

Standard Urzędzeń Technicznych - Wentylacja i Klimatyzacja

1. Zasady ogólne i założenia projektowe

1.1. Zasady ogólne BHP dla wentylacji i klimatyzacji

Dz.U 2019 Poz. -1065 OBWIESZCZENIE MINISTRA INWESTYCJI I ROZWOJU z dnia 7 czerwca 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2019.0.1065)

Zgodnie z § 147 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jedn.: **Dz.U.2019.0.1065**) dalej r.w.t.b.u. wentylacja i klimatyzacja powinny zapewniać odpowiednią jakość środowiska wewnętrznego, w tym wielkość wymiany powietrza, jego czystość, temperaturę, wilgotność względną, prędkość ruchu w pomieszczeniu, przy zachowaniu przepisów odrębnych i wymagań Polskich Norm dotyczących wentylacji, a także warunków bezpieczeństwa pożarowego i wymagań akustycznych określonych w r.w.t.b.u.

Zgodnie z § 147 ust. 2 r.w.t.b.u. wentylację mechaniczną lub grawitacyjną należy zapewnić w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, w pomieszczeniach bez otwieranych okien, a także w innych pomieszczeniach, w których ze względów zdrowotnych, technologicznych lub bezpieczeństwa konieczne jest zapewnienie wymiany powietrza.

Zgodnie z § 148 ust. 4 r.w.t.b.u. W pomieszczeniu, w którym proces technologiczny jest źródłem miejscowej emisji substancji szkodliwych o niedopuszczalnym stężeniu lub uciążliwym zapachu, należy stosować odciągi miejscowe współpracujące z wentylacją ogólną, umożliwiające spełnienie w strefie pracy wymagań jakości środowiska wewnętrznego określonych w przepisach o bezpieczeństwie i higienie pracy.

Zgodnie z § 148 ust. 1 r.w.t.b.u. wentylację mechaniczną wywiewną lub nawiewno-wywiewną należy stosować w budynkach wysokich i wysokościowych oraz w innych budynkach, w których zapewnienie odpowiedniej jakości środowiska wewnętrznego nie jest możliwe za pomocą wentylacji grawitacyjnej lub wentylacji hybrydowej

W pozostałych budynkach może być stosowana wentylacja grawitacyjna lub wentylacja hybrydowa.

Zgodnie z § 148 ust. 2 r.w.t.b.u. w pomieszczeniu, w którym jest zastosowana wentylacja mechaniczna lub klimatyzacja, nie można stosować wentylacji grawitacyjnej ani wentylacji hybrydowej. Wymaganie to nie dotyczy pomieszczeń z urządzeniami klimatyzacyjnymi niepobierającymi powietrza zewnętrznego.

Zgodnie z § 152 ust. 5. r.w.t.b.u. Powietrze wywiewane z budynków lub pomieszczeń, zanieczyszczone w stopniu przekraczającym wymagania określone w przepisach odrębnych, dotyczących dopuszczalnych rodzajów i ilości substancji zanieczyszczających powietrze zewnętrzne, powinno być oczyszczone przed wprowadzeniem do atmosfery.

Zgodnie z § 30 rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn.: Dz.U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650 z późniejszymi

zmianami) – dalej r.b.h.p. w pomieszczeniach pracy należy zapewnić temperaturę odpowiednią do rodzaju wykonywanej pracy (metod pracy i wysiłku fizycznego niezbędnego do jej wykonania) nie niższą niż 14° C (287 K), chyba że względy technologiczne na to nie pozwalają. W pomieszczeniach pracy, w których jest wykonywana lekka praca fizyczna, i w pomieszczeniach biurowych temperatura nie może być niższa niż 18°C (291K).

Zgodnie z § 31 r.b.h.p. pomieszczenia i stanowiska pracy powinny być zabezpieczone przed niekontrolowaną emisją ciepła w drodze promieniowania, przewodzenia i konwekcji oraz przed napływem chłodnego powietrza z zewnątrz.

W § 32 r.b.h.p. wskazano, że w pomieszczeniach pracy powinna być zapewniona wymiana powietrza wynikająca z potrzeb użytkowych i funkcji tych pomieszczeń, bilansu ciepła i wilgotności oraz zanieczyszczeń stałych i gazowych. W pomieszczeniach pracy, w których wydzielają się substancje szkodliwe dla zdrowia, powinna być zapewniona taka wymiana powietrza, aby nie były przekroczone wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń tych substancji. Wymagania dotyczące parametrów powietrza w pomieszczeniach pracy określają odrębne przepisy i Polskie Normy.

W myśl § 33 r.b.h.p. w pomieszczeniach pracy, w których następuje wydzielanie się ciepła przez promieniowanie w ilości przekraczającej na stanowiskach pracy 2500 kJ*godz/m² należy stosować nawiewną wentylację miejscową. Parametry nawiewanego powietrza powinny spełniać wymagania dla mikroklimatu gorącego, określone w przepisach w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Zgodnie z § 35 ust. 1 r.b.h.p. powietrze doprowadzane do pomieszczeń pracy z zewnątrz przy zastosowaniu klimatyzacji lub wentylacji mechanicznej powinno być oczyszczone z pyłów i substancji szkodliwych dla zdrowia.

Zgodnie z § 36 ust. 1 r.b.h.p. maksymalna temperatura nawiewanego powietrza nie powinna przekraczać 70 °C (343 K) przy nawiewie powietrza na wysokości nie mniejszej niż 3,5 m od poziomu podłogi stanowiska pracy i 45 °C (318 K) - w pozostałych przypadkach.

Zgodnie z § 36 ust. 2 r.b.h.p. w pomieszczeniach pracy, w których występują łatwo palne lub niebezpieczne pod względem wybuchowym pyły, gazy lub pary, maksymalna temperatura nawiewanego powietrza powinna być zgodna z przepisami w sprawie ochrony przeciwpożarowej.

Zgodnie z § 37 ust. 1 r.b.h.p. w przypadku zastosowania systemu klimatyzacji lub wentylacji mechanicznej należy zapewnić:

- 1) odpowiednią konserwację urządzeń i instalacji klimatyzacyjnych i wentylacyjnych w celu niedopuszczenia do awarii,
- 2) zastosowanie środków mających na celu ograniczenia natężenia i rozprzestrzeniania się hałasu i drgań powodowanych pracą urządzeń klimatyzacyjnych i wentylacyjnych.

Obowiązkowe jest zastosowanie systemu kontrolnego sygnalizującego stan zagrożenia, jeżeli awaria wentylacji może zagrażać zdrowiu pracowników, w związku z wydzielaniem się w procesie pracy substancji szkodliwych.

Przy stosowaniu w pomieszczeniach pracy wentylacji mechanicznej z recyrkulacją powietrza, ilość powietrza zewnętrznego nie powinna być mniejsza niż wynika to z wymagań higienicznych (Zgodnie z § 151 ust. 1 r.w.t.b.u.). Odpowiedni dobór przepływu powietrza dla poszczególnych urządzeń musi

również obejmować instalację ogólną, tak aby zapewnić korzystne warunki dla przebywających w obsługiwanych pomieszczeniach ludzi.

Przy projektowaniu zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 czerwca 1994r. w sprawie wprowadzenia obowiązku stosowania niektórych Polskich norm z zakresu budownictwa, gospodarki przestrzennej i komunalnej oraz geodezji i kartografii za obowiązujące normy uznaje się:

- PN-89/ B-01410 Wentylacje i klimatyzacje. Rysunek techniczny. Zasady wykonywania i oznaczania.
- PN-83/ B-03430/Az3 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
- PN-89/ B-10425 Przewody dymne, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze.
- PN-76/ B-03421 Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi.
- PN-87/ B-03433 Wentylacja. Instalacje wentylacji mechanicznej wywiewnej w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Wymagania.
- PN-83/ B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

Ponadto podczas projektowania instalacji należy kierować się prawami natury. Projektowana wentylacja **musi** działać we współpracy z konwekcją. Warunkiem koniecznym na odstępstwo od tej reguły jest uzyskanie, w związku z ważnymi przyczynami technicznymi zgody osoby koordynującej projekt ze strony PCC. Celem takich działań jest zminimalizowanie wydatku energetycznego niezbędnego do prawidłowej pracy układu wentylacyjnego, klimatyzacyjnego. Projekty sprzeczne z tym zapisem będą odgórnie odrzucane ze względu na niezgodność z polityką energetyczną firmy.

Dokumentacja ma być wykonana zgodnie z Standardami Urzędzeń Technicznych SUT dla PCC Rokita odpowiednio dla każdej z branż m. in. Mechaniczna (SUT M), Elektryczna (SUT E) i Pomiarów i Automatyki (SUT C).

1.2. Parametry powietrza w pomieszczeniach

Rodzaj pomieszczenia	MINIMALNA krotność wymiany powietrza	Minimalna temperatura powietrza °C (K)	Prędkość powietrza (m/s)		
Pomieszczenia biurowe	2	18 (291)			
Sale konferencyjne	5	18 (291)			
Jadalnia	4	18 (291)			
Szatnia	4	24 (297)			
Toalety	wg PN	24 (297)			
Pomieszczenia z natryskami	. 6, nie mniej niż 100 m ³ /h na natrysk	24 (297)			
Laboratoria*	5	18 (291)			
Dygestoria	250		> 0,5		
Warsztaty bez szczególnego zanieczyszczenia powietrza	3	18 (291)			

Spawalnie	5	14 (287)			
Magazyny	2	18 (291)			
Przestrzenie zagrożone wybuchem	Wg obliczeń				
Lakiernie	10	18 (291)			
Hale produkcyjne	1	14 (287)			
Hale produkcyjne gdzie występują czynniki szkodliwe	wg obliczeń	14 (287)			
Rozdzielnie elektryczne	0,5	18 (291)			
Serwerownie	0,5	18 (291)			

* W laboratorium powinno panować podciśnienie, wymiana powietrza powinna skutecznie wywiewać substancje szkodliwe (brak przekroczeń NDS). Strumień powietrza nawiewanego obliczany z ilość powietrza odciąganego przez dygestoria jako kompensujący.

1.3. Wentylacja, a substancje niebezpieczne

Po ustaleniu czynników mających wpływ na zmiany stanu powietrza można obliczyć strumień powietrza wentylującego niezbędny do zapewnienia odpowiednich warunków higieniczno-sanitarnych, bezpieczeństwa wykonywanych procesów technologicznych lub obydwóch tych warunków jednocześnie.

Stężenie zanieczyszczeń w żadnym miejscu pomieszczenia nie powinno przekroczyć wartości maksymalnej, czyli wartości Największego Dopuszczalnego Stężenia (w skrócie NDS). Wartości największych dopuszczalnych stężeń średnich (NDS), chwilowych (NDSch) i progowych (NDSP) substancji w powietrzu w pomieszczeniach określone są Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy opublikowanym w Dzienniku Ustaw R.P. (**Dz.U.2020.61**).

W celu prawidłowego określenia ich wpływu na powietrze wewnętrzne niezbędna jest znajomość:

- najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) – wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń,
- najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSch) – wartość średnia stężenia, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina,
- najwyższego dopuszczalnego stężenia pułapowego (NDSP) – wartość stężenia, która ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia pracownika nie może być w środowisku pracy przekroczona w żadnym momencie.

1.4. Wymagania PPOŻ

1.4.1. Podstawowa wentylacja pomieszczeń

1.4.1.1. Wymagalność stosowania

Konieczność stosowania oraz rodzaj wentylacji ogólnej pomieszczeń określają przepisy Bezpieczeństwa i Higieny Pracy oraz wymagania użytkowe/procesowe.

1.4.1.2. Techniczne wymagania ppoż.

Kanały przewodów wentylacyjnych powinny być wykonane z materiałów niepalnych i odpornych na działanie substancji niebezpiecznych, z którymi mają kontakt. Zabrania się stosowania palnej izolacji dla kanałów wentylacyjnych.

Możliwość działania wentylacji podstawowej (ogólnej) w warunkach pożaru powinna zostać szczegółowo przeanalizowana w scenariuszu rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru i być zawarta w Instrukcji Pożarowej sporządzonej dla każdego obiektu.

Kanały wentylacyjne wentylacji podstawowej (ogólnej) należy rozmieścić w taki sposób, aby nie miały one styczności z substancjami mogącymi tworzyć w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowej.

1.4.1.3. Powiązanie wentylacji z Systemem Sygnalizacji Pożarowej

Projektowanie wentylacji podstawowej (ogólnej) dla obiektów lub ich części wyposażonych w System Sygnalizacji Pożarowej, wymaga opracowania scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru.

Wentylacja podstawowa (ogólna) nie powinna być w żaden sposób powiązana z Systemem Sygnalizacji Pożarowej, jeśli scenariusz rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru nie wskaże na taką konieczność.

Przeciwpożarowe klapy odcinające instalowane w kanałach wentylacyjnych, stosowane jako elementy oddzielające przegrody budowlane, powinny zapewniać możliwość ich sterowania z System Sygnalizacji Pożarowej oraz przy użyciu ampułki topikowej, ale wówczas z sygnalizacją stanu położenia klapy. Nie dopuszcza się stosowania przeciwpożarowych klap odcinających wyposażonych tylko w jedno z powyższych rozwiązań.

W budynkach wyposażonych w System Sygnalizacji Pożarowej podstawowym sposobem sterowania klap powinno być sterowanie poprzez zanik napięcia. Sterowanie przeciwpożarowych klap odcinających powinno być realizowane przy użyciu modułów wejść/wyjść EKS, wchodzących w skład Systemu Sygnalizacji Pożarowej.

W przypadku zdefiniowania scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru konieczności wyłączenia wentylacji w przypadku wystąpienia w obiekcie/strefie pożarowej alarmu pożarowego, sterowanie powinno być realizowane przy użyciu modułów wejść/wyjść, wchodzących w skład Systemu Sygnalizacji Pożarowej zabezpieczającego strefy pożarowe przez które przechodzą kanały wentylacyjne.

Preferowanym sposobem pożarowego sterowania wentylacji powinno być sterowanie poprzez zanik napięcia. W przypadku braku możliwości sterowania poprzez zanik napięcia, konieczne jest zapewnienie dla linii sterującej przewodów PH 90 oraz trasy E90.

Zasilanie przeciwpożarowych klap odcinających powinno być realizowane przy użyciu zasilaczy pożarowych firmy MERAWEX lub PULSAR. Dla zasilaczy pożarowych, zasilających przeciwpożarowe klapy odcinające należy zapewnić monitoring zasilania 230V oraz monitoring stanu baterii w systemie Sygnalizacji Pożarowej. Monitoring w innych systemach nie jest wymagany.

Dopuszcza się zasilanie przeciwpożarowych klap odcinających w sposób inny niż opisano powyżej, pod warunkiem uzyskania pisemnej akceptacji Specjalisty BRP.

Projektowane przeciwpożarowe klapy odcinające powinny być wyposażone w siłowniki i sprężyny zwrotne, umożliwiające automatyczny powrót do stanu otwartego po ustaniu alarmu pożarowego.

W przypadku zamknięcia przeciwpożarowej klapy odcinającej przy jednoczesnym braku alarmu pożarowego w Systemie Sygnalizacji Pożarowej należy zapewnić sygnał alarmu technicznego.

W przypadku niezamknięcia przeciwpożarowej klapy odcinającej przy jednoczesnym alarmie pożarowym w Systemie Sygnalizacji Pożarowej należy zapewnić sygnał uszkodzenia niemaskowalnego (kontrola po 70 sekundach).

1.4.1.4. Projektowanie wentylacji w strefach zagrożenia wybuchem

Podstawowa (ogólna) wentylacja pomieszczeń nie powinna mieć kontaktu ze strefami zagrożenia wybuchem. Jeśli jest to konieczne powinna być w wykonaniu dopuszczonym do użytku w danej strefie wybuchowej.

1.4.2. Wentylacja procesowa (technologiczna)

1.4.2.1. Wymagalność stosowania

W przypadku obszarów, dla których wewnątrz budynków zdefiniowano strefy zagrożenia wybuchem 20, 21, 0 lub 1 konieczne jest zastosowanie wentylacji procesowej (technologicznej) w postaci odciągów miejscowych, pozwalającej ograniczyć parowanie Lotnych Związków Organicznych lub/oraz pylenie.

Wentylacja procesowa (odciągów miejscowych) wymagana jest również dla pomieszczeń, w których możliwe jest pojawienie się substancji toksycznych w warunkach normalnej pracy.

1.4.2.2. Techniczne wymagania p.poż.

Wentylację procesową (technologiczną) w pomieszczeniach należy zaprojektować jako miejscową mechaniczną wentylację wyciągową (odciągi miejscowe), dostosowaną do pracy z substancjami niebezpiecznymi.

Projektując urządzenia zapewniające utrzymywanie w pomieszczeniu określonej temperatury należy uwzględnić straty ciepła związane z użytkowaniem wentylacji odciągów miejscowych).

Sposób kompensowania strat powietrza (a co za tym idzie ciepła), spowodowanych użytkowaniem wentylacji procesowej należy dobrać odpowiednio do rodzaju i charakterystyki wentylowanego pomieszczenia.

Wentylacja procesowa powinna działać w sposób ciągły podczas operacji, w których w warunkach normalnej pracy występować może zagrożenie związane z wykorzystywaniem substancji toksycznych oraz mogących tworzyć w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe.

Prędkość przepływu powietrza w wentylacji technologicznej oraz rozmieszczenie odciągów miejscowych powinny być odpowiednie dla właściwości fizykochemicznych stosowanych substancji niebezpiecznych.

Dla substancji mogących tworzyć w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe konieczne jest zapewnienie prędkości przepływu powietrza w miejscu potencjalnej emisji co najmniej 0,2 m/s.

Kanały wentylacyjne powinny być wykonane z materiałów niepalnych i odpornych na działanie substancji niebezpiecznych, z którymi mają kontakt. Nie dopuszcza się stosowania palnej izolacji dla kanałów wentylacyjnych.

Możliwość działania wentylacji odciągów miejscowych w warunkach pożaru powinna zostać szczegółowo przeanalizowana w scenariusz rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru.

W przypadku zdefiniowania w scenariuszu rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru, że wentylacja procesowa nie powinna działać w przypadku pożaru, zasilenie instalacji wentylacyjnej w energię elektryczną powinno być realizowane „za” przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu, który jest przewidziany dla budynku. Tak, aby wentylacja technologiczna była wyłączona automatycznie przy użyciu przeciwpożarowego wyłącznika prądu.

1.4.2.3. Powiązanie wentylacji technologicznej z Systemem Sygnalizacji Pożarowej

Projektowanie wentylacji odciągów miejscowych dla obiektów/ich części wyposażonych w System Sygnalizacji Pożarowej wymaga opracowania scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru.

Wentylacja odciągów miejscowych nie powinna być w żaden sposób powiązana z Systemem Sygnalizacji Pożarowej, jeśli scenariusz rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru nie wskaże na taką konieczność.

Przeciwpożarowe kłapy odcinające instalowane w kanałach wentylacyjnych, stosowane jako elementy oddzielające przegrody budowlane powinny zapewniać możliwość ich sterowania z Systemu Sygnalizacji Pożarowej oraz przy użyciu ampułki topikowej ale wówczas z sygnalizacją stanu położenia kłapy. Nie dopuszcza się stosowania przeciwpożarowych kłap odcinających wyposażonych tylko w jedno z powyższych rozwiązań.

W budynkach wyposażonych w System Sygnalizacji Pożarowej podstawowym sposobem sterowania kłap powinno być sterowanie poprzez zanik napięcia. Sterowanie przeciwpożarowych kłap odcinających powinno być realizowane przy użyciu modułów wejść/wyjść EKS, wchodzących w skład Systemu Sygnalizacji Pożarowej.

W przypadku zdefiniowania w scenariuszu rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru konieczności wyłączenia wentylacji w przypadku wystąpienia w obiekcie/strefie pożarowej alarmu pożarowego, sterowanie powinno być realizowane przy użyciu modułów wejść/wyjść EKS, wchodzących w skład Systemu Sygnalizacji Pożarowej zabezpieczającego strefy pożarowe przez które przechodzą kanały wentylacyjne.

Preferowanym sposobem pożarowego sterowania wentylacji powinno być sterowanie poprzez zanik napięcia. W przypadku braku możliwości sterowania poprzez zanik napięcia, konieczne jest zapewnienie dla linii sterującej przewodów PH 90 oraz trasy E90.

Zasilanie przeciwpożarowych klap odcinających powinno być realizowane przy użyciu zasilaczy pożarowych firmy MERAWEX lub PULSAR. Dla zasilaczy pożarowych, zasilających przeciwpożarowe klapy odcinające należy zapewnić monitoring zasilania 230V oraz monitoring stanu baterii.

Dopuszcza się zasilanie przeciwpożarowych klap odcinających w sposób inny niż opisano powyżej, pod warunkiem uzyskania pisemnej akceptacji Specjalisty BRP.

Projektowane przeciwpożarowe klapy odcinające powinny być wyposażone w siłowniki i sprężyny zwrotne, umożliwiające automatyczny powrót do stanu otwartego po ustaniu alarmu pożarowego.

W przypadku zamknięcia przeciwpożarowej klapy odcinającej przy jednoczesnym braku alarmu pożarowego w Systemie Sygnalizacji Pożarowej należy zapewnić sygnał alarmu technicznego

W przypadku niezamknięcia przeciwpożarowej klapy odcinającej przy jednoczesnym alarmie pożarowym w Systemie Sygnalizacji Pożarowej należy zapewnić sygnał uszkodzenia niemaskowalnego (kontrola po 70 sekundach).

1.4.2.4. Projektowanie wentylacji technologicznej w strefach zagrożenia wybuchem

Kanały wentylacyjne, w których przewiduje się obecność substancji mogących tworzyć w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe powinny być wykonane z materiałów przewodzących prąd elektryczny oraz powinny być uziemione.

Wylot kanałów wentylacyjnych, w których przewiduje się obecność substancji mogących tworzyć w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe powinien być zabezpieczony przed wyładowaniami atmosferycznymi.

Wszystkie urządzenia pracujące w strefach zagrożenia wybuchem powinny spełniać wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej. (Dz.U. 2016.817)

Konieczność spełnienia wymagań Rozporządzenia, o którym mowa wyżej dotyczy również urządzeń zlokalizowanych poza obszarem stref zagrożenia wybuchem, które mają bezpośredni kontakt z powietrzem wywiewanym z obszarów, dla których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem.

Ponadto wentylatory zlokalizowane wewnątrz kanałów wentylacyjnych, mogące mieć kontakt z substancjami tworzącymi w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe powinny być wykonane z materiałów nieiskrzących i przewodzących.

1.4.3. Wentylacja awaryjna

1.4.3.1. Wymagalność stosowania

W przypadku obszarów, dla których wewnątrz budynków zdefiniowano strefy zagrożenia wybuchem 20, 21, 22, 0, 1 lub 2 konieczne jest zastosowanie wentylacji awaryjnej, pozwalającej ograniczyć parowanie Lotnych Związków Organicznych lub/oraz pylenie.

Wentylacja awaryjna wymagana jest również dla pomieszczeń, w których możliwe jest pojawienie się substancji toksycznych w sytuacjach awaryjnych.

1.4.3.2. Techniczne wymagania p.poż.

Wentylacja awaryjna powinna odnosić się do kubatury wentylowanego pomieszczenia, a jej wydajność powinna zapewniać przynajmniej 10 krotność wymian całej objętości powietrza w pomieszczeniu w ciągu godziny.

Dopuszcza się aby uzupełnienie wentylacji awaryjnej w celu zapewnienia wymaganej krotności wymiany powietrza stanowiła wentylacja procesowa (odciągu miejscowego) opisana w pkt 1.4.2.

Projektując urządzenia zapewniające utrzymywanie w pomieszczeniu określonej temperatury nie należy uwzględniać strat ciepła związanych z użytkowaniem wentylacji awaryjnej, ze względu na incydentalny charakter jej działania

Wentylacja awaryjna powinna być powiązana funkcjonalnie z systemami wykrywania niebezpiecznych gazów/par cieczy. W przypadku wykrycia w pomieszczeniu niebezpiecznego stężenia substancji niebezpiecznych, wentylacja awaryjna powinna być uruchamiana w sposób automatyczny.

Niezależnie od powyższego należy zapewnić możliwość ręcznego uruchamiania wentylacji awaryjnej, elementem sterującym (np. włącznikiem) zlokalizowanym wewnątrz i na zewnątrz wentylowanego pomieszczenia

Kanały przewodów wentylacyjnych powinny być wykonane z materiałów niepalnych i odpornych na działanie substancji niebezpiecznych, z którymi mają kontakt. Zabrania się stosowania palnej izolacji dla kanałów wentylacyjnych.

Możliwość działania wentylacji awaryjnej w warunkach pożaru powinna zostać szczegółowo przeanalizowana w scenariusz rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru.

W przypadku zdefiniowania w scenariuszu rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru, że wentylacja awaryjna nie powinna działać w przypadku pożaru, zasilenie instalacji wentylacyjnej w energię elektryczną powinno być realizowane „za” przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu, który jest przewidziany dla budynku. W sposób zapewniający wyłącznie wentylacji awaryjnej przy użyciu przeciwpożarowego wyłącznika prądu.

1.4.3.3. Powiązanie wentylacji awaryjnej z Systemem Sygnalizacji Pożarowej

Projektowanie wentylacji awaryjnej dla obiektów/ich części wyposażonych w System Sygnalizacji Pożarowej wymaga opracowania scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru.

Wentylacja awaryjna nie powinna być w żaden sposób powiązana z Systemem Sygnalizacji Pożarowej, jeśli scenariusz rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru nie wskaże na taką konieczność.

Przeciwpożarowe kłapy odcinające instalowane w kanałach wentylacyjnych, stosowane jako elementy oddzielające przegrody budowlane powinny zapewniać możliwość ich sterowania z Systemu Sygnalizacji Pożarowej oraz przy użyciu ampułki topikowej, ale wówczas z sygnalizacją stanu położenia kłapy. Nie dopuszcza się stosowania przeciwpożarowych kłap odcinających wyposażonych tylko w jedno z powyższych rozwiązań.

W budynkach wyposażonych w System Sygnalizacji Pożarowej podstawowym sposobem sterowania kłap powinno być sterowanie poprzez zanik napięcia. Sterowanie przeciwpożarowych kłap odcinających powinno być realizowane przy użyciu modułów wejść/wyjść EKS, wchodzących w skład Systemu Sygnalizacji Pożarowej.

W przypadku zdefiniowania w scenariuszu rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru konieczności wyłączenia wentylacji w przypadku wystąpienia w obiekcie/strefie pożarowej alarmu pożarowego, sterowanie powinno być realizowane przy użyciu modułów wejść/wyjść EKS, wchodzących w skład Systemu Sygnalizacji Pożarowej zabezpieczającego strefy pożarowe przez które przechodzą kanały wentylacyjne.

Preferowanym sposobem pożarowego sterowania wentylacji powinno być sterowanie poprzez zanik napięcia. W przypadku braku możliwości sterowania poprzez zanik napięcia, konieczne jest zapewnienie dla linii sterującej przewodów PH 90 oraz trasy E90.

Zasilanie przeciwpożarowych kłap odcinających powinno być realizowane przy użyciu zasilaczy pożarowych firmy MERAWEX lub PULSAR. Dla zasilaczy pożarowych, zasilających przeciwpożarowe kłapy odcinające należy zapewnić monitoring zasilania 230V oraz monitoring stanu baterii.

Dopuszcza się zasilanie przeciwpożarowych kłap odcinających w sposób inny niż opisano powyżej, pod warunkiem uzyskania pisemnej akceptacji Specjalisty BRP.

Projektowane przeciwpożarowe kłapy odcinające powinny być wyposażone w siłowniki i sprężyny zwrotne, umożliwiające automatyczny powrót do stanu otwartego po ustaniu alarmu pożarowego.

W przypadku zamknięcia przeciwpożarowej kłapy odcinającej przy jednoczesnym braku alarmu pożarowego w Systemie Sygnalizacji Pożarowej należy zapewnić sygnał alarmu technicznego

W przypadku niezamknięcia przeciwpożarowej kłapy odcinającej przy jednoczesnym alarmie pożarowym w Systemie Sygnalizacji Pożarowej należy zapewnić sygnał uszkodzenia niemaskowalnego (kontrola po 70 sekundach).

1.4.3.4. Projektowanie wentylacji awaryjnej w strefach zagrożenia wybuchem

Kanały wentylacyjne, w których przewiduje się obecność substancji mogących tworzyć w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe powinny być wykonane z materiałów przewodzących prąd elektryczny oraz powinny być uziemione.

Wylot kanałów wentylacyjnych, w których przewiduje się obecność substancji mogących tworzyć w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe powinien być zabezpieczony przed wyładowaniami atmosferycznymi.

Wszystkie urządzenia pracujące w strefach zagrożenia wybuchem powinny spełniać wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej. (Dz.U. 2016.817)

Konieczność spełnienia wymagań Rozporządzenia, o którym mowa wyżej dotyczy również urządzeń zlokalizowanych poza obszarem stref zagrożenia wybuchem, które mają bezpośredni kontakt z powietrzem wywiewanym z obszarów dla których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem.

Wentylatory zlokalizowane wewnątrz kanałów wentylacyjnych, mogące mieć kontakt z substancjami tworzącymi w połączeniu z powietrzem atmosfery wybuchowe powinny być wykonane z materiałów nieiskrzących.

1.5. Ochrona Środowiska

Emisji z wentylacji ogólnej nie rozpatruje się w kategoriach emisji procesowej, a traktuje się jako element wynikający z regulacji dotyczących bezpieczeństwa pracy, a nie ochrony środowiska. Tym niemniej, jeżeli wentylacja hali wykorzystywana jest celowo do odprowadzania emisji procesowej np. połączona jest z odciągami z reaktorów, to istnieje konieczność monitorowania emisji również z wentylacji ogólnej z hali produkcyjnej zgodnie z konkluzjami BAT LVOC. Podobnie wygląda sytuacja w przypadku stosowania instalacji odciągów miejscowych (stanowiskowych). (Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2017/2117 z dnia 21 listopada 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do produkcji wielkotonażowych organicznych substancji chemicznych zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE (Dz.U. UE L323 z dnia 7 grudnia 2017 r.)).

Obowiązek określenia usytuowania stanowisk pomiarowych w pozwoleniu na wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza, pozwoleniu zintegrowanym oraz we wnioskach o ich wydanie wynika z art. 224, 202 oraz 208 i 221 ustawy *Prawo ochrony środowiska* (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627). Przepisy te mają charakter bardzo ogólny, nie ograniczając obowiązku do źródeł emisji, dla których prowadzone są pomiary, lub wymagane jest ich prowadzenie. Nie przewidują również możliwości wystąpienia trudności technicznych w lokalizacji stanowisk dla niektórych źródeł. W praktyce dość powszechnie odstępuje się od obowiązku usytuowania stanowisk pomiarowych dla źródeł, na których nie ma możliwości wykonywania pomiarów strumienia objętości od gazów lub stężeń pyłu dających wiarygodne wyniki, np. z bezpośredniego wylotu z filtra do atmosfery lub wentylatorów dachowych posadowionych bezpośrednio na stropie pomieszczenia, z którego pobierane jest powietrze. We wszystkich pozostałych przypadkach, jeśli nie jest to w sprzeczności z zasadami bhp, źródła emisji lub

emitory, powinny być wyposażone w stanowiska pomiarowe. Zasady ich sytuowania zostały określone w normie PN-Z-04030-7:1994 *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Pomiar stężenia i strumienia masy pyłu w gazach odlotowych metodą grawimetryczną*. W normie określono szereg warunków jakie musi spełniać stanowisko pomiarowe, między innymi:

- usytuowanie przekroju pomiarowego,
- warunki wymagane dla przewodów kominowych z wylotem do atmosfery,
- zasady wyboru przekroju pomiarowego jeżeli spełnienie ww. warunków jest niemożliwe oraz wymagany zakres zwiększenia liczby punktów pomiarowych,
- minimalną liczbę osi pomiarowych – determinującą ilość króćców jakie należy zamontować na przewodzie:
 - dla przekroju kołowego,
 - dla przekroju prostokątnego,
- typ króćca.

Oprócz warunków technicznych, przy wyborze lokalizacji stanowiska pomiarowego należy uwzględnić również:

- zasadę łatwego dostępu do stanowiska, bez potrzeby ustawiania rusztowań, stosowania podnośników, nie powodującego utrudnień w funkcjonowaniu stanowisk pracy zintegrowanych ze źródłem przewidzianym do wykonania pomiaru,
- odpowiednie pole dostępu do manewrowania sondą pomiarową,
- odpowiednie zakończenie izolacji zewnętrznej przewodu jeżeli jej grubość przekracza długość króćca,
- dostępność energii elektrycznej,
- zasady bhp,
- trwałe i czytelne oznakowanie emitora przy stanowisku pomiarowym.

Dobłą praktyką jest przeprowadzenie audytu stanowisk pomiarowych przez wyspecjalizowanych pracowników. Audyt taki umożliwia określenie zgodności z wymaganiami ww. normy i ocenę możliwości uzyskania akredytowanego wyniku pomiaru. Zasada ta dotyczy w szczególności emitatorów, które nie spełniają podstawowych warunków odcinków prostych przed i za przekrojem pomiarowym określonych w treści normy.

1.5.1. Wentylacja mechaniczna hal a oczyszczanie powietrza usuwanego

Niezbędnym elementem systemów wentylacji wywiewnej w halach produkcyjnych i magazynach (jeśli w powietrzu usuwanym pojawiają się zanieczyszczenia stałe lub gazowe) jest oczyszczanie powietrza. W tym celu, w zależności od charakterystyki zanieczyszczenia (jego rodzaju, liczby składników, ich stężenia, wielkości cząstek, oddziaływania na zdrowie człowieka), sprawności usuwania zanieczyszczeń, oraz parametrów strumienia powietrza stosuje się:

- do odpylania: odpylacze suche (komory osadczce, odpylacze tkaninowe czy włókninowe, cyklony, multicyklony, filtry elektrostatyczne) i mokre separatory zanieczyszczeń (płuczki),
- do oczyszczania gazów z zanieczyszczeń gazowych: procesy fizyczne (absorpcję, adsorpcję, kondensację) i chemiczne (spalanie bezpośrednie, metody katalityczne – takie jak: spalanie (utlenianie), redukcja i rozkład).

1.5.2. Czynniki chłodnicze

Wymagania prawne dotyczące fluorowanych gazów cieplarnianych (F-gazów) lub substancji kontrolowanych występujących w urządzeniach klimatyzacyjnych, chłodniczych oraz pompach ciepła określone są w następujących aktach prawnych:

- rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006 (Dz.U. L 150 z 20.5.2014, str. 195—230) - dokładnie określa zasady emisji, wykorzystywania, odzysku i niszczenia f-gazów, warunki wprowadzenia do obrotu produktów i urządzeń, które zawierają f-gazy, oraz obowiązek certyfikacji osób wykonujących czynności polegające na instalowaniu, konserwacji, serwisowaniu oraz likwidacji tych urządzeń.
- rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1005/2009 z dnia 16 września 2009 r. w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz.U. L 286 z 31.10.2009, str. 1—30).
- ustawie z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (Dz.U. poz. 881), która zastąpiła ustawę z dnia 20 kwietnia 2004 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową (Dz.U. Nr 121 poz. 1263), wprowadzona na podstawie rozporządzenia nr 517/2014 – ustawa ta dokładnie reguluje obowiązki podmiotów prowadzących działalność gospodarczą w zakresie usług związanych z f-gazami oraz określa obowiązki osób fizycznych lub prawnych sprawujących kontrolę nad technicznym działaniem urządzeń zawierających f-gazy.
- ustawa z dnia 12 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. poz. 1567) – nowelizacja ustawy f-gazowej wprowadzająca kilka zmian do pierwotnej ustawy z dnia 15 maja 2015 roku. Jedną z ważniejszych kwestii jest zmiana co do częstotliwości kontroli instalacji chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła. Nowelizacja jako punkt odniesienia wprowadza wielkość napełnienia określona przy użyciu ekwiwalentu CO₂, a nie jak było wcześniej ilość kilogramów f-gazów.

Czynniki chłodnicze pracujące w urządzeniach można podzielić na trzy podstawowe grupy:

- a) substancje kontrolowane,
- b) fluorowane gazy cieplarniane (F-gazy),
- c) czynniki naturalne.

Obecnie najczęściej spotykanymi czynnikami chłodniczymi pracującymi w instalacjach są fluorowane gazy cieplarniane (F-gazy). Wykaz F-gazów znajduje się w Rozporządzeniu (UE) 517/2014 (załącznik I). Najczęściej spotykane substancje z grupy F-gazów to: R410a, R407c, R134a.

Ważna zmiana, wynikająca z Rozporządzenia 517/2014 i sankcjonowana nowelizacją ustawy, to ograniczenia w stosowaniu F-gazów o współczynniku GWP (Global Warming Potential - potencjal tworzenia efektu cieplarnianego) powyżej 2500.

Od stycznia 2020 r. zakazane jest stosowanie nowego (tzw. pierwotnego, tj. wcześniej nieużywanego) czynnika **R404A i R507** do dopełniania ubytków w **instalacjach chłodniczych**. Zakaz dotyczy urządzeń zawierających równoważność 40t EqCO₂ lub więcej, czyli **10,19 kg i więcej czynnika R404A lub 10,03 kg i więcej czynnika R507**. Przez 10 lat od wprowadzenia tego zakazu (tj. do końca 2029 r.) będzie można stosować R404A i R507 do serwisu, ale wyłącznie wówczas, jeśli będą one pochodzić z odzysku i zostaną poddane recyklingowi lub regeneracji.

Zaleca się jako rozwiązania długoterminowe wybór czynników o możliwie jak najniższym GWP, a jeśli to możliwe to przejście na czynniki naturalne.

Tabela 1. Mieszanki będące F-gazami o GWP większym lub równym 2500

Kod ASHRAE	Skład	GWP dla mieszanin na podstawie wzoru w załączniku IV Rozporządzenia (UE)517/2014 (w zaokrągleniu)	Ilość danej mieszaniny odpowiadająca ilości 40 ton ekwiwalentu CO₂, kg
R-508B	R-23/ R-116 (46.0/54.0)	13 396	3,0
R-508A	R-23/ R-116 (39.0/61.0)	13 214	3,0
PFC-1102 HC	R-236fa/ R-125/ R-23/ R-14/ R-740 (40.0/12.0/16.0/26.0/6.0)	8 633	4,6
PFC-672 HC	R-236fa/ R-125/ R-23/ R-14/ R-740 (40.0/12.0/16.0/26.0/6.0)	8 633	4,6
R-503	R-23/ R-13 (40.1/59.9)	6 068	6,6
R-507A	R-125/ R-143a (50.0/50.0)	3 985	10,0
R-404A	R-125/ R-143a/ R-134a (44.0/52.0/4.0)	3 922	10,2
R-428A	R-125/ R-143a/ R-290/ R-600a (77.5/20.0/0.6/1.9)	3 607	11,1
R-403B	R-290/ R-22/ R-218 (5.0/56.0/39.0)	3 444	11,6
Telemark EC 2037 / 2000 Cryogenic Refrigerant	HFE 7000/R-740/ R-170/ R-125/ R-14/ R-23 (42.0/4.0/4.0/24.0/22.0/4.0)	3 300	12,1
R-434A	R-125/143a/134a/600a (63.2/18.0/16.0/2.8)	3 246	12,3

R-421B	R-125/ R-134a (85.0/15.0)	3 190	12,5
R-422A	R-125/ R-134a/ R-600a (85.1/11.5/3.4)	3 143	12,7
R-422C	R-125/ R-134a/600a (82.0/15.0/3.0)	3 085	13,0
R-417B	R-125/ R-134a/ R-600 (79.0/18.3/2.7)	3 027	13,2
R-419A	R-125/ R-134a/ R-E170 (77.0/19.0/4.0)	2 967	13,5
R-407B	R-32/ R-125/ R-134a (10.0/70.0/20.0)	2 804	14,3
R-422D	R-125/ R-134a/ R-600a (65.1/31.5/3.4)	2 729	14,7
R-421A	R-125/ R-134a (58.0/42.0)	2 631	15,2
R-422E	R-125/ R-134a/ R-600a (58.0/39.3/2.7)	2 588	15,5
R-422B	R-125/ R-134a/ R-600a (55.0/42.0/3.0)	2 526	15,8

Obecnie jest dość szeroki asortyment zamienników, którymi można zastąpić najczęściej stosowane w chłodnictwie mieszaniny R-404a i R-507a posiadające GWP > 2 500. Zostały one wymienione poniżej w tabeli 2.

Tabela 2. Proponowane zamienniki dla mieszanin R-404A i R-507A

Kod ASHRAE	GWP (w zaokrągleniu)	Kategoria palności i toksyczności[1]
R-744 (CO ₂)	1[2]	A1 niepalne
R-1270	2	A3 łatwopalne
R-290	3	A3 łatwopalne
R-1234yf	4	A2L niskopalne
R-1234ze(E)	7	A2L niskopalne
R-455A	148	A2L niskopalne
R-454C	148	A2L niskopalne
R-454A	239	A2L niskopalne
R-515A	393	A1 niepalne
R-454B	466	A2L niskopalne

R-450a	605	A1 niepalne
R-513A	631	A1 niepalne
R-32	675	A2L niskopalne
R-448A	1 387	A1 niepalne
R-449A	1 397	A1 niepalne
R-134a	1 430	A1 niepalne
R-407H	1 495	A1 niepalne
R-407F	1 825	A1 niepalne
R-410A	2 088	A1 niepalne
R-407A	2 107	A1 niepalne
R-452A	2 141	A1 niepalne

[1] A - nietoksyczne

[2] Do obliczeń składu mieszanin, w których są zawarte substancje nie wymienione w Załączniku I, II lub IV do Rozporządzenia (UE)517/2014, w tym CO₂, należy przyjąć wartość GWP tych substancji jako 0.

Przy podejmowaniu decyzji o doborze zamiennika należy brać pod uwagę jego właściwości fizykochemiczne, toksyczność i palność. Należy także sprawdzić czy producent sprężarki dopuszcza zastosowanie danego zamiennika, wpływ zamiennika na uszczelnienia, oleje, i tworzywa z jakich wykonane są komponenty urządzenia, a także na zmianę objętości, ciśnienia, temperatury tłoczenia oraz na wydajność chłodniczą urządzenia i współczynnik wydajności- odpowiednio COP lub EER

Wymagane jest też, aby przy zmianie czynnika lub likwidacji urządzenia dokonać odzysku czynnika znajdującego się w urządzeniu i przekazać go do regeneracji lub, w przypadku gdy regeneracja nie jest możliwa ze względu na znaczny stopień zanieczyszczenia, do zniszczenia (utylicacji).

1.5.3.Wymagania dotyczące kontroli szczelności układów zawierających f-gazy

Stacjonarne urządzenia chłodnicze, klimatyzacyjne i pompy ciepła, agregaty chłodnicze w samochodach ciężarowych chłodniach i przyczepach chłodniach oraz stacjonarne systemy ochrony przeciwpożarowej, a także rozdzielnice elektryczne i organiczne obiegi Rankine'a, zawierające co najmniej 5 ton ekwiwalentu CO₂ fluorowanych gazów cieplarnianych sprawdzane są pod względem wycieków zgodnie z art. 4 Rozporządzenia (UE) nr 517/2014.

Reżim kontroli według Rozporządzenia (UE) nr 517/2014 przedstawia się następująco:

- od 5 do 50 ton ekwiwalentu CO₂: co najmniej raz na 12 miesięcy lub co najmniej raz na 24 miesiące, jeżeli mają zainstalowany system wykrywania wycieków. Wyjątkiem są urządzenia hermetycznie zamknięte, zawierające F-gazy w ilości mniejszej niż 10 ton ekwiwalentu CO₂ - jeśli są oznakowane jako hermetycznie zamknięte, nie podlegają kontrolom szczelności;
- od 50 do 500 ton ekwiwalentu CO₂: co najmniej raz na 6 miesięcy lub co najmniej raz na 12 miesięcy, jeżeli mają zainstalowany system wykrywania wycieków;
- ponad 500 ton ekwiwalentu CO₂: co najmniej raz na 3 miesięcy lub co najmniej raz na 6 miesięcy, jeżeli mają zainstalowany system wykrywania wycieków.

Stały system wykrywania wycieków jest obowiązkowy od 500 ton ekwiwalentu CO₂ (wcześniej: 300 kg F-gazów i więcej).

Personel wykonujący czynności w zakresie instalacji, kontroli szczelności, konserwacji lub serwisowania urządzeń i systemów zobowiązany jest do posiadania certyfikatów dla personelu oraz przedsiębiorstwa.

Funkcję jednostki certyfikującej pełni Urząd Dozoru Technicznego.

1.6. Logika działania wentylacji i klimatyzacji

Wentylacja awaryjna i przeciwpożarowa we wszystkich budynkach domyślnie powinna się załączać automatycznie, niezależnie od działań użytkowników, oraz być wyposażona w możliwość ręcznego załączenia.

Logika działania wentylacji ogólnej oraz technologicznej hal produkcyjnych, laboratoriów, hal magazynowych powinna być dobierana indywidualnie dla każdego obiektu z uwzględnieniem indywidualnych oczekiwań procesowych.

1. Wentylacja i klimatyzacja pomieszczeń biurowych, , co do zasady powinna mieć możliwość indywidualnego sterowania parametrami powietrza przez ich użytkowników.

1.7. Odzysk ciepła

Na etapie koncepcji Projektant przedstawi Inwestorowi opcję wykorzystania odzysku ciepła w celu minimalizacji strat energii do uzdatniania powietrza w całorocznym trybie pracy urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

Opcja powinna być przedstawiona Inwestorowi wraz z analizą opłacalności inwestycji z wyliczeniem czasu zwrotu poniesionych dodatkowych nakładów finansowych; z uwzględnieniem kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

Każdorazowo Inwestor podejmuje decyzję o uwzględnieniu opcji odzysku ciepła w projekcie wykonawczym, a końcowo o zastosowaniu takiego rozwiązania przed rozpoczęciem budowy instalacji.

Możliwość odzysku ciepła z układu wentylacji, może być realizowana za pomocą:

- ♦ rekuperatorów (odzysk ciepła jawnego)
 - wymienniki z rur gładkich,
 - wymienniki płytowe,
 - wymienniki z czynnikiem pośredniczącym
 - wymienniki termowodowe (rurki ciepła)

- ♦ regeneratorów (odzysk ciepła całkowitego)
 - roztwory akumulacyjne
 - wolnoobrotowe wymienniki ciepła
- ♦ pompy ciepła.

1.7.1. Wymienniki rekuperacyjne

Do najbardziej popularnych rekuperatorów, ze względu na prostotę budowy i pewność działania, należą płytowe wymienniki przeponowe. Wymienniki te nie posiadają żadnych części ruchomych i do pracy nie wymagają wprowadzania dodatkowej energii spoza układu, oczywiście poza niewielkim wzrostem zapotrzebowania energii do napędu wentylatora. Niestety cechuje je niska wydajność jednostkowa i znaczne wymiary gabarytowe oraz konieczność sprowadzenia obu strumieni powietrza do tego samego miejsca.

Przy doborze wymiennika płytowego należy zwrócić uwagę za sposób rozwiązania problemu szronienia wymiennika, w okresach, gdy ogrzewane powietrze z czerpni ma temperaturę poniżej 0°C. Intensyfikuje się ponadto przy podwyższonej zawartości wilgoci w powietrzu wywiewanym. Zjawisko to powoduje pogorszenie procesu wymiany ciepła, zmniejszenie efektywności odzysku ciepła i co za tym idzie niedotrzymanie parametrów powietrza nawiewanego.

Problem oszraniania wymiennika można rozwiązać poprzez zainstalowanie:

- ♦ obejścia wymiennika po stronie zimnego powietrza zewnętrznego,
- ♦ przed wymiennikiem do odzysku ciepła, po stronie powietrza zewnętrznego, dodatkowej nagrzewnicy wstępnej, ogrzewającej powietrze do temperatury zapewniającej brak występowania problemu oszraniania wymiennika.

Obejście wymiennika jest wykorzystywane również w okresie ciepłym do wyeliminowania zbędnego odzysku ciepła wtedy, gdy temperatura powietrza wywiewanego jest wyższa od temperatury powietrza zewnętrznego.

1.7.2. Wymienniki obrotowe

Na terenie grupy PCC w Brzegu Dolnym zabrania nie dopuszcza się stosowania rekuperatorów obrotowych ze względu na ich wysoką awaryjność (ruchome części), porywaniem wywiewanych cząsteczek przez dostarczane powietrze, wywiew i nawiew korzystają z tych samych kanałów. Tworzy to potencjalnie niebezpieczne warunki i możliwość przedostania się do nawiewu powietrza zanieczyszczeń z powietrza wywiewanego.

1.7.3. Pompy ciepła

Pompa ciepła wykorzystująca jak dolne źródło strumień powietrza wywiewanego z wentylowanych pomieszczeń. To rozwiązanie jest wskazane zwłaszcza w zastosowaniach, gdzie dostępny jest wymagany strumień powietrza, charakteryzujący się dużą wilgotnością, ale małym zanieczyszczeniem chemicznym- w celu uniknięcia korozji wymiennika przy przekroczeniu punktu rosy.

Możliwości wykorzystania ciepła odpadowego (ciepła przegranych par lub ciepła skraplania) z układu chłodniczego jest następująca:

- wstępny podgrzew powietrza zewnętrznego pobieranego z czerpni przed skierowaniem do centrali nawiewnej,
- podgrzewanie wstępne CWU,

- wykorzystanie ciepła do wstępnego podgrzewu mediów w procesie technologicznym. Inne rozwiązania odzysku i wykorzystania ciepła odpadowego mogą być zastosowane za zgodą Inwestora (PCC)

2. Urządzenia

Wszystkie maszyny i urządzenia instalowane na terenie grupy PCC w Brzegu Dolnym powinny mieć deklarację zgodności oraz być oznaczone oznakowaniem CE.

Dla wszystkich urządzeń zastosowanych w projektach należy przedstawić karty instalacyjne, w których będą zawarte następujące informacje:

- maksymalny i nominalny pobór mocy elektrycznej,
- maksymalny i nominalny pobór prądu,
- napięcie i częstotliwość zasilania,
- przekrój przewodu zasilającego oraz przewodów pomiędzy jednostkami,
- rodzaj i wartość zabezpieczenia nadprądowego.

Ponadto w przypadku urządzeń zewnętrznych, skrzynki przyłączeniowe powinny posiadać stopień ochrony min. IP 55 oraz stopień wytrzymałości mechanicznej min. IK07. Ponadto skrzynki przyłączeniowe powinny być przystosowane do wprowadzania kabli od dołu.

2.1. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne

Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne to urządzenia zapewniające przepływ, oczyszczanie i obróbkę termodynamiczną powietrza (tłoczenie, filtrowanie, podgrzewanie, ochładzanie, osuszanie, nawilżanie). Następnie tak przygotowane powietrze rozprowadzane jest przez systemy wentylacyjne.

Centrala stanowi najważniejszy element instalacji wentylacyjnej czy klimatyzacyjnej. Centrala zbudowana jest z bloków (sekcji) funkcyjnych:

- a) sekcja wentylatorowa: podstawowy element centrali, wyposażony w wentylatory nawiewne lub wywiewne
- b) sekcja filtracji:

Klasyfikacja filtrów:

Filtr	Klasa wg PN- EN 779 PN-EN 1822-1	Rodzaj zatrzymywanych zanieczyszczeń
Zgrubne	G3 G4	Owady, włókna, włosy, piasek, gruby pył atmosferyczny
Dokładne	F5	Pyłki kwiatowe, gruby pył atmosferyczny
	F6	
	F7	Pyły atmosferyczne grube i drobne, sadze, zarodniki grzybów
	F8 F9	Bakterie, mgła olejowa, sadza
HEPA	H10 H11 H12	Bakterie, dym tytoniowy oraz inne rodzaje dymów i aerozoli

- c) Sekcja ogrzewania: w tym bloku występują nagrzewnice wodne, parowe lub elektryczne
- d) Sekcja chłodzenia: w tym bloku występują chłodnice wodne (wodny roztwór glikolu) lub freonowe
- e) Sekcja nawilżania: w tym bloku stosowane są komory zraszania, lance kanałowe, wytwornice pary elektryczne oraz gazowe,
- f) Sekcja tłumienia: w tej sekcji następuje wytłumienie hałasu poprzez zastosowanie niepalnej wełny mineralnej o grubości 100 lub 200 mm okrytej welonem zapobiegającym nasiąkaniem wełny przez skropliny i porywaniem fragmentów wełny
- g) Sekcja odzysku ciepła: pełni funkcję odzysku ciepła i chłodu. Stosowane technologie:
 - Recyrkulacja –powietrza wywiewanego w komorze mieszania
 - Regeneracja wykorzystująca wymienniki obrotowe
 - Rekuperacja
 - Układy ze sprężarkową pompą ciepła.

Ze względu na lokalizację, centrale mogą występować w wykonaniu wewnętrznym i zewnętrznym.

Centrale zewnętrzne (wykonanie tzw. dachowe) charakteryzują się zwartą budową i konstrukcją zapewniającą prawidłowe działanie wszystkich elementów wystawionych na bezpośrednie działanie niekorzystnych warunków zewnętrznych. Wszystkie podzespoły (przepustnice, filtry, wymienniki i wentylatory) i ich wzajemne połączenia zamontowane są wewnątrz obudowy centrali. Unika się montowania przepustnic poza blokiem central, ze względu na możliwe do wystąpienia problemy eksploatacyjne (blokada mechanizmu obrotowego). Budowa ścian bocznych i dachu central zapewnia odpowiednią odporność i szczelność na działanie deszczu czy wiatru, natomiast zwiększona izolacja – zachowanie strat/zysków ciepła na minimalnym poziomie. Centrale mogą również posiadać sekcje technologiczne zawierające: węzeł cieplny, źródło ciepła (najczęściej w postaci nagrzewnicy gazowej lub olejowej) czy układ sprężarkowy.

Automatyka sterująca powinna być dostarczona przez dostawcę centrali. Wymagane jest, aby była prosta w obsłudze, niezawodna i zgodna z obowiązującym na terenie grupy PCC w Brzegu Dolnym standardem urządzeń AKPiA SUT C. Do centrali wymagane są: czujniki temperatury, czujniki wilgotności (w przypadku jej normowania), czujniki ciśnienia (w zależności od sposobu regulacji) presostaty, termostaty, zawory regulacyjne wraz z siłownikami, pompy obiegowe układu nagrzewnicy, siłowniki do napędu przepustnic.

2.2. Wentylatory

Wentylatory to urządzenia, które służą do przetłaczania powietrza w instalacjach wentylacji mechanicznej i klimatyzacyjnych. Dopuszczone wentylatory wykonane mogą być w następującym standardzie:

- a) tradycyjne AC (ErP Ready)
- b) EC
- c) ATEX

Zarówno silniki wentylatorów wyciągowych jak i nawiewnych na swoich tabliczkach znamionowych powinny posiadać następujące informacje:

Dane:	Wymaganie:
Nazwa producenta	
Typ silnika	
Numer seryjny silnika	
Forma wykonania	IM 1001, IM3001

Stopień ochrony	Min IP 55
Napięcie znamionowe i sposób podłączenia	230V AC / 24V DC
Prąd znamionowy	
Częstotliwość znamionowa	50 Hz
Moc znamionowa	
Współczynnik mocy	>0.85
Rodzaj pracy	S1
Prędkość obrotowa	
Klasa izolacji	Min klasa F
Klasa sprawności	Min IE 2, w przypadku silników zasilanych z falowników - IE3
Cecha wybuchowości (jeśli silnik przystosowany jest do pracy w strefie wybuchowej)	

2.2.1. Wentylatory osiowe

Wentylatory osiowe składają się z obudowy w formie pierścienia oraz wirnika zainstalowanego na wale silnika elektrycznego zamontowanego wewnątrz obudowy. Charakteryzują się niskim sprężem i sprawnościami, jednakże wymagają mało miejsca do montażu i są tanie w wykonaniu. Stosuje się je najczęściej w instalacjach wymagających przetłaczania dużych strumieni powietrza przy małych oparach instalacji.

2.2.2. Wentylatory promieniowe

Wentylatory promieniowe są najczęściej stosowanymi urządzeniami w instalacjach wentylacji mechanicznej, a przede wszystkim technologicznych. Obudowy ich mają kształt spiralny, z króćcem ssawnym (lub króćcami) umieszczonym w płaskiej ścianie bocznej i tłocznym zamontowanym na obwodzie. Wirnik umieszczony w obudowie może posiadać łopatki promieniowe (do transportu powietrza zanieczyszczonego materiałem stałym), odgięte do przodu lub do tyłu. Powyższe ma wpływ na kształt charakterystyki pracy urządzenia, a zatem na możliwości jego zastosowania.

Przeniesienie napędu z silnika na wirnik może odbywać się w różnoraki sposób:

- napęd bezpośredni,
- napęd z przekładnią pasową,
- napęd ze sprzęgłem.

2.2.3. Wentylatory dachowe i kanałowe

Wentylatory dachowe mają konstrukcję wirnika i kierunek przepływu powietrza jak dla wentylatorów promieniowych, jednakże nie posiadają spiralnej obudowy. Mając powyższe na uwadze ich parametry pracy (wydajność, spręż i poziom mocy akustycznej) są zdecydowanie gorsze niż wentylatorów promieniowych. Montuje się je zawsze na cokółkach dachowych, które mogą czasami spełniać też jednocześnie rolę tłumika hałasu (tzw. podstawy tłumiące).

Wentylatory kanałowe posiadają wirniki uzbrojone w silniki i w komplecie umieszczone w obudowie, która połączona jest bezpośrednio z instalacją. Charakteryzują się wysoką sprawnością i dość cichą pracą.

Występują w dwóch odmianach:

- przeznaczone do kanałów prostokątnych (z wlot i wylot o przekroju prostokątnym),
- przeznaczone do kanałów okrągłych (z wlot i wylot o przekroju kołowym).

2.2.4. Wentylatory w centralach

W centralach stosowane są zazwyczaj wentylatory promieniowe, jednostronnie lub dwustronnie ssące z wirnikami z łopatkami odgiętymi do przodu (dla ciśnień całkowitych do około 1600 Pa) lub z łopatkami odgiętymi do tyłu (dla ciśnień całkowitych do 2500 Pa), a także o przepływie mieszanym (osiowo-promieniowe).

Silniki do napędu wentylatorów są standardowo silnikami trójfazowymi, jednobiegowymi prądu zmiennego, lub silnikami wielobiegowymi. Wentylatory wraz z silnikami montowane są na ramach i izolowane od obudowy wibroizolatorami indywidualnie dobieranymi do warunków pracy. Umieszczone są w sekcji wentylatorowej, która wykonywana jest z komorą rozprężną lub bez. W tym drugim przypadku, jeżeli po stronie tłocznej wentylatora jest przewidziana np. sekcja tłumienia hałasu, konieczne jest zastosowanie sekcji pustej lub elementu rozpraszającego. W sekcji wentylatorowej w celu zabezpieczenia części mechanicznych istnieje konieczność zastosowania osłon z blachy najczęściej perforowanej.

UWAGA: Wentylatory powinny być połączone zawsze z instalacją wentylacyjną za pomocą króćców (połączeń) elastycznych minimalizujących oddziaływanie elementów mechanicznych na instalację wentylacyjną lub klimatyzacyjną.

Klimatyzatory i agregaty dla klimatyzacji

Do najczęściej wykorzystywanych w klimatyzacji urządzeń chłodniczych należą:

- sprężarkowe urządzenia chłodnicze, w których realizowane są przemiany fazowe (wrzenia i skraplania) ziębniaka dzięki doprowadzeniu energii mechanicznej do napędu sprężarki (stanowiące około 95% wszystkich urządzeń),
- sorpcyjne agregaty chłodnicze, w których zachodzą procesy przy dostarczeniu dodatkowej energii cieplnej.

W skład chłodniczego układu sprężarkowego wchodzi:

- sprężarka (stosuje się sprężarki: tłokowe, hermetyczne lub półhermetyczne, spiralne, a przy dużych wydajnościach śrubowe),
- parowacz (chłodnica),
- skraplacz (chłodzony powietrzem lub wodą),
- zawór rozprężny z zewnętrznym wyrównaniem ciśnienia,
- przewody czynnika chłodniczego oraz uzbrojenie dodatkowe.

Wybór rodzaju urządzenia chłodniczego powinien być zawsze poprzedzony szczegółową analizą gospodarki energetycznej klimatyzowanego obiektu oraz analizą wydajności i parametrów pracy instalacji klimatyzacyjnej a także systemu rozdziału powietrza w samych pomieszczeniach.

Wykonując szczegółową analizę techniczno-ekonomiczną przy wyborze źródła energii chłodniczej należy uwzględnić:

- maksymalne oraz średnie dobowe obciążenie cieplne,
- temperatury robocze, tj. temperaturę skraplania i parowania ziębniaka,
- źródło energii napędowej (energia elektryczna, energia cieplna),
- przeznaczenie samego urządzenia klimatyzacyjnego,
- stopień wykorzystania tego urządzenia, tzn. przewidywany czas pracy w ciągu całego roku.

Z powyższego wynika, iż nieco inne wymagania stawiane będą urządzeniom chłodniczym współpracującym z aparatami klimatyzującymi a inne urządzeniom o dużych mocach.

Układ chłodniczy w klimatyzatorach spełnia dwie podstawowe funkcje: chłodzenia i osuszania powietrza. Ponadto w klimatyzatorach autonomicznych w wersji z pompą ciepła dodatkowo może również ogrzewać powietrze. Przy wyborze typu i wielkości klimatyzatora należy brać pod uwagę następujące kryteria:

- określenie funkcji klimatyzatora (grzanie, chłodzenie, dostarczanie powietrza zewnętrznego, oczyszczanie powietrza),
- określenie wymaganych parametrów poszczególnych podzespołów klimatyzatora (moc cieplna, moc chłodnicza, strumień powietrza nawiewanego),
- możliwości montażu jednostki wewnętrznej klimatyzatora w obsługiwany pomieszczeniu oraz organizacja przepływu powietrza w samym pomieszczeniu,
- warunki technicznych posadowienia jednostki zewnętrznej klimatyzatora,
- wymagany dopuszczalny poziom hałasu od pracującego urządzenia (zależny od przeznaczenia pomieszczenia i warunków w nim wymaganych a także od miejsca posadowienia jednostki zewnętrznej),
- analizę kosztów inwestycyjnych w tym zakupu i montażu klimatyzatora,
- rachunek ponoszonych kosztów eksploatacyjnych (zużycia energii, prac serwisowych).

2.3. Wymienniki ciepła

2.3.1. Chłodnice

Zadaniem chłodnic jest uzyskanie żądanych parametrów powietrza w okresie letnim, tzn. chłodzenie i osuszanie. Do chłodzenia najczęściej stosuje się chłodnice powierzchniowe. Chłodnice mogą być zasilane:

- wodą względnie czynnikiem o obniżonej temperaturze zamarzania (wodny roztwór glikolu lub solanka),
- parującym czynnikiem ziębniczym.

Jeśli temperatura zewnętrznej powierzchni chłodniczej jest wyższa od temperatury punktu rosy, powietrze zostaje jedynie ochłodzone i powierzchnia chłodnicy pozostaje sucha. Natomiast, gdy temperatura zewnętrznej powierzchni chłodnicy jest niższa niż temperatura punktu rosy, wówczas następuje częściowe skraplanie się pary wodnej zawartej w powietrzu. Powietrze jednocześnie się ochładza i osusza, a powierzchnia zewnętrzna chłodnicy zostaje zwilżona wykroploną z powietrza wodą. Dlatego też każdą chłodnicę mokłą należy wyposażyć w tacę ociekową wykonaną ze stali nierdzewnej z przyłączonym do niej króćcem odpływowym.

2.3.1.1. Wodne/glikolowe

Wymienniki wodne/glikolowe praktycznie nie różnią się budową od nagrzewnic. Różnice polegają na większym rozstawie lamel i zazwyczaj większą liczbą rzędów w kierunku ruchu powietrza. Jeżeli prędkość przepływu powietrza przez wymiennik przekracza 2 m/s, należy chłodnicę dobrać w odkraplacz, zapobiegający przenoszeniu kondensatu z powierzchni chłodnicy do dalszych części instalacji.

Cała obudowa wymiennika powinna być wykonana w 100% z aluminium, powierzchnia zabezpieczona w celu zapewnienia maksymalnej żywotności urządzenia przez:

- a) Farbę epoksydową

- b) Kataforezę
- c) Powłokę ochronną

2.3.1.2. Freonowe

Czynnikiem roboczym w chłodnicach freonowych jest mieszanina węglowodorów (freon). Wymienniki freonowe są wykonywane w wersji jednostopniowej (ciecz robocza dostarczana jest z jednego rozdzielacza do wszystkich rurek wymiennika) lub wielostopniowej. Wymiennik wielostopniowy może być podzielony na sekcje w zależności od potrzeb (regulacja mocy w zależności od obciążenia). Chłodnicę freonową stanowi wkład bloku lamelowego zbudowany z rur miedzianych i lamel aluminiowych.

Ze względu na sposób działania chłodnice freonowe dzielone są na:

- a) chłodnice freonowe kanałowe: przeznaczone do zabudowy w kanałowych systemach wentylacji,
- b) chłodnice freonowe wentylatorowe: urządzenie wyposażone we własny wentylator wymuszający przepływ powietrza przez wymiennik,
- c) Chłodnice freonowe do central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych: przepływ powietrza wymuszony przez wentylator zamontowany w centrali.

2.3.2. Nagrzewnice

Nagrzewnice powietrza stosuje się do ogrzewania powietrza w urządzeniach wentylacyjnych, klimatyzacyjnych oraz w suszarniach.

Nagrzewnice powietrza mogą być zasilane:

- wodą (o wysokich lub niskich parametrach),
- parą,
- prądem elektrycznym,
- spalinami gazu lub oleju opałowego.

2.3.2.1. Wodne/glikolowe i parowe

Obudowa nagrzewnicy wodnej/glikolowej wykonana jest z blachy stalowej ocynkowanej lub nierdzewnej. Zbudowane są z rurek:

- ożebrowanych,
- miedzianych ożebrowanych lamelami aluminiowym,
- mosiężnych i lamel z miedzi, miedzi pokrywanej żywicą epoksydową lub brązu.

Rurki, którymi przepływa woda połączone są w obiegi przy użyciu kolanek. Zasilanie i powrót czynnika grzejącego odbywa się poprzez kolektory. W kolektorach zamontowane są króćce odpowietrzający (w najwyższym punkcie) i spustowy (w najniższym punkcie kolektora). Króciec spustowy może również służyć do zamontowania czujnika temperatury zabezpieczenia przeciwzamrożeniowego.

Zasilanie nagrzewnic powinno się wykonywać w taki sposób, by zapewniony był przeciuprądowy przepływ wody i powietrza.

Nagrzewnice parowe mają budowę podobną do nagrzewnic wodnych, z tym, że rurki połączone kolektorami tworzą obiegi jednoprzepływowe, w których przepływ czynnika jest zawsze z góry na dół. Kolektor górny (parowy) wykonywany jest przeważnie z rury stalowej, natomiast kolektor dolny (z kondensatem) z rury miedzianej.

2.3.2.2. Elektryczne

Elektryczne nagrzewnice powietrza są stosowane w małych urządzeniach klimatyzacyjnych i wentylacyjnych albo też zastosowanie innych nagrzewnic jest niemożliwe ze względów technicznych. Nagrzewnica elektryczna składa się z obudowy i elektrycznych elementów grzejnych.

Niezbędnym warunkiem bezpiecznej i bezawaryjnej pracy nagrzewnicy elektrycznej jest między innymi zapewnienie minimalnego przepływu powietrza. Wynika to z konieczności zapewnienia odbioru ciepła z powierzchni elementu grzejnego i obniżenie jego temperatury. Przy braku przepływu powietrza elementy grzejne mogą się rozgrzać do znacznie wyższej temperatury i wywołać pożar lub ulec zniszczeniu.

Zabezpieczenie nagrzewnic elektrycznych można wykonać przez:

- sprzężenie wyłącznika wentylatora ze stycznikiem nagrzewnicy;
- zainstalowanie czujnika wolumetrycznego, wyłączającego zasilanie nagrzewnicy przy zaniku przepływu powietrza;
- zainstalowanie zabezpieczenia termicznego, wyłączającego zasilanie nagrzewnicy po przekroczeniu zadanej temperatury powierzchni grzałki.

2.3.2.3. Aparaty grzewcze i grzewczo-wentylacyjne

Aparaty grzewcze zbudowane są z trzech elementów:

- 1) miedzianej węzownicy z gęsto upakowanymi lamelami aluminiowymi,
- 2) osiowego wentylatora nawiewnego o dużej wydajności,
- 3) obudowy.

Mają odpowiednio uzbrojone otwory ssawne i nawiewne (najczęściej wyposażone są w kierownice). Przeznaczone są do ogrzewania pomieszczeń produkcyjnych czy magazynowych. Pracują jedynie na powietrzu obiegowym, bez wymiany powietrza w pomieszczeniu obsługiwany. Natomiast aparaty grzewczo-wentylacyjne posiadają oprócz wymiany powietrza obiegowego, także możliwość przetłaczania i ogrzewania powietrza zewnętrznego. Zazwyczaj wyposażone są w komorę mieszania powietrza zewnętrznego z obiegowym (z pomieszczenia) uzbrojoną w przepustnice regulacyjne. W celu obniżenia zużycia energii do ogrzewania, zaleca się stosowanie komory mieszania z płynną regulacją ustawienia przepustnic za pomocą siłowników układu automatycznej regulacji.

2.4. Nawiewniki i wywiewniki

Nawiewniki są elementami doprowadzającymi powietrze do pomieszczenia w taki sposób, aby uzyskać w nich wymagane warunki mikroklimatu i zapewnić bezpieczeństwo prowadzonych procesów technologicznych. Natomiast powietrze jest usuwane z pomieszczenia otworami wywiewnymi zwanymi wywiewnikami. Otwory nawiewne są najważniejszą częścią systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

Właściwe rodzaje nawiewników, o prawidłowej wielkości i lokalizacji, powinny rozdzielać powietrze w danej przestrzeni tak, aby uzyskać prawidłowy rozkład prędkości i temperatury w pomieszczeniu a zwłaszcza w obrębie strefy przebywania ludzi i jednocześnie zapewnić maksymalne wykorzystanie powietrza nawiewanego do asymilacji zanieczyszczeń tam powstających.

Wyróżnia się następujące rodzaje nawiewników montowanych na instalacjach:

- kratki nawiewne i dysze,
- nawiewniki liniowe (szczelinowe),
- nawiewniki wirowe,

- anemostaty,
- nawiewniki podłogowe,
- nawiewniki wyporowe.

Osobną grupę stanowią nawiewniki doprowadzające powietrze zewnętrzne bezpośrednio do pomieszczenia. Są one umieszczone w przegrodach zewnętrznych.

Rozróżniane są trzy grupy tych nawiewników:

- 1) Higrosterowane: nawiewniki sterowane automatycznie. Strumień powietrza zależy od wilgotności względnej panującej w pomieszczeniu. Czujnik to taśma poliamidowa wydłużająca/kurcząca się pod wpływem zmian wilgotności względnej. Nawiewnik higrosterowany pracuje w zakresie 35%-70% wilgotności w powietrzu. Od konstrukcji wymaga się by powietrze zewnętrzne nie stykało się bezpośrednio z czujnikiem, odizolowanie od warunków zewnętrznych w celu prawidłowej pracy. Automatyka nakierunkowana na pracę względem warunków w pomieszczeniu wentylowanym. Rozwiązanie nie wymaga zasilania elektrycznego
- 2) Ciśnieniowe: samoregulujące się nawiewniki. Dopływ powietrza zależy od różnicy ciśnień na zewnątrz i wewnątrz pomieszczenia. Użytkownik ma możliwość zamknięcia przyston ograniczając przepływ powietrza.
- 3) Sterowany ręcznie: ilość dostarczanego powietrza sterowane położeniem przystony. Użytkownik reguluje stopień otwarcia nawiewnika.

Wywiewniki mogą być montowane natomiast dowolnie: w suficie, wysoko lub nisko na ścianach bocznych, w podłodze i na drzwiach oraz w przegrodach. Miejsce montażu wynika z zaplanowanej organizacji wymiany powietrza w pomieszczeniu wentylowanym. Najczęściej jako wywiewniki stosowane są kratki wentylacyjne (ze stałymi bądź regulowanymi kierownicami), szczeliny, anemostaty, elementy wykonane z blachy perforowanej czy siatki.

3. Przewody wentylacyjne

3.1. Materiały

W budynkach, w których zastosowana została wentylacja naturalna, przewody muruje się z cegieł bądź wykonuje się z kształtek betonowych.

W systemach wentylacji mechanicznej i klimatyzacji przewody najczęściej wykonuje się z:

- blachy lub taśmy stalowej ocynkowanej,
- blachy lub taśmy aluminiowej,
- blachy stalowej odpornej na korozję lub kwasoodpornej,
- blachy stalowej ołowianej,
- PCV,
- płyt z wełny mineralnej zabezpieczonej płaszczem z folii aluminiowej,
- polipropylenu.

Do wentylacji mechanicznej zalecane jest:

- a) stosowanie przewodów gładkich o przekroju prostokątnym lub okrągłym,
- b) rur spiro – spiralnie zwijanej blachy. Występują w zakresie średnic zewnętrznych 63-1800 mm,
- c) przewodów elastycznych – których należy dobierać z nadmiarem ze względu na podatność na uszkodzenia.

Rodzaj pomieszczenia	Zalecany materiał
Pomieszczenia biurowe	Blacha stalowa ocynkowana
Salone konferencyjne	Blacha stalowa ocynkowana
Jadalnia	Blacha stalowa ocynkowana
Szatnia	Blacha stalowa ocynkowana
Toalety	Blacha stalowa ocynkowana
Pomieszczenia z natryskami	Blacha stalowa ocynkowana
Laboratoria	Odporny na działanie mediów wymagających wyciągu oparów, nie reagujący z tymi mediami – dobrany indywidualnie do warunków na podstawie wizji lokalnej / wywiadu z pracownikami laboratorium / kart charakterystyk używanych surowców do analiz
Dygestoria	Odporny na działanie mediów wymagających wyciągu oparów, nie reagujący z tymi mediami – dobrany indywidualnie do warunków na podstawie wizji lokalnej / wywiadu z pracownikami laboratorium / kart charakterystyk używanych surowców do analiz
Warsztaty bez szczególnego zanieczyszczenia powietrza	Blacha stalowa ocynkowana
Spawalnie	Blacha stalowa ocynkowana
Magazyny	Odporny na działanie medium, nie reagujący z medium – dobierany indywidualnie do warunków w pomieszczeniu
Przestrzenie zagrożone wybuchem	Odporny na działanie medium, nie reagujący z medium – dobierany indywidualnie do warunków w pomieszczeniu
Lakiernie	Blacha stalowa ocynkowana, stal KO, aluminium, stopy aluminium
Hale produkcyjne	Dobierany indywidualnie do warunków w pomieszczeniu
Hale produkcyjne gdzie występują czynniki szkodliwe	Odporny na działanie medium, nie reagujący z medium – dobierany indywidualnie do warunków w pomieszczeniu
Rozdzielnie elektryczne	Blacha stalowa ocynkowana
Serwerownie	Blacha stalowa ocynkowana

3.2. Sposoby montażu i prowadzenia

3.2.1. Wykonywanie przewodów wentylacyjnych

Wykonanie przewodów i kształtek z blach powinno odpowiadać wymaganiom określonym w aktualnych Polskich Normach a w szczególności:

PN-EN 1506:2007E Wentylacja budynków. Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju kołowym. Wymiary.

PN-EN 1505:2001P Wentylacja budynków . Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju prostokątnym. Wymiary

oraz spełniać zapisy zawarte w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Instalacji Wentylacyjnych. COBRTI INSTAL Zeszyt 5 09.2002 r.

Połączenia przewodów wentylacyjnych z blachy powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-B 76002/1996 i zastąpionej PN-EN 12220:2001 Wentylacja budynków -Sieć przewodów - Wymiary kotłowni o przekroju kołowym do wentylacji ogólnej, a przede wszystkim:

- Przewody wentylacyjne powinny być zamocowane do przegród budowlanych w odległościach umożliwiających szczelne wykonanie połączeń poprzecznych. W przypadku połączeń kotłowniczych odległość ta powinna wynosić co najmniej 100 mm.
- Przejścia przewodów przez przegrody budynku należy wykonać w otworach, których wymiary są od 50 do 100 mm większe od wymiarów zewnętrznych przewodów wentylacyjnych lub przewodów

wentylacyjnych z izolacją. Przewody na całej grubości przegrody powinny być obłożone wełną mineralną lub innym materiałem elastycznym o podobnych właściwościach.

- Izolacja cieplna przewodów wentylacyjnych powinna mieć szczelne połączenia wzdłużne i poprzeczne.
- Stosować izolacje cieplną na folii aluminiowej, która zabezpiecza izolację przed uszkodzeniami.
- Materiał podpór i podwieszceń powinna charakteryzować odpowiednia odporność na korozję w miejscu zamontowania z uwagi na charakter pomieszczeń (nalewnia).
- Metoda podparcia lub podwieszenia przewodów wentylacyjnych powinna być odpowiednia do materiału konstrukcji budowlanej w miejscu zamocowania.
- Elementy zamocowania podpór lub podwieszceń do konstrukcji budowlanej powinny mieć współczynnik bezpieczeństwa równy co najmniej trzy w stosunku do obliczeniowego obciążenia.

3.2.2. Otwory rewizyjne i możliwość czyszczenia instalacji

- Do czyszczenia instalacji należy przewidzieć w projekcie otwory rewizyjne.
- W celu możliwości czyszczenia instalacji należy dokonać montażu otworów rewizyjnych zgodnie z zatwierdzonym projektem.
- Czyszczenie instalacji powinno być zapewnione przez demontaż elementu składowego instalacji wentylacji lub przez zastosowanie otworów rewizyjnych w przewodach instalacji wentylacji.
- Należy zapewnić dostęp do zamontowanych w przewodach wentylacyjnych urządzeń takich jak:
 - przepustnice i zasuwki,
 - filtry lub kasety filtracyjne,
 - wentylatory,
 - wymienniki,
 - regulatory przepływu.

4. Rurociągi

4.1. Materiały

Do przetłaczania czynników chłodniczych należy użyć materiałów zgodnych z normą EN 12735-1 :2003/Ap1:2006 Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu stosowane w instalacjach klimatyzacyjnych i chłodniczych. Część 1: Rury do instalacji rurowych.

Zalecany materiał wykonania rury jest miedź. Rury miedziane występują:

- w kręgach/zwojach,
- sztangach/odcinkach prostych.

Każda rura posiada oznaczenie z numerem normy, według której została wykonana oraz opis zawierający informację o gatunku miedzi, średnicy, grubości ścianki, stanie twardości i nazwie producenta wraz z krajem pochodzenia i dacie produkcji.

Natomiast normy dotyczące orurowania i łączników to:

PN-EN 12449:2012E Miedź i stopy miedzi -- Rury okrągłe bez szwu ogólnego przeznaczenia

PN-EN 1057:2006 Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu do wody i gazu stosowane w instalacjach sanitarnych i ogrzewania

PN-EN 12735-2:2004 Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu stosowane w instalacjach klimatyzacyjnych i chłodniczych. Część 2: Rury do oprzyrządowania

PN-EN 12735-2:2004/A1:2005 (Uzup.) Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu stosowane w instalacjach klimatyzacyjnych i chłodniczych. Część 2: Rury do oprzyrządowania (Zmiana A1)

PN-EN 1254-1:2004 Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 1: Łączniki do rur miedzianych z końcówkami do kapilarnego lutowania miękkiego lub twardego

PN-EN 1254-2:2004 Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 2: Łączniki do rur miedzianych z końcówkami zaciskowymi

PN-EN 1254-3:2004 Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 3: Łączniki do rur z tworzyw sztucznych z końcówkami zaciskowymi

PN-EN 1254-4:2004 Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 4: Łączniki z końcówkami innymi niż do połączeń kapilarnych lub zaciskowych

PN-EN 1254-5:2004 Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 5: Łączniki do rur miedzianych z krótkimi końcówkami do kapilarnego lutowania twardego

4.2. Sposoby montażu i prowadzenia

Przy wymiarowaniu przewodów rurowych należy dążyć do utrzymania określonej minimalnej prędkości przepływu czynnika ziębniczego w przewodach parowych, bowiem to ona decyduje o właściwym krążeniu oleju w instalacji i skutecznym jego odprowadzeniu do sprężarki. Przewody rurowe o zbyt małych średnicach prowadzą do znacznych strat ciśnienia i tym samym do obniżenia wydajności chłodniczej urządzenia. Natomiast przewody rurowe o zbyt dużych średnicach zwiększają koszt urządzenia.

Rurociągi należy montować w obejmach z wkładką termiczną. Materiał rury pracuje bowiem pod zmiennymi warunkami temperaturowymi zwłaszcza, gdy jest umieszczony poza budynkiem.

Podczas prowadzenia instalacji należy przewidzieć kompensacje z faktu dużej rozszerzalności cieplnej miedzi: $\alpha \approx 16 \frac{10^{-6}}{K}$.

Obejma montowana na rurze nieizolowanej powinna mieć gumową wkładkę.

Obejma montowana bezpośrednio na rurze pod izolacją **nie może** mieć gumowej wkładki. Budowany w ten sposób jest mostek termiczny. Zalecane jest montowanie obejm bezpośrednio na izolacji.

Zawory odcinające powinny być montowane na linii cieczy oraz na rurociągu ssawnym. Zalecane jest montaż przed i za każdym ciągiem.

Przewody łączy się poprzez lutowanie. Normy dotyczące spoiw do lutowania:

PN-EN ISO 3677:2001 Spoiwa do lutowania miękkiego, twardego i lutospawania – Oznaczenie

PN-EN 29453:2000 Luty miękkie – Skład chemiczny i postać

PN-EN 29454-1:2000 Topniki do lutowania miękkiego – Klasyfikacja i wymagania – Klasyfikacja, etykietowanie i pakowanie

PN-EN ISO 9454-2:2002 Topniki do lutowania miękkiego – Klasyfikacja i wymagania – Część 2: Wymagania eksploatacyjne i techniczne warunki dostawy

PN-EN 1044:2002 Lutowanie twarde – Spoiwa

PN-EN 1045:2001 Lutowanie twarde – Topniki do lutowania twardego – Klasyfikacja

4.3. Izolacje

Izolacje należy wykonywać zgodnie ze Standardem Urządzeń Technicznych – SUT M Branża Mechaniczna (PBT.I04)

4.3.1. Izolacja cieplochronna

Do izolowania rurociągów należy zastosować wełnę mineralną.

Wymagania dla użytych izolacji cieplochronnych:

- odporność termiczna > 400 °C,
- gęstość objętościowa: > 80 kg /m³,
- tolerancja przewodności cieplnej: +0 /- 10%,

- palność: >B2 (wg DIN 4102)
- siatka oplotcza: sześciokątna, drut > 0,7mm,
- folia ekranowa: folia aluminiowa 0,08 mm dla rurociągów grzanych elektrycznie.

Średnica nominalna	Zakresy temperatur mediów w °C			
	0-100	100-200	200-300	>300
	Grubość izolacji w mm			
DN15	50	50	50	50
DN20	50	50	50	50
DN25	50	50	50	50
DN32	50	50	50	50
DN40	50	50	50	50
DN50	50	50	50	50
DN80	50	50	50	70
DN100	50	50	70	70
DN150	70	70	70	70
DN200	70	70	70	70
DN250	80	80	80	80
DN300	80	80	80	100
DN400	80	80	100	100
DN500	80	100	100	100
DN600	100	100	100	100
>DN600	100	100	100	100
Zbiorniki <1000	50	50	70	80
Zbiorniki >1000	50	70	100	120

Wymagana przewodność cieplna dla izolacji ciepłochronnej, mierzona w danej temperaturze:

	100°C	150°C	200°C	250°C	300°C	350°C
W/mK (maty)	0,052-0,047	0,061-0,055	0,074-0,067	0,088-0,080	0,106-0,096	0,126-0,114
W/mK (łupki)	0,048-0,044	0,057-0,051	0,068-0,061	0,081-0,073	0,097-0,087	

4.3.2. Izolacja zimnochronna

Materiał izolacji jaki należy zastosować do zaizolowania rurociągów – spienione tworzywa sztuczne (pianka poliuretanowa, pianka na bazie syntetycznego kauczuku).

Wymagania dla użytych izolacji zimnochronnych:

- współczynnik dyfuzji pary wodnej: >7000,
- tolerancja przewodności cieplnej: +0 / -10 %,
- palność: >B2 (wg DIN 4102),
- zakres temperatur stosowania (czynnika) -50°C do +110°C

Średnica nominalna	Grubość izolacji w mm
DN15 – DN25	25
DN32 – DN100	32
DN150 – DN500	50
Zbiorniki	50

Wymagana przewodność cieplna dla izolacji zimnochronnej, mierzona w danej temperaturze:

	-20°C	+/-0°C	+10°C	+20°C	+40°C	+70°C
W/mK	0,031- 0,034	0,033- 0,036	0,034- 0,037	0,035- 0,038	0,037- 0,040	0,040- 0,043

5. Zasilanie i sterowanie

Niezależnie od rodzaju i wielkości obiektu, który będzie doposażony w układ wentylacji i klimatyzacji, głównym wymaganiem dla każdego układu jest: jego skuteczność, prostota i niezawodność działania.

Dla układów wentylacji w budynkach, należy przewidzieć zabudowę rozdzielnic wentylacyjnych w postaci wydzielonych szafek wiszących, bądź w przypadku rozbudowanych układów jako osobną szafę. Rozdzielnice wentylacyjne należy nazywać zgodnie z zasadą : TW[kolejny numer]-[numer budynku].

5.1. Zasilanie

Każdorazowo przed rozpoczęciem prac projektowych Projektant ma obowiązek uzgodnienia z Inwestorem stopnia krytyczności wentylacji w danym obiekcie. Od stopnia krytyczności układu wentylacyjnego będzie zależało, jakiego rodzaju zasilanie należy zaprojektować do dedykowanej tablicy (zasilanie podstawowe, rezerwowe, zasilanie z UPS/zasilacza buforowego).

Z tablic wentylacyjnych należy przewidzieć zasilanie wszystkich elementów układu wentylacji m.in. centrale nawiewne (CN), centrale wywiewne (CW), skraplacze (SK), wentylatory wyciągowe (W), nagrzewnice (N), jednostki klimatyzacyjne (JK) oraz inne.

Każdy z odpływów należy wyposażyć w stycznik główny i zabezpieczenie główne. Dodatkowo silniki wentylatorów mają być wyposażone w rezystancyjne czujniki temperatury uzwojeń które, należy wprowadzić na przekaźniki rezystancyjne wyposażone w styk przelączalny. Oznaczenia poszczególnych aparatów oraz przewodów sterowniczych należy nadawać zgodnie z SUT-E (Standard Urządzeń Technicznych SUT E – Branża Elektryczna).

Wszystkie odbiorniki w układach wentylacyjnych należy skutecznie uziemić za pomoc dedykowanych przyłączy uziemiających w poszczególnych urządzeniach.

5.2 Dobór kabli, zabezpieczeń i obliczenia

Dla wszystkich rozdzielnic wentylacyjnych należy przedstawić szczegółowy bilans mocy uwzględniając współczynniki jednoczesności i współczynniki obciążenia poszczególnych odbiorników. Na tej podstawie należy przeprowadzić dobór kabli zasilających i zabezpieczeń głównych.

Dobór kabli i zabezpieczeń dla wszystkich urządzeń należy przedstawić w formie tabelarycznej wraz z przedstawieniem pełnego toku obliczeń dla jednego przykłady i kompletną legendą. Szczegółowe wytyczne do obliczeń znajdują się w SDT (Standard Dokumentacji Technicznej dla PCC Rokita) oraz SUT-E.

5.3 Trasy kablowe

Trasy kablowe mają być na projektowane podstawie rozwiązań systemowych, z 20% rezerwą. Mają być wykonane z blachy stalowej cynkowanej metodą ogniową (zgodnie z PN-EN ISO 1461). W przestrzeniach, gdzie występują opary kwaśne należy przewidzieć stosowanie tras ze stali kwasoodpornej. Kable i przewody na korytach kablowych należy osłonić przed wpływem czynników zewnętrznych. Wszelkie przejścia tras kablowych przez ściany, stropy i inne przegrody muszą być wykonane w sposób zapewniający odporność ogniową nie niższą niż przegroda przez którą przechodzą.

Należy zapewnić ciągłość elektryczną dla tras kablowych i akcesoriów montażowych oraz uziemiać trasy kablowe co 15 do 20 metrów. Ciągłość elektryczną należy zapewnić poprzez łączenie

poszczególnych elementów tras kablowych linką miedzianą o przekroju nie mniejszym niż 6mm² z końcówkami oczkowymi. Dla tras kablowych przeznaczonych dla kabli o napięciu do 1 kV, jako alternatywne rozwiązanie dopuszcza się wykorzystanie połączeń systemowych, jeśli posiadają one odpowiednie deklaracje producenta tras kablowych.

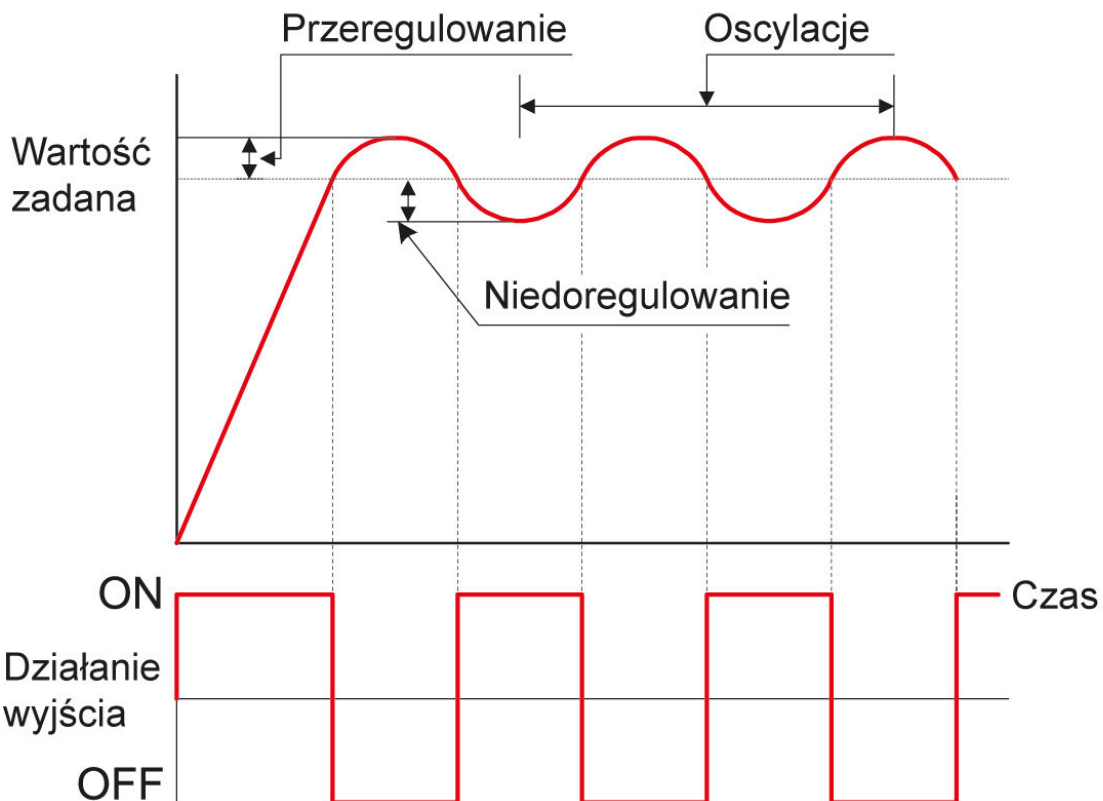
Kable i przewody układane w budynkach należy trwale oznaczać w odległości nie większej niż 10 m na odcinku prostym oraz przy każdym zakręcie, obustronnie przy każdym przejściu przez przegrody. Sposób nadawania oznaczeń na przewody szczegółowo został opisany w SUT-E.

Bezwzględnie należy przestrzegać warunków układania kabli określonych przez producenta oraz wytycznych z normy N SEP E-004.

5.4 Sterowanie

Preferowanymi rodzajami układów automatycznej regulacji są: regulator typu załącz/wyłącz (np. termostat) oraz regulator krokowy (przełącznikowy).

Regulator załącz/wyłącz należy stosować w przypadku, w którym nie jest wymagana duża dokładność i wysoka stabilność regulacji (np. regulacja temperatury poprzez grzanie/chłodzenie). Preferowana dla obiektów o dużej stałej czasowej.

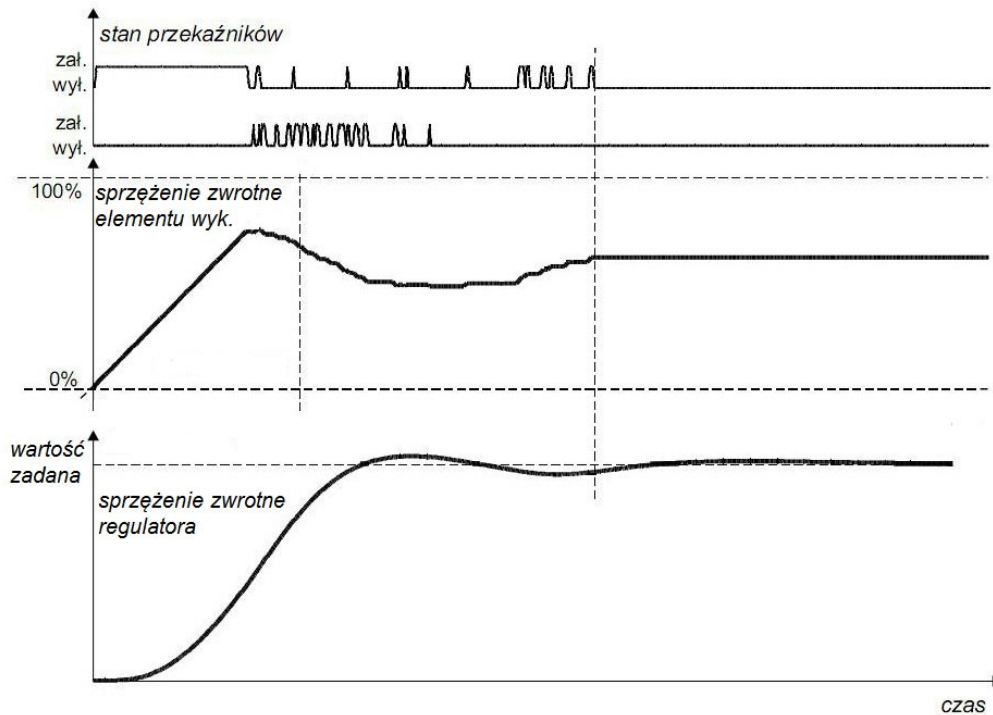


Rys.5.1 Regulacja typu załącz/wyłącz

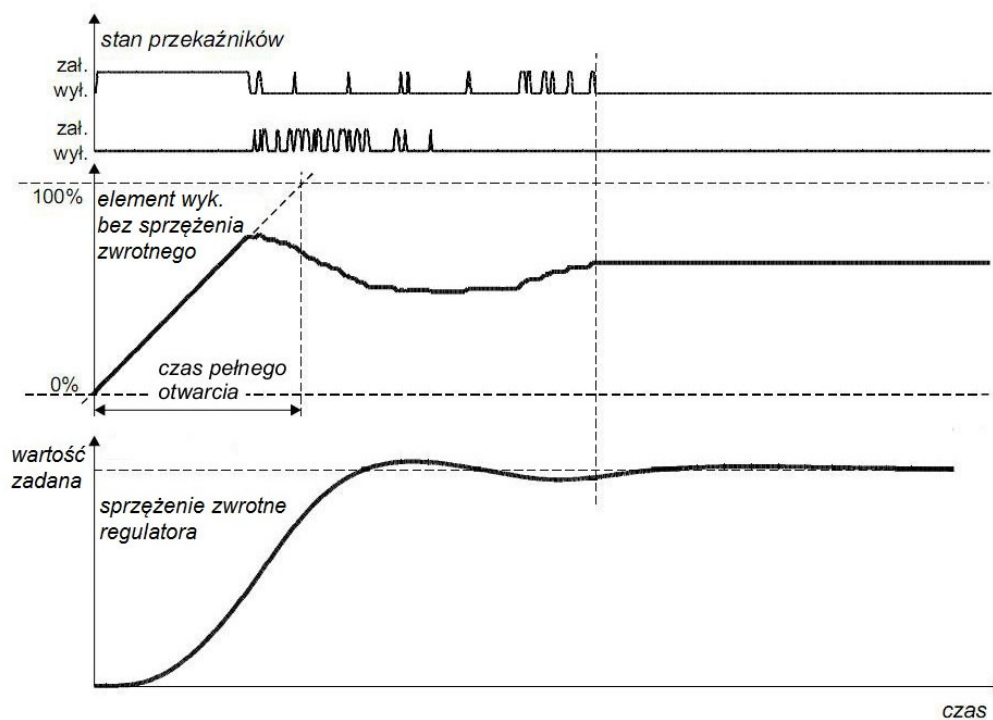
Dla obiektów, w których wymagana jest wyższa dokładność i stabilność regulacji należy zastosować regulator krokowy. Dla regulatora krokowego należy stosować dwa algorytmy:

- ze sprzężeniem zwrotnym elementu wykonawczego regulatora (rys. 5.2)
- lub
- bez sprzężenia zwrotnego elementu wykonawczego regulatora (rys. 5.3)

Dla regulatora krokowego należy wyznaczyć strefę nieczułości (tzw. Martwą strefę) według wymagań konkretnego obiektu regulacji, dodatkowo dla regulatora z elementem wykonawczym bez sprzężenia zwrotnego należy wyznaczyć jego czas otwarcia oraz czas zamknięcia.



Rys.5.2 Regulacja krokowa z elementem wykonawczym posiadającym sprzężenie zwrotne



Rys.5.3 Regulacja krokowa z elementem wykonawczym nieposiadającym sprzężenia zwrotne

Projektując układy sterowania należy przewidzieć algorytm sterowania grupowego. Wyjście sterownika np. nr 1 powinno załączyć/wyłączyć pierwszą grupę urządzeń wykonawczych (np. parę wentylatorów), a np. drugie wyjście sterownika powinno załączyć/wyłączyć drugą grupę urządzeń (np. drugą parę wentylatorów).

Sterowania i regulacje układu wentylacji należy bezwzględnie ustalić z użytkownikiem na etapie projektowania.

W ramach projektu wentylacji mechanicznej należy opracować projekt branży elektrycznej i AKPiA który będzie zawierał: - opis i zasadę działania układu (sterowanie, zależności, miejsce zasilania) - bilans mocy (wraz z obliczeniami) - dobór kabli i zabezpieczeń dla wszystkich elementów układu (wraz z obliczeniami) - rzuty budynków z naniesionym rozmieszczeniem poszczególnych elementów układu oraz trasami kablowymi - schematy elektryczne obejmujące: - schematy zasilania (jedno i wielokreskowe) - schematy poszczególnych rozdzielnic wentylatorowych, wraz z ich zabudową - schematy wszystkich połączeń wewnętrznych - schematy montażowe - pełne listy materiałowe - wymagania dokumentacji odbiorowej i warunki odbioru - instrukcję obsługi - oraz wszystkie pozostałe elementy wymagane przez SUT-E i SUT-A Projekty poszczególnych branż należy wykonać zgodnie z SDT PCC Rokita S.A.

PCC wymaga uzyskania kodów źródłowych (projektu) wraz z komentarzami i nie dopuszcza odstępstw od tej reguły. System sterowania powinien umożliwiać zamawiającemu wgląd do algorytmów sterowania oraz zarządzać nimi.

System sterowania wentylacją powinien umożliwiać użytkownikowi diagnostykę w czasie rzeczywistym układu np. za pomocą lampek sygnalizacyjnych, ekranu synoptycznego panelu HMI lub DCS.

W przypadku połączenia systemu sterowania wentylacją do nadrzędnego systemu DCS preferowanym protokołem komunikacyjnym jest Profibus DP lub komunikacja może się odbywać za pomocą sygnałów elektrycznych. Istnieje również możliwość, aby sterowanie wentylacją realizował system DCS, o ile istnieje taki system na danym obiekcie.

5.4.1 Panele operatorskie

1. Panele operatorskie powinny być zasilane z zasilania gwarantowanego.
2. Należy dostarczać panele operatorskie z:
 - a) matrycą dotykową,
 - b) kolorowym wyświetlaczem TFT,
 - c) wyświetlaczem 10",
 - d) rozdzielczością ekranu nie mniejszą niż 1024 x 600 pikseli.
3. Panele operatorskie oprócz standardowych funkcji wizualizacji powinny umożliwiać archiwizację zmiennych na kartach pamięci lub na dyskach sieciowych, obsługę alarmów,
4. Panele operatorskie powinny mieć możliwość oprogramowania i konfiguracji z EasyBuilder Pro V5.03.02.
5. Panele operatorskie powinny posiadać stopień ochrony nie gorszy niż:
 - a) IP 65 z przodu,
 - b) IP 20 z tyłu.
6. Panele operatorskie powinny mieć naklejoną odpowiednią folię ochronną na ekranie.
7. Panele operatorskie montowane na zewnątrz budynków oraz w nieogrzewanych budynkach i obiektach budowlanych należy osłonić dodatkowym otwieranym oknem wziernikowym np. typu

NSYCW55, z zamkiem na klucz, IP55, prod. Schneider Electric.

8. Preferowany model panela operatorskiego: Weintek 8102iE

9. Preferowaną formą logowania się do paneli operatorskich jest użycie czytników kart RFID oraz identyfikatorów. W szczególności należy stosować czytniki SIMATIC RF1000 ACCESS CONTROL READER RF1060R (6GT2831-6AA50) wraz z zestawem montażowym SIMATIC RF1000 CARD HOLDER FOR RF1060R AND RF1070R (6GT2890-0CA00).

5.4.2 Sterowniki PLC

1. Sterowniki PLC muszą posiadać zasilanie gwarantowane.

W przypadku konieczności zastosowania lokalnego sterowania i wizualizacji należy stosować:

a) Sterownik - Regulatory Danfoss serii ECL 310.

W szczególności należy wykorzystywać następujące moduły Danfoss:

- Regulator ECL Comfort 310; (Nr kat. 087H3040);
- Klucz aplikacji ECL (Nr kat. 087H3811),
- moduł dodatkowych Wejść/Wyjść ECA 32 wewn. ; (Nr kat. 087H3202),
- Podstawa regulatora ECL; (Nr kat. 087H3230),

b) Sterowniki programowalne zgodne z SUT C przy stosownym uzasadnieniu i za zgodą Zamawiającego.

2. Systemy ze sterownikami PLC powinny posiadać rezerwę zarówno w ilości wolnych kanałów modułów I/O, mocy obliczeniowych jak i licencji na poziomie co najmniej 25%.

3. Należy stosować tylko standardowe biblioteki danego systemu sterowania PLC.

4. Należy dostarczać kody źródłowe niezbędne do korzystania z oprogramowania zgodnie z jego przeznaczeniem wykorzystanych przez dostawcę aplikacji w tym oprogramowania open source, a także projekty źródłowe (logiki) regulacji, sterowania, wizualizacji, konfiguracji, raportowania, nastaw wraz z opisami i komentarzami umożliwiającymi Zamawiającemu ich przeglądanie, zmianę, rozbudowę oraz inne operacje niezbędne do prawidłowego działania i optymalizacji działania urządzeń lub instalacji w szczególności dla wszelkich użytych sterowników PLC oraz paneli operatorskich z wyłączeniem oprogramowania narzędziowego typu system CODESYS, e!COCKPIT, EasyBuilder Pro V5.03.02 itp., w którym tworzone są w/w projekty.

Kopie oprogramowania należy dostarczyć na nośnikach umożliwiających jego powtórne załadowanie i modyfikacje.

6. Prace montażowe i odbiór robót

Podstawowe wymagania

Wymaga się aby:

- konstrukcja,
- materiały,
- wytworzenie,
- badania techniczne,

były zgodne z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Instalacji Wentylacyjnych. COBRTI INSTAL Zeszyt 5 09.2002 r. i z obowiązującymi normami branżowymi:

- PN-89/B-01410 Wentylacja i klimatyzacja. Rysunek techniczny. Zasady wykonywania i oznaczenia
- PN-83/B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania
- PN-89/B-10425 Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły. Wymagania techniczne i badania przy odbiorze

- PN-78/B-03421 Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi
- PN-EN 779:2012E Przeciwpylowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej. Określanie parametrów filtracyjnych.
- PN-87/B-03433 Wentylacja. Instalacje wentylacji mechanicznej wywiewnej w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Wymagania.
- PN-EN 1506:2007E Wentylacja budynków. Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju kołowym. Wymiary.
- PN-EN 1505:2001P Wentylacja budynków . Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju prostokątnym. Wymiary
- PN-EN 1886:2008E Wentylacja budynków. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Właściwości mechaniczne.
- PN-EN 12097:2007P Wentylacja budynków . Sieć przewodów. Wymagania dotyczące elementów składowych sieci przewodów ułatwiających konserwację sieci przewodów.
- PN-EN 12792:2006P Wentylacja budynków. Symbole, terminologia i oznaczenia na rysunkach.

Ponadto sposób opakowania, transportowania, wyładunku, składowania i magazynowania powinien być odpowiedni dla danego typu i rodzaju materiału, oraz zgodny z wytycznymi ich producentów.

6.1. Wymagania wobec firmy wykonawczej i personelu

Dostawca będzie całkowicie odpowiedzialny za projekt rozwiązania mechanicznego.

Dostawca ujmie w swoich ofertach wykaz oraz pełen opis wszystkich odstępstw od specyfikacji Kupującego.

Wszystkie elementy wentylacyjne i klimatyzacyjne wykonane będą w oparciu o system metryczny.

Dostawca powinien posiadać wieloletnie doświadczenie potwierdzone listą referencyjną.

Oferowane urządzenia powinny być skonstruowane, aby zapewnić całkowite bezpieczeństwo obsłudze oraz posiadać stosowne atesty i dopuszczenia.

6.2. Prowadzenie prac

Prowadzenie prac powinno być zgodne z obowiązującym na terenie grupy PCC w Brzegu Dolnym:

- Zarządzeniem Dyrektora Generalnego PCC Rokita SA nr 15/2017 z dnia 25.04.2017r w sprawie szczegółowych zasad szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w PCC Rokita SA.
- Zarządzeniem Dyrektora Generalnego PCC Rokita SA nr 18/2011 z dnia 11.05.2011r, w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej.
- Zarządzeniem Dyrektora Generalnego PCC Rokita SA nr 18/2006 z dnia 31.03.2006r, w sprawie "Instrukcji Akcja Chlor, dotyczącej obowiązujących zasad postępowania na terenie PCC Rokita SA, na wypadek wystąpienia poważnej awarii chemicznej".
- Zarządzeniem Dyrektora Generalnego PCC Rokita SA nr 42/2007 z dnia 10.05.2007r w sprawie wprowadzenia do stosowania w PCC Rokita SA "Instrukcji postępowania w przypadku awarii produkcyjnych (wycieku substancji chemicznych, wystąpienia awarii elektrycznych i mechanicznych, itp.) i awarii pozaprodukcyjnych (wypadków drogowych, kolizji, itp.)".

- Zarządzeniem Dyrektora Generalnego PCC Rokita SA nr 24/2006 z dnia 25.05.2006 w sprawie „Instrukcji bezpiecznego prowadzenia prac na wysokościach, prac na drabinach oraz na rusztowaniach”.

6.3. Uruchomienie

6.3.1. Prace wstępne

Przed rozpoczęciem kontroli działania instalacji wentylacji należy wykonać następujące prace wstępne:

- Próbny ruch całej instalacji wentylacji w warunkach różnych obciążeń (72 godziny);
- Regulację strumieni powietrza i jego rozprowadzenia z uwzględnieniem specjalnych warunków eksploatacyjnych;
- Określenie strumienia powietrza na każdym elemencie zakańczającym, jeśli to konieczne, ustawienie kierunku przepływu powietrza z nawiewnika;
- Nastawienie i sprawdzenie działania urządzeń zabezpieczających;
- Nastawienie regulatorów regulacji automatycznej na wartości projektowane;
- Nastawienie elementów zasilania elektrycznego zgodnie z wymaganiami projektowymi;
- Przedłożenie protokołów z wszystkich pomiarów wykonanych w czasie regulacji wstępnej;
- Przeszkolenie służb eksploatacyjnych..

6.3.2. Procedura prac

6.3.2.1. Wymagania ogólne

Kontrola działania powinna postępować w kolejności od pojedynczych urządzeń i części składowych instalacji, przez poszczególne układy instalacji, do całej instalacji. Należy obserwować stabilność działania instalacji jako całości. W czasie kontroli działania instalacji wentylacji należy dokonać weryfikacji poprzednio wykonanych badań, nastaw i regulacji wstępnej instalacji wentylacji i klimatyzacji.

6.3.2.2. Kontrola działania wentylatorów i innych urządzeń wentylacyjnych

- Kierunek obrotów wentylatorów;
- Regulacja prędkości obrotowej lub inny sposób regulacji wydajności wentylatora;
- Działanie wyłącznika;
- Włączanie i wyłączanie regulacji oraz kontrola kierunku ruchu przepustnic;
- Działanie i kierunek regulacji urządzeń regulacyjnych;
- Elementy zabezpieczające silników napędzających.

6.3.2.3. Kontrola działania filtrów powietrza

Pomiar i monitorowanie spadku ciśnienia na filtrze.

6.3.2.4. Kontrola działania wymienników ciepła

- Sprawdzenie doprowadzenia czynników;
- Kierunek przepływu pompy cyrkulacyjnej (o ile jest zastosowana);
- Działanie układów regulacyjnych.

6.3.2.5. Kontrola działania nawiewników i wywiewników oraz kontrola przepływu powietrza w pomieszczeniu

- Wyrwkowe sprawdzenie działania elementów zakańczających;
- Próba dymowa do wstępnej oceny przepływów powietrza w pomieszczeniu jak również cyrkulacji powietrza w poszczególnych punktach pomieszczenia.

6.3.2.6. Kontrola działania elementów regulacyjnych i szaf sterowniczych

Wyrwkowe sprawdzenie działania regulacji automatycznej i blokad w różnych warunkach eksploatacyjnych przy różnych wartościach zadanych regulatorów, a w szczególności:

- Wartości zadanej temperatury powietrza w pomieszczeniu;
- Wartości zadanej temperatury powietrza zewnętrznego;
- Działania włącznika rozruchowego;
- Działania regulacji strumienia powietrza;

6.4. Pomiary

Celem pomiarów kontrolnych jest uzyskanie pewności, że instalacja osiąga parametry projektowe i wielkości zadane zgodnie z wymaganiami.

6.4.1. Zakres rzeczowy pomiarów kontrolnych

6.4.1.1. Dla instalacji

- Pobór prądu silnika wentylatora;
- Strumień objętości powietrza zewnętrznego, nawiewanego oraz wywiewanego;
- Temperatura powietrza nawiewanego i wywiewanego;
- Opór przepływu na filtrze powietrza.

6.4.1.2. Dla pomieszczenia

- Strumień objętości powietrza nawiewanego i wywiewanego;
- Temperatura powietrza nawiewanego i temperatura powietrza w pomieszczeniu;
- Poziom dźwięku

6.4.2. Zakres ilościowy pomiarów kontrolnych i kontroli działania

6.4.2.1. Zakres ilościowy

Zakres ilościowy kontroli działania i pomiarów kontrolnych należy ustalić z Inwestorem, a jeżeli nie ma specjalnych wymagań należy stosować poziom A (Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Instalacji Wentylacyjnych. COBRTI INSTAL Zeszyt 5 09.2002 r).

6.4.2.2. Procedura pomiarów

Pomiary powinny być wykonywane przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę, doświadczenie oraz uprawnienia budowlane do kierowania robotami w branży instalacyjnej.

Przed rozpoczęciem pomiarów kontrolnych należy określić położenie punktów pomiarowych, uzgodnić metody pomiarów i rodzaje przyrządów pomiarowych.

Tolerancja mierzonych wartości zgodnie z PN-EN 12599:

- Strumień objętości powietrza w pomieszczeniu $\pm 20 \%$;
- Strumień objętości powietrza w całej instalacji $\pm 15 \%$;

- Temperatura powietrza nawiewanego ± 2 °C;
- Temperatura powietrza w strefie przebywania ludzi $\pm 1,5$ °C;
- Poziom dźwięku A w pomieszczeniu ± 3 dB(A).

6.5. Regulacja

Ze względu na duże koszty inwestycyjne użycie falowników w nowobudowanym systemie wentylacji jest dopuszczalne tylko pod warunkiem, że ze względu na dużą zmienność wydajności systemu, zmniejszenie energochłonności systemu wentylacji przy użyciu falownika zapewni zwrot kosztów zakupu falownika w krótkim czasie- optymalnie do 5 lat, w instalacjach, których projektowany cykl życia wynosi 25 lat lub więcej.

Dla systemów, dla których wymagana jest stała, niższa prędkość obrotów wentylatora niż wynikająca z częstotliwości prądu w sieci należy zastosować silnik wielobiegowy.

6.6. Odbiór

Zgodnie z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Instalacji Wentylacyjnych COBRTI INSTAL Zeszyt 5 09.2002 r., celem sprawdzenia kompletności wykonywanych prac jest wykazanie, że w pełni wykonano wszystkie prace związane z montażem instalacji oraz stwierdzenie zgodności ich wykonania z projektem oraz z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

W ramach tego etapu prac odbiorowych należy przeprowadzić następujące działania:

- Porównanie wszystkich elementów wykonanej instalacji ze specyfikacją projektową, zarówno w zakresie materiałów, jak i ilości oraz, jeśli jest to konieczne, w zakresie właściwości i części zamiennych;
- Sprawdzenie zgodności wykonania instalacji z obowiązującymi przepisami oraz z zasadami technicznymi;
- Sprawdzenie dostępności dla obsługi instalacji ze względu na działanie, czyszczenie i konserwację;
- Sprawdzenie czystości instalacji;
- Sprawdzenie kompletności dokumentów niezbędnych do eksploatacji instalacji, w szczególności, ale nie wyłącznie przekazanych nastaw regulatorów, projektów sterowników itp.

W szczególności należy wykonać następujące badania:

6.6.1.1. Badanie ogólne

- Dostępności dla obsługi;
- Stanu czystości urządzeń, wymienników ciepła i systemu rozprowadzenia powietrza;
- Rozmieszczenia i dostępności otworów do czyszczenia urządzeń i przewodów;
- Kompletności znakowania;
- Rozmieszczenia zgodnie z projektem izolacji cieplnych i paroszczelnych;
- Zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji montażowych i wsporczych;
- Prawidłowości zainstalowania wszystkich urządzeń, zamocowania przewodów, itp. w sposób nie powodujący przenoszenia drgań;
- Środków do uziemienia urządzeń i przewodów.

6.6.1.2. Badanie wentylatorów i centrali wentylacyjnej

- Sprawdzenie, czy elementy urządzenia zostały połączone w prawidłowy sposób;
- Sprawdzenie zgodności tabliczek znamionowych (wielkości nominalnych);
- Sprawdzenie konstrukcji i właściwości (np. podwójna obudowa);
- Badanie przez oględziny szczelności urządzeń i łączników elastycznych;
- Sprawdzenie zainstalowania wibroizolatorów;
- Sprawdzenie zamocowania silników;
- Sprawdzenie prawidłowości obracania się wirnika w obudowie;
- Sprawdzenie naciągu i liczby pasów klinowych (włącznie z dostawą części zamiennych);
- Sprawdzenie zainstalowania osłon przekładni pasowych;
- Sprawdzenie ukształtowania łopatek wentylatora (łopatki zakrzywione do przodu lub do tyłu);
- Sprawdzenie zgodności prędkości obrotowej wentylatora i silnika z danymi na tabliczce znamionowej.

6.6.1.3. Badanie filtrów powietrza

- Sprawdzenie zgodności typu i klasy filtrów na podstawie oznaczeń z danymi projektowymi i producenta;
- Sprawdzenie zainstalowania i uszczelnienia filtra w obudowie;
- Sprawdzenia wskaźnika presostatów;
- Sprawdzenie czystości filtra.

6.6.1.4. Badanie wymienników ciepła

- Sprawdzenie zgodności tabliczek znamionowych (wielkości nominalnych);
- Sprawdzenie szczelności zamocowania w obudowie;
- Weryfikacja uszkodzeń powierzchni wymiany ciepła oraz elementów towarzyszących (odkraplaczy);
- Ocena poprawności podłączenia czynnika ze szczególnym uwzględnieniem armatury regulacyjnej.

6.6.1.5. Badanie sieci przewodów oraz elementów instalacji

- Badanie wyrywkowe szczelności połączeń przewodów przez sprawdzenie wzrokowe i kontrolę dotykową;
- Sprawdzenie wyrywkowe, czy wykonanie kształtek jest zgodne z projektem;
- Sprawdzenie materiału oraz sposobu i miejsca zamontowania: czerpni, wyrzutni, podstaw dachowych, regulatorów przepływu, klap pożarowych, przepustnic regulacyjnych

6.6.1.6. Badanie elementów zakańczających

- Sprawdzenie, czy typy, liczba i rozmieszczenie elementów zakańczających odpowiada danym projektowym.

6.6.1.7. Badanie elementów regulacji automatycznej i szaf sterowniczych

- Wyrywkowe sprawdzenie kompletności obwodów układu regulacji na podstawie schematu regulacji (minimum 20% obwodów);

- Sprawdzenie rozmieszczenia czujników;
- Sprawdzenie kompletności i rozmieszczenia regulatorów;
- Sprawdzenie szaf sterowniczych na zgodność z projektem odnośnie:
 - umiejscowienia, dostępu;
 - rozmieszczenia części zasilających i części regulacyjnych;
 - systemu zabezpieczeń;
 - wentylacji;
 - oznaczenia;
 - typów kabli;
 - uziemienia;
 - schematów połączeń w obudowach.

6.7. Dokumentacja odbiorowa

Przy odbiorze końcowym powinny zostać dostarczone następujące dokumenty:

- dokumentacja techniczna z ewentualnymi zmianami i uzupełnieniami, jeśli miały one miejsce w czasie montażu,
- protokoły pomiarów strumieni powietrza (odciąganego odciągami miejscowymi, nawiewanego i wywiewanego przez centrale wentylacyjne, powietrza wywiewanego i nawiewanego wentylacją awaryjną),
- protokoły z pomiarów dźwięku hałasu od urządzeń i instalacji,
- protokoły odbiorów częściowych na roboty zanikające,
- Wszystkie stosowane materiały powinny odpowiadać Polskim Normom, oraz posiadać odpowiednie aprobaty techniczne, atesty, certyfikaty lub świadectwa i decyzje o dopuszczeniu do stosowania w budownictwie, wydane przez upoważnione do tego jednostki (badawcze, normalizacyjne i certyfikacyjne, COBRTI INSTAL i in.)
- certyfikaty jakości wydane przez producentów urządzeń i elementów wentylacyjnych oraz świadectwa jakości wydane przez producentów materiałów,
- deklaracje zgodności urządzeń- certyfikaty CE,
- dokumenty stwierdzające dopuszczenie do stosowania w budownictwie materiałów i urządzeń,
- Instrukcję obsługi urządzeń wentylacyjnych i chłodniczych oraz protokoły ze szkolenia obsługi technicznej Kupującego urządzeń wentylacyjnych,
- schematy końcowe instalacji wentylacji, elektrycznej oraz topologii układów sterowania. Dodatkowo, parametry pracy instalacji, kopie nastaw regulatorów i programów sterowników, jeśli takie występują.
- DTR dla wszystkich urządzeń zamontowanych wchodzących w cały zakres zadania wraz z dostawą deklaracji zgodności, instrukcji obsługi oraz poświadczeń wykonania.
- karty gwarancyjne maszyn i urządzeń wchodzących w skład instalacji lub dostarczonych jako wyposażenie rezerwowe,
- zestawienie części zamiennych pierwszej potrzeby.

UWAGA:

Wszystkie stosowane materiały powinny odpowiadać Polskim Normom, oraz posiadać odpowiednie aprobaty techniczne, atesty, certyfikaty lub świadectwa i decyzje o dopuszczeniu do stosowania w budownictwie, wydane przez upoważnione do tego jednostki (badawcze, normalizacyjne i certyfikacyjne, COBRTI INSTAL i in.)