

PRZEWODNIK  
EUROVENT

# JEDNOSTKI ROOFTOP





## PRZEDMOWA

### W SKRÓCIE

Niniejszy przewodnik stowarzyszenia Eurovent zawiera kompleksowy przegląd technologii związanej z urządzeniami rooftop. Przybliża informacje na temat ich rodzajów, konstrukcji, zastosowania, sposobu działania oraz metod konserwacji. Poradnik jest pierwszym tego typu kompendium wiedzy opracowanym przez branżę zajmującą się urządzeniami rooftop i stanowi obowiązkową lekturę dla projektantów, wykonawców i inwestorów związanych z sektorem HVAC.

### AUTORZY

Niniejszy dokument został opublikowany przez Eurovent oraz przygotowany wspólnym wysiłkiem uczestników Grupy Produktowej "Jednostki Rooftop" (PG-RT), reprezentującej większość wszystkich producentów tych wyrobów działających na rynku EMEA.

Szczególnie istotny wkład wnieśli (w kolejności alfabetycznej od nazwiska): Arel Arsoy, Filip Konieczny, Morgane Lajeunesse, Natividad Molero, Mose Prandin, Damiano Rossi, Francesco Scuderi, Igor Sikończyk, Nicola Toniolo, Anthony Ysebaert.

Przełożył z angielskiego: Filip Konieczny

### PRAWA AUTORSKIE

© Eurovent, 2023

O ile nie zaznaczono inaczej, niniejsza publikacja może być powielana w całości lub w części, pod warunkiem podania źródła. W przypadku wykorzystywania lub powielania zdjęć lub innych materiałów, które nie są własnością Eurovent, należy zwrócić się z zapytaniem o zgodę bezpośrednio do właścicieli praw autorskich.

Zdjęcie na okładce ©FLOWAIR

### Proponowany cytat

Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2023). Przewodnik Eurovent - Jednostki Rooftop. Bruksela: Eurovent.

<b>Przedmowa</b> .....	<b>3</b>
W skrócie .....	3
Autorzy .....	3
<b>Prawa autorskie</b> .....	<b>3</b>
<b>Proponowany cytat</b> .....	<b>3</b>
WYKAZ SKRÓTÓW I SYMBOLI .....	5
WYKAZ DEFINICJI .....	5
<b>1. WPROWADZENIE</b> .....	<b>6</b>
1.1 DO CZEGO SŁUŻĄ JEDNOSTKI TYPU ROOFTOP I DLACZEGO ICH POTRZEBUJEMY? .....	6
1.2 CO OZNACZA KOMFORT CIEPLNY? .....	7
1.2.1 Optymalny komfort cieplny .....	7
1.2.2 Wpływ na samopoczucie, zdrowie i produktywność .....	8
1.3 CO OZNACZA IAQ? .....	8
1.3.1 Jak poziom dwutlenku węgla wpływa na IAQ? .....	8
1.3.2 Skuteczna filtracja powietrza zapewnia wysoki poziom IAQ .....	8
<b>2. CO TO JEST URZĄDZENIE TYPU ROOFTOP?</b> .....	<b>10</b>
2.1 TROCHĘ O HISTORII URZĄDZEŃ TYPU ROOFTOP .....	10
2.2 PRZEZNACZENIE URZĄDZEŃ TYPU ROOFTOP .....	10
2.3 „SERCE” URZĄDZENIA TYPU ROOFTOP .....	10
2.3.1 Obieg chłodniczy .....	10
2.3.2 Wentylatory i ekonomizer .....	10
2.4 RODZAJE JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP .....	10
2.4.1 Urządzenia tylko recyrkulacyjne .....	11
2.4.2 Urządzenia z wentylatorem nawiewnym i recyrkulacją .....	11
2.4.3 Urządzenia z wentylatorem nawiewnym, recyrkulacją i wywiewem powietrza .....	11
2.4.4 Urządzenia z wentylatorem nawiewnym, wentylatorem wyciągowym, recyrkulacją i odzyskiem energii .....	12
2.5 RÓŻNICE POMIĘDZY URZĄDZENIAMI TYPU ROOFTOP A CENTRALAMI WENTYLACYJNYMI .....	13
2.6 WSPARCIE DLA WYZWAŃ .....	14
2.6.1 Technologia pomp ciepła .....	14
2.6.2 Zmniejszenie wpływu czynników chłodniczych .....	14
2.6.3 Polityka w zakresie gospodarki obiegu zamkniętego .....	14
<b>3. POWODY, DLA KTÓRYCH WARTO STOSOWAĆ URZĄDZENIA ROOFTOP</b> .....	<b>14</b>
3.1 KLUCZOWE ZALETY .....	14
3.2 EFEKTYWNA WYMIANA POWIETRZA DLA Dobrej IAQ .....	15
3.3 ODPowiednia ILOŚĆ POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO I ODZYSK CIEPŁA DLA OPTYMALIZACJI ENERGETYCZNEJ .....	15
3.4 ZMIENNY PRZEPŁYW POWIETRZA ZINTEGROWANY Z REGULACJĄ IAQ I KOMFORTU CIEPLNEGO .....	15
3.5 WPŁYW NA OGÓLNA EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ BUDYNKU .....	16
3.6 ŁATWOŚĆ MONTAŻU .....	17
<b>4. RÓŻNORODNOŚĆ ZASTOSOWAŃ JEDNOSTEK ROOFTOP</b> .....	<b>18</b>
4.1 OBIEKTY HANDLOWE .....	18
4.2 MAGAZYNY I CENTRA LOGISTYCZNE .....	18
4.3 ZAKŁADY PRZEMYSŁOWE .....	18

4.4 PLACÓWKI OŚWIATOWE .....	19
4.5 OBIEKTY SPORTOWE .....	19
4.6 OBIEKTY ROZRYWKOWE .....	20
4.7 LOTNISKA .....	20
4.8 HALE WYSTAWOWE .....	20
4.9 INNE ZASTOSOWANIA .....	21
<b>5. FUNKCJE I KOMPONENTY JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP</b> .....	<b>22</b>
5.1 SEKCJE OGRZEWANIA I CHŁODZENIA .....	22
5.1.1 Sekcje ogrzewania i chłodzenia .....	22
5.1.2 Urządzenia typu powietrze-powietrze i woda-powietrze .....	22
5.2 SPRĘŻARKI .....	23
5.2.1 Konfiguracja wielosprężarkowa .....	23
5.2.2 Układy napędzane falownikiem .....	23
5.2.3 Układy wieloobiegowe .....	24
5.3 FILTRY POWIETRZA .....	24
5.3.1 Filtracja dla dobrej IAQ .....	24
5.3.2 Ochrona urządzenia i instalacji .....	24
5.3.3 Efektywność energetyczna filtrów .....	24
5.3.4 Zanieczyszczenia gazowe i zapachy .....	25
5.4 WENTYLAOTRY .....	25
5.4.1 Wentylatory wewnętrzne do nawiewu i wywiewu powietrza .....	25
5.4.2 Wentylatory zewnętrzne (stosowane w urządzeniach typu powietrze-powietrze) .....	25
5.5 KOMORA MIESZANIA .....	26
5.5.1 Zarządzenie powietrzem zewnętrznym i free-cooling .....	26
5.5.2 Bilans ciśnienia w budynku .....	26
5.6 KONTROLA WILGOTNOŚCI .....	27
5.6.1 Nawilżacze .....	27
5.6.2 Osuszanie .....	27
5.7 DODATKOWE ŹRÓDŁA CIEPŁA .....	28
5.7.1 Nagrzewnice elektryczne .....	28
5.7.2 Nagrzewnice wodne .....	28
5.7.3 Nagrzewnice gazowe .....	28
5.7.4 Wymiennik wtórnego podgrzewu gorącym gazem .....	28
5.8 ODZYSK ENERGII Z POWIETRZA WYLOTOWEGO .....	29
5.8.1 Odzysk termodynamiczny .....	29
5.8.2 Pasywny odzysk ciepła .....	29
5.9 UKŁAD STEROWANIA .....	29
<b>6. UKŁAD STEROWANIA</b> .....	<b>31</b>
6.1 DLACZEGO UKŁAD STEROWANIA JEST WAŻNY DLA URZĄDZENIA TYPU ROOFTOP? .....	31
6.2 JAKI JEST WPŁYW SYSTEMU STEROWANIA JEDNOSTKĄ .. ROOFTOP NA OGÓLNA EFEKTYWNOŚĆ? .....	31
6.3 KTÓRYMI KOMPONENTAMI JEDNOSTKI ROOFTOP ZARZĄDZA UKŁAD STEROWANIA? .....	31
6.4 ZNACZENIE SYSTEMÓW BMS .....	31
<b>7. DOBÓR, INSTALACJA, PIERWSZE URUCHOMIENIE I KONSERWACJA</b> .....	<b>32</b>
7.1 DOBÓR: JAK WŁAŚCIWIE WYBRAĆ ODPowiedni PRODUKT? .....	32
7.2 MONTAŻ I URUCHOMIENIE: PRODUKT TYPU MONOBLOK i PLUG&PLAY .....	32

7.3 PRZEGLĄDY .....	32
7.3.1 Wymiana filtrów .....	32
7.3.2 Czyszczenie wymienników ciepła .....	33
7.3.3 Kontrola szczelności agregatu chłodniczego .....	33
7.4 ZDALNY MONITORING .....	33
<b>8. WIARYGODNE DANE</b> .....	<b>34</b>
8.1 WYDAJNOŚĆ POTWIERDZONA CERTYFIKATEM EUROVENT .....	34
8.2 KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z DANYCH CERTYFIKOWANYCH PRZEZ EUROVENT .....	34
8.3 WYDAJNOŚĆ CERTYFIKOWANA PRZEZ EUROVENT: EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA .....	35
<b>9. NORMY, PRZEPISY I INNE POMOCNE INFORMACJE</b> .....	<b>36</b>
9.1 ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) 2016/2281 .....	36
9.2 METODY BADAŃ I NORMY EN .....	36
9.2.1 EN 14511 i EN 14825 .....	36
9.2.2 prEN 17625 .....	36
<b>10. EUROPEJSKI RYNEK JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP</b> .....	<b>37</b>
10.1 DANE RYNKOWE .....	37
10.2 GRUPA PRODUKTOWA EUROVENT „JEDNOSTKI ROOFTOP” .....	38
10.3 INNI PARTNERZY .....	38
<b>O EUROVENT</b> .....	<b>39</b>
<b>NASI CZŁONKOWIE</b> .....	<b>39</b>



Przykłady jednostek dachowych rooftop ©Carrier

## WYKAZ SKRÓTÓW I SYMBOLI

<b>AHU</b>	Centrala wentylacyjna
<b>BMS</b>	System zarządzania budynkiem
<b>CAV</b>	Stały wydatek powietrza
<b>CEN</b>	Europejski Komitet Normalizacyjny
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dwutlenek węgla
<b>DCV</b>	Wentylacja sterowana zapotrzebowaniem
<b>EMI</b>	Eurovent Market Intelligence
<b>UE</b>	Unia Europejska
<b>GWP</b>	Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego
<b>HVACR</b>	ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja i chłodnictwo
<b>IAQ</b>	Jakość powietrza w pomieszczeniach
<b>IEQ</b>	Jakość środowiska w pomieszczeniach
<b>PG-RT</b>	Grupa produktowa Eurovent "Jednostki Rooftop"
<b>PM</b>	Cząstki stałe
<b>ppm</b>	Części na milion
<b>RTU</b>	Jednostka dachowa rooftop
<b>VAV</b>	Zmienna ilość powietrza
<b>VFD</b>	Napęd o zmiennej częstotliwości
<b>VOC</b>	Lotne związki organiczne
<b>VSD</b>	Napęd o zmiennej prędkości

## WYKAZ DEFINICJI

### Powietrze wywiewane (ETA)

Powietrze opuszczające klimatyzowane pomieszczenie i trafiające do urządzenia; powietrze wywiewane może być zmieszane (jako powietrze recyrkulacyjne) z powietrzem zewnętrznym lub może trafić na wymiennik odzyskujący ciepło w celu zwiększenia efektywności urządzenia.

### Powietrze wylotowe (EHA)

Powietrze pobierane z klimatyzowanego pomieszczenia i odprowadzane na zewnątrz, które wcześniej może trafić na zewnętrzny wymiennik ciepła.

### Powietrze zewnętrzne (ODA)

Powietrze pobierane ze środowiska zewnętrznego.

### Powietrze nawiewane (SUP)

Powietrze opuszczające wewnętrzny wymiennik ciepła i dostarczane do pomieszczenia, które ma być klimatyzowane.

# 1. WPROWADZENIE

## 1.1 DO CZEGO SŁUŻĄ JEDNOSTKI TYPU ROOFTOP I DLACZEGO ICH POTRZEBUJEMY?

W dzisiejszych czasach średnio 90% czasu spędzamy wewnątrz pomieszczeń. Na początku może się to wydawać wartością zawyżoną, jednak gdy uświadomimy sobie ile przebywamy w pracy, w szkole, w sklepach, w kawiarniach, w restauracjach, w kinach, w teatrach, w klubach sportowych i wreszcie w domu to liczba ta przestaje dziwić. Z tego powodu powinniśmy w nich oczekiwać możliwie najlepszego klimatu, w terminologii technicznej nazywanego Indoor Environmental Quality (IEQ) czyli jakością środowiska w pomieszczeniach

IEQ ma fundamentalny wpływ na nasze zdrowie, samopoczucie i produktywność. Dobra jakość środowiska w pomieszczeniu bezpośrednio przekłada się także na wydajność pracy i efektywność nauki u dzieci. Utrzymywanie IEQ wiąże się niestety ze znacznym zużyciem energii. Technologie wykorzystywane do jej zapewnienia powinny zatem być przyjazne dla środowiska. Muszą one charakteryzować się najwyższą możliwą efektywnością energetyczną przy jednocześnie niskiej emisji dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>). Istotny jest również racjonalny koszt inwestycyjny takich technologii.

Pojęcie jakości środowiska w pomieszczeniach składa się z dwóch głównych elementów: komfortu termicznego (odpowiedniej temperatury i wilgotności) oraz jakości powietrza (IAQ). Zapewnienie wysokiej IAQ wiąże się z efektywną wymianą i filtracją powietrza w budynku. Utrzymanie odpowiedniego komfortu cieplnego wymaga zapewnienia energii do ogrzewania i chłodzenia. Energia ta jest potrzebna do:

- Klimatyzacji powietrza zewnętrznego dostarczanego do budynku. Proces ten obejmuje ogrzewanie i chłodzenie, a w razie potrzeby również nawilżanie i/lub osuszanie
- Kompensacji strat i zysków ciepła budynku, czyli energii przekazywanej przez przegrody zewnętrzne w wyniku występowania różnicy temperatur, obciążenia cieplnego wynikającego z pracy urządzeń elektrycznych/maszyn oraz promieniowania słonecznego.

Jednostki Rooftop (RTU) to kompaktowe urządzenia, zawierające wszystkie komponenty potrzebne do efektywnej wymiany powietrza i zapewniania komfortu cieplnego w pomieszczeniach. Umożliwiają wytwarzanie mocy chłodniczej, mocy grzewczej oraz ich kontrolę. Dla wielu zastosowań jednostki rooftop są zatem najlepszą opcją, gdyż samodzielnie stanowią kompletne rozwiązanie systemu HVACR. Zastępują oddzielne systemy chłodzenia, ogrzewania, wentylacji i sterowania. Jednocześnie gwarantują wysoką efektywność energetyczną, niezawodność działania i niskie koszty inwestycyjne. Ponadto, jednostki Rooftop mogą być wyposażone w wysokosprawne filtry powietrza, które usuwają szkodliwe cząstki stałe (PM) z powietrza dostarczanego do budynku i eliminują z powietrza recyrkulacyjnego patogeny powodujące choroby.

W kolejnych częściach tego poradnika przedstawiono korzyści płynące z zastosowania jednostek rooftop, ich budowę, metodykę doborową i wiele innych przydatnych informacji.



©Swegon

## 1.2 CO OZNACZA KOMFORT CIEPLNY?

Komfort cieplny jest określany przez kombinację temperatury i wilgotności względnej. Oznacza on warunki, które są postrzegane przez ludzi jako zadowalające. Ma on zasadniczy wpływ na samopoczucie, zdrowie i produktywność.

### 1.2.1 Optymalny komfort cieplny

Nie istnieje coś takiego jak „uniwersalny idealny” komfort cieplny, który zadowala wszystkich i ma zastosowanie dla różnych środowisk. Na postrzeganie komfortu wpływa kilka czynników, należą do nich np. rodzaj ubrania i jego izolacja, poziom aktywności fizycznej, prędkość powietrza czy pora roku. W związku z tym, każdy człowiek ma inny sposób odczuwania komfortu.

W ocenie komfortu cieplnego stosuje się wskaźniki PMV i PPD. Predicted mean vote (PMV) to wskaźnik przewidujący średnią wartość głosów grupy mieszkańców w skali odczuć cieplnych. Zero na skali oznacza warunki neutralne, skrajna wartość +3 oznacza odczucie gorąca, a -3 odczucie zimna. PPD oznacza przewidywany procent niezadowolonych. Na podstawie tych dwóch wskaźników można określić ogólne kryteria projektowania komfortu cieplnego. Główna europejska norma dotycząca oceny środowiska termicznego, EN 16798-1, definiuje cztery kategorie komfortu cieplnego w pomieszczeniach. Najlepsza, kategoria I, zakłada PPD < 6% i PMV w zakresie od -0,2 do +0,2. Oznacza to, że średnie postrzeganie komfortu będzie bliskie neutralnemu i tylko 6% mieszkańców będzie niezadowolonych. Najgorsza, kategoria IV, zakłada natomiast PPD < 25% i PMV w zakresie od -1,0 do +1,0.

Zalecane parametry komfortu cieplnego w bardziej praktycznym ujęciu, czyli zakresy dopuszczalnych wartości temperatury i wilgotności, są zwykle określone w krajowych przepisach budowlanych. Są uzależnione od czynników, takich jak typ budynku, poziom aktywności i pora roku. Jeśli informacje te nie są dostępne, można zastosować wartości domyślne dla typowych budynków zawarte w normie EN 16798-1. Na przykład dla biur i podobnych pomieszczeń wyposażonych w system chłodzenia (sala konferencyjna, audytorium, kawiarnia, restauracja, sala lekcyjna) podano domyślne wartości projektowe temperatury:

- Minimalna temperatura wewnętrzna zimą: 21°C (kategoria I) i 18°C (kategoria IV)
- Maksymalna temperatura wewnętrzna latem: 25,5°C (kategoria I) i 28°C (kategoria IV)

W pomieszczeniach mieszkalnych z zainstalowanym systemem nawilżania lub osuszania, zalecenia dotyczące wilgotności wewnątrz są następujące:

- Maksymalna wilgotność względna (do rozpoczęcia osuszania): 50% (kategoria I) i 70% (kategoria III)
- Minimalna wilgotność względna (do rozpoczęcia nawilżania): 30% (kategoria I) i 20% (kategoria III)

Dla specyficznych zastosowań, takich jak zakłady produkcyjne i magazyny, warunki komfortu cieplnego muszą być ustalane indywidualnie przez projektanta i we współpracy z inwestorem lub inżynierem procesu.

# 1. WPROWADZENIE

## 1.2.2 Wpływ na samopoczucie, zdrowie i produktywność

Liczne badania, przeprowadzone w ciągu ostatnich kilkunastu lat, udowodniły bezpośrednią i silną korelację pomiędzy komfortem cieplnym a samopoczuciem, zdrowiem i produktywnością. Udowodniono, że zbyt wysoka temperatura zmniejsza wydajność pracy umysłowej, natomiast zbyt niska obniża wydajność pracy fizycznej. Nieodpowiedni komfort cieplny (nawet w fizjologicznie akceptowalnych granicach) może obniżyć wydajność pracy od 5 do 15%<sup>1</sup> i skutkować zwiększoną liczbą wypadków przy pracy.

Komfort termiczny ma również szczególnie istotny wpływ na wyniki w nauce wśród dzieci. Według badań, niski komfort termiczny może wpłynąć na obniżenie wyników nawet o 25%<sup>2</sup>. Z tych powodów zapewnienie odpowiednich warunków jest kluczowe, a związana z tym inwestycja zwraca się w krótkim czasie. Warto pamiętać, że 5% wzrost produktywności oznacza wydłużenie dnia pracy nawet o 25 minut, a 12% poprawa wyników nauczania oznacza tyle co dodatkowy rok edukacji.

Zimne i suche powietrze oraz gwałtowne zmiany jego temperatury mogą wywołać astmę, a nawet ułatwić rozprzestrzenianie się wirusów takich jak grypa. Z kolei zbyt ciepłe i wilgotne warunki mogą skutkować problemami z oddychaniem i powodować uczucie zmęczenia.

## 1.3 CO OZNACZA IAQ?

Jakość powietrza wewnętrznego (IAQ) odnosi się do stopnia czystości powietrza w pomieszczeniach. Zanieczyszczenia, które wpływają na IAQ to gazy i cząsteczki stałe (PM). PM to złożona mieszanina stałych i ciekłych cząstek substancji organicznych i nieorganicznych zawieszonych w powietrzu, w tym czarnego węgla, pyłu mineralnego, cząstek pochodzących ze spalania, a także unoszących się w powietrzu patogenów wywołujących choroby. Głównymi zanieczyszczeniami gazowymi mającymi znaczenie dla wentylacji ogólnej są dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>) i lotne związki organiczne (VOC).

### 1.3.1 Jak poziom dwutlenku węgla wpływa na IAQ?

Głównym źródłem zanieczyszczeń wewnątrz budynków publicznych są ludzie, którzy wykorzystują tlen z wdychanego powietrza do produkcji energii i jednocześnie emitują dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>), parę wodną, a także inne produkty przemiany materii. W ciągu jednego dnia przeciętny człowiek wydycha około 500 litrów dwutlenku węgla. Jeśli nie jest zapewniona wystarczająca wymiana zanieczyszczonego powietrza wewnętrznego na czyste powietrze zewnętrzne, stężenie CO<sub>2</sub> w pomieszczeniu wzrasta i może osiągnąć poziom niebezpieczny dla zdrowia.

Powszechnie wiadomo, że bez odpowiedniej wentylacji stężenie CO<sub>2</sub> w pomieszczeniach może być ponad 10 razy wyższe niż w powietrzu zewnętrznym. Biorąc pod uwagę, że typowy poziom CO<sub>2</sub> w powietrzu zewnętrznym wynosi 350-450ppm, oznacza to, że w źle wentylowanym pomieszczeniu stężenie CO<sub>2</sub> może osiągnąć ponad 4,500ppm. Ogólnie uznany poziom stężenia CO<sub>2</sub> dla zadowolającej IAQ waha się pomiędzy 600-800ppm. Stężenie 1.000ppm jest uważane za górny dopuszczalny limit komfortu. Wzrost powyżej 1,500ppm powoduje szybką utratę koncentracji, produktywności oraz uczucie senności. 5.000ppm to maksymalne stężenie dla określonych miejsc pracy. Stężenia powyżej 6000ppm są krytyczne i mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia powodując zwiększoną częstotliwość oddychania, bóle głowy, nudności a nawet utratę przytomności (przy stężeniach > 10%).

Ze względu na kluczowy wpływ CO<sub>2</sub> na samopoczucie i zdrowie, jego stężenie jest wykorzystywane jako jeden z głównych wskaźników IAQ. Emisja CO<sub>2</sub> w pomieszczeniach jest bezpośrednio związana z liczbą osób przebywających wewnątrz. Ilość dostarczanego powietrza zewnętrznego powinna być dostosowana do rzeczywistego zapotrzebowania i umożliwiać utrzymanie stężenia CO<sub>2</sub> na wymaganym poziomie, tym samym minimalizując zużycie energii potrzebnej do uzdatniania powietrza. Do określania zapotrzebowania na powietrze zewnętrzne wykorzystuje się więc czujniki CO<sub>2</sub>.

Innym istotnym zanieczyszczeniem wpływającym na IAQ są lotne związki organiczne, które są emitowane z materiałów budowlanych i źródeł, takich jak aerozole, środki czyszczące oraz sprzęt biurowy (np. drukarki i kserokopiarki). W celu dostosowania wydajności wentylacji do aktualnego zapotrzebowania można również wykorzystać czujniki LZO. W wielu państwach członkowskich UE stosowanie czujników CO<sub>2</sub> i VOC jest lub wkrótce stanie się obowiązkowe.

### 1.3.2 Skuteczna filtracja powietrza zapewnia wysoki poziom IAQ

Inną kluczową przyczyną pogorszenia IAQ są zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego przenoszone do wewnątrz. Oprócz lotnych związków chemicznych są to szkodliwe, drobne cząstki stałe, smog, pył, pyłki, bakterie i pleśń oraz inne organiczne i nieorganiczne niebezpieczne cząstki. Sytuacja jest szczególnie poważna w przypadku obszarów miejskich i przemysłowych, gdzie jakość powietrza na zewnątrz jest niska. Źródłem emisji PM w pomieszczeniach jest na przykład gotowanie lub spalanie.

Wpływ pyłu zawieszonego na zdrowie człowieka był w przeszłości szeroko badany. Wyniki pokazały, że drobny pył może stanowić poważne zagrożenie. Udowodniono, że im mniejsza wielkość cząstek, tym większe stanowią one zagrożenie dla zdrowia. Cząstki PM10 (średnica ≤ 10 μm) mogą dotrzeć do przewodów oddechowych i spowodować obniżenie funkcji płuc, alergię i astmę. Cząstki PM1 (≤ 1 μm) są na tyle drobne, że dostają się do krwiobiegu i prowadzą do nowotworów, chorób układu krążenia, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc i demencji.

### W pigułce:

- W dzisiejszych czasach ludzie spędzają większość czasu w pomieszczeniach. Oznacza to konieczność zapewnienia wysokiej jakości środowiska wewnętrznego w budynkach.
- Jakość środowiska wewnętrznego ma kluczowy wpływ na dobre samopoczucie, zdrowie i produktywność. Obejmuje ona komfort cieplny i jakość powietrza w pomieszczeniach.
- Komfort cieplny oznacza satysfakcjonującą temperaturę i wilgotność. Głównymi wskaźnikami dobrej jakości powietrza wewnętrznego jest poziom CO<sub>2</sub> i stężenie PM.
- Jednostki rooftop są w stanie zapewnić komfort cieplny i odpowiednią jakość powietrza wewnętrznego w wielu typach budynków, bez konieczności stosowania dodatkowych systemów HVAC

Jednostki rooftop mogą być wyposażone w wysokosprawne filtry, które usuwają cząstki PM z powietrza przed dostarczeniem go do budynku. Zapewniają w ten sposób wysoką jakość powietrza w pomieszczeniu i eliminują zagrożenie dla zdrowia. Dzięki filtrom zainstalowanym w RTU, zarówno zanieczyszczenia zewnętrzne (z powietrza zewnętrznego), jak i wewnętrzne (z powietrza recyrkulacyjnego) są skutecznie usuwane. Klasa zastosowanych filtrów zależy od stopnia zanieczyszczenia środowiska zewnętrznego i konkretnego sposobu wykorzystywania budynku.



Przykłady jednostek rooftop ©Untes (górze) & ©Carrier (dół)

Więcej informacji na temat doboru filtrów powietrza, wg. ISO 16890, można znaleźć w Rekomendacji Eurovent 4/23.



<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

## 2. CO TO JEST URZĄDZENIE TYPU ROOFTOP?

### 2.1 TROCHĘ O HISTORII URZĄDZEŃ TYPU ROOFTOP

Podwaliny do dzisiejszej technologii miały miejsce na początku XX wieku, kiedy to opracowano pierwsze urządzenia klimatyzacyjne. Kolejny krok milowy miał miejsce pod koniec lat 20-tych i było nim wynalezienie czynnika chłodniczego na bazie fluoropochodnych węglowodorów alifatycznych. Dało to początek erze domowych klimatyzatorów. Kolejnym kluczowym okresem w rozwoju technologii był koniec lat 60-tych, który przyniósł nam sprężarki rotacyjne. Są one do dziś są wykorzystywane w przemyśle chłodniczym. Bazując na tych doświadczeniach, w latach 80-tych, opracowano pierwsze jednostki typu rooftop.

W przeszłości rooftopy były jednak synonimem niewyszukanych i tanich rozwiązań HVAC. Brakowało im podstawowych funkcji takich jak regulacja przepływu powietrza, a uruchamianie było możliwe jedynie ręcznie. Urządzenia były wyposażone w niezbyt zaawansowane komponenty, nie wspominając o braku inteligentnych sterowników i zintegrowanego systemu sterowania. Nie były ani energooszczędne, ani łatwe w sterowaniu. Te niedociągnięcia nie mają już miejsca. Współczesne jednostki rooftop to najnowocześniejsze urządzenia HVAC. Oferują bardzo wysoką efektywność energetyczną i możliwość elastycznego dostosowania parametrów pracy do zmiennych warunków. Wbudowane, inteligentne sterowniki są kompatybilne z systemami zarządzania budynkiem (BMS). Oznacza to, że dzięki odczytom z czujników i inteligentnym algorytmom, jednostki rooftop mogą dostosować charakterystykę pracy do warunków pogodowych i środowiskowych.

### 2.2 PRZEZNACZENIE URZĄDZEŃ TYPU ROOFTOP

Głównym zadaniem jednostek rooftop jest zapewnienie komfortu cieplnego człowieka. Realizowane jest to przez powietrzne chłodzenie i ogrzewanie pomieszczeń, przy jednoczesnym dostarczaniu powietrza zewnętrznego w celu wentylacji i zapewnienia odpowiedniej IAQ.

Powyższe cele mogą być alternatywnie osiągnięte za pomocą kilku oddzielnych systemów łączących różne technologie. Jednak takie podejście często wiąże się ze zwiększeniem złożoności projektu instalacji HVAC oraz z koniecznością dostosowania poszczególnych systemów. Kompaktowa konstrukcja, niewielkie wymogi dotyczące przestrzeni montażowej i wszechstronne funkcje jednostek rooftop pozwalają uprościć zarówno zaprojektowanie jak i wykonanie systemu HVAC.

### 2.3 "SERCE" URZĄDZENIA TYPU ROOFTOP

Do kluczowych elementów składowych jednostki rooftop zalicza się elementy wymienione w kolejnych akapitach.

#### 2.3.1 Obieg chłodniczy

Obieg chłodniczy jest najważniejszym elementem urządzenia rooftop. Bardzo często może pracować on jako obieg odwracalny (cykl rewersyjny) czyli realizować zarówno funkcje chłodzenia, jak i ogrzewania. Najczęściej stosowanym obiegiem jest układ typu powietrze-powietrze. Rzadziej spotyka się również układy chłodzone wodą. Głównymi elementami obiegu chłodniczego są sprężarka, parownik, skraplacz, zawór rozprężny i oczywiście czynnik chłodniczy. W przypadku układów typu powietrze-powietrze, częścią obiegu są również wentylatory (najczęściej osiowe). Elementy te są wykorzystywane w procesach termodynamicznych zmieniających parametry powietrza nawiewanego do pomieszczenia.

#### 2.3.2 Wentylatory i ekonomizer

Drugą istotną częścią jednostki rooftop jest sekcja składająca się z wentylatorów i ekonomizera. Elementy te zapewniają dostarczenie energii cieplnej i powietrza zewnętrznego do pomieszczenia. Wentylator nawiewny wytwarza przepływ powietrza w celu dostarczenia powietrza zewnętrznego i rozprowadzenia ciepła wygenerowanego w układzie sprężarkowym. Ekonomizer dodatkowo umożliwia funkcję free-cooling. Oznacza to, że urządzenie może zwiększyć udział powietrza zewnętrznego w celu zmniejszenia zużycia energii konsumowanej na potrzeby chłodzenia pomieszczeń. W sekcji tej znajdują się również filtry oczyszczające powietrze zewnętrzne i powietrze recyrkulacyjne.



Przykład jednostki dachowej ©Clivet

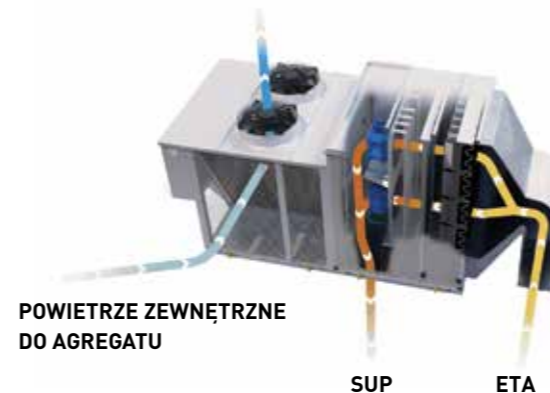
### 2.4 RODZAJE JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP

Jednostki rooftop kondycjonują i rozprowadzają powietrze w budynku. Pobierają powietrze z budynku, mieszają je z powietrzem zewnętrznym (w celu zapewnienia funkcji wentylacji), poprzez filtry usuwają z niego cząstki stałe, ogrzewają je lub schładzają w wymienniku wewnętrznym, a następnie wtłaczają kanałami wentylacyjnymi do pomieszczeń.

Poniżej przedstawiono główne rodzaje jednostek rooftop. Schematy mają charakter poglądowy, a wskazana lokalizacja wlotów i wylotów powietrza jest przykładowa. W praktyce jednostki typu rooftop posiadają różne możliwości rozmieszczenia przyłączy kanałowych, co ułatwia dopasowanie instalacji kanałowych wentylacyjnych.

#### 2.4.1 Urządzenia tylko recyrkulacyjne

Tam, gdzie wentylacja jest zapewniona przez inne systemy lub wystarczająca jest infiltracja (wymiana powietrza przez szczelności), można zastosować urządzenia rooftop wyłącznie z pełną recyrkulacją. Ten typ jednostki nie dostarcza powietrza zewnętrznego i służy wyłącznie do klimatyzowania powietrza wewnętrznego.



Rysunek 1: Jednostka tylko recyrkulacyjna ©Daikin

#### 2.4.2 Urządzenia z wentylatorem nawiewnym i recyrkulacją

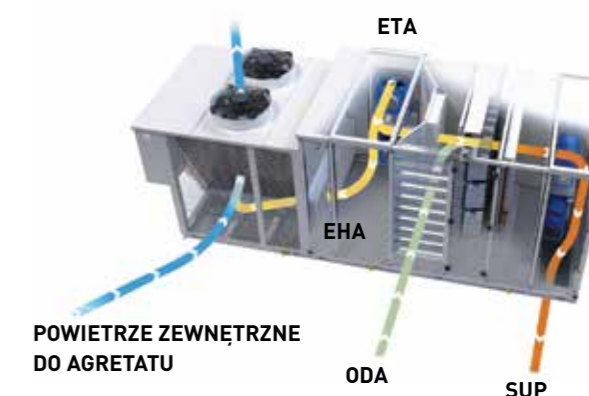
W przypadku jednostek z wentylatorem nawiewnym i recyrkulacją, które dostarczają powietrze zewnętrzne (ale go nie usuwają z budynku) w budynku powstaje nadciśnienie. Im wyższy udział powietrza zewnętrznego (na potrzeby wentylacji lub swobodnego chłodzenia), tym wyższe nadciśnienie. Nie spowoduje to żadnych problemów w budynkach o niskiej szczelności i/lub z często otwieranymi drzwiami/bramami. W innych przypadkach należy zastosować rozwiązanie z możliwością wywiewu powietrza.



Rysunek 2: Jednostka z wentylatorem nawiewnym i recyrkulacją, bez wywiewu (jednostka dachowa z dwoma przepustnicami) ©Daikin

#### 2.4.3 Urządzenia z wentylatorem nawiewnym, recyrkulacją i wywiewem powietrza

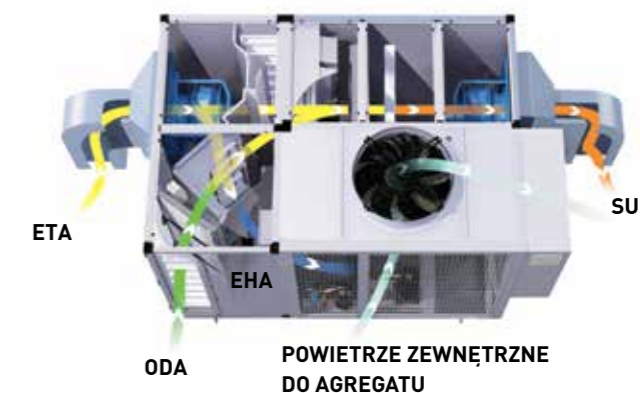
W zastosowaniach, w których należy zarządzać równowagą ciśnienia w budynku, aby zapobiec niepożądanym infiltracjom, stosuje się jednostki typu rooftop z sekcją wywiewną. Ten rodzaj jednostki może być wyposażony w wentylator wyciągowy, który umożliwia regulację bilansu ciśnienia powietrza wewnątrz pomieszczenia.



Rysunek 3: Jednostka z wentylatorem nawiewnym, recyrkulacją i wywiewem powietrza (jednostka dachowa z trzema przepustnicami) ©Daikin

#### 2.4.4 Urządzenia z wentylatorem nawiewnym, wentylatorem wyciągowym, recyrkulacją i odzyskiem energii

W celu dalszego zwiększenia efektywności energetycznej (szczególnie w zastosowaniach z wysokim udziałem powietrza zewnętrznego) jednostki rooftop mogą być wyposażone w komponenty do odzyskiwania energii z powietrza wylotowego. Takimi elementami są na przykład obrotowy lub płytowy wymiennik ciepła, dodatkowy obieg chłodniczy lub dedykowany wymiennik, zintegrowany z głównym obiegiem czynnika chłodniczego. Kolejnym sposobem na odzyskanie energii jest skierowanie powietrza wywiewanego do zewnętrznego wymiennika agregatu przed wyrzuceniem go na zewnątrz, w ten sposób zwiększana jest efektywność obiegu chłodniczego.



Rysunek 4: Jednostka z wentylatorem nawiewnym, wentylatorem wyciągowym, recyrkulacją, odzyskiem energii przez wymiennik płytowy i wywiewem skierowanym do wymiennika zewnętrznego agregatu ©Daikin

## 2. CO TO JEST URZĄDZENIE TYPU ROOFTOP?

Tabela 1: Przegląd ogólnych cech poszczególnych typów jednostek rooftopowych

Typ jednostki		Urządzenia tylko recyrkulacyjne	Urządzenia z wentylatorem nawiewnym i recyrkulacją	Urządzenia z wentylatorem nawiewnym, recyrkulacją i wywiewem powietrza	Urządzenia z wentylatorem nawiewnym, wentylatorem wyciągowym, recyrkulacją i odzyskiem energii
Cechy					
Schemat urządzenia		Rysunek 1	Rysunek 2	Rysunek 3	Rysunek 4
Komponenty oraz funkcje	Dostarczanie powietrza zewnętrznego	NIE	TAK	TAK	TAK
	Wywiew powietrza z budynku	NIE	NIE	TAK	TAK
	Wentylator wyciągowy	NIE	NIE	NIE	TAK
	Pasywny odzysk ciepła odzysk <sup>3</sup>	NIE	NIE	NIE	TAK
Zalety	Niskie koszty inwestycyjne Prosta konstrukcja	Niskie koszty inwestycyjne Prosta konstrukcja	Niskie koszty inwestycyjne Prosta konstrukcja Niskie nadciśnienie (zalecane tylko wtedy, gdy zastosowana jest instalacja wyciągowych kanałów wentylacyjnych, generująca niski spadek ciśnienia)	Równowaga ciśnień i możliwość regulacji bilansu ciśnienia Możliwy termodynamiczny odzysk ciepła	Oszczędność energii dzięki układowi odzysku ciepła. (pasywny i/lub termodynamiczny odzysk ciepła)
Wady	Brak wentylacji	Nadciśnienie (choć może być kompensowane nieszczelnościami budynku lub/i grawitacyjnie) Brak pasywnego i termodynamicznego odzysku ciepła	Brak pasywnego i termodynamicznego odzysku ciepła	Brak pasywnego odzysku ciepła	Wyższy koszt inwestycyjny i złożoność konstrukcji
Typowe zastosowania	Budynki, w których wentylacja jest zapewniana przez inne systemy lub wystarczająca jest infiltracja lub wentylacja grawitacyjna.	Budynki, w których ma miejsce wysoka częstotliwość otwierania drzwi, wymagany jest niewielki lub średni stopień wentylacji lub wentylacja jest grawitacyjna bądź zapewniana przez inne systemy.	Budynki z instalacją wyciągowych kanałów wentylacyjnych o niskim spadku ciśnienia.	Instalacje, w których kluczowe jest zapewnienie odpowiedniego ciśnienia w instalacji kanałowej oraz odpowiednie nim zarządzanie.	Instalacje, w których priorytetem jest oszczędność energii.
Przykłady zastosowań	Magazyny i centra danych (obiekty, w których obecność ludzi jest pomijalna).	Zakłady produkcyjne i centra handlowe (ograniczona obecność ludzi oraz obecność drzwi przesuwnych / odciągów miejscowych).	Duże centra handlowe i sitownie listotna obecność ludzi i zapotrzebowanie na świeże powietrze).	Budynki oświaty, kina, audytorium (maksymalizacja udziału powietrza świeżego przy jednoczesnej optymalizacji efektywności energetycznej)	

<sup>3</sup> See chapter 5.8.2

## 2.5 RÓŻNICE POMIĘDZY URZĄDZENIAMI TYPU ROOFTOP A CENTRALAMI WENTYLACYJNYMI

Na etapie koncepcji projektowej często rozważa się alternatywne wykorzystanie urządzeń rooftop lub central wentylacyjnych (AHU). Poniższy rozdział wyjaśnia główne różnice pomiędzy tymi dwoma typami urządzeń i ułatwia właściwy dobór do konkretnego zastosowania.

Centrale wentylacyjne są zaprojektowane tak, aby dostarczać do pomieszczeń powietrze zewnętrzne (zazwyczaj 100%) w celu ich wentylacji i zapewnienia wysokiej jakości powietrza (IAQ). Możliwe jest również wykorzystanie central do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń. Zwykle wymagane są do tego dodatkowe zewnętrzne źródła ciepła, takie jak kotły lub agregaty chłodnicze. Opcjonalnie są jednak dostępne AHU ze zintegrowanymi pompami ciepła. Dla zapewnienia prawidłowego komfortu cieplnego w pomieszczeniach, stosuje się układy łączone, w których centrale wentylacyjne występują razem z urządzeniami takimi jak grzejniki, klimakonwektory lub klimatyzatory. Centrale wentylacyjne są odpowiednie do złożonych aplikacji, w których występuje wiele stref, ale również znajdują zastosowanie w małych, zdecentralizowanych aplikacjach z niskimi wydatkami powietrza. Centrale mogą być montowane wewnątrz lub na zewnątrz budynków. Ponieważ mogą być zaprojektowane na zamówienie, można je łatwo dostosować do potrzeb klientów oraz wymagań technicznych i higienicznych.

Jednostki Rooftop mają za zadanie zapewnić prawidłowy komfort cieplny przez powietrzne ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń oraz dostarczyć odpowiednią ilość powietrza zewnętrznego (dla zapewnienia odpowiedniej IAQ). Przeznaczone są do stosowania w aplikacjach, w których dopuszczalna jest recyrkulacja powietrza. Jednostki Rooftop są urządzeniami kompleksowymi. Zawierają wbudowany układ chłodniczy i inne elementy wymagane do autonomicznej pracy. Charakteryzują się one компактowymi wymiarami i łatwością instalacji na zewnątrz budynku, najczęściej na dachu. Zazwyczaj jednostki typu rooftop nadają się do budynków o średniej i dużej kubaturze z ograniczoną liczbą stref.

Tabela 2: Typowe i główne różnice pomiędzy urządzeniami typu rooftop a centralami wentylacyjnymi (do pomieszczeń niemieszkalnych)

Cechy	Jednostki Rooftop	Centrale wentylacyjne
<b>Cel</b>	Zapewnienie komfortu cieplnego i IAQ	Przed wszystkim zapewnienie odpowiedniej IAQ, ale również możliwe jest zarówno zapewnienie IAQ jak i komfortu cieplnego
<b>Nawiew powietrza zewnętrznego</b>	Zazwyczaj praca na powietrzu recyrkulacyjnym z udziałem powietrza zewnętrznego ~30%, (w przypadku zajęcia odpowiednich warunków udział powietrza zewnętrznego może zostać zwiększony nawet do 100%)	Zazwyczaj 100% udziału powietrza zewnętrznego
<b>System chłodzenia i ogrzewania</b>	Zawsze wbudowany i w pełni wykorzystywany do zapewnienia komfortu cieplnego w budynku	Opcjonalny i zazwyczaj wykorzystywany do klimatyzowania powietrza wentylacyjnego
<b>Rodzaj obudowy</b>	Konstrukcja kompaktowa	Konstrukcja modułowa / kompaktowa
<b>System automatyki</b>	Zawsze wbudowany	W przypadku central kompaktowych zazwyczaj wbudowany. W przypadku central modułowych zazwyczaj opcjonalny.
<b>Odzysk ciepła</b>	Opcjonalny	Zawsze stosowany (w przypadku jednostek dwukierunkowych)
<b>Wentylator wyciągowy</b>	Opcjonalny	Zawsze stosowany (w przypadku jednostek dwukierunkowych)
<b>Wymagania dotyczące Ekoprojektu</b>	Rozporządzenie [UE] 2016/2281	Rozporządzenie [UE] 1253/2014

## 2. CO TO JEST URZĄDZENIE TYPU ROOFTOP?

### 2.6 WSPARCIE DLA WYZWAŃ ŚRODOWISKOWYCH I ZMIAN KLIMATYCZNYCH

Jednostki Rooftop doskonale wpisują się w europejski Green Deal, który jest strategią mającą na celu uczynienie z Unii Europejskiej (UE) strefy neutralnej klimatycznie do 2050 roku. Trzy zasadnicze elementy tej strategii to promocja technologii pomp ciepła (2.6.1), ograniczenie wpływu czynników chłodniczych (2.6.2) oraz polityka gospodarki o obiegu zamkniętym (2.6.3).

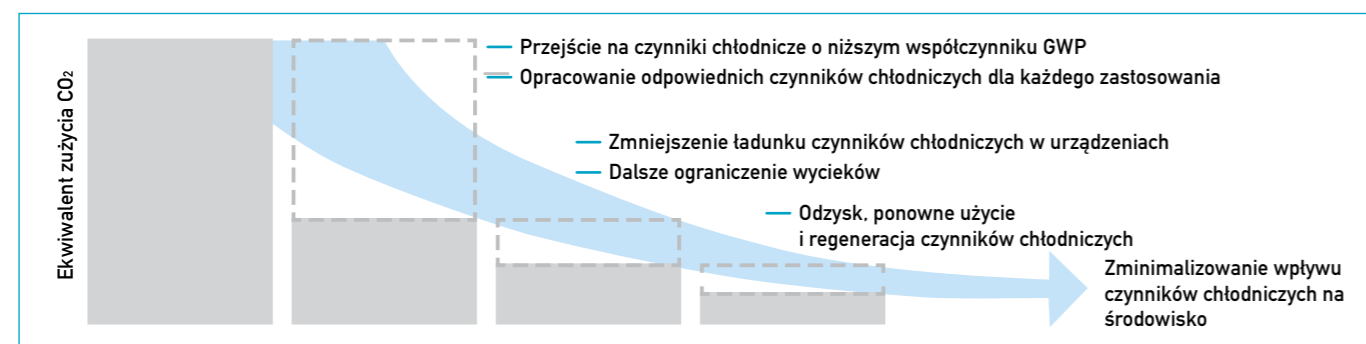
#### 2.6.1 Technologia pomp ciepła

Obecnie około 30%<sup>3</sup> budynków komercyjnych w UE jest ogrzewanych gazem ziemnym. Pompy ciepła typu powietrze-powietrze mogą odegrać bardzo ważną rolę w dążeniu do zmniejszenia zależności od gazu ziemnego. Technologia pomp ciepła zastosowana w jednostkach typu rooftop jest uznawana za kluczową dla osiągnięcia celów dekarbonizacji. Jest wysoce energooszczędnym substytutem źródeł ciepła bazujących na spalaniu paliw kopalnych, takich jak gaz ziemny. Technologia ta zwiększa również niezależność od paliw kopalnych, których dostawy są zależne od niestabilnej sytuacji geopolitycznej.

Ponieważ pompy ciepła zasilane są energią elektryczną produkowaną w coraz większym stopniu ze źródeł odnawialnych, stanowią realną i ekologiczną alternatywę dla tradycyjnego sposobu wytwarzania ciepła.

#### 2.6.2 Zmniejszenie wpływu czynników chłodniczych

Cele związane z wycofaniem F-gazów ukierunkowują przemysł na zmniejszenie wpływu czynników chłodniczych. Kompleksowy przegląd działań przemysłu, będących w toku lub będących przedmiotem postępowania, przedstawiono na rysunku 5. Dzięki zastosowaniu czynników chłodniczych o niższym współczynniku globalnego ocieplenia (GWP) i/lub niższym ładunku czynnika chłodniczego w urządzeniach, do 2030 r. emisje gazów cieplarnianych w UE zostaną zmniejszone o dwie trzecie w porównaniu z poziomami z 2014 r. W przemyśle stosowane są różne technologie czynników chłodniczych. Najczęściej stosowanymi czynnikami chłodniczymi w branży produktów rooftop są R-410A, R-32 i R-454B, które charakteryzują się niskim współczynnikiem GWP, jak pokazano w tabeli 3.



Rysunek 5: Kompleksowe podejście do redukcji zużycia ekwiwalentu CO<sub>2</sub> ©Daikin

Table 3: Typowe czynniki chłodnicze stosowane w produktach typu rooftop wraz z odpowiadającym im współczynnikiem GWP

Typ czynnika chłodniczego	GWP
R-410A	2.088
R-32	675
R-454B	466

#### 2.6.3 Polityka w zakresie gospodarki obiegu zamkniętego

Celem gospodarki obiegu zamkniętego (cyrkularnej) jest poprawa możliwości naprawy i modernizacji produktów, a także możliwości ponownego wykorzystania ich komponentów i zastosowanych surowców. Kompaktowa konstrukcja jednostek rooftop oraz łatwy dostęp do ich podzespołów (prosty demontaż), przyczyniają się do realizacji tych celów.

#### W pigułce

- Jednostki Rooftop to dobrze znane, sprawdzone i samodzielne rozwiązanie zapewniające ogrzewanie, chłodzenie i wentylację. W wielu przypadkach zastosowanie jednostek rooftop pozwala na uproszczenie systemu HVACR.
- Współczesne jednostki rooftop to najnowocześniejsze urządzenia HVAC oferujące bardzo wysoką efektywność energetyczną i możliwość elastycznej regulacji wydajności.
- Do głównych elementów jednostek rooftop należą: obieg chłodniczy, wentylatory, sekcja ekonomizera oraz układy odzysku energii.
- Różnice pomiędzy jednostkami rooftop, a centralami wentylacyjnymi pozwalają na odpowiedni dobór jednego z tych rozwiązań do indywidualnych wymogów konkretnego projektu.
- Konstrukcja i technologia jednostek rooftop odgrywa ważną rolę w ramach planów transformacji energetycznej EU Green deal.

<sup>3</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_IND\\_FECF\\_\\_custom\\_3375739/?bookmark/table?lang=en&bookmarkId=5463efac-cd35-4d4c-b027-d706050cd171](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_FECF__custom_3375739/?bookmark/table?lang=en&bookmarkId=5463efac-cd35-4d4c-b027-d706050cd171)





### 3. POWODY, DLA KTÓRYCH WARTO STOSOWAĆ URZĄDZENIA ROOFTOP

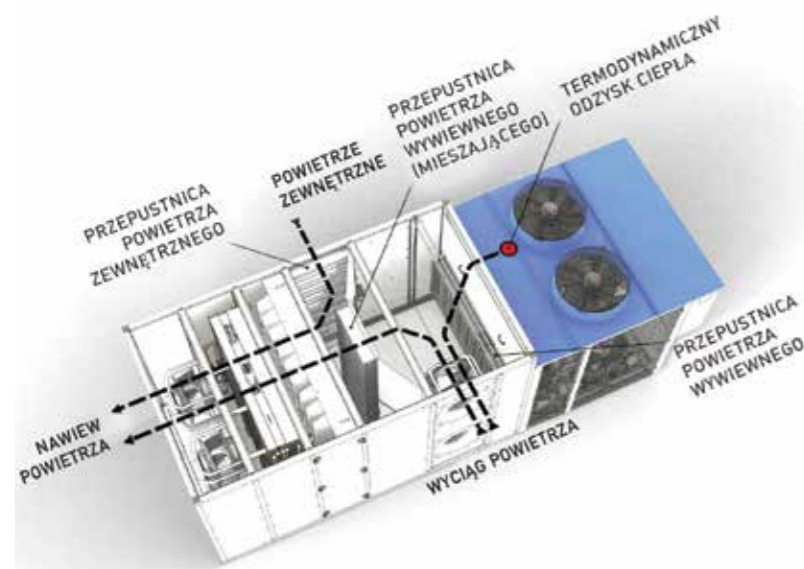
#### 3.1 KLUCZOWE ZALETY

Urządzenia rooftop są kompleksowymi jednostkami i zawierają wszystko, co potrzebne do zapewnienia komfortu cieplnego i IAQ w budynku. Dzięki swojej niezwyklej konfiguracji ten centralny system klimatyzacji może przekształcić się w kompleksowy system zdolny do zapewnienia takich funkcji jak chłodzenie i ogrzewanie pomieszczeń, wentylacja, filtracja i oczyszczanie powietrza, nawilżanie, osuszanie i free-cooling.

Najlepszym obszarem zastosowania jednostek RTU jest zaspokojenie sumy potrzeb wynikających z konieczności zapewnienia komfortu cieplnego w budynku i pokrycia zapotrzebowania na powietrze wentylacyjne. W związku z tym nie powinno się rozpatrywać tych urządzeń jak jednostek typu multi-split lub central wentylacyjnych z wbudowanym agregatem chłodniczym.

Jeżeli jednostka Rooftop jest wyposażona w sekcję przepustnic może, realizować mieszanie powietrza recyrkulacyjnego z powietrzem zewnętrznym w celu zaspokojenia obciążenia cieplnego budynku.

W odróżnieniu od alternatywnych rozwiązań projektowych (np. takich jak zastosowanie centrali wentylacyjnej oraz dodatkowych systemów pracujących na potrzeby zapewnienia komfortu cieplnego) rozwiązanie oparte na jednostce RTU umożliwia ogólne uproszczenie systemu HVAC. Wynika to z zastosowania jednej kompaktowej i autonomicznej jednostki, której wszystkie funkcje i komponenty zostały zaprojektowane, zoptymalizowane i fabrycznie przetestowane przez jednego producenta.



Rysunek 6: Przykładowa jednostka rooftop ©Swegon

Funkcje systemów automatyki wbudowanych w urządzeniach Rooftop są fabrycznie zaprojektowane do osiągnięcia wymaganej jakości powietrza w pomieszczeniu przy najniższym zużyciu energii.

Regulacja zmiennego przepływu powietrza nawiewanego jest funkcją, która stała się powszechna w najnowszych generacjach jednostek RT. To coś więcej niż tradycyjny system regulacji zmiennego przepływu powietrza, który uwzględnia jedynie spadki ciśnienia w kanałach wentylacyjnych. W nowoczesnych jednostkach typu rooftop, zużycie energii przez wentylatory może być optymalizowane w zależności od rzeczywistego zapotrzebowania na chłodzenie i ogrzewanie, osuszanie, free cooling oraz kontrolę CO<sub>2</sub> lub VOC. Wraz z osiągnięciem pożądanej jakości powietrza w pomieszczeniu maleje zużycie energii przez urządzenie, zarówno dla obiegu czynnika chłodniczego, jak i dla strony powietrznej.



©Keyter

#### 3.2 EFEKTYWNA WYMIANA POWIETRZA DLA DOBREJ IAQ

Już same jednostki Rooftop mogą dostarczyć do pomieszczeń wymaganą ilość powietrza zewnętrznego o odpowiedniej temperaturze i wilgotności. Zapewniają w ten sposób wysoką jakość powietrza do oddychania, a jednocześnie właściwy komfort cieplny w pomieszczeniach.

Innymi słowy, urządzenia rooftop usuwają zanieczyszczone powietrze - albo faktycznie zanieczyszczone, albo takie, które jest po prostu nieprzyjemnie ciepłe lub zimne. Zastępują je czystym, świeżym, osuszonym (a czasem nawilżonym) powietrzem o odpowiedniej temperaturze.

#### 3.3 ODPOWIEDNIA ILOŚĆ POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO I ODZYSK CIEPŁA DLA OPTIMALIZACJI ENERGETYCZNEJ

Powietrze dostarczane przez jednostkę rooftop służy do zapewnienia prawidłowej IAQ i komfortu cieplnego. Aby zapewnić właściwą IAQ, konieczny jest odpowiedni stosunek powietrza zewnętrznego w powietrzu nawiewanym. Utrzymywanie odpowiedniego komfortu w pomieszczeniu z wykorzystaniem powietrza zewnętrznego jest bardziej kosztowne pod względem zużycia energii niż w przypadku wykorzystania powietrza recyrkulacyjnego.

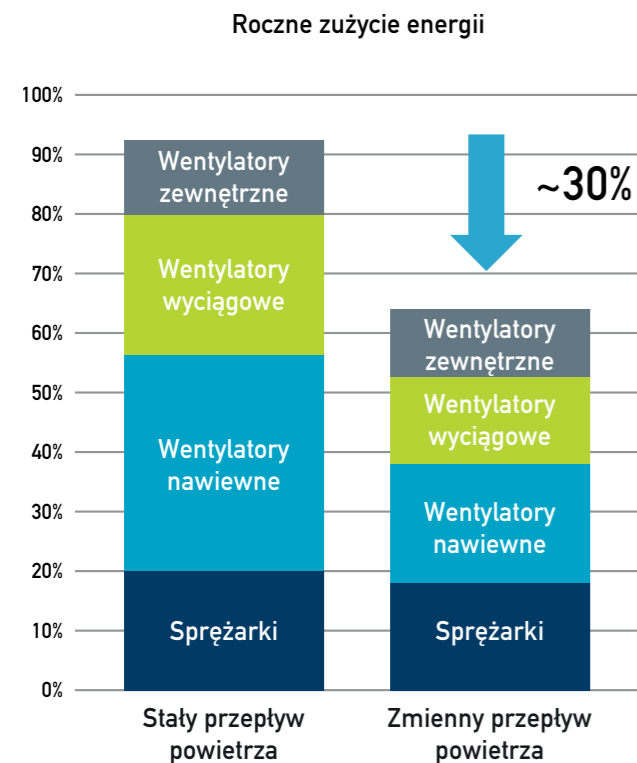
Aby zaoszczędzić energię zużywaną do uzdatniania powietrza zewnętrznego, należy zadbać to to, by ilość pobieranego powietrza była naprawdę potrzebna do spełnienia funkcji wentylacyjnej. Poziom jakości powietrza w pomieszczeniu może być związany z ilością osób pozbywających wewnątrz. W takim przypadku do regulacji udziału powietrza zewnętrznego można wykorzystać pomiar stężenia CO<sub>2</sub> w powietrzu wywiewanym. Płynne zapewnienie rzeczywistego wymaganego przepływu powietrza świeżego jest możliwe dzięki zastosowaniu modułowej przepustnicy powietrza zewnętrznego.

Aby jeszcze bardziej zwiększyć wydajność urządzenia i wykorzystać energię zgromadzoną w powietrzu wylotowym, można zastosować różne rodzaje odzysku ciepła. Należą do nich termodynamiczny odzysk ciepła, płytowe oraz obrotowe wymienniki ciepła.

#### 3.4 ZMIENNY PRZEPŁYW POWIETRZA ZINTEGROWANY Z REGULACJĄ IAQ I KOMFORTU CIEPLNEGO

Napędy o zmiennej prędkości obrotowej (VSD) umożliwiają efektywną kontrolę wydajności i zwiększenie możliwości wentylatorów. Ułatwia to dostosowanie ilości powietrza do rzeczywistych potrzeb obiektu. Wentylator wyciągowy i sekcja komory mieszania pozwalają wykorzystać energię z powietrza wywiewanego do ogrzania powietrza zewnętrznego i zmniejszenia zużycia energii. Czujniki CO<sub>2</sub> oraz systemy zmiennej objętości przepływu powietrza (VAV) zapewniają spełnienie wymagań w zakresie IAQ i temperatury w poszczególnych strefach. Jednostki Rooftop mogą być wyposażone w czujniki ciśnienia, które zapewniają płynną regulację wentylatora w oparciu o różnicę ciśnienia spowodowaną np. przez zabrudzone filtry lub płożenie przepustnic.

### 3. POWODY, DLA KTÓRYCH WARTO STOSOWAĆ URZĄDZENIA ROOFTOP



Rysunek 7: Porównanie typowego rozkładu rocznego zużycia energii dla systemów stałej i zmiennej regulacji przepływu powietrza ©MEHITS

#### 3.5 WPŁYW NA OGÓLNA EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ BUDYNKU

Urządzenia typu Rooftop zawsze posiadają wbudowane agregaty. Wytworzona energia chłodnicza lub grzewcza jest przekazywana bezpośrednio z czynnika chłodniczego do powietrza nawiewanego, które następnie służy do chłodzenia i/lub ogrzewania pomieszczeń. Taki układ eliminuje konieczność stosowania medium pośredniczącego do transferu energii. Upraszcza to łańcuch dostaw energii do ogrzewania i chłodzenia budynku oraz minimalizuje związane z tym straty energii. W efekcie wzrasta ogólna efektywność energetyczna budynku.

Kolejną cechą, która przyczynia się do zwiększenia efektywności energetycznej budynków jest funkcja free cooling (lub free heating), która jest typowa dla jednostek typu rooftop. Funkcja ta określa, w zależności od warunków, czy korzystniejsza pod względem energetycznym jest recyrkulacja powietrza wewnętrznego, czy wykorzystanie powietrza zewnętrznego. W przypadku jednostek mierzących entalpię w algorytmie regulacji uwzględnia się również wilgotność.

Dzięki zmiennej regulacji wydajności komponentów i kompatybilności wbudowanych systemów sterowania z dowolnym systemem zarządzania budynkiem (BMS), jednostki rooftop mogą dokładnie dostosować swoją wydajność do rzeczywistego zapotrzebowania. Niezależnie od pogody czy obciążenia cieplnego budynku. To dodatkowo przyczynia się do zwiększenia efektywności energetycznej budynków.



©Daikin

#### 3.6 ŁATWOŚĆ MONTAŻU

Jednostki Rooftop są często określane jako rozwiązania typu plug & play. Wynika to przede wszystkim z istotnie uproszczonej procedury montażu. Zazwyczaj ogranicza się ona jedynie do podłączenia urządzenia do kanałów wentylacyjnych oraz do instalacji elektrycznej. Ze względu na konstrukcję typu „monoblock”, uzyskuje się szereg dodatkowych korzyści wynikających np. z faktu podnoszenia tylko jednego, zawartego urządzenia oraz braku konieczności łączenia poszczególnych modułów na dachu. W większości przypadków urządzenia typu rooftop są dostarczane fabrycznie napełnione czynnikiem chłodniczym. Nie ma zatem potrzeby wykonywania instalacji zawierającej czynnik chłodniczy co radykalnie upraszcza proces instalacji, redukując czas i koszty. Jednostki mogą być instalowane na dachu budynku lub na ziemi. Dzięki temu kanały wentylacyjne mogą być umieszczone na zewnątrz budynku co umożliwia zaoszczędzenie przestrzeni instalacyjnej. Ponadto, do jednostek Rooftop, możliwe jest podłączenie kanałów wentylacyjnych w różnych konfiguracjach. Wreszcie istnieją jednostki, które są wyposażone w moduły dystrybucji powietrza ze zintegrowanymi systemami nawiewu (np. nawiewnikami wirowymi). W przypadku takich urządzeń możliwe jest całkowite zrezygnowanie z kanałów wentylacyjnych co jeszcze bardziej upraszcza całą inwestycję.



Przykład urządzenia rooftop ©Untes

#### W pigułce

- Jednostki Rooftop to pakietowe rozwiązanie zapewniające komfort ciepły i jakość powietrza w budynku.
- Regulacja udziału powietrza zewnętrznego, zmienna regulacja przepływu powietrza, odzysk ciepła oraz wbudowany system sterowania kompatybilny z BMS optymalizują zużycie energii.
- Zintegrowany agregat eliminuje pośrednie straty energii przy chłodzeniu i ogrzewaniu budynku.
- Kompaktowa i zwarta konstrukcja jednostek rooftop upraszcza i przyspiesza instalację, oszczędzając związany z nią czas i koszty.

## 4. RÓŻNORODNOŚĆ ZASTOSOWAŃ JEDNOSTEK ROOFTOP

Niezależnie od zastosowania, oprócz wymagań dotyczących temperatury i wilgotności, w pomieszczeniach musi być również zapewniona odpowiednia jakość powietrza.

Wszędzie tam, gdzie wymagana jest klimatyzacja i wentylacja, a nie ma potrzeby elastycznego i kompleksowego sterowania strefowego oraz dopuszczalna jest recyrkulacja, urządzenia typu rooftop można uznać za jedno z najbardziej odpowiednich rozwiązań.

W kolejnych punktach przedstawiono listę typowych zastosowań jednostek Rooftop wraz z cechami charakterystycznymi poszczególnych rodzajów obiektów.

### 4.1 OBIEKTY HANDLOWE

Jednostki rooftop mogą być instalowane w dwóch różnych typach lokali handlowych, różniących się wielkością:

- wielkopowierzchniowe centra handlowe,
- sklepy detaliczne małej/średniej wielkości.

Wymagania dotyczące komfortu w tego rodzaju zastosowaniach mogą się znacznie różnić w zależności od lokalizacji i związanych z tym strat ciepła w przegrodach zewnętrznych budynku. Budynki te charakteryzują się zazwyczaj wysokim zużyciem energii i wysokimi kosztami eksploatacji.

Szczególnie w centrach handlowych zapotrzebowanie na chłodzenie może występować również w sezonie zimowym. Wynika to z wzmożonej obecności klientów i znaczących zysków ciepła z oświetlenia.

W przypadku miejsc, w których wilgotność jest wysoka, konieczne może być osuszanie.

W sklepach detalicznych i w centrach handlowych zawsze potrzebny jest minimalny strumień powietrza wentylacyjnego. W zależności od koncepcji projektowej, wentylacja może być zapewniona przez jednostkę dachową rooftop lub inny system, np. przez wspólną centralę wentylacyjną do nawiewu powietrza zewnętrznego do całego budynku. W przypadku centrów handlowych, w których znajdują się pomieszczenia gastronomiczne i gdzie zazwyczaj instalowane są okapy kuchenne, do utrzymania równowagi ciśnień niezbędny jest odpowiedni udział powietrza zewnętrznego w dostarczonym powietrzu.

Ponadto, zarówno w przypadku aplikacji o małej, jak i dużej kubaturze, stopień wymiany powietrza może się zmieniać w zależności od poziomu CO<sub>2</sub> w strefie i być powiązany z aktualną ilością osób przebywających w pomieszczeniu.



Rysunek 8: Przykładowa instalacja na budynku handlowym ©Untes

### 4.2 MAGAZYNY I CENTRA LOGISTYCZNE

Jednostki Rooftop są często instalowane w magazynach czyli dużych obiektach, w których klimatyzacja jest istotna ze względu na przechowywane towary. Towary te muszą przebywać w odpowiednim środowisku przed ich użyciem, dystrybucją lub sprzedażą. Wymagania dotyczące tych budynków mogą być różne w zależności od rodzaju magazynowanych towarów jednakże ogólnymi cechami obiektów magazynowych są:

- brak konieczności stałej wymiany powietrza, ze względu na dużą kubaturę, niską obecność ludzi i brak źródeł zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego,
- potrzeba kontroli wilgotności w celu uniknięcia uszkodzenia towarów i ich opakowań przez wilgoć,
- potrzeba regulacji temperatury, choć jej zakres może być szerszy w porównaniu z innymi rodzajami budynków, w których komfort dla ludzi ma podstawowe znaczenie.

Jeśli towary przechowywane w magazynie mają specyficzne potrzeby, jednostki typu rooftop mogą być dostosowane do zapewnienia niestandardowych warunków.



Rysunek 9: Przykładowa realizacja obiektu magazynowego/centrum logistycznego ©FLOWAIR

### 4.3 ZAKŁADY PRZEMYSŁOWE

Produkcja przemysłowa obejmuje wiele różnych procesów, skutkiem czego są różne wymogi w zakresie wentylacji oraz uzdatniania powietrza. Po pierwsze, jakość powietrza jest bardzo ważna dla bezpieczeństwa i zdrowia pracowników. Procesy przemysłowe często są źródłem lekkich lub ciężkich cząstek pyłu, oparów lub zapachów. Bardzo istotne jest dostarczenie niezbędnej ilości powietrza zewnętrznego do strefy, w której odbywa się proces technologiczny. Jednocześnie powietrze zanieczyszczone powinno być usuwane na zewnątrz.

Jednostki Rooftop zaspokajają wszelkie potrzeby w zakresie wymiany powietrza, zarówno w zakresie powietrza nawiewanego, jak i usuwanego z pomieszczenia. Mogą one samodzielnie zarządzać procesem wymiany powietrza lub zostać zintegrowane z innymi urządzeniami do usuwania powietrza – na przykład z odciągami miejscowymi występującymi w malarniach lub przemyśle gastronomicznym. Urządzenia Rooftop umożliwiają niezależną regulację wydatku powietrza dostarczanego do pomieszczenia, co umożliwi dostosowanie i zachowanie odpowiedniego bilansu powietrza wentylacyjnego wewnątrz budynku. Elastyczność urządzeń Rooftop i możliwość swobodnej regulacji udziału powietrza świeżego jest szczególnie cenna w przypadkach obiektów wymagających gwałtownej i całkowitej wymiany powietrza.

Z perspektywy wentylacji kluczową kwestią jest zapewnienie równomiernego dostarczania świeżego powietrza w celu uniknięcia stref o niższej jakości powietrza. Urządzenia Rooftop umożliwiają pracę z utrzymaniem stałego nadciśnienia wewnątrz pomieszczenia, co pozwala uniknąć niepożądanego przedostawania się powietrza zewnętrznego do środka. Jest to istotne na przykład w przypadku procesów wymagających niskiego poziomu wilgotności powietrza, które mogłyby zostać zakłócone niekontrolowanym napływem powietrza zewnętrznego. Istnieje również możliwość utrzymywania podciśnienia wewnątrz pomieszczenia, na przykład w pomieszczeniach, z których nie może dojść do niekontrolowanego przecieku powietrza do innych sąsiednich pomieszczeń.

Niektóre procesy mogą wymagać specyficznych warunków w zakresie wysokowydajnej filtracji powietrza (np. ttumienie pyłu w przemyśle tekstylnym) oraz kontroli temperatury i wilgotności.

W przeciwieństwie do podstawowych systemów wentylacyjnych, zależnych od sezonowego klimatu zewnętrznego, jednostka Rooftop może pracować w szerokim zakresie warunków zewnętrznych, zapewniając chłodzenie lub ogrzewanie procesu technologicznego.

Ponieważ wymiana powietrza wentylacyjnego jest zawsze konieczna, a jego obróbka cieplna może być energochłonna, ważną cechą urządzeń Rooftop jest odzysk ciepła. Może on być zintegrowany z urządzeniem.



Rysunek 10: Przykładowa instalacja przemysłowego obiektu produkcyjnego ©Clivet

### 4.4 PLACÓWKI OŚWIATOWE

Poniżej przedstawiono cechy charakteryzujące placówki oświatowe w zakresie potrzeb związanych z obróbką powietrza:

- ze względu na duże obciążenie i możliwą obecność stołówki, wysoki stopień wymiany powietrza (do 60% udziału powietrza zewnętrznego),
- kontrola wilgotności w pomieszczeniach realizowana poprzez nawilżanie i osuszanie,
- wysoka skuteczność filtracji dla zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza w pomieszczeniach.

Jednostka Rooftop może spełnić wszystkie te wymagania jednocześnie wykorzystując powietrze zewnętrzne i system odzysku ciepła w celu minimalizowania zużycia energii.



Rysunek 11: Przykładowa instalacja na placówce oświatowej ©FLOWAIR

### 4.5 OBIEKTY SPORTOWE

Główne aspekty, które należy wziąć pod uwagę przy projektowaniu jednostki rooftop dla obiektów sportowych to wysoki udział powietrza zewnętrznego (nawet do 80%), kontrola wilgotności wewnątrz pomieszczeń (szczególnie ze względu na osuszanie) oraz wysoka skuteczność filtracji.

Biorąc pod uwagę wysoki udział powietrza zewnętrznego, do tego typu zastosowań zalecany jest system odzysku ciepła. Ponadto system sterowania urządzeniami Rooftop powinien zapewniać funkcję przewietrzania (szybka wymiana powietrza wewnętrznego przez dostarczenie 100% powietrza zewnętrznego w sytuacji gdy klimatyzowany obszar nie był używany przez dłuższy czas). Dodatkowo, dla lepszej kontroli procesu osuszania i uniknięcia ryzyka przeschłodzenia pomieszczenia, konieczne jest zastosowanie urządzenia wyposażonego w system nagrzewnicy wtórnej.

## 4. RÓŻNORODNOŚĆ ZASTOSOWAŃ JEDNOSTEK ROOFTOP



Rysunek 12: Przykładowa instalacja przy obiekcie sportowym ©Clivet

### 4.6 OBIEKTY ROZRYWKOWE

Obiekty rozrywkowe charakteryzują się podobnymi wymogami jak obiekty edukacyjne. Wysoki udział powietrza zewnętrznego, kontrola wilgotności w pomieszczeniach i wysokie standardy filtracji to częste wymagania, którym muszą sprostać jednostki rooftop. Ponadto system sterowania urządzeniami Rooftop powinien zapewniać funkcję przewietrzania (szybka wymiana powietrza wewnętrznego przez dostarczenie 100% powietrza zewnętrznego w sytuacji gdy klimatyzowany obszar nie był używany przez dłuższy czas).



Rysunek 13: Przykładowa instalacja na obiekcie rozrywkowym ©MEHITS

### 4.7 LOTNISKA

Lotniska to obiekty o dużej kubaturze, w których jakość powietrza dla pasażerów jest bardzo ważna, a środowisko zewnętrzne jest zwykle zanieczyszczone.

Przestrzenie zajmowane przez ludzi wymagają zwykle do 30% udziału powietrza zewnętrznego w całkowitym strumieniu dostarczanego powietrza. W obszarach restauracyjnych lub sanitarnych może być lokalnie wymagany większy udział powietrza zewnętrznego. Aby wyeliminować zapachy ze stref

gastronomicznych lub toalet i zapewnić dobrą jakość powietrza, jednostki rooftop mogą być dodatkowo wyposażone w filtry z węglem aktywnym.



Rysunek 14: Przykłady instalacji na lotnisku ©Keyter

### 4.8 HALE WYSTAWOWE

Zawsze wymagane jest dostarczenie powietrza zewnętrznego, jednakże wszechstronność wymagana przez ten typ aplikacji może skutkować wieloma różnymi konfiguracjami i logikami sterowania urządzeniami. Dotyczy to na przykład różnych rodzajów odzysku ciepła, różnego standardu filtracji, kontroli wilgotności w pomieszczeniach oraz niezależnego zarządzania strumieniami powietrza nawiewanego i wywiewanego.

W przypadku hal wystawowych korzystne jest zastosowanie rozwiązania w postaci monoblockowego i kompaktowego urządzenia rooftop. W praktyce jednostka rooftop może być umieszczona w różnych miejscach, a ważną zaletą jest łatwy montaż bez konieczności podłączania do istniejących systemów hydraulicznych.



Rysunek 15: Przykładowa instalacja przy hali wystawowej ©Untes

### 4.9 INNE ZASTOSOWANIA

Dzięki szerokiej gamie opcji, konfiguracji i akcesoriów jednostki Rooftop są niezwykle wszechstronną oraz konfigurowalną technologią. Dzięki temu zaspokajają potrzeby i znajdują zastosowanie w bardzo szerokim wachlarzu obiektów.



Rysunek 16: Przykłady innych zastosowań ©Keyter (górze) & ©Carrier (dół)

### W pigułce

- Jednostki Rooftop są jednym z najbardziej uniwersalnych rozwiązań znajdujących zastosowanie wszędzie tam gdzie wymagana jest obróbka ciepła powietrza (klimatyzacja) wentylacja, dopuszczalna jest recyrkulacja i nie ma potrzeby regulacji strefowej.
- Urządzenia Rooftop są szeroko stosowane w wielu różnych rodzajach aplikacji, zarówno w obiektach publicznych jak i przemysłowych.
- Swoboda konfiguracji umożliwia dopasowanie urządzeń Rooftop do wymogów i indywidualnych potrzeb poszczególnych inwestycji.

©Untes

## 5. FUNKCJE I KOMPONENTY JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP

Jednostki Rooftop to kompaktowe i autonomiczne urządzenia, które dostarczają uzdatnione powietrze do budynku. Są one wyposażone w wbudowany system sterowania i wszystkie elementy niezbędne do kompleksowej klimatyzacji. Jednostka jest podłączana bezpośrednio do kanałów wentylacyjnych, bez konieczności stosowania dodatkowych elementów. Taka konstrukcja zmniejsza koszty instalacji, ułatwia połączenia i zapewnia niezawodne działanie.

Aby zapewnić wentylację i zagwarantować wysoki poziom IAQ, jednostka Rooftop pobiera powietrze z wnętrza budynku i miesza je z powietrzem zewnętrznym za pomocą przepustnic. Cząstki zanieczyszczeń znajdujące się w powietrzu są oczyszczane przez filtry, a powietrze jest ogrzewane lub chłodzone w wewnętrznym wymienniku ciepła. Następnie, za pomocą wentylatora nawiewnego, powietrze jest wtłaczane kanałami wentylacyjnymi do pomieszczeń. Zazwyczaj jednostka dachowa posiada również wentylator wyciągowy, który umożliwia usunięcie z pomieszczenia strumienia powietrza równego strumieniowi powietrza dostarczanego. Dzięki temu zapewniany jest odpowiedni balans ciśnienia w pomieszczeniu.

Wewnętrzny wymiennik ciepła jest częścią obiegu chłodniczego, który obejmuje również sprężarki, zewnętrzny wymiennik ciepła, zawór rozprężny oraz zawór 4-drogowy (w przypadku urządzeń z rewersyjną pompą ciepła).

Można zintegrować dodatkowe komponenty, między innymi do odzysku energii i podtrzymywania ogrzewania.



Rysunek 17: Elementy składowe jednostki Rooftop ©Carrier

### 5.1 SEKCJE OGRZEWANIA I CHŁODZENIA

#### 5.1.1 Sekcje ogrzewania i chłodzenia

W trybie chłodzenia wewnętrzny wymiennik ciepła jednostki rooftop działa jako parownik. Obieg zapewnia efekt chłodzenia w parowniku i wymaga wyrzucenia energii cieplnej w skraplaczu (wymienniku zewnętrznym) do zewnętrznego odbiorcy (np. powietrza).

Przez zintegrowanie zaworu 4-drogowego możliwe jest odwrócenie logiki działania obiegu. Umożliwia to pracę wymiennika wewnętrznego jako skraplacza i realizację funkcji ogrzewania. W przypadku funkcji ogrzewania zawór 4-drogowy jest również przydatny do odwrócenia cyklu w celu przeprowadzenia procesu odszraniania.

#### 5.1.2 Urządzenia typu powietrze-powietrze i woda-powietrze

Urządzenia Rooftop można sklasyfikować w zależności od zewnętrznego wymiennika ciepła, a tym samym zewnętrznego źródła ciepła.

Wewnętrznym wymiennikiem ciepła jest zawsze wymiennik, który zapewnia ogrzewanie lub chłodzenie strumienia powietrza dostarczanego do budynku.

W przypadku urządzeń typu powietrze-powietrze źródłem zewnętrznym jest powietrze zewnętrzne. Jednostki te wyposażone są w zewnętrzny wymiennik ciepła oraz wentylatory zewnętrzne, które wymuszają przepływ powietrza przez zewnętrzny wymiennik ciepła.

W przypadku urządzeń typu woda-powietrze, gdy źródłem zewnętrznym jest woda, zewnętrznym wymiennikiem ciepła jest zazwyczaj wymiennik płytowy DX/woda.



©Keyter

### 5.2 SPRĘŻARKI

Sprężarki to elementy umożliwiające cyrkulację czynnika chłodniczego w obiegu. Pobierają one z parownika czynnik chłodniczy w stanie gazowym, sprężają go i dostarczają pod wyższym ciśnieniem i temperaturą do skraplacza.

#### 5.2.1 Konfiguracja wielosprężarkowa

Istnieją technologie umożliwiające łączenie sprężarek (typu scroll lub rotacyjnych) w układy podwójne (tandem) lub układy potrójne (trio) na każdym z obiegów chłodniczych. Ponadto układy wielosprężarkowe mogą pracować w oparciu o sprężarki jednakowej lub różnej wydajności.

Układy wielosprężarkowe zapewniają szeroki zakres regulacji wydajności i wysoką sprawność przy pracy z częściowym obciążeniem, co jest szczególnie istotne, biorąc pod uwagę fakt, że zazwyczaj przez 70% czasu układ pracuje tylko z połowicznym obciążeniem.

Obieg chłodniczy jest zaprojektowany na pełną wydajność. Dlatego przy częściowym obciążeniu, gdy przepływ czynnika chłodniczego przez wymienniki ciepła jest niższy, ponieważ nie wszystkie sprężarki są włączone, obwód jest przewymiarowany (wykorzystywana jest cała powierzchnia wymienników ciepła). Oznacza to wyższą wydajność, którą można dodatkowo zwiększyć przez optymalne zarządzanie przepływem powietrza przez wymiennik ciepła za pomocą modulacji prędkości obrotowej wentylatorów zewnętrznych.



Rysunek 18: Elementy obiegu czynnika chłodniczego ©Carrier

#### 5.2.2 Układy napędzane falownikiem

Sprężarka inwerterowa jest sterowana za pomocą falownika (VFD) i, w przeciwieństwie do sprężarek z regulacją krokową, charakteryzuje się modulowaną wydajnością. W porównaniu ze sprężarkami typu on-off, jej efektywność jest wyższa przy prędkości obrotowej z zakresu 40% - 80% prędkości maksymalnej, jednak może być niższa przy pełnej prędkości obrotowej. Taki profil sprawności jest dopasowany w dużym stopniu do godzinowego rozkładu obciążenia cieplnego budynku. Oznacza to, że sprężarki te przynoszą szczególne korzyści w okresach przejściowych o umiarkowanym zapotrzebowaniu na moc wynoszącym 50-75%. Sprężarki inwerterowe zapewniają optymalną wydajność przy częściowym obciążeniu, za czym idzie wysoka wydajność sezonowa, zarówno w trybie ogrzewania, jak i chłodzenia.

## 5. FUNKCJE I KOMPONENTY JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP

### 5.2.3 Układy wieloobiegowe

Układ wieloobiegowy oznacza układ, w którym zastosowano dwa lub więcej oddzielnych obiegów czynnika chłodniczego. W takim układzie wewnętrzny wymiennik ciepła jest wspólny, jednak jego pojedynczy pakiet lamelowy zawiera oddzielne obiegi rurek.

Łącząc konfigurację wielosprężarkową z układem wieloobiegowym lub stosując rozwiązanie z napędem inwerterowym, można uzyskać bardzo precyzyjną modulację wydajności chłodniczej (lub grzewczej) oraz wysoką wydajność, zarówno przy pełnym jak i częściowym obciążeniu. W jednostkach z dwoma obiegami i dwiema sprężarkami na obieg, możliwa jest regulacja wydajności w zakresie od 25% do 100%.

Układy wieloobiegowe są szczególnie powszechne w jednostkach rooftopowych typu powietrze-powietrze. Umożliwiają bowiem poprawę komfortu pracy w czasie procesu odszraniania (jeden obieg pracuje w trybie odszraniania, a drugi nadal pracuje w trybie standardowym). Kolejną zaletą systemu wieloobiegowego jest możliwość kontynuowania pracy w przypadku awarii jednego z obiegów.

### 5.3 FILTRY POWIETRZA

#### 5.3.1 Filtracja dla dobrej IAQ

Filtry powietrza odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu dobrej IAQ. Usuwiają one zanieczyszczenia z powietrza, zanim zostanie ono dostarczone do pomieszczeń. Zanieczyszczenia powietrza pochodzą głównie ze środowiska zewnętrznego, natomiast niewykluczone są również zanieczyszczenia pochodzące z emisji wewnętrznych, przenoszonych przez powietrze recyrkulacyjne. Głównym zanieczyszczeniem zewnętrznym jest pył zawieszony - mieszanina cząstek stałych i płynnych np. pyłków, bakterii, drożdży, pleśni oraz innych organicznych i nieorganicznych substancji.

Klasyfikacja stopnia skuteczności filtra została określona w normie EN ISO 16890, która zastąpiła dawną i przestarzałą normę EN 779. W klasyfikacji wyróżnia się grupy ISO Coarse, ISO ePM1, ISO ePM2,5 i ISO ePM10.

W przypadku nawiewu powietrza do pomieszczeń przeznaczonych do stałego pobytu ludzi i bardzo czystego środowiska zewnętrznego, w którym może występować tylko chwilowe zapylenie (kategoria ODA1), wystarczające są filtry ISO ePM1 50%.

W przypadku powietrza zewnętrznego o wysokim stężeniu PM, typowym dla obszarów miejskich (kategoria ODA2) lub o bardzo wysokim stężeniu PM, typowym dla zanieczyszczonych obszarów miejskich lub przemysłowych (kategoria ODA3) wymagane są odpowiednio filtry ISO ePM1 70% i ISO ePM1 80%.

Kompleksowe wytyczne dotyczące doboru klasy filtrów zostały przedstawione w Rekomendacji Eurovent nr 4/23 - Dobór klas filtrów powietrza zgodnie z EN ISO 16890.

Oprócz filtrów włóknistych ciekawą alternatywę oczyszczania powietrza stanowią elektrofiltry, zwane również filtrami elektrostatycznymi, lampy UV oraz jonizatory.



Rysunek 19: Filtr panelowy (góra) ©Filtech & Rigid filtr V-bank (na dole po lewej) ©AAF International & filtr elektroniczny (na dole po prawej) ©Sabiana

#### 5.3.2 Ochrona urządzenia i instalacji

Filtry są kluczowe dla utrzymania w czystości wewnętrznych elementów jednostki rooftop oraz zapewnienia higienicznych warunków w kanałach wentylacyjnych.

#### 5.3.3 Efektywność energetyczna filtrów

Kolejną istotną cechą włóknin filtracyjnych, oprócz skuteczności separacji cząstek, jest generowany opór przepływu, co bezpośrednio przekłada się na zużycie energii. Kluczowymi parametrami w tym zakresie są początkowy spadek ciśnienia oraz wzrost ciśnienia spowodowany zabrudzeniem filtra. Kompleksowe informacje na temat efektywności energetycznej filtrów przedstawiono w Rekomendacji Eurovent 4/23 - Dobór klas filtrów powietrza zgodnie z normą EN ISO 16890.

### 5.3.4 Zanieczyszczenia gazowe i zapachy

Oprócz cząstek stałych, powietrze zewnętrzne i wewnętrzne może zawierać zanieczyszczenia gazowe, takie jak zapachy lub lotne związki organiczne. W razie potrzeby zanieczyszczenia te mogą być eliminowane przez filtry węglowe, zwane również filtrami fazy gazowej. Powszechnym rozwiązaniem jest stosowanie filtrów posiadających w tej samej ramie dwie warstwy, jedną do filtracji cząstek stałych, a drugą do zanieczyszczeń w fazie gazowej.

### 5.4 WENTYLATORY

#### 5.4.1 Wentylatory wewnętrzne do nawiewu i wywiewu powietrza

Wentylatory zapewniają ciśnienie dyspozycyjne w kanałach wentylacyjnych oraz umożliwiają pokonanie wewnętrznych spadków ciśnienia powstających na komponentach urządzenia. Obecnie w większości urządzeń typu rooftop stosowane są wentylatory EC (elektronicznie komutowane) typu Plug-fan. Charakteryzują się one wysoką wydajnością i umożliwiają regulację przepływu powietrza zarówno w systemach o stałej objętości powietrza (CAV), jak i zmiennej objętości powietrza (VAV). Ponadto umożliwiają utrzymanie stałego natężenia przepływu powietrza bez względu na stopień zanieczyszczenia filtrów. Zapewniają również funkcję miękkiego startu, która jest wymagana np. w przypadku instalacji kanałów tekstylnych. Urządzenia Rooftop mogą zawierać jedynie wentylator nawiewny ale także mogą być wyposażone zarówno w wentylator nawiewny jak i wywiewny.



Rysunek 20: Wentylator typu Plug-fan ©ebm-papst

#### 5.4.2 Wentylatory zewnętrzne (stosowane w urządzeniach typu powietrze-powietrze)

Elektroniczna regulacja umożliwia dostosowanie prędkości obrotowej wentylatorów osiowych do aktualnego zapotrzebowania, co znacznie zmniejsza zużycie energii i istotnie zwiększa wydajność przy pracy z częściowym obciążeniem.



©Clivet

## 5. FUNKCJE I KOMPONENTY JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP

### 5.5 KOMORA MIESZANIA

Jednostka Rooftop pobiera powietrze z budynku i miesza je z powietrzem zewnętrznym w celu zapewnienia wentylacji i zagwarantowania wysokiego IAQ. Odbywa się to w sekcji komory mieszania i jest realizowane za pomocą przepustnicy powietrza zewnętrznego połączonej z przepustnicą powietrza wywiewanego lub po prostu przez wentylator wyciągowy.

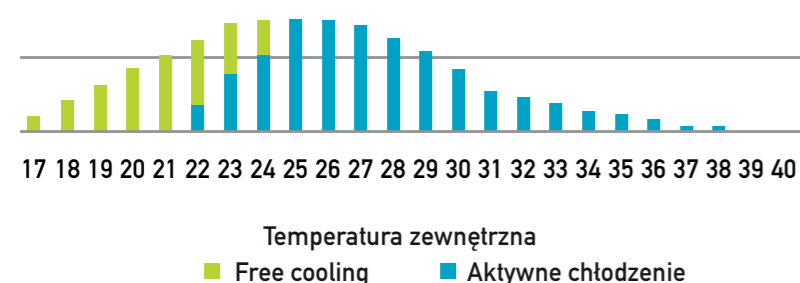
#### 5.5.1 Zarządzenie powietrzem zewnętrznym i free-cooling

Udział powietrza zewnętrznego w powietrzu nawiewanym może być regulowany na różne sposoby:

- wentylacja ze stałym udziałem powietrza zewnętrznego: procent powietrza zewnętrznego i położenie przepustnic są ustawione na sztywno.
- wentylacja sterowana zapotrzebowaniem (DCV): udział powietrza zewnętrznego jest zmienny i dostosowywany do rzeczywistego zapotrzebowania za pomocą czujników. Ten sposób regulacji zapewnia znaczące oszczędności energii w porównaniu do wentylacji ze stałym udziałem powietrza zewnętrznego.

Gdy warunki zewnętrzne są korzystne i umożliwiają oszczędność energii, udział powietrza zewnętrznego może być zwiększany nawet do 100%. Funkcja ta nazywana jest free-coolingiem. Spotyka się systemy regulacji free-coolinga temperaturowego – w takim przypadku, przy określaniu korzystniejszych warunków, pod uwagę jest brany wyłącznie pomiar temperatury powietrza. Alternatywą jest free-cooling entalpiczny. Umożliwia on również kontrolę i regulację wilgotności. Znajduje zastosowanie w strefach o wysokiej zawartości wilgoci w powietrzu.

#### Zapotrzebowanie na moc chłodniczą pokrywane przez free-cooling



Rysunek 21: Zapotrzebowanie na moc chłodniczą pokrywane przez free-cooling ©Carrier

#### 5.5.2 Bilans ciśnienia w budynku

Wentylatory wyciągowe w połączeniu z wentylatorami nawiewnymi i czujnikami ciśnienia mogą zapewnić pełną kontrolę ciśnienia w budynku. Typowym przykładem jest strefa stolików w restauracji, gdzie należy zapewnić nadciśnienie, aby uniknąć zapachów pochodzących z kuchni. W kuchni z kolei należy utrzymywać podciśnienie. W przypadku jednostek typu rooftop dostarczających powietrze zewnętrzne do wentylacji, ale nie będących wyposażonymi w sekcję wentylatorów wyciągowych, w budynku może powstać nadciśnienie. Im wyższy udział powietrza zewnętrznego w dostarczonym powietrzu lub intensywność free-coolinga, tym wyższe nadciśnienie. Zjawisko to może być dopuszczalne, gdy nadmiar powietrza jest odprowadzany niezależnie przez klapy nadciśnieniowe, gdy drzwi są często otwierane lub gdy budynek charakteryzuje się niską szczelnością.



©Daikin

### 5.6 KONTROLA WILGOTNOŚCI

#### 5.6.1 Nawilzacze

W chłodnych strefach klimatycznych powietrze zewnętrzne ma bardzo niską zawartość wilgoci w zimie. Dlatego też, w zależności od natężenia przepływu powietrza zewnętrznego, może być konieczne zastosowanie nawilzaczy w celu utrzymania minimalnej wymaganej wilgotności w pomieszczeniach. Nawilzacz może być zintegrowany z rooftopem lub może być wbudowany w nawiewnym kanale wentylacyjnym i sterowanym bezpośrednio przez jednostkę rooftop. Najczęściej stosuje się następujące rodzaje nawilzaczy:

- ewaporacyjne: powietrze przepływa przez wilgotne medium i zwiększa jego wilgotność dzięki procesowi odparowania wody,
- parowe: para z elektrod lub para z kotła jest wdmuchiwana w nawiewane powietrze
- typu Spray: drobne krople wody są bezpośrednio natryskiwane i rozpraszane w nawiewanym powietrzu

#### 5.6.2 Osuszanie

Osuszanie jest konieczne, aby zapobiec przekroczeniu dopuszczalnego poziomu wilgotności w pomieszczeniach. Potrzeba osuszania może wynikać z zysków wilgoci w samych pomieszczeniach lub z napływu wilgotnego powietrza zewnętrznego. Catoroczna kontrola wilgotności ma kluczowe znaczenie w zastosowaniach, takich jak np. magazyny chłodnicze i wynika z konieczności uniknięcia wykraplania się wilgoci na towarach lub oszronienia szklanych drzwi.

Schłodzenie powietrza nawiewanego w parowniku wiąże się z obniżeniem jego temperatury, ale także ze zmniejszeniem jego wilgotności (powietrze jest osuszane w wyniku wykraplania). Im większe obniżenie temperatury, tym większe obniżenie wilgotności. W okresie letnim, przy wysokich temperaturach zewnętrznych, zapotrzebowanie na chłodzenie powietrza nawiewanego jest duże, a efekt osuszania jest wystarczający do utrzymania prawidłowej wilgotności wewnątrz budynku.

Jednakże w sezonach pośrednich, gdy zapotrzebowanie na chłodzenie jest niskie, a zyski wilgoci w pomieszczeniach są wysokie (oddychanie ludzi, gotowanie itp.) i/lub zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym jest wysoka, efekt osuszania w parowniku może być niewystarczający aby kontrolować prawidłową wilgotność w pomieszczeniach.

W takich przypadkach, aby zapewnić wystarczającą wydajność osuszania, konieczne jest schłodzenie powietrza nawiewanego w większym stopniu niż wymagane do zaspokojenia obciążenia cieplnego, a następnie ponowne jego ogrzanie w celu uniknięcia dyskomfortu temperaturowego. W celu dogrzania powietrza, urządzenie może być wyposażone w sekcję wtórnego dogrzewania lub obieg odzysku energii skraplacza z dodatkowym wewnętrznym wymiennikiem ciepła, co zapewnia wysoką efektywność energetyczną.

## 5. FUNKCJE I KOMPONENTY JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP

### 5.7 DODATKOWE ŹRÓDŁA CIEPŁA

Jednostka dachowa Rooftop może być wyposażona w dodatkowe nagrzewnice umieszczone przed lub za wewnętrznym wymiennikiem ciepła. Ich celem jest dostarczenie dodatkowej mocy grzewczej, która może być potrzebna w zimnym klimacie lub do osuszania. Opcja ta daje pełną kontrolę nad temperaturą powietrza nawiewanego do pomieszczenia podczas cyklu odszraniania. Pozwala również pracować w trybie chłodzenia nawet w ekstremalnych warunkach zimowych, przekraczających standardowy zakres pracy agregatu. Najczęściej stosowane dodatkowe źródła ciepła są przedstawione w kolejnych akapitach.

#### 5.7.1 Nagrzewnice elektryczne

Nagrzewnice elektryczne są umieszczone w strumieniu powietrza i zazwyczaj posiadają 2 stopniową, 3 stopniową lub proporcjonalną regulację mocy. Pomimo wysokiego zużycia energii elektrycznej, nagrzewnice elektryczne upraszczają całą instalację, ponieważ wymagają jedynie podłączenia do sieci elektrycznej. Ten rodzaj ogrzewania jest stosowany głównie w łagodnym klimacie (w których średnioroczny czas pracy dodatkowej nagrzewnicy jest stosunkowo niski) lub w krajach, gdzie energia elektryczna jest opłacalna ekonomicznie i produkowana ze źródeł odnawialnych o niskiej emisji CO<sub>2</sub>. Nagrzewnice elektryczne mogą być również stosowane jako podgrzewacze wstępne w celu rozszerzenia koperty pracy agregatu.

#### 5.7.2 Nagrzewnice wodne

Nagrzewnica wodna musi być podłączona do oddzielnego obiegu hydraulicznego dostarczającego podgrzaną wodę z kotła lub innych źródeł ciepła, takich jak wysokotemperaturowa pompa ciepła powietrze-woda lub system odzyskujący energię z procesów technologicznych. Standardowe sterowanie nagrzewnicą wodną obejmuje zawór 3-drogowy zarządzany przez jednostkę rooftop, co zapewnia wysoką precyzję regulacji wydajności. W przypadku zastosowania nagrzewnicy wodnej wymagane jest dodatkowe zabezpieczenie przeciwzamrożeniowe aby uniknąć uszkodzeń wymiennika ciepła przy niskich temperaturach zewnętrznych lub gdy urządzenie jest wyłączone.

#### 5.7.3 Nagrzewnice gazowe

W jednostce Rooftop można zastosować moduł nagrzewnicy zawierający modułowany palnik na gaz ziemny lub propan. Moduł ten umożliwia bezpośrednie ogrzewanie strumienia powietrza nawiewanego do pomieszczenia. Rozporządzenie ws. Ekoprojektu (UE) 2016/426 określa wymagania dla palników dotyczące wydajności i emisji. Aby zapewnić "czyste" spalanie, emisja NO<sub>x</sub> musi wynosić poniżej 70 mg/kWh HCV, a w celu zapewnienia wysokiej sprawności należy zastosować kondensacyjne moduły grzewcze.

#### 5.7.4 Wymiennik wtórnego podgrzewu

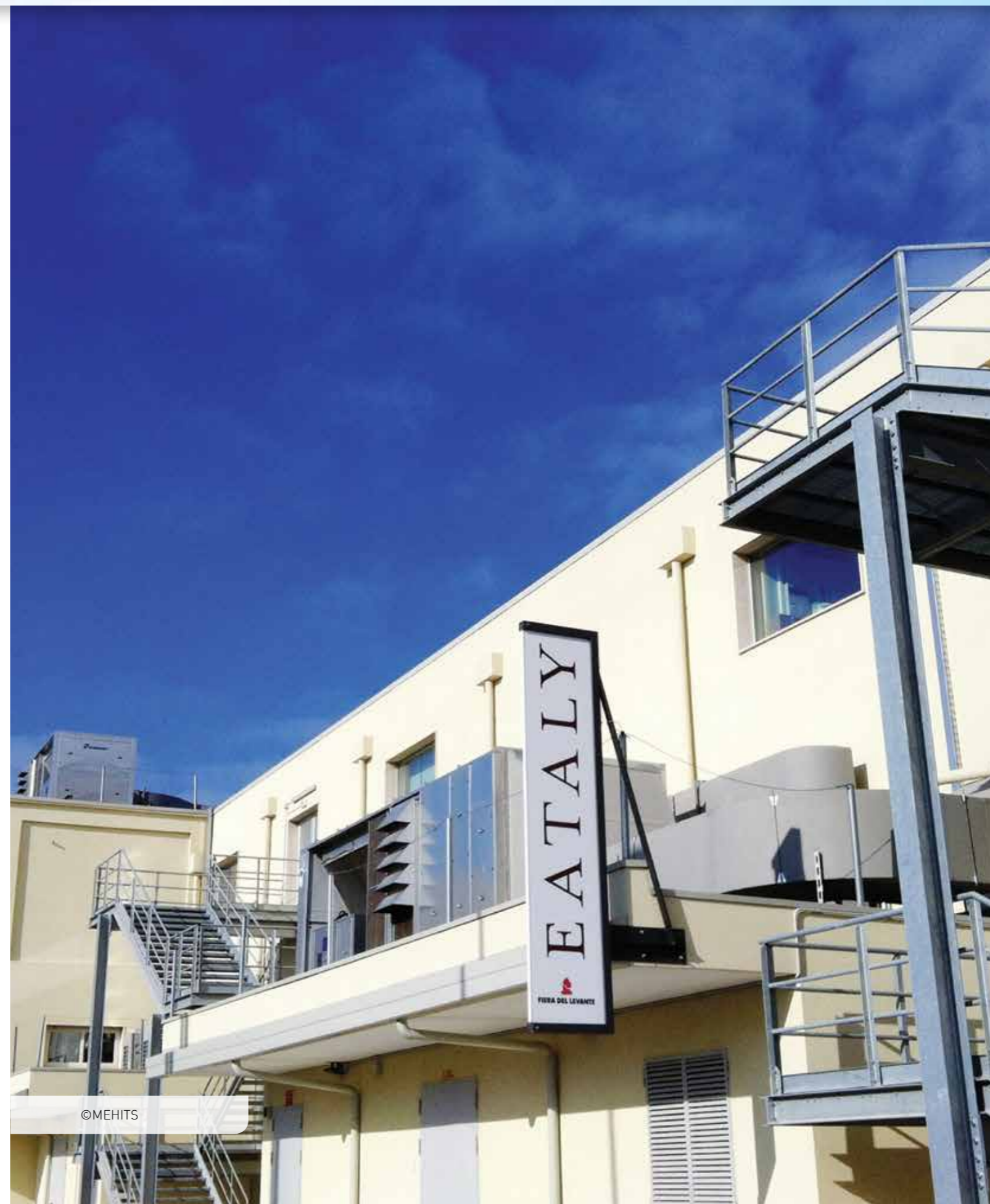
Wymiennik ten jest zintegrowany z głównym agregatem i umieszczony jest za wewnętrznym wymiennikiem ciepła. Pracuje w trybie chłodzenia, gdy wymagana jest wyższa moc chłodnicza utajona niż jawna. Pozwala to na ponowne dogrzewanie osuszonego powietrza nawiewanego, w celu uniknięcia dyskomfortu cieplnego w pomieszczeniach. Ponadto zwiększa efektywność energetyczną urządzenia poprzez odzyskiwanie części ciepła, które w przeciwnym razie byłoby tracone w wymienniku zewnętrznym.

#### 5.8 ODZYSK ENERGII Z POWIETRZA WYLOTOWEGO

Istnieją różne sposoby odzyskiwania energii z powietrza wylotowego, które można zastosować w jednostkach rooftop.



Rysunek 22: Płytkowy wymiennik ciepła (góra) ©Heatex i obrotowy wymiennik ciepła (dół) ©2V





## 5. FUNKCJE I KOMPONENTY JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP

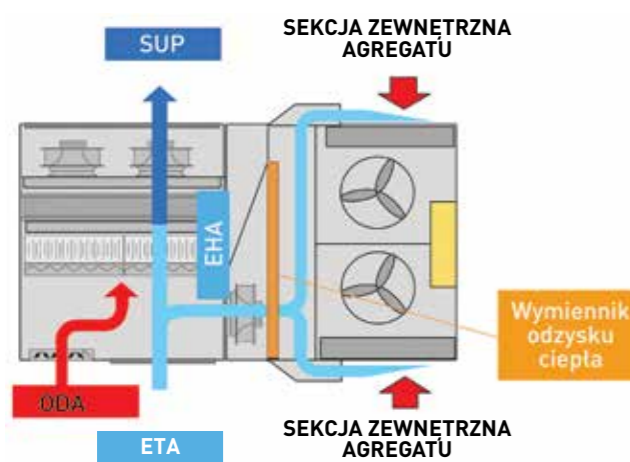
### 5.8.1 Odzysk termodynamiczny

Powietrze wylotowe ma na ogół korzystniejsze warunki temperaturowe i wilgotnościowe niż powietrze zewnętrzne. Dzięki temu obieg czynnika chłodniczego może pracować z wyższą temperaturą parowania w ziemie i niższą temperaturą skraplania w lecie. Znacznie poprawia to ogólną sprawność jednostki rooftop. Dodatkowo w okresie zimowym funkcja ta zmniejsza częstotliwość cykli odszraniania oraz czas ich trwania.

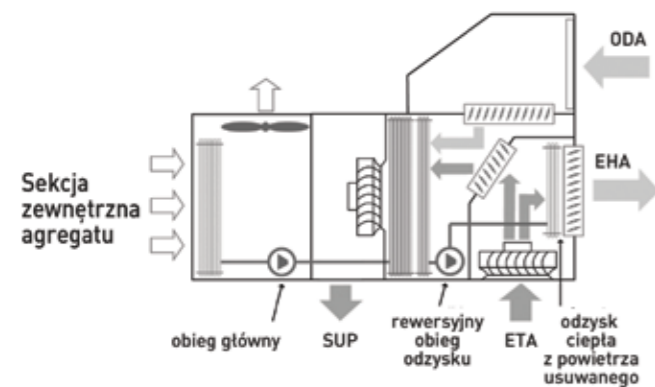
Odzysk termodynamiczny można przeprowadzić:

- przez skierowanie powietrza wylotowego do wymiennika zewnętrznego przed wyrzuceniem go na zewnątrz (patrz rysunek 23)
- za pomocą dodatkowego wymiennika zintegrowanego z głównym obiegiem czynnika chłodniczego (patrz Rysunek 23)
- za pomocą dedykowanego obiegu czynnika chłodniczego w celu dodatkowej optymalizacji trybu free-cooling lub free-heating (patrz rysunek 24)

Przykłady typowych konstrukcji systemów odzysku termodynamicznego przedstawiono poniżej.



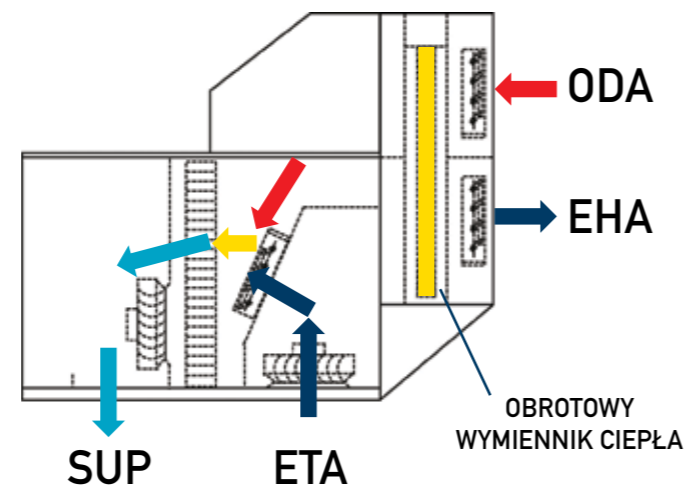
Rysunek 23: Jednostka Rooftop z dodatkowym wymiennikiem ciepła w obiegu głównym i powietrzem wywiewanym skierowanym do wymiennika zewnętrznego ©Clivet



Rysunek 24: Jednostka z dodatkowym obwodem rewersyjnym ©Carrier

### 5.8.2 Pasywny odzysk ciepła

W celu umożliwienia pasywnego odzysku ciepła (z powietrza wywiewanego do powietrza zewnętrznego, pobieranego przez urządzenie) w jednostkach rooftopowych z wentylatorami nawiewnymi i wywiewnymi znajduje się wymiennik ciepła. Najczęściej stosuje się dwa rodzaje wymienników: obrotowy lub płytowy. Obrotowy wymiennik ciepła oferuje zazwyczaj wyższą wydajność przy niższym spadku ciśnienia i bardziej kompaktowej konstrukcji. W zależności od materiału, z którego wykonane jest koło wymiennika, można odzyskać tylko energię jawną (temperatura) lub jawną i utajoną (temperatura i wilgość). Odzysk wilgoci warto rozważyć w zimnym klimacie, aby uniknąć zbyt niskiej wilgotności w pomieszczeniach w ziemie wynikającej z dostarczania bardzo suchego powietrza zewnętrznego.



Rysunek 25: Urządzenie z obrotowym wymiennikiem ciepła ©Carrier

### 5.9 UKŁAD STEROWANIA

Jednostki Rooftop są wyposażone w zintegrowany system sterowania, który precyzyjnie zarządza pracą każdego komponentu w zależności od rzeczywistych warunków i zapotrzebowania budynku. Zapewnia to optymalną wydajność jednostki przy pełnym lub częściowym obciążeniu. Więcej informacji na temat systemów sterowania znajduje się w rozdziale 6.



Przykład jednostki Rooftop ©Clivet

©Untes

#### W pigułce

- Jednostki Rooftop to złożone, samodzielne urządzenia składające się z wielu podzespołów i systemów umożliwiających kompleksową kontrolę powietrza taką jak ogrzewanie, chłodzenie, wentylację i jego filtrację.
- Zewnętrznym źródłem energii do chłodzenia i ogrzewania może być powietrze zewnętrzne (urządzenia typu powietrze-powietrze) lub woda (urządzenia typu woda-powietrze).
- Wieloobwodowy obieg czynnika chłodniczego zapewnia szeroki zakres regulacji wydajności i wysoką sprawność, szczególnie przy pracy z częściowym obciążeniem. Zastosowanie systemu wieloobwodowego dodatkowo zwiększa elastyczność regulacji wydajności, zapewnia komfort podczas odszraniania przy niskich temperaturach zewnętrznych oraz umożliwia nieprzerwaną pracę urządzenia, nawet w przypadku awarii sprężarki w jednym z obiegów.
- W zależności od potrzeb konkretnego projektu, jednostki typu rooftop można skonfigurować tak, aby zapewniały również catoroczną kontrolę wilgotności w pomieszczeniach i zawierały dodatkowe nagrzewnice.
- Jednostki Rooftop wyposażone są w filtry, które oczyszczają powietrze dostarczane do budynku. Dobór odpowiedniej klasy filtra zależy od jakości powietrza zewnętrznego i rodzaju obsługiwanych pomieszczeń wewnętrznych

## 6. UKŁAD STEROWANIA

### 6.1 DLACZEGO UKŁAD STEROWANIA JEST WAŻNY DLA URZĄDZENIA TYPU ROOFTOP?

Podobnie jak większość urządzeń HVAC, jednostki dachowe Rooftop są zwykle dobierane dla warunków projektowych, w których występuje pełne obciążenie cieplne. Ponieważ obciążenie cieplne budynku zmienia się w ciągu roku, a nawet w ciągu dnia, jednostki rooftop muszą odpowiednio dostosować swoją wydajność, aby zapewnić odpowiedni komfort i IAQ, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiej efektywności energetycznej. Zintegrowany system sterowania jest niezbędnym rozwiązaniem do osiągnięcia tego celu.

### 6.2 JAKI JEST WPŁYW SYSTEMU STEROWANIA JEDNOSTKĄ ROOFTOP NA OGÓLNA EFEKTYWNOŚĆ?

Dzięki regulacji mocy chłodniczej i grzewczej, zmiennej ilości powietrza i funkcji free-cooling, jednostki rooftop zwiększają ogólną wydajność systemu. Oprócz zmiany wydajności chłodzenia i ogrzewania w zależności od obciążenia budynku, system sterowania może ograniczać strumień dostarczanego powietrza, aby tym samym zmniejszyć zużycie energii. Gdy temperatura zewnętrzna jest wystarczająco niska, urządzenie utrzymuje wymaganą temperaturę w pomieszczeniach bez użycia chłodzenia mechanicznego (pracy sprężarek), lecz poprzez dostarczenie większej ilości chłodnego powietrza zewnętrznego. W większości zastosowań prosty dzienny harmonogram czasowy wyłącza urządzenie, gdy w budynku nie ma ludzi, a co za tym idzie nie ma potrzeby wentylowania pomieszczeń.

Wszystkie wymienione powyżej funkcje umożliwiają ograniczenie zużycia energii i poprawiają ogólną wydajność systemu.

### 6.3 KTÓRYMI KOMPONENTAMI JEDNOSTKI ROOFTOP ZARZĄDZA UKŁAD STEROWANIA?

Oprócz głównych elementów urządzenia, takich jak wentylatory wewnętrzne i zewnętrzne, elementy obiegu chłodniczego (sprężarki, elektroniczne zawory rozprężne, zawory elektromagnetyczne, zawory 4-drogowe itp.), przepustnice powietrza, do systemu sterowania urządzenia podłączone są różne czujniki, takie jak przetworniki ciśnienia, czujniki temperatury, wilgotności, CO<sub>2</sub> i VOC oraz elektroniczne urządzenia bezpieczeństwa, takie jak urządzenia monitorujące napięcie i presostaty. Do systemu sterowania jednostką rooftop można również podłączyć kilka komponentów, takich jak wymiennik odzysku ciepła, nawilzacze i nagrzewnice wtórne.

### 6.4 ZNACZENIE SYSTEMÓW BMS

Jednostki Rooftop są w stanie komunikować się z różnymi protokołami komunikacyjnymi systemów BMS. Zastosowanie oprogramowania interfejsu użytkownika ułatwia wymianę danych pomiędzy różnymi typami urządzeń i systemów sterowania, co zapewnia wygodę użytkownika. Pomaga to zwiększyć ogólną efektywność energetyczną budynku.



Przykłady urządzeń rooftop ©Untes (góra) & ©Clivet (dół)

#### W pigułce

- Wbudowany system sterowania zarządza pracą wszystkich elementów jednostki Rooftop. Umożliwia dostosowanie jej wydajności do aktualnego zapotrzebowania, zapewniając jednocześnie komfort cieplny, odpowiednią jakość powietrza w pomieszczeniach oraz optymalizację zużycia energii.
- Komunikacja z systemem zarządzania budynkiem (BMS) dodatkowo zwiększa ogólną efektywność energetyczną budynku.

## 7. DOBÓR, INSTALACJA, PIERWSZE URUCHOMIENIE I KONSERWACJA

### 7.1 DOBÓR: JAK WŁAŚCIWIE WYBRAĆ ODPOWIEDNI PRODUKT?

Wybór jednostki rooftop opiera się na następujących głównych czynnikach:

- projektowe temperatury zewnętrzne oraz wilgotności dla lata i zimy,
- wielkość i kubatura obsługiwanych pomieszczeń,
- wymagane natężenie przepływu powietrza wentylacyjnego określone w zależności przyjętego kryterium i w oparciu o odpowiednią normę (np. EN 16798-1) i/lub wymagania lokalne, które należy uznać za wiążące w pierwszej kolejności.

Ponadto właściwy dobór jednostki wiąże się z analizą innych czynników, takich jak:

- warunki projektowe miejsca instalacji,
- wymagana temperatura i wilgotność wewnętrzna,
- charakterystyka cieplna budynku i zyski/straty wewnętrzne,
- obecność osób i jej zmienność.

Na podstawie powyższych warunków i wymagań określany jest strumień powietrza nawiewanego z uwzględnieniem udziału powietrza zewnętrznego. Pozwala to na dobranie wielkości i wydajności chłodniczej/grzewczej urządzenia potrzebnej do zapewnienia właściwej mocy w zależności od izolacji budynku i projektowanych warunków wewnętrznych.

Oferowane przez producentów programy doborowe znacznie ułatwiają projektantom wybór odpowiedniego urządzenia. Takie oprogramowanie pozwala na określenie punktu pracy i wymaganych akcesoriów. Ponadto narzędzia te pozwalają na obliczenie wydajności w warunkach poza projektowych, co usprawnia analizę i rozważania projektantów systemów.

### 7.2 MONTAŻ I URUCHOMIENIE: PRODUKT TYPU MONOBLOK I PLUG&PLAY

Jednostki Rooftop to wysokowydajne i samodzielne urządzenia, które zawierają wszystkie niezbędne komponenty. Są one fabrycznie montowane i poddawane kontroli bezpośrednio przez producenta. Dodatkowo zazwyczaj są fabrycznie napełnione czynnikiem chłodniczym. Jednostki Rooftop są projektowane w standardowych konfiguracjach, które z jednej strony oferują wiele możliwości dostosowania do konkretnego zastosowania, a z drugiej strony maksymalnie upraszczają instalację i integrację produktu z budynkiem. Ponieważ wszystkie elementy są zawarte w jednostce rooftop, nie ma potrzeby integrowania wielu różnych systemów od różnych dostawców. Zamiast tego wystarczy podczas uruchamiania ustawić tylko właściwe parametry na sterowniku urządzenia. W ten sposób produkt idealnie dopasowuje się do potrzeb, oferując doskonały kompromis między prostotą i elastycznością.

Jedną z głównych czynności, które należy wykonać podczas uruchomienia, jest weryfikacja zgodności instalacji z dokumentacją techniczną producenta i weryfikacja głównych punktów, które mogą prowadzić do nieprawidłowego działania, takich jak:

- montaż wsporników i połączeń elastycznych,
- spełnienie wymogów dotyczących minimalnej przestrzeni serwisowej,
- prawidłowy projekt i montaż kanałów wentylacyjnych,
- prawidłowe umiejscowienie czerpni i wyrzutni powietrza w celu uniknięcia mieszania,
- połączenia elektryczne.

Uruchomienie polega głównie na dostosowaniu parametrów pracy rooftopa do kanałów wentylacyjnych oraz indywidualnej charakterystyki instalacji lub wymogów użytkownika. Czynnościami poruszonymi podczas pierwszego uruchomienia są:

- regulacja nadciśnienia / podciśnienia lub równowagi ciśnienia w pomieszczeniach,
- nastawienie wydatków,
- określenie sposobu zarządzania powietrzem nawiewanym (stały lub zmienny),
- ustawienia free-cooling/ free-heatingu i automatycznego przetaczania,
- skonfigurowanie głównych nastaw (temperatury, wilgotności) zgodnie z potrzebami klienta,
- ustawienie regulatorów PI/PID w zależności od charakterystyki budynku.

### 7.3 PRZEGLĄDY

Podobnie jak w przypadku innych technologii, aby zapewnić wysoce wydajną i bezawaryjną pracę instalacji, jednostki rooftop wymagają okresowych kontroli. W szczególności dotyczy to trzech obszarów:

- wymiany filtrów,
- czyszczenia wymienników ciepła,
- kontroli szczelności układu sprężarkowego w celu wykrycia ewentualnych wycieków czynnika chłodniczego

#### 7.3.1 Wymiana filtrów

Regularna i terminowa wymiana filtrów ma kluczowe znaczenie dla IAQ, komfortu cieplnego, zużycia energii i zapewnienia wysokiej wydajności komponentów takich jak wymienniki ciepła. Zaniechanie wymiany filtrów prowadzi do ich zatkania (a w konsekwencji do nadmiernego zużycia energii), zmniejszenia prędkości przepływu powietrza (co może skutkować nieprawidłowym działaniem obiegu chłodniczego) oraz uszkodzenia filtra.

Filtry należy wymieniać zgodnie z instrukcją producenta. W przypadku filtrów ISO ePM powinno to być zwykle wtedy, gdy spadek ciśnienia jest trzykrotnie lub o 50 Pa wyższy niż początkowy spadek ciśnienia określany dla filtra czystego. Ponadto, ze względu na wymogi higieniczne, zaleca się wymianę filtrów nie rzadziej niż co 12 miesięcy. W przypadku filtrów elektrostatycznych nie ma potrzeby ich wymiany, a dla konserwacji polega jedynie na myciu elementów specjalnymi preparatami lub odtłuszczaczami.

#### 7.3.2 Czyszczenie wymienników ciepła

Regularna wymiana filtrów znacznie ogranicza zanieczyszczenie wewnętrznych wymienników ciepła. Prawidłowe czyszczenie wymienników ciepła ma kluczowe znaczenie dla ciągłej pracy jednostki rooftop, zapobiega spadkom wydajności i nieprawidłowej pracy, które mogą powodować alarmy i awarie. Urządzenia typu Rooftop posiadają co najmniej dwa wymienniki ciepła typu powietrze/czynnik chłodniczy: wymiennik wewnętrzny oraz wymiennik zewnętrzny. Oba te wymienniki muszą być utrzymywane w czystości. Procedura czyszczenia może być wykonana za pomocą miękkiej szczotki, aspiratora lub powietrza pod ciśnieniem. Ważne, aby usunąć brud nie tylko z powierzchni wymienników, ale także z jego okolic, aby uniknąć ewentualnych uszkodzeń w przyszłości. Aby lepiej oczyścić wymienniki ciepła, można również użyć odpowiednich środków chemicznych i wody.

#### 7.3.3 Kontrola szczelności agregatu chłodniczego

Kontrolę szczelności przeprowadza się zgodnie z wymogami określonymi w rozporządzeniu w sprawie F-gazów (517/2014). W porównaniu z innymi technologiami, operacja ta jest łatwiejsza, ponieważ wszystkie elementy podlegające kontroli są umieszczone w jednym miejscu. Co więcej, wszystkie elementy obiegu chłodniczego są wstępnie zmontowane i przetestowane przez już przez producenta. Istnieje zatem mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia nieszczelności uwarunkowanych ewentualnymi połączeniami i lutowaniem instalacji na dachu.

### 7.4 ZDALNY MONITORING

Zdalne monitorowanie usprawnia podgląd głównych parametrów pracy jednostek rooftop, pozwalając kontrolerom ruchu na utrzymanie wielu systemów jednocześnie. Ponadto regularne monitorowanie pracy systemu może zapobiec usterkom i przestojom systemu spowodowanym awariami komponentów. Analiza zarejestrowanych parametrów i czasów pracy poszczególnych komponentów może z wyprzedzeniem wskazać nieprawidłowe działanie, które potencjalnie może prowadzić do awarii. Ponadto zdalny monitoring upraszcza wykrywanie nieuzasadnionych zmian w zużyciu energii, mogących sygnalizować nieprawidłowości. Zdalny dostęp do danych np. przez chmurę, pozwala na wdrożenie bardziej zaawansowanych mechanizmów kontrolnych, np. takich jak predykcyjne utrzymanie ruchu. W tym celu niezbędna jest komunikacja pomiędzy systemem sterowania a poszczególnymi komponentami jednostki rooftop, takimi jak siłowniki przepustnic i zaworów, czujniki, wentylatory i napędy.

Ponieważ jednostki rooftop posiadają wszystkie elementy systemu zawarte w jednym pakiecie, analizując parametry jednostki można z jednego punktu sprawdzić działanie całej instalacji i zidentyfikować ewentualne usterki.

©Carrier

#### W pigułce

- Do głównych czynników decydujących doborze jednostki rooftop należą projektowe parametry wewnętrzne i zewnętrzne, wymagany przepływ powietrza wentylacyjnego, obciążenia grzewcze i chłodnicze budynku oraz uwarunkowania instalacyjne.
- Oprogramowanie dostarczane przez producentów znacznie ułatwia proces doboru i pozwala projektantom na przeprowadzenie kompleksowej analizy.
- Integracja wszystkich elementów systemu w jednostce rooftop i jej kompaktowa konstrukcja zasadniczo upraszcza instalację. Zazwyczaj instalacja i uruchomienie ograniczają się do podłączenia kanałów i zasilania elektrycznego, ustawienia parametrów sterowania i sprawdzenia montażu.
- Aby zapewnić wysoką wydajność i bezproblemową pracę, jednostki Rooftop wymagają okresowych przeglądów. Czynności konserwacyjne dotyczą przede wszystkim wymiany filtrów, czyszczenia wymienników ciepła i sprawdzania szczelności układu chłodniczego

## 8. WIARYGODNE DANE

### 8.1 WYDAJNOŚĆ POTWIERDZONA CERTYFIKATEM EUROVENT

Z ponad 20-letnim doświadczeniem, Eurovent Certita Certification jest numerem jeden wśród europejskich jednostek certyfikujących w zakresie obszarów klimatu wewnętrznego (Indoor Climate), wentylacji i jakości powietrza (Air Quality) oraz chłodnictwa przemysłowego i spożywczego (Process Cooling & Food Cold Chain). Aż 66% produktów HVAC sprzedawanych w Europie jest certyfikowanych przez Eurovent Certita Certification pod znakiem "Eurovent Certified Performance" (ECP), renomowanego i zaufanego programu certyfikacji, który gwarantuje, że urządzenia nie tylko spełniają normy, ale także działają zgodnie z deklaracjami producentów.

Program certyfikacji urządzeń rooftop Eurovent (RT) obejmuje urządzenia rooftop chłodzone powietrzem (w tym rewersyjne) o mocy do 100 kW (w trybie chłodzenia). Opcjonalnie możliwa jest certyfikacja urządzeń typu powietrze-powietrze o mocy od 100 kW do 200 kW oraz urządzeń chłodzonych wodą, z wykorzystaniem testów przeprowadzonych w laboratorium uczestnika.

### 8.2 KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z DANYCH CERTYFIKOWANYCH PRZEZ EUROVENT

Udział w programach certyfikacji świadczonych przez Eurovent Certita Certification to rozwiązanie zapewniające uczciwą konkurencję i wiarygodne dane.

Program certyfikacji jednostek rooftop opiera się na corocznych testach przeprowadzanych przez niezależne akredytowane laboratoria. Zapewnia to wspólne kryteria oceny i bezstronność.

Kompleksowa procedura gwarantuje klientom, że produkty działają zgodnie z deklaracjami producentów. Ponadto ocena obejmuje nadanie etykiety efektywności energetycznej, pomagając projektantom, wykonawcom i użytkownikom w wyborze najbardziej odpowiedniego produktu do ich potrzeb. Oprócz oczywistych korzyści dla użytkowników końcowych, certyfikacja zapewnia liczne korzyści dla producentów. Główne korzyści można podsumować w następujący sposób:

- wzrost zaufania konsumentów,
- uczciwe porównanie rynkowe dzięki łatwemu dostępowi do danych dotyczących wydajności certyfikowanych produktów,
- ograniczenie konieczności przeprowadzania testów odbiorczych przez klienta,
- wzmocnienie marki i renomy produktu oraz producenta.

Dowiedz się więcej o certyfikacji Eurovent Certita



©Untes

### 8.3 WYDAJNOŚĆ CERTYFIKOWANA PRZEZ EUROVENT: EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

Poprzez system certyfikacji Eurovent, certyfikowane są następujące parametry: wydajność chłodnicza i grzewcza, efektywność energetyczna w standardowych warunkach znamionowych, wydajność sezonowa i poziom mocy akustycznej.

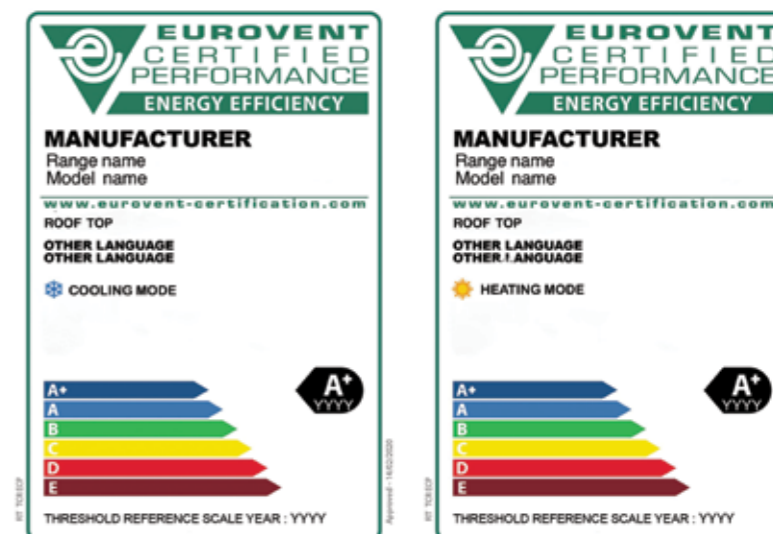


Rysunek 26: Znak Eurovent Certified Performance ©Eurovent Certita Certification

Dodatkowo, program certyfikacji jednostek rooftop obejmuje klasyfikację efektywności energetycznej opracowaną przez Eurovent Certita Certification. Klasyfikacja jest pomocna w wyborze najlepszych jednostek w poszczególnych trybach pracy. Wraz z postępem technologicznym z rynku będą znikać mniej wydajne produkty. Publikacja zweryfikowanych danych przez jednostkę zewnętrzną Eurovent Certita Certification stanowi wartość dodaną przy weryfikacji rynkowej, a baza online jest pomocna w porównaniach produktowych.

Etykieta efektywności energetycznej Eurovent Certified Performance opiera się na wydajności sezonowej.

Więcej szczegółów dotyczących etykiety efektywności energetycznej Eurovent Certified Performance można znaleźć w Technicznych Zasadach Certyfikacji ECP-13 Rooftop (załącznik E).



Rysunek 27: Etykieta energetyczna Wydajności Certyfikowanej przez Eurovent dla urządzeń typu rooftop ©Eurovent Certita Certification

### 9.1 ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) 2016/2281

Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/2281 ustanawia wymogi dotyczące ekoprojektu w zakresie wprowadzania do obrotu i/lub oddawania do użytku jednostek typu rooftop (między innymi).

Określa wymagania dla dachowych pomp ciepła i klimatyzatorów dachowych, które są zdefiniowane jako:

- „dachowa pompa ciepła” oznacza napędzaną elektryczną sprężarką pompę ciepła typu powietrze–powietrze, w przypadku której parowacz, sprężarka i skraplacz są zintegrowane w jedno urządzenie;
- „klimatyzator dachowy” oznacza klimatyzator typu powietrze–powietrze napędzany sprężarką elektryczną, w przypadku którego parowacz, sprężarka i skraplacz są zintegrowane w jedno urządzenie.

Wymagania zostały wprowadzone w dwóch różnych etapach (Stopień 1 obowiązujący od 1 stycznia 2018 r., Stopień 2 obowiązujący od 1 stycznia 2021 r.) i ustala się je w następujący sposób.

	Stopień 1	Stopień 2
Dachowa pompa ciepła	$\eta_{sh} > 115$	$\eta_{sh} > 125$
Klimatyzator dachowy	$\eta_{sc} > 117$	$\eta_{sc} > 138$

Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/2281 przypuszczalnie zostanie poddane rewizji w 2023 r. Rewizja powinna obejmować ocenę zasadności ustanowienia bardziej rygorystycznych wymogów. Proces rewizji jeszcze się nie rozpoczął.

### 9.2 METODYKA BADAŃ I NORMY EN

#### 9.2.1 EN 14511 i EN 14825

Obecnie główne normy dotyczące badania i oceny wydajności jednostek rooftop to EN 14511:2018 i EN 14825:2018. Pierwsza norma, EN 14511:2018, zawiera definicje i metody badań dla następujących głównych parametrów:

- wydajność chłodnicza,
- wydajność grzewcza,
- całkowity pobór mocy w trybie chłodzenia i ogrzewania,
- współczynnik efektywności energetycznej (EER) dla trybu chłodzenia,
- współczynnik efektywności energetycznej (COP) dla trybu ogrzewania,
- zewnętrzne ciśnienie statyczne i nominalne natężenie przepływu powietrza.

Druga norma, EN 14825:2018, dotyczy badania i oceny w warunkach obciążenia częściowego oraz obliczania wydajności sezonowej. Do głównych wskaźników efektywności określonych w tym standardzie należą:

- sezonowy współczynnik efektywności (SEER) dla sezonu chłodniczego,
- sezonowy współczynnik efektywności (SCOP) dla sezonu grzewczego,
- sezonowa efektywność energetyczna chłodzenia pomieszczeń ( $\eta_{s,c}$ )
- sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń ( $\eta_{s,h}$ )

Oprócz charakterystyk przewidzianych w powyższych normach EN, w programie Eurovent Rooftop Certification (PC-RT) wprowadzono klasyfikację Eurovent Seasonal Efficiency (sezonowej efektywności) dla pracy w trybie chłodzenia i ogrzewania.

#### 9.2.2 prEN 17625

Zakres zarówno normy EN 14511:2018, jak i EN 14825:2018 dotyczy nie tylko jednostek rooftop, ale obejmuje znacznie szerszy zakres produktów, w tym klimatyzatory, chillery i pompy ciepła.

Ze względu na specyficzne właściwości i sposób działania jednostek rooftop, które różnią się znacząco od innych produktów klimatyzacyjnych Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN) opracowuje nową normę dedykowaną temu produktowi.

Projekt nadchodzącej normy prEN 17625 określa pojęcia i definicje oraz warunki i metody badań dla oceny wydajności jednostek rooftop ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, które mogą być wyposażone w dodatkową nagrzewnicę wtórną. Norma obejmuje jednostki typu powietrze–powietrze i woda–powietrze, z 2, 3 lub 4 przepustnicami.

Projekt normy określa warunki obciążenia częściowego i metody obliczeniowe oparte na normie EN14825 (ale uwzględnia specyficzne cechy jednostek typu rooftop, takie jak możliwość free-cooling i mieszania powietrza):

- sezonowa efektywność energetyczna SEER i SEERon,
- sezonowa efektywność energetyczna chłodzenia pomieszczeń  $\eta_{s,c}$
- sezonowy współczynnik efektywności SCOP, SCOPon i SCOPnet,
- sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń  $\eta_{s,h}$

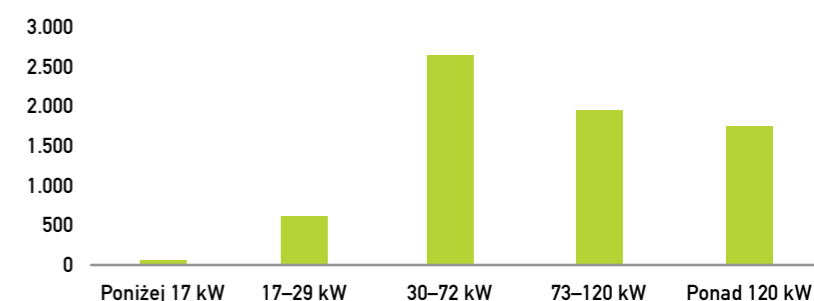
Zdefiniowano również terminologię i typologię dla jednostek rooftop. Wstępnie, publikacji standardu można spodziewać się na początku 2024 roku. Po udostępnieniu normy zamierza się wystąpić do Komisji Europejskiej o harmonizację normy na potrzeby rozporządzenia (UE) 2016/2281. Jeśli mandat zostanie udzielony, załącznik ZA zostanie dodany do normy podczas jej pierwszej rewizji, aby stała się normą zharmonizowaną.

W rozwoju normy EN 17625 aktywnie uczestniczą eksperci ds. certyfikacji Eurovent Certita, członkowie Eurovent.

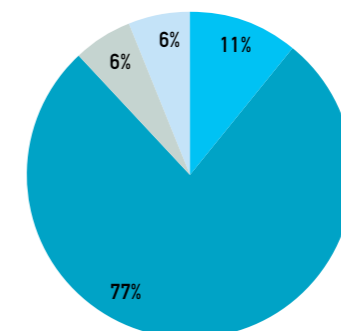
### 10.1 DANE RYNKOWE

Według Eurovent Market Intelligence (EMI), wiodącego europejskiego biura statystycznego dla rynku HVACR, w Europie działa około 50 producentów jednostek typu rooftop, z czego 40% to duże firmy. W 2020 r. rynek jednostek rooftop w UE27+UK oszacowano na ok. 164 mln EUR, natomiast całkowity rynek europejski, obejmujący dodatkowo Norwegię, kraje bałkańskie, Rosję, Ukrainę, europejskie kraje WNP, Szwajcarię i Turcję oszacowano na ponad 191 mln EUR.

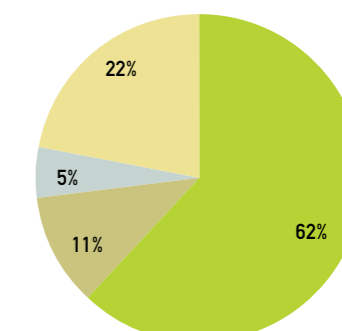
#### ZAKRESY WYDAJNOŚCI EUROPA ŁĄCZNIE - Na podstawie sprzedanych jednostek



#### RODZAJ TECHNOLOGII EUROPA ŁĄCZNIE - na podstawie sprzedanych jednostek



#### RODZAJ ODZYSKU CIEPŁA EUROPA ŁĄCZNIE - na podstawie sprzedanych jednostek



Rysunek 28: Statystyki 2020 dotyczące zakresów mocy, rodzaju technologii i rodzaju odzysku ciepła ©Eurovent Market Intelligence

Dowiedz się więcej o Eurovent Market Intelligence.



## 10. EUROPEJSKI RYNEK JEDNOSTEK TYPU ROOFTOP

### 10.2 GRUPA PRODUKTOWA EUROVENT "JEDNOSTKI ROOFTOP"

Grupa produktowa Eurovent "Jednostki Rooftop" (PG-RT) została powołana w 2020 roku i składa się z zdecydowanej większości europejskich i pozaeuropejskich producentów tychże urządzeń. W PG-RT aktywnie uczestniczą następujące organizacje:



### 10.3 INNI PARTNERZY

Następujący producenci i organizacje również przyczynili się do powstania tego poradnika, dostarczając zdjęcia i ilustracje:



### O EUROVENT

Eurovent jest europejskim stowarzyszeniem zajmującym się branżami wentylacyjno-klimatyzacyjną (HVAC) oraz chłodnictwa przemysłowego i spożywczego. Jej członkowie z całej Europy reprezentują ponad 1.000 organizacji, większości małych i średnich producentów. W oparciu o obiektywne i weryfikowalne dane, ich łączny roczny obrót wynosi ponad 30 miliardów euro i zatrudniają one około 150 000 osób. Dzięki temu Eurovent jest jednym z największych ponadregionalnych komitetów branżowych tego typu. Działalność organizacji opiera się na wysoko cenionych zasadach demokratycznego podejmowania decyzji, zapewniając równe szanse dla całej branży, niezależnie od wielkości organizacji czy wysokości składek członkowskich.



### NASI CZŁONKOWIE

Nasze stowarzyszenia członkowskie to główne krajowe stowarzyszenia branżowe z Europy, które reprezentują producentów z obszarów technologii wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń (HVAC), chłodnictwa przemysłowego i spożywczego oraz wentylacji przemysłowej.

Ponad 1000 producentów należących do naszej sieci (Eurovent "Affiliated Manufacturers" i "Corresponding Members") jest reprezentowanych w działaniach Euroventu w sposób przejrzysty i demokratyczny.

Aby uzyskać szczegółowe informacje oraz listę wszystkich członków, odwiedź naszą stronę internetową.





#### ZOSTAŃ CZŁONKIEM

Złóż wniosek o członkostwo

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

#### ŚLEDŹ NAS NA LINKEDIN

Otrzymuj najbardziej aktualne informacje  
o Eurovent i branży HVACR

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

#### ADRES

80 Bd A. Reyers Ln  
1030 Bruksela, Belgia

#### TELEFON

+32 466 90 04 01

#### EMAIL

[secretariat@eurovent.eu](mailto:secretariat@eurovent.eu)

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

Dokument przetłumaczony we  
współpracy z Flowair



*Yes to a better Indoor Air Quality*

Po więcej informacji odwiedź

[www.IAQmatters.org](http://www.IAQmatters.org)