

KLIMATYZACJA I WENTYLACJA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ W ASPEKCIE KOMFORTU CIEPLNEGO I ODZYSKU CIEPŁA

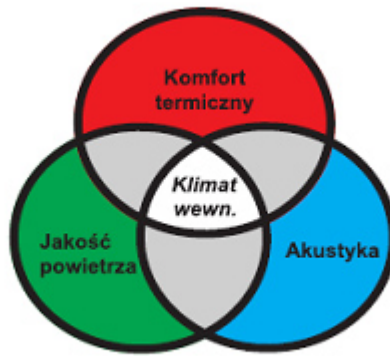
WSTĘP

Zadania urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych są znacznie większe od urządzeń ogrzewczych, których rola ogranicza się jedynie do ogrzewania pomieszczeń w okresie zimowym. Urządzenia klimatyzacyjne i wentylacyjne muszą utrzymywać stan powietrza, czyli np. temperaturę, wilgotność, prędkość przepływu, stopień zanieczyszczenia, w określonych zakresach w zależności od rodzaju i przeznaczenia tego pomieszczenia. W wielu pokojach mieszkalnych wystarcza zazwyczaj wentylacja naturalna, natomiast w wielu zakładach przemysłowych, biurach, kinach, salach widowiskowych należy stosować urządzenia klimatyzacyjne w pełni zautomatyzowane, które zapewniają utrzymanie zadanego stanu powietrza z mieszczącymi się w normie odchyleniami wartości jego parametrów. Pomiędzy tymi dwoma skrajnymi przypadkami istnieje wiele pośrednich rozwiązań, które uzależnione są od konkretnego obiektu, jak również od wymagań stawianych danej instalacji klimatyzacyjnej. W pełnej klimatyzacji, aby utrzymać warunki komfortu cieplnego dla ludzi lub zwierząt wprowadza się automatyczną regulację środowiska w pomieszczeniach. W takiej klimatyzacji wymagane jest aby istniała możliwość regulacji takich parametrów jak czystość, ruch, temperatura i wilgotność względna powietrza w przedziałach wartości założonych w projekcie. Instalację wentylacyjną, której zamierzonym działaniem jest ochładzanie i osuszanie powietrza (oprócz innych funkcji) nazywamy instalacją klimatyzacyjną. Oznacza to, że charakterystyczną cechą instalacji klimatyzacyjnej jest zdolność do usuwania zysków ciepła i wilgoci.

1. KOMFORT CIEPLNY

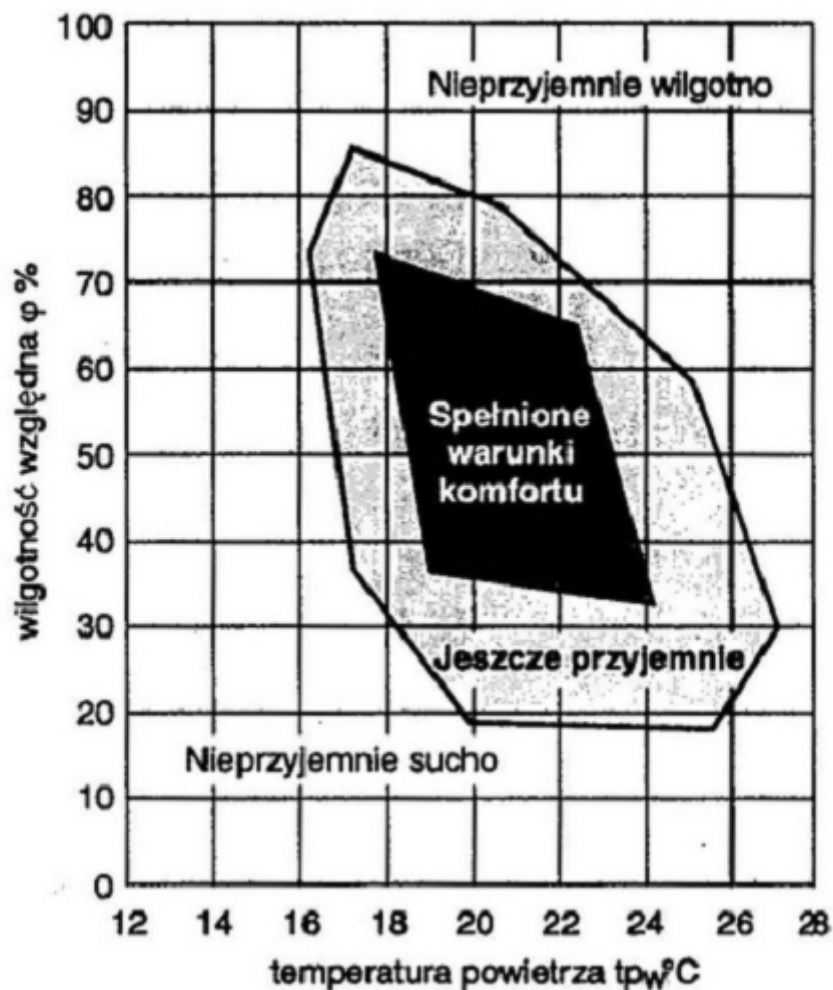
Zadaniem urządzeń wentylacyjnych jest wytwarzanie i zachowanie odpowiednich parametrów powietrza w pomieszczeniu. Sposób użytkowania pomieszczenia ma decydujący wpływ na wymagania dotyczące stanu powietrza. Projektując urządzenia wentylacyjne do obsługi pomieszczeń dla stałego pobytu ludzi, a takimi są sale widowiskowe i kinowe, najistotniejszym kryterium jest odczucie komfortu cieplnego. Komfortem cieplnym nazywamy taki dobór parametrów powietrza (oddziałujących kompleksowo lub indywidualnie w pewnych określonych granicach), który daje wrażenie przyjemnego samopoczucia cieplnego dla ludzi, przebywających w danym pomieszczeniu (Rys. 1.)[2]. Szczególnie ważne znaczenie mają następujące parametry:

- a) temperatura powietrza w pomieszczeniu,
- b) wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu,
- c) prędkość powietrza w miejscu przebywania ludzi,
- d) hałas,
- e) czystość powietrza.



Rys. 1. Podstawowe składniki komfortu w pomieszczeniu
 Źródło: www.klimatyzacja.pl

- Ad. a)
 Mówiąc o zagadnieniu komfortu cieplnego należy założyć, że temperatura powietrza w pomieszczeniu jest wielkością zależną, ściśle związaną z temperaturą powietrza zewnętrznego i wilgotnością względną powietrza w pomieszczeniu.
- Ad. b)
 Zmniejszenie wilgotności powietrza pozwala na obniżenie temperatury w pomieszczeniach z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego. Ścisły związek pomiędzy obniżaniem górnej granicy wilgotności względnej a wzrostem temperatury w pomieszczeniu, znajduje uzasadnienie w sposobie oddawania ciepła przez organizm ludzki. Przy niskiej wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu ludzie oddają dużo więcej ciepła przez odparowanie niż przy dużej wilgotności. Na rysunku 2. przedstawiony jest zakres komfortu cieplnego dla temperatury powietrza w pomieszczeniu i wilgotności względnej przy prędkości powietrza 0÷2 m/s.



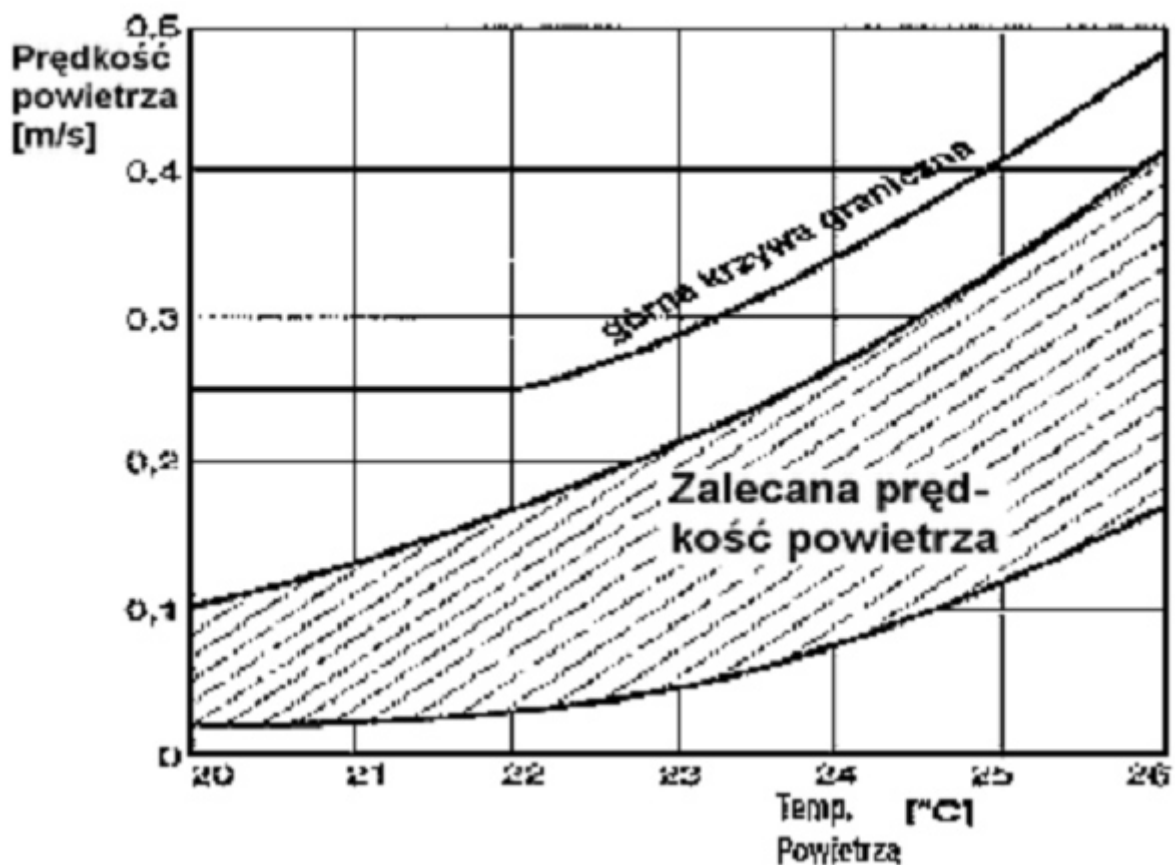
Rys. 2. Zakres komfortu cieplnego dla temperatury i wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu.

Źródło: Lampe G., Pfeil A., Schmittlutz R., Tokarz M.: Projekt klimatyzacji a projekt budynku. Arkady, Warszawa 1981

Ad.

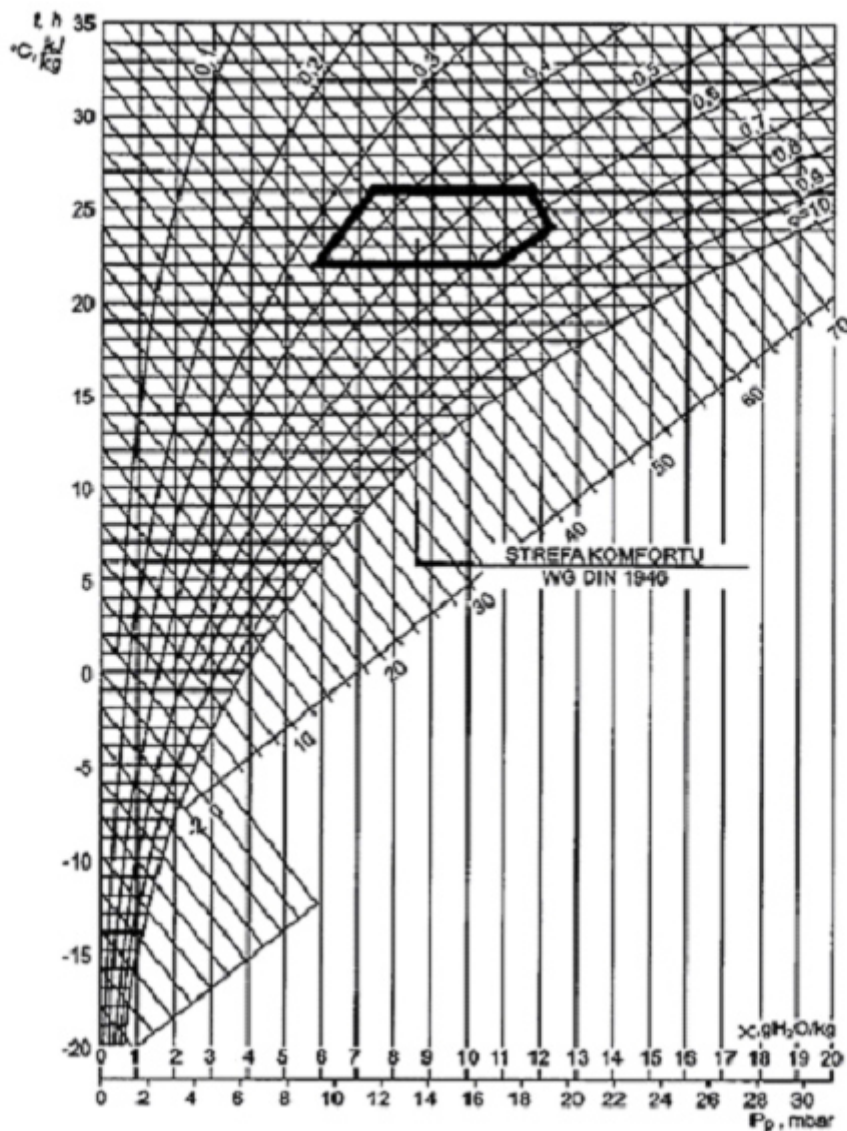
c)

Oddziaływanie prędkości powietrza w pomieszczeniu na odczucie komfortu cieplnego człowieka możemy zauważyć dzięki zjawisku przeciągu. Zjawisko to wpływa na wzrost ochładzania ciała człowieka w wyniku większych prędkości powietrza w pomieszczeniu i odczuwane jest przez organizm ludzki jako obniżenie temperatury przy faktycznie niezmienionej temperaturze powietrza w pomieszczeniu. Rysunek 3. przedstawia zakres komfortu cieplnego dla temperatury i prędkości powietrza w pomieszczeniu.



Rys. 3. Zakres komfortu cieplnego dla temperatury i prędkości powietrza w pomieszczeniu.

Można przyrzeć się także zakresowi komfortu cieplnego na wykresie h-x oraz temperaturze efektywnej (Rys. 4.). Na wykresie h-x została przedstawiona strefa komfortu, będąca wypadkową odczucia komfortu co do temperatury i wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu. Komfort cieplny może zostać także określony za pomocą temperatury efektywnej, na którą składają się trzy czynniki: temperatura w pomieszczeniu, wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu oraz prędkość powietrza. Temperatura efektywna pokazuje, że mając do dyspozycji wysoką temperaturę powietrza w pomieszczeniu, przy jednocześnie nieznacznej wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu i wysokiej prędkości powietrza, można wytworzyć równorzędne odczucie ciepłe, takie jak mając do dyspozycji odpowiednio niższe wartości temperatury powietrza w pomieszczeniu, przy jednocześnie wysokiej wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu i nieznacznej prędkości powietrza.



Rys. 4. Strefa komfortu cieplnego na wykresie h-x.

Źródło: Gaziński B.: Poradnik Klimatyzacja. Systherm Serwis, Poznań 2001

Ad.

d)

Całkowite natężenie dźwięków jest sumą hałasów wytworzonych w instalacji wentylacyjnej oraz w innych źródłach. Na hałasy instalacji wentylacyjnej składają się praca wentylatorów oraz szum wywołany nadmiernymi prędkościami powietrza w kanałach i na kratkach wentylacyjnych. Innymi źródłami hałasów są np. hałasy wywołane przez ruch uliczny, hałasy od windy, a także instalacji wodociągowo-kanalizacyjnej itp. Hałasy pochodzące od instalacji wentylacyjnych, które przedostają się do pomieszczeń najczęściej przez sieć kanałów jako dźwięki powietrzne lub materiałowe muszą w każdym pomieszczeniu zawierać się w kryteriach dla pomieszczeń o odpowiednim przeznaczeniu (Tabela 1). Uznaję się, że dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego to taki poziom, który nie przekracza podanej wartości granicznej więcej niż o 2 dB. Dążenie do utrzymania dopuszczalnego poziomu ciśnienia akustycznego zgodnie z kryteriami ma sens tylko wtedy, gdy inne hałasy np. hałasy pochodzące z zewnątrz, wywołane ruchem ulicznym, nie są wyższe od wymaganych wartości granicznych dla danej instalacji. Przy sprawdzaniu, czy została utrzymana wartość graniczna, należy także uwzględnić poziom dźwięków zakłócających, mierząc hałas przy włączonej i wyłączonej instalacji. Uzyskany w ten sposób poziom ciśnienia akustycznego (hałasu) powinien odpowiadać dopuszczalnemu poziomowi ciśnienia akustycznego zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1
 Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku dla pomieszczeń różnego przeznaczenia.
 Źródło: SYSTEMAIR: Wentylacja – materiały pomocnicze

| Przeznaczenie pomieszczeń | Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wszystkich źródeł hałasu łącznie, [dB] | |
|--|---|--------|
| | w dzień | w nocy |
| Czytelnie, sale posiedzeń, gabinety dyrektorów | 35 | 35 |
| Pokoje w hotelach kategorii II i niższych | 45 | 35 |
| Sale kinowe, klasy i pracownie szkolne, sale wykładowe, audytoria | 40 | - |
| Sale konferencyjne | 40 | - |
| Pomieszczenia do pracy umysłowej wymagającej silnej koncentracji uwagi | 35 | - |
| Pomieszczenia administracyjne bez wewnętrznych źródeł hałasu | 40 | - |
| Sale zajęć w domach kultury | 35+45 ¹⁾ | - |
| Sale kawiarniane i restauracyjne | 50 | - |
| Sale sklepowe | 50 | - |

1) Należy przyjmować indywidualnie w podanych granicach w zależności od kategorii zajęć.

Ad. e)

Przez czystość powietrza rozumie się stopień zanieczyszczenia powietrza. Do zanieczyszczeń powietrza, które zmniejszają odczucie komfortu są:

- pyły,
- gazy i pary,
- zapachy.

Pyły

Zwykle zawartość pyłu w powietrzu w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi jest tak nieznaczna, że nie daje powodów do odczuwania dyskomfortu. Czasami jednak zdarza się, że zawartość pyłu może stać się do tego stopnia wyczuwalna, iż zachodzi potrzeba zmniejszenia jego zawartości przez filtrowanie powietrza.

Gazy,

pary

i

zapachy

Gazy, pary i zapachy wytwarzane są w pomieszczeniach podczas parowania z organizmów, wskutek procesów spalania i ogrzewania lub napływu zanieczyszczonego powietrza z zewnątrz. Należy zaznaczyć, że dodatkowym obciążeniem jest dym tytoniowy.

2. SYSTEMY WENTYLACJI

Prawidłowa wentylacja zapewnia stały i wystarczający dopływ świeżego powietrza. Nowoczesne budownictwo kładzie duży nacisk na wysoką termoizolacyjność i niskie koszty utrzymania wymaganych parametrów powietrza w pomieszczeniach. Nowoczesne budynki są coraz to bardziej ekologiczne, mrozooodporne, ciepłe. Budynki te ze względu na swoją dużą izolacyjność stawiają bardzo duże wymagania systemom wentylacyjnym. Brak sprawnej instalacji wentylacyjnej w takim budynku może doprowadzić do gnicia ścian i kłopotów zdrowotnych mieszkańców.

Można wymienić następujące rodzaje wentylacji:

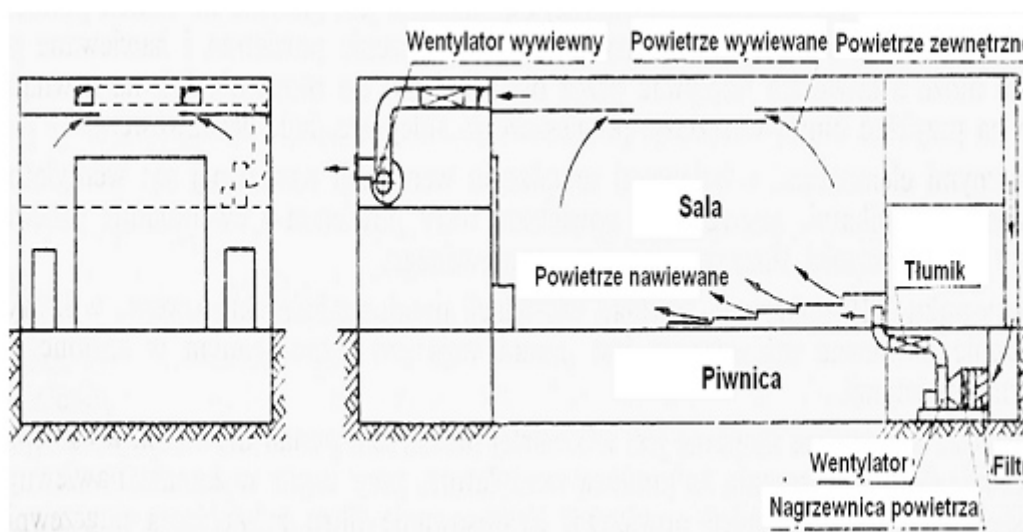
- wentylacja naturalna (grawitacyjna) - spotykana zazwyczaj w domach mieszkalnych. Siłą napędową wentylacji naturalnej jest różnica gęstości powietrza zimnego i ciepłego lub różnica ciśnień powstająca w wyniku działania wiatru. Powietrze zimne napływa do pomieszczeń przez nieszczelności w oknach lub przez nawiewniki zakładane w oknach i ścianach. Powietrze to po wymieszaniu z powietrzem znajdującym się w pomieszczeniu i ogrzaniu, opuszcza pomieszczenie, wraz z zanieczyszczeniami, przez kratki wentylacyjne podłączone do kanałów wentylacyjnych. Skuteczne działanie wentylacji grawitacyjnej w większości przypadków występuje tylko w zimie, gdyż uzależnione jest od temperatury powietrza zewnętrznego. Tak więc zastosowanie wentylacji grawitacyjnej ograniczone jest do przypadków specjalnych, takich jak, stajni, małych umywalni i innych podobnych pomieszczeń, w których chwilowe obniżenie przepływu powietrza nie stanowi poważnego problemu.

- wentylacja wywiewna - instalacje wentylacji wywiewnej usuwają powietrze za pomocą wentylatora z pomieszczenia i wyłaczają je na zewnątrz, zaś świeże powietrze dopływa przez otwory z sąsiednich pomieszczeń przez drzwi i inne otwory lub z zewnątrz budynku przez okna. Ponieważ instalacje wentylacji wywiewnej wytwarzają w pomieszczeniach podciśnienie, stosowane są w szczególności do zapobiegania rozprzestrzenianiu się zużytego lub zanieczyszczonego powietrza. Znajdują one zastosowanie w pomieszczeniach, w których występuje zanieczyszczenie powietrza gazem, parą, zapachami lub w pomieszczeniach o wysokiej temperaturze, jak np. kuchnie, toalety, garderoby, laboratoria, kabiny projekcyjne, ciemnie itd. Jeżeli zapewni się możliwość dopływu świeżego powietrza do pomieszczenia odpowiednimi drogami, bez zjawiska przeciągów, to te instalacje wywiewne są najprostszym i najskuteczniejszym środkiem do polepszenia jakości powietrza, aczkolwiek ich zastosowanie ogranicza się do małych pomieszczeń. Stosowanie systemów wentylacji mechanicznej wywiewnej jest jednak zabronione w mieszkaniach wyposażonych w paleniska na paliwo stałe, kominki lub gazowe podgrzewacze wody z grawitacyjnym odprowadzeniem spalin. Nie można ich również stosować wraz z kanałowym systemem wentylacji grawitacyjnej w obrębie jednego pomieszczenia.

- wentylacja nawiewna - instalacja wentylacji nawiewnej odwrotnie do wentylacji wywiewnej zasysa powietrze z zewnątrz i tłoczy je do wentylowanych pomieszczeń. Nadmiar powietrza wypływa przez drzwi, okna, inne otwory i nieszczelności do sąsiednich pomieszczeń lub na zewnątrz budynku. Instalacje te wytwarzają więc w pomieszczeniu nadciśnienie i w ten sposób niemożliwy staje się dopływ niepożądanego powietrza. W okresie zimowym wymagane jest podgrzewanie nawiewanego powietrza do temperatury pokojowej przy pomocy nagrzewnicy powietrza, podłączonej do źródła energii, np. prądu elektrycznego, gazu albo gorącej wody. Stosowanie tylko wentylacji nawiewnej w rzeczywistości ogranicza się do pomieszczeń typu: warsztaty, sklepy, hale wystawowe, w których nie występuje silne zanieczyszczenie powietrza, a nawiewane powietrze może łatwo wypływać przez okna i drzwi do otoczenia.

- wentylacja nawiewno-wywiewna - najczęściej spotykanym rodzajem wentylacji budynków użyteczności publicznej są instalacje wentylacji nawiewno-wywiewnej. Znalazły one zastosowanie

przede wszystkim w dużych pomieszczeniach, aczkolwiek odpowiednie są też dla mniejszych pomieszczeń. Poprzez odpowiednie dobranie ilości powietrza nawiewanego i wywiewanego z pomieszczeń można wytworzyć w zależności od potrzeb niewielkie nadciśnienia lub podciśnienia. W instalacjach wentylacji nawiewno-wywiewnej zarówno nawiew świeżego, jak i usuwanie na zewnątrz zużytego powietrza odbywają się przy pełnej kontroli i w sposób wymuszony. W rzeczywistości jest to bardzo dobre rozwiązanie, gdyż mamy możliwość zmiany intensywności wymiany powietrza w zależności od rzeczywistych potrzeb. Jest to najkorzystniejszy system wentylacji dla praktycznie wszystkich, a zwłaszcza tych większych pomieszczeń, jak np. różnego rodzaju sale, teatry, kina, restauracje, hale sportowe itd. Schemat wentylacji nawiewno-wywiewnej sali kinowej zamieszczony jest na rysunku 5.

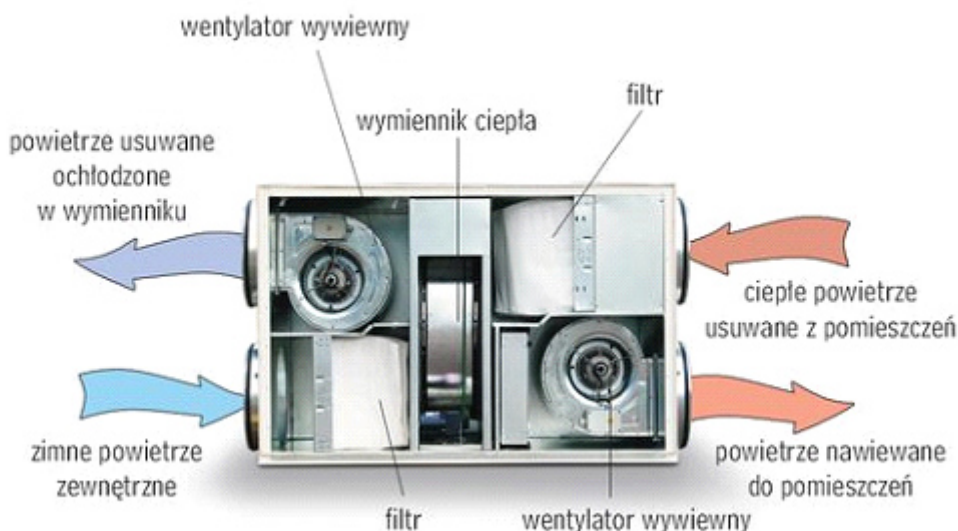


Rys. 5. Wentylacja nawiewno-wywiewna sali kinowej.

Źródło: Recknagel – Springer: *Ogrzewanie i klimatyzacja*. Arkady, Warszawa 1976

Jest to wentylacja nawiewno-wywiewna bez odzysku ciepła, w której zasysane z zewnątrz powietrze jest oczyszczane za pomocą filtra, następnie podgrzewane w nagrzewnicy do wymaganej temperatury i za pomocą wentylatora nawiewnego włączane jest do przestrzeni pod fotelami skąd przez nawiewniki dopływa do pomieszczenia sali kinowej. Wentylator umieszczony w pomieszczeniu obok usuwa na zewnątrz powietrze wywiewane z sali kinowej za pomocą otworów sufitowych.

Jednym z najważniejszych elementów systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej jest centrala wentylacyjna, wyposażona w wentylator nadmuchowy, który zasysa świeże powietrze z zewnątrz i włącza je do pomieszczeń, oraz wyciągowy, który wyrzuca na zewnątrz powietrze zużyte. Charakterystyczną cechą wentylacji nawiewno-wywiewnej jest możliwość odzyskiwania ciepła z usuwanego z pomieszczeń zużytego powietrza wentylacyjnego. Centrala wentylacyjna z odzyskiem ciepła, której schemat przedstawiony jest na rysunku 6., posiada wymiennik ciepła, w którym pomiędzy strumieniem powietrza wywiewanego, a nawiewanego zachodzi wymiana ciepła.



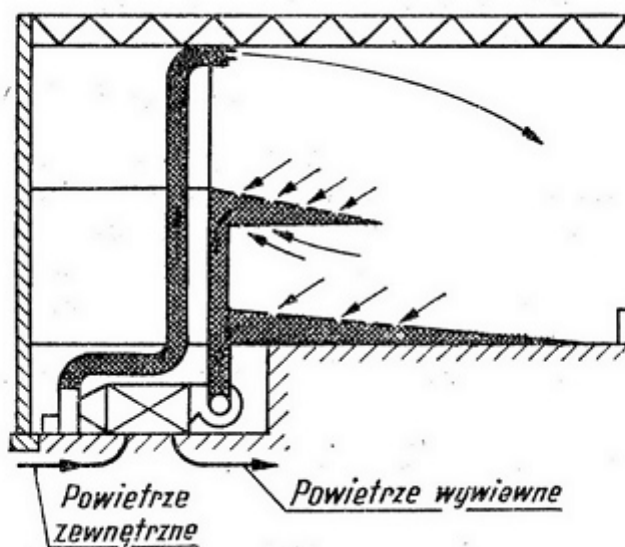
Rys. 6. Schemat centrali wentylacyjnej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.
 Źródło: www.budujemydom.pl

Podczas gdy na dworze jest niższa temperatura niż w budynku, ciepłe powietrze wywiewane z pomieszczeń oddaje ciepło do powietrza nawiewanego, napływającego z zewnątrz. Dzięki takiej rekuperacji istnieje możliwość odzysku nawet do 80% ciepła, które w omawianych wcześniej instalacjach wentylacyjnych było tracone. Kolejnymi elementami wchodzącymi w skład systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej są czepnie i wyrzutnie powietrza. Za pomocą czepni świeże powietrze jest pobierane z zewnątrz budynku, a za pomocą wyrzutni zużyte powietrze jest usuwane na zewnątrz budynku. Wyrzutnię umieszcza się zazwyczaj na dachu budynku lub na jednej z jego ścian, czepnię natomiast można umieścić zarówno na ścianie budynku, jak i na terenie wokół niego, ale pod warunkiem, że miejsce to będzie osłonięte od zanieczyszczeń i zacienione. Natomiast czepnia na ścianie powinna być umieszczona po stronie północnej budynku, z dala od kominów, wyrzutni zużytego powietrza jak i wywiewek kanalizacyjnych. Kolejnymi elementami systemów wentylacji nawiewno-wywiewnej są kanały wentylacyjne oraz nawiewniki i wywiewniki umieszczone na końcach kanałów wentylacyjnych.

3. SYSTEMY KLIMATYZACJI I WENTYLACJI BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

Głównym celem jaki stawiany jest urządzeniom klimatyzacyjnym jest utrzymywanie w ustalonych granicach parametrów powietrza takich jak: temperatura, wilgotność, ciśnienie, czystość i stan fizyko-chemiczny. Zadaniem tych urządzeń jest więc realizowanie łącznie kilku procesów uzdatniania powietrza w celu zapewnienia określonych parametrów powietrza w pomieszczeniu. Tak więc w skład urządzeń klimatyzacyjnych, w zależności od wymagań, wchodzi na przykład urządzenia do ochładzania, ogrzewania, nawilżania, osuszania powietrza, a także urządzenia do automatycznej regulacji parametrów powietrza. Klimatyzacja oprócz tego, że polepsza człowiekowi komfort bytowania, to w wielu przypadkach zapewnia wymagane warunki pracy nowoczesnym i skomplikowanym urządzeniom, a także zapewnia odpowiednie warunki pracy dla pracowników podnosząc ich wydajność. Na podstawie tych zadań możemy podzielić urządzenia klimatyzacyjne na dwie grupy: urządzenia stosowane w klimatyzacji komfortu oraz w klimatyzacji przemysłowej. Klimatyzacja komfortu ma za zadanie zapewnić odpowiedni mikroklimat zarówno w lecie jak i zimą na przykład w pomieszczeniach użyteczności publicznej takich jak: kina, teatry, sale

konferencyjne, czy pomieszczenia sklepowe. Natomiast klimatyzacja przemysłowa ma za zadanie utrzymywać optymalne parametry powietrza dla potrzeb procesu technologicznego w określonym zakładzie, jak również odpowiednie warunki pracy dla jego pracowników. Biorąc pod uwagę wymagania odnośnie klimatyzacji, jak i wielkość budynków czy warunki zewnętrzne stosuje się klimatyzację złożoną z pojedynczych klimatyzatorów, bądź złożoną ze skomplikowanych układów w większości przypadków połączonych z centralami wentylacyjnymi. Obecnie w przypadku budynków użyteczności publicznej jakimi są widownie kin i wszelkiego typu sale widowiskowe stosuje się prawie wyłącznie ogrzewanie i klimatyzowanie powietrze, w którym instalacje służą także do celów wentylacyjnych. W salach widowiskowych można stosować częściową lub pełną klimatyzację. Wyklucza się stosowanie miejscowych grzejników, ze względu na ich dużą bezwładność cieplną, co utrudnia proces regulacji wydajności, a więc dostosowania ich wydajności do szybko zmieniającego się obciążenia cieplnego. Aby móc zastosować pełną lub częściową klimatyzację należy dobrać odpowiedni sposób chłodzenia powietrza. Jeśli mamy do czynienia z małymi wydajnościami chłodniczymi możemy zastosować układy z bezpośrednim chłodzeniem powietrza, zaś przy dużych wydajnościach musimy zastosować układy z pośrednim chłodzeniem powietrza. Kolejnym ważnym elementem, który należy wziąć pod uwagę podczas projektowania i instalacji urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych w salach widowiskowych jest rozdział powietrza. Istnieje wiele sposobów uzyskania właściwego rozdziału powietrza. Nawiew powietrza można umieścić w dowolnym miejscu widowni, zaś prawidłowy rozdział powietrza nawiewanego uzyskamy przy pomocy dobrego rozwiązania konstrukcyjnego nawiewników. Na rysunkach 7, 8 i 9 przedstawiono różne sposoby rozwiązania nawiewu i wywiewu powietrza z sal widowiskowych.

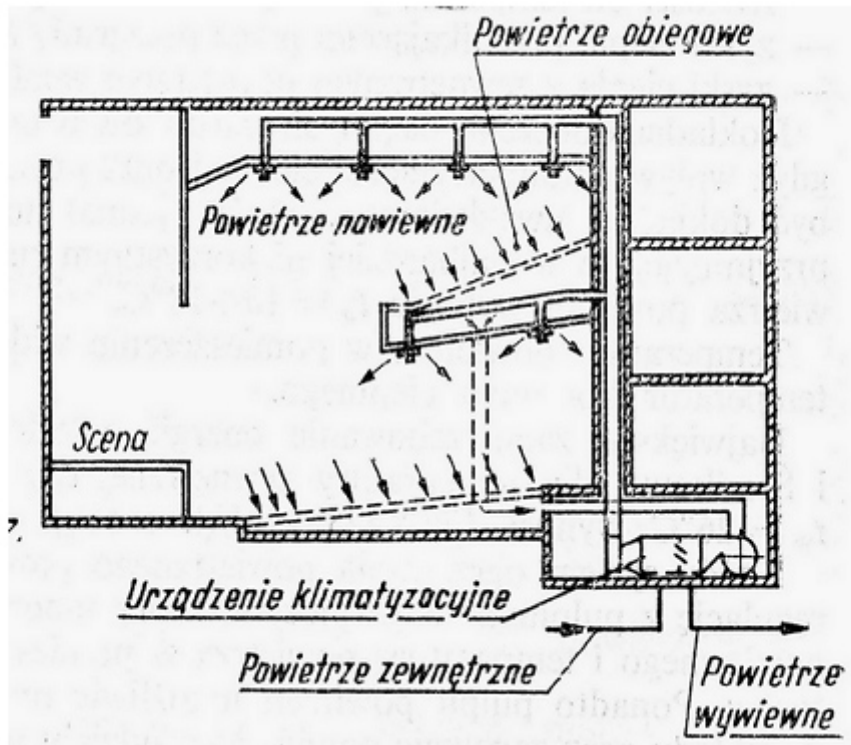


Rys. 7. Wentylacja i klimatyzacja kina z nawiewem ponad balkonem i odciąganiem powietrza pod fotelami balkonu i parteru, w celu wywołania odpowiedniego przepływu powietrza zastosowano odsysanie pod balkonem; ten rodzaj doprowadzenia powietrza nosi nazwę „zasilania strumieniowego”.

Źródło: Recknagel – Springer: Ogrzewanie i klimatyzacja. Arkady, Warszawa 1976.

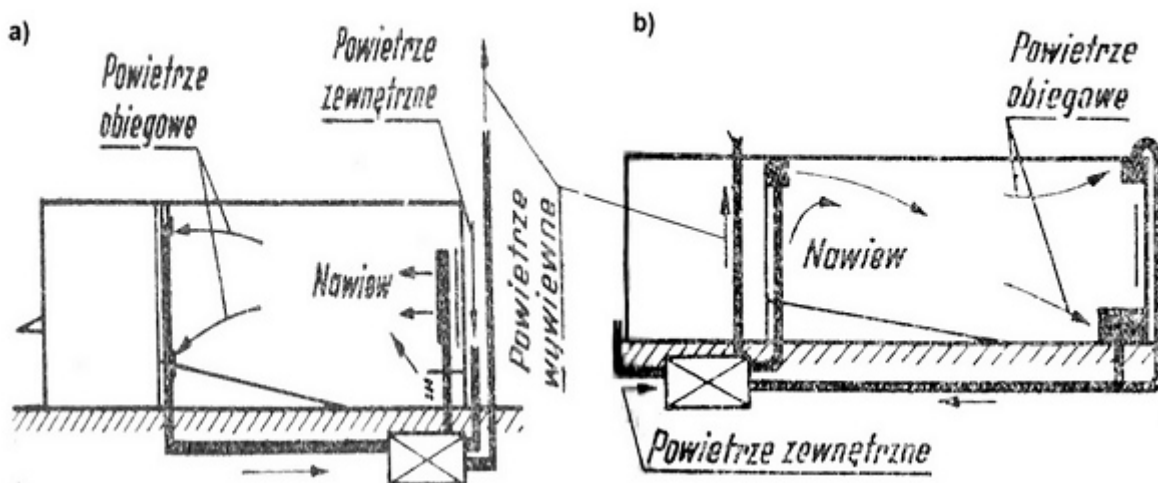
Urządzenia nawiewne i wywiewne pozwalają na uzyskanie prawidłowej wentylacji pomieszczenia. Aby uprościć obsługę urządzeń powinno się instalować urządzenia monoblokowe nawiewno-wywiewne lub instalować je obok siebie, zwracając przy tym uwagę na tłumienie hałasu wytwarzanego przez wentylatory, co jest bardzo istotne w salach widowiskowych. Należy także dodać, że w celu uzyskania optymalnego efektu, tłumiki hałasu zamontowane w kanałach

nawiewnych i wywiewnych powinny być obliczone skrupulatnie, z dużą dokładnością.



Rys. 8. Klimatyzacja widowni sali widowiskowej z zastosowaniem anemostatów (nawiewników).
Źródło: Recknagel – Springer: Ogrzewanie i klimatyzacja. Arkady, Warszawa 1976.

Przy projektowaniu układu wentylacyjnego sali widowiskowej należy kłaść duży nacisk na to, aby umożliwić eksploatację zarówno z powietrzem zewnętrznym, jak również z recyrkulacją i mieszaniem. System wywiewny powinien spełniać swoje podstawowe zadanie, tak aby powietrze czerpane z widowni mogło odpływać na zewnątrz budynku (praca z powietrzem zewnętrznym) lub dopływać do systemu nawiewnego (praca recyrkulacyjna). Proces wentylacji widowni przed seansem może odbywać się w układzie z recyrkulacją, a następnie w zależności od liczby widzów, tuż po rozpoczęciu seansu doprowadza się odpowiednią ilość świeżego powietrza zewnętrznego.



Rys. 9. Wentylacja lub klimatyzacja widowni kina w układzie podłużnym: a- z odciąganiem powietrza

od strony widowni i nawiewem powietrza od strony ekranu, b- z nawiewem powietrza po widowni i odciąganiem powietrza po stronie ekranu.

Źródło: Recknagel – Springer: Ogrzewanie i klimatyzacja. Arkady, Warszawa 1976.

Podobnie jak w przypadku wentylacji, klimatyzację cechuje ten sam sposób prowadzenia kanałów powietrznych. Widoczna różnica pomiędzy instalacją wentylacyjną a klimatyzacją polega na sposobie przygotowania (uzdatniania) powietrza, mimo to każda instalacja wentylacyjna może być dostosowana do zadań klimatyzacji. Jeśli zakłada się, iż w pomieszczeniach widowni dozwolone jest palenie tytoniu, zaleca się nawiewanie powietrza z dołu do góry, ponieważ przy innym układzie nie można zagwarantować całkowitego usunięcia dymu tytoniowego. Kolejnym ważnym elementem, który należy wziąć pod uwagę projektując instalację wentylacyjną i klimatyzacyjną jest zapotrzebowanie powietrza. W celu określenia zapotrzebowania powietrza dla potrzeb wentylacji, ogrzewania i klimatyzacji bierze się pod uwagę zazwyczaj normy zużycia, tj. ilość powietrza potrzebnego dla jednego człowieka w czasie jednej godziny. Wydajność urządzeń wywiewnych przyjmuje się ok. 10-15% mniejszą niż wydajność urządzeń nawiewnych. Ostatnim istotnym elementem, który należy wziąć pod uwagę przy projektowaniu instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej jest zapotrzebowanie energii chłodniczej. Zakłada się, że temperatura powietrza w pomieszczeniu widowni chłodzonej w okresie letnim nie powinna być stała, ale powinna wzrastać jednocześnie ze wzrostem temperatury zewnętrznej, gdyż zbyt niska temperatura wewnątrz pomieszczenia w okresie gorących dni powoduje przeziębienie się widzów. W przypadku nie chłodzonych widowni, źródłami ciepła, wpływającymi negatywnie na samopoczucie ludzi w kinach w lecie są:

- emisja energii cieplnej przez widzów, która zależy od temperatury w pomieszczeniu,
- zyski ciepła przenikającego przez przegrody i stropy,
- zyski ciepła od powietrza zewnętrznego napływającego z nie chłodzonej wentylacji podczas gorących dni letnich.

Ze względu na fakt, iż w salach widowiskowych wpływ akumulacyjności cieplnej oraz promieniowania otaczających ścian nie może być dokładnie obliczony powstają problemy z dokładnym obliczeniem cieplnych warunków w tych salach, jednakże przyjmując, że w najbardziej niekorzystnym przypadku temperatura nawiewanego powietrza powinna wynosić $t_{pn}=10-19$ oC, można uzyskać dość zadowalające wyniki. Temperatura powietrza w pomieszczeniu sali widowiskowej zawierać się będzie wówczas w granicach temperatur komfortu cieplnego. Warto dodać, że każdy system klimatyzacji powinien posiadać automatyczną regulację z pulpitem sterowniczym, który zapewnia automatyczne sterowanie systemem klimatyzacji oraz umożliwia kontrolę temperatury powietrza nawiewnego i kontrolę temperatury powietrza w pomieszczeniu sali widowiskowej. Prócz tego układ automatyki powinien umożliwić regulację dopływu świeżego powietrza zewnętrznego do systemu klimatyzacji oraz zapewnić pomiar jego udziału w powietrzu wentylacyjnym.

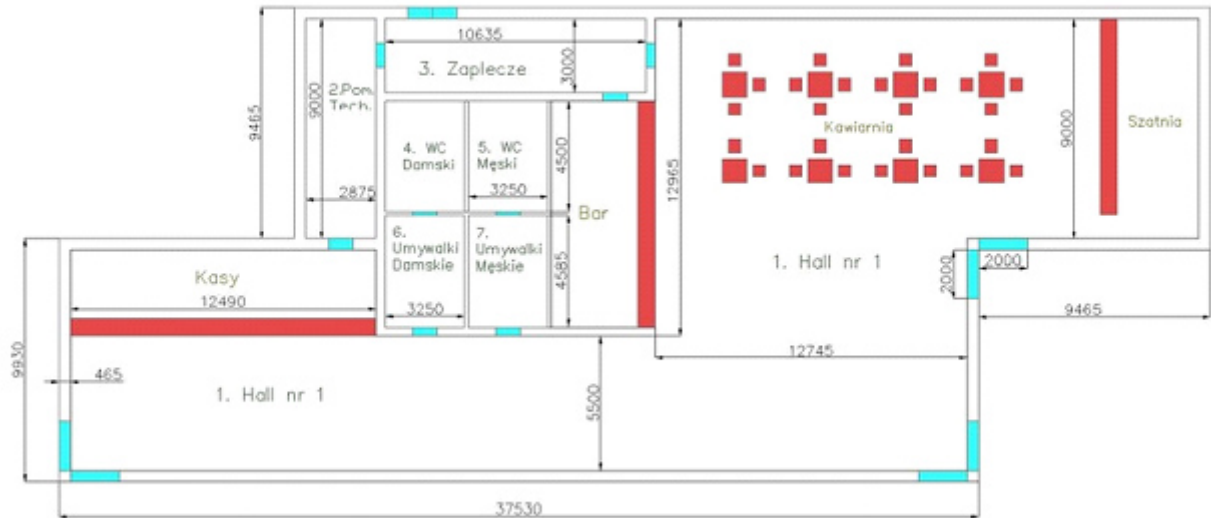
4. PRZYKŁADOWY SCHEMAT INSTALACJI WENTYLACYJNO - KLIMATYZACYJNEJ BUDYNKU KOMPLEKSU KINOWEGO

4.1. Założenia projektowe

Przykład instalacji klimatyzacyjno-wentylacyjnej obejmuje budynek nieistniejącego kompleksu kinowego. Budynek składa się z dwóch kondygnacji i nie jest podpiwniczony. Konstrukcja budynku jest murowana i składa się z warstwy bloczków betonu komórkowego oraz warstwy izolacji w postaci wełny mineralnej. Rozkład pomieszczeń zamieszczony jest na rysunku 10 oraz rysunku 11.

| Dane | | budynku: |
|---------------|-------------------|----------------|
| Powierzchnia | zabudowy.....731 | m ² |
| Powierzchnia | użytkowa.....1300 | m ² |
| Kubatura..... | 6990 | m ³ |

Ilość sal kinowych.....3
 Ilość widzów w każdej sali kinowej.....100
 Ilość konsumentów w kawiarni.....26



Rys. 10. Rzut pierwszej kondygnacji budynku kompleksu kinowego.

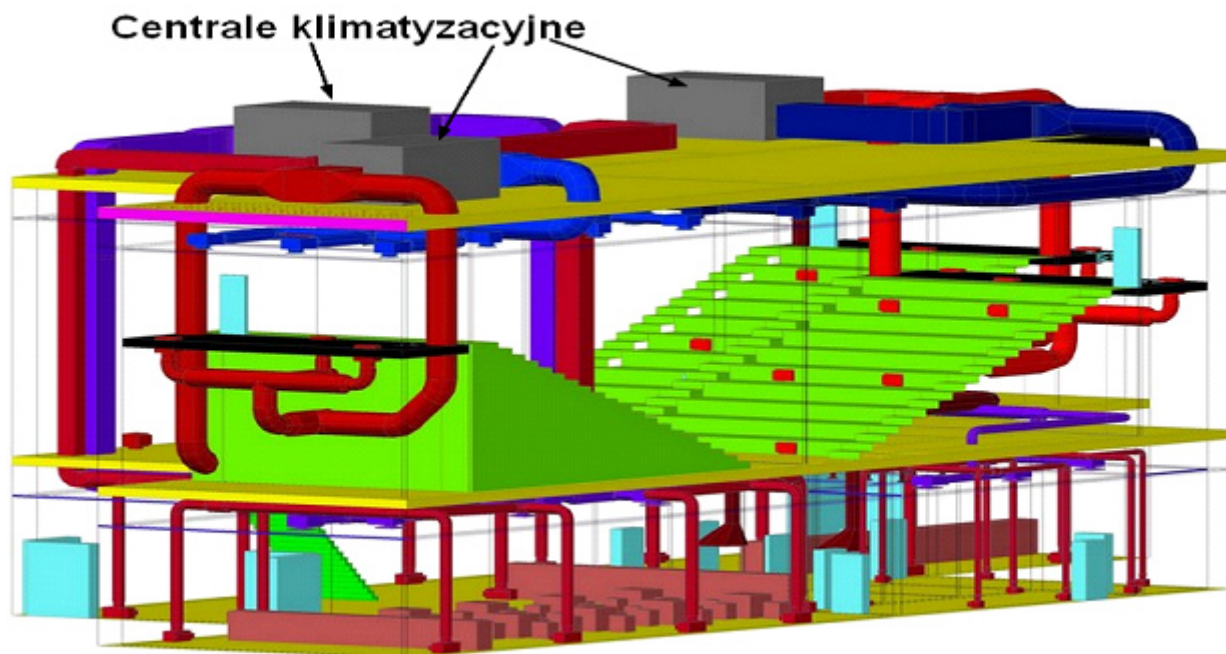
Źródło: Adrian Ł.: Projekt instalacji wentylacyjno klimatyzacyjnej dla budynku kompleksu kinowego wraz z obiektami towarzyszącymi, jak restauracje, bary, kawiarnie, biura obsługi. Praca Dyplomowa Magisterska, Politechnika Łódzka, Wydz. Mechaniczny, 2008



Rys. 11. Rzut drugiej kondygnacji budynku kompleksu kinowego.

Źródło: Adrian Ł.: Projekt instalacji wentylacyjno klimatyzacyjnej dla budynku kompleksu kinowego wraz z obiektami towarzyszącymi, jak restauracje, bary, kawiarnie, biura obsługi. Praca Dyplomowa Magisterska, Politechnika Łódzka, Wydz. Mechaniczny, 2008

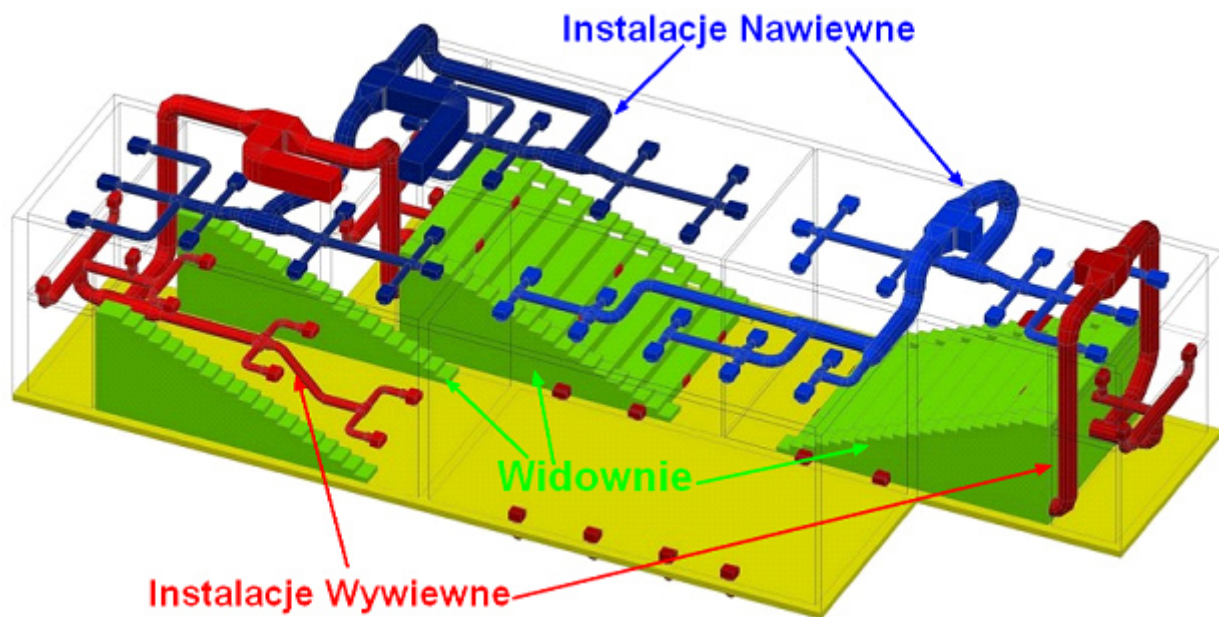
4.1. Opis działania instalacji wentylacyjno–klimatyzacyjnej budynku kompleksu kinowego
Zakres przykładowego projektu obejmuje instalację wentylacyjno – klimatyzacyjną budynku kompleksu kinowego wraz z obiektami towarzyszącymi (Rys. 12).



Rys. 12. Rysunek budynku z naniesionymi instalacjami wentylacyjno-klimatyzacyjnymi.

Źródło: Adrian Ł.: Projekt instalacji wentylacyjno klimatyzacyjnej dla budynku kompleksu kinowego wraz z obiektami towarzyszącymi, jak restauracje, bary, kawiarnie, biura obsługi. Praca Dyplomowa Magisterska, Politechnika Łódzka, Wydz. Mechaniczny, 2008

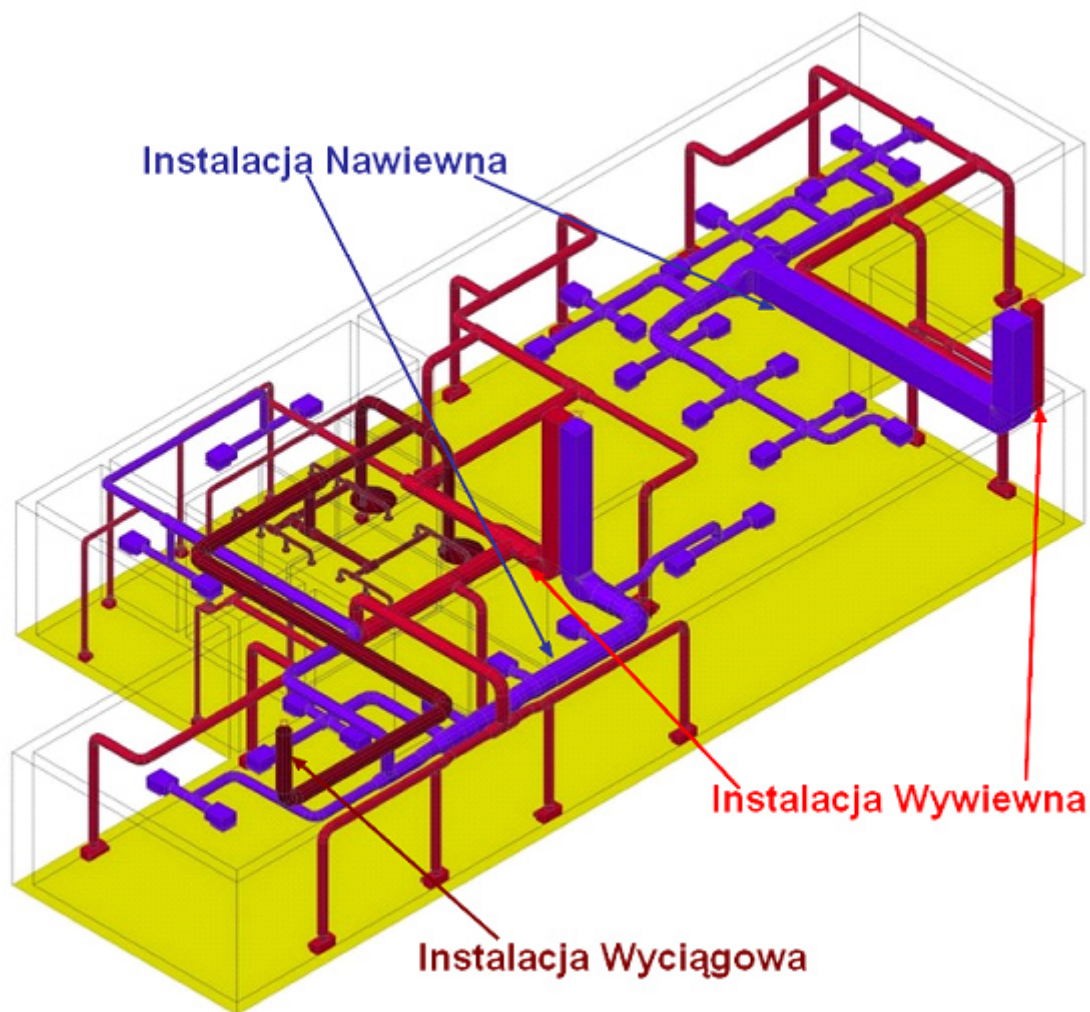
W celu umożliwienia dopływu powietrza o odpowiedniej temperaturze zastosowano trzy centrale klimatyzacyjne z wysokowydajnym 80% odzyskiem ciepła i chłodu w postaci wymiennika obrotowego. Centrale pracują na 100% świeżego powietrza, co jest spowodowane specyfiką sal kinowych oraz wymaganiami sanitarnymi w tego typu obiektach. Centrale te wyposażone są w rozbudowany system sterowania i automatycznej regulacji za pomocą czujników temperatury i stężenia CO₂ w pomieszczeniach i zlokalizowane są na dachu budynku. Świeże powietrze zasysane z zewnątrz po wejściu do centrali jest filtrowane, a następnie w zależności od pory roku ogrzewane lub ochładzane przez powietrze usuwane z budynku za pomocą obrotowego wymiennika ciepła. Powietrze następnie obrabiane jest w zależności od potrzeb przez wbudowane w centralę nagrzewnice elektryczne (wstępną i wtórną) oraz dwusekcyjną chłodnicę z bezpośrednim odparowaniem czynnika, zasilaną agregatem skraplającym chłodzonym powietrzem. Powietrze z central dachowych doprowadzane jest poprzez izolowane kanały wentylacyjne do budynku, a następnie rozprowadzane do pomieszczeń w przestrzeni między stropem lub dachem a sufitem podwieszanym, za pomocą izolowanych kanałów wentylacyjnych (Rys. 12, 13, 14). Cała instalacja wentylacyjna jest zaizolowana w celu ochrony przed kondensacją pary wodnej oraz w celu maksymalnego wyciszenia. Centrale podłączone są do instalacji za pomocą króćców elastycznych co zmniejsza hałas i drgania przenoszone na instalacje. Dodatkowo w celu wytlumienia hałasu centrale wyposażono w tłumiki akustyczne, umieszczone zarówno po stronie nawiewnej jak i wylawnej.



Rys. 13. Rysunek drugiej kondygnacji z naniesionymi instalacjami nawiewno-wywiewnymi.

Źródło: Adrian Ł.: Projekt instalacji wentylacyjno klimatyzacyjnej dla budynku kompleksu kinowego wraz z obiektami towarzyszącymi, jak restauracje, bary, kawiarnie, biura obsługi. Praca Dyplomowa Magisterska, Politechnika Łódzka, Wydz. Mechaniczny, 2008

W budynku zainstalowany został również system mechanicznej wentylacji wywiewnej, obsługujący toalety oraz okapy nad wytwornicami popcornu w barze, wyposażony w dachowy wentylator wywiewny. Powietrze z central jest nawiewane do wszystkich pomieszczeń z wyjątkiem toalet i umywalek, w których powietrze jest tylko wywiewane. Nawiew powietrza jest realizowany za pomocą nawiewników sufitowych, wyposażonych w skrzynki rozprężne z króćcami pomiarowymi, przepustnicami regulacyjnymi oraz izolacją akustyczną. Zimne powietrze jest nawiewane poziomo pod sufitem, co zabezpiecza przed gwałtownym opadaniem powietrza zimnego w strefę przebywania ludzi, zanim nie osiągnie odpowiedniej temperatury. Wywiew powietrza ze wszystkich pomieszczeń z wyjątkiem toalet i umywalek jest realizowany za pomocą kratki wywiewnych. Kratki wywiewne w salach kinowych zainstalowane są w podstopniach widowni pod siedzeniami, zaś w salach projekcyjnych w podłodze, natomiast w holach i zapleczu na ścianie przy podłodze. W holu nr 1 zainstalowano dodatkowo dwa okapy wyciągowe umieszczone nad wytwornicami popcornu. Wywiew powietrza z pomieszczeń toalet i umywalek jest realizowany za pomocą wywiewników sufitowych. Nawiew natomiast do pomieszczeń toalet i umywalek jest realizowany poprzez infiltracje oraz za pomocą kratki wentylacyjnych w drzwiach pomiędzy holem, a tymi pomieszczeniami. Ilość powietrza nawiewanego do holu została odpowiednio zwiększona o ilość powietrza wymaganego w tych pomieszczeniach.



Rys. 14. Rysunek pierwszej kondygnacji z naniesionymi instalacjami nawiewno-wywiewnymi oraz wyciągową.

Źródło: Adrian Ł.: Projekt instalacji wentylacyjno klimatyzacyjnej dla budynku kompleksu kinowego wraz z obiektami towarzyszącymi, jak restauracje, bary, kawiarnie, biura obsługi. Praca Dyplomowa Magisterska, Politechnika Łódzka, Wydz. Mechaniczny, 2008

Instalacja ta powinna być załączana na 1 godzinę przed otwarciem kompleksu kinowego, a wyłączana 1 godzinę po opuszczeniu budynku przez ludzi. W budynku zainstalowano ogrzewanie dyżurne w postaci konwektorów ściennych. W okresie zimowym, gdy instalacja klimatyzacyjna w nocy jest wyłączona, ogrzewanie dyżurne ma za zadanie zapewnić w pomieszczeniu temperaturę na poziomie powyżej $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ oraz wspomóc centrale klimatyzacyjną w utrzymaniu temperatury w dzień na poziomie $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, w sytuacji gdy w pomieszczeniu jest mało osób i występują małe zyski ciepła.

Instalacja wentylacyjno-klimatyzacyjna pokazana na tym schemacie jest systemem, który ma zapewnić komfort cieplny w budynku kompleksu kinowego. W pomieszczeniach takich jak sale kinowe instalacja tego typu jest odpowiednim rozwiązaniem, ponieważ zapewnia chłodzenie powietrza latem i ogrzewanie zimą, spełniając jednocześnie wymogi sanitarne stawiane systemom wentylacyjnym w tego typu obiektach.

PODSUMOWANIE

Ze względu na specyfikę i warunki sanitarne pomieszczeń sal widowiskowych rozdział powietrza należy bardzo starannie ukształtować poprzez odpowiedni dobór i usytuowanie nawiewników oraz wywiewników. Istnieje kilka sposobów rozdziału powietrza, lecz najbardziej odpowiednimi wydają się nawiew/wywiew powietrza w stopniach pomiędzy poszczególnymi poziomami podłogi, natomiast wywiew/nawiew przez kratki umiejscowione w suficie. Coraz częściej z dużym powodzeniem stosowane są systemy z bezpośrednim nawiewem w miejsce przebywania poszczególnych osób. W budynkach użyteczności publicznej projektuje się nawiewniki wporowe nawiewające względnie duży strumień powietrza przy prędkości 0,2 do 0,35 m/s i różnicy temperatury w zakresie 2–4°C pomiędzy powietrzem nawiewanym, a w pomieszczeniu. Rosnące koszty energii, restrykcyjne wymagania zdrowotne i ekologiczne powodują szybsze poszukiwanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych i opracowywanie nowoczesnych metod stwarzania optymalnych warunków mikroklimatu wewnątrz wszelakiego typu pomieszczeń. Prowadzone poszukiwania i badania nowych technologii przygotowania i rozdziału powietrza dotyczą także przemysłu, gdzie niejednokrotnie jakość i utrzymanie założonych parametrów w granicach tolerancji decyduje o końcowej jakości produktu. Nie bez znaczenia w osiągnięciu wyższej skuteczności systemów i urządzeń klimatyzacyjno-wentylacyjnych jest postęp w budowie elementów automatyki sterowania oraz opracowywanie coraz bardziej funkcjonalnego i wyrafinowanego oprogramowania.

Literatura

- [1] Adrian Ł.: Projekt instalacji wentylacyjno klimatyzacyjnej dla budynku kompleksu kinowego wraz z obiektami towarzyszącymi, jak restauracje, bary, kawiarnie, biura obsługi. Praca Dyplomowa Magisterska, Politechnika Łódzka, Wydz. Mechaniczny, 2008
- [2] Fanger P.O.: Komfort cieplny. Arkady, Warszawa 1974.
- [3] Gaziński B.: Poradnik Klimatyzacja. Systherm Serwis, Poznań 2001.
- [4] Lampe G., Pfeil A., Schmittlutz R., Tokarz M.: Projekt klimatyzacji a projekt budynku. Arkady, Warszawa 1981.
- [5] Recknagel – Springer: Ogrzewanie i klimatyzacja. Arkady, Warszawa 1976.
- [6] SYSTEMAIR: Wentylacja – materiały pomocnicze.
- [7] www.budujemydom.pl
- [8] www.kape.gov.pl
- [9] www.klimatyzacja.pl

Artykuł opublikowany na łamach czasopisma „Chłodnictwo i klimatyzacja”