

EUROVENT  
PRIRUČNIK

# KROVNE JEDINICE





©Carrier

## PREDGOVOR

Eurovent priručnik pruža sveobuhvatan pregled krovne tehnologije, nudeći uvid u vrste, izvedbe, primjenu, funkcionalnost, izbor i održavanje krovnih jedinica. Priručnik je prvi kompendij ove vrste koji je izradila industrija krovnih rješenja i nezaobilazno je štivo za projektante, izvođače i investitore uključene u sektor grijanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC).

## AUTORI

Ovaj dokument objavio je Eurovent, a pripremljen je u partnerstvu sa sudionicima iz skupine proizvoda „Krovne jedinice“ (PG-RT), koja predstavlja većinu svih proizvođača ove vrste proizvoda aktivnih na tržištu EMEA (Europa, Bliski istok i Afrika).

Osobito važan doprinos dali su (prezimena su navedena abecednim redom) Arel Arsoy, Filip Konieczny, Morgane Lajeunesse, Natividad Molero, Mose Prandin, Damiano Rossi, Francesco Scuderi, Igor Sikorczyk, Nicola Toniolo i Anthony Ysebaert.

## COPYRIGHT

© Eurovent, 2023

Osim ako nije drugačije navedeno u nastavku, ova se publikacija može reproducirati u cijelosti ili djelomično, pod uvjetom da se navede izvor. Za bilo kakvu upotrebu ili reprodukciju slika ili drugih materijala koji nisu u vlasništvu Euroventa, dopuštenje se mora zatražiti izravno od nositelja autorskih prava.

Naslovna slika ©FLOWAIR

## Prijedlog citiranja

Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2023). Eurovent priručnik – krovne jedinice. Bruxelles: Eurovent.

©Carrier

# SADRŽAJ

Predgovor.....	3
Autori.....	3
Copyright.....	3
Prijedlog citiranja.....	3
Popis kratica i simbola.....	5
Popis definicija.....	5
1. UVOD .....	6
1.1 Čemu služe krovne jedinice i zašto su nam potrebne?.....	6
1.2 Što znači toplinska udobnost?.....	7
1.2.1 Optimalna toplinska udobnost.....	7
1.2.2 Utjecaj na dobrobit, zdravlje i produktivnost.....	8
1.3 Što znači IAQ?.....	8
1.3.1 Kako razina CO <sub>2</sub> utječe na IAQ?.....	8
1.3.2 Učinkovito filtriranje zraka za visok IAQ.....	8
2. ŠTO JE KROVNA JEDINICA?.....	10
2.1 Kratki pregled povijesti krovnih jedinica.....	10
2.2 Namjena krovnih jedinica .....	10
2.3 Srž krovne jedinice .....	10
2.3.1 Rashladni krug .....	10
2.3.2 Ventilatori i zagrijivač.....	10
2.4 Vrste krovnih jedinica .....	10
2.4.1 Jedinice s potpunom recirkulacijom .....	11
2.4.2 Jedinice s dovodnim ventilatorom i recirkulacijom .....	11
2.4.3 Jedinice s dovodnim ventilatorom, recirkulacijom i ispušnim zrakom.....	11
2.4.4 Jedinica s dovodnim ventilatorom, odvodnim ventilatorom, recirkulacijom i povratom energije .....	12
2.5 Razlike između krovnih jedinica i jedinica za obradu zraka .....	13
2.6 Potpora klimatskim promjenama i ekološkim izazovima .....	14
2.6.1 Tehnologija dizalice topline.....	14
2.6.2 Smanjenje utjecaja rashladnih sredstava .....	14
2.6.3 Politike kružnog gospodarstva .....	14
3. RAZLOZI ZA UPOTREBU KROVNIH JEDINICA .....	14
3.1 Ključne prednosti krovnih jedinica .....	14
3.2 Učinkovito obnavljanje zraka za dobar IAQ .....	15
3.3 Prava količina vanjskog zraka i povrat topline za optimizaciju energije .....	15
3.4 Variabilni protok zraka integriran u IAQ i kontrolu toplinske udobnosti .....	15
3.5 Utjecaj na ukupnu energetsku učinkovitost zgrade .....	16
3.6 Jednostavna ugradnja .....	17
4. RAZLIČITE PRIMJENE KROVNIH JEDINICA ZA RAZLIČITE ZAHTJEVE .....	18
4.1 Poslovne zgrade .....	18
4.2 Skladišta i logistički centri.....	18
4.3 Industrijski proizvodni pogoni .....	18
4.4 Obrazovne ustanove .....	19
4.5 Sportski objekti.....	19
4.6 Prostori za zabavu .....	20

4.7 Zračne luke .....	20
4.8 Izložbeni centri .....	20
4.9 Druge primjene .....	21
5. FUNKCIJE I KOMPONENTE KROVNIH JEDINICA .....	22
5.1 Područja grijanja i hlađenja .....	22
5.1.1 Područja grijanja i hlađenja .....	22
5.1.2 Jedinice zrak-zrak i jedinice voda-zrak .....	22
5.2 Kompresori .....	23
5.2.1 Konfiguracija s više kompresora .....	23
5.2.2 Krugovi s inverterskim pogonom .....	23
5.2.3 Sustav s više krugova .....	24
5.3 Zračni filtri .....	24
5.3.1 Filtriranje za dobar IAQ .....	24
5.3.2 Zaštita jedinice i sustava .....	24
5.3.3 Energetska učinkovitost filtera .....	24
5.3.4 Kontaminacija plinovima i mirisima .....	25
5.4 Ventilatori .....	25
5.4.1 Unutarnji ventilatori za dovod i odvod zraka .....	25
5.4.2 Vanjski ventilatori (u slučaju jedinica zrak-zrak) .....	25
5.5 Područje miješanja .....	26
5.5.1 Upravljanje vanjskim zrakom i freecooling .....	26
5.5.2 Ravnoteža tlaka u zgradama .....	26
5.6 Kontrola vlažnosti .....	27
5.6.1 Ovlaživači .....	27
5.6.2 Odvlaživanje .....	27
5.7 Uredaji za dodatno grijanje .....	28
5.7.1 Električni grijaci .....	28
5.7.2 Zavojnice tople vode .....	28
5.7.3 Moduli za plinsko grijanje .....	28
5.7.4 Zavojnica za zagrijavanje vrucog plina .....	28
5.8 Povrat energije iz ispušnog zraka .....	29
5.8.1 Termodinamički povrat .....	29
5.8.2 Pasivni povrat .....	29
5.9 Sustav kontrole .....	29
6. SUSTAV KONTROLE .....	31
6.1 Zašto je sustav kontrole važan za krovnu jedinicu? .....	31
6.2 Kakav je utjecaj sustava kontrole krovne jedinice na ukupnu učinkovitost? .....	31
6.3 Kojim komponentama krovne jedinice upravlja sustav kontrole? .....	31
6.4 Kakvo je značenje sučelja za upravljanje zgradom u sustavu kontrole krovne jedinice? .....	31
7. ODABIR, UGRADNJA, PUŠTANJE U POGON I ODRŽAVANJE .....	32
7.1 Odabir: Kako pravilno odabrati pravi proizvod? .....	32
7.2 Ugradnja i puštanje u pogon: Monoblok proizvod spremjan za upotrebu .....	32
7.3 Održavanje .....	32
7.3.1 Zamjena filtra .....	32
7.3.2 Čišćenje izmjenjivača topline .....	33
7.3.3 Provjera curenja rashladnog sredstva .....	33
7.4 Daljinski nadzor .....	33

8. POUZDANI PODACI .....	34
8.1 Eurovent Certified Performance .....	34
8.2 Prednosti podataka s Eurovent certifikatom .....	34
8.3 Eurovent Certified Performance Energy Efficiency .....	35

9. NORME, PROPISI I DRUGE KORISNE INFORMACIJE .....	36
9.1 Uredba Komisije (EU) 2016/2281 .....	36
9.2 Metode ispitivanja i EN norme .....	36
9.2.1 EN 14511 i EN 14825 .....	36
9.2.2 prEN 17625 .....	36

10. EUROPSKA INDUSTRija KROVNIH JEDINICA .....	37
10.1 Podaci o tržištu .....	37
10.2 Euroventova skupina proizvoda „Krovne jedinice“ .....	38
10.3 Ostali suradnici .....	38

0 EUROVENTU .....	39
-------------------	----

NAŠI ČLANOVI .....	39
--------------------	----



Primjeri krovnih jedinica ©Carrier

## POPIS KRATICA I SIMBOLA

<b>AHU</b>	Air Handling Unit (jedinica za obradu zraka)
<b>BMS</b>	Building Management System (sustav za upravljanje zgradama)
<b>CAV</b>	Constant Air Volume (konstantni volumen zraka)
<b>CEN</b>	The European Committee for Standardization (Europski odbor za standardizaciju)
<b>CO2</b>	Carbon Dioxide (ugljični dioksid)
<b>DCV</b>	Demand Controlled Ventilation (ventilacija kontrolirana po potrebi)
<b>EMI</b>	Eurovent Market Intelligence
<b>EU</b>	Europska unija
<b>GWP</b>	Global Warming Potential (potencijal globalnog zagrijavanja)
<b>HVACR</b>	Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration (grijanje, ventilacija, klimatizacija i hlađenje)
<b>IAQ</b>	Indoor Air Quality (kvaliteta unutarnjeg zraka)
<b>IEQ</b>	Indoor Environmental Quality (kvaliteta unutarnjeg okoliša)
<b>PG-RT</b>	Eurovent Product Group 'Rooftop Units' (Euroventova skupina proizvoda „Krovne jedinice“)
<b>PM</b>	Particulate Matter (lebdeće čestice)
<b>ppm</b>	Parts per Million (dijelova na milijun)
<b>RTU</b>	Rooftop Unit (krovna jedinica)
<b>VAV</b>	Variable Air Volume (varijabilni volumen zrak)
<b>VFD</b>	Variable Frequency Drive (pogon s promjenjivom frekvencijom)
<b>VOC</b>	Volatile Organic Compound (hlapljivi organski spoj)
<b>VSD</b>	Variable Speed Drive (pogon s promjenjivom brzinom)

## POPIS DEFINICIJA

### Odvodni zrak (ETA)

Zrak koji izlazi iz klimatiziranog prostora i ulazi u jedinicu; odvodni zrak može se miješati s vanjskim zrakom kao recirkulacijski zrak ili ući u uređaj za povrat topline radi povećanja učinkovitosti jedinice

### Ispušni zrak (EHA)

Zrak iz klimatiziranog prostora koji se ispušta prema van i koji može prethodno ući u vanjski izmjenjivač topline

### Vanjski zrak (ODA)

Zrak iz vanjskog okruženja

### Dovodni zrak (SUP)

Zrak koji izlazi iz unutarnjeg izmjenjivača topline i ulazi u prostor koji treba klimatizirati

# 1. UVOD

## 1.1 ČEMU SLUŽE KROVNE JEDINICE I ZAŠTO SU NAM POTREBNE?

U današnje vrijeme u prosjeku provodimo 90 % vremena u zatvorenom prostoru. Na prvi pogled može se činiti da je ova brojka pretjerana, ali kada uzmemu u obzir koliko vremena provodimo na poslu, u školi, trgovinama, kafićima, restoranima, kinima, kazalištima, sportskim klubovima te naposljetku kod kuće, brojka itekako ima smisla.

Iz tog razloga očekujemo ugodnu klimu unutar zgrada, što se u tehničkom smislu naziva kvaliteta unutarnjeg okoliša (IEQ).

IEQ ima temeljni utjecaj na naše zdravlje, dobrobit i produktivnost, što primjerice znači visok radni učinak i visoku učinkovitost učenja kada su djeca u pitanju.

Osiguravanje visokog IEQ-a podrazumijeva značajnu potrošnju energije, tako da tehnologije koje osiguravaju IEQ moraju pružiti vrlo visoku energetsku učinkovitost, niske emisije ugljičnog dioksida ( $\text{CO}_2$ ) i biti ekološki prihvatljive. Racionalni troškovi ulaganja u takve tehnologije također su vrlo važni.

Dva glavna elementa IEQ-a su toplinska udobnost (odgovarajuća temperatura i vlažnost) i kvaliteta unutarnjeg zraka (IAQ). Osiguravanje visokog IAQ-a uključuje pravilno

obnavljanje zraka u zgradi i odgovarajuće filtriranje zraka, dok održavanje odgovarajuće toplinske udobnosti u zatvorenom prostoru znači osiguravanje energije za grijanje i hlađenje.

Konkretno, ta je energija potrebna za:

- kondicioniranje vanjskog zraka koji se dovodi u zgradu; ovaj proces uključuje grijanje, hlađenje te po potrebi ovlaživanje i/ili odvlaživanje,
- nadoknadu toplinskih gubitaka i dobitaka zgrade, drugim riječima, energiju koja se prenosi kroz ovojnici zgrade zbog temperaturnih razlika, toplinskog opterećenja od električne opreme ili sunčevog zračenja.

Krovne jedinice (RTU) su kompaktni, samostalni uređaji koji sadrže sve komponente potrebne za učinkovito obnavljanje zraka i toplinsku udobnost u zatvorenom prostoru, kontrolu te za generiranje učina hlađenja i grijanja.

Stoga su krovne jedinice za mnoge vrste zgrada i primjene najbolja opcija kada je u pitanju cjelovito rješenje za sustav grijanja, ventilacije, klimatizacije i hlađenja (HVACR), koje zamjenjuje zasebne sustave grijanja, hlađenja, ventilacije i upravljanja, a istovremeno zadržava visoku energetsku učinkovitost, pouzdan rad i niske troškove ulaganja.

Krovne jedinice mogu se opremiti zračnim filterima visoke učinkovitosti za uklanjanje štetnih lebdećih čestica (PM) iz zraka koji se dovodi u zgradu, kao i za uklanjanje patogena u recirkulacijskom zraku koji uzrokuju bolesti.

Prednosti i dobrobiti krovnih jedinica, njihova konstrukcija, odabir i mnoge druge korisne informacije predstavljene su u sljedećim odlomcima ovog priručnika.



©Swegon

## 1.2 ŠTO ZNAČI TOPLINSKA UDOBNOŠT?

Toplinska udobnost, koja je u osnovi određena kombinacijom temperature i relativne vlažnosti, odnosi se na uvjete koje ljudi percipiraju kao zadovoljavajuće. Ona ima temeljni utjecaj na dobrobit, zdravlje i produktivnost.

### 1.2.1 Optimalna toplinska udobnost

Budući da postoje različiti čimbenici koji utječu na percepciju udobnosti, ne postoji univerzalna ni idealna toplinska udobnost koja zadovoljava sve ljude i koja se odnosi na sve sredine. To su, primjerice, vrsta odjeće i njezina izolacija, razina aktivnosti, brzina strujanja zraka i doba godine. Osim toga, svaka osoba drugačije doživljava udobnost.

Zbog toga se u procjeni toplinske udobnosti primjenjuju indeksi PMV i PPD. Predviđeni srednji glas (PMV) je indeks koji predviđa srednju vrijednost glasova koje daje skupina stanara na ljestvici osjetljivosti na toplinu. Nula na ljestvici označava neutralne uvjete, dok ekstremna vrijednost +3 označava osjećaj vrućine, a -3 osjećaj hladnoće. PPD označava predviđeni postotak nezadovoljnih osoba. Na temelju ova dva indeksa mogu se definirati opći kriteriji za projektiranje toplinske udobnosti.

Glavna europska norma za procjenu toplinskog okruženja, EN 16798-1, definira četiri kategorije za toplinsku udobnost u zatvorenom prostoru. Najbolja kategorija, I, podrazumijeva PPD od < 6 % i PMV u

rasponu od -0,2 do +0,2, što znači da je prosječna percepcija uvjeta blizu neutralne i da će samo do 6 % stanara biti nezadovoljno. Za razliku od toga, najgora kategorija, IV, podrazumijeva PPD od < 25 % i PMV u rasponu od -1,0 do +1,0.

Preporučeni parametri toplinske udobnosti u praktičnjem smislu, tj. rasponi prihvatljivih vrijednosti temperature i vlažnosti, obično su navedeni u nacionalnim građevinskim propisima, ovisno o različitim čimbenicima kao što su vrsta zgrade, razina aktivnosti i godišnje doba. Ako te informacije nisu dostupne, mogu se upotrijebiti zadane vrijednosti norme EN 16798-1 za tipične zgrade. Na primjer, za uredske i prostore slične namjene (sale za sastanke, dvorane, kantine, restorane, učionice) postoje sljedeće zadane projektne vrijednosti za zgrade s mehaničkim sustavima hlađenja:

- Minimalna unutarnja temperatura za zimu: 21 °C (kategorija I) i 18 °C (kategorija IV)

- Maksimalna unutarnja temperatura za ljeto: 25,5 °C (kategorija I) i 28 °C (kategorija IV)

Što se tiče raspona vlažnosti u prostorijama u kojima se boravi, ako je postavljen sustav ovlaživanja ili odvlaživanja, preporuke su sljedeće:

- Maksimalna relativna vlažnost (za početak odvlaživanja): 50 % (kategorija I) i 70 % (kategorija III)

- Minimalna relativna vlažnost (za početak ovlaživanja): 30 % (kategorija I) i 20 % (kategorija III)

Za specifične primjene kao što su proizvodni pogoni i skladišta, uvjete toplinske udobnosti mora individualno odrediti projektant u suradnji s investitorom i procesnim inženjerom.

# 1. UVOD

## 1.2.2 Utjecaj na dobrobit, zdravlje i produktivnost

Brojne studije provedene u posljednjih nekoliko godina jasno su pokazale izravnu i snažnu korelaciju između toplinske udobnosti i dobrobiti, zdravlja i produktivnosti. Pokazalo se da općenito previsoka temperatura smanjuje učinkovitost mentalnog rada, dok preniska temperatura smanjuje učinak fizičkog rada. Neadekvatna toplinska udobnost, čak i unutar fiziološki prihvatljivih granica, može smanjiti produktivnost za 5 do 15%<sup>1</sup> i rezultirati povećanjem broja nesreća na radnom mjestu.

Odnos između toplinske udobnosti, dobrobiti i produktivnosti nije ograničen samo na radno mjesto. Toplinska udobnost može značajno utjecati na uspjeh učenika, posebno među djecom, a prema nekim studijama može ga smanjiti za čak 25%<sup>2</sup>.

Iz tih je razloga osiguravanje toplinske udobnosti ključno, a s time povezano ulaganje isplati se u kratkom vremenu. Vrijedi zapamtiti da povećanje produktivnosti od 5 % znači 25 minuta dulji radni dan, a povećanje uspješnosti učenja od 12 % znači dodatnu godinu obrazovanja.

Što se tiče utjecaja na zdravlje, izloženost hladnom zraku i naglim promjenama temperature može izazvati astmu, dok hladno, suho okruženje može olakšati širenje virusa poput gripe. S druge pak strane, pretjerano topli i vlažni uvjeti povezani su s respiratornim problemima i umorom.

## 1.3 ŠTO ZNAČI IAQ?

Kvaliteta unutarnjeg zraka (IAQ) odnosi se na stupanj čistoće zraka u zatvorenim prostorima. Onečišćujuće tvari koje utječu na IAQ su plinovi i lebdeće čestice (PM). Glavne plinovite onečišćujuće tvari relevantne za opću ventilaciju su ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ) i hlapljivi organski spojevi (VOC). Lebdeće čestice su složena mješavina krutih i tekućih čestica organskih i anorganskih tvari suspendiranih u zraku, uključujući crni ugljik, mineralnu prašinu, čestice izgaranja i patogene koji se prenose zrakom i uzrokuju bolesti.

## 1.3.1 Kako razina $\text{CO}_2$ utječe na IAQ?

Glavni izvor onečišćenja zatvorenih prostorija u javnim zgradama su sami ljudi koji koriste kisik iz udahnutog zraka za proizvodnju energije, a ispuštaju ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ), vodenu paru i druge produkte metabolizma. U jednom danu prosječna osoba izdahne oko 500 litara  $\text{CO}_2$ . Ako nema dovoljnog obnavljanja kontaminiranog unutarnjeg zraka čistim vanjskim zrakom, koncentracija  $\text{CO}_2$  u prostoriji raste i može doseći razinu opasnu po zdravlje. Poznato je da bez odgovarajuće ventilacije unutarnja koncentracija  $\text{CO}_2$  može biti više od 10 puta veća nego u vanjskom zraku. S obzirom na to da tipična razina  $\text{CO}_2$  u vanjskom zraku iznosi 350 do 450 ppm, to znači da koncentracija  $\text{CO}_2$  u slabo prozračenoj prostoriji može

doseći i preko 4500 ppm. Općenito priznata razina  $\text{CO}_2$  za zadovoljavajući IAQ kreće se između 600 i 800 ppm, dok se 1000 ppm smatra gornjim prihvatljivim rasponom. Povećanje iznad 1500 ppm uzrokuje brzi gubitak koncentracije i produktivnosti ili osjećaj pospanosti. 5000 ppm je najveća koncentracija za određena radna mjesta. Koncentracije iznad 6000 ppm su kritične i mogu biti opasne za zdravlje, uključujući ubrzano disanje, glavobolje, mučninu i gubitak svijesti (pri koncentracijama > 10 %).

Zbog presudnog utjecaja  $\text{CO}_2$  na dobrobit i zdravlje ljudi, njegova se koncentracija koristi kao jedan od glavnih pokazatelja za IAQ. Budući da je emisija  $\text{CO}_2$  u zatvorenom prostoru izravno povezana s brojem osoba u prostoriji, senzori za  $\text{CO}_2$  koriste se za prilagodbu količine dovedenog vanjskog zraka stvarnim potrebama kako bi se održala unutarnja koncentracija  $\text{CO}_2$  na potreboj razini i smanjila potrošnja energije potrebne za obradu vanjskog zraka.

Druga značajna unutarnja onečišćujuća tvar koja utječe na IAQ su hlapljivi organski spojevi, koje emitiraju građevinski materijali i namještaj, ali i drugi izvori kao što su aerosolni sprejevi, sredstva za čišćenje i dezinfekciju ili uredska oprema (pisaci ili fotokopirni uređaji). Senzori za VOC također se mogu koristiti za prilagođavanje brzine ventilacije trenutačnim zahtjevima.

U mnogim državama članicama Europske unije upotreba senzora za  $\text{CO}_2$  i VOC već jest ili će uskoro postati obvezna.

## 1.3.2 Učinkovito filtriranje zraka za visok IAQ

Još jedan ključni razlog za pogoršanje kvalitete unutarnjeg zraka su onečišćenja vanjskog zraka koja ulaze u unutrašnjost. Osim hlapljivih kemijskih spojeva, to su štetne lebdeće čestice uključujući smog, finu prašinu, pelud, bakterije i pljesni te druge organske i anorganske štetne čestice. Ovaj je aspekt osobito važan kada je kvaliteta vanjskog zraka loša, kao što je slučaj u većini urbanih i industrijskih područja. Postoje također emisije lebdećih čestica u zatvorenom prostoru koje nastaju, na primjer, kuhanjem ili izgaranjem.

Učinci lebdećih čestica na ljudsko zdravlje temeljito su se proučavali u prošlosti. Rezultati su pokazali da fina prašina može predstavljati ozbiljnu opasnost po zdravlje. Najvažnije bolesti koje su povezane s izloženošću kontaminaciji unutarnjeg zraka lebdećim česticama su alergije i astma, rak pluća, kardiovaskularne bolesti, kronična opstruktivna bolest pluća i demencija.

Dokazano je da što je manji raspon veličine čestica, to je veća opasnost za zdravlje.  $\text{PM}_{10}$  čestice (promjera < 10  $\mu\text{m}$ ) mogu dospjeti u dišne kanale i uzrokovati smanjenu funkciju pluća, dok su  $\text{PM}_1$  čestice (< 1  $\mu\text{m}$ ) dovoljno male da uđu u krvotok i dovedu do raka, kardiovaskularnih bolesti i demencije.

<sup>1</sup> K. Parson Human thermal environments. The effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance. Taylor&Francis, 2003

<sup>2</sup> P. Wargocki, J.A. Porras-Salazar, S. Contreras-Espinoza, The relationship between classroom temperature and children's performance in school, Build. Environ. 157 (2019) 197–204

### Ključne točke učenja

- U današnje vrijeme ljudi većinu vremena provode u zatvorenim prostorima, što podrazumijeva potrebu za visokom kvalitetom unutarnjeg okoliša u zgradama.
- Kvalitet unutarnjeg okoliša ima ključni utjecaj na dobrobit, zdravlje i produktivnost. To uključuje toplinsku udobnost i kvalitetu unutarnjeg zraka.
- Toplinska udobnost znači zadovoljavajuću temperaturu i vlažnost, dok su glavni pokazatelji dobre kvalitete unutarnjeg zraka razina  $\text{CO}_2$  i koncentracija lebdećih čestica.
- Samostalne krovne jedinice sposobne su pružiti toplinsku udobnost i kvalitetu unutarnjeg zraka za mnoge vrste zgrada, bez potrebe za drugim HVAC sustavima.



Ovisno o kvaliteti vanjskog zraka i emisijama u zatvorenom prostoru, krovne jedinice mogu biti opremljene filtrima visoke učinkovitosti koji uklanjuju PM čestice iz zraka prije nego što se distribuiraju u zgradu kako bi se osigurao visok IAQ i eliminirala indicirana opasnost po zdravlje. Zahvaljujući filtrima ugrađenim u RTU, učinkovito se uklanjuju i vanjske (iz vanjskog zraka) i unutarnje onečišćujuće tvari (iz recirkulacijskog zraka).

Klasa primijenjenih filtera ovisi o razini onečišćenja okoline i načinu primjene specifičnom za zgradu.



Primjeri krovnih jedinica  
©Untes (gore) i ©Carrier (dolje)

Za više informacija o odabiru zračnih filtera s oznakom ISO 16890, pogledajte odgovarajuću Euroventovu preporuku 4/23.



## 2. ŠTO JE KROVNA JEDINICA?

### 2.1 KRATKI PREGLED POVIJESTI KROVNIH JEDINICA

Prvi klimatizacijski uređaji razvijeni su početkom 20. stoljeća. Rashladno sredstvo na bazi freona izumljeno je kasnih 1920-ih. Time je započela era kućnih klimatizacijskih uređaja. Kraj šezdesetih godina prošloga stoljeća donio nam je rotacijske kompresore koji se i dan-danas primjenjuju u industriji rashladnih uređaja. Nadovezujući se na ovo iskustvo, prve krovne jedinice razvijene su 1980-ih.

U prošlosti su krovne jedinice u početku bile sinonim za jeftina i nesofisticirana HVAC rješenja. S konstantnom brzinom protoka zraka, ručnim uključivanjem/isključivanjem, osnovnim komponentama i bez integriranih pametnih kontrolera, ovi uređaji nisu bili energetski učinkoviti niti ih je bilo lako kontrolirati. Ti nedostaci više nisu relevantni. Danas su krovne jedinice najsvremeniji HVAC uređaji koji nude vrlo visoku energetsku učinkovitost i fleksibilnu prilagodbu performansi radnim uvjetima. Integrirane pametne kontrole kompatibilne su s bilo kojim sustavom za upravljanje zgradama (BMS), što znači da se zahvaljujući očitanjima senzora i značajkama inteligentnog upravljanja krovne jedinice mogu konfigurirati i da mogu prilagoditi svoj učinak vremenskim i okolišnim uvjetima kojima služe.

### 2.2 NAMJENA KROVNIH JEDINICA

Glavna zadaća krovnih jedinica je hlađenje i grijanje prostora putem zraka u skladu s potrebama, osiguravajući toplinsku udobnost ljudi, dok jedinice koje dovode vanjski zrak za ventilaciju također osiguravaju odgovarajući IAQ.

Ti se ciljevi mogu alternativno postići putem zasebnih sustava koji kombiniraju različite tehnologije. Međutim, takav pristup često podrazumijeva izazove u prilagodbi pojedinih sustava stvarnim potrebama. To također uključuje veću složenost projekta i konstrukcije.

Kompaktan dizajn, smanjeni zahtjevi za prostorom za ugradnju i svestrane značajke krovnih jedinica pojednostavljaju dizajn i ugradnju HVAC sustava u mnogim slučajevima.

### 2.3 SRŽ KROVNE JEDINICE

Osnovne komponente krovne jedinice uključuju dolje navedene dijelove.

#### 2.3.1 Rashladni krug

Rashladni krug je najvažniji element krovne jedinice. Vrlo često može raditi kao reverzibilni ciklus za potrebe hlađenja i grijanja. Najčešći ciklus je zrak-zrak, dok je najmanje zastupljen vodom hlađeni ciklus. Rashladni ciklus sastoji se od glavnih

komponenti kao što su kompresor, isparivač, kondenzator, ekspanzijski ventil i, naravno, rashladno sredstvo. U slučaju sustava zrak-zrak, vanjski ventilatori također su dio kruga. Ovi se elementi upotrebljavaju za termodinamičke procese koji mijenjaju parametre dovognog zraka.

#### 2.3.2 Ventilatori i zagrijač

Drugi dio krovne jedinice je dio koji se sastoji od ventilatora i zagrijača. Ove komponente osiguravaju distribuciju toplinske energije i vanjskog zraka u prostoriji. Dovodni ventilator stvara protok zraka za distribuciju topline iz rashladnog ciklusa i dovod vanjskog zraka. Zagrijač dodatno omogućuje funkciju freecooling, što znači da krovna jedinica može povećati količinu vanjskog zraka kako bi se smanjila potrošnja energije u procesu hlađenja prostorije.

Ovaj dio također uključuje zračne filtre za pročišćavanje vanjskog i recirkulacijskog zraka koji se dovodi u zgradu.



Primjer krovne jedinice ©Clivet

### 2.4 VRSTE KROVNIH JEDINICA

Krovne jedinice kondicioniraju i distribuiraju zrak unutar zgrade. One odvode zrak iz zgrade, miješaju ga s vanjskim zrakom za ventilaciju, uklanjaju iz njega čestice putem filtera, zagrijavaju ga ili hlade u unutarnjem izmjenjivaču i zatim ga s pomoću ventilatora potiskuju kroz kanale u predviđene prostore unutar zgrade.

Glavne vrste krovnih jedinica objašnjene su u nastavku.

Prikazani dijagrami su ilustrativni, a naznačeni položaj ulaza i izlaza zraka služi samo kao primjer. U praksi, krovne jedinice nude različite mogućnosti rasporeda priključaka kanala, što olakšava prilagodbu rasporeda kanala.

#### 2.4.1 Jedinice s potpunom recirkulacijom

Gdje je ventilacija osigurana drugim sustavima ili ima dovoljnu infiltraciju, mogu se koristiti krovne jedinice s potpunom recirkulacijom. Ovaj tip jedinice ne dovodi vanjski zrak i služi samo za kondicioniranje unutarnjeg zraka.



Slika 1: Jedinica samo za recirkulaciju ©Daikin

#### 2.4.2 Jedinice s dovodnim ventilatorom i recirkulacijom

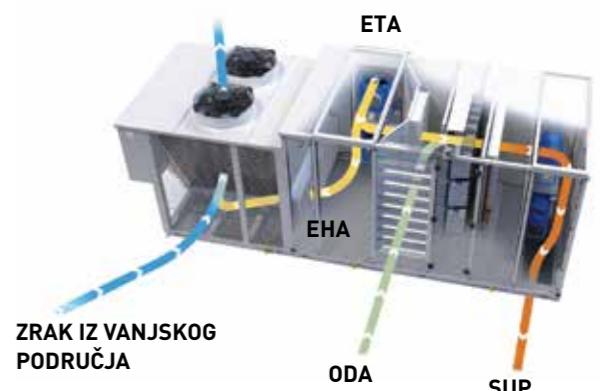
U slučaju osnovnih jedinica s dovodnim ventilatorom i recirkulacijom, koje dovode vanjski zrak, ali ga ne ispuštu, u zgradi se stvara pretlak. Što je veći protok vanjskog zraka za ventilaciju ili freecooling, to je veći pretlak. To neće uzrokovati probleme u zgradama s niskom zrakonepropusnošću i/ili s često otvorenim vratima, međutim ovo rješenje treba izbjegavati u drugim primjenama.



Slika 2: Jedinica s dovodnim ventilatorom i recirkulacijom, bez ispušnog zraka (krovna jedinica s dvije zaklopke) ©Daikin

#### 2.4.3 Jedinice s dovodnim ventilatorom, recirkulacijom i ispušnim zrakom

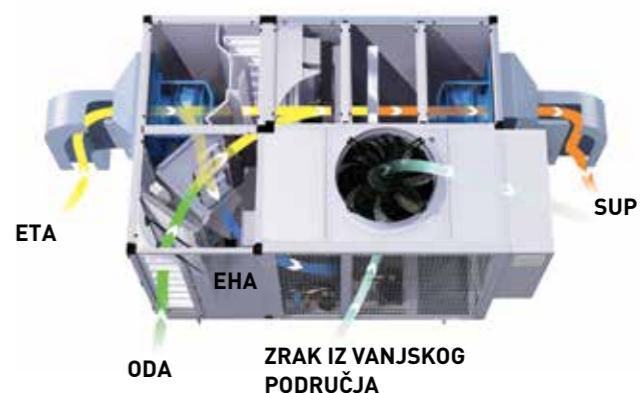
U primjenama gdje je potrebno održavati ravnotežu tlaka u zgradi kako bi se spriječila infiltracija, upotrebljavaju se krovne jedinice s područjem za ispušni zrak. Ova vrsta jedinice može biti opremljena odvodnim ventilatorom ako se ravnoteža tlaka mora regulirati unutar određene vrijednosti.



Slika 3: Jedinica s dovodnim ventilatorom, dodatnim odvodnim ventilatorom, recirkulacijom i ispušnim zrakom (krovna jedinica s tri zaklopke) ©Daikin

#### 2.4.4 Jedinica s dovodnim ventilatorom, odvodnim ventilatorom, recirkulacijom i povratom energije

Za daljnje poboljšanje energetske učinkovitosti, posebno u primjenama s visokim omjerom vanjskog zraka, krovne jedinice mogu integrirati komponente za povrat energije iz ispušnog zraka poput rotacijskog izmjenjivača topline, dodatnog rashladnog kruga ili namjenskog izmjenjivača integriranog u glavni krug rashladnog sredstva. Način povrata energije također je preusmjeravanje ispušnog zraka u vanjski izmjenjivač prije nego što se izbací van, čime se povećava učinkovitost rashladnog kruga.



Slika 4: Jedinica s dovodnim ventilatorom, odvodnim ventilatorom, recirkulacijom, povratom energije putem pločastog izmjenjivača i ispušnim zrakom koji se preusmjerava na vanjski izmjenjivač ©Daikin

## 2. ŠTO JE KROVNA JEDINICA?

Tabela 1: Pregled općih značajki odgovarajućih vrsta krovnih jedinica

Značajka \ Vrsta jedinice	Dovodni ventilator i samo recirkulacija	Dovodni ventilator i recirkulacija	Dovodni ventilator, recirkulacija i ispušni zrak	Dovodni ventilator, odvodni ventilator, recirkulacija i povrat energije	
Referentni dijagram	Slika 1	Slika 2	Slika 3	Slika 4	
Komponente i funkcije	Vanjski zrak	NE	DA	DA	
	Ispušni zrak	NE	NE	DA	
	Odvodni ventilator	NE	NE	DA	
	Pasivni povrat topline <sup>3</sup>	NE	NE	NE	
Prednosti	Niski troškovi i jednostavnost	Niski troškovi i jednostavnost	Niski troškovi i jednostavnost Nizak pretlak (preporučuje se samo ako je pad tlaka u odvodnom kanalu nizak)	Ravnoteža tlaka i mogućnost upravljanja određenim pretlakom Moguć termodinamički povrat topline	Ušteda energije zahvaljujući sustavima za povrat energije (pasivni i/ili termodinamički)
Nedostaci	Nema ventilacije	Pretlak (ako se može izbjegić s pomoću gravitacijskih zaklopki u zgradil) Nema pasivnog ili termodinamičkog povrata topline	Nema pasivnog ili termodinamičkog povrata topline	Nema pasivnog povrata topline	Veći troškovi ulaganja i složenost jedinice
Tipične primjene	Zgrade u kojima je ventilacija osigurana drugim sustavima ili infiltracijom	Zgrade sa srednjom ili niskom zrakonepropusnošću, često otvorenim vratima i/ili gravitacijskim zaklopkama	Instalacije s malim padom tlaka u odvodnom kanalu	Instalacije u kojima je ključno osigurati upravljanje tlakom	Instalacije u kojima je ušteda energije prioritet
Primjeri primjene	Skladišta i podatkovni centri (ograničeni na nultu popunjenošću)	Proizvodnja i trgovine u glavnim ulicama (ograničena popunjenošću s klijnim vratima i/ili lokalnim odvodom)	Veći trgovački centri i teretane (velika popunjenošć s potrebom za svježim zrakom)	Obrazovne ustanove, kina i dvorane (maksimiziranje unosa svježeg zraka uz optimizaciju energetske učinkovitosti)	

<sup>3</sup> Vidi poglavljje 5.8.2

## 2.5 RAZLIKE IZMEĐU KROVNIH JEDINICA I JEDINICA ZA OBRADU ZRAKA

U fazi osmišljavanja dizajna često se razmatra alternativna upotreba krovnih jedinica ili jedinica za obradu zraka (AHU). Sljedeći odlomak objašnjava glavne razlike između ove dvije vrste uređaja kako bi se olakšalo donošenje prave odluke u specifičnom slučaju.

**Jedinice za obradu zraka** obično su dizajnirane za dovod 100 % vanjskog zraka u prostorije za ventilaciju i za postizanje visokog IAQ-a. Također je moguća primjena za grijanje i hlađenje prostora. Obično su potrebni vanjski generatori kao što su bojleri za grijanje i rashladni uređaji za hlađenje dovodnog zraka, no jedinice za obradu zraka (AHU) s integriranim ili sveobuhvatnim dizalicama topline dostupna su opcija. Za odgovarajuću toplinsku udobnost u zatvorenom prostoru, AHU jedinice se mogu jednostavno integrirati u napredne sustave s uređajima kao što su radijatori, ventilokonvektori i klimatizacijski uređaji. AHU jedinice prikladne su za složene centralizirane sustave s više zona, kao i za male decentralizirane primjene s malim volumenom zraka. AHU jedinice mogu se instalirati u zatvorenom ili otvorenom prostoru. Budući da se AHU jedinice mogu dizajnirati po narudžbi, lako se prilagođavaju zahtjevima kupaca i servisa te higijenskim zahtjevima.

**Krovne jedinice** namijenjene su za pružanje odgovarajuće toplinske udobnosti grijanjem i hlađenjem prostora putem zraka te za dovod dovoljne količine vanjskog zraka za postizanje dobrog IAQ-a. Namijenjene su za primjenu gdje je prihvatljiva recirkulacija zraka. Krovne jedinice su sveobuhvatni uređaji s integriranim rashladnim sustavom i drugim komponentama potrebnim za autonomni rad. Odlikuju se kompaktnim dimenzijama i jednostavnim načinom postavljanja na otvorenom, obično na krovu. Općenito, krovne jedinice prikladne su za srednje do velike zgrade koje imaju ograničen broj kontrolnih zona, z ograniczonu liczbą stref.

Tabela 2: Uobičajene i glavne razlike između krovnih i AHU jedinica (nestambenih jedinica za ventilaciju)

Značajka	Krovne jedinice	Jedinice za obradu zraka
<b>Namjena</b>	Pružaju toplinsku udobnost i IAQ	Prvenstveno pružaju IAQ, ali su također pogodne i za IAQ i za toplinsku udobnost
<b>Dovod vanjskog zraka</b>	Obično radi s omjerom recirkulacijskog i vanjskog zraka od oko 30 %, koji se može povećati do 100 % u odgovarajućim uvjetima	Obično 100 %
<b>Sustav hlađenja i grijanja</b>	Uvijek integriran i korišten za pružanje punog kapaciteta toplinske udobnosti unutar zgrade	Opcijski i uobičajeno za kondicioniranje ventilacijskog zraka
<b>Dizajn</b>	Kompaktan dizajn	Modularan/kompaktan dizajn
<b>Kontrole</b>	Uvijek integrirane	Obično integrirane u kompaktnom dizajnu i opcijski u modularnom dizajnu
<b>Povrat topline</b>	Opcijski	Uvijek se upotrebljava (dvosmjerne jedinice)
<b>Odvodni ventilator</b>	Opcijski	Uvijek se upotrebljava (dvosmjerne jedinice)
<b>Zahtjevi za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju (Ecodesign)</b>	Uredba (EU) 2016/2281	Uredba (EU) 1253/2014



## 2. ŠTO JE KROVNA JEDINICA?

### 2.6 POTPORA KLIMATSKIM PROMJENAMA I EKOLOŠKIM IZAZOVIMA

Krovne jedinice savršeno se uklapaju u Europski zeleni plan, strategiju kojom se Europska unija (EU) usmjerava prema klimatskoj neutralnosti do 2050. godine. Tri ključna elementa ove strategije uključuju promicanje tehnologije dizalice topline (2.6.1), smanjenje utjecaja rashladnih sredstava (2.6.2) i politike kružnog gospodarstva (2.6.3).

#### 2.6.1 Tehnologija dizalice topline

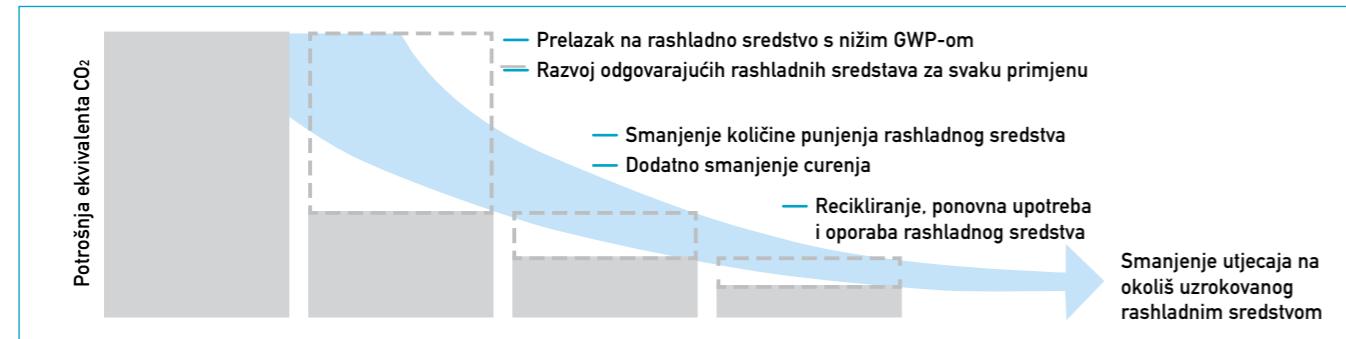
Danas se oko 30%<sup>4</sup> poslovnih zgrada u EU grije na prirodni plin. Dizalice topline zrak-zrak moguće bi imati glavnu ulogu u nastojanju da se smanji ovisnost o prirodnom plinu. Tehnologija dizalice topline koja se primjenjuje u krovnim jedinicama prepoznata je kao ključna u postizanju ciljeva dekarbonizacije. To je visoko energetski učinkovita zamjena za izvore topline koji se temelje na izgaranju fosilnih goriva kao što je prirodni plin. Ova tehnologija također povećava neovisnost o opskrbni fosilnim gorivima, koja je usko povezana s fluktuirajućom globalnom

situacijom. Budući da se dizalice topline napajaju električnom energijom koja se sve više proizvodi iz obnovljivih izvora, one predstavljaju pravu zelenu alternativu tradicionalnoj proizvodnji topline.

#### 2.6.2 Smanjenje utjecaja rashladnih sredstava

Ciljevi postupnog smanjivanja F-plinova vode industriju prema smanjenju utjecaja rashladnih sredstava. Sveobuhvatan pregled aktivnosti u industriji koje su u tijeku ili se istražuju prikazan je na slici 5.

Emisije F-plinova u Europskoj uniji smanjiti će se za dvije trećine do 2030. godine u usporedbi s razinama iz 2014. godine upotrebom rashladnih sredstava s nižim potencijalom globalnog zagrijavanja (GWP) i/ili proizvoda s manjim punjenjem rashladnog sredstva. U industriji se primjenjuju različite tehnologije rashladnih sredstava. Najčešća rashladna sredstva koja se upotrebljavaju u industriji krovnih rješenja su R-410A, R-32 i R-454B, koja se odlikuju niskim GWP-om, kao što je prikazano u tabeli 3.



Slika 5: Sveobuhvatni pristupi smanjenju potrošnje ekvivalenta CO<sub>2</sub>. ©Daikin

Tabela 3: Uobičajena rashladna sredstva koja se upotrebljavaju u proizvodima za krovove s odgovarajućim GWP-om

Vrsta rashladnog sredstva	GWP
R-410A	2,088
R-32	675
R-454B	466

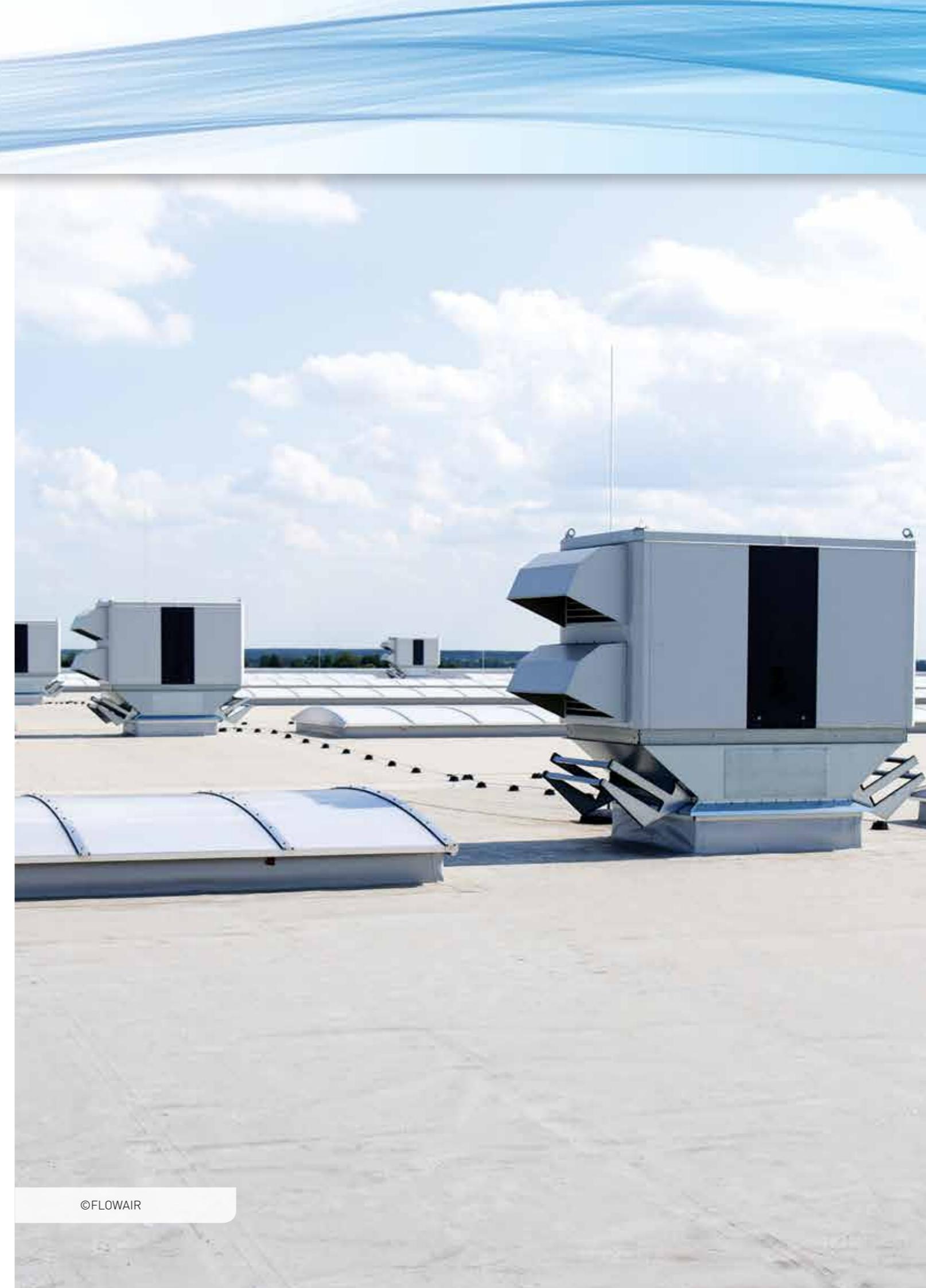
#### 2.6.3 Politike kružnog gospodarstva

Cilj kružnog gospodarstva je poboljšati mogućnost popravka i nadogradnje proizvoda te ponovne upotrebe njihovih komponenti i primijenjenih sirovina. Kompaktan dizajn krovnih jedinica i jednostavan pristup njihovim podsklopovima, koji olakšavaju rastavljanje, bitno pridonose ovim ciljevima.

#### Ključne točke učenja

- Krovne jedinice su provjerena i dokazana samostalna rješenja za grijanje, hlađenje i ventilaciju. U mnogim slučajevima upotreba krovnih jedinica omogućuje pojednostavljenje HVACR sustava.
- Moderne krovne jedinice su najsvremeniji HVAC uređaji koji nude vrlo visoku energetsku učinkovitost i fleksibilnu prilagodbu performansi.
- Glavni elementi krovnih jedinica uključuju rashladni krug, ventilatore, dio sa zagrijaćem i sustave za povrat energije.
- Razlike između krovnih jedinica i jedinica za obradu zraka omogućuju odabir jednog od ovih uređaja kao najboljeg rješenja za određeni projekt.
- Dizajn i tehnologija krovnih jedinica igraju važnu ulogu u planovima energetske tranzicije prema Europskom zelenom planu.

<sup>4</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_IND\\_FECF\\_\\_custom\\_3375739/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=5463efac-cd35-4d4c-b027-d706050cdf7f](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_FECF__custom_3375739/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=5463efac-cd35-4d4c-b027-d706050cdf7f)



©FLOWAIR

## 3. RAZLOZI ZA UPOTREBU KROVNIH JEDINICA

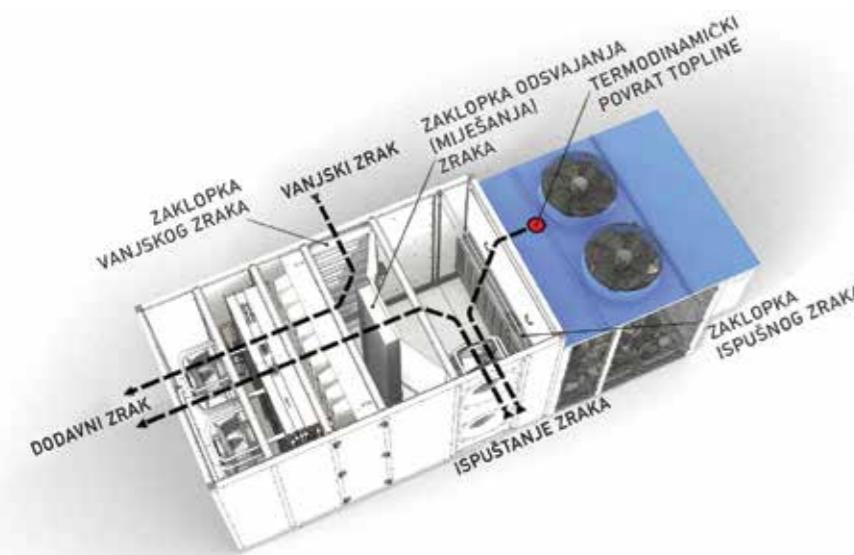
### 3.1 KLJUČNE PREDNOSTI KROVNIH JEDINICA

Kao sveobuhvatno rješenje, krovne jedinice pružaju sve što je potrebno za osiguravanje toplinske udobnosti i kvalitete unutarnjeg zraka unutar zgrade. Zahvaljujući svom dizajnu i izvanrednoj konfiguraciji, ovaj centralizirani klimatizacijski sustav može se, ovisno o trenutačnim zahtjevima i konfiguraciji, transformirati iz osnovnog klimatizacijskog uređaja u sveobuhvatan sustav koji može pružiti funkcije kao što su hlađenje i grijanje prostora, ventilacija, filtriranje i pročišćavanje zraka, ovlaživanje, odvlaživanje i freecooling.

Gore navedeno ne bi trebalo ostaviti dojam da je krovna jedinica središnja split ili multi split jedinica niti AHU jedinica opremljena krugom rashladnog sredstva jer krovne jedinice pružaju najbolje rezultate kada kombiniraju potrebu za održavanjem toplinske udobnosti u zgradama i potrebu za ventilacijom.

Kada su opremljene zaklopakama, krovne jedinice mogu kombinirati vanjski zrak i reciklirani zrak, omogućujući dovodnom zraku da zadovolji toplinsko opterećenje zgrade.

U usporedbi s drugim opcijama dizajna kao što je upotreba AHU jedinice za ventilaciju i dodatnih sustava za toplinsku udobnost, rješenje koje se temelji na krovnoj jedinici nudi sveukupno pojednostavljenje HVAC sustava upotrebom jedne kompaktne i samostalne jedinice sa svim funkcijama i komponentama, koje su projektirane, optimizirane i tvornički testirane od strane jednog dobavljača.



Slika 6: Primjer rasporeda krovne jedinice ©Swegon

Integrirani sustav kontrole krovne jedinice tvornički je dizajniran radi optimizacije ventilacije zajedno sa svim ostalim funkcijama kako bi se postigao potreban IAQ uz najbolju energetsku učinkovitost.

Kontrola varijabilnog protoka dovodnog zraka, koja predstavlja univerzalnu značajku najnovije generacije krovnih jedinica, više je od tradicionalnog varijabilnog protoka zraka, koji uzima u obzir samo pad tlaka u kanalima zračnog sustava. U modernim krovnim jedinicama, potrošnja energije dovodnih i odvodnih ventilatora može se optimizirati prema stvarnim zahtjevima za hlađenje i grijanje, odvlaživanje, freecooling i kontrolu CO<sub>2</sub> ili VOC. Što se IAQ više približava zadanim vrijednostima, manja će biti ukupna potrošnja energije uređaja, kako za krug rashladnog sredstva tako i na strani zraka.



### 3.2 UČINKOVITO OBNAVLJANJE ZRAKA ZA DOBAR IAQ

Same krovne jedinice mogu opskrbiti prostorije potrebnom količinom vanjskog zraka s odgovarajućom temperaturom i vlagom, osiguravajući pritom visoku kvalitetu zraka za disanje i pružajući istovremeno odgovarajuću toplinsku udobnost u zatvorenim prostorima.

Drugim riječima, krovne jedinice uklanjuju kontaminirani unutarnji zrak – bilo onečišćeni zrak ili zrak koji je samo neugodno vruć ili hladan – i zamjenjuju ga čistim, svježim, odvlaženim (a ponekad i ovlaženim) zrakom na odgovarajućoj temperaturi.

### 3.3 PRAVA KOLIČINA VANJSKOG ZRAKA I POVROT TOPLINE ZA OPTIMIZACIJU ENERGIJE

Zrak koji osigurava krovna jedinica služi za odgovarajući IAQ i toplinsku udobnost. Da bi se osigurao odgovarajući IAQ, potreban je odgovarajući omjer vanjskog zraka u dovodnom zraku. Obrada vanjskog zraka je skupljala u smislu potrošnje energije u usporedbi s recirkulacijskim unutarnjim zrakom. Radi uštede energije zbog obrade vanjskog zraka potrebno je da se uvijek tretira količina vanjskog zraka koja je stvarno potrebna za ventilaciju. Kada se IAQ odnosi na broj osoba u zgradama, razina CO<sub>2</sub> u odvodnom zraku može se upotrijebiti za kontrolu protoka vanjskog zraka. Zaklopka vanjskog zraka prilagođena je za podešavanje količine vanjskog zraka kako bi se smanjila razlika između trenutačne i granične vrijednosti CO<sub>2</sub>.

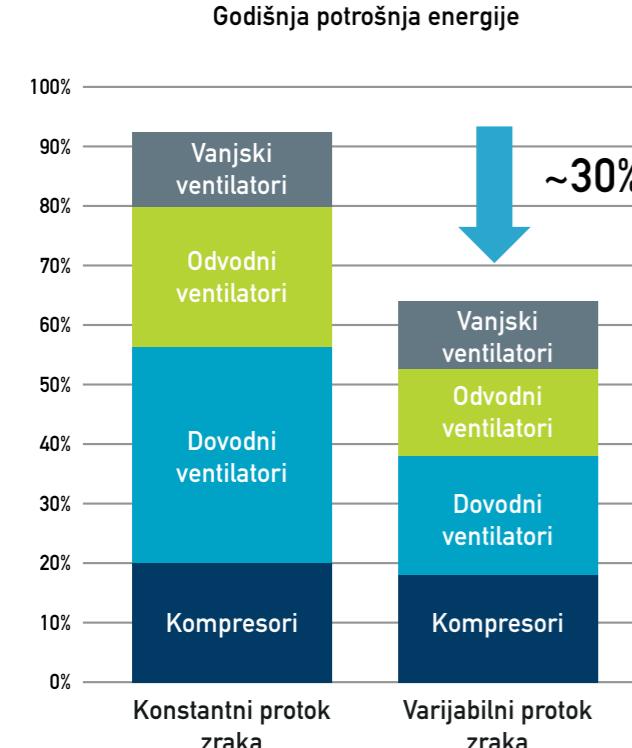
Kako bi se dodatno povećala učinkovitost jedinice iskorištavanjem energije ispušnog zraka, mogu se koristiti različite vrste povrata topline. To uključuje termodinamički povrat topline, pločaste izmjenjivače topline i rotacijske izmjenjivače topline.

### 3.4 VARIJABILNI PROTOK ZRAKA INTEGRIRAN U IAQ I KONTROLU TOPLINSKE UDOPBNOSTI

Pogoni s promjenjivom brzinom (VSD) ugrađeni u motore moguće su učinkovitu kontrolu performansi kako bi se poboljšala svojstva ventilatora. To olakšava prilagodbu volumena zraka stvarnim potrebama objekta. Odvodni ventilator i područje mijenjanja moguće su upotrebu energije iz odvodnog zraka za zagrijavanje vanjskog zraka i smanjenje potrošnje energije, dok senzori za CO<sub>2</sub> i uređaji za varijabilni volumen zraka (VAV) u kanalu osiguravaju ispunjenje zahtjeva za IAQ i temperaturu u pojedinačnim kontrolnim zonama.

Krovne jedinice mogu biti opremljene senzorima tlaka za kontrolu ventilatora bez koraka na temelju razlike tlaka uzrokovane, primjerice, prljavim filterima ili položajem zaklopki.

### 3. RAZLOZI ZA UPOTREBU KROVNIH JEDINICA



Slika 7: Usporedba tipične godišnje potrošnje energije podijeljene između konstantne i varijabilne kontrole protoka zraka ©MEHITS

### 3.5 UTJECAN NA UKUPNU ENERGETSKU UČINKOVITOST ZGRADE

Krovne jedinice uvijek imaju integrirane rashladne krugove, a proizvedena energija za hlađenje ili grijanje izravno se prenosi iz rashladnog plina u dovodni zrak koji služi za hlađenje i/ili grijanje prostora. Time se eliminira posredna tekućina za prijenos energije, pojednostavljuje lanac opskrbe energijom za grijanje i hlađenje zgrade i minimiziraju povezani gubici energije. Zapravo, povećava se ukupna energetska učinkovitost zgrade.

Još jedna značajka koja pridonosi energetskoj učinkovitosti zgrada je funkcija freecooling (ili freeheating), koja je tipična za krovne jedinice. Ova funkcija određuje, ovisno o uvjetima vanjskog zraka, je li energetski učinkovitija recirkulacija unutarnjeg zraka ili uvođenje vanjskog zraka. Za jedinice koje mijere entalpiju, u procjeni se osim temperature uzima u obzir i vlažnost.

Zahvaljujući varijabilnoj kontroli kapaciteta komponenti i kompatibilnosti integriranih sustava kontrole s bilo kojim sustavom za upravljanje zgradama (BMS), krovne jedinice mogu točno prilagoditi svoje performanse stvarnim zahtjevima, ovisno o vremenu i opterećenju zgrade. To dodatno pridonosi energetskoj učinkovitosti zgrada.



### 3.6 JEDNOSTAVNA UGRADNJA

Krovne jedinice često se definiraju kao rješenja spremna za upotrebu. To je uglavnom zbog vrlo jednostavnog postupka ugradnje, koji se svodi na spajanje jedinice na (unaprijed instalirani) zračni kanal i električnu mrežu. Zahvaljujući univerzalnom monoblok dizajnu, monter mora samo jednom istovariti module iz kamiona i ne mora ih spajati na krovu. Nisu potrebni nikakvi hidraulički priključci ili priključci za rashladno sredstvo, što dramatično pojednostavljuje postupak instalacije, smanjujući potrebno vrijeme i troškove.

U većini slučajeva krovne jedinice isporučuju se s tvornički napunjеним rashladnim sredstvom. Jedinice se mogu postaviti ili na krov zgrade ili na tlo, a kanali se mogu postaviti izvan zgrade kako bi se uštedio prostor za ugradnju. Krovne jedinice mogu se isporučiti s osnovnim okvirom za različite mogućnosti spajanja kanala, a samo krovno kućište također može osigurati različita mjesta za spajanje zračnih kanala.

Svi ovi aspekti dodatno olakšavaju montažu. Konačno, tu su i krovne jedinice opremljene zračnim kanalom koji završava vrtložnim distributerom zraka, što još više pojednostavljuje sustav budući da u tom slučaju kanali nisu potrebni.



#### Ključne točke učenja

- Krovne jedinice sveobuhvatno su rješenje za toplinsku udobnost i kvalitetu unutarnjeg zraka u zgradama.
- Podešavanje volumena vanjskog zraka, varijabilna kontrola protoka zraka, povrat topline i integrirani sustav kontrole koji komunicira s BMS-om optimiziraju potrošnju energije.
- Integrirani rashladni krug eliminira posredne gubitke energije u procesu hlađenja i grijanja zgrade.
- Kompaktan i samostalan dizajn krovnih jedinica pojednostavljuje i olakšava instalaciju, smanjujući potrebno vrijeme i troškove.

## 4. RAZLIČITE PRIMJENE KROVNIH JEDINICA ZA RAZLIČITE ZAHTJEVE

U komercijalnim, industrijskim i mnogim drugim primjenama, uz zahtjeve za temperaturu i vlažnost, IAQ mora biti osiguran odgovarajućom obnovom zraka.

Gdje god su potrebne klimatizacija i ventilacija, a nema potrebe za fleksibilnom i sveobuhvatnom kontrolom zona i recirkulacija zraka je prihvatljiva, krovne jedinice mogu se smatrati jednim od najprikladnijih rješenja.

Detaljan popis uobičajenih primjena krovnih jedinica i njihovih specifikacija predstavljen je u sljedećim odlomcima.

### 4.1 POSLOVNE ZGRADE

Što se tiče poslovnih zgrada, krovne jedinice mogu se postaviti u dvije različite vrste prostora, koje se razlikuju po volumenu:

- trgovačke centre velikog volumena,
- maloprodajne trgovine malog/srednjeg volumena.

Što se tiče zahtjeva udobnosti za ovu vrstu primjene, za obje kategorije objekata toplinsko opterećenje može značajno varirati ovisno o lokaciji i pripadajućim toplinskim gubicima ovojnica zgrade. Ove zgrade obično imaju visoku potrošnju energije i visoke operativne troškove.

Posebno u trgovačkim centrima, potreba za hlađenjem može se pojavit i tijekom zimske sezone zbog velikog broja kupaca i topline dobivene rasvjetom.

Za područja s vrlo visokim udjelom vlage može biti potrebno i odvlaživanje.

Što se tiče obnavljanja zraka, u maloprodajnim trgovinama kao i u trgovačkim centrima uvijek je potrebna minimalna brzina protoka zraka za ventilaciju. Ovisno o konceptu projekta, ventilacija se može osigurati krovnom jedinicom ili drugim sustavom kao što je zajednička AHU jedinica za dovod vanjskog zraka u cijeloj zgradici. Za trgovačke centre u kojima se prostori s hranom nalaze u klimatiziranom okruženju i gdje su obično instalirane lokalne nape, potreban je dovoljan protok vanjskog zraka u zraku koji dovodi krovna jedinica kako bi se održala ravnoteža tlaka.

Štoviše, za primjene s malim i velikim volumenom postotak obnovljenog zraka može varirati ovisno o razini CO<sub>2</sub> u području koje se opskrbuje u odnosu na trenutačni broj osoba.



Slika 8: Primjer ugradnje u poslovnoj zgradi ©Untes

### 4.2 SKLADIŠTA I LOGISTIČKI CENTRI

Krovne jedinice često se postavljaju u skladišta, velike zgrade u kojima je klimatizacija važna za skladištenje robe u prikladnom okruženju prije njezine upotrebe, distribucije ili prodaje.

Zahtjevi za takve zgrade mogu se razlikovati ovisno o vrsti uskladištene robe. Međutim, glavne zajedničke karakteristike skladišta su sljedeće:

- nema potrebe za stalnom izmjenom zraka zbog velikog volumena u kombinaciji s malim brojem osoba i nepostojanjem izvora onečišćenja zraka u zatvorenom prostoru,
- potreba za kontrolom vlažnosti kako bi se spriječilo da vлага oštetiti robu i njezino pakiranje,
- potreba za kontrolom temperature, iako njezin raspon kontrole može biti veći u usporedbi s drugim vrstama zgrada gdje je udobnost za ljudе od temeljne važnosti.

Ako za robu koja se čuva u skladištu treba ispuniti posebne zahtjeve, krovne jedinice mogu se prilagoditi kako bi osigurale tražene uvjete.



Slika 9: Primjer ugradnje u skladištu / logističkom centru ©FLOWAIR

### 4.3 INDUSTRIJSKI PROIZVODNI POGONI

Industrijska proizvodnja pokriva širok raspon procesa, što rezultira različitim zahtjevima i potrebama u pogledu ventilacije i obrade zraka. Prvo, kvalitet zraka vrlo je važna za sigurnost radnika i zdravlje na radnom mjestu. Industrijski procesi često su izvor raznih supstancija, lakih ili teških čestica prašine,

para ili mirisa. Stoga je vrlo važno osigurati potrebnu količinu vanjskog zraka, dok se kontaminirani zrak odvodi izvan prostora u kojem se odvija proces.

Krovne jedinice mogu osigurati povoljnu obnovu zraka i zadovoljiti potrebe u smislu protoka odvodnog i dovodnog zraka. One mogu u potpunosti upravljati potrebnom izmjenom zraka ili se mogu lako integrirati s drugim uređajima za ispuhanje zraka kao što su nape u industriji kuhanja ili procesima bojenja. Dovodni i povratni protok zraka krovne jedinice mogu se razlikovati kako bi se održala odgovarajuća ravnoteža ventilacije unutar zgrade.

U određenim situacijama može biti potrebna potpuna i brza izmjena zraka, tako da je fleksibilnost krovnih jedinica vrlo važna da bi se podnijela varijacija u količini svježeg zraka koji se uvođe u zgradu.

Što se tiče obrade zraka, ključni aspekt može biti u tome da se osigura da određeni prostori ne budu kontaminirani zrakom niske kvalitete. Krovna jedinica može održavati pozitivan tlak u prostoriji, sprečavajući ulazak vanjskog zraka unutra (na primjer: proces u kojem vlažnost mora biti niska, a zrak koji dolazi izvan prostora može utjecati na sam proces), ili može održavati negativan tlak, pazeći da se zrak unutar prostorije pravilno odvodi i da ne dopire do drugih susjednih prostorija.

Određeni procesi mogu zahtijevati posebne uvjete zraka u smislu visokoučinkovite filtracije (na primjer: suzbijanje prašine u tekstilnoj industriji) te kontrole temperature i vlažnosti.

Krovna jedinica može raditi u širokom rasponu vanjskih uvjeta, osiguravajući potrebljeno hlađenje ili grijanje za proces za razliku od konvencionalnih ventilacijskih sustava koji ovise o sezonskoj vanjskoj klimi.

Budući da je izmjena zraka uvijek prisutna, a klimatizacija može trošiti mnogo energije, važna značajka krovnih jedinica je povrat topline koji se može integrirati u jedinicu u skladu s potrebama i uvjetima odvodnog zraka.



Slika 10: Primjer ugradnje u industrijskom proizvodnom pogonu ©Clivet

### 4.4 OBRAZOVNE USTANOVE

Sljedeći aspekti karakteriziraju obrazovne ustanove kao vrstu okruženja koje treba klimatizirati:

- intenzivna obnova zraka (do 60 % vanjskog zraka) zbog velike popunjenoosti ili moguće prisutnosti kantine,
- kontrola unutarnje vlažnosti putem ovlaživanja i odvlaživanja,
- visoka učinkovitost filtracije kako bi se osigurao odgovarajući IAQ.

Krovna jedinica koja je pravilno konfiguirirana prema potrebama sustava može zadovoljiti sve navedene zahtjeve, koristeći se velikim udjelom vanjskog zraka i sustavom za povrat topline koji smanjuje potrošnju energije.



Slika 11: Primjer ugradnje u školi ©FLOWAIR

### 4.5 SPORTSKI OBJEKTI

Glavni aspekti koje treba uzeti u obzir kada se krovna jedinica projektira za sportske objekte su visok postotak vanjskog zraka (do 80 %), kontrola unutarnje vlažnosti (osobito u smislu odvlaživanja) i visoka učinkovitost filtracije.

S obzirom na visok protok vanjskog zraka, za ovu vrstu primjene preporučuje se sustav za povrat topline. Također, sustav kontrole krovne jedinice mora podržavati funkciju provjetravanja sa 100 % vanjskim zrakom ako se klimatizirani prostor nije upotrebljavao dulje vrijeme ili je potrebna brza izmjena unutarnjeg zraka. Osim toga, za bolju kontrolu odvlaživanja i izbjegavanje rizika od pretjeranog hlađenja prostorije potreban je uređaj za naknadno grijanje.

## 4. RAZLIČITE PRIMJENE KROVNIH JEDINICA ZA RAZLIČITE ZAHTJEVE



Slika 12: Primjer ugradnje u sportskom objektu ©Clivet

### 4.6 PROSTORI ZA ZABAVU

Prostori za zabavu imaju sličnu primjenu kao obrazovne ustanove. Visoki postotak vanjskog zraka, kontrola unutarnje vlažnosti i visoki standardi filtracije osnovni su zahtjevi koje krovne jedinice moraju ispuniti.

Nadalje, ako se klimatizirani prostor nije upotrebljavao dulje vrijeme ili je potrebna brza izmjena unutarnjeg zraka, sustav kontrole krovne jedinice mora podržavati funkciju provjetravanja sa 100 % vanjskim zrakom.



Slika 13: Primjer ugradnje u prostoru za zabavu ©MEHITS

### 4.7 ZRAČNE LUKE

Zračne luke su velike zgrade u kojima je kvaliteta zraka za putnike vrlo važna i gdje je vanjsko okruženje obično zagađeno.

Prostori u kojima borave osobe obično zahtijevaju do 30 % vanjskog zraka u ukupnom protoku zraka. Lokalno može biti potrebna veća obnova zraka za restorane unutar zračne luke ili toalete.

Kako bi se osigurala dobra kvaliteta zraka, krovne jedinice mogu se dodatno opremiti filterima s aktivnim ugljenom za uklanjanje neugodnih mirisa iz blagovaonica ili toaleta.



Slika 14: Primjeri ugradnje u zračnoj luci ©Keyter

### 4.8 IZLOŽBENI CENTRI

Protok vanjskog zraka uvek je potreban, ali svestranost koju zahtijeva ova vrsta primjene može dovesti do različitih konfiguracija i režima upravljanja u odnosu na mjesto koje se opskrbljuje. To uključuje, primjerice, različite vrste povrata topline, različite standarde filtracije, kontrolu unutarnje vlažnosti i neovisno upravljanje dovodnim i odvodnim protokom zraka.

Ove primjene imaju koristi od sveobuhvatnog krovnog rješenja. U praksi se ista krovna jedinica može postaviti na različita mesta, a važna prednost je jednostavna montaža, bez potrebe za bilo kakvim spajanjem na postojeće vodovodne sisteme.



Slika 15: Primjer ugradnje u izložbenom centru ©Untes

### 4.9 DRUGE PRIMJENE

Krovne jedinice iznimno su svestrana i prilagodljiva tehnologija zahvaljujući velikom izboru opcija, konfiguracija i dodataka. Tako se može zadovoljiti vrlo širok spektar različitih zahtjeva.



Slika 16: Primjeri ostalih primjena ©Keyter (gore) i ©Carrier (dolje)

#### Ključne točke učenja

- Krovne jedinice mogu se smatrati jednim od najprikladnijih rješenja za sve primjene gdje god su potrebne klimatizacija i ventilacija, a nema potrebe za sveobuhvatnom kontrolom zona i recirkulaciju zraka je prihvatljiva.
- Krovne jedinice naširoko se primjenjuju u raznim vrstama javnih i industrijskih zgrada.
- Konfiguracija omogućuje prilagodbu specifičnim potrebama i zahtjevima svakog projekta



©Untes

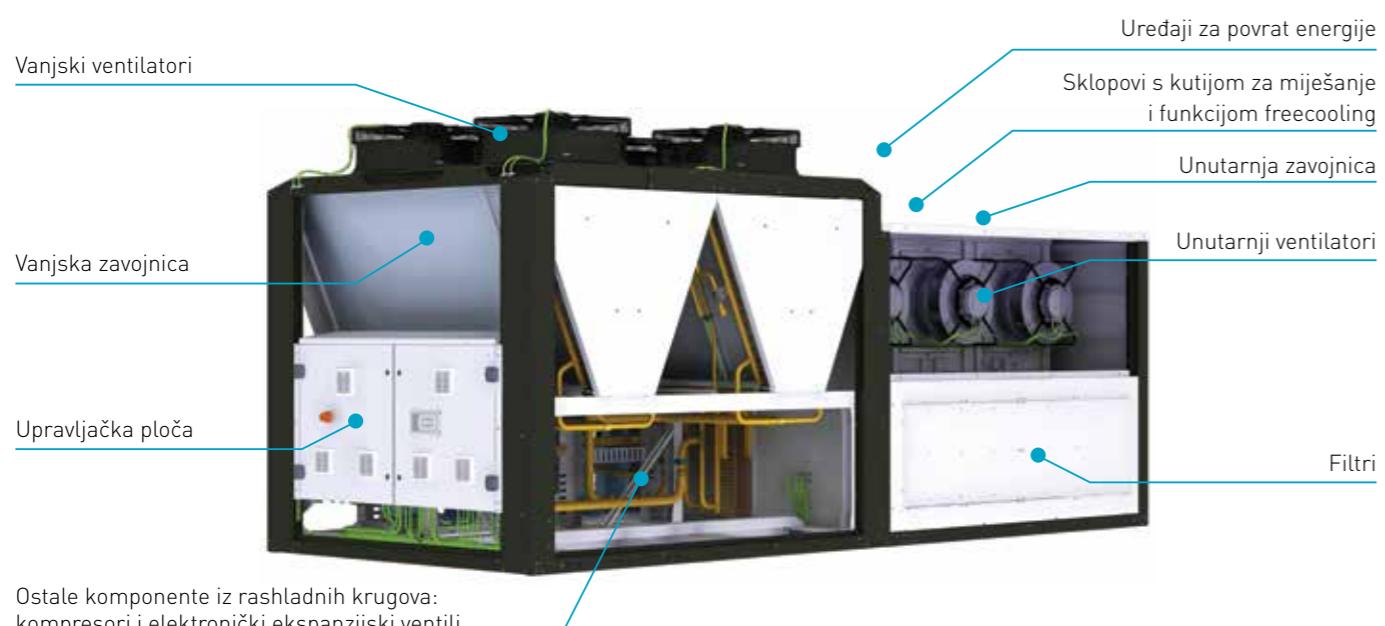
## 5. FUNKCIJE I KOMPONENTE KROVNIH JEDINICA

Krovne jedinice su kompaktni, samostalni uređaji koji dovode pročišćeni zrak u zgradu. Opremljene su svim komponentama potrebnim za kompletну klimatizaciju, uključujući sustav kontrole. Jedinica je spojena na kanale za raspodjelu zraka bez dodatne opreme. Takav dizajn smanjuje troškove instalacije, olakšava spajanje i osigurava pouzdan rad.

Krovna jedinica uzima odvodni zrak iz zgrade i miješa ga s vanjskim zrakom s pomoću zaklopki kako bi se osigurala ventilacija i zajamčio visok IAQ. Onečišćujuće čestice u zraku pročišćavaju se kroz filtre, a zrak se zagrijava ili hlađi u unutarnjoj zavojnici te se zatim potiskuje kroz kanale u predviđene prostore zgrade zahvaljujući dovodnom ventilatoru. Uobičajeno je da krovna jedinica također ima odvodni ventilator za odvod protoka zraka koji je jednak dovodu vanjskog protoka zraka i za osiguravanje ravnoteže tlaka u prostoriji.

Unutarnja zavojnica dio je krugovlja rashladnog sredstva koji također uključuje kompresore, vanjski izmjenjivač topline, ekspanzijske ventile i četverosmjerni(e) ventil(e) u slučaju jedinica reverzibilne dizalice topline.

Moguće je, između ostalog, integrirati dodatne komponente za povrat energije i pomoćno grijanje.



Slika 17: Komponente krovne jedinice ©Carrier

### 5.1 PODRUČJA GRIJANJA I HLAĐENJA

#### 5.1.1 Područja grijanja i hlađenja

U modusu hlađenja, unutarnja zavojnica krovne jedinice radi kao isparivač. Krug rashladnog sredstva osigurava učinak hlađenja u isparivaču i zahtijeva izbacivanje toplinske energije u kondenzator (vanjski izmjenjivač) prema vanjskom izvoru.

Integriranjem četverosmjernog ventila moguće je promijeniti smjer protoka rashladnog sredstva u krugu, omogućujući unutarnjoj zavojnici da djeluje kao kondenzator za grijanje. Četverosmjerni ventil također je koristan za promjenu ciklusa u modus grijanja kako bi se izvršilo odmrzavanje.

#### 5.1.2 Jedinice zrak-zrak i jedinice voda-zrak

Krovne jedinice mogu se klasificirati ovisno o vanjskom izmenjivaču topline, a prema tome i ovisno o vanjskom izvoru.

Unutarnji izmenjivač topline uvijek je zavojnica, koja osigurava grijanje ili hlađenje protoka zraka koji se dovodi u zgradu.

Za jedinice zrak-zrak, vanjski izvor je vanjski zrak. Ove jedinice opremljene su vanjskom zavojnicom i vanjskim ventilatorima koji potiču strujanje zraka kroz njih.

Za jedinice voda-zrak, kada je vanjski izvor voda, vanjski izmenjivač topline obično je pločasti izmenjivač za rashladno sredstvo / vodu.



©Keyter

### 5.2 KOMPRESORI

Kompresori su komponente koje omogućuju cirkulaciju rashladnog sredstva kroz krug rashladnog sredstva.

Oni uzimaju plinovito rashladno sredstvo iz zavojnica isparivača, komprimiraju ga i isporučuju pod visokim tlakom i visokom temperaturom u zavojnicu kondenzatora.

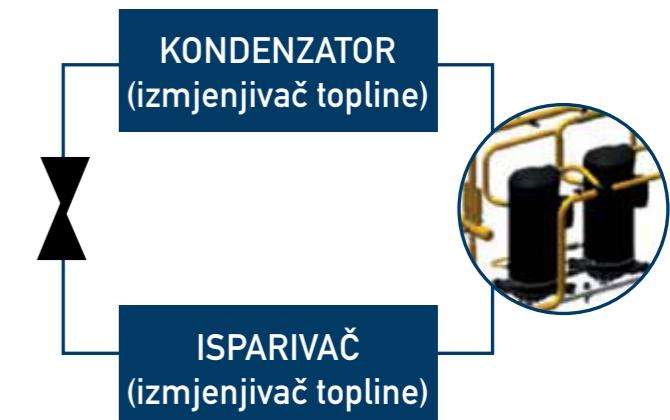
#### 5.2.1 Konfiguracija s više kompresora

Tehnologija s više kompresora (scroll ili rotacijski) sastoji se od dva paralelna (tandem) ili tri kompresora (trio) istog (jednakog) ili različitog (nejednakog) kapaciteta u svakom krugu rashladnog sredstva.

Višestruki kompresori omogućuju široku prilagodbu kapaciteta i visoku učinkovitost pri radu s djelomičnim opterećenjem, što je posebno važno s obzirom na to da obično 70 % vremena rada čini učinak pod polovičnim opterećenjem.

Krug rashladnog sredstva dizajniran je za puni kapacitet. Dakle, kada je protok rashladnog sredstva kroz zavojnice pri djelomičnom opterećenju manji jer nisu svi kompresori aktivirani, krug je predimenzioniran (upotrebljava se cijela površina zavojnica).

To znači veću učinkovitost, koja se može dodatno povećati u kombinaciji s optimiziranim upravljanjem protokom zraka kroz zavojnice s pomoću ventilatora s promjenjivom brzinom.



Slika 18: Elementi kruga rashladnog sredstva ©Carrier

#### 5.2.2 Krugovi s inverterskim pogonom

Inverterskim kompresorom upravlja pogon s promjenjivom frekvencijom (VFD) koji za razliku od kompresora sa stupnjevitim kontrolom ima modulirani kapacitet. U usporedbi s kompresorima s funkcijom uključivanja/isključivanja, njegova učinkovitost je veća pri brzinama vrtnje između 40 % i 80 % maksimalne brzine, ali može biti niža pri punom kapacitetu. Takav profil učinkovitosti uvelike odgovara širenju toplinskog opterećenja zgrade po satu. To znači da postoji dugo razdoblje rada usred sezone kada postoji umjerena potražnja za kapacitetom od 50–75 %. Ovi inverterski kompresori rezultiraju optimiziranim učinkovitošću pri djelomičnom opterećenju i odgovarajućim sezonskim značajkama i u modusu grijanja i u modusu hlađenja.

## 5. FUNKCIJE I KOMPONENTE KROVNIH JEDINICA

### 5.2.3 Sustav s više krugova

Sustav s više krugova uključuje upotrebu dvaju ili više odvojenih krugova rashladnog sredstva. Izmjenjivači topline su uobičajeni, ali uključuju zasebne komplete cijevnih krugova u jednom rebrastom bloku.

Kombinacijom konfiguracije s više kompresora sa sustavom s više krugova ili ugradnjom rješenja s inverterskim pogonom moguće je postići vrlo preciznu modulaciju učina hlađenja ili grijanja i visoku učinkovitost u radu pod punim i djelomičnim opterećenjem. U jedinicama s dva kruga i dva jednaka kompresora po krugu, moguće je kontrolirati učinkovitost unutar raspona od 25 % do 100 %.

Sustav s više krugova posebno je čest u krovnim jedinicama zrak-zrak, a upotrebljava se za poboljšanje udobnosti tijekom procesa odmrzavanja (jedan krug u modusu odmrzavanja, a drugi nastavlja raditi). Još jedna prednost sustava s više krugova je njegova sposobnost da nastavi s radom u slučaju kvara kompresora jednog sustava.

## 5.3 ZRAČNI FILTRI

### 5.3.1 Filtriranje za dobar IAQ

Zračni filtri igraju temeljnju ulogu u pružanju dobre kvalitete unutarnjeg zraka (IAQ). Oni uklanjuju onečišćujuće tvari iz zraka prije nego što se zrak dopremi u prostorije. U osnovi, onečišćujuće tvari dolaze iz vanjskog okruženja, ali mogu

također sadržavati kontaminante iz emisija u zatvorenom prostoru koji se prenose recirkulacijskim zrakom. Glavne vanjske onečišćujuće tvari su lebdeće čestice – mješavina krutih i tekućih čestica i kapljica uključujući pelud, bakterije, kvasce i pljesni zajedno s drugim organskim i anorganskim tvarima.

Klasifikacija učinkovitosti filtra definirana je normom EN ISO 16890, koja je zamjenila raniju zastarjelu normu EN 779. Klasifikacija razlikuje skupine ISO Coarse, ISO ePM1, ISO ePM2,5 i ISO ePM10.

U slučaju dovoda zraka u prostorije u kojima stalno borave osobe i vrlo čistog vanjskog okruženja, koje može biti privremeno prašnjava (kategorija ODA1), dovoljni su filtri ISO ePM1 50 %. Za vanjski zrak s visokom koncentracijom PM čestica tipičnih za urbana područja (kategorija ODA2) ili s vrlo visokom koncentracijom PM čestica tipičnih za

zagađena urbana i industrijska područja (kategorija ODA3) potrebni su filtri ISO ePM1 70 % odnosno ISO ePM1 80 % na dovodu. Sveobuhvatne smjernice za odabir klase filtara predstavljene su u odgovarajućoj Euroventovoj preporuci 4/23 – Odabir klasa zračnih filtera prema EN ISO 16890.

Uz vlaknaste filtre, zanimljivu alternativu pročišćavanju zraka predstavljaju elektrostaticki filtri, koji se nazivaju i elektronički filtri, UV lampe i ionizatori.



Slika 19: Panelni filter (gore) ©Filtech, kruti vrećasti filter (dolje lijevo) ©AAF International i elektronički filter (dolje desno) ©Sabiana

### 5.3.2 Zaštita jedinice i sustava

Filtri su također ključni za održavanje unutarnjih komponenti krovne jedinice čistima i osiguravanje higijenskog rada sustava kanala.

### 5.3.3 Energetska učinkovitost filtara

Još jedna temeljna značajka vlaknastih zračnih filtera, osim učinkovitosti odvajanja čestica, je njihova otpornost na protok, koja se izravno pretvara u potrošnju energije. Početni pad tlaka i povećanje tlaka kao rezultat opterećenja prašinom u filtru ključni su parametri u tom pogledu. Sveobuhvatne informacije o energetskoj učinkovitosti filtera predstavljene su u odgovarajućoj Euroventovoj preporuci 4/23 – Odabir klasa zračnih filtera prema EN ISO 16890.

### 5.3.4 Kontaminacija plinovima i mirisima

Osim lebdećih čestica, vanjski i unutarnji zrak može sadržavati plinovite onečišćujuće tvari kao što su mirisi ili hlapljivi organski spojevi. Ti se kontaminanti po potrebi mogu ukloniti ugljenim filterima, koji se nazivaju i filtri plinovite faze. Uobičajeno rješenje je upotreba filtera koji u istom okviru imaju dva sloja različitih medija, jedan za filtriranje čestica, a drugi za onečišćujuće tvari plinovite faze.

## 5.4 VENTILATORI

### 5.4.1 Unutarnji ventilatori za dovod i odvod zraka

Ventilatori omogućuju osiguravanje raspoloživog tlaka u kanalima za rasподjelu zraka i prevladavanje otpornosti na protok krovnih komponenti. U današnje vrijeme su elektronički komutirani priključni ventilatori uobičajeni izbor za većinu krovnih jedinica. Vrlo su učinkoviti i omogućuju kontrolu protoka zraka u sustavima konstantnog volumena zraka (CAV) i sustavima varijabilnog volumena zraka (VAV). Nadalje, omogućuju održavanje zadane brzine protoka zraka bez obzira na zaprljanost filtra. Osim toga, nude funkciju postupnog pokretanja koja je potrebna za primjenu u tekstilnim kanalima.

Krovne jedinice mogu sadržavati samo dovodni ventilator ili dovodne i odvodne ventilatore.



Slika 20: Ventilator ©ebm-papst  
5.4.2 Vanjski ventilatori (u slučaju jedinica zrak-zrak)

Elektronička kontrola prilagođava brzinu aksijalnih ventilatora radnim uvjetima i stvarnim potrebama, čime se znatno smanjuje potrošnja energije i povećava učinkovitost pri radu pod djelomičnim opterećenjem.



## 5. FUNKCIJE I KOMPONENTE KROVNIH JEDINICA

### 5.5 PODRUČJE MIJEŠANJA

Krovna jedinica uzima odvodni zrak iz zgrade i miješa ga s vanjskim zrakom kako bi se osigurala ventilacija i zajamčio visok IAQ. To se događa u području miješanja s pomoću zaklopki vanjskog zraka u kombinaciji sa zaklopkom odvodnog zraka ili samo s pomoću ispušnog ventilatora.

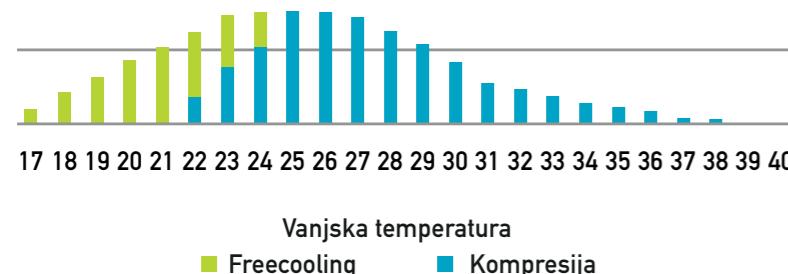
#### 5.5.1 Upravljanje vanjskim zrakom i freecooling

Omjer vanjskog zraka u dovodnom zraku može se prilagoditi različitim strategijama:

- ventilacijom s konstantnim omjerom vanjskog zraka: fiksni postotak vanjskog zraka postavljen je parametrima,
- ventilacijom kontroliranom po potrebi (DCV): omjer vanjskog zraka je varijabilan i prilagođen stvarnim zahtjevima ovisno o popunjenoći kako bi se održao odgovarajući IAQ, koji se mjeri senzorima. Ova strategija upravljanja osigurava značajne uštede energije u usporedbi s konstantnim omjerom vanjskog zraka.

Volumen vanjskog zraka može se povećati (do 100 %) kada su vanjski uvjeti povoljni za uštedu energije za hlađenje (ili grijanje). Ova se funkcija naziva freecooling. U kontroli funkcije freecooling na temelju temperature, u obzir se uzimaju samo temperature kako bi se odredilo jesu li vanjski uvjeti povoljni. Freecooling na temelju entalpije predstavlja alternativu kada je vlažnost također kontrolirana ili za klime s visokom vlagom.

#### Potreba za hlađenjem zadovoljena funkcijom freecooling



Slika 21: Potreba za hlađenjem zadovoljena funkcijom freecooling ©Carrier

#### 5.5.2 Ravnoteža tlaka u zgradama

Ovodni ventilatori u kombinaciji s dovodnim ventilatorima i senzorima tlaka mogu osigurati potpunu kontrolu tlaka u zgradama ili njezinom dijelu.

Tipičan primjer je prostor restorana, gdje treba osigurati pretlak, kako bi se izbjegli mirisi iz kuhinje, koji će se održavati u negativnom tlaku.

U slučaju krovnih jedinica koje dovode vanjski zrak za ventilaciju, ali bez ispušnog područja, u zgradama se može stvoriti pretlak. Što je veći protok vanjskog zraka za ventilaciju ili freecooling, to je veći pretlak. Ova pojava može biti prihvatljiva tamo gdje je ispuštanje zraka osigurano odvojeno putem pretlačnih zaklopki, gdje se vrata često otvaraju ili gdje zgrada ima nisku zrakonepropusnost.



### 5.6 KONTROLA VLAŽNOSTI

#### 5.6.1 Ovlaživači

U područjima hladne klime vanjski zrak ima vrlo nizak udio vlage tijekom zime. Stoga, ovisno o brzini protoka vanjskog zraka, može biti potrebno koristiti ovlaživače kako bi se održala minimalna unutarnja vlažnost.

Ovlaživač može biti integriran u krov ili u kanale za dovod zraka, ali njime izravno upravlja krovna jedinica. Obično se koriste sljedeće vrste ovlaživača:

- isparivač: zrak struji kroz vlažan medij i povećava vlažnost zahvaljujući procesu isparavanja vode,
- vaporizator: para iz elektroda ili para iz bojlera otpušta se u zrak,
- sprej: voda se izravno raspršuje u zrak u finim kapljicama.

#### 5.6.2 Odvlaživanje

Odvlaživanje je neophodno kako bi se spriječilo prekoračenje prihvatljive razine unutarnje vlažnosti zbog povećanih emisija vlage u zatvorenom prostoru ili vlažnog vanjskog zraka koji ulazi u zgradu. Kontrola vlažnosti tijekom cijele godine ključna je za određene primjene kao što su hladnjaci kako bi se izbjegla kondenzacija na robu ili zaleđivanje staklenih vrata.

Hlađenje dovodnog zraka u isparivaču podrazumijeva smanjenje njegove temperature, ali i smanjenje udjela vlage (zrak se odvlažuje). Što je veće smanjenje temperature, to je veće smanjenje udjela vlage. Ljeti, pri visokim vanjskim temperaturama, zahtjevi za hlađenjem dovodnog zraka su visoki, a učinak odvlaživanja dovoljan je za održavanje pravilne unutarnje vlažnosti u zgradama.

Međutim, u prijelaznim godišnjim dobima, kada je potreba za hlađenjem niska, ali su emisije vlage u zatvorenom prostoru visoke (ljudi dišu, kuhanje itd.) i/ili je udio vlage u vanjskom zraku visok, učinak odvlaživanja u isparivaču može biti prenizak za kontrolu odgovarajuće unutarnje vlažnosti.

Kako bi se pravilno osiguralo odvlaživanje u tim slučajevima, potrebno je ohladiti zrak više nego što je potrebno da bi se zadovoljilo toplinsko opterećenje te ponovo zagrijati dovodni zrak kako bi se izbjegla neugodna temperatura.

Za ponovo zagrijavanje zraka, jedinica može biti opremljena područjem za naknadno grijanje ili krugom za povrat energije kondenzatora s dodatnom unutarnjom zavojnicom kako bi se osigurala visoka energetska učinkovitost.

## 5. FUNKCIJE I KOMPONENTE KROVNIH JEDINICA

### 5.7 UREĐAJI ZA DODATNO GRIJANJE

Krovna jedinica može biti opremljena uređajem za dodatno grijanje koji se nalazi iznad ili ispod unutarnje zavojnice kako bi se osiguralo dodatno grijanje, koje može biti potrebno u područjima hladne klime i za odvlaživanje.

Ova opcija omogućuje potpunu kontrolu temperature dovoda tijekom ciklusa odmrzavanja i omogućuje hlađenje u ekstremnim zimskim uvjetima koji prelaze raspon rada kruga rashladnog sredstva. Tipične vrste uređaja za dodatno grijanje su sljedeće:

#### 5.7.1 Električni grijaci

Električni grijaci nalaze se u struci zraka i obično imaju dva ili tri stupnja ili proporcionalnu kontrolu izlaza. Unatoč visokoj potrošnji električne energije, električni grijaci pojednostavljaju instalaciju jer zahtijevaju samo priključak na električnu mrežu. Ova vrsta grijanja uglavnom se koristi u područjima blage klime s nekoliko sati potrebnih za dodatno grijanje i/ili u zemljama gdje je električna energija isplativa i proizvedena iz obnovljivih izvora s niskim emisijama CO<sub>2</sub>. Općenito, električni grijaci također se mogu koristiti kao predgrijaci za povećanje područja rada grijanja.

#### 5.7.2 Zavojnice tople vode

Zavojnica vode mora biti spojena na odvojeni hidraulički krug koji dovodi toplu vodu iz bojlera ili drugih izvora topline kao što je visokotemperaturna dizalica topline zrak-voda ili sustav za povrat energije iz zasebnog procesa. Standardna kontrola zavojnice uključuje trosmjerni ventil kojim upravlja krovna jedinica, čime se osigurava visoka preciznost prilagodbe kapaciteta.

Obično je potrebna zaštita zavojnice od smrzavanja kako bi se izbjegla oštećenja na niskim vanjskim temperaturama kada jedinica ne radi.

#### 5.7.3 Moduli za plinsko grijanje

Modul izmenjivača koji uključuje modulacijski plamenik za prirodni plin ili propan može se montirati u krovnu jedinicu za izravno zagrijavanje struje dovodnog zraka.

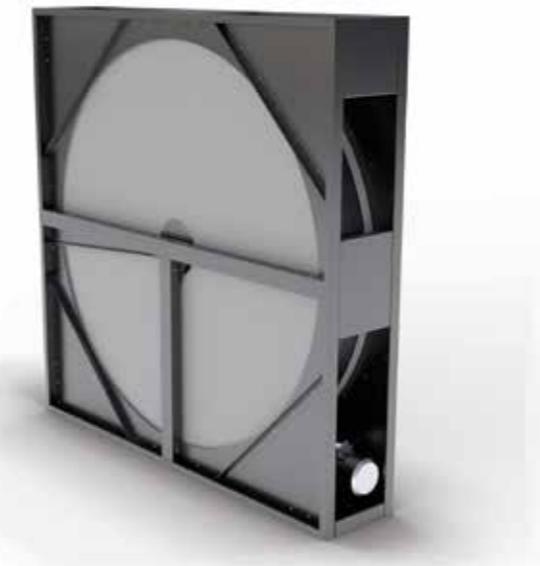
Uredba o ekološkom dizajnu proizvoda koji koriste energiju (Ecodesign) (EU) 2016/426 postavlja minimalne zahtjeve za plamenike koji se odnose na učinkovitost i niske emisije. Kako bi se osiguralo „čisto“ izgaranje, emisije NOx moraju biti ispod 70 mg/kWh gornje ogrjevne vrijednosti, a kako bi se osigurala visoka učinkovitost, moraju se koristiti moduli za kondenzacijsko plinsko grijanje.

#### 5.7.4 Zavojnica za zagrijavanje vrućeg plina

Ova zavojnica integrirana je u glavni sustav rashladnog sredstva, a postavljena je ispod unutarnje zavojnice. Radi u modusu hlađenja, kada je potreban veći latentni učin u odnosu na osjetni učin. Ona omogućuje naknadno zagrijavanje odvlaženog dovodnog zraka, izbjegavajući toplinsku nelagodu u zatvorenom prostoru. Osim toga, povećava energetsku učinkovitost jedinice vraćanjem dijela topline koja bi se inače izbacila u vanjski izmenjivač.

#### 5.8 POVROT ENERGIJE IZ ISPUŠNOG ZRAKA

Postoje različiti načini povrata energije iz ispušnog zraka koji se mogu primjeniti u krovnim jedinicama.



Slika 22: Pločasti izmenjivač topline (gore) ©Heatex i rotacijski izmenjivač topline (dolje) ©2VV



©MEHITS

## 5. FUNKCIJE I KOMPONENTE KROVNIH JEDINICA

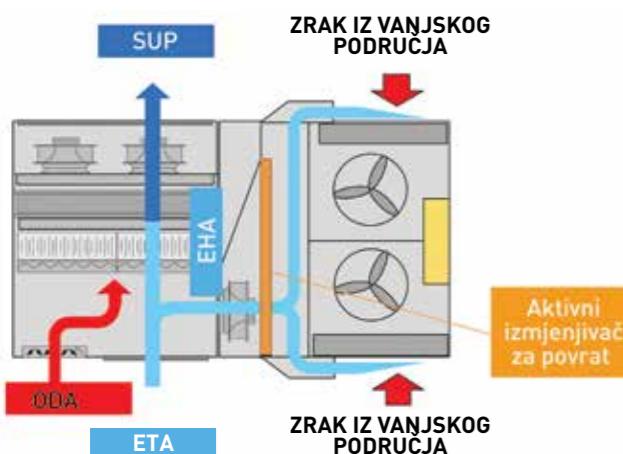
### 5.8.1 Termodinamički povrat

Ispušni zrak općenito ima povoljnije uvjete temperature i vlažnosti od vanjskog zraka. To omogućuje krugu rashladnog sredstva da radi s višom temperaturom isparavanja zimi i nižom temperaturom kondenzacije ljeti, značajno poboljšavajući ukupnu učinkovitost krovne jedinice. Osim toga, ova značajka smanjuje učestalost ciklusa odmrzavanja i njihovo trajanje zimi.

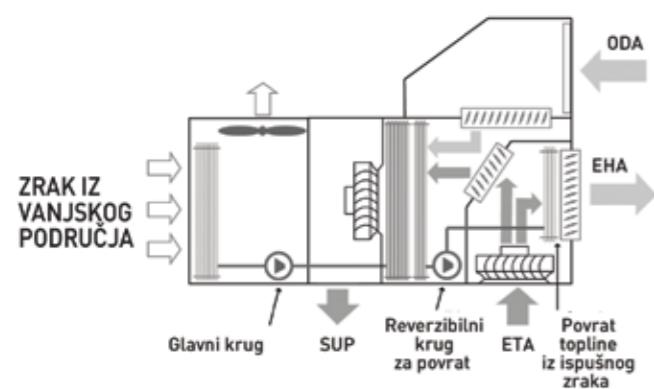
Termodinamički povrat može se izvesti:

- preusmjeravanjem ispušnog zraka u vanjski izmjjenjivač prije nego što se izbaci vani (vidi sliku 23),
- putem dodatnog izmjjenjivača integriranog u glavni krug rashladnog sredstva (vidi sliku 23),
- putem namjenskog kruga rashladnog sredstva za dodatnu optimizaciju modusa freecooling ili freeheating (vidi sliku 24).

Primjeri uobičajenih izvedbi termodinamičkih sustava za povrat prikazani su u nastavku.



Slika 23: Jedinica s dodatnom zavojnicom u glavnom krugu i ispušnim zrakom koji se preusmjerava na vanjski izmjjenjivač  
©Clivet

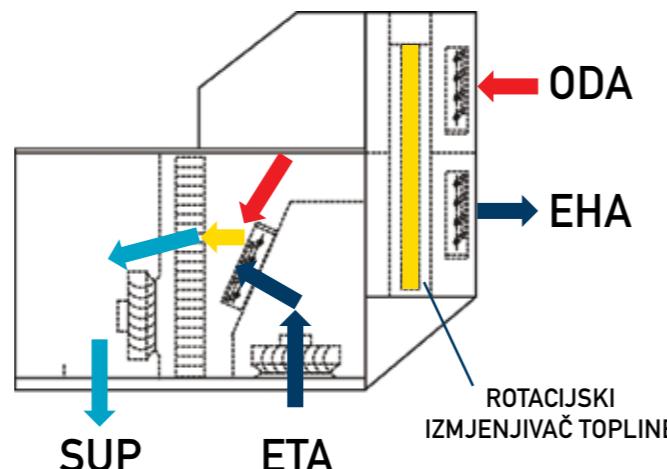


Slika 24: Jedinica s dodatnim reverzibilnim krugom ©Carrier

### 5.8.2 Pasivni povrat

Za pasivni povrat, izmjjenjivač topline nalazi se između vanjskog i ispušnog zraka u krovnim jedinicama s dovodnim i odvodnim ventilatorima. Općenito se koriste dvije različite vrste izmjjenjivača: rotacijski ili pločasti izmjjenjivač topline. Rotacijski izmjjenjivač topline obično nudi veću učinkovitost pri manjem padu tlaka i puno kompaktniji dizajn.

Ovisno o materijalu rotirajućeg bubenja, može se povratiti samo osjetna (temperatura) ili osjetna i latentna (vlagal) energija. Povrat vlage vrijedi razmotriti u područjima hladne klime kako bi se izbjegla preniska unutarnja vlažnost zimi zbog dovoda vrlo suhog vanjskog zraka.



Slika 25: Jedinica s rotacijskim izmjjenjivačem topline ©Carrier

## 5.9 SUSTAV KONTROLE

Krovne jedinice opremljene su integriranim sustavom kontrolе koji precizno upravlja radom svake komponente u skladu sa stvarnim uvjetima i zahtjevima zgrade kako bi se osigurale optimalne performanse jedinice pri punom i djelomičnom opterećenju. Za više informacija o sustavima kontrole pogledajte poglavlje 6.



Primjer krovne jedinice ©Clivet



### Ključne točke učenja

- Krovne jedinice su složeni samostalni uređaji koji se sastoje od mnogih podsklopova i sustava za grijanje, hlađenje, ventilaciju, filtriranje zraka i sveobuhvatnu kontrolu.
- Vanjski izvor energije za hlađenje i grijanje može biti vanjski zrak (jedinice zrak-zrak) ili voda (jedinice voda-zrak).
- Multi-scroll krug rashladnog sredstva omogućuje široku prilagodbu kapaciteta i visoku učinkovitost pri radu s djelomičnim opterećenjem, dok primjena sustava s više krugova dodatno proširuje fleksibilnost kontrole kapaciteta, osigurava udobnost tijekom odmrzavanja pri vrlo niskim vanjskim temperaturama i jamči kontinuirani rad jedinice u slučaju kvara kompresora u jednom od krugova.
- Ovisno o specifičnim potrebama projekta, krovne jedinice mogu se konfigurirati tako da također pružaju kontrolu unutarnje vlažnosti tijekom cijele godine i uključuju dodatne uređaje za grijanje.
- Krovne jedinice opremljene su filterima za pročišćavanje zraka koji se dovodi u zgradu. Odgovarajuća klasa filtra ovisi o kvaliteti vanjskog zraka i vrsti zatvorenih prostora koji se opskrbljuju.

## 6. SUSTAV KONTROLE



### 6.1 ZAŠTO JE SUSTAV KONTROLE VAŽAN ZA KROVNU JEDINICU?

Kao i većina HVAC uređaja, krovne jedinice obično se biraju i dimenzioniraju za uvjete punog opterećenja. Budući da se opterećenje zgrade mijenja tijekom godine, pa čak i tijekom dana, krovne jedinice moraju prilagoditi svoj kapacitet kako bi osigurale odgovarajući IAQ i udobnost te istovremeno zajamčile visoku energetsku učinkovitost. Integrirani sustav kontrole nezaobilazno je rješenje za postizanje ovog cilja.

### 6.2 KAKAV JE UTJECAJ SUSTAVA KONTROLE KROVNE JEDINICE NA UKUPNU UČINKOVITOST?

Zahvaljujući kontroli učina hlađenja i grijanja, varijabilnom volumenu zraka i funkciji freecooling, krovne jedinice povećavaju ukupnu učinkovitost sustava. Osim promjene učina hlađenja i grijanja u skladu s opterećenjem zgrade, sustav kontrole smanjuje volumen zraka kako bi se smanjila potrošnja energije ako su uvjeti odgovarajući.

Kada je vanjska temperatura dovoljno niska, jedinica održava potrebnu unutarnju temperaturu bez upotrebe mehaničkog hlađenja, dovodom više hladnog vanjskog zraka. U većini primjena, jednostavan dnevni raspored isključuje jedinicu kada se očekuje da u zgradi neće boraviti osobe niti će se koristiti ventilacija.

Sva gore navedena svojstva smanjuju potrošnju energije i poboljšavaju ukupnu učinkovitost sustava.

### 6.3 KOJIM KOMPONENTAMA KROVNE JEDINICE UPRAVLJA SUSTAV KONTROLE?

Osim glavnih komponenti jedinice kao što su unutarnji i vanjski ventilatori, elementi rashladnog kruga (kompresori, elektronički ekspanzijski ventili, elektromagnetski ventili, četverosmjerni ventili itd.), zaklopke zraka, razni senzori poput transmitera tlaka, senzora za temperaturu, vlažnost, CO<sub>2</sub> i VOC te sigurnosni elektronički uređaji poput opreme za nadzor napona i tlačnih prekidača povezani su sa sustavom kontrole jedinice.

Razni drugi uređaji poput izmenjivača za povrat topline, ovlaživača i naknadnog grijачa također se mogu spojiti sa sustavom kontrole krovne jedinice.

### 6.4 KAKVO JE ZNAČENJE SUČELJA ZA UPRAVLJANJE ZGRADOM U SUSTAVU KONTROLE KROVNE JEDINICE?

Krovne jedinice mogu komunicirati s različitim komunikacijskim protokolima BMS-a. Upotrebom softvera korisničkog sučelja olakšava se razmjena podataka između različitih vrsta uređaja i sustava kontrole, što korisniku pruža pogodnost. To pomaže u povećanju ukupne energetske učinkovitosti zgrade.



Primjeri krovnih jedinica ©Untes (gore) i ©Clivet (dolje)

#### Ključne točke učenja

- Integrirani sustav kontrole upravlja radom svih komponenti krovne jedinice kako bi prilagodio performanse stvarnim zahtjevima, istovremeno osiguravajući toplinsku udobnost, kvalitetu unutarnjeg zraka i optimizaciju energije.
- Komunikacija sa sustavom za upravljanje zgradama dodatno povećava ukupnu energetsku učinkovitost zgrade.

## 7. ODABIR, UGRADNJA, PUŠTANJE U POGON I ODRŽAVANJE

### 7.1 ODABIR: KAKO PRAVILNO ODABRATI PRAVI PROIZVOD?

Odabir krovne jedinice temelji se na sljedećim glavnim čimbenicima:

- projektiranju vanjske i unutarnje temperature i vlažnosti za ljeto i zimu,
- volumenu zatvorenih prostora koji se opskrbljuju,
- potreboj brzini obnavljanja protoka zraka za ventilaciju određenoj prema maksimalnoj popunjenošći i na temelju relevantne norme (npr. EN 16798-1) i/ili lokalnih zahtjeva koji se moraju smatrati obvezujućim prije svih ostalih zahtjeva.

Osim toga, pravi odabir jedinice uključuje analizu drugih čimbenika kao što su:

- uvjeti projektiranja mesta postavljanja,
- raspon zadane vrijednosti za unutarnju temperaturu i vlažnost,
- toplinska svojstva zgrade i unutarnja opterećenja,
- volumen pojedinih prostorija,
- varijabilnost u posjećenosti ljudi..

Na temelju gore navedenih uvjeta i zahtjeva određuje se dovodni protok zraka uključujući brzinu obnavljanja vanjskog zraka. To omogućuje odabir veličine i učina hlađenja/grijanja jedinice potrebne za pružanje odgovarajuće klimatizacije ovisno o izolaciji zgrade i projektiranim unutarnjim uvjetima.

Softver za odabir koji nude proizvođači značajno olakšava projektantima odabir prave jedinice. Takav softver omogućuje odabir najprikladnije jedinice osiguravanjem željenih uvjeta i potrebne dodatne opreme. Osim toga, ovi alati omogućuju izračun performansi u uvjetima koji se ne odnose na projektiranje, što poboljšava analizu i razmatranja projektanata sustava.

### 7.2 UGRADNJA I PUŠTANJE U POGON: MONOBLOK PROIZVOD SPREMAN ZA UPOTREBU

Krovne jedinice su samostalni uređaji visokih performansi koji uključuju sve komponente sustava. One su tvornički sastavljene, provjerene od strane proizvođača i obično su prethodno napunjene rashladnim sredstvom.

Krovne jedinice dizajnirane su na temelju kombinacija standardnih konfiguracija, koje s jedne strane nude mnogo mogućnosti za prilagodbu jedinice svakoj specifičnoj primjeni, a s druge strane maksimalno pojednostavljaju instalaciju i integraciju proizvoda u zgradu.

Budući da su sve komponente sustava uključene u krovnu jedinicu, nema potrebe za integracijom raznih proizvoda različitih dobavljača. Umjesto toga, dovoljno je podesiti odgovarajuće parametre na kontroleru jedinice tijekom puštanja u pogon.

Na taj način proizvod savršeno odgovara zahtjevima zgrade i korisnika, nudeći savršen kompromis između jednostavnosti i fleksibilnosti.

Jedna od glavnih radnji koje treba provesti tijekom puštanja u pogon je provjera ispravne instalacije u skladu s tehničkom dokumentacijom proizvođača provjerom glavnih točaka koje bi moglo dovesti do nepravilnosti kao što su:

- ugradnja nosača jedinice i antivibracijskih spojeva,
- ispunjavanje zahtjeva koji se odnose na prostor potreban za funkcionalne svrhe i održavanje oko jedinice,
- pravilno projektiranje i ugradnja kanala,
- pravilno pozicioniranje ulaza i izlaza zraka kako bi se izbjeglo zaobilazeњe ili raslojavanje zraka,
- priključci električnih kabela.

Puštanje u pogon uglavnom se sastoji od postavljanja parametara za odgovarajuću prilagodbu rada na krovu kanalima i zahtjevima korisnika:

- pozitivan/negativan tlak ili ravnoteža tlaka u sobama,
- vanjski statički tlak ventilatora za podešavanje dovodnog protoka zraka,
- upravljanje dovodnim protokom zraka (konstantno ili varijabilno),
- funkcija freecooling/freeheating i postavke automatskog prebacivanja,
- glavne zadane vrijednosti i postavke prema potrebama korisnika,
- podešavanje PI/PID regulatora ovisno o karakteristikama zgrade.

### 7.3 ODRŽAVANJE

Kao što je slučaj kod drugih tehnologija, krovne jedinice zahtijevaju periodične provjere kako bi se osigurao vrlo učinkovit i nesmetan rad sustava. Konkretno, održavanje se odnosi na tri aspekta:

- zamjenu filtra,
- čišćenje izmjenjivača topline,
- provjeru curenja rashladnog sredstva

#### 7.3.1 Zamjena filtra

Redovita i pravovremena zamjena filtera ključna je za kvalitetu unutarnjeg zraka, toplinsku udobnost, potrošnju energije i zaštitu unutarnjih komponenti poput izmjenjivača topline od onečišćenja kako bi se osigurala njihova visoka učinkovitost. Ako se filtri ne mijenjaju, doći će do začepljenja i posljedično prekomjerne potrošnje energije, smanjene brzine protoka zraka (što može dovesti do kvara rashladnog kruga) i mogućeg oštećenja filtra.

Filtre treba mijenjati prema uputama proizvođača. Za ISO ePM filtre to bi obično trebalo učiniti kada tlak padne tri puta ili 50 Pa više od početnog tlaka (s čistim filtrom).

Nadalje, zbog higijenskih zahtjeva, preporuča se mijenjanje filtera najmanje svakih 12 mjeseci. U slučaju elektroničkih filtera nema potrebe za zamjenom, a faza održavanja sastoji se samo od pranja njegovih komponenti posebnim proizvodima ili odmaščivačima.

#### 7.3.2 Čišćenje izmjenjivača topline

Održavanje filtra uvelike ograničava onečišćenje unutarnje zavojnice. Pravilno čišćenje izmjenjivača topline ključno je za osiguravanje ispravnog rada krovne jedinice kako bi se spriječilo smanjenje kapaciteta i nepravilan rad, što bi moglo uzrokovati alarme i nepravilnosti. Krovne jedinice imaju najmanje dva izmjenjivača topline za zrak / rashladno sredstvo: jednu unutarnju i jednu vanjsku zavojnicu. Oba izmjenjivača topline moraju se održavati čistima, bez prljavštine i nasлага. Postupak čišćenja može se izvesti mekom četkom, usisavačem ili zračnim mlazom, a važno je ukloniti prljavštinu ne samo s površina već i oko jedinice kako bi se izbjegla moguća buduća oštećenja. Za bolje čišćenje zavojnica također se mogu koristiti odgovarajući kemijski proizvodi za dezinfekciju i voda.

#### 7.3.3 Provjera curenja rashladnog sredstva

Provjere curenja rashladnog sredstva obavljaju se u skladu sa zahtjevima navedenim u Uredbi o F-plinovima (517/2014). U usporedbi s drugim tehnologijama, ovaj je postupak lakši jer su sve komponente koje treba provjeriti smještene u ograničenom prostoru, a budući da su sve komponente kruga rashladnog sredstva prethodno sastavljene i testirane od strane proizvođača, manja je vjerojatnost da će doći do curenja zbog mogućih spojeva rashladnog sredstva izvedenih na terenu.



#### Ključne točke učenja

- Glavni čimbenici koji određuju odabir krovnih jedinica uključuju projektiranje unutarnjih i vanjskih parametara, potrebnii vanjski protok zraka za ventilaciju, zahtjeve za grijanjem i hlađenjem zgrade i uvjete na mjestu postavljanja.
- Softver za odabir koji isporučuju proizvođači krovnih jedinica značajno olakšava proces odabira i omogućuje projektantima da naprave sveobuhvatnu analizu.
- Integracija svih komponenti sustava u krovnu jedinicu i njezin kompaktan dizajn bitno pojednostavljuje ugradnju. Obično su ugradnja i puštanje u pogon ograničeni na spajanje kanala i električne mreže, postavljanje kontrolnih parametara i provjeru montaže.
- Krovne jedinice zahtijevaju periodično održavanje kako bi se osigurao vrlo učinkovit i nesmetan rad. Radovi održavanja prvenstveno se odnose na zamjenu zračnih filtera, čišćenje izmjenjivača topline i provjeru curenja rashladnog sredstva

## 8. POUZDANI PODACI

### 8.1 EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE

S više od 20 godina iskustva, Eurovent Certita Certification je broj jedan certifikacijsko tijelo treće strane u Europi u području unutarnje klime, ventilacije i kvalitete zraka te procesnog hlađenja i hladnog lanca za hranu. 66 % HVAC proizvoda koji se prodaju u Europi posjeduje certifikat Eurovent Certita Certification pod oznakom „Eurovent Certified Performance“ (ECP), renomirane i pouzdane certifikacije koja jamči da su proizvodi ne samo u skladu sa standardima već i da rade prema deklaraciji.

Euroventov program certificiranja krovnih jedinica (RT) pokriva zrakom hlađene sveobuhvatne krovne jedinice namijenjene samo za hlađenje i reverzibilne jedinice ispod 100 kW (u modusu hlađenja), s mogućnošću certificiranja jedinica zrak-zrak od 100 kW do 200 kW i vodom hlađenih sveobuhvatnih krovnih jedinica s pomoću testova obavljenih u uključenom laboratoriju.

### 8.2 PREDNOSTI PODATAKA S EUROVENT CERTIFIKATOM

Sudjelovanje u certifikacijskim programima koje nudi Eurovent Certita Certification nudi rješenje za pošteno natjecanje i pouzdane podatke. To je također osnova za pouzdano proučavanje energetskih svojstava HVAC sustava.

Program krovnih jedinica temelji se na godišnjim ispitivanjima neovisnih akreditiranih laboratorijskih, koji osiguravaju zajedničke kriterije ocjenjivanja, integritet i nepristrandost.

Ovaj sveobuhvatni postupak jamči kupcima da dobitni proizvodi rade prema deklaraciji. Nadalje, certifikacijska procjena uključuje oznaku energetske učinkovitosti, pomažući projektantima, instalaterima i krajnjim korisnicima da odaberu najprikladniji proizvod za svoju primjenu. Osim očitih prednosti za krajnje korisnike, certifikacija pruža brojne prednosti proizvođačima i pridonosi jednakim uvjetima za sve. Glavne prednosti mogu se sažeti kako slijedi:

- povećanje povjerenja potrošača,
- poštena usporedba tržista kroz jednostavan pristup podacima o značajkama svih certificiranih proizvoda,
- smanjenje potrebe za testiranjem u prisustvu kupaca,
- jačanje marke proizvoda.

Saznajte više o Eurovent Certita Certification.



©Untes

### 8.3 EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE ENERGY EFFICIENCY

Kroz Eurovent certifikacijsku shemu certificirane su sljedeće performanse: učin hlađenja i grijanja, energetska učinkovitost u standardnim uvjetima, sezonske značajke i razina zvučne snage.

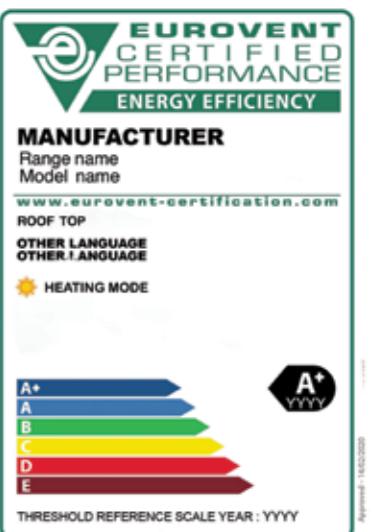
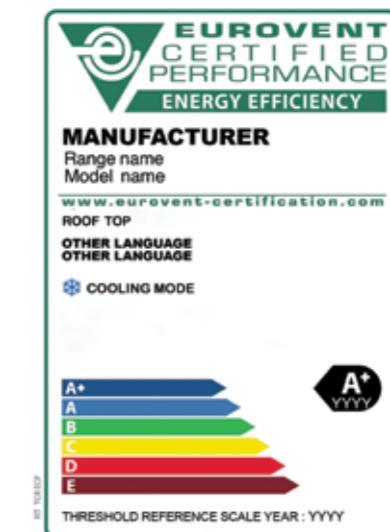


Slika 26: Oznaka „Eurovent Certified Performance“ ©Eurovent Certita Certification

Osim toga, program certificiranja krovnih jedinica uključuje razrede energetske učinkovitosti, koje je razvio Eurovent Certita Certification, a koji pomaže u odabiru najboljih jedinica za svaku vrstu krovne jedinice, u modusu hlađenja i grijanja. Manje učinkoviti proizvodi postupno će nestati. Uzimajući u obzir ove zahtjeve, provjera podataka koje je objavila treća strana kao što je Eurovent Certita Certification dodat će vrijednost provjeri deklariranih performansi kao dopuna nadzoru tržišta te će pomoći u usporedbi proizvoda zahvaljujući svojoj online bazi podataka.

Oznaka „Eurovent Certified Performance Energy Efficiency“ temelji se na sezonskoj učinkovitosti značajka.

Više detalja o oznaci „Eurovent Certified Performance Energy Efficiency“ možete pronaći u Tehničkim pravilima za certificiranje krova ECP-13 (Dodatak E).



Slika 27: Oznaka „Eurovent Certified Performance Energy Efficiency“ za krovne jedinice ©Eurovent Certita Certification

## 9. NORME, PROPISI I DRUGE KORISNE INFORMACIJE

### 9.1 UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/2281

Uredba Komisije (EU) 2016/2281 uspostavlja zahtjeve za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju za stavljanje na tržište i/ili u pogon (između ostalog) krovnih jedinica.

Konkretno, ova Uredba postavlja (između ostalog) zahtjeve za krovne dizalice toplice i krovne klimatizacijske uređaje, koji su definirani kao:

- krovna dizalica toplice definirana je kao dizalica toplice zrak-zrak, koju pokreće električni kompresor, čiji su isparivač, kompresor i kondenzator integrirani u jedan sustav,
- krovni klimatizacijski uređaj definiran je kao klimatizacijski uređaj zrak-zrak, koji pokreće električni kompresor, čiji su isparivač, kompresor i kondenzator integrirani u jedan sustav.

Ovi se zahtjevi primjenjuju u dvije različite razine (1. razina: od 1. siječnja 2018., 2. razina: od 1. siječnja 2021. nadalje) i postavljeni su kako slijedi:

	1. razina	2. razina
Funkcija dizalice toplice	$\eta_{sh} > 115$	$\eta_{sh} > 125$
Funkcija klimatizacijskog uređaja	$\eta_{sc} > 117$	$\eta_{sc} > 138$

Uredba Komisije (EU) 2016/2281 trebala bi se revidirati 2022. godine, a revizija će uključivati procjenu prikladnosti postavljanja strožih zahtjeva za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju za krovne i kanalne klimatizacijske uređaje i dizalice toplice. Postupak revizije još nije započeo.

### 9.2 METODE ISPITIVANJA I EN NORME

#### 9.2.1 EN 14511 i EN 14825

Trenutačno su glavne norme za ispitivanje i mjerjenje značajka krovnih jedinica EN 14511:2018 i EN 14825:2018.

Trenutačno su glavne norme za ispitivanje i mjerjenje značajka krovnih jedinica EN 14511:2018 i EN 14825:2018.

- učin hlađenja,
- učin grijanja,
- ukupnu ulaznu snagu u modusu hlađenja i grijanja,
- omjer energetske učinkovitosti (EER) za hlađenje,
- koeficijent učinkovitosti (COP) za grijanje,
- vanjski statički tlak i nominalnu brzinu protoka zraka.

Druga norma, EN 14825:2018, odnosi se na ispitivanje i mjerjenje pri uvjetima djelomičnog opterećenja i proračun sezonskih značajka. Glavni pokazatelj značajka definiran u ovoj normi uključuje:

- omjer sezonske energetske učinkovitosti (SEER) za sezonu hlađenja,
- sezonski koeficijent učinkovitosti (SCOP) za sezonu grijanja,
- sezonsku energetsku učinkovitost hlađenja prostora ( $\eta_{s,c}$ )
- sezonsku energetsku učinkovitost grijanja prostora ( $\eta_{s,h}$ )

Uz karakteristike definirane u gore navedenim EN normama, Euroventova klasifikacija sezonske učinkovitosti za hlađenje i grijanje uvedena je u Euroventovom programu certificiranja krovnih jedinica (PC-RT).

#### 9.2.2 prEN 17625

Opseg normi EN 14511:2018 i EN 14825:2018 ne odnosi se samo na krovne jedinice već pokriva mnogo širi raspon proizvoda uključujući klimatizacijske uređaje, sustave za hlađenje tekućinom i dizalice toplice.

S obzirom na specifična svojstva i način rada krovnih jedinica, koji se značajno razlikuju u usporedbi s ostalim proizvodima za klimatizaciju, Europski odbor za standardizaciju (CEN) razvija novu normu namijenjenu ovom proizvodu.

Nacrt nadolazeće norme, prEN 17625, navodi uvjete i definicije te uvjete i metode ispitivanja za mjerjenje značajka krovnih jedinica s kompresorima na električni pogon, koji mogu biti opremljeni dodatnim naknadnim grijaćem. Norma pokriva jedinice zrak-zrak i voda-zrak s dvije, tri ili četiri zaklopke.

Nacrt norme pruža uvjete djelomičnog opterećenja i metode proračuna temeljene na normi EN14825, ali uzimajući u obzir specifične značajke krovnih jedinica kao što su freecooling i mješavine protoka zraka za:

- sezonsku energetsku učinkovitosti SEER i SEERon,
- sezonsku energetsku učinkovitost hlađenja prostora  $\eta_{s,c}$
- sezonski koeficijent učinkovitosti SCOP, SCOPon i SCOPnet,
- sezonsku energetsku učinkovitost grijanja prostora  $\eta_{s,h}$

Terminologija i tipologija za krovne jedinice također su sveobuhvatno definirane.

Objava norme može se očekivati početkom 2024. godine. Kada norma postane dostupna, od Europske komisije zatražit će se mandat za njezino usklađivanje s Uredbom (EU) 2016/2281. Ako se dodijeli mandat, Dodatak ZA bit će dodan normi tijekom njezine prve revizije kako bi norma postala usklađena.

Stručnjaci Eurovent Certita Certification i članovi Euroventa aktivno pridonose razvoju norme EN 17625

## 10. EUROPSKA INDUSTRIJA KROVNIH JEDINICA



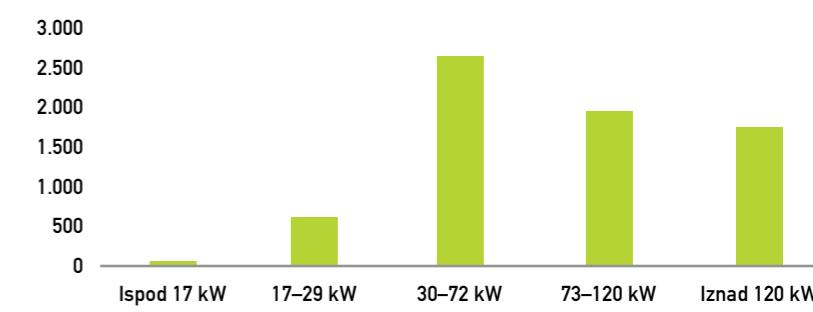
©FLOWAIR

### 10.1 PODACI O TRŽIŠTU

Prema Eurovent Market Intelligence (EMI), vodećem europskom statističkom uredu za HVACR tržište, u Europi postoji oko 50 proizvođača krovnih jedinica. Od toga je 20-ak velikih tvrtki, a ostalo su mali ili vrlo mali proizvođači. U 2020. godini tržište krovnih jedinica EU27+UK procijenjeno je na oko 164 milijuna eura, dok je ukupno europsko tržište, uključujući Norvešku, balkanske zemlje, Rusiju, Ukrajinu, europske zemlje ZND-a, Švicarsku i Tursku, procijenjeno na više od 191 milijun eura.

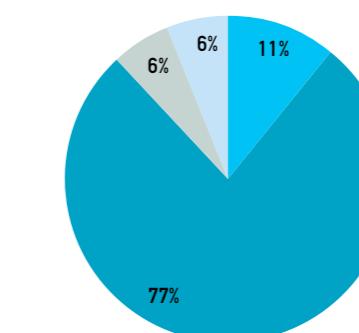
#### RASPONI UČINA

CIJELA EUROPA – na temelju prodanih jedinica



#### VRSTA TEHNOLOGIJE

CIJELA EUROPA – na temelju prodanih jedinica



■ Samo hlađenje

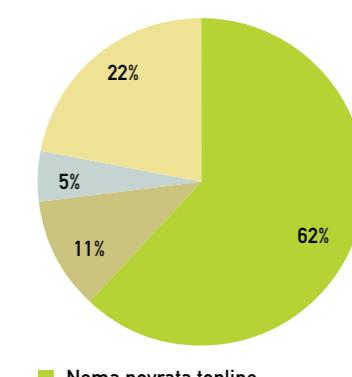
■ Reverzibilno

■ Na plin (samo hlađenje)

■ Na plin (reverzibilno)

#### VRSTA POVRATA TOPLINE

CIJELA EUROPA – na temelju prodanih jedinica



■ Nema povrata topline

■ Rotacijski (bubanj)

■ Pločasti (unakrsni protok)

■ Krug za povrat energije (ERC)

Slika 28: Statistika za 2020. u vezi s rasponima učina, vrstom tehnologije i vrstom povrata topline ©Eurovent Market Intelligence

Saznajte više o Eurovent Market Intelligence.



## 10. EUROPSKA INDUSTRIJA KROVNIH JEDINICA

### 10.2 EUROVENTOVA SKUPINA PROIZVODA „KROVNE JEDINICE“

Euroventova skupina proizvoda „Krovne jedinice“ (PG-RT) osnovana je 2020. godine i sastoji se od velike većine europskih i neeuropskih proizvođača. U skupini PG-RT aktivno sudjeluju sljedeće organizacije:



### O EUROVENTU

Eurovent je europska industrijska udruga za unutarnju klimu (HVAC), procesno hlađenje i tehnologije hladnog lanca za hranu. Njezini članovi iz cijele Europe predstavljaju više od 1000 organizacija, od kojih su većina mali i srednji proizvođači. Na temelju objektivnih i provjerljivih informacija, oni čine ukupni godišnji promet koji premašuje 30 milijardi eura, zaposljavajući oko 150 000 ljudi unutar zemljopisnog područja udruge. Time je Eurovent jedan od najvećih međuregionalnih industrijskih odbora te vrste. Aktivnosti organizacije temelje se na vrlo cijenjenim demokratskim načelima donošenja odluka, osiguravajući jednake uvjete za cijelu industriju neovisno o veličini organizacije ili članarini.



### NAŠI ČLANOVI

Naše udruge članova glavne su nacionalne sektorske udruge iz Europe koje predstavljaju proizvođače u području unutarnje klime (HVAC), procesnog hlađenja, hladnog lanca za hranu i tehnologija industrijske ventilacije.

Više od 1000 proizvođača unutar naše mreže [Eurovent „Povezani proizvođači“ i „Dopisni članovi“] zastupljeno je u aktivnostima Euroventa na demokratski i transparentan način.

Za više informacija i popis svih naših članova posjetite našu web-stranicu.



### 10.3 OSTALI SURADNICI

Sljedeći proizvođači i organizacije također su pridonijeli ovom priručniku pružajući slike koje ilustriraju njihove proizvode:





**UČLANITE SE  
PRIJAVITE SE SADA ZA ČLANS**  
[apply.eurovent.eu](http://apply.eurovent.eu)

**PRATITE NAS NA LINKEDINU**

Primajte najnovije informacije o Euroventu i našoj industriji.

[linkedin.eurovent.eu](https://www.linkedin.com/company/eurovent-eu/)

**ADRESA**

80 Bd A. Reyers Ln  
1030 Bruxelles, Belgija

**TELEFON**

+32 466 90 04 01

**EMAIL**

secretariat@eurovent.eu

[www.eurovent.eu](http://www.eurovent.eu)

Dokument je preveden na  
suradnji s Clivetom



Po więcej informacji odwiedź  
[www.IAQmatters.org](http://www.IAQmatters.org)