

Plan rozwoju: Zintegrowane instalacje w budynkach

Podano informacje o instalacjach potrzebnych w nowoczesnych biurowcach: wentylacja i klimatyzacja, zabezpieczenia pożarowe, zasilanie elektryczne, itd. Opisano wymagania i odstępy wymagane dla instalacji. Pokazano możliwości zastosowania nowoczesnych systemów konstrukcyjnych, które pozwalają na integrację instalacji. Podkreślono znaczenie dobrego kształtowania połączeń.

Spis treści

1. Wprowadzenie	2
2. Potrzeby i wymagania dla instalacji	3
3. Rodzaje systemów klimatyzacyjnych	10
4. Wymiary i przestrzeń zajmowana przez instalacje	17
5. Znaczenie obszarów współpracy	23
6. Możliwości konstrukcyjne – systemy stropów	28
7. Literatura	34

1. Wprowadzenie

Podczas ostatnich dekad, wymagania odnośnie potrzebnych instalacji w biurach niezwykle wzrosły, jako konsekwencja nowego podejścia do pracy i życia. Nowe wymagania i nowe przepisy, związane z: klimatyzacją, komfortem cieplnym, regulacją temperatury, wymianą powietrza, jak również nowe koncepcje elektronicznych technologii informatycznych i komunikacji, też skupiły się na potrzebie racjonalnych metod by wprowadzić i rozprowadzić te instalacje. Drogi instalacji powinny rozciągać się w pionie między stropami i w poziomie do obsługi poszczególnych kondygnacji.

Zarówno otwarta jak i ograniczona przestrzeń w biurach idzie za tym samym globalnym rozmieszczeniem w rozprowadzeniu instalacji. Można rozważyć pojedynczą kondygnację i centralny trzon z doprowadzeniem i indywidualnym sterowaniem klimatyzacją w każdym pokoju, elektryczne tablice rozdzielcze, itd., toalety i schody, powierzchnie komunikacyjne, windy, pionowe instalacyjne i urządzenia związane z bezpieczeństwem użytkownika. Trzon stanowi centralną część systemu rozdziału instalacji na poszczególne kondygnacje.

Zaopatrzenie dla tych dróg i systemów instalacyjnych powinno być tak zorganizowane by zminimalizować wielkość instalacji przy jednoczesnym zachowaniu jak najłatwiejszego dostępu. Należy zwrócić szczególną uwagę w celu ograniczenia możliwości przejścia pożaru przez drogi instalacji pomiędzy stropami.

Połączenie między konstrukcją budowlaną a inżynierią instalacyjną jest kluczowym punktem dla integracji instalacji w nowoczesnych biurach. Ten dokument skupia się na możliwościach integracji między konstrukcją a instalacjami. Przedstawiono potrzeby, podstawowych systemów konstrukcji i instalacji, możliwości poprawnej integracji systemów i przykłady nowych i przyszłych trendów w integracji instalacji.

2. Potrzeby i wymagania dla instalacji

Instalacje (razem z komunikacją) w budynkach mogą być pogrupowane następująco:

- Mechanizm klimatyzacji i pionowa dystrybucja powietrza do podłóg.
- Ogrzewanie i chłodzenie, włączając miejscową kontrolę.
- Systemy zabezpieczenia przeciwpożarowego, włączając aktywne środki, takie jak tryskacze i czujniki przeciwpożarowe.
- Elektryczny i systemy transmisji danych.
- Woda i kanalizacja oraz urządzenia sanitarne.
- Windy, ruchome schody i inne urządzenia pionowego ruchu.

Typowo, nowe wymagania dla instalacji w budynkach są następujące:

- Wentylacja i rozprowadzenie powietrza, włączając kanały instalacji powietrza poniżej sufitu,
- Klimatyzacja, rozprowadzenie chłodnego powietrza wzdłuż ścian zewnętrznych albo od sufitów,
- Przewody wodne albo instalacja tryskaczowa dla bezpieczeństwa pożarowego,
- Elektryczne okablowanie i udogodnienia informacyjne zwykle rozprowadzane korytem na poziomie serwisowym w podłodze dostępu.

2.1 Wentylacja i klimatyzacja

Wentylacja w budynkach jest potrzebna do:

- Dostarczania świeżego zewnętrznego powietrza dla ludzi w pomieszczeniach,
- Rozcieńczenie i usunąć zanieczyszczone powietrze z budynku,
- Zmniejszenie narażenia ludzi na mikrobiologiczne niebezpieczeństwo,
- Zapobieganie szkodom wywołanym przez możliwą kondensację wilgoci.

Wymagania normatywnych wydajności wentylacji w większości przypadków mają charakter nakazowy, co oznacza, że wymagania koncentrują się na szczegółowych rozwiązaniach. W wielu normach jest określone minimalne natężenie przepływu. W przypadku wentylacji naturalnej, normy mogą określać powierzchnie otwierane, takie jak okna. Przeciwnym do nakazowego jest wykonanie projektu wentylacji o charakterystyce dostosowanej do potrzeb. Takie podejście skupia się na rzeczywistych potrzebach użytkownika [8].

Normy wentylacji różnią się znacznie między krajami europejskimi co do sposobu wyrażenia celów wentylacji. W kilku normach, natężenie przepływu jest oparte dalej "przez m² powierzchni podłogi", podczas gdy w innych normach jest określone pewne natężenie przepływu na osobę (na przykład litrów/osobę/sekundę). W Wielkiej Brytanii i w kilku innych krajach, minimalne wydajności wentylacji zależą dalej od tego, czy palenie papierosów jest dozwolone. Tablica 2.1 daje kilka wymagań normatywnych i przepisów w Europie, wyrażonych w litrach/osobę/sekundę [8].

Tablica 2.1 Wymagania natężenia przepływu na osobę dla biur w różnych krajach

Kraj	Minimalne natężenie przepływu (litr/sekundę/osobę)	Maksymalne natężenie przepływu (litr/sekundę/osobę)	Natężenie przepływu (gdy się pali papierosy) (litr/sekundę/osobę)
Finlandia	4	10	
Szwecja	4	10	
Dania	4	10	10
Holandia	10		20
Niemcy	6	8	
Wielka Brytania	8	12	
Francja	4		8
Portugalia	7	10	
Szwajcaria	3	9	20

Dopuszczalne użytkowanie przestrzeni jest określone gęstością jednej osoby na 14 m² powierzchni podłogi netto. To może być zmniejszone do jednej osoby na 10 m² w okolicznościach, gdzie środowisko pracy nie oddziałuje niekorzystnie [3]. Generalnie w przestrzeniach biur, ilość świeżego powietrza powinna wynosić między 8 i 12 litrów na sekundę na osobę. Ta wartość powinna być zwiększona w środowiskach w których dopuszczalne jest palenie papierosów [3].

We współczesnych budynkach, system ogrzewania zawiera lokalne miejscowe urządzenie grzewcze, takie jak grzejnik wodny lub elektryczny, albo zintegrowane ogrzewanie w systemie wentylacyjnym. W tym drugim przypadku, system wentylacyjny też ogrzewa powietrze w zimie i ochładza je latem by utrzymać wymaganą temperaturę pokojową. System wentylacyjny jest pomyślany jak system klimatyzacji. System ten też kontroluje wilgotność i filtruje kurz.

Inne wymagania dotyczą maksymalnej prędkości powietrza w pomieszczeniach. Za przestrzeń w pomieszczeniu przeznaczoną do efektywnej wentylacji uważa się przestrzeń w centralnej części pokoju bez odcinków o szerokości 0,15 m wzdłuż ścian, i o wysokości 1,8 m, która jest faktycznie strefą, w której ludzie przebywają [11].

Można brać pod uwagę dwa systemy wentylacji [10]:

- Wentylacja wporowa, z dostawą powietrzną na poziomie podłogi i wydmuchem przy suficie. Powietrze przemieszcza się jest ku górze, w sposób umiarkowany i regularny.
- Wentylacja mieszająca, z powietrzem dostarczonym od wylotów na poziomie sufitu z większą szybkością. Świeże powietrze jest naturalnie mieszane z powietrzem otoczenia do momentu wyrównania się parametrów cyrkulowanego powietrza. Powietrze jest wydmuchiwane na poziomie sufitu przez rozmieszczone regularnie kratki.

Jasne jest, że systemy wentylacji mieszającej są lepsze dla większych przestrzeni, podczas gdy wentylacja wporowa może być preferowana w stosunkowo małych pomieszczeniach.

W zimie, dopuszczalna szybkość powietrza w pokoju wynosi normalnie poniżej 0,15 m/s podczas gdy latem, kiedy ruch powietrza jest większy z powodu wyższej temperatury pokojowej, maksymalna szybkość powietrza wynosi 0,25 m/s. To określa rozmiar i liczbę wylotów i odległości między nimi a użytkownikami. To również określa wielkość przewodów nawiewnych i wywiewnych powietrza. Systemy wentylacyjne wentylacji wporowej, w których powietrze jest dostarczone przy niższej temperaturze i przy poziomie podłogi, mogą

być trudniejsze do zaprojektowania niż systemy wentylacji mieszającej, prowadząc też do zakurzenia cyrkulacji co może prowadzić do krążenia kurzu w pomieszczeniu [10].

Dla kanałów, szybkość powietrza jest wyższa dla biur i może być projektowana jak niżej:

- 6,0 m/s w kanałach głównych,
- 4,5 m/s w odgałęzieniach kanałów,
- 2,0 m/s na wylocie, osiągając wymaganą niską szybkość w pokoju.

W Europie, temperatura komfortowa w zimie jest przyjmowana między 20 i 22 °C, podczas gdy latem, temperatura ta jest bardziej zróżnicowana zależnie od kraju i zewnętrznej średniej letniej temperatury. Maksymalna temperatura komfortowa wynosi zwykle między 26 i 30°C.

Rozmieszczenie nawiewników

Rozprzestrzenianie się powietrza jest zwykle zaplanowane na siatce 6 x 6 m. To może być gęstsze (na przykład 6 x 4 m) przy obwodzie budynku, gdzie przyrosty ciepła są najczęściej większe. Dodatkowe ogrzewanie może też być dostarczone przez grzejniki (wodne albo elektryczne) rozmieszczone dookoła ścian zewnętrznych budynku.

Jeden nawiewnik (dyfuzor) powinien być ustawiony dla każdego obszaru siatki. Kanały muszą być w stanie dostarczyć powietrze ze stałym i równym strumieniem do każdego dyfuzora. Poziomy odcinek kanału od głównego kanału pionowego “centralnego trzonu” do najdalszego nawiewnika nie powinien być większy niż 25 m. Dłuższe odcinki powodują nieefektywności w systemie przez silniejsze wentylatory, hałaśliwe działanie, itd. To prowadzi do tego by projektować jeden centralny trzon maksymalnie dla obszaru podłogi o wymiarach 50 × 50 m.

2.2 Przewody wodne albo instalacja tryskaczowa dla bezpieczeństwa pożarowego

W nowoczesnych biurach, odporność pożarowa zależy od rozmiaru, wysokości i generalnie od sposobu użytkowania budynku. Najczęściej występuje 60 minut (R60), 120 minut (R120) i 240 minut (R240) odporności pożarowej.

Tryskacze hamują rozprzestrzenianie się ognia i w ten sposób polepszają bezpieczeństwo. System tryskaczowy powinien być brany pod uwagę jako część strategii inżynierii pożarowej i fragment instalacji budynku.

W wybieraniu systemu zabezpieczenia przeciwpożarowego dla stalowych elementów konstrukcji, projektanci powinni wziąć pod uwagę potrzebę montażu instalacji, szczególnie w przypadkach, gdzie mechaniczne połączenie musi być wykonane do belki. W szczególności trzeba zapewnić by instalacje nie zrobiły wylomu w ścianach oddzieleń przeciwpożarowych.

Zabezpieczenie przeciwpożarowe w postaci okładzin powinno być stosowane, tam gdzie belki nie są podporami dla instalacji. Zrobienie wycięcia w okładzinie lub w innym zabezpieczeniu, w celu przymocowania klamer, spowodowałoby nieskuteczność ochrony przeciwpożarowej. Do podparcia spowalniających pożar mat ochronnych lub natrysku cementowego (torkretu) można zastosować drutowe, ciągnowe systemy wsporcze. W tym przypadku też nie będzie możliwe bezpośrednie połączenie klamer do półek belek.

Powłoki pęczniące to prawdopodobnie najbardziej korzystne zabezpieczenie przeciwpożarowe, chociaż wymagana jest ostrożność by zapewnić, że te powłoki nie zostaną uszkodzone podczas montażu instalacji budowlanych.

Zabezpieczenie przeciwpożarowe w postaci tryskaczy wymaga przewodów do dystrybucji wody. Instalacje wody nie wymagają dużych przestrzeni ale mogą powodować problemy w miejscach kolizji z instalacjami wentylacyjnymi. Powinno się unikać ostrych załamania wokół kanałów wentylacyjnych.

Ryzyko pożaru i przewody

Przewody mogą spowodować ryzyko pożaru w budynku kiedy kanały przebiegają przez ściany oddzielenia przeciwpożarowych. Przejście kanału przez ścianę nie może prowadzić do obniżenia bezpieczeństwa pożarowego budynku i różne rozwiązania mogą być przyjęte:

- Kanały mogą być zaizolowane przeciwno po obu stronach ściany albo,
- Kanał mógłby być połączony z otworem w ścianie przez klapę dymową z właściwym certyfikatem,
- Albo, można stosować kombinację tych dwóch rozwiązań.

2.3 Dostawa energii elektrycznej – zasilanie i sieci informatyczne

Wszystkie typy instalacji elektrycznej powinny być rozprowadzone do punktów oświetlenia, pracującego sprzętu elektronicznego i komputerów. Elektryczne zasilanie może być rozdzielane w dwóch typach:

- Wysokie obciążenie przewodów (z możliwością podłączenia wielu urządzeń o dużej mocy), wysokie napięcie zasilania elektrycznego dla oświetlenia, komputerów, przyrządów elektrycznych, itd.
- Niskie obciążenie przewodów, niskie napięcie zasilania elektrycznego dla sieci informatycznych, telefonów i systemów sterowania, itd.

Te elektryczne sieci są ułożone zależnie od układu podłogi (jedno otwarte wspólne biuro albo biura podzielone - odrębne pokoje).

Zależnie od typu dystrybucji, wysokie lub niskie napięcie, wysokie lub niskie obciążenie przewodów, zasilanie albo dostawa informacji, powinno się przewidzieć potrzebną elektryczną i magnetyczną ochronę.

Inne elektryczne sieci są zwykle potrzebne dla zapewnienia bezpieczeństwa budynku np.:

- Alarmy dymowe i pożarowe,
- Alarmy ostrzegające o wtargnięciu intruzów do budynku,
- Kontrola atmosfery (klimatu), temperatury, zagrożenia biologicznego,
- Automatyczne systemy, jak np. automatyczne włączanie i przełączanie oświetlenia itd.,
- Odległość i objętość powinny być przewidziane dla montażu potrzebnych instalacji monitoringu.

Szczególną uwagę powinno się poświęcić dla możliwej elektrycznej albo magnetycznej interferencji i powinna być utrzymana odpowiednia odległość między sieciami, co prowadzi do bardziej złożonych rozwiązań rozmieszczenia instalacji w dostępnej przestrzeni.

2.4 Główne instalacje – centralny trzon

Centralny trzon spełnia różne potrzebne funkcje, takie jak komunikacyjny dostęp do poszczególnych kondygnacji ze schodów i wind, zawiera toalety, i pomieszczenia służbowe. Najlepszym rozwiązaniem jest położenie trzonu w środku budynku, ponieważ wtedy małe są odległości instalacji i komunikacji w planie między trzonem a pomieszczeniami biurowymi.

Trzon jest często projektowany jako podstawowy stężący system budynku. W krajach Europy kontynentalnej, rdzeń jest zwykle wykonywany z betonu ale mogłaby to też być kratownica stalowa. W Wielkiej Brytanii, stosuje się stalowe, skrzynkowe centralne trzony.

Dla bardzo dużej powierzchni kondygnacji (ponad 1000 m²), można zastosować kilka trzonów. W ogólnym podejściu, drogi instalacyjne są optymalizowane dla rozprowadzenia powietrza. Ponadto drogi ewakuacyjne w wypadku pożaru powinny być najkrótsze z możliwych.

2.5 Pionowa dystrybucja powietrza między kondygnacjami

By dostarczyć powietrze na piętra biura, muszą być zastosowane pionowe szyby instalacyjne. Lokalizacja pionowego szybu określi rozprowadzenie kanałów na kondygnacji.

Zwykle pionowe szyby instalacyjne są położone w trzonie budynku według następujących kryteriów:

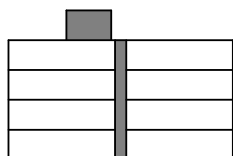
- Najlepszym usytuowaniem dla głównego szybu instalacyjnego jest środek budynku,
- Wystarczająca przestrzeń dla pionowych szybów instalacyjnych musi uwzględnić ich konserwację i odnawianie,
- Rozdzielenie pionowych kanałów dla powietrza, wody i przewodów elektrycznych,
- Stosowanie kompletnych kanałów instalacji wentylacyjnej z tłumiącymi pożar klapami dymowymi, pozwala na uniknięcie przedostawania się ognia przez pionowe szyby instalacyjne.

Długości przewodów instalacyjnych są małe od trzonu umieszczonego w centrum budynku, co prowadzi do minimalnych spadków ciśnienia w kanałach do rozprowadzenia powietrza.

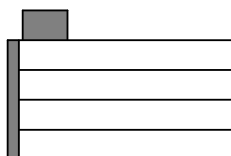
Pomieszczenia obsługi (do naprawy i konserwacji) są przyległe do pionowego szybu wentylacyjnego oraz wodnych i elektrycznych pionów instalacyjnych. Dostęp powinien być tak łatwy jak to tylko możliwe. Powinna być również przewidziana rezerwa dla ewentualnej rozbudowy instalacji, zrobiona jako ponadnormatywne obecnie rozmiary szybów instalacyjnych i pomieszczeń obsługi.

Pionowe szyby instalacyjne elektryczne, wody i powietrza powinny być oddzielone od siebie ze względów bezpieczeństwa a klapy dymowe ognia powinny być zainstalowane przy każdym przebiciu kanałów powietrza między trzonem a pozostałą powierzchnią kondygnacji. Zabezpieczenie przeciwpożarowe powinno być dobrze dopasowane przy tych przebiciach by uniknąć jakiegokolwiek pionowej transmisji ognia między kondygnacjami.

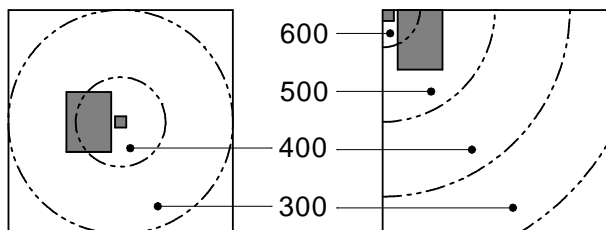
Trzon instalacyjny w środku,
małe długości przewodów
instalacyjnych



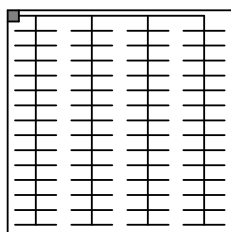
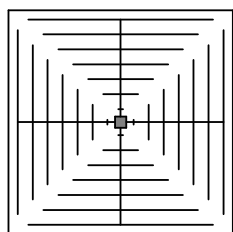
Trzon instalacyjny w rogu, duże
długości przewodów
instalacyjnych



(1)



(2)



(3)

Oznaczenia:

1. Alternatywne położenie trzonu
2. Rozmiar kanałów (mm) zależny od odległości od trzonu
3. Rozmieszczenie kanałów

Rys. 2.1 Drogi instalacyjne z trzonu instalacyjnego [3]



Rozmieszczenie kanałów w pionie instalacyjnym

Rys. 2.2 Typowe rozmieszczenie kanałów wentylacyjnych w trzonie instalacyjnym [11]

We wszystkich przypadkach, są potrzebne dwa pionowe szyby wentylacyjne - jeden dla rozprowadzenia powietrza z centrali wentylacyjnej i drugi do odbioru powietrza z powrotem do centrali wentylacyjnej, niezależnie od tego czy pomieszczenia techniczne (maszynownia) są położone w piwnicach czy w górnej części budynku.

Wymagania konserwacji

Dostęp dla obsługi do pomieszczeniach serwisowych i rozprowadzonej instalacji powinien być możliwie najłatwiejszy. Dla prowadzenia powietrza, kanały tłoczne powinny być dostępne w celu wewnętrznego czyszczenia "raz na rok" z możliwością rozwijania specjalnych urządzeń czyszczących. Czyszczenie kanałów odbierających zużyte powietrze jest mniej ważne, ale i one muszą być okresowo wyczyszczone.

2.6 Rozprowadzenie instalacji wodnej i sanitarnej

Zwykle instalacja wodociągowa nie jest potrzebna wewnątrz pomieszczeń biurowych. Toalety są położone normalnie w granicach centralnego trzonu budynku.

Rozprowadzenie wody jest jednak potrzebne dla specjalnych zastosowań, na przykład doprowadzenia zimnej albo gorącej wody w urządzeniach klimatyzacyjnych znajdujących się w pokojach. Woda jest potrzebna podczas przy zastosowaniu klimakonwektora (urządzenia klimatyzacyjnego składającego się z węzownicy i wentylatora) pełniącego funkcje chłodnicze i grzewcze. W tym rodzaju urządzeń potrzebne są przewody odpowiedniej wielkości do odprowadzania skroplin wody.

Powinno się położyć odpowiedni nacisk na naturalny (grawitacyjny) przepływ w przewodach, zakładając odpowiedni spadek, który zapewni właściwy odpływ wody. Jakakolwiek stagnacja wody w tych przewodach stworzy problemy dla urządzeń.

Trzeba zachować ostrożność względem ugięć płyty podczas stosowania tego typu kanału i jest to jeden z problemów połączenia pomiędzy instalacją a konstrukcją. Rury doprowadzające ciepłą i zimną wodę mają małe rozmiary. Dwie rurki o średnicy 20 mm są wystarczające dla obsługi klimakonwektora. Typowa średnica rur kondensatu to 40 mm.

2.7 Duże rozpiętości w budynkach biurowych

Rozwiązania z dużymi rozpiętościami bardziej sprzyjają integracji w pionie konstrukcji i instalacji ponieważ belki są wyższe, co umożliwi wykonanie w nich większych otworów. Duże rozpiętości i otwarta powierzchnia kondygnacji bez jakichkolwiek słupów jest elastyczna projektowaniu wewnętrznego układu biurowca i pozwala na przyszłe zmiany użytkowania [5]. To może być osiągnięte teraz przez rozpiętości do 18 m i przez stosowanie belek zespolonych (stalowo-betonowych) i ażurowych oferujących między belkami szeroką strefę dla instalacji.

Ze względu na zmniejszenie całkowitej wysokości kondygnacji korzysta się również na zmniejszeniu kosztów obudowy, albo szybciej można się dostosować się do planowanych ograniczeń nałożonych na całkowitą wysokość budynku. To wymaga troskliwego wyboru elementów belek i rozważania integracji instalacji i konstrukcji.

Jeżeli układ belek jest taki, że belki drugorzędne mają większą rozpiętość niż belki główne, to czasami jest możliwe zastosowanie belek drugorzędnych i głównych o jednakowych wysokościach. Takie podejście zmniejsza wysokość elementów stalowych, ale może przeszkadzać przeprowadzaniu kanałów przez środki belek, a w rezultacie potrzebne będzie oddzielenie instalacji od konstrukcji i umieszczenie pasa instalacji poniżej belek.

Jeżeli układ belek jest tak dobrany, że belki główne są wysokie, a belki drugorzędne niskie, to wysokość konstrukcji stalowej będzie większa, ale za to powinno być możliwe przejście kanałów instalacji przez środki belek głównych i pod belkami drugorzędnymi. Dlatego nie zawsze minimalna wysokość kondygnacji odpowiada minimalnej wysokości belek [5].

3. Rodzaje systemów klimatyzacyjnych

Systemy klimatyzacji gabarytowo zajmują największą objętość wszystkich instalacji i dlatego wymagana szczególna uwaga w ich połączeniu z konstrukcją. Potrzeba zastosowania klimatyzacji jest zależna od:

- Wymagania dostarczania świeżego powietrza dla mieszkańców.
- Wielkości rzutu poziomego budynku (co może utrudnić wentylację naturalną).
- Hałasu zewnętrznego i zanieczyszczeń komunikacyjnych.
- Strategii oszczędności energii.
- Wymagania chłodzenia (które może się różnić dla wariantów użytkowania).
- Potrzeby miejscowej kontroli temperatury i wilgotności względnej.

Energia potrzebna do chłodzenia jest cztery razy bardziej kosztowna niż energia wymagana do ogrzewania przy zmianie temperatury o 1° C, częściowo z powodu nieefektywności procesu chłodzenia i częściowo z powodu użycia jako podstawowego źródła energii raczej energii elektrycznej a nie gazu ziemnego. Dlatego, potrzeba zastosowania klimatyzacji (albo bardziej poprawnie komfortu cieplnego) powinna być uważnie rozważona na etapie projektu koncepcyjnego. Przepisy w kilku krajach prawie całkowicie zakazują użycia klimatyzacji (za wyjątkiem zastosowań specjalistycznych) aby zmniejszyć podstawowe zużycie energii.

Można wyróżnić dwa główne wymagania systemów klimatyzacyjnych:

- Dostawa świeżego powietrza dla mieszkańców.
- Ogrzewanie albo chłodzenie powietrza w zależności od potrzeb mieszkańców.

Te dwa wymagania mogą być połączone aby usprawnić system dostarczania świeżego powietrza, albo mogą być rozdzielone (to jest ogrzewanie i chłodzenie są dostarczone oddzielnymi metodami). Kontrola wilgotności względnej powietrza jest mniej ważna, ponieważ ludzie tolerują szeroki zakresu wilgotności względnej między 20 a 60%.

3.1 Systemy wentylacyjne

Ogólnie można wyróżnić 4 ważne rodzaje systemów dystrybucji powietrza [11]:

1. Systemy naturalne (N), nazwane też “wentylacją naturalną”, używane tylko w wąskich biurach,
2. Systemy z naturalnym dostarczaniem i mechanicznym wyciągiem (E), gdzie “wentylator wspomaga wentylację wywiewną”, nie stosowane w biurach,
3. Systemy z mechanicznym dostarczaniem i naturalnym wyciągiem (S), gdzie “wentylator wspomaga wentylację nawiewną”,
4. Systemy z mechanicznym dostarczaniem i wyciągiem (SE), gdzie “wentylator równoważy wentylację”, przeważnie stosowane w biurach.

Systemy stałego przepływu powietrza (CAV) dostarczają przepływ powietrza bez jakiegokolwiek kontroli zmiany objętości. To zwykle nie pasuje do biurów, w których wymagana jest miejscowa kontrola.

Zwykle robi się rozróżnienie między systemami, których funkcją jest jedynie dostarczenie świeżego powietrza do pomieszczeń (tylko wentylacja) i te w których funkcja wentylacji jest połączona z odzyskiwaniem ciepła, ogrzewanie lub chłodzenie, nawilżanie i/lub osuszanie w powietrzu (nazwane też systemami HVAC) i są jeszcze systemy klimatyzacyjne.

Hybrydowe systemy wentylacyjne to inny typ, który od kilku lat cieszy się coraz większym zainteresowaniem. Te systemy łączą zasady wentylacji naturalnej i mechanicznej. Od tych systemów o dwóch trybach pracy oczekuje się, że będą zmniejszać zużycie energii podczas utrzymywania dopuszczalnej domowej jakości powietrza i komfortu cieplnego. Hybrydowe systemy wentylacyjne wymagają otwierania okien i są obecnie rzadko używane w wielkich biurach, przeważnie są wprowadzane w małych prototypowych budynkach niskoenergetycznych [11].

W biurach stosuje się następujące rodzaje systemów klimatyzacyjnych z miejscową regulacją: zmienna ilość powietrza (VAV), klimakonwektory (FCU), sufity oziębiane.

Zmienna ilość powietrza (VAV)

Ten system jest ogólnym układem chłodzenia przeważnie stosowanym w wielkich biurach. Powietrze jest dostarczone z centrali klimatyzacyjnej i jest sterowane indywidualnie przez lokalne sterowniki, które odpowiadają za utrzymanie żądanych parametrów. Nawiewniki są zwykle ustawiane jeden na każdy kwadrat 6x6 m wewnętrznej powierzchni i gęściej wzdłuż obwodu budynku, gdzie przyrosty ciepła są większe. Ze względu na małe koszty eksploatacyjne system VAV jest często stosowany w budynkach, w których przebywa stosunkowo niewielka ilość osób.

Korzyści stosowania systemów VAV są następujące [3]:

- Centralne położenie głównej aparatury oznacza, że sprawne utrzymanie i konserwacja jest ograniczone do obszaru pomieszczenia technicznego (maszynowni),
- Systemy odzyskiwania ciepła mogą być łatwo podłączone,
- Swobodne chłodzenie z użyciem tylko zewnętrznego powietrza może znacznie zmniejszyć zapotrzebowanie na moc urządzeń chłodniczych.
- Systemy VAV pozwalają uzyskać dobrą elastyczność w projektowaniu dostosowując się do indywidualnych potrzeb dystrybucji powietrza, kontroli przepływu i miejscowych wymagań,
- Przewody osuszające i filtry nie są potrzebne w powierzchni użytkowej,
- Powietrze może być dostarczone przez podłogę, sufit oraz nawiewniki i wywiewniki waporowe,
- W głównych przewodach dystrybucji można stosować wyższe szybkości powietrza, w konsekwencji zmniejszając wielkość kanału i oszczędność przestrzeni i kosztów,
- Poprzez zastosowanie regulatorów objętości system faktycznie sam się równoważy,
- Ilości powietrza mogą być zmniejszone w stosunku do projektowanej wydajności maksymalnej, co umożliwia dopasowanie do potrzeb i możliwość skutecznego działania między 65 i 100% wydajności maksymalnej,
- W zależności od indywidualnych potrzeb możliwa jest miejscowa kontrola ilości dostarczanego powietrza,

- ❑ Systemy VAV są stosunkowo ciche, szczególnie podczas pracy przy zmniejszonych objętościach powietrza

Wady systemów VAV są następujące:

- ❑ Wielkie kanały dla dystrybucji powietrza powiększają przestrzeń. To może potencjalnie zwiększyć wysokość kondygnacji i całkowitą wysokość budynku,
- ❑ Przy niskich temperaturach zewnętrznych i systemach, gdzie powietrze jest używane do ogrzewania obszarów obwodu budynku, wentylator musi działać by utrzymać pożądane temperatury w okresach gdy budynek nie jest użytkowany,
- ❑ Dostęp do terminali powietrza wymaga szczególnej uwagi by zapewnić, że system po wykonaniu może być w pełni utrzymany,
- ❑ Rozrzucone wyposażenie powiększa koszty eksploatacyjne,
- ❑ Strefy obwodu często wymagają oddzielnego ogrzewania przez grzejniki lub podgrzewacze.

Klimakonwektory (FCU)

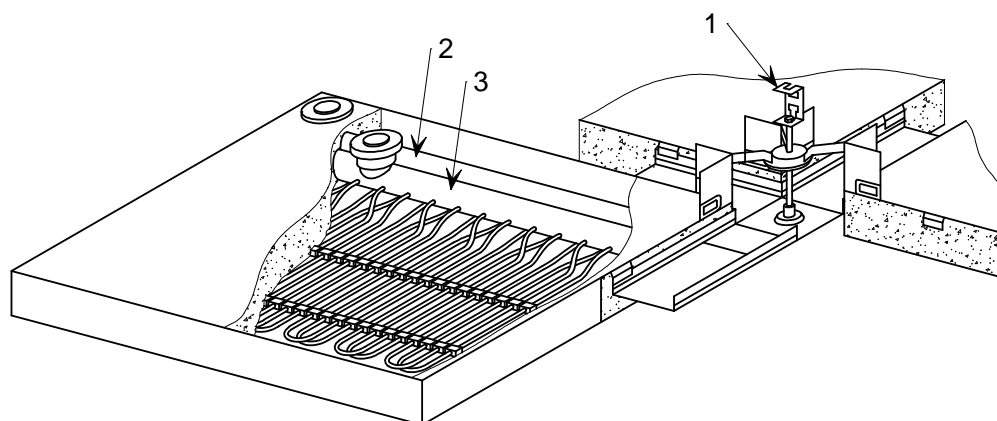
Powietrze jest dostarczone centralnie a miejscowe ogrzewanie lub chłodzenie jest dostarczone oddzielnie za pomocą rur z wodą. Klimakonwektory dostarczają miejscową kontrolę; wentylator ponad przewodem ogrzewającym/chłodzącym ponownie puszcza w obieg powietrze w pokoju. Typowe urządzenie FCU ma do 300 mm grubości i powierzchnię 1000 mm² (patrz Rys. 2.1.) Ten system jest tańszy od systemu VAV ale wymaga większej konserwacji. Ponadto są potrzebne odpływy dla skroplin z osuszanego powietrza i przewody odprowadzające. Klimakonwektory mają niski koszt inwestycyjny ale wysokie koszty eksploatacyjne.



Rys. 3.1 Klimakonwektor z jego własnymi przewodami instalacyjnymi

Sufity oziębiane

Powietrze jest dostarczone oddzielnie a chłodzenie jest wynikiem promieniowania od rur z zimną wodą umieszczonych w suficie (powierzchniowo) albo w belkach chłodzących (liniowo), patrz Rys. 3.2. Promienne układy chłodzenia są częściowo widoczne toteż muszą mieć walor dekoracyjny. Zdolność chłodnicza może być zwiększona przez przechodzenie powietrza ponad węzownicami chłodzącymi.



Oznaczenia

1. Łącznik do połączenia z konstrukcją
2. Rura napływowa
3. Rura powrotna

Rys. 3.2 Sufity oziębiane: rysunek schematyczny [3]

Dla mechanicznych systemów dostarczania i wyciągu powietrza, typowo stosowanych w biurach, powinna być osiągnięta równowaga odnośnie następujących kryteriów: [11]

Korzyści:

- Możliwość kontroli przepływu powietrza w pokojach i połączenia z obróbką powietrza,
- Możliwość zastosowania odzyskiwaczy ciepła i oszczędzania energii.

Uwagi krytyczne:

- Systemy zrównoważone potrzebują zastosowania przynajmniej dwóch wentylatorów, co powoduje większe zużycie energii,
- Powinno się unikać hałasu,
- Systemy zrównoważone wymagają więcej przestrzeni (więcej kanałów),
- Zwiększone utrzymanie (konserwacja),
- Kanał dostarczający powietrze powinien być czysty.

Uwagi dotyczące energii/kosztów:

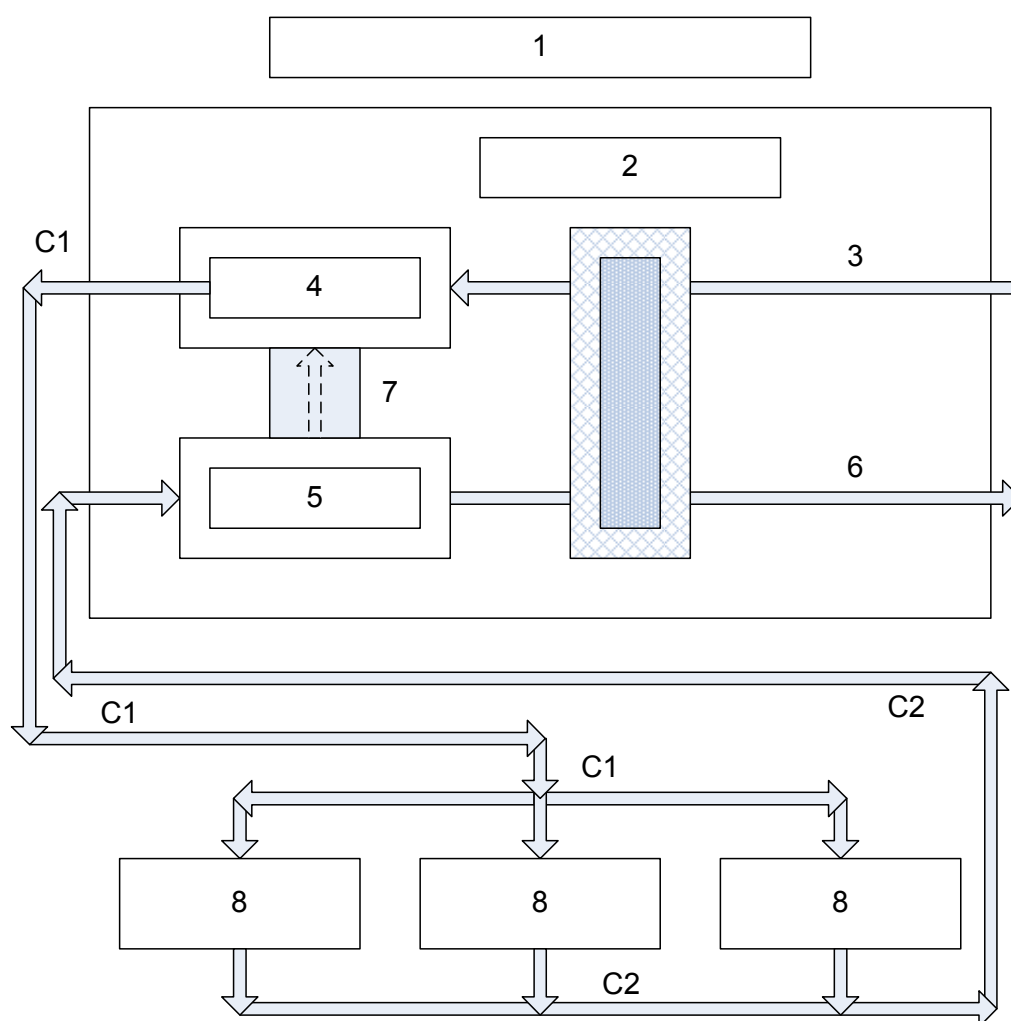
- Wysoki koszt początkowy,
- Zużycie energii wentylatorów jest bardzo znaczące,
- Zmniejszone zużycie energii ogrzewania/chłodzenia z powodu odzyskiwania ciepła.

Gdy wymagane jest zastosowanie przewodów to powinno się raczej stosować kanały kołowe, a nie prostokątne. Układy instalacji powinny być tak zaprojektowane aby zminimalizować liczbę połączeń, ostrych skrętów przewodów itd.

Zwykle świeże powietrze jest rozprowadzane od sufitów albo czasami na poziomie podłogi lub wzdłuż fasad, a zużyte powietrze jest odbierane na poziomie sufitu wzdłuż siatek albo połączone z układami oświetlenia. To oznacza, że potrzebny jest podwójny system przewodów, jeden dla dostarczania świeżego powietrza i drugi do usuwania zużytego powietrza. To będzie prowadzić do konfliktów sieci, zwłaszcza kiedy należy się spodziewać wystąpienia skrzyżowania kanałów.

3.2 Jednostki klimatyzacyjne

Na Rys. 3.3 schematycznie pokazano zasadę działania systemu centralnej produkcji wentylacji powietrza lub/i klimatyzacji z zastosowaniem centrali wentylacyjnej/klimatyzacyjnej. Pokazano system produkcyjny '4' i system usuwania/odzyskiwania '5'. Jednostki '4' i '5' są dużego rozmiaru i są położone w pomieszczeniu klimatyzacyjnym. Między produkcją '4' i usuwaniem/odzyskiwaniem '5', wielki system kanałów 'C1' i 'C2' rozprowadza podgrzane albo chłodne powietrze do pokoi '8' w celu ich klimatyzowania. To rozprowadzenie kanałów w połączeniu z innymi instalacjami i z konstrukcją, powinno być tak ustawione by zabierać minimum przestrzeni użytkowej.



Oznaczenia

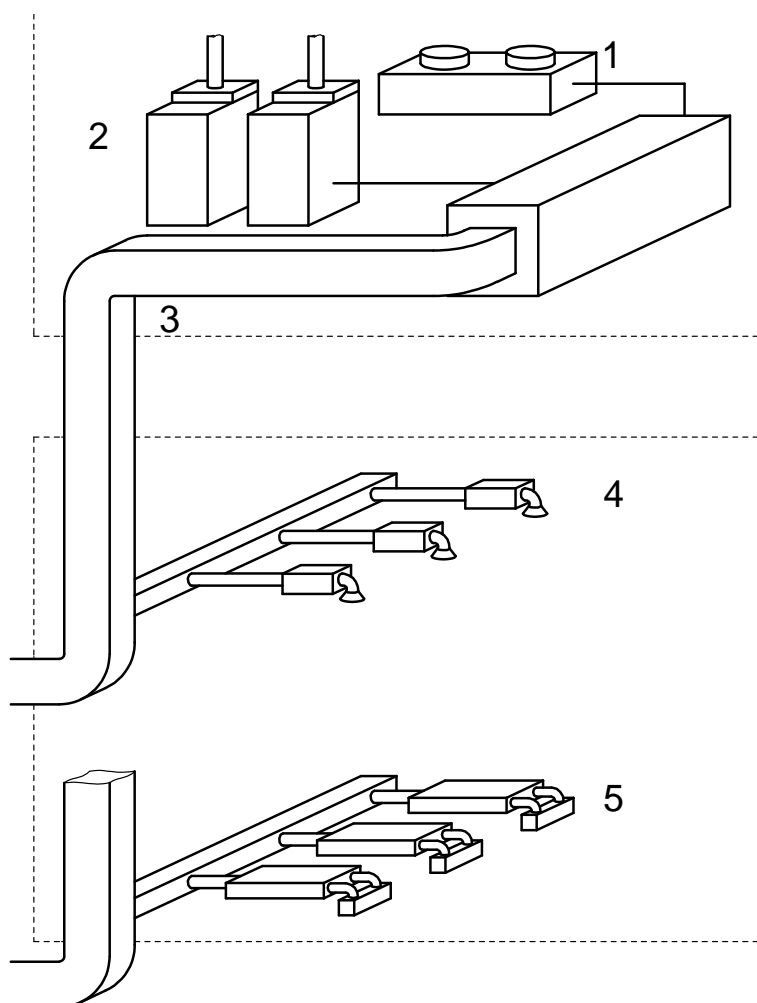
- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. Jednostka produkcji powietrza | 5. Usuwanie |
| 2. System odzyskiwania ciepła | 6. Wylot powietrza |
| 3. Wlot powietrza | 7. Recykling (powtórny obieg) powietrza |
| 4. Produkcja | 8. Przestrzeń mieszkalna |

Rys. 3.3 Zasada działania systemu klimatyzacji: Drogą C1 powietrze jest dostarczane a drogą C2 odzyskiwane/usuwane

System instalacji i urządzeń produkcyjnych jest położony zwykle w pomieszczeniu technicznym w piwnicach albo na najwyższej kondygnacji (czasem w pomieszczeniach na dachu) budynku. Najlepiej jest gdy urządzenia do “dla usuwania zużytej wody i wlotu świeżego powietrza” są położone w piwnicach, a urządzenia do “odzyskiwania i usuwania zużytego powietrza” są położone na najwyższej kondygnacji.

W nowoczesnych systemach klimatyzacyjnych, między wydmuchem/odzyskiwaniem można wprowadzić odzyskiwanie ciepła. Podczas okresu zimowego, ciepło z powietrza usuwanego o wyższej temperaturze może być przeniesione do powietrza wlotowego o niższej temperaturze. Podczas gdy podczas okresu letniego, chłód usuwanego powietrza o niższej temperaturze może być wykorzystany do oziębienia pobieranego gorącego powietrza zewnętrznego. Tak więc ten system odzyskiwania ciepła musi się znajdować w tym samym urządzeniu w związku z czym w tym samym pomieszczeniu.

Urządzenia montowane na dachu, które chłodzą strefę o dużej powierzchni, mają często znaczne rozmiary i zawierają przewody które łączą cały obszar obsługiwany.

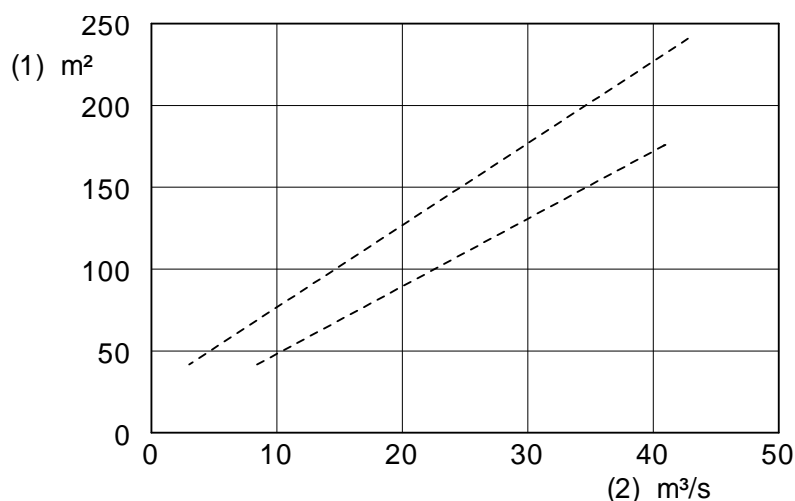


Oznaczenia:

1. Skraplacz
2. Bojlery
3. Przewody

4. Jednostki końcowe systemu VAV
5. Klimakonwektory

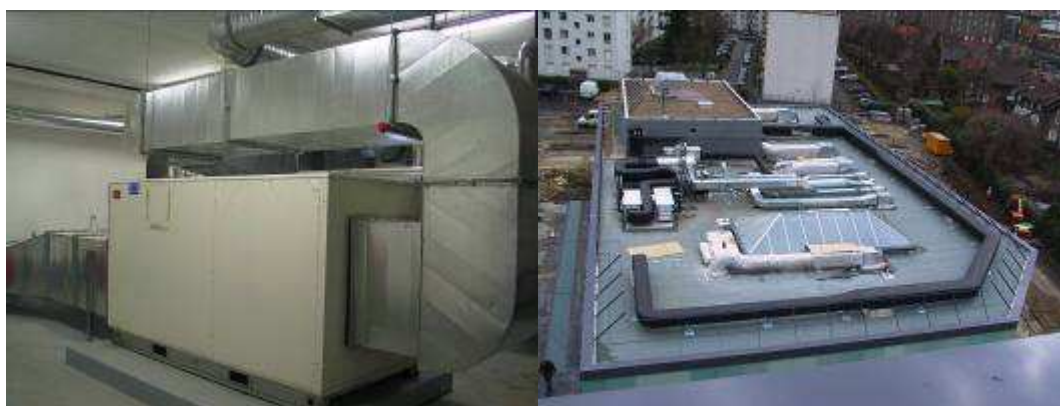
Rys. 3.4 Rozmieszczenie podstawowych dróg powietrza w budynkach biurowych [5]



Oznaczenia:

1. Powierzchnia pomieszczenia klimatyzacyjnego
2. Przepływ powietrza

Rys. 3.5 Szacunkowa powierzchnia pomieszczenia technicznego (m^2) w zależności od całkowitego przepływu powietrza (m^3 /sekundę) [11]



Rys. 3.6 Typowe pomieszczenie centrali klimatyzacyjnej z urządzeniami systemu VAV, orazi umieszczone na dachu budynku, co pokazuje znaczenie potrzebnej powierzchni i objętości

Jeżeli powietrze jest dostarczone przez nadciśnienie, wentylator dostarczający powietrze musi mieć większą moc niż wentylator wyciągowy. Jeżeli powietrze jest dostarczone przez podciśnienie, wentylator wyciągowy powinien mieć większą moc niż wentylator dostawy. Jeżeli nie ma żadnego specjalnego wymagania, wentylator dostawy ma nieznacznie większą moc niż wentylator wyciągowy.

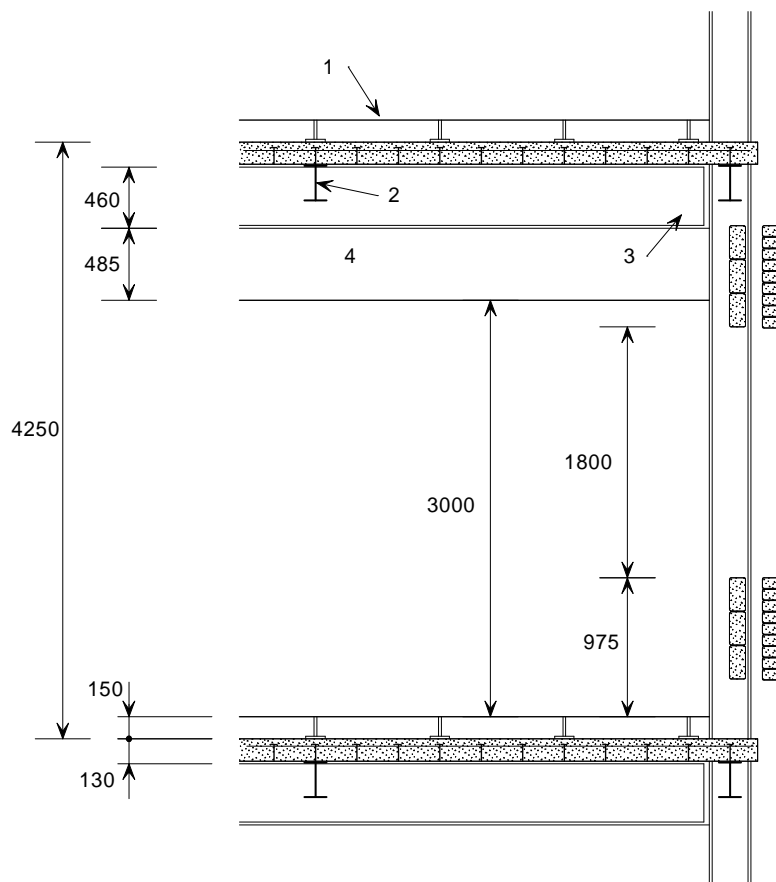
4. Wymiary i przestrzeń zajmowana przez instalacje

Dla jakiegokolwiek rodzaju potrzebnej instalacji, określone są minimalne wymiarowe wymagania dla przewodów i ich montażu, jak następuje:

4.1 Ogólne

Ogólnie w celu umieszczenia instalacji w podsufitce albo podniesionej podłodze potrzebna jest strefa od 400 do 600 mm. Klasycznie kanał o średnicy 200 mm w może obsługiwać biuro o powierzchni 3×3 m, a kanał o średnicy 400 mm - biuro 6×6 m. W tej sytuacji, prędkość powietrza w kanale wynosi między 6 i 9 m/sekundę, co nie stwarza żadnych problemów akustycznych. Typowe rury wodociągowe są o średnicy od 20 do 50 mm. Typowe rury do skroplin mają 40 mm średnicy, i są układane ze spadkiem 10-25 mm na metr (1-2,5%). W obliczeniach powinno się uwzględnić zapas na ugięcia belek. Kanał o długości 25 m wymaga 250 do 625 mm spadku w osuszaniu (drenowaniu) wody plus poprawka na ugięcie belki, które może być całkiem spore.

Zależnie od zastosowanego systemu zabezpieczenia przeciwpożarowego, wymagana przestrzeń w suficie może prowadzić do wysokości strefy instalacji od 700 do 800 mm. Dodając 300 mm wysokości płyty stropowej i podniesionej podłogi daje to pas o wysokości 1000 mm między poziomami dla zmieszczenia konstrukcji i instalacji, co w przybliżeniu stanowi około 25% całkowitej wysokości kondygnacji. Jeżeli ogólnie nie ma żadnego ograniczenia wysokości, to zwykle efektywniej jest umieszczenie instalacji poniżej stropu. Minusem za zwiększoną wysokość każdej kondygnacji jest powiększenie powierzchni obudowy budynku [17].



Oznaczenia:

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. Podniesiona podłoga | 3. Belka główna |
| 2. Belka drugorzędna | 4. Strefa instalacji |

Rys. 4.1 Typowe rozmieszczenie w pionie kondygnacji w budynku biurowym [3]

Podstawowa decyzja dotycząca integracji kanałów instalacyjnych w granicach wysokości konstrukcji stropu lub po prostu zawieszenia ich poniżej konstrukcji dotyka również wyboru elementów konstrukcyjnych, systemu zabezpieczenia przeciwpożarowego, obudowy i całkowitej wysokości budynku.

Ogólnie, strefa 450 mm pozwoli na umieszczenie instalacji poniżej konstrukcji. Dodatkowe 150-200 mm jest zwykle wystarczające dla urządzenia przeciwpożarowego, podwieszonego sufitu, oświetlenia i nominalnego ugięcia (25 mm). Terminale dla krążenia powietrza (klimakonwektory lub jednostki VAV) są położone między belkami, gdzie jest dostępne więcej przestrzeni.

Integracja instalacji może być osiągnięta poprzez przechodzenie (przenikanie) kanałów przez popierające je elementy. Jest to opisane w rozdziale 6.

4.2 Wymiary kanałów wentylacyjnych

Wentylacja powietrza i klimatyzacja są instalacjami zabierającymi najwięcej przestrzeni.

Spadek ciśnienia w systemie kanałów wzrasta z kwadratem szybkości przepływu powietrza w kanale. Przez osiągnięcie niskich szybkości powietrza w kanałach, zużycie energii może być zmniejszone, co przy dużej rocznej liczbie godzin działania, będzie prowadzić do znacznej

oszczędności energii. Inną korzyścią niskich szybkości powietrza w przewodach jest to, że zmniejszone jest ryzyko niepożądanego hałasu od przewodów [10].

Normalnie, szybkości powietrza w przewodach mogą wynosić około 3-4 m/sekundę podczas gdy 9 m/s może generować hałas. Lepiej jest powiększyć wewnętrzną wielkość kanału, by zmniejszyć szybkość powietrza i hałas, niż ochronić kanał dodatkowym zewnętrznym materiałem dźwiękoszczelnym.

Typowy rozmiar dla prowadzenia powietrza zmienia się zależnie od wymagań od 200 mm do 450 mm średnicy. Ponadto te wymiary mogą wzrosnąć kiedy kanały będą chronione termicznie albo dźwiękowo. Jego wielkość może być zwiększona o 300 mm termiczną albo dźwiękową ochroną, prowadząc do 800 mm średnicy całkowitej. Przestrzeń jest też potrzebna na załamania w kanałach, skrzynki rozdzielcze, tłumiki akustyczne itd. Przewody wentylacyjne o wymiarze mniejszym niż 100 mm mogą być używane w kilku krajach.

Stalowe kanały mogą być sztywne, proste sztywne rury ze sztywnym kątem (kolankiem) "pełnościennej kształtki kolankowej", albo półsztywne spiralny karbowany kanał z "kolankiem podzielonym na odcinki". Sztywne kanały wymagają więcej uwagi przy montażu, ale są bardziej szczelne. Półsztywne są elastyczniejsze w montażu, ale są mniej szczelne.

Elastyczne przewody, giętka powłoka o kołowym kształcie opięta na spiralnym drucie, może być stosowana, ale jest bardziej krucha i mniej wygodna do zamocowania i utrzymania.

Tłumiki, kiedy są potrzebne, to mają typowo 3 razy większą średnicę niż kanał i długość równą 10 razy średnica kanału. Tłumiki są potrzebne przy końcu dostawy drogą powietrzną dla dużej szybkości przepływu powietrza.

Poniżej pokazano typowe przykłady elementów kanałów instalacyjnych i ich względny poglądowy rozmiar.



Prosty karbowany kanał spiralny
Średnica od 200 do 400 mm



Kolanko pełnościenne i złożone z odcinków
Rozmiar: 1,5 x średnica



Tłumik (3 razy średnica kanału)



Zasuwa pożarowa (rozmiar: 1,5 x średnica)

Rys. 4.2 Elementy przewodów instalacyjnych [11]



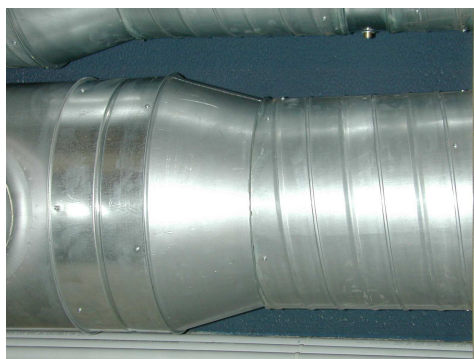
Kontrola przepływu (1,5 średnicy)



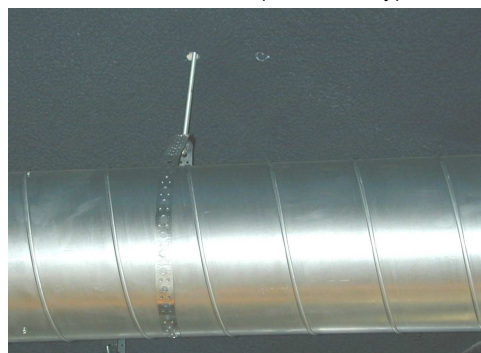
Dostęp do konserwacji
"czyszczenia" (2,0 średnicy)



Rozgałęzienie teowe (typu T)
(1,5 średnicy)



Kołowy reduktor (zwężka)

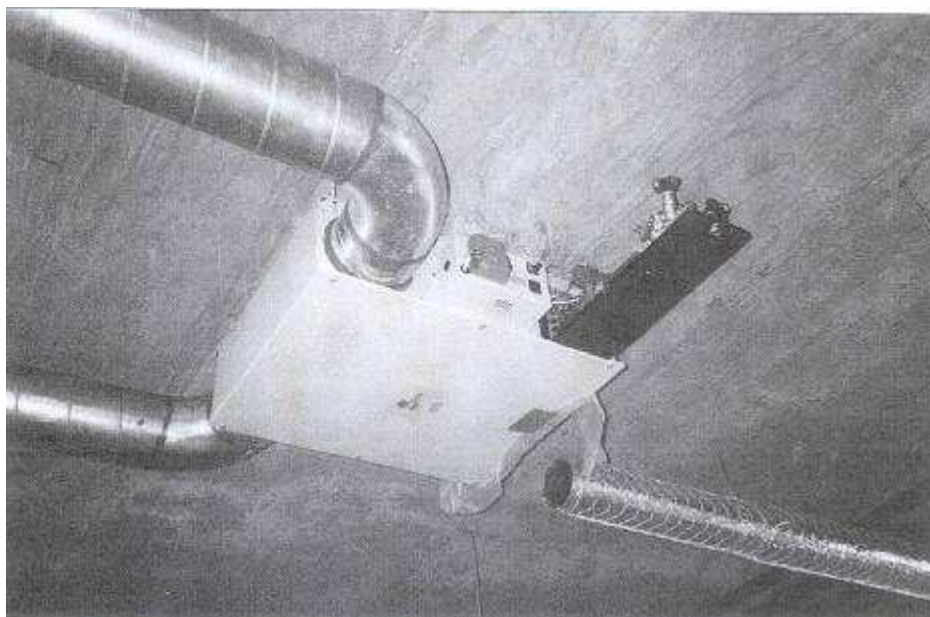


Podwieszenie



Ochrona termiczna i dźwiękowa –typowy wymiar jest 1,5 raza większy od wewnętrznej średnicy kanału

Rys. 4.3 *Elementy przewodów instalacyjnych [11]*



Rys. 4.4 Pudełko terminala VAV (zmiennej objętości powietrza) i klimakonwektor [3]

Inne wyposażenie wymagane w kanałach dla prowadzenia powietrza jest następujące:

- Klapy pożarowe przy ścianach rozdzielania (przeciwpożarowego): typowa klapa dymowa ma kształt sześciennego pudełka które jest 1,5 większe w średnicy od obsługiwanego kanału wentylacyjnego, jak również jest od 1 do 1,5 razy głębsze, w rozmiarze może dochodzić nawet do 600 x 600 x 400 mm
- Skrzynki narożne: to pomoc by odchylić przepływ powietrza oraz zmniejszyć spadek ciśnienia i generowanie dźwięku. Typowy rozmiar to kwadrat 3x3 średnica kanału i grubość 1x średnica, co prowadzi do wymiarów skrzynki 1200 x 1200 x 400 mm.
- Skrzynka rozdzielcza: rozdziela jeden kanał główny na kilka mniejszych. Typowe wymiary skrzynki wynoszą: 1200 x 1200 x 400 mm.

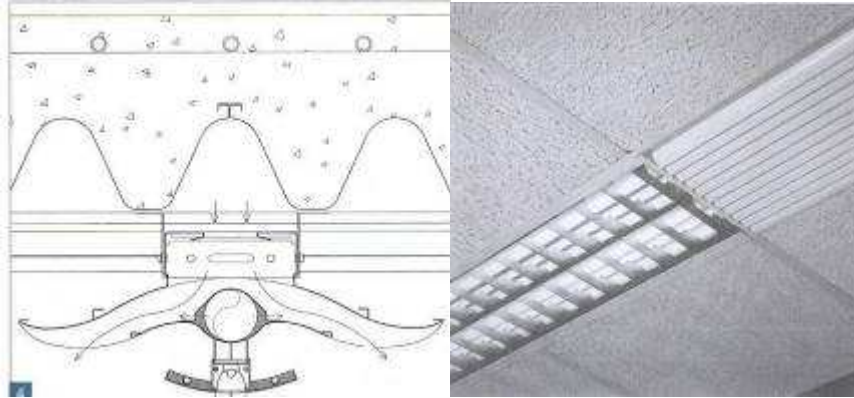
Typowa wielkość terminala VAV wynosi: przekrój 300x300 mm i długość 600 mm.

Klimakonwektory to typowo kwadrat 1000x1000 mm i grubości do 400 mm. System oziębienia wymaga grubości 200 mm. Wszystkie te systemy powinny być położone między belkami.

Siatki sufitu

W budynkach z dużą ilością instalacji, częstym przypadkiem jest to, że kraty powietrza lub nawiewniki, tryskacze, oświetlenie i wykrywacze dymu umieszcza się użytecznie w tej samej lokalizacji na suficie. Zgodnie z doświadczeniem wymiary siatki sufitu, były standaryzowane do 1200, 1500 albo 1800 mm [3].

Układy oświetlenia powinny być umieszczone w podsufitce. Nowoczesne systemy oświetlenia mogą obecnie zawierać wyloty by pulsować albo wyciągnąć powietrze dla krążenia i odświeżenia. W tym temacie uwagi wymaga i odpowiednia integracja między oświetleniem a układem chłodzenia, co może prowadzić do zmniejszenia przestrzeni i grubość sufitu. Układy oświetlenia o dużej wysokości mieszczą się w pasie 100-150 mm.



Rys. 4.5 *Typowa integracja pomiędzy przewodami wentylacyjnymi i oświetleniem w nowoczesnych instalacjach budowlanych [3]*

5. Znaczenie obszarów współpracy

Jednym z najważniejszych obszarów współpracy we współczesnym budynku jest interakcja między konstrukcją a instalacjami. Decyzje zrobione przez inżynierów budowlanych będą mieć znaczący wpływ na instalacje, funkcjonowanie i utrzymanie instalacji i ciągów komunikacyjnych. Podobnie, wymagania dotyczące instalacji i komunikacji w budynku będą mieć implikacje dla projektu konstrukcyjnego.

Konstrukcje budowlane są często projektowane z uwzględnieniem wymagań klienta, architekta i inżyniera budowlanego, ale instalator gra kluczową rolę w projekcie szczegółowym. Jeżeli muszą być osiągnięte oszczędności w materiałach budowlanych i koszcie instalacji, wraz z dobrze zintegrowanym montażem instalacji, wtedy projektant konstrukcji musi otrzymać informacje od projektanta instalacji na temat wymiarów i preferowanego rozmieszczenia (dróg) projektowanych instalacji [5]. Rozpoczęcie tej współpracy na wczesnym etapie projektowania zakończy się rozwiązaniami, które są korzystne dla obu stron.

Rozważanie powinno zawierać problemy środowiskowe, takie jak budownictwo z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju, koszt cyklu życia i korzyści społeczne. Budownictwo zrównoważone integruje materiały budowlane i metody, które promują zalety środowiskowe, ekonomiczną żywotność i korzyści społeczne przez projektowanie, budowanie i eksploatację środowiska budowlanego. To będzie miało bezpośredni wpływ na wybór instalacji, które powinny być oszacowane ze względu na następujące kryteria:

- Zużycie energii przy budowie i eksploatacji,
- Warunki komfortu w codziennym użytkowaniu,
- Korzyści społeczne zmniejszenie kosztów eksploatacji.

Rozważania dotyczą konstrukcji budynku i potrzebnych instalacji jako części budynku, eksploatacji i w końcu rozbiórki.

Potrzeba elastyczności w przestrzeni stropowej, to jest elastycznego układu podłogi, jak również elastyczności podczas użytkowania budynku, wymagać będzie systemów, które muszą być dobrze zaprojektowane i proste do wymiany (na przykład podzielone na zespoły lub podzespoły), jak również systemów możliwych do rekonfigurowania by zaspokoić przyszłe wymagania techniczne i zabiegi odnawiające. Kanały instalacji, które można w prosty sposób zmieniać, modyfikować, lub demontować są kluczowe z punktu widzenia integracji instalacji. To oznacza, że powinien być zapewniony swobodny dostęp do systemów.

Układ kanałów ma też olbrzymi wpływ na spadek ciśnienia i z tego względu na potrzebną moc wentylatora do transportowania powietrza w przewodach. Dlatego powinno się unikać stosowania kanałów o długich i kanałów o krętych odcinkach [11].

Z drugiej strony, innym kluczowym zagadnieniem jest zarządzanie przestrzenią w celu osiągnięcia najwyższej wydajności poziomej powierzchni dla użytku służbowego, to jest dla najlepszego stosunku “dostępna powierzchnia wynajmu / objętość budynku”. To oznacza, że w projektowaniu powinno się uwzględnić następujące zalecenia:

1. System instalacji powinien być tak gęsty jak to tylko możliwe,
2. Osiągnięta integracja (wysokość pasa) instalacji tak niska jak to tylko możliwe,
3. Projektowanie stropów o wysokości tak niskiej jak to tylko możliwe,
4. Projektowanie centralnych trzonów w najmniejszych możliwych rozstawach.

Podstawowe instalacje mogą być położone poniżej albo powyżej konstrukcji stropu. Przeważnie lokalizacja instalacji jest następująca:

- Klimatyzacja, oświetlenie, tryskacze i instalacja wodociągowa poniżej konstrukcji.
- Elektryczne i teleinformatyka powyżej konstrukcji (w podniesionej podłodze dostępu).

W konstrukcjach stalowych, odgałęzienia końcowe przewodów (terminale) są położone między belkami.

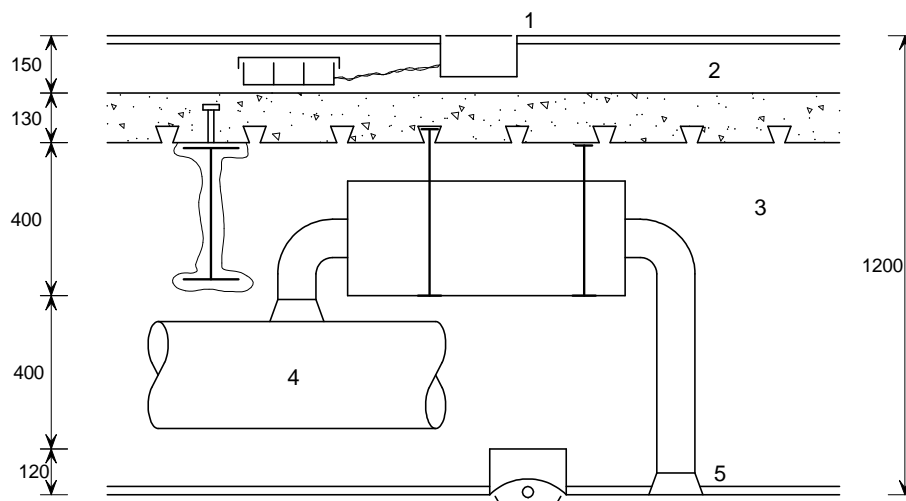
Tradycyjnie, większe kanały instalacyjne są sytuowane wzdłuż centralnego korytarza a mniejsze kanały są położone poniżej belek. W przestrzeni nad podłogą (o dużej wysokości) znajdują się kanały, regulatory i przewody teleinformatyczne. Przewaga tego systemu to łatwość montażu instalacji i ich utrzymania, ale to może prowadzić do większej wysokości konstrukcji, z wyjątkiem w płaskich konstrukcji stropowych, np. z płaskich płyt żelbetowych i belek zintegrowanych. Prawie wszystkie instalacje powinny być dostępne z regionu, któremu one służą.

W rozwiązaniach konstrukcyjnych o dużych rozpiętościach, kanały mogą być zintegrowane w granicach wysokości konstrukcji pierwotnej przez prowadzenie ich przez pojedyncze albo wielorakie otwory.

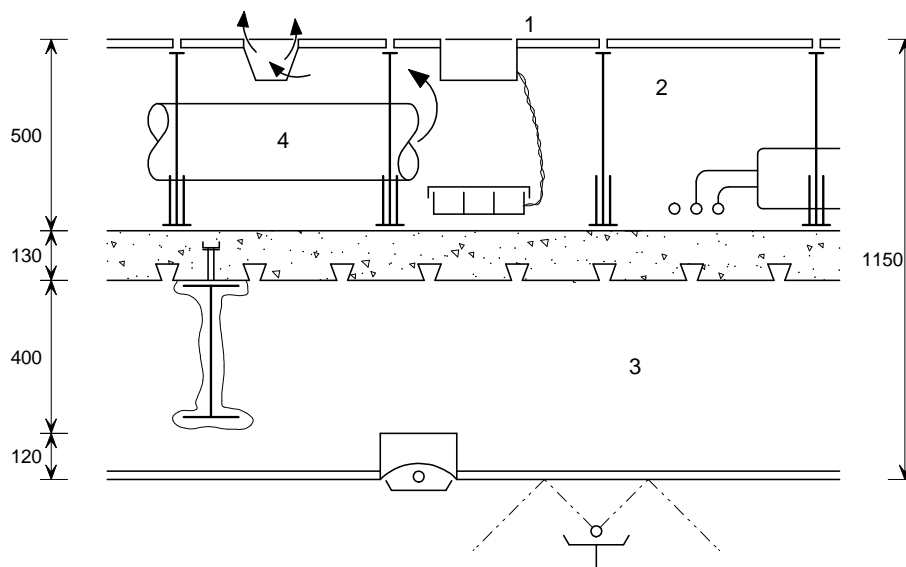
Trendy – duże rozpiętości w budynkach biurowych

Rozwój projektowania konstrukcyjnego: płyty zespolone, belki zespolone, rozwiązania stropów typu slim-floor i belki ażurowe stworzyły nowe okazje i nowe podejścia do rozprowadzenia instalacji.

Projektant instalacji ma wybór umieszczenia kanałów instalacji poniżej belek w oddzielnym pasie, albo ich lokalizacji w granicach wysokości belek. Zasadnicze jest to, że projektanci konstrukcji i instalacji dyskutują między sobą opcje rozwiązań na wczesnym etapie prac projektowych i wspólnie dochodzą do najlepszego zintegrowanego rozwiązania. Jeżeli przyjmie się prowadzenie kanałów w wysokości belek, projektant instalacji musi dostarczyć dane dotyczące liczby, rozmiaru i rozstawienia wymaganych otworów tak, aby belki mogły być odpowiednio skonstruowane. Inaczej to mogłoby prowadzić do wykonywania drogich zmian na miejscu budowy [5]. Tam gdzie jest wymagane przechodzenie przez belkę stosunkowo mało przewodów instalacyjnych, to jeżeli pozwala na to nośność belek, można wykonywać w środnikach pojedyncze otwory. W przekroju osłabionym otworem nośność na zginanie i na ścinanie musi być wystarczająca by przenieść siły od obciążeń zewnętrznych.



(a) Instalacje poniżej płyty stropowej



(b) Instalacje powyżej płyty stropowej

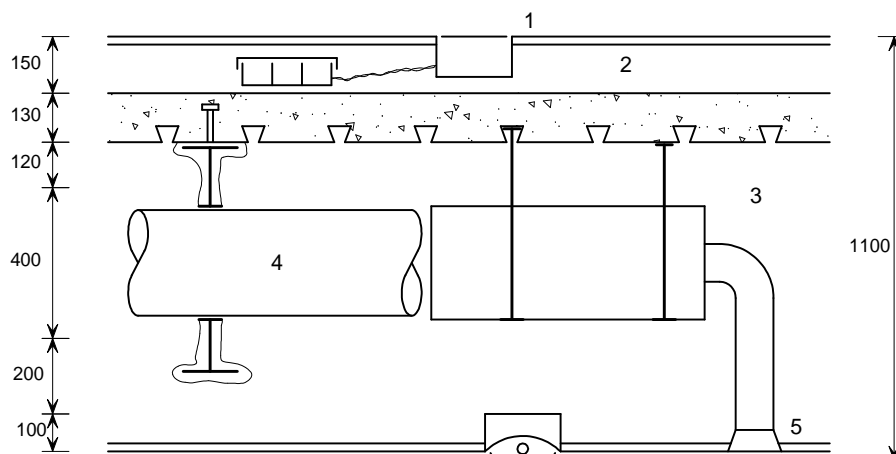
Oznaczenia:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1. Zasilanie/łączność/dane wylot | 4. Kanał doprowadzający |
| 2. Pustka podłogowa | 5. Wylot powietrza |
| 3. Pustka sufitowa. | |

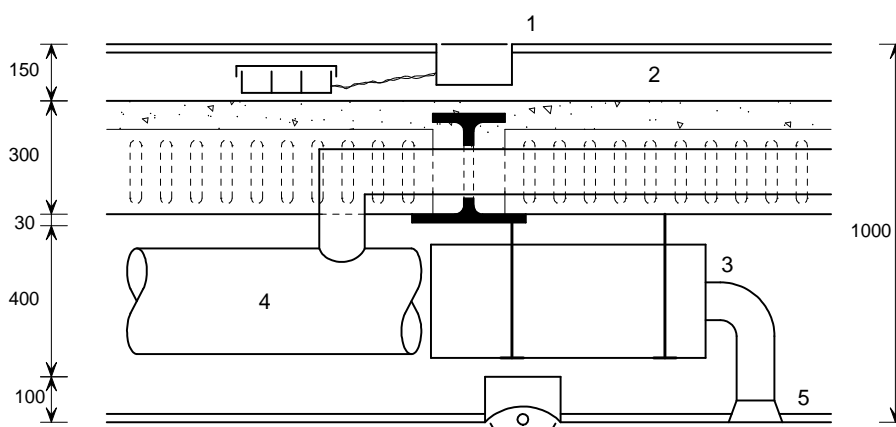
Rys. 5.1 *Możliwości usytuowania instalacji powyżej lub poniżej stropu lub konstrukcji [3]*

Izolowane otwory mogą się wydawać idealne projektantowi instalacji w budynku. Niemniej jednak ta opcja ogranicza przyszły zakres dla zmian układu instalacji, na przykład jeżeli budynek musi być odnowiony (odremontowany) [5].

Duże rozpiętości stalowo-betonowych systemów zespolonych, takich jak belki ażurowe, z dostosowaniem do różnorodnych stref instalacji, są teraz mile widziane i jest to preferowane rozwiązanie dla potrzeb integracji instalacji w nowoczesnych biurach.



(a) Zintegrowana konstrukcja i instalacje



(b) Konstrukcja zespolona typu "slim floor" lub belki zintegrowane

Oznaczenia:

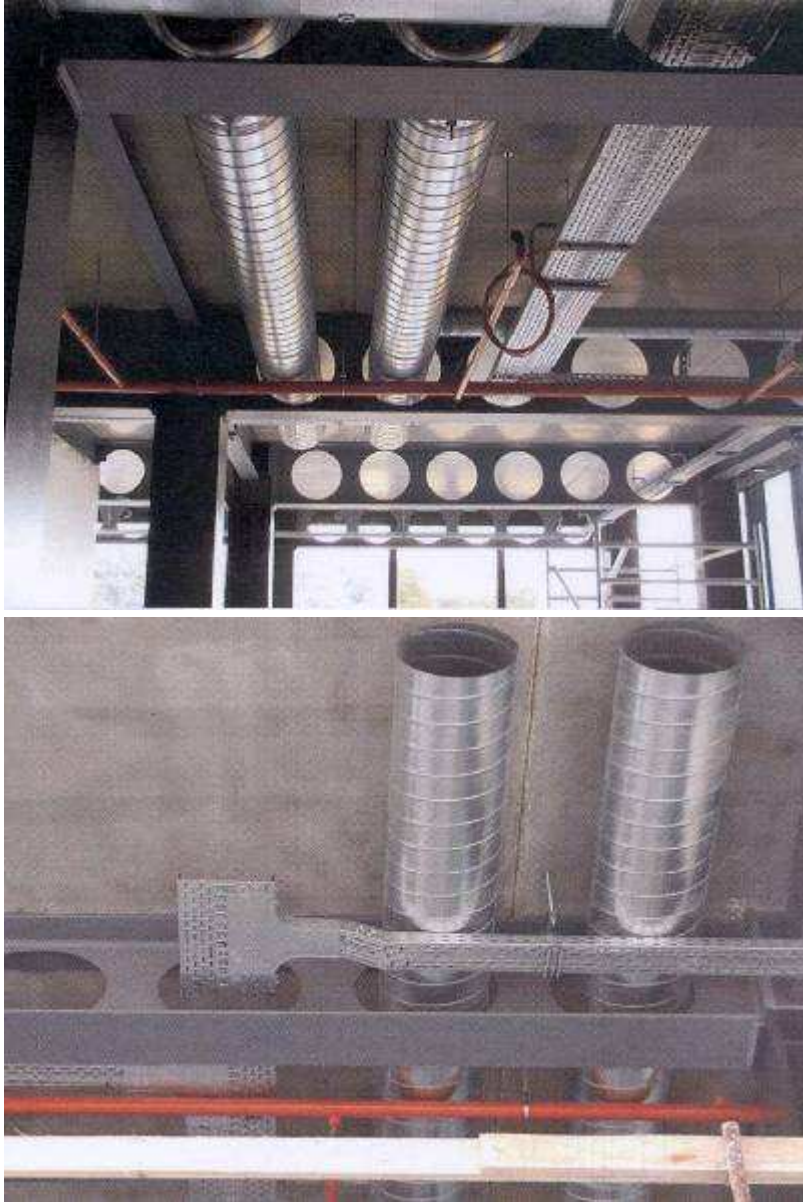
- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. Zasilanie/łączość/dane wylot | 4. Kanał doprowadzający |
| 2. Pustka podłogowa | 5. Wylot powietrza |
| 3. Pustka sufitowa. | |

Rys. 5.2 Przykłady integracji konstrukcji i instalacji– Belki ażurowe i system Slim floor [3]

Na Rys. 5.2 pokazano typowe rozmieszczenie instalacji w budynku biurowym. Belki ażurowe pozwalają na montaż wielorakich kołowych kanałów.

Tryskacze przeciwpożarowe są widoczne jako "czerwone rury na Rys. 5.3 i są położone w granicach wysokości belek. Przewody elektryczne biegną w specjalnych stalowych korytkach, widoczny jest również otwór w belce do przeprowadzenia instalacji elektrycznej.

Wszystkie belki się uginają po przyłożeniu obciążenia, dlatego przy projektowaniu i montażu instalacji budowlanych trzeba uwzględnić dodatek na ugięcia belek. Jeśli obciążenia graniczne będą przyłożone podczas wznoszenia budynku, to ugięcie belek wystąpi przed montażem instalacji. Instalacje powinny być tak podparte aby odpowiednie poziomy (spadki) były prawidłowe [5].



Rys. 5.3 Integracja instalacji w przestrzeni stropu – belki ażurowe [15]

6. Możliwości konstrukcyjne – systemy stropów

6.1 Wiadomości ogólne

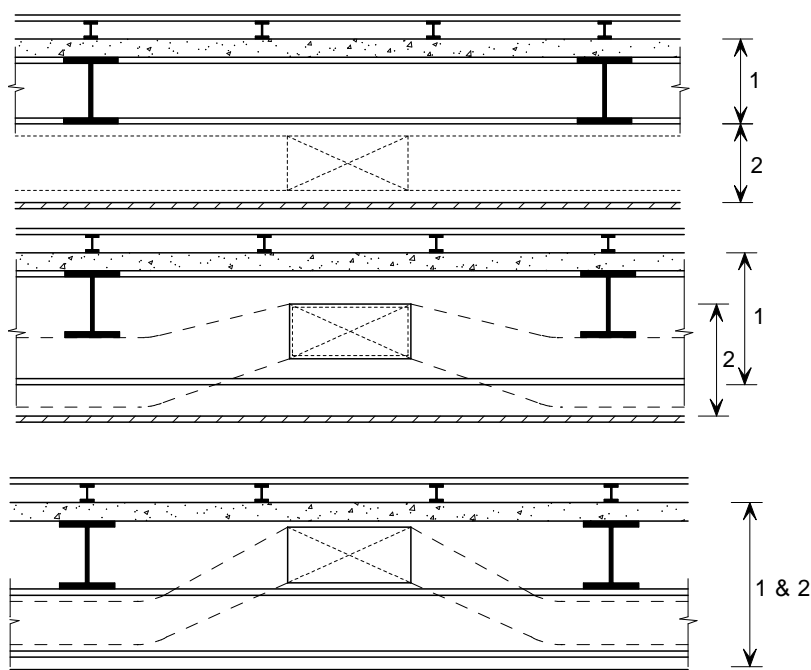
Stosowanie dużych rozpiętości bez wewnętrznych słupów podpierających są kluczowe do osiągnięcia celów stawianych budynkom biurowym. Rozpiętości 15-18 m są teraz powszechne z powodu skutecznego zastosowania konstrukcji zespolonych. Duże rozpiętości konstrukcji stalowych ułatwiają integrację instalacji w granicach ich wysokości, co zmniejsza całkowitą wysokość budynku.

W tradycyjnym budownictwie, instalacje są położone w poziomej warstwie albo strefie która znajduje się poniżej konstrukcji stropu. Dlatego są dwie oddzielne strefy między sufitem a podłogą. Strefa “konstrukcji” i strefa “instalacji”. To nazywa się “całkowite rozdzielenie” konstrukcji i instalacji. Systemy w których występuje kompletne rozdzielenie instalacji mają zwykle stosunkowo małe rozpiętości i małą wysokość konstrukcji.

Kiedy płyta stropowa jest popierana przez belki o średniej wysokości, kilka instalacji może być ustawianych w wysokości między belkami, ale kanały i rury muszą jeszcze przejść poniżej belek. Takie rozmieszczenie nazywa się “częściową integracją” instalacji.

Jeżeli belki są wystarczająco wysokie, można przepuścić instalacje przez belki przy określonych z góry lokalizacjach tak, aby konstrukcja i instalacje zajmowały tę samą poziomą strefę. To nazywa się “pełna integracja” instalacji.

Te różne formy integracji konstrukcji i instalacji pokazano na Rys. 6.1 [3]



Oznaczenia :

1. Strefa konstrukcji
2. Strefa instalacji

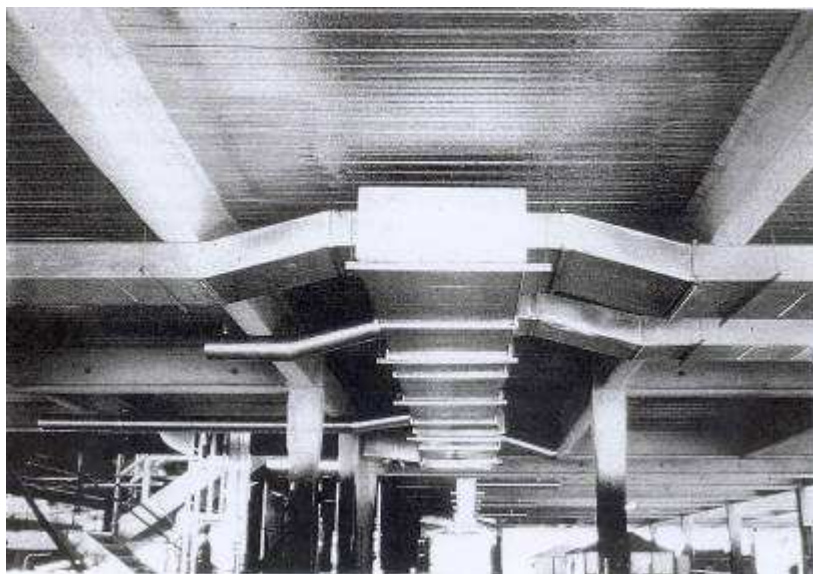
Rys. 6.1 Różne formy integracji konstrukcji i instalacji [3]



Rys. 6.2 Żelbetowa prefabrykowana płyta stropowa - na rys. zintegrowana z belkami stalowymi: Poniżej płyty potrzebna jest strefa do montażu instalacji [15]



Rys. 6.3 Instalacje poniżej konstrukcji stropu typu "Slimdek" [17]



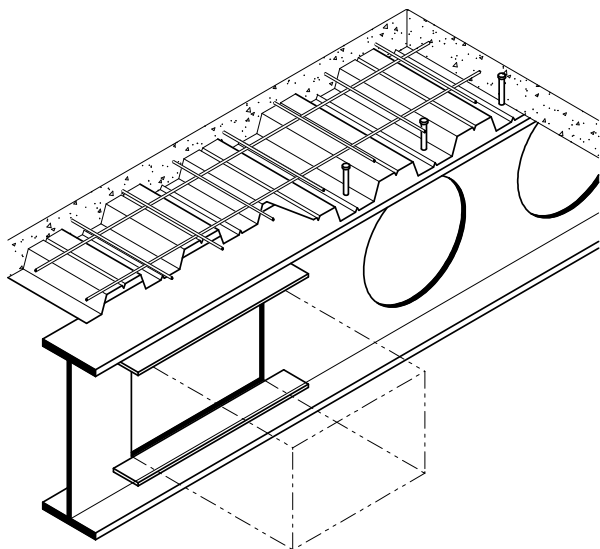
Rys. 6.4 Integracja instalacji – częściowa integracja między belkami [3]

6.2 Belki z otworami w środkach

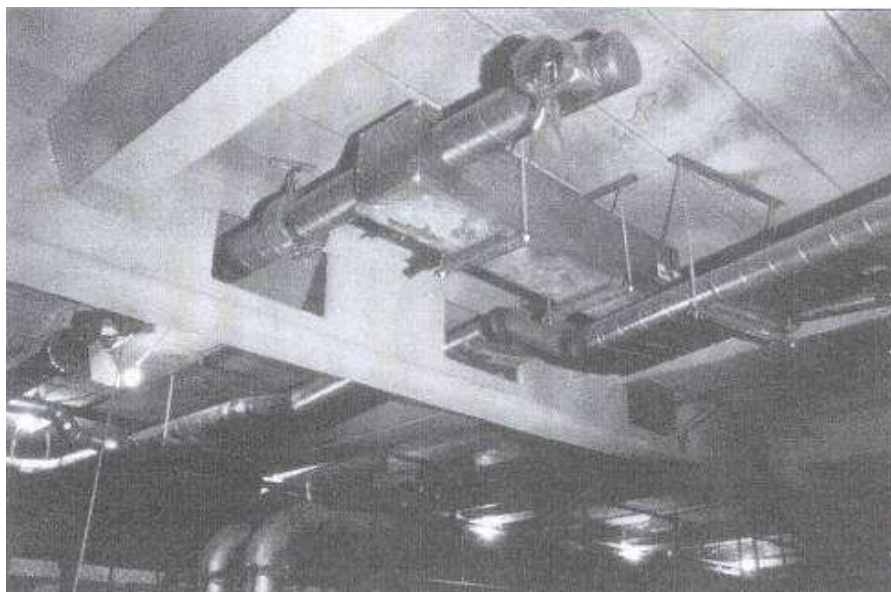
Belki z wielkimi otworami w środkach są na ogół spawane. Wymiary belek mogą być optymalizowane i mogą być tak dopasowane by zaspokoić potrzeby, na przykład przez ustawienie w środkach otworów o odpowiednim rozmiarze i usytuowaniu. Niesymetryczne przekroje są efektywne w przypadku belek zespolonych, a najlepszą lokalizacją otworów jest strefa występowania małych sił ścinających. Typowe belki zespolone, przy wysokościach od 600 do 1200 mm, mogą osiągnąć rozpiętość od 9 do 20 m.

Integracja instalacji

Kanały instalacji przechodzą przez otwory w środkach belek. Większe elementy instalacji i kanały mogą być ustawione między belkami.



Rys. 6.5 Typowe rozmieszczenie otworów w środku belki spawanej [17] i [7]



Rys. 6.6 Belka z dużymi otworami w środkach i kanały instalacji systemu VAV [3]



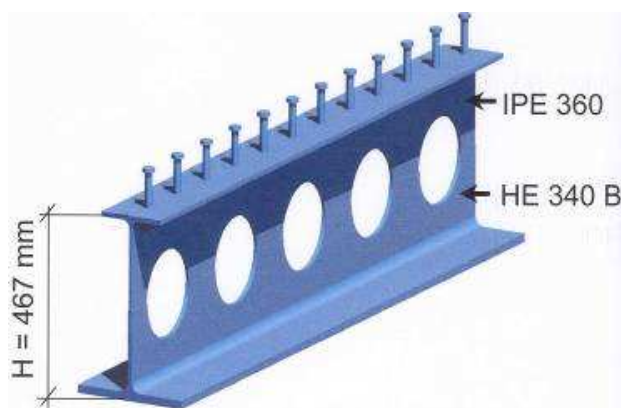
Rys. 6.7 Mały otwór w belce do przepuszczenia instalacji elektrycznej [15]

6.3 Belki ażurowe

Belki ażurowe to nowy rodzaj przekroju stalowego wyprodukowanego z wielorakimi otworami kołowymi w środku. Te belki posiadają charakterystyczny wzór regularnie rozmieszczonych otworów. Przekroje niesymetryczne mogą być tworzone poprzez zastosowanie różnych wielkości półki górnej i dolnej. Innym rodzajem belek ażurowych są belki wykonywane z kształtowników walcowanych, np. z dwuteowników. Poprzez odpowiednie rozcięcie dwuteownika po linii łamanej, przesunięcie i zespawanie, uzyskuje się belki z sześciokątnymi otworami w środku. Belki te mają ograniczoną nośność na ścinanie i można je stosować w budynkach z małą ilością instalacji.

Integracja instalacji

Regularne otwory w środkach pozwalają na przepuszczenie kanałów przez belki. Większe pozycje wyposażenia są położone między belkami. Wielkość otworów musi pozwolić na zastosowanie jakiegokolwiek zabezpieczenia przeciwpożarowego dookoła instalacji. Wszystkie belki w szeregu powinny posiadać takie samo rozmieszczenie otworów. Typowa rozpiętość wynosi od 9 do 18 m przy wysokości konstrukcyjnej od 600 do 1000 mm.



Rys. 6.8 Niesymetryczna belka ażurowa ze sworzniami [15] i [7]



Rys. 6.9 Typowe belki ażurowe z otworami kołowymi [7]



Rys. 6.10 Belki ażurowe z instalacjami przechodzącymi przez otwory w środkach [15]



Rys. 6.11 Belki ażurowe z instalacjami przechodzącymi przez otwory w środnikach [15]



Rys. 6.12 Przykłady integracji instalacji z belkami ażurowymi



Przykład obszaru z dużą ilością instalacji przy wylocie z centralnego trzonu



Obszar z normalną ilością instalacji – Można zauważyć natryskowe zabezpieczenie przeciwpożarowe

Rys. 6.13 Przykłady integracji instalacji z belkami ażurowymi

7. Literatura

- [1] Technical Steel Research – Properties and Service Performances – An Investigation of Service in Modern Commercial Buildings and Design of Structural Forms in Steel, Report RUR 16028 EN 1995.
- [2] Service Integration in Slimdek, P.D. McKenna, R.M. Lawson, SCI-P273, 2000.
- [3] Design of Steel Framed Buildings for Service Integration - P.D. Mc Kenna, R.M. Lawson, SCI-P166, 1997.
- [4] European Cost Study of Steel in Commercial Buildings, Report to RFSC Project 7210 PR 381 Eurobuild in Steel, R.M. Lawson, February 2005.
- [5] Service Co-Ordination with Structural Beams, Guidance for a Defect-Free Interface, S. Mitchell, M. Heywood, G. Hawkins, DTI, BSRIA, SCI, Co-Construct Publication, 2003.
- [6] Achieving Sustainable Construction, Guidance for Clients and their Professional Advisers., SCI, Corus, BCSA.
- [7] Les Immeubles de Bureaux à Plateaux Libres, Les Carnets de l'Acier N°8, Août 2003., ARCELOR BCS.
- [8] Towards Improved Performances of Mechanical Ventilation Systems., TIP Vent, Joule Project of the EU, 2001.
- [9] EuropTibat, Une Approche Globale pour Mieux Vivre dans un Bâtiment, Décembre 2001.
- [10] Aéraulique, Notes de Cours, Pierre Neveu, CNAM, Mai 2000.
- [11] Source Book of Efficient Air Duct Systems in Europe, T. Malström, J. Andresson, F.R. Carrier, P. Wouters, Ch. Delmotte, European Airways Project, 4.1031/Z/99-158.
- [12] Principle of Hybrid Ventilation, ECBCS, Exco Support Service Unit, Aalborg University, Aalborg, DK, August 2002.
- [13] Energy Performances Regulations for Buildings in the European Countries, Proceedings of the International Workshop, Paris, 12th November 2001.
- [14] Climatisation et Conditionnement d'air Modernes par l'Exemple, F. Reinmuth, Publication PYC, 1999.
- [15] Review the implications of modern services efficient flooring systems (Lecture), M. Haller, Arcelor, Eurobuild, RFCS project, September 2004
- [16] Design manual for composite slabs, ECCS-CECM-EKS- Publication N°67, 1995.
- [17] Modern commercial buildings in steel, SCI, RFCS Eurobuild Project, 2005.

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Plan rozwoju: Zintegrowane instalacje w budynkach		
Odniesienie			
DOKUMENT ORYGINALNY			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Philippe BEGUIN	CTICM	04/07/2005
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Alain BUREAU	CTICM	04/07/2005
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez	D C Iles	SCI	6/9/05
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. WIELKA BRYTANIA	G W Owens	SCI	2/9/05
2. Francja	A Bureau	CTICM	2/9/05
3. Szwecja	A Olsson	SBI	2/9/05
4. Niemcy	C Müller	RWTH	2/9/05
5. Hiszpania	J Chica	Labein	2/9/05
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	6/5/05
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:	Z. Kielbasa, PRz		
Tłumaczenie zatwierdzone przez:			

Informacje ramowe

Tytuł*	Plan rozwoju: Zintegrowane instalacje w budynkach	
Seria		
Opis*	Podano informacje o instalacjach potrzebnych w nowoczesnych biurach: wentylacja i klimatyzacja, zabezpieczenia pożarowe, zasilanie elektryczne, itd. Opisano wymagania i odstępy wymagane dla instalacji. Pokazano możliwości zastosowania nowoczesnych systemów konstrukcyjnych, które pozwalają na integrację instalacji. Podkreślono znaczenie dobrego kształtowania połączeń.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Praktyka
Identyfikator*	Nazwa pliku	D:\ZBIGNIEW KIEŁBASA\TŁUMACZENIE ACCES STEEL\CZĘŚĆ 2\005\SS005a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 36 Pages; 1702kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	Klient, Architekt, Inżynier
Temat*	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	06/09/2005
	Data ostatniej modyfikacji	04/07/2005
	Data sprawdzenia	04/07/2005
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*		Polski
Kontakt	Autor	Philippe BEGUIN, CTICM
	Sprawdził	Alain BUREAU, CTICM
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Budynki komercyjne, Projektowanie instalacji w budynkach, Projektowanie koncepcyjne, Projekt wstępny	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	SS004
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	EU
Instrukcje szczególne		