



Budowa instalacji klimatyzacyjnej

- Wprowadzenie
- Klimatyzacja, podstawowa definicja i podział
- Budowa klimatyzacji
- Budowa instalacji klimatyzacyjnej typu kompakt (monoblock)
- Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej typu split
- Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej typu multisplit
- Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej VRF
- Rodzaje klimatyzacji ze względu na sposób montażu
- Elementy instalacji klimatyzacyjnej
- Narzędzia do montażu instalacji klimatyzacyjnej
- Czynności zawodowe wykonywane podczas montażu instalacji klimatyzacyjnej
- Netografia i bibliografia

E-materiały do kształcenia zawodowego

Budowa instalacji klimatyzacyjnej

ELE.03. Wykonywanie robót związanych z montażem instalacji i urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła. **ELE.04.** Eksploatacja i organizacja robót związanych z montażem instalacji i urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła – Technik chłodnictwa i klimatyzacji 311929

Konsultant merytoryczny: Piotr Tokarz

E-materiał przygotowany zgodnie ze stanem prawnym obowiązującym na dzień 31.01.2023 r.

Spis treści



Klimatyzacja, podstawowa definicja i podział



Budowa klimatyzacji



Budowa instalacji klimatyzacyjnej typu kompakt (monoblock)



Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej typu split



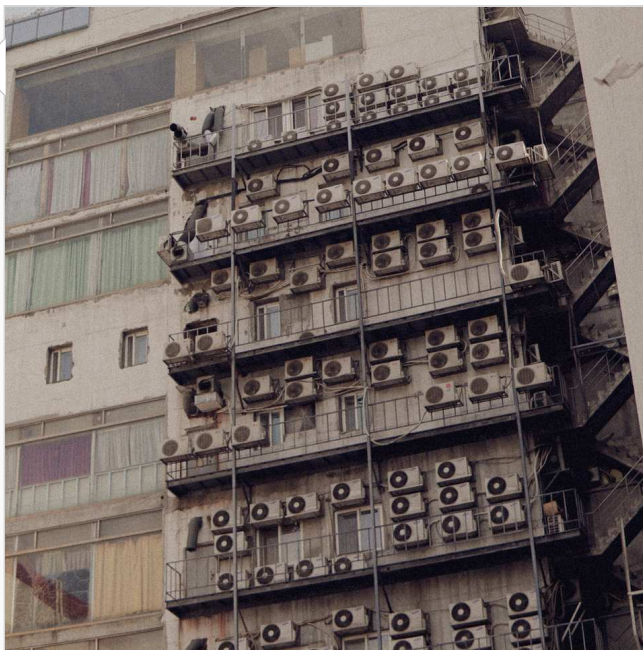
Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej typu multisplit



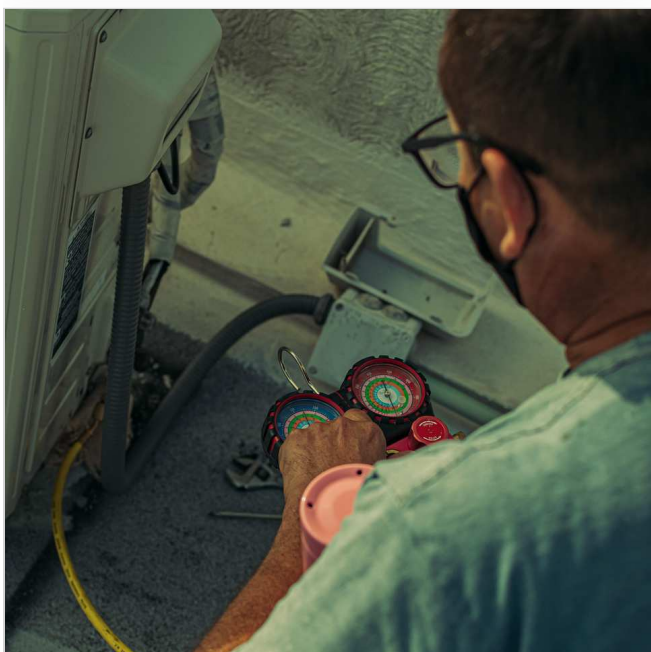
Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej VRF



Rodzaje klimatyzacji ze względu na sposób montażu



Elementy instalacji klimatyzacyjnej



Narzędzia do montażu instalacji klimatyzacyjnej



Czynności zawodowe wykonywane podczas montażu instalacji klimatyzacyjnej

Netografia i bibliografia

[Powrót do materiału głównego](#)

Klimatyzacja, podstawowa definicja i podział

Klimatyzację definiuje się jako proces utrzymywania ściśle określonych parametrów powietrza w danym pomieszczeniu, niezależnie od warunków zewnętrznych. Klimatyzację stosuje się, ponieważ wentylacja naturalna często nie jest w stanie dostarczyć wymaganego strumienia powietrza i zapewnić komfortu cieplnego, szczególnie w budynkach, w których wietrzenie jest utrudnione (wysokościowce), a zyski ciepła pochodzące od nasłonecznienia, oświetlenia, ludzi i urządzeń elektrycznych są znaczne. Stosowaną tam klimatyzację określa się jako klimatyzację komfortu.

Inny typ klimatyzacji to klimatyzacja pomieszczeń czystych czy klimatyzacja przemysłowa, stosowane w miejscach, w których wymagane jest utrzymywanie określonych parametrów powietrza, jak np. archiwa, miejsca przechowywania starodruków czy dzieł sztuki, sale operacyjne, hale przemysłowe.

Niezależnie od typu **urządzenie klimatyzacyjne** wymusza przepływ i filtruje powietrze w pomieszczeniu. Utrzymuje również określoną temperaturę, a w przypadku urządzeń klimatyzacji pełnej także wilgotność powietrza.

Warto pamiętać, że warunkiem właściwego działania urządzenia klimatyzacyjnego jest sprawny system wentylacyjny, który ma za zadanie usuwać powietrze zanieczyszczone i zastępować je czystym. Klimatyzacja obniża temperaturę dostarczonego powietrza i poprawia jego parametry. Wyjątkiem są systemy np. klimatyzacji kanałowej z opcją dostarczania świeżego powietrza, które mogą pełnić obie wymienione funkcje.

Ze względu na budowę wyróżnia się:

- **klimatyzatory typu kompakt** (zwane monoblokowymi),
- **klimatyzatory typu split** (dwuczęściowe),
- **klimatyzatory typu multisplit** (stanowiące rozbudowaną wersję splitu, obsługującą wiele pomieszczeń),
- **systemy VRF** (złożone z kilku jednostek zewnętrznych i wielu jednostek wewnętrznych, przeznaczone do dużych obiektów).

W przypadku jednostek split i multisplit wyróżnić można dodatkowo, ze względu na sposób montażu:

- klimatyzatory ściennie,
- klimatyzatory ściennie-sufitowe,
- klimatyzatory kasetonowe,
- klimatyzatory przypodłogowo-podstropowe,
- klimatyzatory konsolowe.

[Wróć do spisu treści](#)

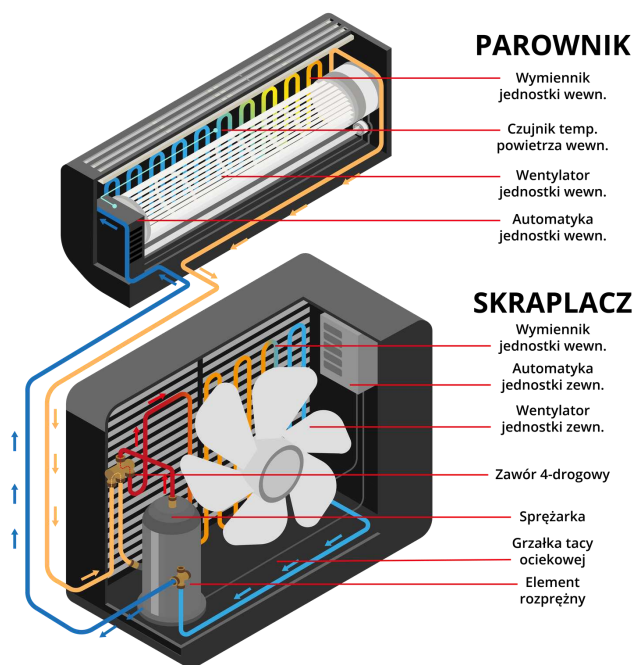
[Powrót do wizualizacji 3D „Działanie instalacji klimatyzacyjnej”](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Budowa klimatyzacji

Budowa klimatyzacji różni się w zależności od modelu i producenta. Urządzenie w najbardziej podstawowej wersji składa się ze: sprężarki, skraplacza, zaworu rozprężnego, parownika, wentylatora.

Zadaniem sprężarki i zaworu rozprężnego jest sprężanie i odpowiednio rozprężanie czynnika chłodniczego krążącego w instalacji. Pod wpływem zmian temperatury i ciśnienia czynnik ten podlega zmianom stanu skupienia: z gazowego na ciekły. Czynnik odbiera on ciepło z parownika jednostki wewnętrznej i kieruje do jednostki zewnętrznej. W skraplaczu powietrze ulega schłodzeniu, a część zawartej w nim pary wodnej skrapla się (zjawisko kondensacji). Skropliny odprowadzane są na zewnątrz lub do kanalizacji.



Rys. 2.1. Zasada działania klimatyzacji w funkcji chłodzenia

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wentylator jednostki wewnętrznej odpowiada za dystrybucję schłodzonego powietrza w pomieszczeniu. Zanim opuści ono jednostkę wewnętrzną, podlega filtrowaniu na filtrach cząstek stałych. Praca układu sterowana jest przez regulatory temperatury. Czujniki regulatorów są usytuowane w klimatyzowanym pomieszczeniu.

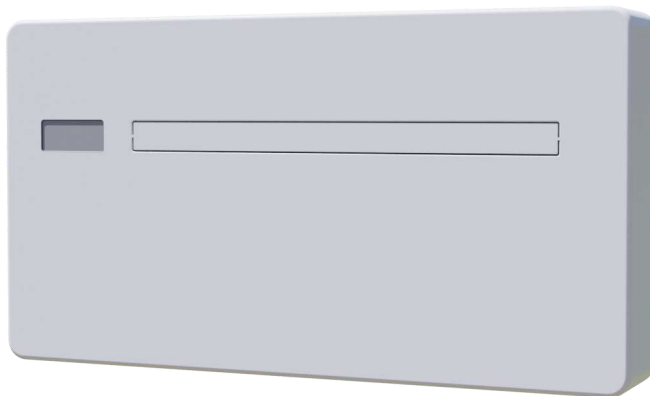
[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do film edukacyjnego „Instalacja klimatyzacyjna”](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Budowa instalacji klimatyzacyjnej typu kompakt (monoblock)

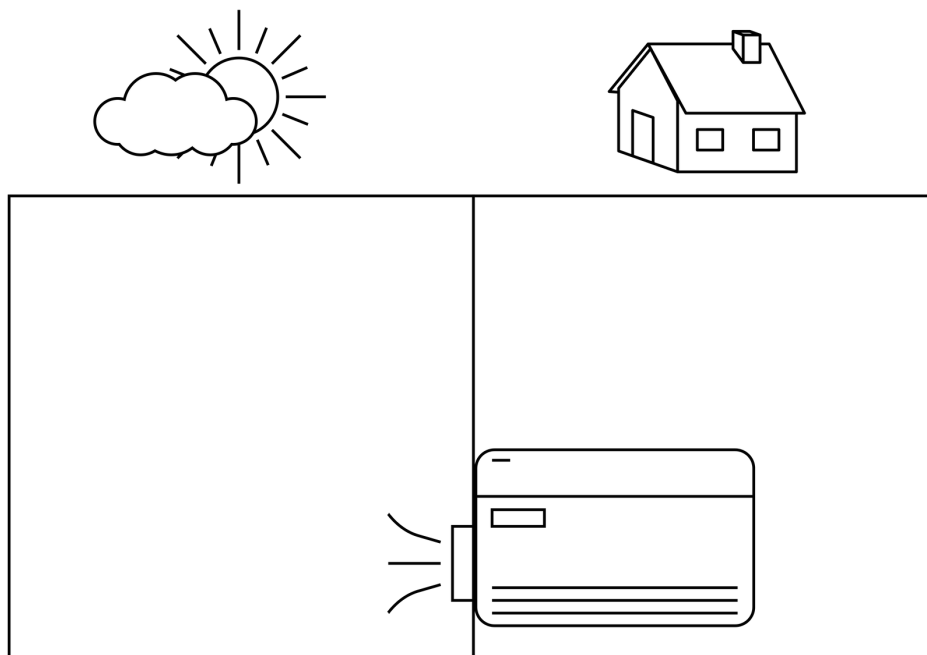
Klimatyzatory typu kompakt (monoblock) to jednostki klimatyzacyjne, w których parownik i skraplacz zamontowane są w jednej obudowie. Występują w wersji przenośnej (**przenośne klimatyzatory kompaktowe** mogą być umieszczone w dowolnym punkcie danego pomieszczenia) oraz w wersji do montażu w otworze okiennym lub murze (**kompaktowe klimatyzatory okienne** - okiенno-ściienne).



Rys. 3.1. Klimatyzator typu monoblok

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Urządzenia te są łatwe w montażu, wymagają jedynie wykonania przepustu o średnicy 12-15 cm na kanał powietrzny oraz podłączenia do zasilania. Sprawdzają się w pomieszczeniach mieszkalnych czy biurowych o małej powierzchni oraz wszędzie tam, gdzie ze względów technicznych nie jest możliwe zamontowanie systemu split.



Rys. 3.2. Schemat instalacji typu monoblok

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Wróć do spisu treści](#)

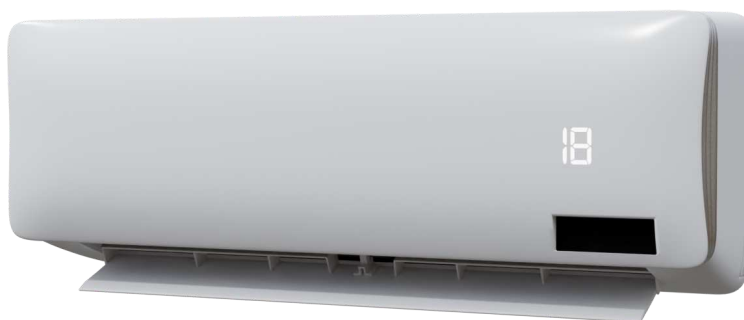
[Powrót do materiału głównego](#)

Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej typu split

W przeciwieństwie do klimatyzatorów **typu kompakt**, klimatyzatory **typu split** charakteryzują się dwuczęściową budową, a ich najnowocześniejsze modele mogą pracować w trybie chłodzenia, ogrzewania, a także filtracji pomieszczeń.

Typowa instalacja klimatyzacyjna typu split składa się z **jednostki wewnętrznej** (wraz z wentylatorem) oraz **jednostki zewnętrznej**, połączonych rurami z czynnikiem roboczym i przewodem komunikacyjnym. Obie jednostki stanowią hermetyczny i niezależny układ.

Jednostka wewnętrzna montowana jest zawsze w pomieszczeniu, za którego chłodzenie odpowiada. Urządzenie wyposażone jest w czujniki temperatury i układ sterowania kierujący pracą jednostki. Na zewnątrz (najczęściej na elewacji budynku) umieszcza się jednostkę zewnętrzną.



Rys. 4.1. Jednostka wewnętrzna, klimatyzator naścienny

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

W jednostce zewnętrznej (nazywanej często **agregatem sprężarkowo-skraplającym**) **czynnik chłodniczy** trafia do sprężarki, w której ulega skropleniu. Procesowi temu towarzyszy oddawanie ciepła na skraplaczu. Wentylator przyspiesza proces oddawania ciepła. Następnie skroplony czynnik roboczy trafia na element dławiący - zawór rozprężny bądź kapilarę. Zaczyna się jego odparowanie. Temperatura gazu obniża się. Schłodzony czynnik trafia do jednostki wewnętrznej, wyposażonej w parownik i wentylator, umożliwiające oddawanie schłodzonego powietrza do pomieszczenia. Pod wpływem

różnicy temperatur na parowniku wytrąca się kondensat, który spływa na tacę i jest odprowadzany na zewnątrz przy pomocy króćca.

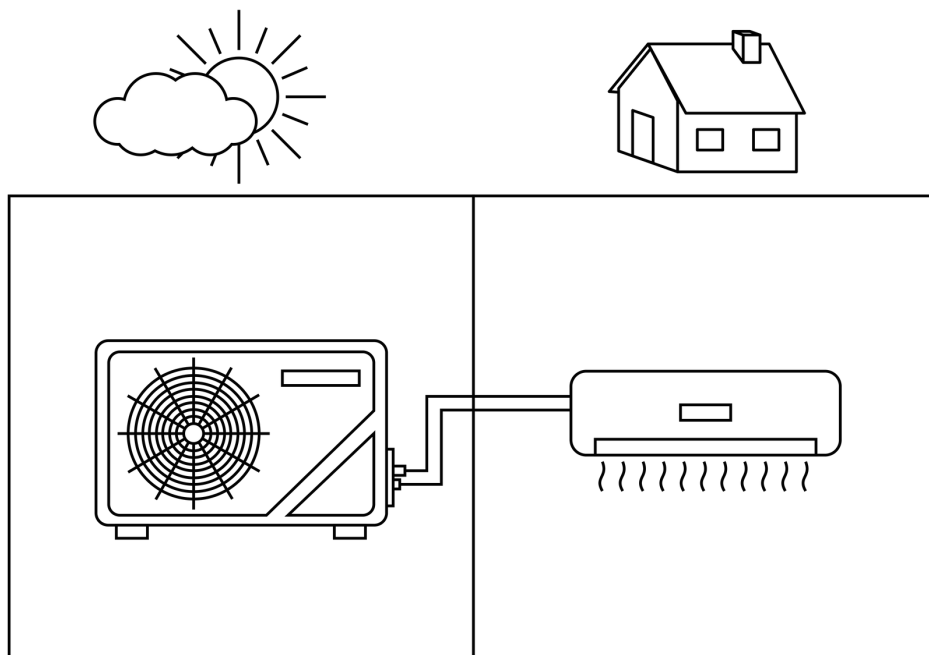


Rys. 4.2 Jednostka zewnętrzna klimatyzatora typu split

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Instalacje typu split mają prostą budowę i są łatwe w montażu. Z tego względu są chętnie stosowane w mieszkaniach, małych biurach, domach jednorodzinnych.

Współcześnie systemy klimatyzacji dostosowane są również do pracy w trybie ogrzewania. Oznacza to, że skraplacz i parownik zamieniają się funkcjami. Warto wówczas nazwę skraplacz/parownik zastąpić określeniem: wymiennik. Odwrócenie obiegu czynnika możliwe jest dzięki zastosowaniu **zaworu czterodrogowego**.



Rys. 4.3. Schemat instalacji typu split

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

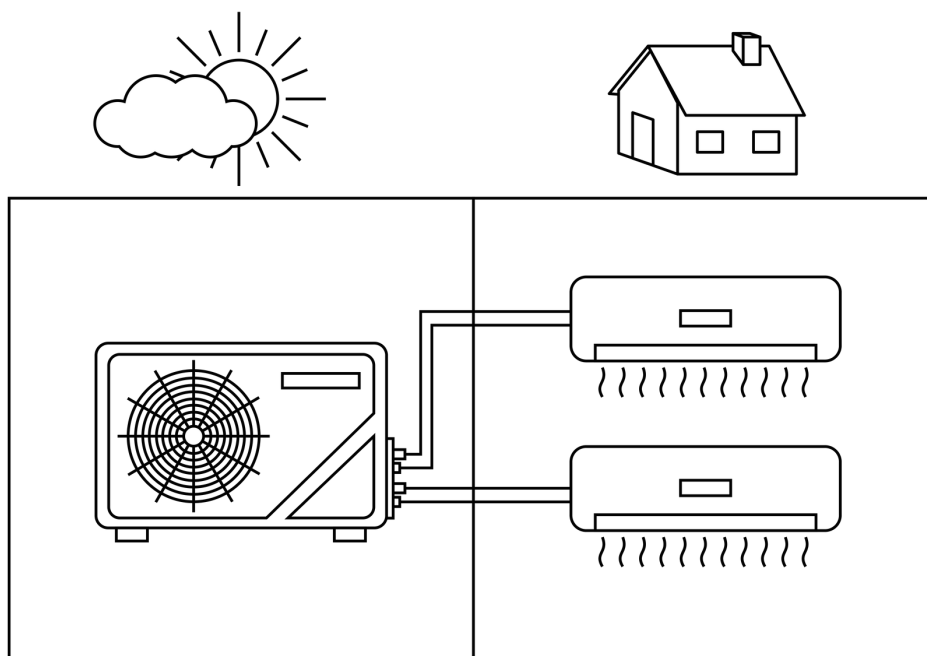
Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej typu multisplit

Zasada działania **instalacji klimatyzacyjnej typu multisplit** nie różni się od zasady działania instalacji **typu split**. Instalacja multisplit umożliwia jednak podłączenie do jednej **jednostki zewnętrznej** większej liczby **jednostek wewnętrznych**. Dzięki temu system może obsługiwać więcej pomieszczeń.

W zależności od wielkości instalacji jednostka zewnętrzna w takim systemie może być wyposażona w jedną lub dwie sprężarki lub dwucylindrową sprężarkę rotacyjną.

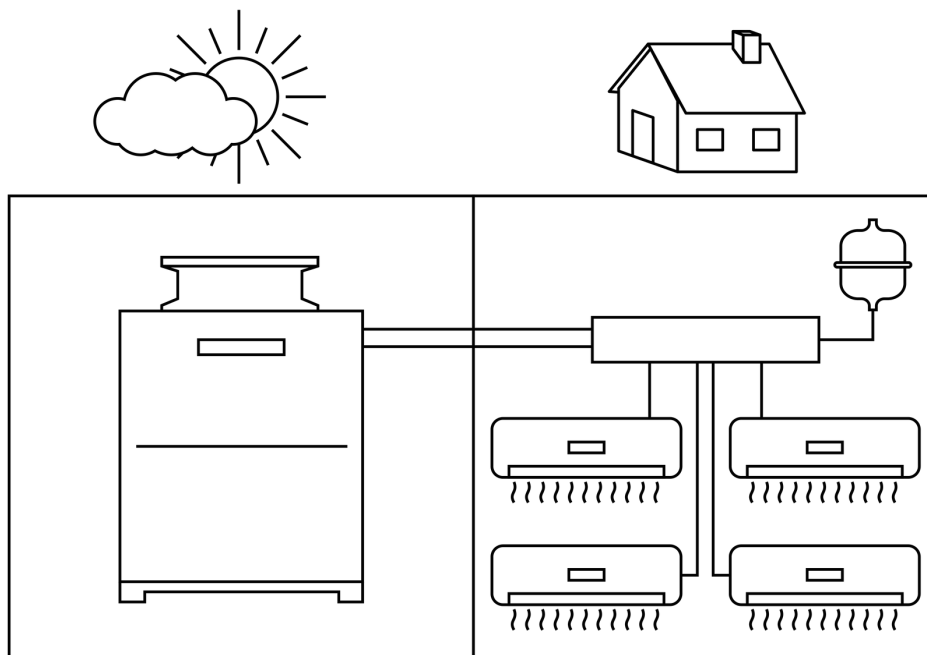
W przypadku zastosowania dwóch sprężarek sprężarka szczytowa jest uruchamiana, gdy zapotrzebowanie na moc przekracza moc sprężarki roboczej. Jest to tzw. regulacja przemiennikowa, znana też pod nazwą inwerter. Jej zalety to szybki i płynny rozruch, mniejsze wahania temperatury w pomieszczeniu oraz oszczędność energii.

W instalacji klimatyzacyjnej typu multisplit, dzięki odpowiedniemu systemowi regulacji, praca każdej z jednostek może być kontrolowana odrębnie. W najnowocześniejszych systemach możliwa jest równoczesna praca kilku jednostek w różnych trybach, np. grzania i chłodzenia. Jest to niewątpliwie ogromna zaleta tego typu instalacji, chętnie stosowanych w niewielkich biurach, małych obiektach handlowych, pensjonatach i domach.



Rys. 5.1. Schemat instalacji typu multisplit z klimatyzatorami ściennymi

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.



Rys. 5.2. Schemat instalacji typu multisplit z rozdzielaczem i klimatyzatorami kanałowymi

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

System multisplit pozwala na konfigurację jednostki zewnętrznej z wieloma jednostkami wewnętrznymi różnego typu: ściennymi, kasetonowymi, kanałowymi etc.

[Wróć do spisu treści](#)

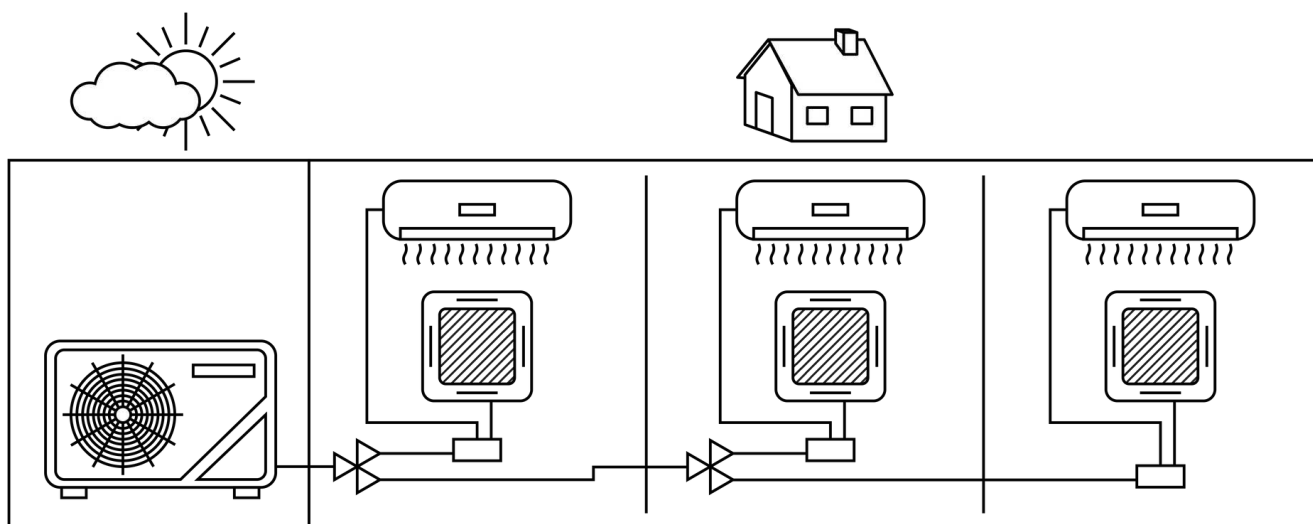
[Powrót do materiału głównego](#)

Budowa i zasada działania instalacji klimatyzacyjnej VRF

Klimatyzacja typu VRF (z ang. Variable Refrigerant Flow) to instalacja ze zmiennym przepływem czynnika chłodniczego, pozwalająca obsługiwać dużą liczbę pomieszczeń i jednostek wewnętrznych oraz indywidualnie sterować parametrami cieplnymi. Zasada działania instalacji typu VRF jest taka sama jak dla pozostałych typów klimatyzacji, odmienny jest natomiast sposób połączenia jednostek wewnętrznych z agregatem. Stosuje się tu system trójnikowy, dzięki któremu jedna para rur opuszcza jednostkę zewnętrzną i następnie rozgałęzia się, tak aby doprowadzić czynnik chłodniczy do poszczególnych jednostek wewnętrznych. Każda jednostka posiada zawór rozprężny umożliwiający dostosowanie ilości czynnika chłodniczego do warunków panujących w danym pomieszczeniu. W jednostkach zewnętrznych stosuje się sprężarki inwerterowe, pozwalające dostosować wydajność urządzenia do aktualnych potrzeb użytkowników.

Instalacje tego typu mogą obsługiwać duże budynki, a łączna długość orurowania może wynosić do 1000 m.

Instalacje VRF są najbardziej zaawansowane pod względem technologicznym. Często stosowane są nie tylko do chłodzenia, ale również ogrzewania pomieszczeń, co jest możliwe dzięki odwróceniu obiegu chłodniczego. W przypadku gdy niektóre z pomieszczeń są chłodzone, a inne ogrzewane, możliwy jest odzysk ciepła, co znacząco podwyższa efektywność instalacji.



Rys. 6.1. Schemat instalacji typu VRF

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Rodzaje klimatyzacji ze względu na sposób montażu

Klimatyzatory ściennie

Klimatyzatory ściennie to najbardziej powszechne jednostki wewnętrzne, przeznaczone do montażu na ścianie w instalacjach typu split i multisplit. Są estetyczne, proste w montażu, wyróżnia je łatwy dostęp w razie konieczności serwisowania.



Rys. 7.1. Jednostka wewnętrzna, klimatyzator naścienny

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Klimatyzatory sufitowe/podstropowe

Klimatyzatory sufitowe to jednostki podobne do klimatyzatorów ściennych, ale przeznaczone do montażu na suficie, najczęściej w instalacjach typu multisplit. Chętnie stosowane w obiektach takich jak sklepy, siłownie, punkty usługowe, wszędzie tam, gdzie ważny jest daleki zasięg strumienia powietrza.



Rys. 7.2. Klimatyzator sufitowy

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Klimatyzatory podłogowe

Klimatyzatory podłogowe to jednostki wewnętrzne przeznaczone do montażu na posadzce. Mogą znaleźć zastosowanie w obiektach, w których z przyczyn technicznych nie ma możliwości instalacji jednostki na ścianie czy suficie. Znajdują zastosowanie w obiektach takich jak sklepy, restauracje czy salony sprzedaży.

Klimatyzatory kanałowe

Klimatyzatory kanałowe najczęściej znajdują zastosowanie w systemach multisplit, gdzie umożliwiają chłodzenie kilku pomieszczeń jednocześnie. Urządzenia te montowane są w sufitach podwieszanych, podobnie jak kanały doprowadzające powietrze. Jest to rozwiązanie bardzo estetyczne, gdyż jedynym widocznym elementem klimatyzacji jest kratka wentylacyjna umieszczona w suficie. Klimatyzatory kanałowe są chętnie stosowane w dużych obiektach handlowych, usługowych lub przemysłowych, ale ich montaż wymaga zaplanowania na etapie projektu budowlanego.



Rys. 7.3. Klimatyzator kanałowy

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Klimatyzatory kasetonowe

Klimatyzatory kasetonowe najczęściej znajdują zastosowanie w systemach multisplit, gdzie jednostki wewnętrzne przeznaczone są do zabudowy w sufitach podwieszanych. Dzięki temu są mało zauważalne dla użytkowników, a sposób montażu umożliwia równomierną dystrybucję powietrza w całym pomieszczeniu (nawiew czterokierunkowy). Dodatkową zaletą tych urządzeń jest możliwość doprowadzenia kanałów z powietrzem zewnętrznym, dzięki czemu system może łączyć zalety klimatyzacji i wentylacji. Jest to wydajne i estetyczne rozwiązanie chętnie stosowane w biurach, obiektach usługowych czy hotelach.



Rys. 7.4. Klimatyzator kasetonowy

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY 3.0.

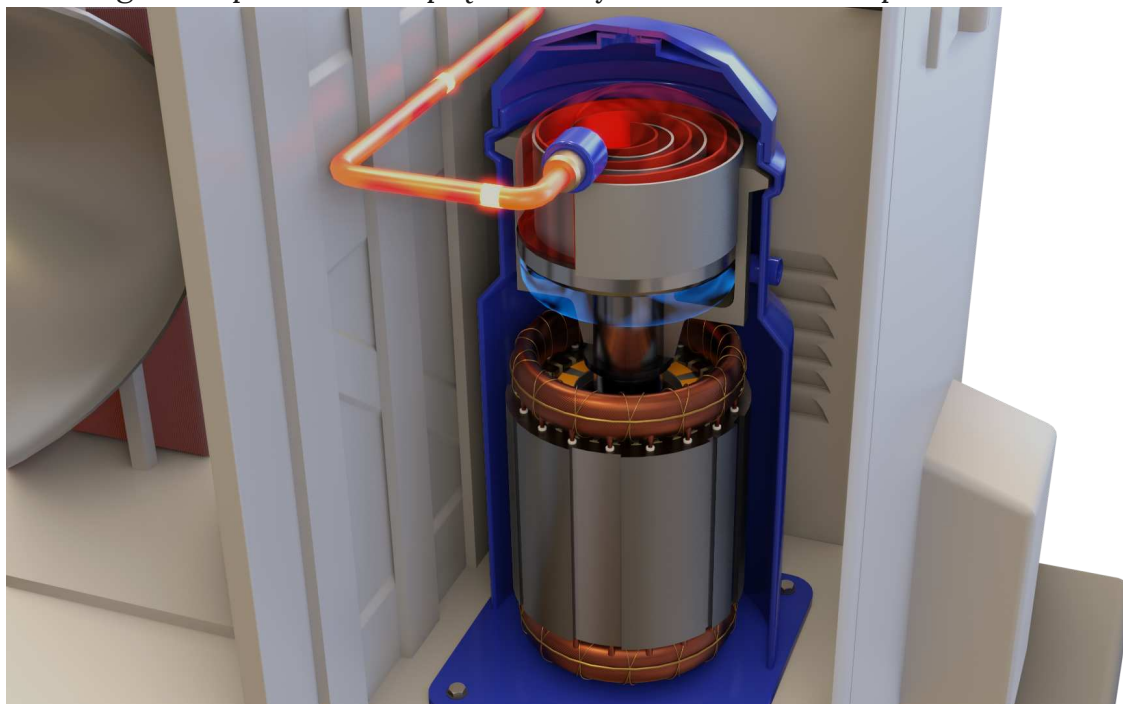
[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do film edukacyjnego „Instalacja klimatyzacyjna”](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Elementy instalacji klimatyzacyjnej

Sprężarka jest elementem budowy jednostki zewnętrznej. Zasysa czynnik chłodniczy, wprowadzając go w ruch, a następnie spręża, podnosząc jego ciśnienie z 2-5 barów do ponad 25 barów. W efekcie tego procesu wzrasta temperatura i maleje objętość czynnika chłodniczego. Po opuszczeniu sprężarki czynnik trafia do skraplacza. Tam oddaje ciepło.

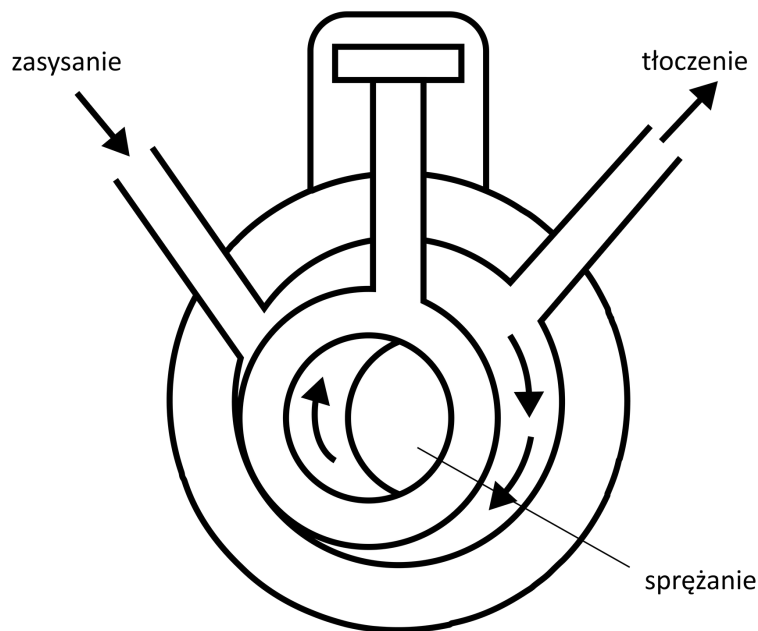


Rys. 8.1. Sprężarka

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Sprężarki chłodnicze mogą mieć różną zasadę działania, napęd i budowę.

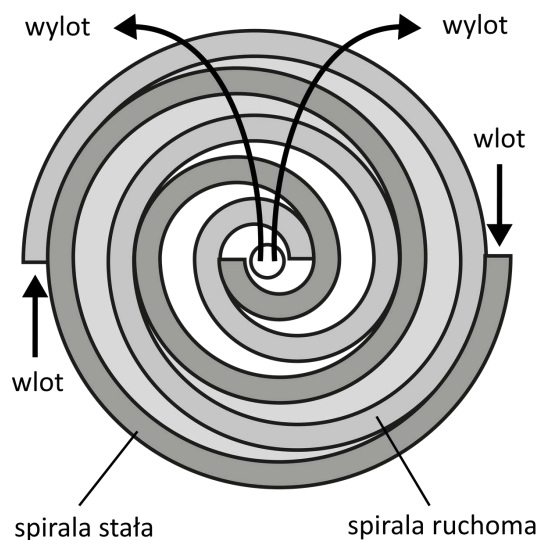
Sprężarki rotacyjne posiadają wirujący tłok, który przez zawór wlotowy zasysa czynnik chłodniczy. Poruszający się tłok odcina zawór wlotowy i spręża czynnik, a następnie wypycha go do zaworu wylotowego, który otwiera się w kolejnej fazie ruchu.



Rys. 8.2. Zasada działania sprężarki rotacyjnej

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

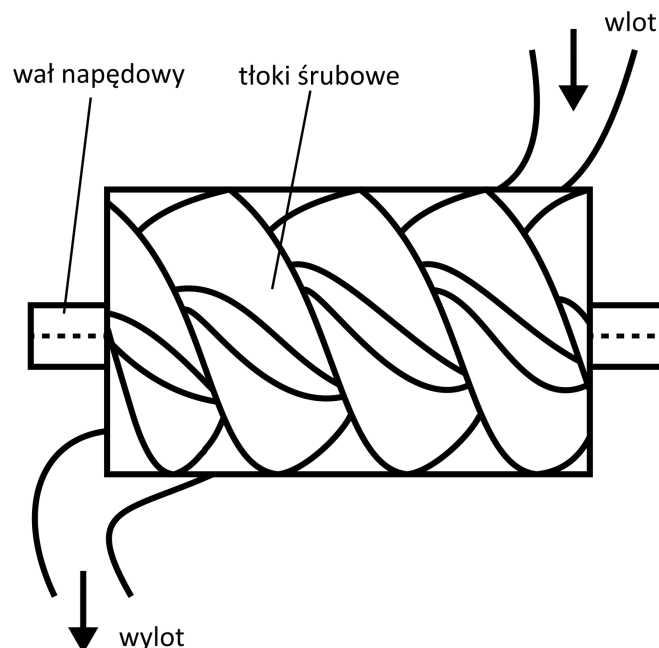
Sprężarki spiralne (typu scroll) posiadają w swojej budowie dwie spirale - ruchomą i nieruchomą. Współpracujące ze sobą spirale ograniczają ilość przestrzeni roboczej i w efekcie sprężają czynnik chłodniczy w kierunku zaworu tłoczącego. Jednocześnie spirale nie pozostają ze sobą w kontakcie i nie generują tarcia, dzięki czemu ich wydajność jest większa niż sprężarek tłokowych.



Rys. 8.3. Zasada działania sprężarki typu scroll

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Sprężarki śrubowe zbudowane są ze śrubowych wirników, które wzajemnie się zazębiają. Wirujące elementy stopniowo ograniczają przestrzeń roboczą, sprężając czynnik chłodniczy.

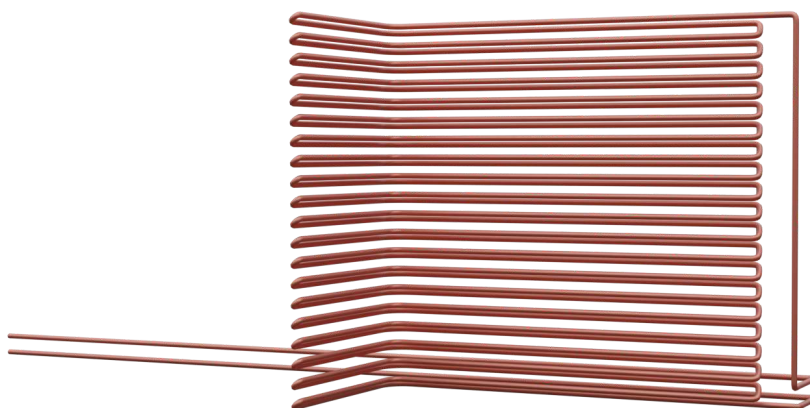


Rys. 8.4. Zasada działania sprężarki śrubowej

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Sprężarki inwerterowe, spotykane m.in. w systemach VRF, wyposażone są w inwerter, tj. przetwornik prądu. Inwerter pozwala płynnie regulować obroty sprężarki, a zarazem jej wydajność. Dzięki temu sprężarka nie musi pracować w trybie ON/OFF, lecz może płynnie zwiększać lub zmniejszać wydajność swojej pracy.

Skraplacz (wymiennik) jest elementem budowy jednostki zewnętrznej, który odbiera gorący, sprężony czynnik chłodniczy ze sprężarki. Na ożebrowaniu skraplacza czynnik przechodzi w stan ciekły, oddając ciepło do otoczenia, gdy system klimatyzacji pracuje w funkcji chłodzenia.

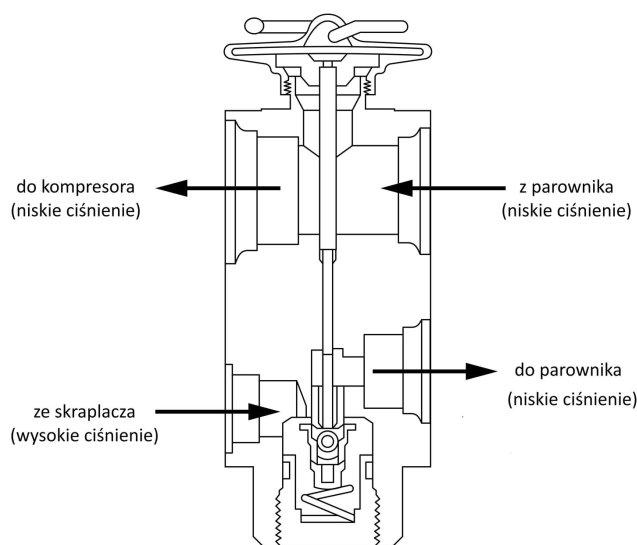


Rys. 8.5. Skraplacz

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

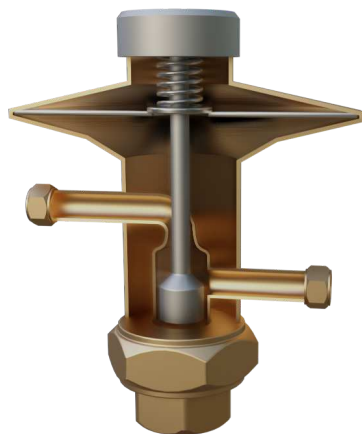
Wentylator jest elementem budowy jednostki zewnętrznej oraz wewnętrznej. Gdy system pracuje w funkcji chłodzenia, wentylator w jednostce zewnętrznej wspomaga proces oddawania ciepła na skraplaczu, a w jednostce wewnętrznej – proces dystrybucji chłodnego powietrza.

Element dławiący (zawór rozprężny lub kapilara) jest elementem budowy jednostki wewnętrznej, którego zadaniem jest zredukowanie ciśnienia czynnika chłodniczego opuszczającego skraplacz. Możliwe jest to dzięki utworzeniu przewężenia i zdławienia przepływu. W ten sposób czynnik o wysokiej temperaturze i niskim ciśnieniu zostaje przekształcony w czynnik o niskiej temperaturze i wysokim ciśnieniu. W takim stanie kierowany jest do jednostki wewnętrznej.

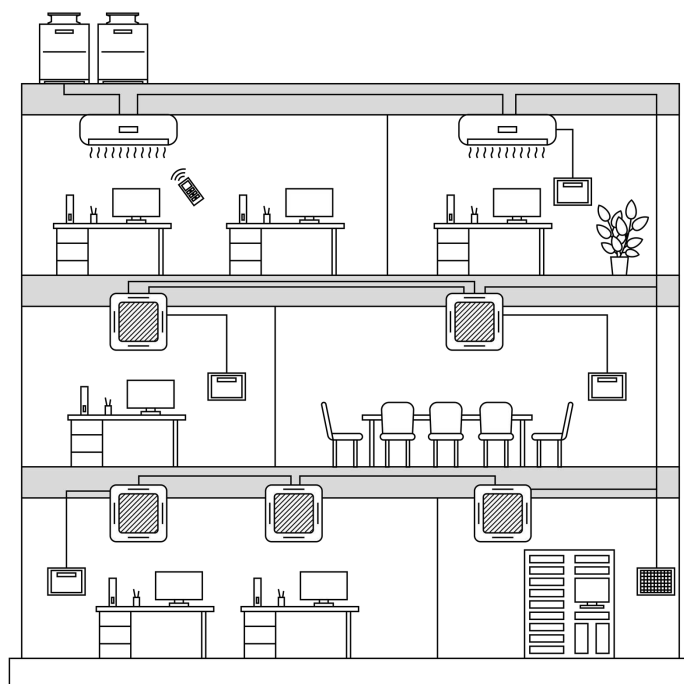


Rys. 8.6. Zasada działania zaworu rozprężnego

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.



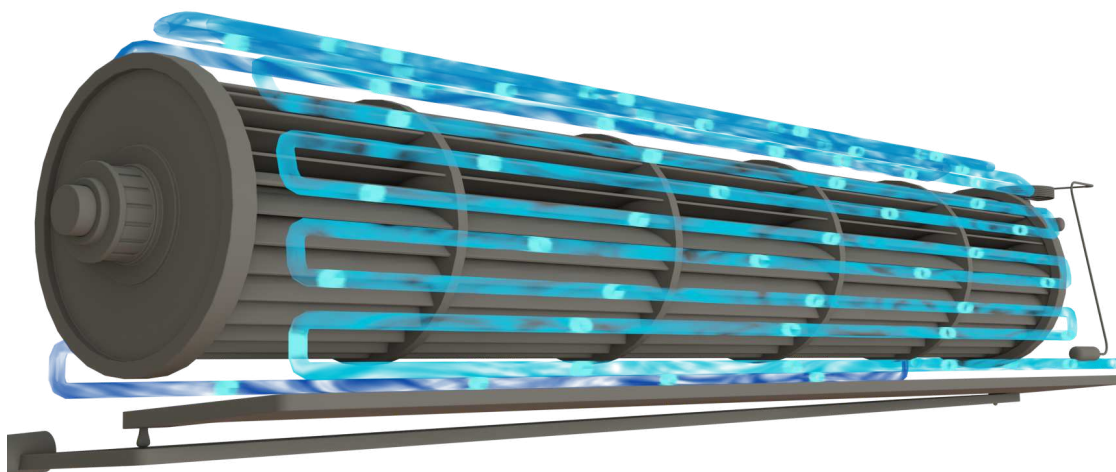
System sterowania jest elementem budowy jednostki zewnętrznej, który umożliwia samodzielne zawiadowanie pracą systemu klimatyzacji, zgodnie z ustawionymi przez użytkownika temperaturami. Sterowanie działa w połączeniu z czujnikiem temperatury znajdującym się wewnątrz pomieszczenia. W systemach VRF sterowanie może być dodatkowo sprzężone z czujnikiem zewnętrznym czy czujnikami wykrywającymi obecność osób w pomieszczeniu. Rozwiązanie takie pozwala utrzymywać optymalną temperaturę otoczenia w przypadku wykrycia obecności użytkownika. Gdy czujnik nie wykryje w pomieszczeniu ruchu, automatycznie wyłączy system klimatyzacji, oszczędzając w ten sposób energię.



Rys. 8.8. System sterowania w instalacji VRF z zastosowaniem pilotów, sterowników lokalnych i sterowania centralnego

Grafika w schematyczny sposób przedstawia elementy sterowania w przykładowej instalacji klimatyzacyjnej. Na rysunku widać sterownik centralny zamontowany w pomieszczeniu technicznym, sterowniki lokalne zainstalowane w każdym z pomieszczeń i umożliwiające regulację parametrów indywidualnie dla każdego z nich oraz pilot, który pozwala na bezprzewodowe programowanie parametrów pracy urządzenia klimatyzacyjnego.

Parownik jest elementem budowy jednostki wewnętrznej, który pozwala odparować czynnik chłodniczy do stanu gazowego, jednocześnie oddając chłód do pomieszczenia, gdy instalacja pracuje w funkcji chłodzenia.



Rys. 8.9. Parownik

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Filtry mechaniczne – filtry cząstek stałych stanowią standardowe wyposażenie każdej jednostki wewnętrznej w systemie klimatyzacji. Ich zadaniem jest zatrzymanie cząstek kurzu i pyłu unoszonych przez strugi powietrza. Na rynku dostępne są również inne rodzaje filtrów poprawiających jakość powietrza i oczyszczających je z zanieczyszczeń biologicznych, np. filtry HEPA, filtry plazmowe.

Żaluzje są elementem obudowy jednostki wewnętrznej. Ich konstrukcja może się nieco różnić w zależności od urządzenia, ale wszystkie służą do możliwie równomiernego rozprowadzenia powietrza w pomieszczeniu. Sterowanie ruchem żaluzji odbywa się z poziomu pilota bądź modułu Wi-Fi.

Kanały powietrzne o przekroju okrągłym lub prostokątnym przeznaczone są do dostarczania powietrza do poszczególnych pomieszczeń w systemach klimatyzacji kanałowej czy VRF. Zakończone są kratkami wentylacyjnymi. Dzięki takiej budowie **instalacja kanałowa** jest niewidoczna.

Kanały wykonuje się najczęściej z blachy stalowej ocynkowanej. Dostępne są też droższe kanały aluminiowe lub z tworzyw sztucznych (PVC). Wybór materiału, kształtu i średnicy kanałów musi być zawsze dopasowany do konkretnej inwestycji. Izolacja termiczna i akustyczna jest niezbędna dla minimalizowania strat energii w systemie oraz redukowania hałasu generowanego przez instalację.



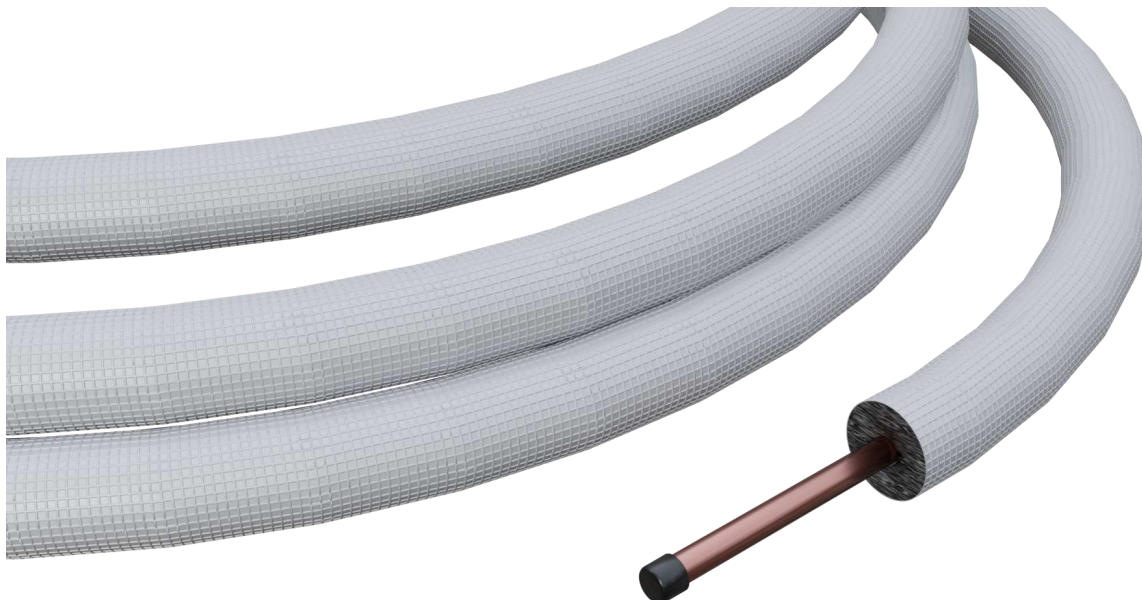
Rys. 8.10. Kanał powietrzny

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Czynnik chłodniczy to związek chemiczny o szczególnych właściwościach termodynamicznych. Jego cykliczne sprężanie i rozprężanie umożliwia wymianę ciepła. Najczęściej wykorzystywane współcześnie czynniki to R290a, R410a i R32. W szczególności popularny jest ten ostatni, gdyż jest tani, o niskim stopniu palności, bezpieczny dla środowiska.

4-drogowy zawór rewersyjny pozwala odwrócić obieg chłodziwa płynącego w instalacji. Dzięki temu zaworowi instalacja klimatyzująca może zarówno chłodzić, jak i ogrzewać pomieszczenie.

Rurki miedziane w otulinie izolacyjnej służą w systemie klimatyzacji do przewodzenia czynnika chłodniczego między skraplaczem a parownikiem. Połączenia rur wykonuje się jako spawane lub kielichowe skręcane, a układ poddaje się próbie szczelności. Z punktu widzenia żywotności instalacji klimatyzacyjnej niezwykle ważna jest dbałość o czystość rur i osuszenie instalacji na etapie jej montażu.



Rys. 8.11. Rurki miedziane w otulinie izolacyjnej

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do wizualizacji 3D „Działanie instalacji klimatyzacyjnej”](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Narzędzia do montażu instalacji klimatyzacyjnej

Szlifierki kątowe to uniwersalne elektronarzędzia, które mogą służyć do obróbki, szlifowania oraz cięcia prawie każdego rodzaju materiału, m.in. metalu, kamienia, a także betonu. Do konkretnego rodzaju materiału dobiera się odpowiednią tarczę szlifierki. Podczas montażu instalacji klimatyzacyjnej najczęściej stosuje się tarcze diamentowe lub inne tarcze do metalu, gdyż szlifierki mogą być zastosowane podczas układania przewodów powietrznych ze stali.

Wkrętarki lub wkrętarko-wiertarki to najczęściej akumulatorowe, wielofunkcyjne narzędzia używane do wkręcania i wykręcania śrub czy wiercenia otworów podczas montażu instalacji klimatyzacyjnej.

Klucze dynamometryczne pozwalają na dokręcenie śrub przy użyciu stosownego momentu obrotowego, podanego przez producenta w instrukcji montażowej. Klucze dynamometryczne z nasadkami płaskimi są niezbędne do wykonania połączeń kielichowych skręcanych na przewodach chłodniczych.

Kielicharka to narzędzie służące do wykonania połączenia kołnierзовego skręcanego na rurkach miedzianych instalacji klimatyzacyjnej. Urządzenie to składa się z bloku zaciskowego oraz głowicy do kielichowania. Dostępne jest w różnych wersjach oraz z wkładką calową lub metryczną.

Gratowniki to narzędzia służące do czyszczenia końcówek przyciętych rurek miedzianych, tak aby pozbyć się zadziorów, opiłków i nierówności.

Obcinarki rolkowe do rur miedzianych to proste w budowie ręczne narzędzie pozwalające przyciąć rury na żadaną długość. Ich niewielki rozmiar jest zaletą w przypadku konieczności przycięcia rurki w miejscu niedostępnym.

Giętarek to narzędzia pozwalające na wygięcie rurki miedzianej pod pożądanym kątem, jeśli istnieje potrzeba w trakcie kładzenia rur miedzianych.

Roztłaczarki (ekspandery) to narzędzia pozwalające przygotować końcówkę rurki miedzianej do połączenia z drugą rurką metodą lutowania.

Palniki lutownicze wykorzystywane są przy lutowaniu rur miedzianych instalacji klimatyzacyjnej. Przed rozpoczęciem pracy z palnikiem lutowniczym należy zadbać o odpowiednie środki bezpieczeństwa, takie jak okulary ochronne i niepalne rękawice. Pomieszczenie powinno być dobrze wentylowane. Należy również upewnić się, że powierzchnia lutownicza jest czysta i wolna od zanieczyszczeń. Lutowanie rur miedzianych należy wykonywać w osłonie azotu.

Aparaty związane z przechowywaniem i napełnianiem obiegów gazem chłodniczym służą do przechowywania, dostarczania i dystrybucji gazów chłodniczych wykorzystywanych w systemach chłodzenia i klimatyzacji. Zbiorniki gazu chłodniczego są przeznaczone do przechowywania gazów chłodniczych w postaci ciekłej lub skroplonej. Ich konstrukcja musi spełniać ściśle normy bezpieczeństwa, aby zapobiec wyciekom i zapewnić odpowiednie warunki przechowywania chłodziwa. Aparaty służące do napełniania instalacji czynnikiem chłodniczym wyposażone są w odpowiednie zawory, przewody i manometry. Używając ich, należy posiadać uprawnienia F-gazowe i stosować się do instrukcji obsługi i przepisów bezpieczeństwa.

Manometry są niezbędne podczas osuszania i sprawdzania szczelności instalacji klimatyzacyjnych. Manometr wysokiego ciśnienia służy do pomiaru ciśnienia skroplonego, podczas gdy manometr niskiego ciśnienia mierzy ciśnienie parujące (na wyjściu skraplacza). Manometry umożliwiają kontrolowanie i dostosowywanie ciśnienia w obiegu chłodniczym.

Pompa próżniowa pozwala wytworzyć próżnię w układzie klimatyzacji, dzięki czemu można sprawdzić jego szczelność i usunąć wilgoć.

Czujniki wilgotności mierzą wilgotność względną powietrza w pomieszczeniach lub w określonych obszarach instalacji klimatyzacyjnej. Pomiar wilgotności jest istotny przy projektowaniu i konserwacji systemów klimatyzacyjnych, aby zapewnić odpowiednią jakość powietrza i komfort dla użytkowników.

Podczas montażu instalacji klimatyzacyjnych warto również dysponować **termometrem** (pomiar temperatury w różnych punktach instalacji klimatyzacyjnej), **miernikiem izolacji** (pomiar oporu izolacji w przewodach elektrycznych i układach sterowania) oraz **anemometrem** (pomiar prędkości powietrza wewnątrz nawiewników, wentylatorów lub kanałów powietrznych).

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Czynności zawodowe wykonywane podczas montażu instalacji klimatyzacyjnej

Wykonywanie pomiarów wielkości fizycznych pod instalację klimatyzacyjną

Najważniejsze wielkości fizyczne uwzględniane na etapie projektowania instalacji klimatyzacyjnej to powierzchnia i kubatura pomieszczeń. W przypadku pomieszczeń o standardowej wysokości (do 2,8 m) można przyjąć, że na każdy metr kwadratowy powinno przypadać 100 W mocy chłodniczej. Na przykład dla pomieszczenia o wielkości 25 m² potrzeba 2500 W, czyli 2,5 kW mocy chłodniczej.

Moc można również obliczyć, uwzględniając kubaturę pomieszczenia, zgodnie ze wzorem: $m^3 \times 40 = W$ (moc chłodnicza).

Warto jednak pamiętać, że otrzymany wynik ma charakter orientacyjny i dobierając moc urządzenia, należy również uwzględnić bilans cieplny danego obiektu, w szczególności: zyski ciepła od nasłonecznienia, zyski ciepła od ludzi przebywających w pomieszczeniu i zyski ciepła od urządzeń lub procesów technologicznych. Dobierając moc chłodniczą klimatyzatora, należy więc wziąć pod uwagę m.in. liczbę osób przebywających w danym pomieszczeniu, znajdujące się tam urządzenia elektroniczne, które generują ciepło (np. telewizor, komputer, maszyny w przypadku obiektów przemysłowych), przeznaczenie pomieszczeń (np. sypialnia, salon z aneksem kuchennym, pracownia komputerowa), technologię wykonania budynku, liczbę i wielkość przeszkleń, usytuowanie względem stron świata.

Oto przykładowe obliczenie zapotrzebowania na moc chłodniczą dla pomieszczenia usługowego pozbawionego dużych przeszkleń, o wystawie północnej, standardowej wysokości i powierzchni wynoszącej 25 m², gdzie na co dzień pracują dwie osoby i gdzie nie ma urządzeń emitujących duże ilości ciepła: $25 \times 100 \text{ W} = 2500 \text{ W}$.

Jeśli w tym samym pomieszczeniu znajdowałyby się okna o wystawie południowej, a łączna powierzchnia przeszkleń wynosiłaby 3 m², zapotrzebowanie na moc chłodniczą musiałoby zostać skorygowane o ładunek cieplny emisji napromieniowania wynoszący w tym przypadku 228 W na metr kwadratowy: $3 \times 229 = 687 \text{ W}$.

Wartości, o jakie należy skorygować obliczenia dla różnych wystaw okiennych, zwykle podawane są w tabelach obliczeniowych ładunku cieplnego. W przypadku małych instalacji

wykonywanych dla domów jednorodzinnych, małych biur czy niewielkich obiektów usługowych dane, takie jak m.in. wielkość i liczba pomieszczeń (lub rzuty pomieszczeń), rozkład stron świata, sposób korzystania z pomieszczeń (liczba i rodzaj urządzeń emitujących ciepło, rodzaj oświetlenia) czy liczba korzystających z nich osób (wraz ze sposobem korzystania), wprowadzane są zwykle do programu komputerowego. Ten samodzielnie generuje propozycję przebiegu instalacji wraz ze wszystkimi niezbędnymi elementami, a także dobiera moc jednostki wewnętrznej i zewnętrznej. Większość renomowanych producentów klimatyzacji udostępnia tego typu programy na swoich stronach internetowych.

Znając potrzebną moc klimatyzatora i posiadając schemat ideowy, można przystąpić do wykonania schematu montażowego. Określa on precyzyjnie lokalizację jednostek wewnętrznych i zewnętrznych, rozmieszczenie przewodów chłodniczych/powietrznych, miejsca montażu nawiewników, zaworów, filtrów i innych elementów systemu. To na schemacie montażowym określa się długość i przekrój przewodów chłodniczych/powietrznych potrzebnych do poprawnego połączenia jednostek wewnętrznych i zewnętrznych.

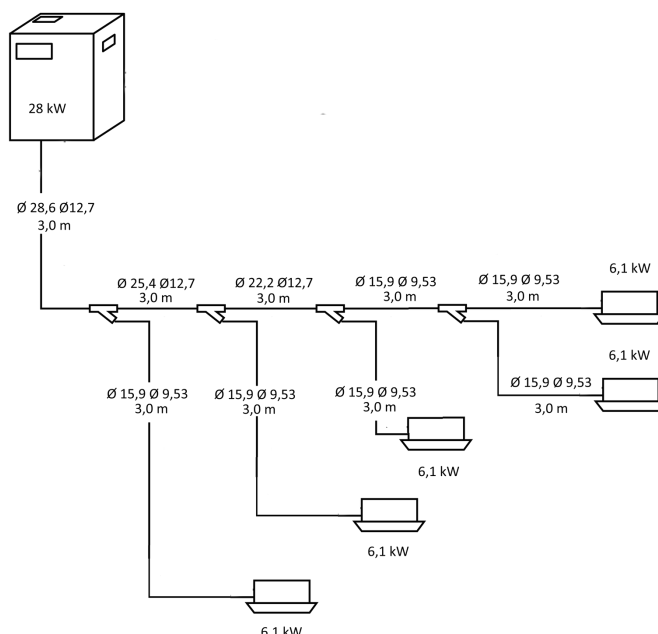
Poprawnie sporządzony schemat montażowy stanowi podstawę dla instalatorów i serwisantów podczas montażu oraz konserwacji instalacji klimatyzacyjnej.

Sporządzanie schematów ideowych i montażowych instalacji klimatyzacyjnej

Praca nad schematem ideowym instalacji klimatyzacyjnej rozpoczyna się od zgromadzenia podstawowych informacji takich jak: plany budynku, wymagania klienta, obciążenia termiczne, liczba pomieszczeń. Na podstawie tych informacji projektanci sporządzają schemat, który obrazuje koncepcję układu systemu, wskazuje lokalizację jednostek wewnętrznych i zewnętrznych, rozmieszczenie przewodów powietrznych/chłodniczych oraz inne elementy systemu.

Sporządzenie schematu ideowego jest szczególnie istotne w przypadku klimatyzacji w obiektach przemysłowych lub innych o znacznej kubaturze. Uwzględnia się tam takie czynniki, jak wielkość i rozkład pomieszczeń, rodzaj procesów produkcyjnych (zapylenie, temperatura), bezpieczeństwo pożarowe, ochrona przed hałasem. Instalacje w obiektach np. przemysłu farmaceutycznego czy spożywczego mogą wymagać spełnienia dodatkowych norm.

Grafika przedstawia schemat ideowy instalacji klimatyzacyjnej opracowany dla sali konferencyjnej o powierzchni 150 m², przeznaczonej dla około 90 osób. Dla zapewnienia komfortu termicznego przy całkowitym wypełnieniu sali projekt przewiduje montaż jednostki zewnętrznej o mocy 30 kW wykorzystującej do pracy czynnik chłodniczy R410A oraz pięciu klimatyzatorów ściennych o mocy 6,1 kW każdy. Instalacja zostanie wykonana z rur miedzianych łączonych lutem twardym. Skropliny będą odprowadzane przy pomocy rur PVC kierujących kondensat do najbliższego pionu kanalizacyjnego.



Rys. 10.1. Schemat ideowy instalacji VRF

Źródło: Akademia Finansów i Biznesu Vistula, licencja: CC BY-SA 3.0.

Określenie funkcjonalności instalacji klimatyzacyjnych w obiektach budowlanych

Instalacje klimatyzacyjne w obiektach budowlanych mają na celu utrzymanie odpowiednich warunków termicznych i komfortu dla użytkowników. Funkcjonalności tych instalacji mogą się różnić w zależności od potrzeb i specyfiki danego obiektu. Oto kilka ogólnych funkcjonalności, które często występują w tego rodzaju instalacjach:

- **chłodzenie**, czyli podstawowa funkcja klimatyzacji, szczególnie w okresach letnich;
- **ogrzewanie** - wiele instalacji ma współcześnie możliwość odwrócenia procesu i dostarczania ciepła w okresach zimowych;
- **wentylacja** - instalacje klimatyzacyjne typu kanałowego mogą pełnić funkcje wentylacji i dostarczać świeże powietrze do pomieszczeń;
- **filtracja powietrza** - wiele nowoczesnych systemów klimatyzacyjnych wyposażonych jest w filtry, które usuwają zanieczyszczenia, takie jak kurz, pyłki roślinne, bakterie czy

inne zanieczyszczenia powietrza napływające z zewnątrz. Dostępne są np. filtry z jonami srebra, węglem aktywnym, enzymami litycznymi itp.;

- **samooczyszczanie** – funkcja, dzięki której po zakończonej pracy w jednostce wewnętrznej włącza się tryb osuszania, hamując rozwój pleśni czy bakterii;
- **regulacja wilgotności** – osuszanie powietrza jest skutkiem ubocznym działania instalacji, dochodzi do niego na parowniku. Zawarta w powietrzu para wodna skrapla się i opada na tacę, a następnie jest odprowadzana z systemu węzłem do skroplin. Urządzenia klimatyzacyjne mogą być wyposażone w systemy nawilżania powietrza zapobiegający zjawisku nadmiernego osuszenia powietrza, zwykle są to komory wodne lub nawilżacze instalowane w kanałach. Pozwalają one utrzymać wilgotność względną pomieszczenia na optymalnym poziomie 40-65%;
- **sterowanie i automatyzacja** – nowoczesne instalacje klimatyzacyjne są często wyposażone w zaawansowane systemy sterowania i automatyzacji. Użytkownicy mogą zaprogramować ustawienia temperatury, harmonogramy pracy czy tryby pracy systemu w zależności od swoich preferencji i potrzeb. Systemy klimatyzacyjne mogą też być zintegrowane np. z czujnikami wykrywającymi ruch lub innymi elementami, jakie tworzą „inteligentny dom”;
- **monitorowanie i diagnostyka** – niektóre systemy klimatyzacyjne mają wbudowane funkcje monitorowania i diagnostyki, które pozwalają na śledzenie wydajności i stanu technicznego instalacji. W razie wystąpienia usterki wyświetlacz podaje jej oznaczenie liczbowe lub literowe, co ułatwia czynności serwisowe.

Trasowanie miejsc pod instalację klimatyzacyjną

Trasowanie miejsc pod instalację klimatyzacyjną polega na ustaleniu optymalnej lokalizacji dla urządzeń klimatyzacyjnych w obiekcie budowlanym. Obejmuje ono wyznaczenie miejsca pod jednostki wewnętrzne bądź kratki nawiewne, wytyczenie przebiegu kanałów powietrznych/rur chłodniczych, wskazanie lokalizacji jednostki/jednostek zewnętrznych, wytyczenie przebiegu węża do odprowadzenia skroplin.

Oto kilka czynników, które warto wziąć pod uwagę przy trasowaniu miejsc pod instalację klimatyzacyjną:

- **dostęp serwisowy** – ważne jest wybranie dla instalacji miejsca łatwo dostępnego w razie konieczności konserwacji, napraw i ewentualnych wymian podzespołów;
- **estetyka** – lokalizacja jednostek wewnętrznej i zewnętrznej, a także sposób prowadzenia przewodów nie powinny naruszać estetyki elewacji zewnętrznej ani być szczególnie widoczne w pomieszczeniu;

- **hałas** – wybór lokalizacji jednostki zewnętrznej powinien uwzględniać hałas, który może generować klimatyzacja;
- **wydajność** – trasy dla kanałów/rur powinny być prowadzone w liniach prostych, gwarantując optymalny przepływ powietrza/cieczy. Należy minimalizować liczbę zakrętów i ich promień oraz ograniczać długość przewodów;
- **bezpieczeństwo** – należy upewnić się, że przewody elektryczne i komunikacyjne są bezpieczne i nie są narażone na uszkodzenia mechaniczne lub niepożądane oddziaływanie innych czynników, takich jak wilgoć, wysoka temperatura czy promieniowanie słoneczne.

Dobieranie elementów instalacji klimatyzacyjnej

Dobieranie elementów instalacji klimatyzacyjnej wymaga uwzględnienia różnych czynników, takich jak wielkość i układ pomieszczeń, obciążenie cieplne, lokalne warunki klimatyczne i preferencje użytkowników. Oto kilka elementów, które należy uwzględnić przy doborze:

- **moc chłodnicza**, inaczej wydajność chłodnicza, to kluczowy parametr. Właściwy dobór gwarantuje, że klimatyzator będzie chłodził pomieszczenie do zadanej temperatury, zużywając przy tym optymalną ilość energii. Jednostka o za słabej mocy chłodniczej będzie miała problem z osiągnięciem właściwej temperatury, a jej sprężarka ulegnie szybszemu zużyciu. Jednostka o zbyt dużej mocy chłodniczej będzie z kolei generować wysokie koszty zużycia energii;
- **rodzaj klimatyzatora**, czyli wybór między jednostką monoblok, split, multisplit itd., jest ściśle związany z rodzajem obiektu, technologią wykonania budynku i potrzebami użytkowników;
- **rodzaj czynnika chłodniczego**, przy czym należy podkreślić, że wszystkie czynniki chłodnicze w nowo produkowanych urządzeniach spełniają normy bezpieczeństwa i środowiskowe. Jednak osoby szczególnie wrażliwe na dobro środowiska naturalnego mogą preferować klimatyzatory z czynnikiem R290 (o bardzo niskim potencjale tworzenia efektu cieplarnianego, GWP) lub z czynnikiem R32, który można odzyskiwać i wykorzystywać ponownie;
- **klasa energetyczna**, czyli parametr mający wpływ na zużycie energii. Im wyższa klasa urządzenia (optymalnie A+++), tym niższe rachunki;
- **rodzaj sterowania**, czyli sposobu regulacji parametrów pracy instalacji. Możliwe jest sterowanie jednostką za pomocą pilota, termostatu, panelu sterującego lub za pośrednictwem modułu Wi-Fi, który współcześnie jest już standardem. Urządzenia, w zależności od modelu, posiadają rozmaite opcje, takie jak np. sterowanie wilgotnością

pomieszczenia, dobranie temperatury dla trybu pracy nocnej klimatyzatora czy programowanie trybu cichego;

- **regulacja nawiewu**, funkcja, która pozwala ustalać kierunek i prędkość nawiewu, co ma istotny wpływ na efektywność pracy urządzenia oraz komfort użytkowników;
- **oczyszczanie powietrza**, czyli np. rodzaj pokrycia lameli parownika, zastosowanie jonizatorów, filtrów czy nawilżaczy, lub inne rozwiązania, których zadaniem jest pozytywny wpływ na zdrowie i komfort użytkowników.

Montaż elementów instalacji klimatyzacyjnych

Montaż elementów instalacji klimatyzacyjnych jest procesem, który wymaga odpowiedniej wiedzy technicznej, umiejętności oraz uprawnień f-gazowych. Jego przebieg będzie różny w zależności od tego, czy mamy do czynienia z instalacją przeznaczoną dla dużego obiektu handlowego, czy przemysłowego lub mieszkania czy domu jednorodzinnego.

1. **Montaż jednostki/jednostek zewnętrznych i wewnętrznych.** Montaż w zależności od obiektu, systemu i urządzenia będzie odbywał się na dachu, elewacji lub przy ścianie budynku (na cokole) w przypadku jednostki/jednostek zewnętrznych oraz wewnątrz pomieszczenia w przypadku jednostek wewnętrznych. Sposób ich montażu będzie wynikał z projektu oraz rodzaju urządzenia.
2. **Trasowanie przebiegu kanałów powietrznych/rur chłodniczych.**
3. **Montaż kanałów powietrznych/rur chłodniczych.** Sposób montażu będzie ściśle związany z rodzajem urządzenia i musi przebiegać zgodnie z instrukcją montażową. Przewody powietrzne powinny być poprowadzone w sposób zapewniający optymalny przepływ powietrza i minimalne straty. Przewody chłodnicze należy prowadzić w liniach prostych, unikając niepotrzebnych i dużych promieni gięcia. Na tym etapie konieczne może być wykonanie przepustów przez ściany lub stropy. W przypadku montażu węża na skropliny należy pamiętać o zachowaniu odpowiednich spadków. Należy dbać o suchość, czystość i szczelność rur chłodniczych. Zarówno w przypadku kanałów powietrznych, jak i rur chłodniczych obowiązkowe jest wykonanie izolacji termicznej na całej długości.
4. **Trasowanie przebiegu przewodów elektrycznych.**
5. **Montaż przewodów elektrycznych** powinien być dokonany ściśle według projektu i instrukcji montażowej. Należy zwrócić uwagę na stosowanie właściwych przewodów elektrycznych. W przypadku klimatyzatorów typu split przewody chłodnicze i przewody zasilające oraz komunikacyjne zwykle prowadzone są łącznie.
6. **Próba szczelności azotem technicznym** 24 h przy ciśnieniu 3,8 MPa to czynność pozwalająca wykryć ewentualne nieszczelności w systemie klimatyzacji po jego

zamontowaniu.

7. **Wykonanie próżni technologicznej** to czynność pozwalająca osuszyć instalację i wykryć nieszczelności. W przypadku dużych nieszczelności osiągnięcie próżni nie będzie możliwe.
8. **Napełnienie czynnikiem chłodniczym.** Jednostki typu split są fabrycznie napełnione czynnikiem chłodniczym i wymagają dopełnienia wyłącznie w przypadku, gdy długość przewodów chłodniczych przekroczy tę podaną w instrukcji montażowej. Większe systemy wymagać będą napełnienia czynnikiem chłodniczym.
9. **Sprawdzenie szczelności układu.** Po napełnieniu czynnikiem chłodniczym układ można ponownie sprawdzić pod kątem szczelności. Dokonuje się tego przy użyciu specjalnych mierników.
10. **Podłączenie układów sterowania, co dotyczy wyłącznie większych systemów klimatyzacyjnych, wyposażonych w panele lub centrale sterujące czy systemy automatyzacji.** W przypadku urządzeń typu split po zamontowaniu jednostka wymaga podłączenia do zasilania i uruchomienia, a następnie ustawienia temperatury według preferencji użytkowników.
11. **Uruchomienie i testowanie.** Po zakończeniu montażu przystępuje się do testowania całej instalacji. Należy uruchomić jednostki wewnętrzne i upewnić się, że zostały poprawnie zamontowane. Konieczne jest sprawdzenie przepływów powietrza, temperatury i innych parametrów.
12. **Dokumentacja.** Po zakończeniu montażu należy założyć kartę urządzenia i wpisać informacje dotyczące montażu i kontroli szczelności. Urządzenia zawierające więcej niż 3 kg czynnika chłodniczego lub o mocy większej niż 13 kW należy zarejestrować w Centralnym Rejestrze Operatorów.

Uruchamianie i regulacja instalacji klimatyzacyjnych

Uruchamianie i regulacja instalacji klimatyzacyjnych po montażu jest ważnym etapem, który zapewnia optymalne działanie systemu i komfort użytkowników. Należy pamiętać, że regulacja instalacji klimatyzacyjnej może się różnić w zależności od konkretnego typu i modelu systemu.

1. **Weryfikacja poprawności montażu.** Przed uruchomieniem danej instalacji należy dokładnie sprawdzić, czy wszystkie elementy instalacji zostały poprawnie zamontowane i podłączone zgodnie z projektem oraz instrukcjami producenta. Trzeba upewnić się, że nie ma żadnych luźnych połączeń czy nieszczelności.
2. **Testowanie urządzeń.** Należy uruchomić poszczególne urządzenia klimatyzacyjne i sprawdzić ich działanie. Upewnić się, że jednostki zewnętrzne i wewnętrzne działają

poprawnie, a wentylatory, sprężarki i inne komponenty pracują bez zakłóceń.

3. **Pomiar przepływu powietrza.** Należy sprawdzić, czy przepływ powietrza przez przewody powietrzne jest odpowiedni. Upewnić się, że przewody nie zostały zablokowane i są szczelne.
4. **Kalibracja i regulacja czujników.** Należy skonfigurować i skalibrować czujniki temperatury, wilgotności oraz inne parametry w systemie. Upewnić się, że czujniki są umieszczone w odpowiednich miejscach i zapewniają dokładne odczyty.
5. **Ustawienia temperatury i trybów pracy.** Należy skonfigurować ustawienia temperatury i trybów pracy w zależności od preferencji użytkowników. Trzeba również uwzględnić zalecane zakresy temperatury i trybów pracy dla oszczędności energii i komfortu.
6. **Szkolenie użytkowników.** Należy przeprowadzić szkolenie dla użytkowników, aby zapoznać ich z funkcjonalnością i obsługą instalacji klimatyzacyjnej. Użytkownicy powinni wiedzieć, jak korzystać z panelu sterującego, regulować temperaturę, wymieniać filtry powietrza i monitorować wydajność systemu. Należy też poinformować użytkowników o konieczności regularnej konserwacji i przeglądów instalacji klimatyzacyjnej. Zalecane jest planowanie regularnych czyszczeń, wymiany filtrów i przeglądów technicznych, których powinien dokonywać wykwalifikowany personel.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do wizualizacji 3D „Działanie instalacji klimatyzacyjnej”](#)

[Powrót do materiału głównego](#)

Netografia i bibliografia

BIBLIOGRAFIA

1. W.P. Jones, *Klimatyzacja*, Wydawnictwo ARKADY, 2001.
2. B. Lipska, Z. Trzeciakiewicz, *Projektowanie wentylacji i klimatyzacji. Zagadnienia zaawansowane*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2019.
3. A. Pełech, *Wentylacja i klimatyzacja - podstawy*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008.
4. H. Recknagel, E. Sprenger, W. Honmann, E.R. Schramek, *Poradnik Ogrzewanie + Klimatyzacja* – Wydanie 1, Gdańsk 1994.

[Wróć do spisu treści](#)

[Powrót do materiału głównego](#)