

# Klimatyzacja małych obiektów basenowych w hotelach i pensjonatach

Zbigniew WNUKOWICZ, Warszawa

*Dobry standard pokoi i smaczna kuchnia to w dzisiejszych czasach za mało, aby przekonać klientów do skorzystania z usług naszego hotelu. Bez względu na cel odbywanej podróży hotel niewątpliwie powinien być dla jego mieszkańców miejscem relaksu i dobrego odpoczynku. Chcąc pozyskać klientów placówki przestigają się między sobą, oferując bogaty pakiet usług rekreacyjnych. Obok saun, solariumów i gabinetów odnowy biologicznej wiodącą rolę odgrywają baseny kąpielowe, cieszące się dużą popularnością wśród klientów. Aby jednak rzeczywiście zachęcały do korzystania z naszych obiektów powinny być estetyczne i komfortowe. Nie powinny być przy tym drogie w eksploatacji, tak aby nie stanowiły znaczącego obciążenia budżetu hotelu i w ten sposób nie przyczyniały się do obniżenia konkurencyjności. Elementy wyposażenia basenu oraz instalacje powinny być trwałe, aby zapewnić wieloletnią, nieprzerwaną eksploatację.*

Czynnikiem wyróżniającym halę basenu od innych pomieszczeń jest permanentnie parująca niecka basenowa. Proces parowania zależy od stopnia falowania powierzchni basenu i nie ustaje również poza okresem użytkowania, choć wówczas jest on kilkakrotnie mniejszy. Dla basenu o wymiarach 12 x 6 m odparowanie wody w okresie użytkowania wyniesie aż 20,8 kg/h. Poza okresem użytkowania tylko i aż 5,2 kg/h. Zatem jednym z największych problemów, z jakim borykają się użytkownicy basenów jest usuwanie wilgoci z powietrza w hali basenu. Sposób usuwania wilgoci z powietrza, typ zastosowanej w tym celu instalacji oraz sposób wentylacji pomieszcze-

nia basenowego stanowią w znacznej mierze o jakości obiektu basenowego.

Dla basenu hotelowego o wymiarach 12 x 6 m dokonano porównania metod osuszania powietrza z zastosowaniem starej instalacji wentylacyjnej nawiewno – wywiewnej bez recyrkulacji i odzysku ciepła, oraz z zastosowaniem basenowej instalacji klimatyzacyjnej. Dla obu metod przedstawiono wartości odparowania wody z niecki i zużycia ciepła na osuszanie (straty wentylacyjne) przy różnych temperaturach powietrza zewnętrznego. Dla obiektu ze starą instalacją wentylacyjną przyjęto temperaturę wody basenowej +28°C, temperaturę powietrza +26°C (stoso-

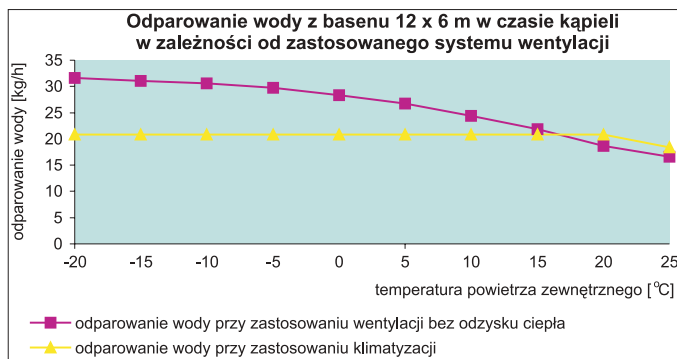
waną zwykle w obiektach bez klimatyzacji), wydajność powietrza 2,750 m<sup>3</sup>/h. Dla obiektu z klimatyzacją przyjęto temperaturę wody basenowej +28°C, temperaturę powietrza +30°C, wydajność instalacji klimatyzacyjnej 3,200 m<sup>3</sup>/h. Centrala klimatyzacyjna realizuje funkcję zmiennej recyrkulacji powietrza oraz siedemdziesięcioprocentowy odzysk ciepła z powietrza usuwanego.

Wykresy (1-4) wykonano niezależnie dla okresu kąpeli i dla okresu poza użytkowaniem basenu.

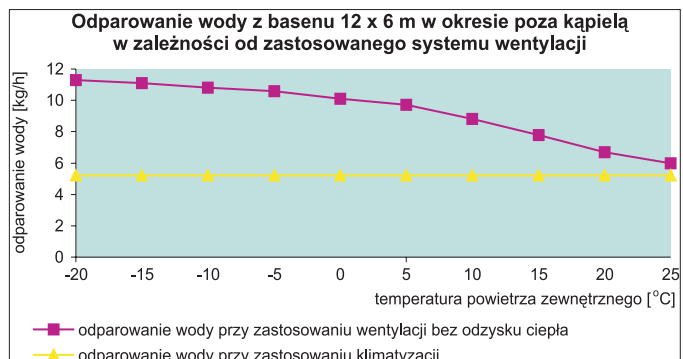
Z przedstawionych zależności wynika, że istotne jest nie tylko samo usunięcie wilgoci z powietrza w hali basenu, ale również sposób osuszania powietrza i typ zastosowanej w tym celu instalacji.

Jak wykażemy niżej, istotna jest również precyzyjna regulacja wilgotności i temperatury powietrza w hali basenu. To właśnie od parametrów powietrza zależy odczucie komfortu cieplnego, zachęcającego lub odstraszającego klientów. Również od parametrów powietrza zależy trwałość elementów wyposażenia, często niszczonego przez wilgoć i psujących estetykę pomieszczenia. To w końcu od parametrów powietrza i sposobu ich regulacji zależy zużycie energii, stanowiącej główny i największy element kosztów eksploatacji.

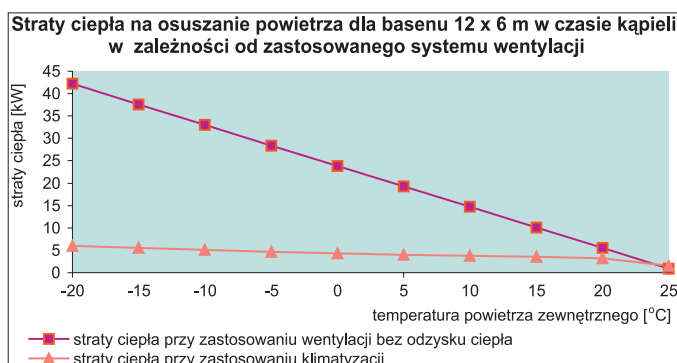
Powietrze w hali basenu znacznie różni się od powietrza w innych pomieszczeniach. Zawiera ono dwukrotnie więcej wilgoci, niż powietrze w pomieszczeniach mieszkalnych. Przy zalecanej temperaturze 30°C i wilgotności 55% każdy metr sześcienny powietrza zawiera około 17 g wilgoci.



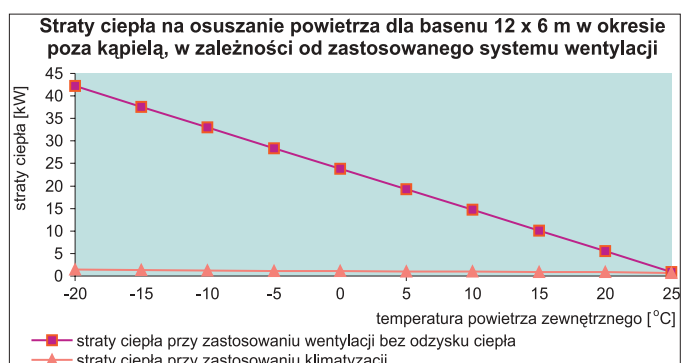
Rys. 1. Odparowanie wody z basenu 12 x 6 m w czasie kąpeli w zależności od zastosowanego systemu wentylacji



Rys. 2. Odparowanie wody z basenu 12 x 6 m w okresie poza kąpielą w zależności od zastosowanego systemu wentylacji



Rys. 3. Straty ciepła na osuszanie powietrza dla basenu 12 x 6 m w czasie kąpeli w zależności od zastosowanego systemu wentylacji



Rys. 4. Straty ciepła na osuszanie powietrza dla basenu 12 x 6 m w okresie poza kąpielą w zależności od zastosowanego systemu wentylacji

**Dlaczego dla hal basenowych zaleca się właśnie takie parametry powietrza?**

Utrzymywanie tak wysokich parametrów powietrza w hali basenu jest wynikiem kompromisu pomiędzy koniecznością utrzymania stosunkowo niskiej temperatury punktu rosy i związanej z nią ochrony struktury budowlanej przed zawilgoceniem a ograniczeniem emisji wilgoci z powierzchni basenu i związanym z nią zużyciem energii, przy jednoczesnym zachowaniu komfortu cieplnego dla kąpiących się osób.

W tabeli 1 i 2 zestawiono temperaturę punktu rosy  $t_r$ , zawartość wilgoci w jednym metrze sześciennym powietrza  $x_v$ , odparowanie wody z niecki  $W$  i straty ciepła na skutek parowania  $Q$  w zależności od temperatury i wilgotności powietrza. Kolorem niebieskim zaznaczono pola dla parametrów powietrza powodujących odczucie chłodu, kolorem żółtym dla parametrów powietrza powodujących odczucie duszności a kolorem czerwonym pola dla parametrów nie zalecanych ze względu na duże zużycie energii.

**Skutki zbyt wysokiej temperatury i wilgotności powietrza**

Wysoka temperatura i wilgotność powietrza może powodować uczucie duszności u osób przebywających w pomieszczeniu. Odpowiadająca tym parametrom wysoka temperatura punktu rosy może powodować kondensację pary wodnej na elementach konstrukcyjnych budynku (szczególnie na wewnętrznych płaszczyznach ścian zewnętrznych). Zjawisko kondensacji pary wodnej doświadczył zapewne każdy posiadacz okularów, wchodzący z zimnego otoczenia do ciepłego mieszkania. W hali basenu dotyczy to każdego elementu o temperaturze niższej niż 20°C.

**Skutki zbyt niskiej temperatury i wilgotności powietrza**

Niska temperatura i wilgotność powietrza powoduje szybsze odparowanie wody.

Skutkuje to większymi zyskami wilgoci do pomieszczenia, a więc koniecznością skuteczniejszego osuszania powietrza, związanego z większym zużyciem energii. Ale duże odparowanie wody z niecki to nie tylko problem konieczności intensywnego osuszania powietrza. Woda charakteryzuje się bardzo dużym ciepłem parowania. Wzmożone parowanie to szybsze stygnięcie wody w niecce i większe zużycie ciepła do jej podgrzania w celu utrzymania jej stałej temperatury. Około 70 do 80% ciepła z niecki traci się skutkiem parowania. Wzmożone parowanie to również skuteczne chłodzenie mokrej skóry klientów. Niskie parametry powietrza mogą więc powodować odczucie chłodu. Zjawisko chłodzenia na skutek parowania łatwo zaobserwować, polewając dłoń szybko parującą cieczą, np. eterem.

Jak wykazano wyżej, do uzdatniania powietrza w hali basenu nie wystarczy zastosowanie instalacji osuszającej powietrze. Konieczne jest zastosowanie instalacji klimatyzacyjnej, której zadaniem jest precyzyjne utrzymywanie optymalnej dla danego obiektu temperatury i wilgotności powietrza.

**Warto wiedzieć, że zmniejszenie temperatury powietrza o 2°C bądź zmniejszenie wilgotności powietrza o 5% skutkuje zwiększeniem zużycia energii o około 25%.**

Instalacja klimatyzacyjna powinna charakteryzować się dużą sprawnością energetyczną, precyzją regulacji, trwałością i niezawodnością. Zastąpienie specjalistycznych urządzeń klimatyzacyjnych zwykłą instalacją wentylacyjną bądź brak jakiegokolwiek instalacji może spowodować utratę klientów (zniechęconych chłodem lub dusznością), zniszczenie budynku lub brak rentowności przedsięwzięcia.

Należy dodać, że awaria instalacji klimatyzacyjnej praktycznie natychmiast eliminuje możliwość korzystania z basenu i wymusza konieczność podjęcia natychmiastowych działań mających na celu ograniczenie parowania poprzez np. przykrycie lustra wody folią. Niezawodność jest więc cechą niezwykle istotną przy wyborze typu urządzeń klimatyzacyjnych.

**Zadania instalacji klimatyzacyjnej**

Podstawowym zadaniem instalacji klimatyzacyjnej jest:

- usuwanie wilgoci z powietrza w hali basenu
- ogrzewanie lub chłodzenie powietrza w hali basenu
- nawiew kurtynowy wzdłuż okien w celu zabezpieczenia ich przed kondensacją pary wodnej
- wymuszenie cyrkulacji powietrza w hali basenu w celu ujednoczenia parametrów w całej kubaturze, a w szczególności w okolicach narażonych na przemarzanie elementów konstrukcyjnych budynku
- wentylacja zamkniętych przestrzeni elementów wykończenia w tym przestrzeni nad sufitami podwieszonymi w celu zabezpieczenia ukrytych w nich elementów konstrukcyjnych przed kondensacją pary wodnej

**Usuwanie wilgoci z powietrza**

Usuwanie wilgoci z powietrza w pomieszczeniu basenowym realizowane jest poprzez:

- wymrażanie powietrza z zastosowaniem układu chłodniczego;
- wymianę powietrza w hali basenu za pomocą zmiennego strumienia powietrza zewnętrznego.

Asymilacja wilgoci za pomocą układu chłodniczego polega na schłodzeniu strumienia powietrza w centrali poniżej temperatury punktu rosy, po czym ogrzaniu go do odpowiedniej temperatury. Powietrze w centrali ogrzewane jest całą energią odzyskaną w pompie ciepła w wyniku wykraplania wilgoci oraz energią elektryczną zamienioną w ciepło, wynikającą ze sprawności pracy kompresora. Temperatura powietrza za centralą jest więc wyższa od temperatury powietrza doprowadzanego z hali basenu do centrali. W okresie niskich temperatur zewnętrznych ciepło to służy do częściowego ogrzewania hali basenu. W okresie lata nadmiar ciepła prowadzi zwykle do niekontrolowanego wzrostu temperatury w pomieszczeniu basenowym, powodując uczucie duszności. W bardziej złożonych urządzeniach klimatyzacyjnych nadmiar ciepła odprowadzany jest częściowo, za pośrednictwem specjalnego skraplacza do wody basenowej, lub asymilacja wilgoci odbywa się poprzez wzmożoną wentylację powietrzem zewnętrznym. Centrale z zastosowanymi pompami ciepła charakteryzują się wysoką sprawnością energetyczną, jednak koszty eksploatacji są dość wysokie, gdyż w znaczącej części ciepło pochodzi z przemiany energii elektrycznej, kilkakrotnie droższej od energii cieplnej.

Asymilacja wilgoci poprzez wentylację pomieszczenia basenowego zmiennym strumieniem powietrza zewnętrznego wynika z różnicy zawartości wilgoci w usuwamym, wilgotnym powietrzu z hali basenu i wprowadzanym suchym powietrzu zewnętrznym. Zastosowanie zmiennej recyrkulacji oraz wymiennika do odzysku ciepła z powietrza usuwanego powodują wysoką sprawność energetyczną tego typu urządzeń.

**Tabela 1. Temperatura punktu rosy  $t_r$ , oraz zawartość wilgoci w powietrzu  $x_v$ , w zależności od temperatury i wilgotności powietrza**

Temperatura powietrza $t_p$ [°C]	Wilgotność powietrza [%]											
	45		50		55		60		65		70	
	$t_r$ [°C]	$x_v$ [g/m³]	$t_r$ [°C]	$x_v$ [g/m³]	$t_r$ [°C]	$x_v$ [g/m³]	$t_r$ [°C]	$x_v$ [g/m³]	$t_r$ [°C]	$x_v$ [g/m³]	$t_r$ [°C]	$x_v$ [g/m³]
24	11,3	9,71	12,9	10,8	14,4	11,9	15,8	12,9	17,0	14,1	18,2	15,1
26	13,2	0,91	14,8	12,2	16,3	13,3	17,6	14,6	18,9	15,7	20,1	17,0
28	15,0	2,21	16,6	13,6	18,1	14,9	19,5	16,3	20,8	17,7	22,0	19,0
30	16,8	3,61	18,4	15,1	20,0	16,6	21,4	18,1	22,7	19,7	23,9	21,1
32	18,6	5,2	20,3	16,9	21,8	18,6	23,3	20,2	24,6	21,9	25,8	23,6

**Tabela 2. Odparowanie wody z niecki  $W$  i straty ciepła na odparowanie  $Q$  w zależności od temperatury i wilgotności powietrza. Temperatura wody + 28°C**

Temperatura powietrza $t_p$ [°C]	Wilgotność powietrza [%]											
	45		50		55		60		65		70	
	$W$ [kg/h]	$Q$ [kW]	$W$ [kg/h]	$Q$ [kW]	$W$ [kg/h]	$Q$ [kW]	$W$ [kg/h]	$Q$ [kW]	$W$ [kg/h]	$Q$ [kW]	$W$ [kg/h]	$Q$ [kW]
24	26,3	18,2	24,8	17,1	23,2	15,7	21,6	14,9	19,8	13,7	18,2	12,6
26	24,5	17,1	22,7	15,8	20,9	14,4	19,1	13,3	17,3	11,9	15,3	10,8
28	22,5	15,5	20,5	14,2	18,4	12,8	16,4	11,2	14,4	9,9	12,2	8,6
30	20,2	13,9	18,0	12,4	15,5	10,8	13,3	9,2	11,0	7,6	8,8	6,1
32	17,8	12,4	15,1	10,6	12,6	8,8	9,9	7,0	7,4	5,2	4,9	3,4

Zastosowanie łącznej pompy ciepła, rekuperatora i zmiennej recyrkulacji pozwala na uzyskanie wysokiej sprawności energetycznej, dużej dynamiki i elastyczności w zależności od parametrów powietrza zewnętrznego. Zastosowanie rewersyjnej pompy ciepła umożliwia dodatkowo chłodzenie pomieszczenia, co ma znaczenia w obiektach charakteryzujących się dużymi zyskami ciepła od nasłonecznienia. Tego typu urządzenia są jednak bardzo drogie i każdorazowo należy przeprowadzić analizę opłacalności ich stosowania.

### Ogrzewanie powietrza

Wielkość instalacji klimatyzacyjnej, dobrotnej ze względu na konieczność osuszenia, jest zazwyczaj wystarczająca do ogrzewania powietrznego hali basenu. Główną zaletą ogrzewania powietrznego jest duża dynamika i precyzja regulacji temperatury w pomieszczeniu. W większości wypadków nie ma konieczności stosowania dodatkowych źródeł ciepła. Eliminacja dodatkowych źródeł ciepła to nie tylko oszczędności nakładów inwestycyjnych. Brak korodujących grzejników w hali basenu podnosi estetykę i bezpieczeństwo obiektu. Brak ogrzewania podłogowego ogranicza emisję wilgoci z parującej posadzki, ogranicza również osadzanie się nalotów wapiennych na posadzce.

Zdarzają się jednak obiekty, dla których instalacja klimatyzacyjna dobrana stosownie do zysków wilgoci, jest niewystarczająca do ogrzania pomieszczenia. Konieczne jest wtedy zastosowanie dodatkowych źródeł ciepła, gdyż powiększenie instalacji klimatyzacyjnej ze względu na ogrzewanie zwykle nie jest opłacalne. W przypadku zastosowania dodatkowych źródeł ciepła ich sterowanie należy podporządkować sterowaniu centrali klimatyzacyjnej.

Chłodzenie hali basenu wymagane jest właściwie tylko w obiektach charakteryzujących się dużymi zyskami ciepła od nasłonecznienia. Chłodzenie realizowane jest zwykle poprzez rewersyjną pompę ciepła lub pompę ciepła ze skraplaczem chłodzonym wodą (zwykle basenową).

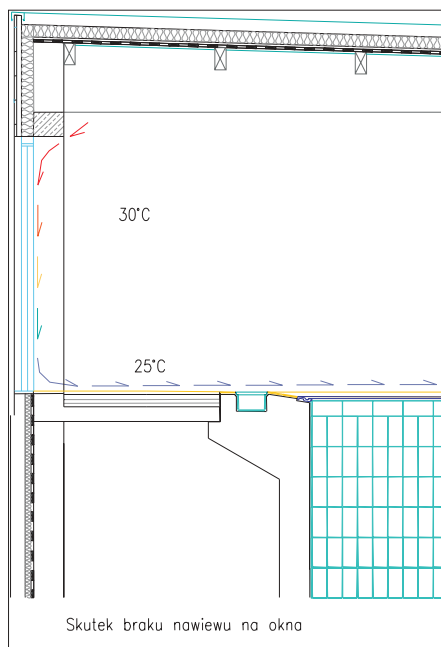
Głównym źródłem ciepła w centrali klimatyzacyjnej jest nagrzewnica, zazwyczaj wodna. W centralach z pompą ciepła dodatkowym źródłem jest skraplacz układu chłodniczego, który może pełnić wyłącznie funkcję wspomagającą.

### Organizacja rozdziału powietrza wentylacyjnego w hali basenu

Oprócz typu zastosowanej centrali klimatyzacyjnej istotny wpływ na poprawność funkcjonowania instalacji klimatyzacyjnej ma system rozdziału powietrza w hali basenu. Sposób rozdziału powietrza zależy od indywidualnych rozwiązań konstrukcyjnych pomieszczenia basenowego. Obieg powietrza w hali basenu kształtowany jest głów-

nie poprzez ukierunkowany nawiew powietrza. Usytuowanie wywiewu praktycznie nie ma wpływu na cyrkulację powietrza. Możemy sobie wyobrazić świecę, którą chcemy zdmuchnąć, dmuchając na świecę bądź wciągając powietrze w płuca. Wynik doświadczenia jest oczywisty.

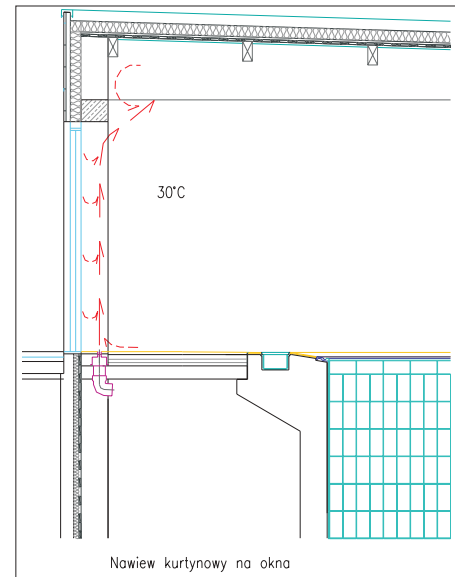
W pomieszczeniach posiadających okna zewnętrzne konieczne jest wymuszenie ruchu powietrza w strefie przyległej do tych okien. Jeśli to możliwe, wskazane jest wykonanie wzdłuż tych okien kurtynowego nawiewu powietrza z poziomu posadzki. Rozwiązanie to zapobiega kondensacji pary wodnej na wewnętrznych powierzchniach szyb oraz eliminuje zjawisko „splywania” z góry po powierzchni szyb oziębiającego od nich się powietrza, chłodzącego posadzkę, powodującego wrażenie zimnych przeciągów i wzmagającego odparowanie wody z niecki. To właśnie opisane wyżej zjawisko przyczyniło się



Rys. 5. Skutek braku nawiewu na okna

do wytworzenia poglądu konieczności stosowania ogrzewania podłogowego w halach basenowych. Kurtynowy nawiew powietrza wzdłuż okien eliminuje konieczność stosowania ogrzewania podłogowego bez obniżania standardu obiektu. Cyrkulacja powietrza, wymuszona indukcją nawiewników, spowoduje utrzymanie temperatury posadzki o 1 do 2 stopni niższej od temperatury powietrza, pod warunkiem oczywiście odpowiedniej izolacji posadzki. Skutki działania kurtynowego nawiewu powietrza przedstawiono na rysunkach 5 i 6.

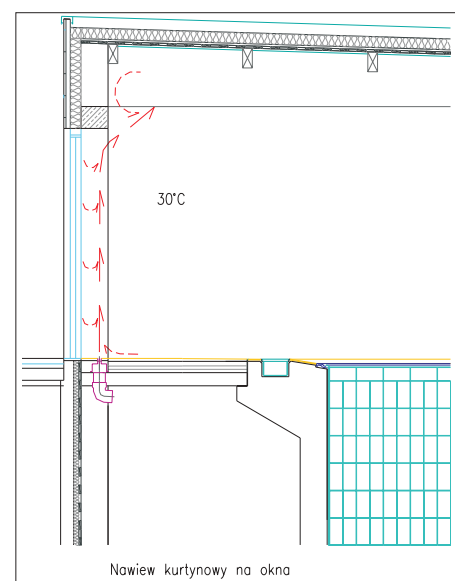
Zastosowanie nawiewników szczelinowych z poziomu posadzki ma szereg innych zalet. Charakteryzują się one przede wszystkim dużą indukcją, dzięki czemu wymuszają skuteczny ruch ogromnych mas powietrza w hali basenu. Duża indukcja powoduje silne hamowanie strumienia powietrza nawiewanego, dzie-



Rys. 6. Nawiew kurtynowy na okna

ki czemu na wysokości 1,5 m nad posadzką prędkość powietrza nie jest większa niż 0,5 m/s. Nawiewniki szczelinowe ponadto mają dobre właściwości tłumienia hałasu.

Wywiew powietrza może być wykorzystany do skutecznej ochrony przed kondensacją pary wodnej na elementach konstrukcyjnych ukrytych w zamkniętych przestrzeniach nad sufitami podwieszonymi. Przestrzenie te wymagają zazwyczaj skutecznego przewietrzania w celu wyprowadzenia ewentualnej wilgoci oraz podniesienia temperatury zlokalizowanych tam elementów konstrukcyjnych. Wywiew powietrza realizuje się za pośrednictwem tych przestrzeni, a mianowicie powietrze z hali basenowej zasysane jest do nich za pośrednictwem bądź krat kontaktowych, bądź innych celowo wykonanych rozszczelnień, skąd odprowadzane jest bezpośrednio do instalacji wywiewnej. Rozwiązanie to, oprócz skutecznej wentylacji przestrzeni międzystropowej, korzystne jest ze względów akustycznych oraz estetycznych, gdyż stwarza



Rys. 7. Wentylacja przestrzeni międzystropowej nad stropem podwieszonym

możliwość eliminacji krat wywiewnych. Przykład takiego rozwiązania przedstawiono poniżej na rys 7.

### Regulacja strumienia powietrza wentylacyjnego

Jednym z najważniejszych parametrów charakteryzujących instalację klimatyzacyjną jest wydajność powietrza. Ważne jest zachowanie odpowiednich proporcji pomiędzy strumieniem powietrza nawiewanego i wywiewanego, gdyż właśnie ta relacja decyduje o nadciśnieniu bądź podciśnieniu w hali basenu a w konsekwencji o kierunku przepływu wilgotnego powietrza pomiędzy halą basenu a sąsiadującymi z nią pomieszczeniami bądź warstwami przegród budowlanych. Wzajemne proporcje powietrza nawiewanego i wywiewanego zależą od dokładności wyregulowania instalacji oraz od stanu zabrudzenia filtrów powietrza i mają decydujący wpływ na sprawność energetyczną wymienników do odzysku ciepła. Sposób regulacji wydajności powietrza decyduje również o sprawności elektrycznej centrali. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest zastosowanie napędów falownikowych umożliwiających precyzyjną regulację nastawionej wydajności powietrza. Centrale te mają możliwość elastycznego ustawienia wydajności nominalnej i dyżurnej, optymalnej dla danego obiektu. Ma to szczególne znaczenie przy nawiewie kurtynowym na szyby, gdyż gwarantuje ochronę tych szyb przed kondensacją na nich pary wodnej, również podczas pracy dyżurnej.

### Ocena jakości urządzeń klimatyzacyjnych dla hal basenowych

Funkcjonowanie instalacji klimatyzacyjnej zależy od sposobu wykonania i funkcjonowania jej elementów składowych, czyli centrali klimatyzacyjnej, systemu sterowania i systemu rozdziału powietrza. Miarą jakości instalacji są przede wszystkim:

- sprawność cieplna i elektryczna i związane z nią koszty eksploatacji
- precyzja regulacji parametrów powietrza w hali a w szczególności w strefie przebywania ludzi
- zapewnienie odpowiedniej ilości czystego powietrza zewnętrznego dla kąpiących się klientów
- trwałość zastosowanych komponentów
- niezawodność funkcjonowania
- możliwość ochrony elementów konstrukcyjnych i elementów wyposażenia hali przed kondensacją wilgoci

### Sprawność cieplna instalacji klimatyzacyjnej

Najmniejsze zużycie energii cieplnej gwarantują centrale wyposażone w wysokosprawne urządzenia do odzysku ciepła, ze zmiennym udziałem powietrza zewnętrznego i recyrkulacyjnego, z płynną mikroprocesoro-

wą regulacją temperatury oraz elektroniczną kontrolą wydajności powietrza. Należy podkreślić, że katalogowe parametry centrali, w tym również sprawność wymienników ciepła, uzyskiwane są tylko przy dokładnie wyregulowanym nominalnym przepływie powietrza.

Istotny wpływ na obniżenie sprawności cieplnej instalacji klimatyzacyjnej mają straty ciepła emitowanego z powierzchni źle izolowanych kanałów wentylacyjnych.

### Sprawność elektryczna instalacji klimatyzacyjnej

Głównym elementem, decydującym o sprawności elektrycznej instalacji klimatyzacyjnej jest dopasowanie sprężu dyspozycyjnego centrali do faktycznych strat ciśnienia na instalacji kanałowej. Najwyższą sprawność zapewniają centrale wyposażone w falownikowe napędy z elektronicznym pomiarem i regulacją wydajności, gdyż umożliwiają dostosowanie mocy wentylatorów do faktycznych strat przepływu powietrza przez instalację. Zastosowanie wentylatorów z przepływem diagonalnym pozwala dodatkowo na obniżenie wewnętrznych oporów przepływu przez centralę, równomierny przepływ powietrza przez wymienniki ciepła (nagrzewnicę, rekuperator) oraz zmniejszenie gabarytów centrali. W układach bez napędów falownikowych należy wyregulować przepływ powietrza za pomocą przepustnic, przy czym nadwyżka mocy wentylatorów związana z zapasem sprężu dyspozycyjnego centrali jest mocą bezpowrotnie i nie efektywnie traconą. Innymi elementami obniżającymi sprawność elektryczną central są przekładnie pasowe zespołów wentylatorowych. O zużyciu energii elektrycznej w układach klimatyzacji decyduje również typ i sprawność zastosowanych pomp ciepła i wentylatorów.

### Odporność central klimatyzacyjnych na działanie wilgotnego powietrza zawierającego związek chloru

Centrale do klimatyzacji hal basenowych muszą charakteryzować się wysoką odpornością na działanie wilgotnego powietrza, zawierającego związek chloru. Uzyskuje się ją dzięki zastosowaniu komponentów wewnętrznych pokrytych powłokami antykorozyjnymi lub wykonanych z materiałów wodoodpornych, oraz poprzez izolację przeciwkondensacyjną wewnętrznych elementów centrali. Wykonanie centrali powinno uniemożliwiać kondensację pary wodnej na elementach mechanicznych i konstrukcyjnych urządzenia. Kondensacja pary wodnej powinna wystąpić wyłącznie na elementach służących do odzysku ciepła i parownikach układów chłodniczych. Ze względu na żrące właściwości powietrza basenowego wymagane jest dobre zabezpieczenie antykorozyjne i przeciwkondensacyjne przegród wewnętrznych i obudowy centrali.



Rys. 8. Naścienny osuszacz basenowy (Danttherm)

### Trwałość mechaniczna centrali klimatyzacyjnej

Trwałość centrali klimatyzacyjnej zależy głównie od trwałości elementów ruchomych, a w szczególności pomp ciepła, wentylatorów i mechanizmów przepustnic. Jest więc sprawą oczywistą, że większą niezawodnością charakteryzują się centrale z pasywnymi elementami odzysku ciepła (bez układów chłodniczych, narażonych na uszkodzenia kompresorów i rozszczelnienia układów hydraulicznych), oraz wentylatorami bez przekładni pasowych. Wentylatory diagonalne z napędem bezpośrednim, w odróżnieniu od wentylatorów z przekładnią pasową, mają łożyska pozbawione obciążeń poprzecznych, dzięki czemu są wielokrotnie trwalsze.

### Wymagania dotyczące instalacji klimatyzacyjnej przeznaczonej dla obiektów publicznych

Centrale basenowe dla obiektów publicznych muszą w czasie użytkowania obiektu pełnić funkcje wentylacyjne. Centrale te muszą zatem pracować z częściowym strumieniem powietrza zewnętrznego, określonym zależnie od liczby osób przebywających w hali.

### Rodzaje urządzeń stosowanych do klimatyzacji (wentylacji) pomieszczeń basenowych

#### Osuszacze basenowe

Osuszanie powietrza realizowane w wyniku pracy układu chłodniczego. Urządzenie nie realizuje funkcji wentylacyjnej. Wymuszają wyłącznie lokalnie ruch powietrza w hali basenu, nie zabezpieczając pomieszczenia przed zastoinami powietrza i nie chroniąc okien przed kondensacją pary wodnej. Mała precyzja regulacji wilgotności powietrza, brak kontroli i regulacji temperatury powietrza. Sposób pracy powoduje przekroczenie parametrów powietrza w okresie lata. W zasadzie nie powinno się stosować tych urządzeń w obiektach publicznych. Jedyne zalety osuszaczy basenowych to prostota montażu i niska cena.

#### Osuszacze kanałowe

Osuszacze kanałowe współpracują z instalacją wentylacyjną, za pomocą której powie-



Rys. 9. Kanałowy osuszacz basenowy (Dantherm)

trze pobierane jest z hali basenu i po osuszeniu (ewentualnie ogrzaniu) wtłaczane jest ponownie do hali basenu. Usuwanie wilgoci z powietrza realizowane jest w oparciu o pompę ciepła. Pracują głównie w recyrkulacji, z niewielkim (8 do 50% w zależności od typu urządzenia) udziałem powietrza zewnętrznego. Umożliwiają zastosowanie kurtynowego nawiewu na szyby oraz wymuszenie ruchu powietrza w całej objętości hali. Przy zastosowaniu nagrzewnicy powietrza możliwe jest powietrzne ogrzewanie pomieszczenia. Zwykle bardzo prosty sposób sterowania, nie gwarantujący precyzyjnej regulacji zadanych parametrów powietrza. Niektóre typy osuszaczy wymagają zastosowania dodatkowego wentylatora wywiewnego z hali basenu.

Osuszacze kanałowe mogą być stosowane w ograniczonym zakresie do małych i średnich basenów w hotelach i pensjonatach.

### Centrale klimatyzacyjne

Centrale lokalizowane są w pomieszczeniach technicznych. Rozdział powietrza wen-

tylacyjnego odbywa się za pośrednictwem kanałów wentylacyjnych. Centrale realizują osuszanie powietrza, ogrzewanie i wentylację pomieszczenia basenowego. Realizują zmienną recyrkulację powietrza i odzysk ciepła z powietrza usuwanego. Zależnie od typu wyposażone są w wymiennik krzyżowy, rurkę ciepła i (lub) pompę ciepła. Ich zaletą jest możliwość utrzymania zadanych parametrów powietrza praktycznie przy każdych warunkach zewnętrznych. Bogatsze modele wyposażone są w funkcje pomiaru i regulacji wydajności powietrza z zastosowaniem napę-

na precyzyjne wyregulowanie punktu pracy dla wymienników ciepła).

### Podsumowanie

Typ centrali, jej wewnętrzne wyposażenie i realizowane funkcje powinny być precyzyjnie dostosowane do wymogów konkretnego obiektu. Zastosowanie niewłaściwej centrali, tylko ze względu na niską cenę w stosunku do innych urządzeń, może skutkować zwiększonymi wydatkami na eksploatację lub na remonty pomieszczeń bądź remonty samego urządzenia. Dobór urządzenia powinien być

poprzedzony rachunkiem ekonomicznym nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacji oraz względami niezawodności i trwałości instalacji.

Należy pamiętać, że wykonana prawidłowo instalacja klimatyzacyjna zapewni nam jedynie właściwe parametry powietrza wewnątrz hali basenu i nie jest panaceum na wszystkie problemy związane z wilgocią. Podwyższone parametry powietrza nakładają na konstruktorów tych pomiesz-



Rys. 10. Centrala klimatyzacyjna basenowa z odzyskiem ciepła (Aquaitherm)

dów falownikowych, dzięki czemu elastycznie dostosowują się do parametrów zamontowanej instalacji kanałów wentylacyjnych. Tego typu centrale charakteryzują się wysoką sprawnością elektryczną i cieplną (ze względu

na precyzyjne wyregulowanie punktu pracy dla wymienników ciepła).