

elementami dzielić na mniejsze w zależności od potrzeb. Stolarka okienna jest drewniana, nietypowa, natomiast stolarka drzwiowa jest również drewniana — ale typowa. W niektórych pomieszczeniach przewidziano stolarkę aluminiową. W pomieszczeniach komputerów i przygotowania danych ściany są wyłożone izolacją akustyczną. Stosunek kubatury do powierzchni elewacji wynosi $6,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Na rysunku 9-6 przedstawiono ośrodek obliczeniowy Zakładów Elektronicznej Techniki Obliczeniowej we Wrocławiu. Projekt został wykonany przez Miastoprojekt Wrocław. Autorami projektu są mgr inż. arch. A. Tarnawska i mgr inż. arch. J. Tarnawski. Charakterystyka obiektu jest następująca. Ośrodek przewidziano do zainstalowania 3 komputerów. Pole powierzchni zabudowy wynosi 1372 m^2 , a kubatura $13\,184 \text{ m}^3$. Ilość kondygnacji nadziemnych wynosi 3. Budynek jest wolnostojący, z drewnianym obiciem wewnętrznym. Konstrukcja jest żelbetowa, wylewana, stropy prefabrykowane, kanałowe typowe. Ściany osłonowe są prefabrykowane, warstwowe. Moduł konstrukcyjny obiektu wynosi 5,1 m. Rozmieszczenie zasadniczych funkcji na kondygnacjach jest następujące:

- piwnice — pomieszczenia urządzeń zasilających i klimatycznych, magazyny, archiwa,
- parter — hala komputera z pomieszczeniami towarzyszącymi,
- I piętro — przygotowanie danych, dyrekcja, bufet,
- II piętro — sale szkoleniowe, biblioteka, działy projektowania i programowania.

Kategoria zagrożenia pożarowego obiektu jest określona w kategorii III, odporność zaś ogniowa budynku — w klasie „C”. Budynek w rzucie poziomym ma kształt prostokąta z dziedzińcem wewnętrznym. Podział ogólnej przestrzeni wewnętrznej jest mieszany; częściowo stały (dyrekcja, pomieszczenie sanitarne, magazyny, część pomieszczeń biurowych) częściowo elastyczny (wydzielenie przestrzeni ekranami i szafami segmentowymi). Drzwi i okna są wykonane w głównej mierze z aluminium. Zastosowano standardowe elementy poprawiające akustykę. Posadzki w pasie zewnętrznym są „pływające” dla wytlumienia drgań przekazywanych przez maszyny na ustrój budowlany. Obiekt zrealizowano w 1969 roku.

9.6. Ukształtowanie przestrzeni ośrodka i architektura wnętrz

Specyficzne wymagania funkcjonalne stawiane pomieszczeniom ośrodków sprawiają, że w wielu zagadnieniach ukształtowanie wnętrz ośrodka obliczeniowego znacznie odbiega od ukształtowania zwykłych pomieszczeń biurowych. Złożoność procesu produkcyjnego ośrodka obliczeniowego, duża liczba różnorodnego sprzętu, stawiane wysokie wymagania techniczne i ergonomiczne sprawiają, że do prawidłowego rozwiązania projektów wnętrz należy przywiązywać dużą wagę. Pomieszczenia komputerów wymagają stosowania specjalnych elementów i rozwiązań dla wytłumienia wnętrza, oświetlenia, klimatyzacji, ochrony przeciwpożarowej, prowadzenia wszelkich instalacji itp. Obecnie zostaną omówione podstawowe wymagania, jakim powinny odpowiadać wnętrza ośrodka obliczeniowego, oraz zasady projektowania tych wnętrz.

Instalacja komputerów w pomieszczeniach ośrodka obliczeniowego wymaga przeprowadzania różnorodnych połączeń, np. połączeń kablowych poszczególnych urządzeń zestawu, łączy transmisji danych zasilania ener-

tycznego, klimatyzacji. Ze względu na konieczność wykonywania napraw, możliwość wymiany poszczególnych elementów oraz dokonywanie zmian w ustawieniu urządzeń, przewody te nie mogą być w sposób trwały zabudowane w konstrukcji obiektu. Zwykle wszelkie instalacje kablowe są doprowadzane do urządzeń od strony podłogi. Położenie kabli bezpośrednio na podłodze i przykrycie ich osłonami może mieć charakter tylko rozwiązania doraźnego. Podobnie prowadzenie kabli pod stropem — w pomieszczeniu znajdującym się pod lokalem zajęтым przez maszyny — a następnie dołączanie tych maszyn przez przepusty w stropie, nie jest rozwiązaniem korzystnym. Dlatego też dla instalacji prowadzonych dołem stosuje się dwa inne sposoby układania przewodów.

Sposób pierwszy polega na zaprojektowaniu kanałów pomiędzy poszczególnymi urządzeniami zestawu. Kanały te są przykrywane w poziomie podłogi płytami (podłogowymi), które mogą być zdejmowane w razie potrzeby. Kanał podłogowy, przewidziany dla prowadzenia łączy modułów zestawu komputera Mińsk 32, ma szerokość 250 mm oraz głębokość 120 mm. Zaletą stosowania kanałów kablowych jest niski koszt ich wykonania; ujemną zaś stroną jest fakt, że wybrany układ funkcjonalny urządzeń nie może być w przyszłości zmieniony bez wybijania nowych kanałów (a jest to czynność złożona i bardzo kłopotliwa, gdyż wymaga pyłoszczelnego pakowania urządzeń i usuwania ich z pomieszczenia). Ponadto stosowanie kanałów bywa często ograniczone wytrzymałością stropów, wybicie bowiem kanałów obniża nośność stropów.

Znacznie bardziej korzystny jest drugi sposób układania przewodów, polegający na stosowaniu podwójnej podłogi z wolną przestrzenią między podłogową, w której to przestrzeni można w sposób dowolny prowadzić niezbędne instalacje. Podłoga taka ma dwa poziomy, przy czym poziom dolny stanowi podłoże budowlane, zabezpieczone jedynie przed zapyłaniem — np. przez pomalowanie krzemianem sodu. Poziom górny stanowią elementy płytowe, ułożone na odpowiedniej wysokości nad podłożem przez zastosowanie specjalnej konstrukcji wsporczej.

Stosowanie w budownictwie ośrodków obliczeniowych podwójnych podłóg stało się w ostatnim okresie niemal powszechne. Elementy płytowe podwójnej podłogi cechuje łatwość montażu i demontażu (a więc możliwość szybkiego dostępu do poszczególnych instalacji). Dzięki wprowadzeniu unifikacji i przemysłowych metod produkcji elementów płytowych oraz konstrukcji wsporczej, uzyskuje się niski koszt wytwarzania i dużą dokładność wykonania, co sprawia, że prace montażowe ulegają znacznemu skróceniu i uproszczeniu.

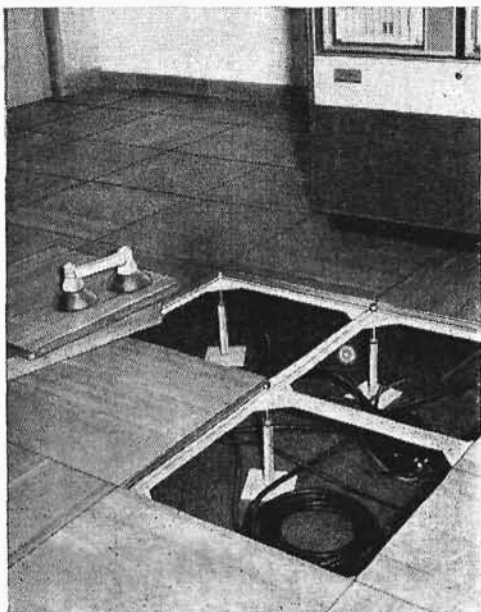
Elementy płytowe składanej podłogi są wykonywane zwykle ze sklejki, lub stopów metali lekkich. Elementy te musi cechować duża sztywność i odporność na wilgoć, aby nie ulegały wypaczaniu. Nośność składanej podłogi powinna wynosić co najmniej 1000 kG/m^2 , a dopuszczalne naciski jednostkowe — 100 kG/cm^2 . Konstrukcja wsporcza, na której są ustawiane elementy płytowe, powinna umożliwiać wypoziomowanie podłogi (mimo ewentualnych nierówności podłoża) w dość dużym zakresie przejściowych różnic poziomu podłoża budowlanego. Górna powierzchnia elementów płytowych jest pokrywana różnymi rodzajami wykładzin. Najczęściej stosuje się wykładziny z PCV, lub wykładziny dywanowe. Należy dbać o zabezpieczenie podwójnej podłogi przed gromadzeniem się ładunków elektrostatycznych na jej powierzchni, gdyż mogłoby to zakłócać pracę sprzętu. Ponadto, trzeba stosować uziemienie konstrukcji wsporczej w celu zwiększenia szybkości odprowadzenia ładunków elektrostatycznych.

Obecnie wielu producentów w różnych krajach prowadzi intensywne prace nad udoskonaleniem stosowanych rozwiązań, a produkcja podwójnych podłóg dla potrzeb ośrodków obliczeniowych szybko wzrasta. W Polsce są produkowane elementy dla dwóch rodzajów składanych podłóg — różniących się sposobem rozwiązania konstrukcji wsporczej. Pierwszy rodzaj podłogi (typu P1) z konstrukcją wsporczą typu rusztowego pokazano na rys. 9-7.

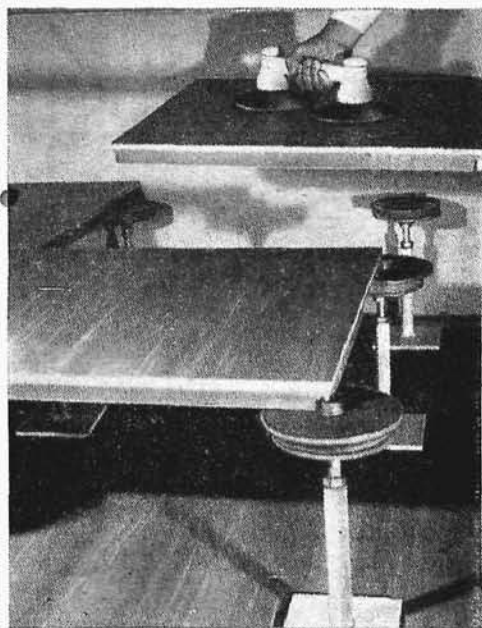
Elementy płytowe są układane na siatce z profilów stalowych opartej na podłożu za pomocą nóg wsporczych o przegubach kolistych w dolnej części; umożliwia to wypoziomowanie podłogi podczas montażu (mimo nierówności podłoża). Istnieje również możliwość regulacji wysokości nogi wsporczej w zakresie 70 mm. W przypadku większych nierówności podłoża należy stosować nogi o zróżnicowanej długości. Szczegóły budowy nogi wsporczej konstrukcji rusztowej pokazano na rys. 9-8. Konstrukcja wsporcza rusztowa cechuje się dużą stabilnością i może przenosić znaczne siły poziome, wykazuje natomiast tę wadę, że po zdjęciu elementów płytowych pozostaje siatka kształtowników, utrudniających prace instalacyjne. Wspomniana wada nie występuje w przypadku podłogi typu P2, z konstrukcją wsporczą bezrusztową (rys. 9-9, 9-10), jednak ten rodzaj konstrukcji cechuje mała stabilność. Z tego względu skrajne elementy płytowe muszą opierać się o ściany pomieszczenia. Elementy płytowe pokrycia dla obydwu rodzajów podłóg są układane na konstrukcji wsporczej bez żadnego mocowania, w związku z czym płyty mogą być wyjmowane w dowolnym miejscu podłogi bez większych trudności. Do wyjmowania płyt służą specjalne uchwyty z przyssawkami gumowymi. Sposób podnoszenia płyt uwidocznił na rys. 9-7. Dane techniczne obydwu typów podłogi składanej są następujące:

Rozmiar elementów płytowych	600 × 600 mm
Grubość elementu płytowego	30 lub 35 mm
Materiał płyty podłogowej	sklejka wodoodporna lub odlew aluminiowy żebrowany
Wykładzina płyty	PCV grubość 2 mm
Wysokość całkowita konstrukcji wsporczej i płyt	200 do 700 mm
Wysokość użyteczna do prowadzenia przewodów	100 mm mniejsza od wysokości całkowitej
Dopuszczalne obciążenie równomierne podłogi	1500 kG/m ²
Ciężar 1 m ² kompletnej podłogi	około 30 kG.

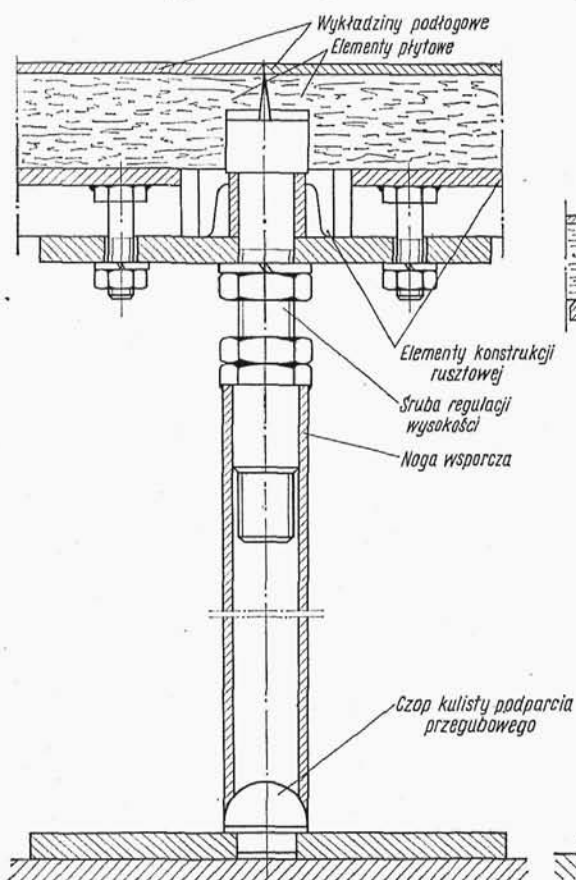
Dla potrzeb instalacji klimatyzacyjnej stosuje się specjalne podłogowe elementy płytowe z wylotami powietrza. Powietrze doprowadza się do sali przewodami ułożonymi w przestrzeni międzypodłogowej. Płyty z wylotami powietrza są zamienne z pozostałymi rodzajami płyt, co zapewnia możliwość zmiany ich rozmieszczenia i uzyskania najkorzystniejszego (w określonych warunkach) rozdziału doprowadzanego powietrza. Płyta z wylotami powietrza przewidziana dla podłogi typu P1 i P2 ma powierzchnię czynną (netto) — 0,1 m². Duża dokładność wykonania elementów płytowych gwarantuje łatwą wymianę płyt oraz zapewnia szczelność, wymaganą ze względu na klimatyzację. Składane podłogi cechuje dobre tłumienie drgań. Wynika to z faktu, że elementy płytowe podłogi nie są sztywno mocowane na konstrukcji nośnej; istotne znaczenie ma tu również pokrycie elementów metalowych podłogi powłoką z tworzywa sztucznego.



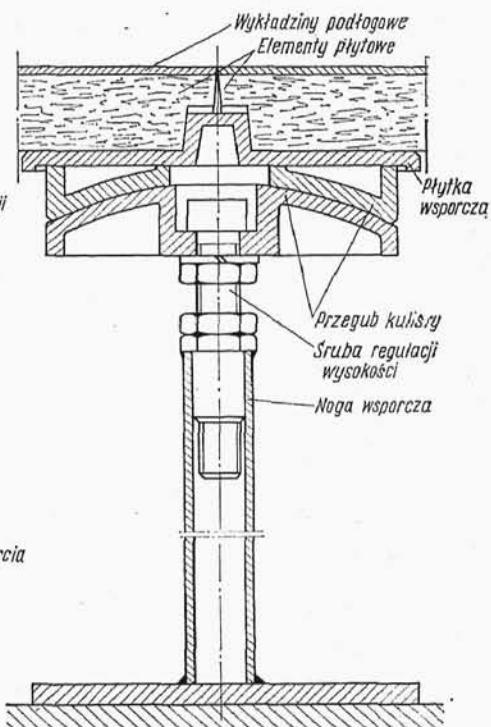
Rys. 9-7. Fragment podłogi składanej typu rusztowego



Rys. 9-9. Fragment podłogi składanej typu bezrusztowego



Rys. 9-8. Przekrój nogi wsporczej podłogi składanej typu rusztowego



Rys. 9-10. Przekrój nogi wsporczej podłogi składanej typu bezrusztowego

Urządzenia wejścia i wyjścia komputera oraz urządzenia do przygotowania danych są podczas pracy źródłem drgań akustycznych, co wywołuje w pomieszczeniu wysoki poziom natężenia hałasu. Moc akustyczna niektórych urządzeń jest na tyle duża, że może szkodliwie oddziaływać na zdrowie personelu obsługującego urządzenia, powodować zmniejszenie uwagi i złe samopoczucie, a także utrudniać wzajemne porozumiewanie się. W trakcie projektowania pomieszczeń ośrodka obliczeniowego należy dążyć do możliwie wydatnego obniżenia poziomu natężenia hałasu, poprzez zmniejszanie mocy akustycznej urządzeń oraz wytłumianie pomieszczeń. Dla ograniczenia mocy akustycznej urządzeń należy — jeśli to tylko możliwe — stosować osłony lub ekrany, a także podkładki amortyzujące, na których ustawia się maszyny. Podkładki te wykonuje się z gumy lub grubego filcu.

Rozkład poziomu natężenia dźwięku w danym pomieszczeniu jest zależny również od wielkości i kształtu tego pomieszczenia oraz od właściwości pochłaniania dźwięku przez ściany, sufit i podłogę.

Poziom hałasu można zmniejszyć, jeżeli do minimum zmniejszy się udział powierzchni słabo pochłaniających dźwięk (głównie szklanych). Właściwości pochłaniające danego materiału — lub wykonanej z niego ściany — ujmuje współczynnik pochłaniania dźwięku, wyrażany wzorem

$$\alpha = \frac{J_2}{J_1}$$

gdzie: J_1 — wartość natężenia fali dźwiękowej padającej na ścianę,

J_2 — wartość natężenia fali dźwiękowej odbitej od ściany.

Wartość współczynnika pochłaniania może zawierać się w przedziale $0 < \alpha < 1$, przy czym współczynnik ten jest podawany dla różnych częstotliwości. Na rysunku 9-15 przedstawiono charakterystyki współczynnika α sufitów dźwiękochłonnych typu S1, produkowanych przez przemysł krajowy m.in. dla potrzeb ośrodków.

Wszystkie obliczenia związane z wytłumianiem pomieszczeń utrudnia fakt, że urządzenia pracujące w ośrodku powodują tzw. hałas szerokopasmowy; odczuwalny poziom natężenia hałasu zawiera się w pasmie częstotliwości $500 \div 16\,000$ Hz. Dlatego też wszelkie obliczenia należy przeprowadzać dla określonych przedziałów częstotliwości, a następnie otrzymane wyniki odpowiednio sumować.

Całkowitą chłonność akustyczną (A) pomieszczenia zamkniętego, wewnątrz którego są umieszczone maszyny i urządzenia, oblicza się według następującego wzoru

$$A = S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \dots + S_n\alpha_n + n_1\alpha'_1 + n_2\alpha'_2 + \dots + n_n\alpha'_n [m^2]$$

gdzie: S_1, S_2, \dots, S_n — pola poszczególnych powierzchni,

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ — współczynniki pochłaniania dźwięku poszczególnych powierzchni,

n_1, n_2, \dots, n_i — liczba przedmiotów o współczynniku pochłaniania $\alpha'_1, \alpha'_2, \dots, \alpha'_n$.

Znając moc akustyczną N źródła hałasu można obliczyć średnie natężenie hałasu, korzystając z następującej zależności

$$J = \frac{4N}{A} [W \cdot m^{-2}]$$

Jeśli zachodzi potrzeba zmniejszenia poziomu natężenia dźwięku w istnie-

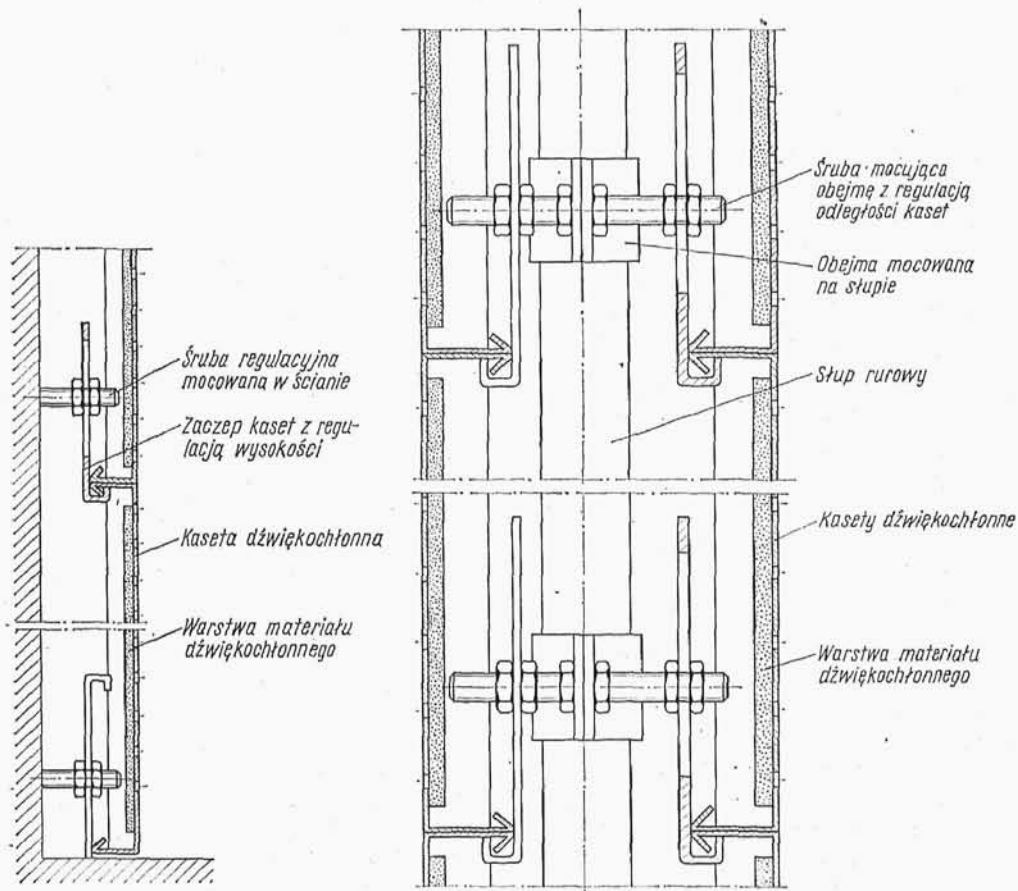
jącym pomieszczeniu przez zastosowanie na suficie i ścianach ustrojów wyciszających, efekt wyciszenia ΔL_w ocenia się na podstawie zależności

$$\Delta L_w = 10 \lg \frac{A_1}{A_2} [\text{dB}]$$

gdzie: A_1 — chłonność pomieszczenia po wytłumieniu,

A_2 — chłonność przed wytłumieniem.

Obliczenia i pomiary wykazują, że stosowanie materiałów wyciszających o dużym współczynniku tłumienia może spowodować zmniejszenie natężenia hałasu o 6 dB. Odpowiada to subiektywnemu wrażeniu zmniejszenia głośności o około 30%. Ze względu na efektywność wyciszania, nie należy stosować



Rys. 9-11. Sposób mocowania na ścianie kaset dźwiękochłonnych typu SI.

Rys. 9-12. Zastosowanie kaset dźwiękochłonnych do wykonania ścianki działowej

ścian działowych całkowicie oszklonych (jedynie pasy szklane o wysokości do 1,2 m). Pozostała powierzchnia powinna być obłożona materiałem dźwiękochłonnym. Jako okładziny ścian stosuje się płyty z materiałów drewnopochodnych lub arkusze sklejk, wykładane specjalnym porowatym tworzywem.

Dobre wyniki daje też wykładanie ścian zunifikowanymi kasetami dźwiękochłonnymi typu SP. Kasety te są wykonane z blachy stalowej, perforowane i podklejane gąbką poliuretanową. Rozwiązanie konstrukcyjne mocowania kaset na ścianie przedstawiono na rys. 9-11. Kasety dźwiękochłonne mogą też być wykorzystane do wykonania przestawnych ścianek działowych, jak to pokazano na rys. 9-12. Niedopuszczalne jest stosowanie materiałów wydzielających pył (np. płyty gipsowe).

Duże znaczenie dla uzyskania właściwego efektu wyciszenia pomieszczenia ma również prawidłowe zaprojektowanie sufitu. Z reguły w sali komputera stosuje się sufit podwieszony do stropu w odległości 15 ÷ 60 cm. Uzyskana przestrzeń wpływa na zwiększenie tłumienia hałasu oraz umożliwia przeprowadzanie wszelkich niezbędnych instalacji. Można także stosować indywidualnie wykonywane elementy płytowe z dźwiękochłonnymi materiałami drewnopochodnymi oraz zunifikowane kasety dźwiękochłonne, wykonane z blachy perforowanej, stalowej lub aluminiowej. Polecane jest również wykonywanie zaokrąglonego przejścia między sufitem a ścianami, co zwiększa również tłumienie hałasu.

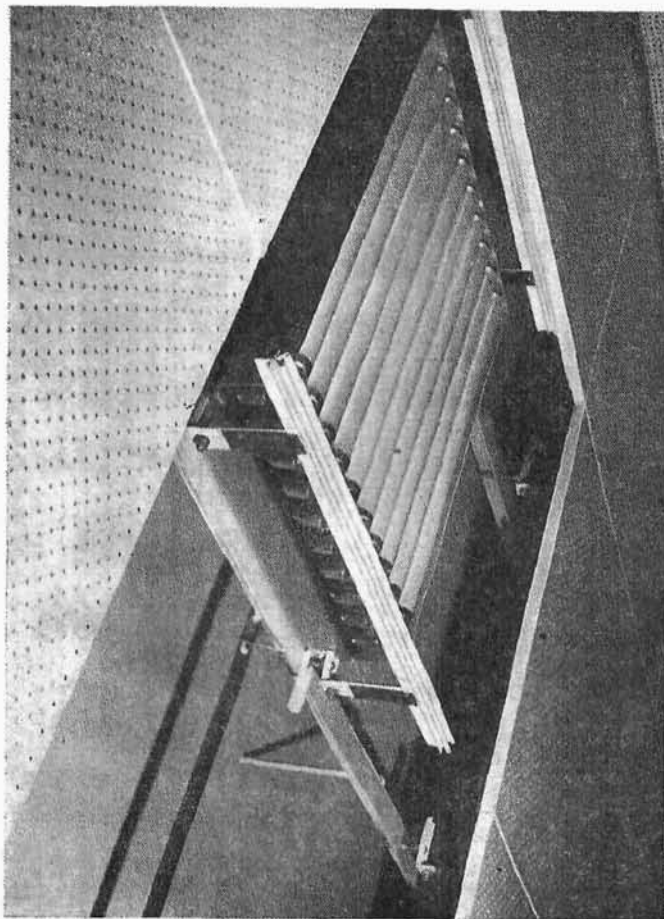
Elementem zasadniczym sufitu składanego produkcji krajowej (typu SI) są kasety z blachy stalowej, podwieszone na specjalnych wieszakach. Wieszaki mogą być umocowane bezpośrednio do stropu, lub też do specjalnej konstrukcji nośnej. Fragment sufitu podwieszonego pokazano na rys. 9-13, a sposób rozwiązania podwieszenia kaset — na rys. 9-14. Zastosowana metoda podwieszania kaset zapewnia łatwe wyjmowanie ich z sufitu co umożliwia wygodny dostęp do instalacji ułożonych w przestrzeni między stropem, a składanym sufitem. Kasety mają budowę skrzynkową otwartą, wysokość zawinięcia wynosi 20 mm. Pokryte są trwałym lakierem melaminowym w kolorze białym (matowym). Charakterystyka techniczna składanych sufitów typu SI jest następująca:

Wymiary kaset	1000 × 750 mm
Materiał kaset	Blacha stalowa cynkowana grubość 0,5 mm
Perforacja	około 3650 otworów \varnothing 4 mm w jednej kasecie
Tłumienie dźwięku	materiał dźwiękochłonny wklejony wewnątrz kasety (w wykonaniu normalnym pianka poliuretanowa grubość 5 mm)
Odległość pomiędzy stropem a powierzchnią kaset	minimum — 200 mm
Ciężar 1 m ² składanego sufitu	około 6,5 kG
Ciężar jednej kasety	około 3,5 kG

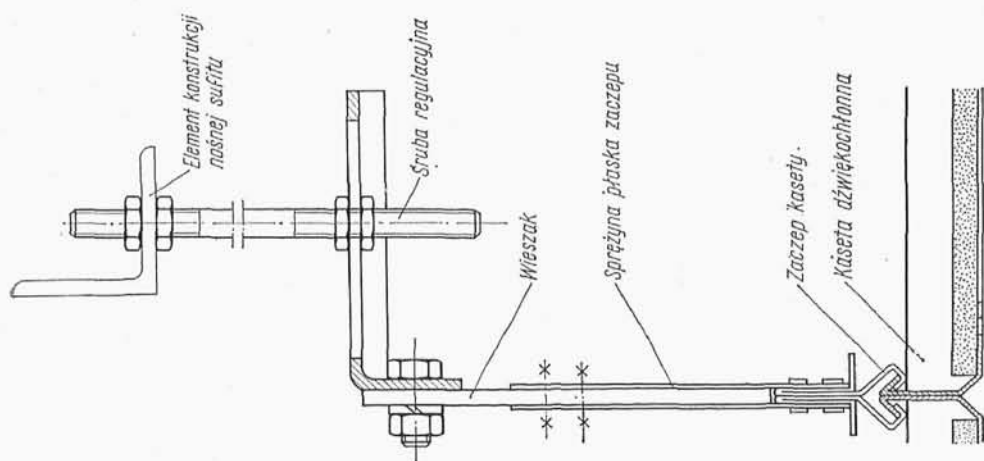
Współczynnik pochłaniania dźwięku pokazano na wykresie (rys. 9-15).

Mocowanie kaset jest rozwiązane w sposób, umożliwiający dokładne poziome ustawienie składanego sufitu, niezależnie od ewentualnych nierówności stropu. Oprócz zwykłych kaset dźwiękochłonnnych wykonuje się również kasety z szybą oświetleniową oraz kasety z kratkami wentylacyjnymi. Widok ogólny sali komputera, w której zastosowano omówione elementy pokazano na rys. 9-16.

Oświetlenie w ośrodku obliczeniowym musi być zaprojektowane bardzo dokładnie, gdyż praca odbywa się z reguły przy świetle sztucznym. Coraz powszechniej jest obecnie stosowana zasada, że sala komputera w ogóle nie ma dostępu światła dziennego. Natężenie oświetlenia w sali komputera i pomieszczeniu obsługi technicznej powinno wynosić 400 ÷ 600 Lx. Pozostałe pomieszczenia należy oświetlać zgodnie z wymogami polskiej normy PN-68/E-02033.

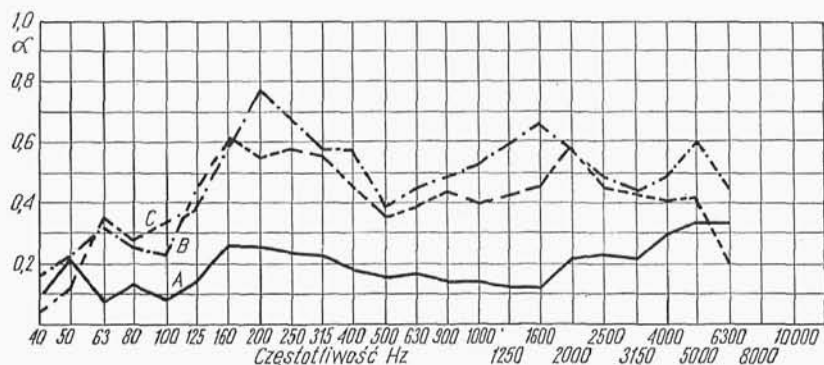


Rys. 9-13. Fragment sufitu podwieszonego. Foto CAF

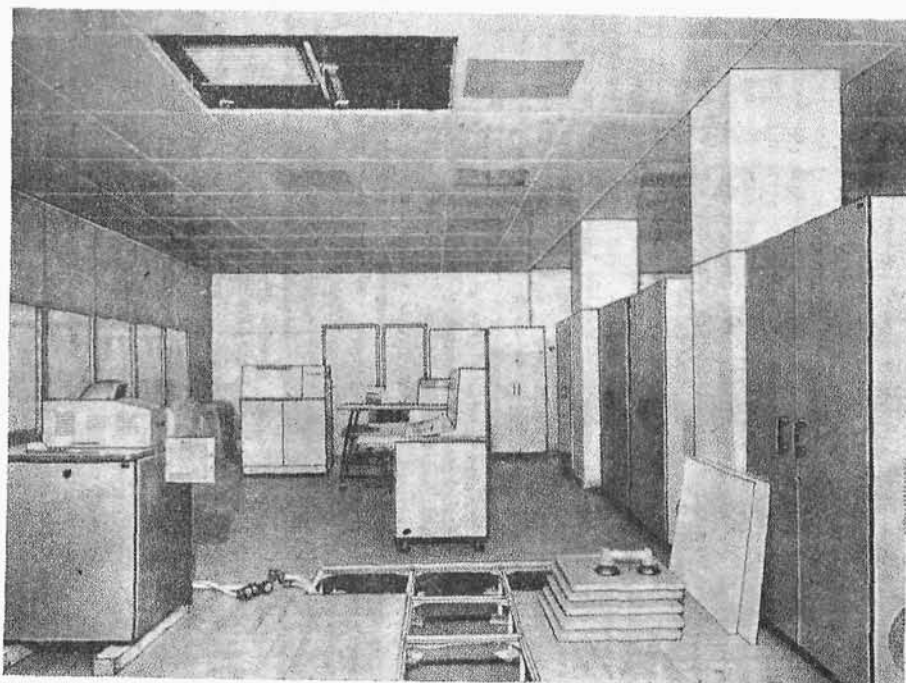


Rys. 9-14. Sposób mocowania kaset sufitowych

Oświetlenie pomieszczeń powinno być możliwie równomierne. Oprawy świetlne nie powinny być wpuszczane w sufit, ponieważ zmniejsza się wtedy ich wydajność świetlna, a na suficie występuje duża kontrastowość oświetlenia. Zalecane jest, aby oprawy świetlne wystawały z sufitu na odległość $2 \div 5$ cm.



Rys. 9-15. Charakterystyka współczynnika pochłaniania dźwięku przez sufit typu S, podwieszony w odległości 35 cm od stropu, dla różnych materiałów wypełniających; A — kasety puste, B — kasety podklejone płótnem, C — kasety wypełnione pianką poliuretanową o grubości 5 mm



Rys. 9-16. Widok ogólny sali komputera ze składaną podłogą i sufitem podwieszonym

Poszczególne rury fluorescencyjne należy przyłączać do różnych faz, dla zabezpieczenia się przed efektem stroboskopowym. Oświetlenie naturalne

należy rozwiązywać tak, aby uniknąć bezpośredniego działania promieni słonecznych na urządzenia, gdyż powoduje to miejscowe wzrosty temperatury oraz utrudnia obserwacje wskaźników maszyn.

9.7. Klimatyzacja

System klimatyzacji i wentylacji pomieszczeń w ośrodku obliczeniowym winien zapewnić określony skład i parametry powietrza, dostosowane do potrzeb technologicznych ośrodka oraz potrzeb organizmu ludzkiego. Utrzymanie w ciągu całego roku, bez względu na warunki zewnętrzne, niezmiennych warunków klimatycznych, określonych wymaganiami technicznymi (omówionymi w p. 9.2) jest możliwe tylko przy zastosowaniu urządzeń klimatyzacyjnych. Klimatyzacją powinny być objęte w ośrodku obliczeniowym następujące pomieszczenia: sala komputerów, sala urządzeń do przygotowania danych, sala urządzeń do drukowania wyników, magazyn taśm magnetycznych, magazyny kart i taśm dziurkowanych oraz pomieszczenia warsztatu elektronicznego. W pozostałych pomieszczeniach ośrodka stosuje się zwykle wentylację mechaniczną lub naturalną.

Projektowana instalacja klimatyzacyjna powinna być przeznaczona wyłącznie dla potrzeb ośrodka. Nawet w przypadku, gdy na terenie ośrodka istnieje centralna sieć klimatyzacyjna, nie jest wskazane korzystanie z tej sieci. Wymagania bowiem dotyczące tolerancji temperatury i wilgotności oraz dopuszczalnego zapylenia są z reguły znacznie bardziej krytyczne w ośrodku, niż w pomieszczeniach o innym charakterze. Ponadto ośrodek obliczeniowy pracuje zwykle dłużej, niż inne jednostki i klimatyzacja nie byłaby całkowicie wykorzystana — pracując przez pewien czas wyłącznie dla potrzeb ośrodka. W ośrodku wydzielą się znacznie więcej ciepła niż w innych pomieszczeniach, a wobec tego należy stosować bardziej intensywne chłodzenie.

Również pewność pracy urządzeń centralnej klimatyzacji jest mniejsza, aniżeli własnej klimatyzacji ośrodka — co również należy brać pod uwagę.

W urządzeniach klimatyzacyjnych odbywają się następujące procesy przygotowania powietrza: filtrowanie, chłodzenie lub nagrzewanie, suszenie i nawilżanie. Przebieg procesu „obróbki” powietrza jest różny dla okresu zimowego i letniego; chodzi bowiem o zachowanie niezmiennych warunków wewnątrz ośrodka, niezależnie od warunków zewnętrznych. W celu określenia wydajności klimatyzacji i dokonania wyboru urządzeń, należy obliczyć ilość ciepła wydzielaną w pomieszczeniach klimatyzowanych. Przy obliczeniach należy uwzględnić:

- a) ciepło wydzielane przez urządzenia do przetwarzania danych; producenci maszyn podają zwykle w charakterystyce urządzeń ilość wydzielanego ciepła przez poszczególne urządzenia; w przypadku braku tych danych można przyjąć, że ilość wydzielanego przez maszyny ciepła wynosi średnio 300 kcal na godzinę, na metr kwadratowy powierzchni podłogi,
- b) ciepło wydzielane przez oświetlenie — wynosi ok. 35 kcal na metr kwadratowy sufitu,
- c) ciepło oddawane do otoczenia przez personel — przyjmuje się 100 kcal na jedną osobę,
- d) ciepło pochodzące od nasłonecznienia — należy obliczać każdorazowo dla konkretnego obiektu, uwzględniając sytuację budynku, stosowane rozwiązania architektoniczne i dobór materiałów budowlanych,

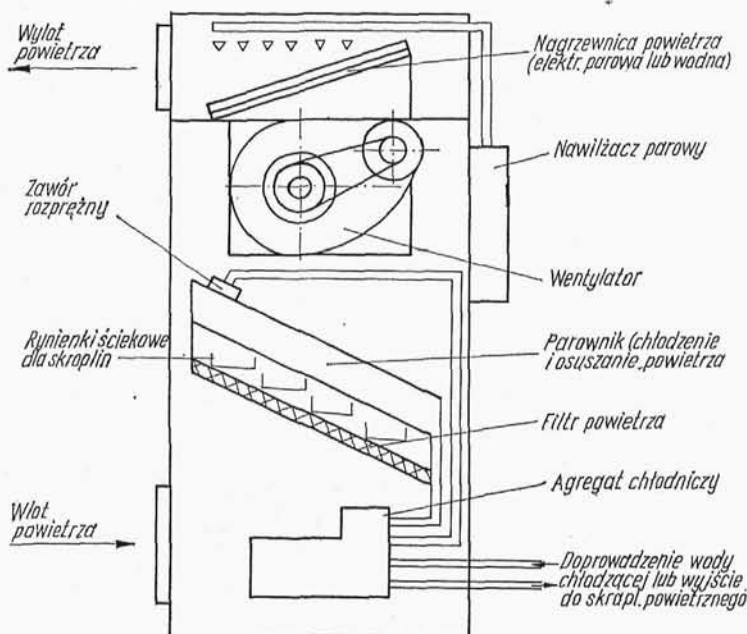
e) zyski i straty ciepła (przez przegrody, okna i drzwi) — obliczane indywidualnie dla każdego obiektu, odrębnie dla okresu letniego i zimowego.

Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego należy przyjmować do obliczeń zgodnie z polską normą PN-64/B-03420. Obliczona w podany sposób maksymalna ilość ciepła Q , które musi być odprowadzone z pomieszczeń, umożliwia określenie potrzebnej ilości powietrza wentylującego, według następującego wzoru

$$G = \frac{Q}{i_w - i_n} \text{ [kg/h]}$$

gdzie: i_n — entalpia nawiewanego powietrza, odczytywana z wykresu $i(x)$ dla dolnych granic wartości parametrów powietrza wewnętrznego (zwykle $t_n = 19,5^\circ\text{C}$ przy wilgotności względnej $\varphi = 50\%$),
 i_w — entalpia powietrza wywiewanego przy temperaturze wyższej o 7°C od temperatury powietrza nawiewanego.

Wyznaczona ilość powietrza wentylującego stanowi podstawową wielkość wyjściową dla doboru urządzeń klimatyzacyjnych. Oczywiście obciążenie cieplne pomieszczenia zmienia się w dość szerokich granicach, w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego. Urządzenia dobrane dla najbardziej niekorzystnych warunków letnich — w innych okresach będą mniej obciążone.



Rys. 9-17. Ideowy schemat szafy klimatyzacyjnej

Urządzenia klimatyzacyjne stosowane w ośrodkach można podzielić na:

- urządzenia centralne, indywidualnie projektowane dla potrzeb danego obiektu,
- urządzenia centralne, wyposażone w ogólnodostępne agregatowe szafy klimatyzacyjne; w tym przypadku projektuje się jedynie sieć przewodów rozprowadzających powietrze,

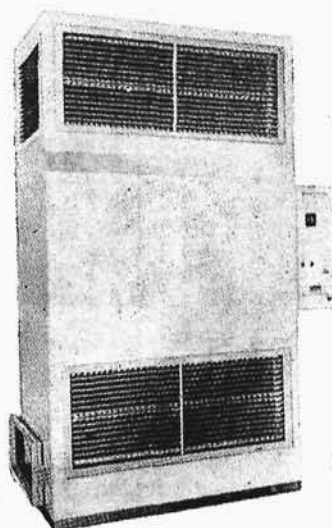
- c) urządzenia klimatyzacyjne indywidualne, bezprzewodowe (klimatyzatory),
- d) urządzenia strefowe, jednorodne lub mieszane.

Przy projektowaniu urządzeń centralnej klimatyzacji wszystkie zespoły (wentylatory, chłodnice, nagrzewnice, nawilzacze) są dobierane indywidualnie dla konkretnych warunków. Projektowanie i budowa centralnych urządzeń klimatyzacyjnych jest korzystna i opłacalna przy dużych obiektach (gdzie jest wymagana znaczna wymiana powietrza), charakteryzujących się jednocześnie jednolitością funkcjonalną, lub technologiczną. Natomiast w ośrodkach obliczeniowych ten sposób rozwiązania klimatyzacji nie jest korzystny ze względu na wysokie koszty projektowania i wykonania, dużą ilość zajmowanego miejsca oraz mniejszą pewność działania.

Obecnie wiele firm produkuje seryjnie specjalne szafy klimatyzacyjne. Szafa taka ma wbudowane wszystkie zespoły niezbędne do obróbki powietrza. Układ połączeń wewnętrznych jest tak wykonany, że instalacja szafy sprowadza się do przyłączenia kanałów sieci klimatyzacyjnej i przewodów zasilania.

Na rysunku 9-17 przedstawiono przykładowy schemat szafy, natomiast na rys. 9-18 pokazano wygląd zewnętrzny szafy produkcji firmy Weiss.

Stosowanie szaf klimatyzacyjnych daje duże korzyści w postaci zmniejszenia kosztu instalacji, prostoty zabudowy szafy, oszczędności miejsca i usprawnienia obsługi technicznej.



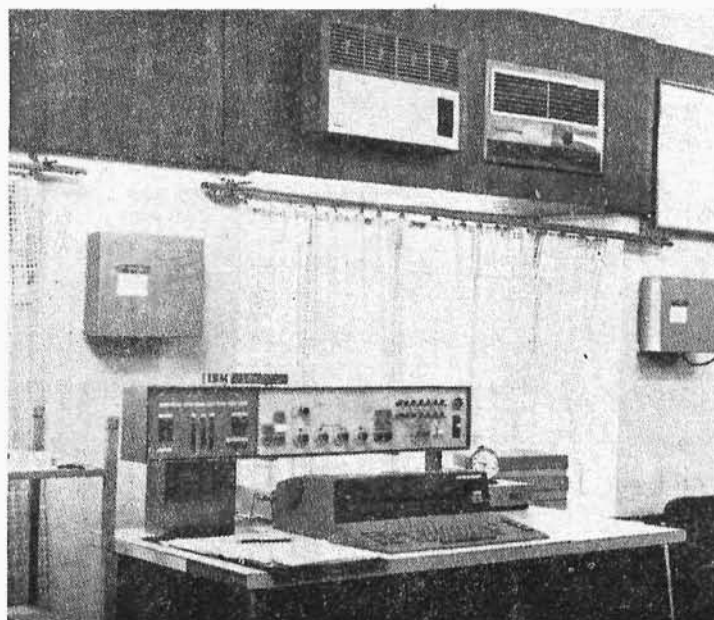
Rys. 9-18. Szafa klimatyzacyjna firmy Karl Weiss

Również ewentualna konieczność powiększenia mocy instalacji klimatyzacyjnej nie nastręcza wiele trudności, gdyż wystarczy zainstalować i przyłączyć równolegle dodatkową szafę. Stosowanie zestawów szaf mniejszych, połączonych równolegle z ogólną instalacją klimatyzacyjną (zamiast jednej dużej szafy) daje możliwość oszczędnej pracy w okresach mniejszego zapotrzebowania wydatku powietrza, gdyż część szaf można w każdej chwili wyłączyć. Również awaria jednej z szaf nie spowoduje przerwy w pracy ośrodka, ponieważ pozostałe szafy mogą pracować dalej.

Zastosowanie urządzeń klimatyzacyjnych indywidualnych (zwanymi klimatyzatorami) stanowi najprostszą formę rozwiązania klimatyzacji danego

pomieszczenia. Klimatyzatory cechuje zupełny brak przewodów rozprzodających powietrze oraz prostota zabudowy; są one umieszczane bezpośrednio w pomieszczeniu klimatyzowanym. Klimatyzatory mniejsze są osadzone zwykle w otworach okiennych w ten sposób, aby mogły bezpośrednio z zewnątrz czerpać część świeżego powietrza do mieszania z powietrzem recyrkulacyjnym, oraz odprowadzać odbierane z pomieszczenia ciepło. Klimatyzatory zaś większe są ustawiane na podłodze w klimatyzowanym pomieszczeniu i mają wyprowadzone połączenie z powietrzem zewnętrznym.

Najnowsze modele klimatyzatorów są wyposażone w agregaty chłodnicze, wentylatory, filtry powietrza, nawilzacze oraz grzejniki wodne lub elektryczne, mają również układy automatycznej regulacji wilgotności i temperatury.



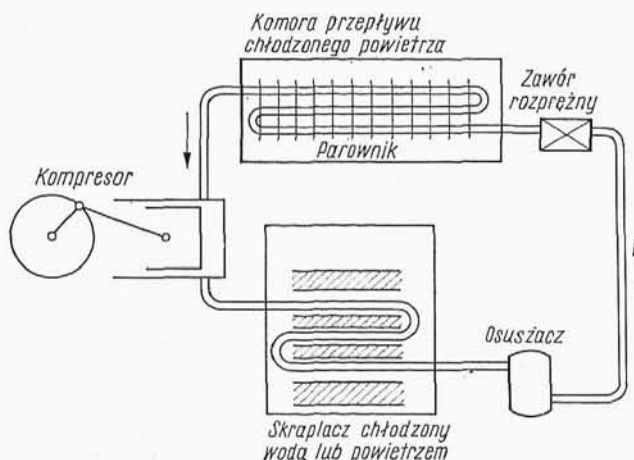
Rys. 9-19. Klimatyzatory firmy Air King w sali komputera ośrodka obliczeniowego ZOWAR w Warszawie

Na skutek miejscowego nadmuchu klimatyzowanego powietrza, trudno zapewnić wystarczająco intensywne odprowadzanie ciepła od urządzeń i równomierną temperaturę w pomieszczeniu. Konsekwencją takiego stanu rzeczy mogą być przerwy w pracy. Inne niebezpieczeństwo przy stosowaniu klimatyzatorów stanowi bezpośrednia obecność wody, która może przedostać się do maszyn i urządzeń. Wadą klimatyzatorów jest również wytwarzanie dość wysokiego poziomu hałasu. Jednak dzięki prostocie budowy, łatwości eksploatacji — z powodzeniem można stosować klimatyzatory w pomieszczeniach małych komputerów oraz w pomieszczeniach maszyn do przygotowywania danych, a także w magazynach kart i taśm perforowanych. Na rysunku 9-19 przedstawiono fragment pomieszczenia ośrodka obliczeniowego ZOWAR w Warszawie, z klimatyzatorami firmy Air King.

Urządzenia klimatyzacyjne strefowe w wielu przypadkach stanowią najbardziej właściwą formę rozwiązania klimatyzacji w ośrodku obliczeniowym. Istnienie kilku niezależnych obwodów klimatyzacyjnych, obsługujących

poszczególne grupy pomieszczeń, umożliwia dostosowanie w prosty sposób parametrów powietrza do optymalnych wymagań procesu przetwarzania danych, przy stosunkowo niewielkich kosztach wykonania i eksploatacji instalacji klimatyzacyjnej. Jednym z przykładów klimatyzacji strefowej jest układ, w którym sala komputera i pomieszczenia do niej przylegające — są klimatyzowane wspólnym systemem klimatyzacyjnym; natomiast pomieszczenia urządzeń do przygotowania danych i magazyny materiałów papierowych obsługuje inny, niezależny system klimatyzacji. Często stosuje się również niezależną klimatyzację magazynu taśm magnetycznych, gdyż temperatura i wilgotność tego pomieszczenia muszą być utrzymywane na odpowiednim poziomie przez całą dobę, podczas gdy pomieszczenia komputera w czasie przerwy w pracy nie muszą być klimatyzowane.

W urządzeniach klimatyzacyjnych proces chłodzenia ciepłego powietrza recyrkulacyjnego — dopływającego z sali komputera — jest wykorzystywany jednocześnie do zmniejszenia wilgotności tego powietrza. W systemach klimatyzacyjnych ośrodków obliczeniowych jest stosowane wyłącznie tzw. chłodzenie powierzchniowe, czyli chłodzenie powietrza przez kontakt z zimną powierzchnią chłodnicy (parownika). Chłodnica jest wykonana z ożebrowanych rur, przez które przepływa czynnik chłodzący, najczęściej freon.



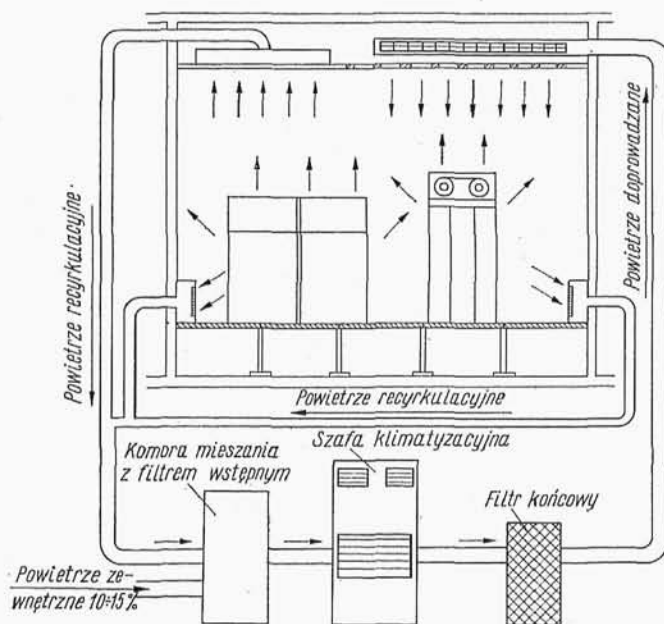
Rys. 9-20. Schemat układu chłodzenia powietrza

Schemat zespołu chłodzącego pokazano na rys. 9-20. Dla prawidłowego funkcjonowania układu chłodzącego jest niezbędnym odprowadzenie ciepła ze skraplacza, przez który przepływa sprężony czynnik chłodniczy. Stosuje się skraplacze chłodzone wodą (w obiegu otwartym lub zamkniętym) oraz skraplacze chłodzone powietrzem. Skrapłacz chłodzony wodą jest tańszy w budowie, jednak wszędzie tam, gdzie odczuwa się trudności w dostawie wody — należy dążyć do instalowania skraplaczy chłodzonych powietrzem. Większy koszt budowy takiego skraplacza rekompensuje się w trakcie eksploatacji urządzenia.

Do nawilżania powietrza należy stosować elektryczne nawilzacze parowe. Para doprowadzana do sieci klimatyzacyjnej musi być suszona, a woda używana w nawilzaczu powinna być zmiękczana dla uniknięcia osadzenia się kamienia w urządzeniach klimatyzowanych.

Filtry powietrza, używane w instalacjach klimatyzacyjnych, muszą zapewniać odpylenie powietrza w granicach $80 \div 98\%$, przy czym średnica powstałych cząstek pyłu nie może przekraczać $3 \div 5 \mu$. Dla uzyskania właściwego efektu filtracji powietrza należy stosować filtrację wielostopniową. Jako filtr wstępny najczęściej stosuje się filtr labiryntowy, nawilżany olejem. W następnej kolejności powietrze przepuszcza się przez filtry dokładne, wykonywane z warstw włókna sztucznego.

Rozdzielanie powietrza nawiewanego powinno odbywać się w taki sposób, aby zapewniać równomierną temperaturę i wilgotność w klimatyzowanych pomieszczeniach; jednocześnie pracujący personel nie powinien odczuwać ruchu powietrza. Szybkość przepływu powietrza w strefie przebywania ludzi nie powinna przekraczać $0,2 \text{ m/s}$. Konieczność odprowadzania dużych ilości wydzielanego ciepła powoduje, że częstotliwość wymiany powietrza również musi być duża. W przypadku, gdy częstotliwość ta nie przekracza 30 wymian na godzinę, nie występują większe trudności z doprowadzaniem powietrza. Zwykle wystarcza nawiew powietrza przez tzw. kratki nawiewne umieszczone w suficie podwieszonym. Wywiew powietrza odbywa się również przez kratki sufitowe i częściowo przez kratki wywiewne, umieszczone w ścianach tuż nad



Rys. 9-21. Schemat obiegu powietrza klimatyzacyjnego z górnym nawiewem

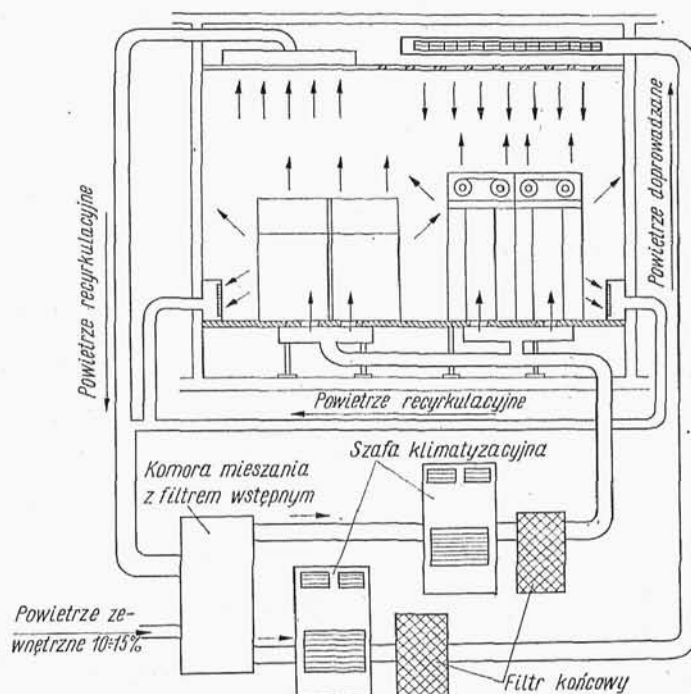
podłogą. Schemat takiego obiegu powietrza pokazano na rys. 9-21. Przez zastosowanie omówionego obiegu uzyskuje się dobre odprowadzenie ciepła z pomieszczenia, obsługa zaś nie odczuwa różnic temperatur, ani ruchu powietrza.

Dolne wyloty powietrza w ścianach pomieszczenia przyczyniają się do lepszej wymiany powietrza oraz umożliwiają odsysanie pyłu, unoszącego się nad podłogą.

W przypadku, gdy ilość wydzielanego ciepła jest tak duża, że omówiony układ nie jest wystarczająco skuteczny — korzystne wyniki daje stosowanie układu pokazanego na rys. 9-22. Układ ten ma dodatkowy nawiew powietrza za pośrednictwem przewodów, ułożonych pod składaną podłogą. Wyloty powietrza należy umieszczać bezpośrednio pod urządzeniami wydzielającymi duże ilości ciepła, lub w bliskim ich sąsiedztwie.

Ze względu na konieczność eliminowania wpływu zanieczyszczeń powietrza zewnętrznego stosuje się zamknięte obiegi powietrza (recyrkulację). Pewną (niewielką) ilość powietrza pobiera się z zewnątrz dla zapewnienia odpowiedniego nadciśnienia wewnątrz pomieszczeń (ok. $2,5 \text{ kG/m}^2$) w celu uniknięcia przenikania zapylenia z zewnątrz oraz ze względu na konieczność dostarczenia świeżego powietrza dla ludzi. Ilość powietrza świeżego powinna być utrzymana w granicach $10 \div 15\%$ ogólnej ilości nawiewanego powietrza.

Sieć klimatyzacyjna ośrodka obliczeniowego musi być wyposażona w automatyczny układ regulacji temperatury i wilgotności w pomieszczeniach klimatyzowanych. Zainstalowane w pomieszczeniach czujniki temperatury i wilgotności wskazują bieżąco stan klimatyczny pomieszczenia.



Rys. 9-22. Schemat obiegu powietrza klimatyzacyjnego przy intensywnym odprowadzaniu ciepła

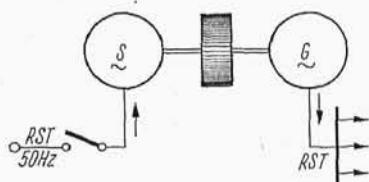
W przypadku przekroczenia dopuszczalnej tolerancji przez któryś z parametrów, następuje automatyczne włączenie serwo mechanizmów sterujących, powodujących przywrócenie stanu nominalnego.

W pomieszczeniach instaluje się także hydrografy i termografy, zapisujące i rejestrujące zmiany wilgotności i temperatury. Przekroczenie dopuszczalnych odchyłek regulowanych parametrów powietrza jest sygnalizowane świetlnie i akustycznie.

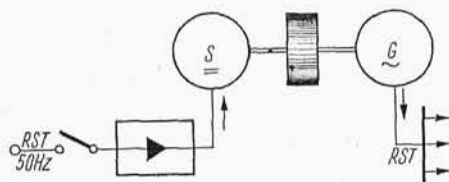
9.8. Zasilanie energetyczne

Projekt instalacji zasilającej ośrodek obliczeniowy w energię elektryczną należy opracować w taki sposób, żeby uniezależnić pracę ośrodka od ewentualnych zaników napięcia, przerw w dopływie prądu oraz zakłóceń w zewnętrznej sieci zasilającej. Prace projektowe i wybór sposobu zabezpieczenia ośrodka przed niedomaganiem sieci zewnętrznej, powinny być poprzedzone badaniami sieci. Na ogół parametry krajowej sieci energetycznej są wystarczające dla potrzeb ośrodka obliczeniowego. Występujące w lokalnych sieciach zakłócenia są spowodowane zwykle przez odbiorców energii elektrycznej, gdyż niektóre odbiorniki energii elektrycznej — mające ciężkie warunki pracy (windy, piece elektryczne, agregaty chłodnicze) — oddziałują w niekorzystny sposób na sąsiednie obwody. Badania sieci umożliwiają ustalenie, czy takie zakłócenia występują, oraz określenie sposobu zabezpieczenia przed nimi. Niejednokrotnie ujawnienie źródeł zakłóceń i dokonanie odpowiednich przełączeń w rozdzielniach i stacjach transformatorowych — umożliwia zmniejszenie zakłóceń do wartości dopuszczalnych. Zasilanie ośrodka w energię elektryczną jest wtedy możliwe bez stosowania urządzeń dodatkowych.

Dobór dodatkowego urządzenia zasilającego — o ile jest ono konieczne — zależy od poboru mocy (przez urządzenia ośrodka) i od dopuszczalnej długości przerw w dostawie energii elektrycznej z zewnątrz. Jeżeli zakłada się, że te przerwy nie mogą przekraczać 500 ms, stosuje się przetwornice o dużym momencie bezwładności części wirujących. Silnik przetwornicy, zasilany z sieci zewnętrznej, napędza generator dostarczający prąd dla komputera. W najprostszym rozwiązaniu do napędu prądnicy używa się silnika trójfazowego, bezpośrednio zasilanego z sieci zewnętrznej. Wirujące koło zamachowe ma zapas energii kinetycznej zdolnej utrzymać w ruchu generator w czasie krótkotrwałych przerw w dostawie energii z zewnątrz. Schemat opisanego układu pokazano na rys. 9-23. Natomiast na rys. 9-24 przedsta-



Rys. 9-23. Schemat przetwornicy zasilanej prądem trójfazowym

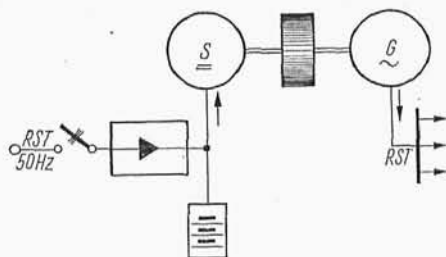


Rys. 9-24. Schemat przetwornicy z silnikiem na prąd stały

wiono schemat innego rozwiązania, gdzie generator jest napędzany silnikiem na prąd stały, który z kolei jest zasilany z sieci zewnętrznej przez prostownik. Układ automatycznej regulacji obrotów wału zapewnia uzyskanie bardzo małych odchyłek częstotliwości prądu zasilającego komputer. Opisane układy zasilające eliminują skutki około 90% występujących w sieci przerw.

W przypadku konieczności przeciwdziałania przerwom kilkuminutowym jest stosowany układ pokazany na rys. 9-25, z akumulatorem elektrycznym przyłączonym do sieci zewnętrznej przez prostownik. Akumulator jest samoczynnie ładowany przez prostownik. W przypadku zaistnienia przerw w do-

plywie energii z zewnątrz, silnik jest w dalszym ciągu utrzymywany w ruchu przez prąd z akumulatora. Po kilku minutach pracy — jeśli awaria w sieci nie zostanie w międzyczasie usunięta — silnik napędowy wyłącza się samoczynnie. Kiluminutowe przedłużenie czasu pracy komputera umożliwia wyłączenie go przez obsługę bez szkody dla procesu przetwarzania danych.



Rys. 9-25. Schemat przetwornicy prądu z zastosowaniem akumulatora

W przypadku, gdy jest żądane zabezpieczenie pracy komputera przy długich przerwach w dostawie energii, należy używać dodatkowych agregatów zasilających, z silnikami spalinowymi.

Urządzenia zasilające — ze względu na ich duży ciężar — powinny być instalowane w pomieszczeniach piwnicznych. Z uwagi na duże ilości wydzielanego ciepła w pomieszczeniach tych należy przewidzieć intensywną wentylację.

9.9. Niektóre nakłady inwestycyjne związane z budową ośrodka obliczeniowego

Na strukturę i wielkość kosztów związanych z budową ośrodka obliczeniowego ma wpływ wybór rodzaju ośrodka i jego wielkość. Ze względu na dużą ilość instalacji specjalnych oraz różnorodność wyposażenia, budownictwo ośrodków cechuje duży koszt jednostkowy budowy. W tabelicy 9-3 podano średnie wielkości podstawowych wskaźników kosztów budowy nowego ośrodka oraz zestawiono przeciętną wysokość nakładów inwestycyjnych na prace budowlano-instalacyjne dla ośrodka jednokomputerowego i trzykomputerowego. Podane wielkości odnoszą się do obiektów nowych, wolnostojących lub wbudowanych. Ośrodek obliczeniowy takiej samej wielkości zlokalizowany w pomieszczeniu adaptowanym będzie wymagał znacznie większych nakładów finansowych; wskaźnik kosztów jednostkowych wynosi wówczas około 1300 zł na m³ zabudowy. W przypadku adaptacji pomieszczeń biurowych dla potrzeb ośrodka, przeróbce jest poddawana zwykle połowa kubatury obiektu.

Strukturę kosztów budowy ośrodka obliczeniowego podano w tabelicy 9-4 przykładowo dla dwóch wielkości ośrodków. Podane w tej tabelicy wartości poszczególnych składników nakładów mają charakter jedynie orientacyjny, gdyż w konkretnych przypadkach budowy obiektu mogą występować znaczne odchylenia od wielkości przeciętnych, zależne od rodzaju i wielkości komputerów oraz struktury procesu produkcyjnego ośrodka obliczeniowego.

**Przeciętna wysokość nakładów na prace budowlano-instalacyjne
dla ośrodków obliczeniowych**

Rodzaje prac	Wskaźnik kosztów jednostkowych (zł/m ³)	Wysokość nakładów (w tys. zł)	
		Ośrodek jedno-komputerowy, kubatura 5 000 m ³	Ośrodek trzy-komputerowy, kubatura 14 000 m ³
Budowlane	650	3 450	9 660
Instalacje elektryczne	120	600	1 680
Instalacje kanalizacyjno-sanitarne	50	250	700
Instalacje klimatyzacyjne	280	1 400	3 920
Architektura wnętrz (z wyciszeniem)	590	2 950	8 260
Instalacja telefonów	40	200	560
Pierwsze wyposażenie pomocnicze	60	300	840
Przygotowanie terenu (zieleń i chodniki)	50	250	700
Obiekty pomocnicze i usługowe	80	400	1 120
Ogółem	1 960	9 800	27 440

Struktura nakładów na budowę ośrodków obliczeniowych

Rodzaj nakładów	Wielkość nakładów (w mln zł)	
	ośrodek jedno-komputerowy	ośrodek trzy-komputerowy
Projekt inwestycji	1,1	1,5
Prace budowlano-instalacyjne	9,8	27,4
Komputery	20,0	60,0
Urządzenia do przygotowania danych	4,5	12,0
Wyposażenie dodatkowe	2,5	5,5
Szkolenie personelu	0,8	1,3
Ogółem	38,0	107,0

Wykaz literatury

1. Aménagement du Département Informatique. *Équipement d'architecture intérieure* nr 109, 1969.
2. Bereska Detlev.: *Organisation der betrieblichen Datenverarbeitung*. Moderne Industrie, München 1967.
3. Ferencowicz J.: *Wentylacja i klimatyzacja*. Wyd. 2. Arkady, Warszawa 1964.
4. Lewicki W.: Pomieszczenia i wyposażenie w sprzęt specjalny ośrodków obliczeniowych. *Organizacja Metody Technika* nr 1, 1969.
5. Puzyna Cz.: *Zwalczanie hałasu w przemyśle*. PWN, Warszawa 1970.
6. Sadowski J., Zuchowicz I.: Własności dźwiękochłonne składanego sufitu S1 i własności tłumiące podwójnej podłogi P1. *Biuletyn Techniczny Biur Projektów Budownictwa Przemysłowego*, kwiecień 1968.
7. Ściegienny J.: Klimatyzacja pomieszczeń dla komputerów. *Maszyny Matematyczne* nr 9, 1969.
8. Von Rohrer F.: *Rechenzentren Planung von Bau und Einrichtung*. Siemens Aktiengesellschaft, Berlin — München 1970.

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI — WARSZAWA 1971

Wydanie pierwsze. Nakład 4 000+200 egz. Ark. wyd. 20,54. Ark. druk. 16,25. Oddano do składania w lipcu 1971. Podpisano do druku i druk ukończono w grudniu 1971. Papier druk. sat. kl. IV, 70 g, 70 × 100 z Kluczy. Zam. P/126/71 Cena zł 50.—

Zakł. Graf. PZWS w Bydgoszczy ul. Jagiellońska 1

Zam. 639/71 K/6591.