definirano s obzirom da su i definirane dvije veličine stanja. Budući da se u tehničkom smislu tlak zraka mijenja jako malo, u području klimatizacije i ventilacije vrlo su česti termodinamički procesi pri konstantnom tlaku.

S obzirom koliko ima vlage u zraku, on se često promatra kao smjesa koja se sastoji od dvije komponente – od suhog zraka i vode (pare i kapljevine) te takvu smjesu nazivamo vlažni zrak. Da bi definirali stanje vlažnog zraka potrebno je definirati i koncentraciju vodene pare. Pri tome je za područje ventilacije i klimatizacije tlak vlažnog zraka gotovo redovito konstantan i jednak atmosferskom tlaku. [5]

2.6. Vlaga u zraku

Za vlažni zrak kažemo da je to mješavina suhog zraka i vode (pare i kapljevine). Termodinamička svojstva suhog zraka uglavnom određuju dušik i kisik koji su sadržani u zraku, dok se preostali suhi plinovi u zraku većinom mogu zanemariti. Vlažni zrak promatra se kao mješavina od samo dvije komponente kao što sam ranije i navela – od suhog zraka i vode. Ako zamislimo da se iz nekog zatvorenog volumena pod tlakom ispunjenog vlažnim zrakom odstrani zrak, para koja je ostala raširila bi se po cijelom volumenu i poprimila (manji) tlak koji se nazivamo parcijalni tlak pare. Za ukupni tlak vlažnog zraka vrijedi $p = p_z + p_p$, pri čemu je p_z označen parcijalni tlak suhog zraka. [5]



Slika 2. Vlažnost zraka²

² https://hr.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%BEnost_zraka#/media/Datoteka:Cloud_forest_mount_kinabalu.jpg

3. OPĆENITO O SUSTAVIMA ZA VENTILACIJU I KLIMATIZACIJU

Osim potrebne razine temperature bilo koji sustavi grijanja, što se isključivo odnosi na zimske mjeseci, ne osiguravaju niti jedan od uvjeta udobnosti za boravak u zatvorenim prostorima s obzirom na kakvoću zraka: čistoću zraka, relativnu vlažnost, prisutnost nadražujućih ili otrovnih plinova i neugodnih mirisa.

Slični problemi s obzirom na udobnost boravka u zatvorenim prostorijama javljaju se i u ljetnim mjesecima, samo što tada postoje problemi s visokim temperaturama koje nastaju prodorom toplog vanjskog zraka i sunčevog zračenja i topline koja se razvija u prostorijama gdje ljudi borave, zatim od rasvjete te toplinskih strojeva i uređaja koji se koriste pri različitim proizvodnim procesima.

U ljetnim mjesecima pojačana je prisutnost veće količine vlage u zraku, to se sve događa zbog pojačanog isparavanja ili znojenja, isto tako i pojava neugodnih mirisa i drugih lako hlapljivih tvari.

Problemi u vezi s kakvoćom zraka u zimskim i ljetnim mjesecima rješavaju se djelomično ili potpuno sustavima za ventilaciju i klimatizaciju prostora i to odgovarajućim postupcima dorade kakvoće vanjskog i unutarnjeg zraka. [6]

Pod doradom kakvoće zraka podrazumijevaju se četiri dinamička postupka: grijanje, hlađenje, dovlaživanje te odvlaživanje ili sušenje zraka.

4. VENTILACIJA I GRIJANJE ZRAKOM

4.1. Povijest ventilacije

Dosta rano čovjek je shvatio kako se hladni zrak spušta, a topli uzdiže. Prvi način ventilacije povezan je s ognjištem gdje je otvor za odvođenje dima na krovu ujedno predstavljao i ventilaciju. U područjima s toplom i suhom klimom gdje su danju visoke temperature, a noću niske, razvijeni su prvi sustavi prirodne ventilacije s tzv. pasivnim hlađenjem. Na području današnjeg Irana, oko 900. pr. Kr. prema arheološkim nalazima započela je izgradnja kuća s posebnim tornjevima za prirodnu ventilaciju, tzv. hvatačima vjetra. Ljudi su već tada shvaćali te kada vani nije bilo vjetra, toranj je služio za odvođenje zraka, a ulazna vrata i prozori služili su za dovođenje svježeg zraka. Sustav je funkcionirao obrnuto kada je vani puhao vjetar. Takozvana energija vjetra, Zrak je ulazio u kuću kroz toranj, a izlazio kroz vrata i prozore. Poslije se pojavila izvedba s kanalima u tlu koje je u vrućim ljetnim mjesecima pridonijelo još učinkovitije hlađenje zraka.

80. pr. Kr. Rimske kupke (terme) za odvođenje vlažnog zraka i održavanje temperature u prostoru bile su opremljene otvorima za ventilaciju u zidu ispod krova. Mehanička ventilacija pojavila se u Europi u 15. st. Služila je za prozračivanje rudnika s pomoću drvenih kanala u koje se upuhivao zrak.

John Gorrie patentirao je »prvi stroj za mehaničko hlađenje i klimatizaciju« za komfornu primjenu u SAD-u. Izradio je model stroja za kompresiju i ekspanziju zraka, u njemu se tijekom ekspanzije mogla ohladiti ili smrznuti voda. Tako su stvorene pretpostavke za kasniji razvoj uređaja za klimatizaciju.

1865. godine Nathaniel Shaler patentirao je »poboljšani stroj za hlađenje zraka« sa spremnicima leda i ventilatorom koji se pokretao ručno. [7]

4.2. Povijesni razvoj ventilacije u Hrvatskoj

Prvi su se sustavi ventilacije i klimatizacije u Hrvatskoj u prvoj polovici XX. st. rabili u velikim zgradama poput luksuznih hotela, kazališta, u zgradi Hrvatskoga sabora i sl. Ventilacija i klimatizacija se u komfornim i industrijskim primjenama počela češće ugrađivati nakon II. svjetskog rata.

U Hrvatskoj je proizvodnja uređaja i opreme za ventilaciju i klimatizaciju ponešto kasnila u odnosu na razvoj te industrije u svijetu. O proizvodnji prije II. svjetskog rata vrlo je malo podataka. Nakon II. svjetskog rata, u doba snažnog razvoja industrijske proizvodnje, pojavio se niz tvornica koje su u početku proizvodile industrijsku toplinsku opremu, a poslije i opremu za ventilaciju i klimatizaciju. Uređaje za grijanje toplim zrakom, ventilatore i grijače proizvodila je tvornica → Ventilator (osnovana 1932). Poduzeće je također sudjelovalo u izvođenju složenih postrojenja ventilacije i klimatizacije. Dio opreme proizvodila su poduzeća kojima je osnovna djelatnost bila u području rashladne tehnike, primjerice dizalice topline za hlađenje, grijanje i pripremu potrošne tople vode proizvodile su se u Termomehanici iz Zagreba i Termofrizu iz Splita. [8] Termofriz je proizvodio i rashladnike vode s freonima te rashladne tornjeve, što su česte komponente postrojenja za klimatizaciju (→ rashladna tehnika).

4.3. Prirodna ventilacija

Prirodna ventilacija je ventilacija kod koje se zrak izmjenjuje zbog efekta dimnjaka (uzrok strujanja) bez uporabe mehaničkih i drugih sličnih

uređaja. Ona se odvija putem infiltracije zraka kroz zazole prozora i vrata, te zidova, otvaranjem prozora i vrata te izmjenom zraka kroz ventilacijske kanale.

Prirodna ventilacija posljedica je razlike tlakova između prostorije i okoline (atmosferskih prilika). Razlika unutrašnje i vanjske temperature još potencira ventilaciju. Naime, otprilike na polovici visine prostorije, tlak u prostoriji jednak je onom izvan nje (neutralna zona). Npr. u zimi, kada je temperatura zraka veća u prostoriji nego izvan nje, tlak u blizini stropa veći je nego vani, a u blizini poda situacija je obrnuta, tako da hladni zrak ulazi u prostoriju u donjem dijelu, dok topli izlazi u gornjem.[9] Ljeti, u klimatiziranim prostorijama situacija je obrnuta.

4.4. Prisilna ventilacija

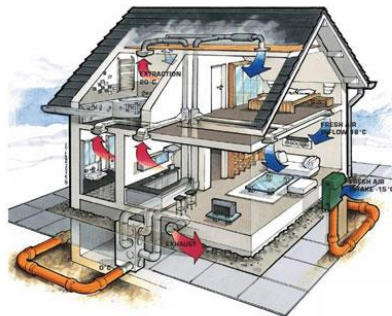
Kada je prirodna ventilacija nedovoljna, pribjegava se prisilnoj (mehaničkoj) ventilaciji koja se realizira pomoću ventilatora. Utjecaj prirodne ventilacije tada je i dalje prisutan, ali se može zanemariti. Izmjena zraka mehaničkim putem može se vršiti tako da se pomoću ventilatora u prostoriju ubacuje čisti zrak (tlačna ventilacija), ili izbacuje nečisti (odsisna ventilacija), ili kombinacijom oba ova načina (tlačno-odsisna ventilacija). Tlačna ventilacija izaziva pretlak u prostoriji, čime se onemogućava uvlačenje zraka iz susjednih prostorija. Koristi se u prostorijama namijenjenim boravku ljudi, operacijskim dvoranama itd. [10] Odsisna ventilacija izaziva podtlak u prostoriji, sprečavajući prodiranje zraka u susjedne prostorije, pa se koristi u prostorima u kojima se zrak zagađuje (radionice, kuhinje, sanitarne prostorije itd.). Kombinirani način obuhvaća istovremeno mehaničko ubacivanje i odsisavanje zraka.

Taj način je najkvalitetniji jer omogućava da se tlak u pojedinim prostorijama regulira prema potrebi. Zrak za ventilaciju može se

uzimati izvana u potpunosti (nije ekonomično) ili djelomično (pri čemu se u prostoriju vraća dio odsisanog zraka – optočni zrak).

4.5. Grijanje zrakom

Zrak koji služi za djelomično ili za jedino grijanje same prostorije, ovisno o potrebi topline za grijanje, zagrijava se na temperaturu do 50°C, zaključujem dakle puno veću od temperature prostorije u kojoj boravimo. Uređaj za grijanje zraka i ventilaciju sastoji se od grijača zraka i ventilatora, a prema potrebi može imati i neke dodatne elemente. Grijanje zrakom podrazumijeva grijanje samo optočnog zraka (bez dodatka vanjskog zraka). Zagrijavanje zraka koji se jedino ili djelomično uzima iz atmosfere podrazumijevaju zračno grijanje i ventilaciju. Ono može biti direktno (na samom izvoru topline) i indirektno (pomoću radnog medija – vode ili pare). Zatim se zagrijavanje prema uzroku cirkulacije zraka dijeli na gravitacijsko i prinudno tj. pomoću ventilatora. Grijanje je individualno ili centralno ako je prema mjestu zagrijavanja zraka (zrak za grijanje više prostorija zagrijava se na jednom mjestu i razvodi kanalima). Uređaji za grijanje zrakom uključuju kalorifer i ventilokonvektor (za posredno grijanje pogona i ureda, respektivno), te termogen (s ognjištem na plin ili ulje) i središnju jedinicu za zračno grijanje. [11]



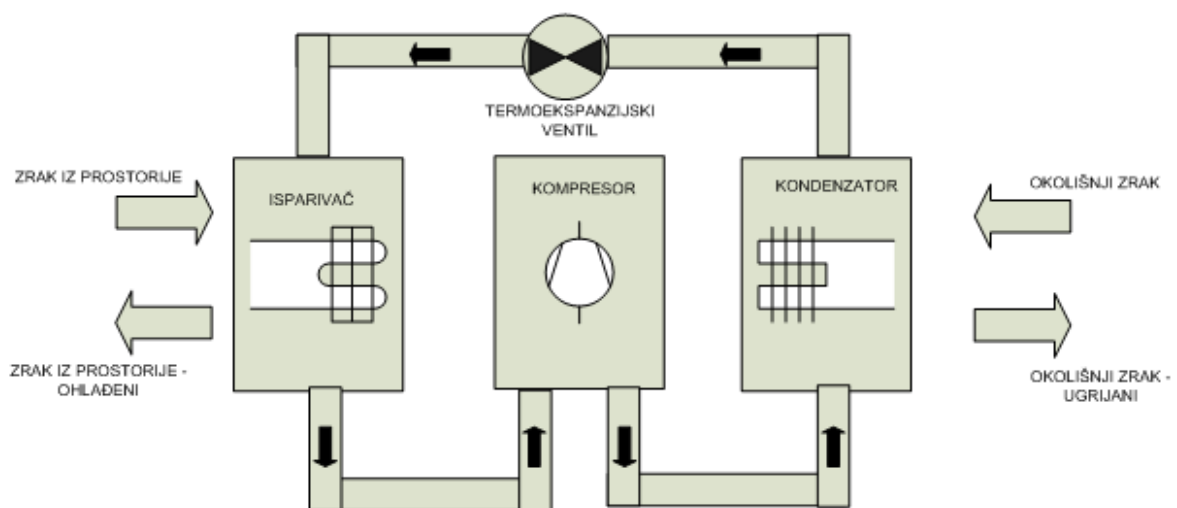
Slika 3. Ventilacija stambenog prostora³

³ <https://ve-trgo.hr/klimatizacija-i-ventilacija-osnove/>

5. KLIMATIZACIJA

Složeni proces koji uključuje kondicioniranje, transport i ubacivanje zraka u klimatizirani prostor nazivamo klimatizacija. Klimatizacijom se reguliraju i održavaju unutar zadanih granica: temperatura, relativna vlažnost, brzina strujanja zraka, čistoća zraka, nivo buke i razlika tlaka u prostoru, sve u svrhu postizanja ugodnog i zdravog okoliša za osobe koje u prostoru borave, odnosno postizanja uvjeta za potrebe industrijske proizvodnje. [12]

Regulacija procesa klimatizacije vrši se automatski.



Slika 4. Klimatizacija stambenog prostora⁴

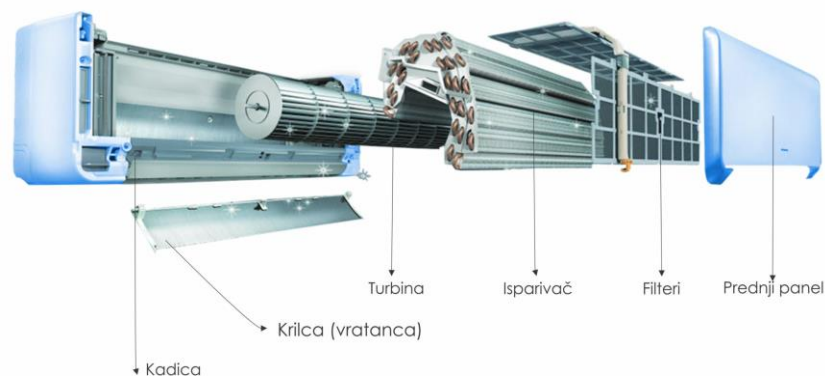
⁴ <https://www.klimakoncept.hr/hr/podrska-klimatizacija-sve-o-klimatizaciji-stambenog-i-poslovnog-prostora/1425/135>

5.1. Uređaji i postrojenja za klimatizaciju

Dijelovi za klimatizaciju sastoje se od uređaja za klimatizaciju, razvodne mreže kanala za zrak s otvorima prema prostoriji i atmosferi, vodova za radni medij i električnu struju, i uređaja za upravljanje.

Uređaji za klimatizaciju postoje kao individualni agregati (za neke manje prostorije), klima-komore (zasebna prostorija u kojoj je smješten uređaj za klimatizaciju) ili klima-centrale (uređaj za klimatizaciju koji se nalazi u nekoliko prostorija). [13]

5.2. Dijelovi uređaja za klimatizaciju



Slika 5. Dijelovi uređaja za klimatizaciju⁵

5.2.1. Filtri

Filtri se mogu biti uljni, suhi, vodeni, elektrostatički, pokretni i ugljični. Uljni filtri sastoje se od metalnog pletiva ili metalne vune natopljene u ljepljivo ulje. Za suhe filtre koristi se papir, staklena vuna, plastika ili tekstil. Ponekad se izrađuju kao višedijelni – za zaustavljanje raznih granulata prašine.

⁵ <https://eskimo-zadar.com/index.php/sve-o-klima-uredajima.html>

Vodeni filtri najčešće su načinjeni u obliku mlaznica kroz koje se u zrak raspršuju kapljice vode, tako da istovremeno služe kao ovlaživači zraka. Kapljice vode nakon toga se odvajaju od zraka. Ovi filtri imaju jako mali učinak, ali mogu barem malo ukloniti dim.

U elektrostatičkim filtrima prvo se prašini predaje pozitivni električni naboj. Tako nabijena prašina odvaja se pri prolazu između ploča i nabijenog kondenzatora. Pokretni filtri pomiču se tako da zrak uvijek prolazi kroz čisti dio filtra.

Oni imaju oblik beskonačne trake (koja se u donjem dijelu konstantno čisti), rolne (koja se s jednog kalema premotava na drugi) ili bubnja (koji se okreće tako da se prašina skuplja samo u sredini).

5.2.2. Grijači i hladnjaci

To su najčešće izmjenjivači topline koji se izrađuju kao cijevni izmjenjivači s lamelama. Oni se izrađuju od čelika ili od bakrenih cijevi s lamelama od aluminija ili bakra. Kroz cijevi struji voda, a oko njih zrak. Grijači koji samo direktno koriste produkte izgaranja plina ili ulja koriste se rijetko, dok električni grijači služe samo za male uređaje. Isparivači rashladnog stroja mogu se koristiti kao npr. hladnjaci za zrak za uređaje male i srednje veličine.

5.2.3. Sušenje zraka

Ono se najviše odvija pomoću hladnjaka, pri čemu je zbog sušenja često potrebno pothladiti zrak. Upijanje vlage pomoću higroskopskih materijala jako rijetko se koristi.

5.2.4. Ovlaživači zraka

Ono se najčešće vrši ubrizgavanjem vode. Voda se prolaskom kroz mlaznice rasprši u maglu koja ishlapljivanjem povećava sadržaj vodene pare u zraku. Radi boljeg raspršivanja, ponekad se koriste mlaznice s komprimiranim zrakom.

Nakon prostora s mlaznicama mora se postaviti odvajač koji odvaja kapljice i koji se sastoji od cik-cak postavljenih površina o koje kapljice udaraju, pa se na taj način zadržavaju i odvajaju.

Ponekad se ovlaživanje zraka obavlja tako da se kroz mlaznice u zrak direktno ubrizgava vodena para.

5.3. Individualni agregati

Oni se izvode kao samostojeći u prostoriji ili prozorski, zidni te krovni. Kanala ni posebnih otvora za zrak nema, a svi uređaji smješteni su u agregatu. U prozor se ugrađuje prozorski klimatizator tako da su isparivač hlađen zrakom (hladnjak), ventilator i grijač zraka koji su smješteni unutar prostorije, a kompresor, kondenzator i drugi ventilator smješteni su izvan prostorije. U dvodijelnom klimatizatoru vanjski i unutarnji dio napravljeni su kao dvije posebne jedinice koje su povezane različitim cijevima.

Samostojeća jedinica je ormar za klimatizaciju. Kompresor i zrakom hlađeni kondenzator s odgovarajućim ventilatorom mogu biti ugrađeni u ormar.

Ako bi se kondenzator hladio vodom onda se on ugrađuje zajedno s kompresorom u ormar, dok se za hlađenje te iste vode koristi posebni uređaj.

5.4. Sustavi za klimatizaciju

Mogu se klasificirati prema broju kanala za zrak, dobavnom tlaku ventilatora ili mogućnosti promjene protoka zraka. Naime, najčešće se klasificiraju prema sredstvu za održavanje temperature zraka u prostoriji na zračni, zračno-vodeni i vodeni sustav.

Klima-komore mogu biti zidane ili u blok-izvedbi, najčešće se nalaze u kućištu od lima, kao gotov proizvod ili se zasebno sastavlja u podrumu ili tavanu. Svaki element je izrađen kao zasebna jedinica ako se radi o modulskoj izvedbi. [15]

5.4.1. Zračni sustav

Razvodni sustavi mogu se podijeliti na niskotlačne (pretlak <1250 Pa kojemu je brzina zraka <10 m/s) i visokotlačne (pretlak <2500 Pa kojemu je brzina zraka >10 m/s). Visokotlačni sustavi ispred svoje prostorije ili zone imaju ekspanzijske kutije u kojima se tlakovi i brzine zraka snižavaju na vrijednosti koje su prikladne za ubacivanje u prostoriju. Stanje zraka u prostoriji održava se tako što promijenimo svojstva ili protok dovedenog zraka. Zračni sustav možemo podijeliti na jednokanalne i dvokanalne.

Zrak se iz uređaja za klimatizaciju prema prostorijama dovodi kroz isti kanal ako se radi o jednokanalnom sustavu, pa je isto stanje tog dovedenog zraka u svim prostorijama. Stanje zraka prilagođava se trenutnom stanju zraka u prostorijama ako se radi o nepromjenjivom protoku zraka.

Ako se radi o promjenjivom protoku zraka, dovedeni zrak ima konstantnu temperaturu, dok se temperatura u pojedinoj prostoriji održava tako što promijenimo količinu dovedenog zraka. Tu se ujedno smanjuje i ukupna potrebna količina zraka, stoga je takav sustav puno ekonomičniji.

U dvokanalnom sustavu grijač i hladnjak se postavljaju paralelno stoga se topli i hladni zrak razdvajaju posebnim kanalima do određene prostorije zatim se miješaju ispred svake prostorije u kutiji za miješanje koja jednako tako ima regulator protoka. Temperatura tople struje prilagođava se temperaturi vanjskog zraka, dok je temperatura hladne struje konstantna i iznosi otprilike 15°C.

Svi ovi sustavi izvode se sa stalnim ili s promjenljivim protokom zraka. U dvokanalnim sustavima potpuno su razdvojene struje toplog (primarnog koji stvara stalni protok) i hladnog (sekundarnog koji stvara promjenljivi protok) zraka, dok se miješanje odvija u samoj prostoriji.

Kombinacija dvokanalnog razvoda predstavlja višezonski sustav u kojem se na izlazu iz uređaja za klimatizaciju struje toplog i hladnog zraka miješaju posebno za svaku prostoriju, a zatim vode jednokanalnim sustavom do te prostorije.[16] Može se izvesti sa stalnim ili s promjenljivim protokom, a na ulazu u svaku prostoriju zrak se najčešće i dodatno zagrijava.

5.4.2. Zračno-vodeni sustav

Zrak i voda se koriste kao sredstva kojima se održava stanje zraka u prostoriji kada se radi o zračno-vodenom sustavu. Osim zračnog razvoda kojima se zrak dovodi i odvodi iz prostorije, potreban je i cijevni razvod njime se voda dovodi do izmjenjivača topline u svakoj prostoriji. Imamo sustave s dogrijavanjem i indukcijske sustave. Zračno-vodeni sustavi zahtijevaju visoke investicijske troškove, pa su ekonomski opravdani samo za veće objekte.

U sustavu s dogrijavanjem priprema se zrak konstantne temperature 12-15°C koji se jednokanalnim jednozonskim sustavom sa stalnim protokom dovodi u grijaću jedinicu koja je smještena u svakoj prostoriji.

Indukcijski sustav ima visokotlačni sustav za razdvajanje zraka kojim se u indukcijsku jedinicu smještenu u svakoj prostoriji dovodi količina zraka potrebna za ventilaciju. Taj zrak u indukcijskoj jedinici ekspandira u mlaznicama, razvijajući time znatnu brzinu, a zatim i podtlak. Taj stvoreni podtlak uvlači u indukcijsku jedinicu iz prostorije sekundarni zrak u omjeru od 1:1 do 4:1 u odnosu na količinu primarnog zraka. Pri tome sekundarni zrak prvo prolazi kroz izmjenjivač topline koji je smješten u indukcijskoj jedinici. Primarni i sekundarni zrak zatim se izmiješaju u indukcijskoj jedinici, pa zatim ulaze u prostoriju. [17]

Stalni protok primarnog zraka ima dvocijevni sustav s prekretnjem. Po zimi se u izmjenjivač topline dovodi topla voda za grijanje zraka, a kada temperatura vanjske atmosfere dosegne tzv. prekretnu temperaturu, u izmjenjivač se dovodi hladna voda za hlađenje zraka. Sustavi bez prekretnja koriste se u područjima s blagim zimama, gdje

izmjenjivač uvijek radi kao hladnjak u koji se dovodi hladna voda koja ima konstantnu temperaturu.

U trocijevnim indukcijskim sustavima primarni zrak ima konstantnu temperaturu, dok se na izmjenjivač spajaju dvije dovodne cijevi (za toplu i hladnu vodu). Sustav u svakoj prostoriji omogućava neovisan odabir hlađenja ili grijanja prema trenutnoj potrebi, ali miješanje tople i hladne vode u povratu energetski je nepovoljno.

Četverocijevni indukcijski sustav sličan je kao trocijevni, ali ima posebne polazne i povratne cijevi za toplu i za hladnu vodu. Indukcijska jedinica obično ima dva zasebna izmjenjivača topline, a to su grijač i hladnjak.

5.4.3. Vodeni klimatizacijski sustav

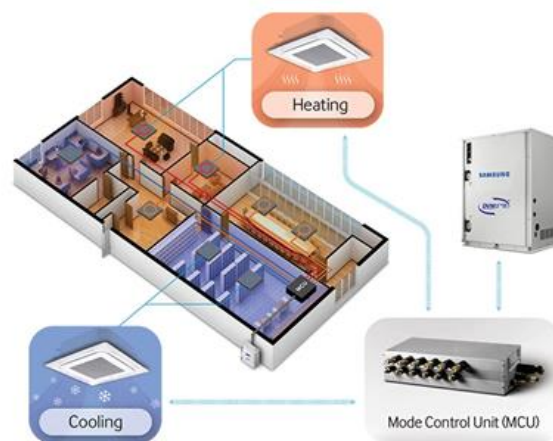
On održava željeno stanje u prostoriji samo uz pomoć vode koja struji kroz izmjenjivač topline. U svaku se prostoriju postavlja jedinica s ventilatorom i izmjenjivačem topline, obično ventilokon vektor te se često pod nazivom vodeni sustav podrazumijeva ventilokonvektorski sustav. On može imati jedan ili dva odvojena izmjenjivača topline. Potreban je dvocijevni razvod vode ako ima samo jedan izmjenjivač topline.

U ljetnom razdoblju voda je hladna i preko izmjenjivača preuzima osjetno i latentno opterećenje prostorije.

Izmjenjivač radi kao hladnjak s izdvajanjem vlage, pa se postavlja poseban cijevni razvod do svake jedinice radi odvođenja kondenzata. U zimskom razdoblju cjevovodom cirkulira topla voda. Za ventilo-konvektorsku jedinicu s dva izmjenjivača potreban je četverocijevni razvod

vode. Svaka prostorija ima tada, nezavisno od drugih prostorija, mogućnost grijanja ili hlađenja tijekom cijele godine.

U vodenom sustavu ventilacija prostorija provodi se odvojeno. Uz jednostavnu ventilaciju s povremenim otvaranjem prozora, postoji i mogućnost spajanja ventilokon vektora na otvor u vanjskom zidu kroz koji se uzima zrak za ventilaciju. Nedostatak tog rješenja je mogućnost smrzavanja izmjenjivača zimi, utjecaj vjetrova, prodor buke i sl. Ventilacija je moguća i uz pomoć posebnog zračnog sustava. Vanjski se zrak priprema u središnjoj komori i razdjeljuje se do svake prostorije.[18] Zrak se u komori obično priprema na stanje prostorije, tako da je toplinski neutralan.



Slika 6. Vodeni klimatizacijski uređaj⁶

⁶ <https://www.samsung.com/hr/business/variable-refrigerant-flow-air-conditioners-dvm/dvm-water-outdoor/>

6. POVRAT ENERGIJE U KLIMATIZACIJSKIM SUSTAVIMA

Svakim se ventilacijskim i klimatizacijskim sustavom dobavlja svježi zrak za ventilaciju prostorija. Energija potrebna za pripremu tog zraka, odnosno za dovođenje vanjskog zraka na traženo stanje prostorije, gubi se iz sustava s otpadnim zrakom.

Međutim, iskorištavanjem energije otpadnog zraka mogu se ostvariti znatne uštede energije. Stoga toplina otpadnog zraka prelazi na svježi zrak, i to ili samo osjetna toplina (rekuperacija topline) ili i osjetna i latentna toplina (regeneracija topline).[19] Djelotvornost nekog uređaja za povrat energije određena je stupnjem korisnosti, koji je funkcija masenih protoka vanjskog i otpadnog zraka te karakteristika prijenosa energije pa je za svaki tip uređaja potrebno posebno utvrditi uvjete rada.

U klimatizacijskim se sustavima za povrat energije upotrebljavaju se različiti uređaji, a to su rotacijski, lamelni i pločasti izmjenjivač, izmjenjivač s toplinskim cijevima i dr.

7. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu obradila sam sustave klimatizacije i ventilacije, njihove sastavne dijelove te principe funkcioniranja. Klima prostorije obuhvaća zajednički učinak temperature zraka, temperature zračenja površina prostorije, vlažnosti zraka, brzine strujanja zraka i sadržaja štetnih tvari, a u širem smislu uključuje još prirodnu i umjetnu rasvjetu i razinu buke.

Ventilacija (vjetrenje, provjetravanje) je odvođenje istrošenog i dovođenje svježeg zraka u cilju održavanja povoljnog plinskog sastava i čistoće zraka. Klimatizacija (kondicioniranje) je održavanje željene temperature, vlažnosti i čistoće zraka, te obuhvaća čišćenje, grijanje ili hlađenje i ovlaživanje ili sušenje zraka.

Povoljan plinski sastav, čistoća, temperatura, vlažnost i brzina strujanja zraka u prostoriji bitno utječu na osjećaj ugodnosti ljudi u prostoriji. Veća odstupanja tih parametara, naročito ako su trajna, mogu štetno djelovati na zdravlje ljudi. Odstupanja od optimalnog stanja zraka česta su u industrijskim pogonima, kao posljedica tehnološkog procesa proizvodnje.

8. LITERATURA

- [1] Zrak - <https://hr.wikipedia.org/wiki/Zrak>, pristupljeno: 20.12.2020.
- [2] Fizikalna svojstva zraka - <https://barbara.pgsri.hr/kemija/zrak.htm>, pristupljeno: 20.12.2020.
- [3] Korbar Radoslav: skripta, Prašina - <https://pdfslide.net/documents/rgk-predavanja.html>, pristupljeno: 21.12.2020.
- [4] Korbar Radoslav: skripta, Termodinamička svojstva - <https://pdfslide.net/documents/rgk-predavanja.html>, pristupljeno: 21.12.2020.
- [5] Vlaga u zraku - https://hr.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%BEnost_zraka, pristupljeno: 21.12.2020.
- [6] Nikola Đurđek: Grijanje, Ventilacija i Klimatizacija, Općenito o sustavima za klimatizaciju i ventilaciju - https://kupdf.net/download/grijanje-ventilacija-i-klimatizacija-knjiga_58b6f0386454a79256b1e8d1_pdf, pristupljeno: 22.12.2020.
- [7] Povijest ventilacije - <https://tehnika.lzmk.hr/ventilacija-i-klimatizacija/>, pristupljeno: 03.01.2021.
- [8] Povijest ventilacije u Hrvatskoj - <https://tehnika.lzmk.hr/ventilacija-i-klimatizacija/>, pristupljeno: 03.01.2021.
- [9] Prirodna ventilacija - <http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti/ventilacija-i-hladenje-stambenog-objekta/prirodna-ventilacija>, pristupljeno: 05.01.2021.
- [10] Prisilna ventilacija - https://hr.wikipedia.org/wiki/Ventilacija#Mehani%C4%8Dka_ventilacija, pristupljeno: 05.01.2021.

- [11] Korbar Radoslav: skripta, Grijanje zrakom - <https://pdfslide.net/documents/rgk-predavanja.html>, pristupljeno: 07.01.2021.
- [12] Klimatizacija - <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=31894>, pristupljeno: 07.01.2021.
- [13] Uređaji i postrojenja za klimatizaciju - <https://www.klimakoncept.hr/hr/podrska-klimatizacija-sve-o-klimatizaciji-stambenog-i-poslovnog-prostora/1425/135>, pristupljeno: 10.01.2021.
- [14] Dijelovi uređaja za klimatizaciju - https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/11_10_2007_7911_4_UVODKLI-KLIM07.pdf, pristupljeno: 10.01.2021.
- [15] Sustavi za klimatizaciju - <https://www.mbrfrigo.hr/project/klimatizacijski-ventilacijski-sustavi-hrvatska/>, pristupljeno: 10. 01. 2021.
- [16] Korbar Radoslav, skripta, Zračni sustav - <https://pdfslide.net/documents/rgk-predavanja.html>, pristupljeno: 10.01.2021.
- [17] Zračno - vodeni sustav - https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/11_10_2007_7911_5_PODJ_KLIM07.pdf, pristupljeno: 10.01.2021.
- [18] Vodeni sustav - https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/11_10_2007_7911_5_PODJ_KLIM07.pdf, pristupljeno: 12.01.2021.
- [19] Povrat energije - http://repozitorij.fsb.hr/8135/1/Vrdoljak-Colo_2017_diplomski.pdf, pristupljeno: 12.01.2021.

9. POPIS SLIKA

Sl. 1. Prašina u zraku.....	4
Sl. 2. Vlažnost zraka.....	6
Sl. 3. Ventilacija stambenog prostora.....	11
Sl. 4. Klimatizacija stambenog prostora.....	12
Sl. 5. Dijelovi uređaja za klimatizaciju.....	13
Sl. 6. Vodeni klimatizacijski uređaja.....	20