

Zbigniew WNUKOWICZ

PORÓWNANIE URZĄDZEŃ KLIMATYZACYJNYCH STOSOWANYCH DLA HAL BASENOWYCH

Trudno przecenić rolę ośrodków basenowych we współczesnym świecie. Odreagowanie stresu, utrzymanie odpowiedniej kondycji fizycznej, relaks, zabawa, odpoczynek, sport, poprawa wad postawy i rehabilitacja to główne powody, dla których odwiedzamy te obiekty. W zależności od realizowanych zadań baseny kąpielowe możemy podzielić na szkolne, sportowe, rekreacyjne, rehabilitacyjne i prywatne.

Dla wypełnienia swych zadań ośrodki basenowe muszą być funkcjonalne i estetyczne. Wymagania obecnie stawiane tym ośrodkom przez klientów, szczególnie w dziedzinie estetyki, wygody i komfortu, oraz cele marketingowe zmuszają projektantów do zastosowania nowych form architektury i nowoczesnych materiałów budowlanych. Powstają finezyjne kształty pomieszczeń, duże przeszklenia, wiele urządzeń do atrakcji, nowe rozwiązania stropów, itp.

Dlaczego warunki klimatyczne w ośrodku basenowym są takie ważne?

Dlaczego w obiektach basenowych należy stosować układ klimatyzacji?

Ze względu na specyfikę obiektu basenowego parametry powietrza wewnątrz hal basenowych w znacznym stopniu różnią się od parametrów powietrza w innych pomieszczeniach. Wyższa temperatura powietrza niż np. w pomieszczeniach mieszkalnych czy biurowych oraz duża zawartość wilgoci to cechy charakteryzujące parametry powietrza w hali basenu. Warto dodać, że powietrze w hali basenu zawiera dwukrotnie więcej wilgoci, niż powietrze w pomieszczeniu mieszkalnym. Przy temperaturze 30 °C i wilgotności 55% każdy metr sześcienny powietrza zawiera około 17 g wilgoci. Temperatura punktu rosy dla powietrza w pomieszczeniu basenu wynosi aż 20°C, co oznacza, że na każdym elemencie o temperaturze niższej od 20°C nastąpi kondensacja pary wodnej.

Zależność temperatury punktu rosy oraz zawartości wilgoci w jednym metrze sześciennym powietrza od temperatury i wilgotności przedstawiono w poniższej tabeli. Kolorem żółtym zaznaczono pola dla parametrów powietrza powodujących odczucie duszności.

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/m ³]	t_r [°C]	x_v [g/m ³]	t_r [°C]	x_v [g/m ³]	t_r [°C]	x_v [g/m ³]	t_r [°C]	x_v [g/m ³]	t_r [°C]	x_v [g/m ³]
24	11,3	9,7	12,9	10,8	14,4	11,9	15,8	12,9	17,0	14,1	18,2	15,1
26	13,2	10,9	14,8	12,2	16,3	13,3	17,6	14,6	18,9	15,7	20,1	17,0
28	15,0	12,2	16,6	13,6	18,1	14,9	19,5	16,3	20,8	17,7	22,0	19,0
30	16,8	13,6	18,4	15,1	20,0	16,6	21,4	18,1	22,7	19,7	23,9	21,1
32	18,6	15,2	20,3	16,9	21,8	18,6	23,3	20,2	24,6	21,9	25,8	23,6

Tak wysokie parametry powietrza w hali basenu są wynikiem kompromisu pomiędzy koniecznością utrzymania warunków komfortu cieplnego a ograniczeniem emisji wilgoci z

powierzchni basenu. Zbyt wysoka temperatura i wilgotność powietrza powodują uczucie duszności u osób przebywających w pomieszczeniu. Obniżenie parametrów powietrza zwiększa natomiast odparowanie wody z basenu, w wyniku czego zwiększy się zużycie energii potrzebnej do osuszenia powietrza oraz do ogrzania wody basenowej, ochładzającej się na skutek parowania. Niskie parametry powietrza są również przyczyną wzmożonego parowania wody ze skóry kąpiących się osób, powodującego odczucie chłodu.

Poniżej zestawiono przykładowe odparowanie wody z niecki (W) oraz straty ciepła (Q) z wody basenowej i powietrza na skutek parowania podczas kąpieli w zależności od temperatury i wilgotności powietrza. Kolorem żółtym zaznaczono pola dla parametrów powietrza powodujących odczucie duszności. Kolorem czerwonym zaznaczono pola dla parametrów powietrza nie zalecanych ze względu na duże zużycie energii bądź odczucie chłodu.

Basen szkolny o wymiarach 25 x 12,5 m. Temperatura wody basenowej – 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	152	106	143	99	134	93	124	86	115	80	106	73
26	142	98	131	91	121	84	110	76	100	69	89	62
28	130	90	118	82	106	74	94	66	83	57	71	49
30	117	91	104	72	90	63	77	54	64	44	51	35
32	103	71	88	61	73	50	58	40	43	30	28	20

Basen prywatny o wymiarach 8 x 4 m. Temperatura wody basenowej – 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	11,7	8,1	11,0	7,6	10,3	7,0	9,6	6,6	8,8	6,1	8,1	5,6
26	10,9	7,6	10,1	7,0	9,3	6,4	8,5	5,9	7,7	5,3	6,8	4,8
28	10,0	0,9	9,1	6,3	8,2	5,7	7,3	5,0	6,4	4,4	5,4	3,8
30	9,0	6,2	8,0	5,5	6,9	4,8	5,9	4,1	4,9	3,4	3,9	2,7
32	7,9	5,5	6,7	4,7	5,6	3,9	4,4	3,1	3,3	2,3	2,2	1,5

Proces parowania nie ustaje również poza okresem użytkowania, choć wtedy jest on kilkakrotnie mniejszy. Wówczas dla podanych wyżej przykładów, przy zalecanych parametrach powietrza 30°C/55%, odparowanie wody i ciepło parowania wyniosą odpowiednio:

- dla basenu szkolnego 22,6 kg/h i 15,7 kW
- dla basenu prywatnego 2,3 kg/h i 1,6 kW

Dodatkowym źródłem wilgoci podczas kąpieli są atrakcje wodne, mokra posadzka oraz mokra skóra kąpiących się osób.

Układ klimatyzacji musi więc zagwarantować wieloletnią ochronę obiektów basenowych przed działaniem wilgoci, stworzyć warunki komfortu cieplnego a także zapewnić niskie koszty eksploatacji. Cechy te ze względów ekonomicznych niejednokrotnie warunkują istnienie obiektu. Istotne jest zatem określenie dla danego obiektu optymalnych warunków klimatycznych oraz precyzyjne ich sterowanie.

Brak stosownych urządzeń klimatyzacyjnych lub zastąpienie ich zwykłą instalacją wentylacyjną może spowodować bądź dewastację struktury budowlanej i utratę klientów (ze względu na niekorzystne warunki klimatyczne), bądź też rabunkową gospodarkę energetyczną.

Poniżej przedstawiono porównanie parametrów powietrza w hali basenowej oraz strat wentylacyjnych i strat na odparowanie wody z niecki dla przedstawionego wyżej basenu szkolnego, przy zastosowaniu starej instalacji wentylacyjnej nawiewno – wywiewnej bez recyrkulacji i odzysku ciepła, oraz przy zastosowaniu basenowej centrali klimatyzacyjnej, dla różnych temperatur powietrza zewnętrznego. Przyjęta w przykładzie centrala klimatyzacyjna realizuje funkcję zmiennej recyrkulacji powietrza oraz pięćdziesięcioprocentowy odzysk ciepła z powietrza usuwanego.

Basen szkolny o wymiarach 25 x 12,5 m z instalacją wentylacyjną o wydajności 12 000 m³/h

Temperatura powietrza zewnętrznego t _z	Podczas użytkowania basenu				W pozostałym okresie				Łączne straty ciepła w ciągu roku
	wilgotność powietrza w hali basenu	odparowanie wody	straty ciepła na odparowanie	straty ciepła na wentylację	wilgotność powietrza w hali basenu	odparowanie wody	straty ciepła na odparowanie	straty ciepła na wentylację	
[°C]	[%]	[kg/h]	[kW]	[kW]	[%]	[kg/h]	[kW]	[kW]	[kWh]
-20	47	137	95	184	16	49	34	184	2282
-15	48	135	94	164	20	48	34	164	10484
-10	49	133	92	144	22	47	33	144	49467
-5	51	129	89	124	24	46	32	124	126028
0	54	123	85	104	29	44	30	104	333126
5	57	116	81	84	33	42	29	84	260405
10	62	106	76	64	40	38	26	64	136069
15	67	95	66	44	48	34	23	44	100263
20	74	81	56	24	57	29	20	24	40358
25	78	72	50	4	63	26	18	4	8700
Łącznie:									1067183

Temperatura wody basenowej - 28°C; temperatura powietrza - 26°C (stosowana zwykle w obiektach bez klimatyzacji); czas użytkowania – 14 godzin w ciągu doby

Basen szkolny o wymiarach 25 x 12,5 m z centralą klimatyzacyjną o wydajności 15 000 m³/h

Temperatura powietrza zewnętrznego t _z	Podczas użytkowania basenu				W pozostałym okresie				Łączne straty ciepła w ciągu roku
	wilgotność powietrza w hali basenu	odparowanie wody	straty ciepła na odparowanie	straty ciepła na wentylację	wilgotność powietrza w hali basenu	odparowanie wody	straty ciepła na odparowanie	straty ciepła na wentylację	
[°C]	[%]	[kg/h]	[kW]	[kW]	[%]	[kg/h]	[kW]	[kW]	[kWh]
-20	55	90	62,7	42,9	55	23	15,7	10,7	161
-15	55	90	62,7	40,0	55	23	15,7	10,0	542
-10	55	90	62,7	36,6	55	23	15,7	9,1	2478
-5	55	90	62,7	33,5	55	23	15,7	8,4	6749
0	55	90	62,7	31,6	55	23	15,7	7,9	19796
5	55	90	62,7	28,7	55	23	15,7	7,2	17404
10	55	90	62,7	27,5	55	23	15,7	6,9	10815
15	55	90	62,7	26,1	55	23	15,7	6,5	10133
20	55	90	62,7	25,5	55	23	15,7	6,4	5774
25	59	80	55,0	12,8	55	23	15,7	4,9	1878
Łącznie:									75731

Temperatura wody basenowej - 28°C; temperatura powietrza - 30°C; czas użytkowania – 14 godzin w ciągu doby; sprawność odzysku ciepła – 50%; recyrkulacja – 0 do 100%.

Tak więc głównym zadaniem urządzeń klimatyzacyjnych dla pomieszczeń basenowych jest precyzyjne utrzymywanie temperatury i wilgotności powietrza poprzez usuwanie zysków wilgoci i ogrzewanie (chłodzenie) powietrza.

Usuwanie wilgoci z powietrza w hali basenu.

Proces usuwania wilgoci z powietrza w pomieszczeniu basenowym realizowany jest poprzez:

- zastosowanie układu chłodniczego;
- wentylację hali basenu zmiennym strumieniem suchego powietrza zewnętrznego.

Osuszanie powietrza za pomocą układu chłodniczego polega na schłodzeniu strumienia powietrza wentylacyjnego w parowniku poniżej temperatury kondensacji pary wodnej, po czym ogrzaniu go w skraplaczu do odpowiedniej temperatury. Powietrze ogrzewane jest w skraplaczu całą energią pozyskaną w parowniku (ciepłem jawnym i ciepłem wynikającym z kondensacji pary wodnej) oraz energią elektryczną zamienioną w ciepło, wynikającą ze sprawności pracy kompresora. Temperatura powietrza za skraplaczem jest więc o kilka stopni Celsjusza wyższa od temperatury powietrza doprowadzanego z hali basenu do urządzenia klimatyzacyjnego. Zjawisko to jest korzystne w okresie niskich temperatur zewnętrznych, gdyż pozyskane w urządzeniu ciepło służy do ogrzewania hali basenu. W okresie lata prowadzi ono zwykle do wzrostu temperatury w pomieszczeniu basenowym, powodując uczucie duszności. Dlatego w bardziej złożonych urządzeniach nadmiar ciepła odprowadzany jest, za pośrednictwem specjalnego skraplacza, do wody basenowej. Należy zwrócić uwagę, że całe ciepło wynikające z prowadzonego tą metodą procesu osuszania kierowane jest z powrotem do powietrza w hali lub wody basenowej. Koszty pozyskania tego ciepła są jednak dość wysokie, gdyż w znaczącej części pochodzi ono z przemiany energii elektrycznej.

Osuszanie powietrza poprzez wentylację pomieszczenia zmiennym strumieniem suchego powietrza zewnętrznego wynika z różnicy zawartości wilgoci w usuwanym wilgotnym powietrzu z hali basenu i wprowadzonym suchym powietrzu zewnętrznym. Zastosowany zmienny, zależnie od potrzeb, strumień powietrza zewnętrznego oraz odzysk ciepła z powietrza usuwanego powodują małe straty energetyczne podczas procesu osuszania.

W bardziej złożonych urządzeniach klimatyzacyjnych stosowane są obie, opisane wyżej, metody osuszania powietrza. Zmiana konfiguracji pracy centrali i wybór bieżącego sposobu osuszania odbywa się automatycznie w zależności potrzeb. Powiązanie instalacji chłodzenia mechanicznego z rekuperatorem wykorzystuje się wówczas w obu metodach do zwiększenia sprawności wymiany ciepła.

Utrzymanie stałej temperatury powietrza w hali basenowej.

Utrzymanie stałej temperatury powietrza w hali basenu realizowane jest poprzez:

- ogrzewanie (chłodzenie) powietrzne;
- ogrzewanie grzejnikowe;
- ogrzewanie podłogowe.

Najczęściej stosowaną i najlepszą metodą ogrzewania hali basenu jest ogrzewanie powietrzne. Główną zaletą tej metody jest duża dynamika i precyzja regulacji temperatury w pomieszczeniu oraz uzyskanie w niej stosunkowo wysokiej temperatury powietrza nawiewanego (zazwyczaj 35 do 45°C), korzystnej przy kurtynowym osuszaniu okien. Strumień powietrza wentylacyjnego potrzebnego do asymilacji zysków wilgoci jest zazwyczaj wystarczający do przeniesienia energii cieplnej potrzebnej do ogrzewania (chłodzenia). Zdarzają się jednak obiekty, szczególnie takie, w których stosunek powierzchni wody od kubatury pomieszczenia jest niewielki i wówczas wielkość instalacji klimatyzacyjnej, dobranej dla potrzeb osuszania, jest niewystarczająca do ogrzania pomieszczenia. Konieczne jest wtedy zastosowanie dodatkowych grzejników lub ogrzewania podłogowego, albo powiększenie instalacji klimatyzacyjnej.

Przed wyborem metody ogrzewania należy dokonać analizy strat ciepła z pomieszczenia basenu oraz wydajności cieplnej centrali klimatyzacyjnej. W przypadku zastosowania dodatkowych źródeł ciepła ich sterowanie należy podporządkować sterowaniu centrali klimatyzacyjnej.

Chłodzenie powietrza w hali basenu w okresie lata wymagane jest właściwie tylko w obiektach charakteryzujących się dużymi zyskami ciepła od nasłonecznienia. Proces chłodzenia realizowany jest poprzez centrale basenowe wyposażone w układy chłodnicze z rewersyjną pompą ciepła lub skraplaczem chłodzonym wodą (zwykle basenową).

Regulacja przepływu powietrza.

W instalacjach klimatyzacyjnych z kanałowym rozdziałem powietrza istotnym parametrem wymagającym dokładnej regulacji jest wielkość strumienia powietrza nawiewanego i wywiewanego z hali basenu. Ma ona zasadniczy wpływ na sprawność cieplną i elektryczną instalacji. Decyduje również o kierunku przepływu powietrza pomiędzy halą basenu a sąsiadującymi z nią pomieszczeniami bądź warstwami stropodachu.

Centrale bez elektronicznej kontroli przepływu powietrza charakteryzują się zmienną wydajnością zależną od stanu zabrudzenia filtrów. Nierównomierność brudzenia się filtrów powoduje zmiany proporcji pomiędzy powietrzem nawiewanym a wywiewanym. Wady tej nie mają centrale z napędami falownikowymi i automatyczną regulacją wydajności. Centrale te mają również możliwość elastycznego ustawienia „dyżurnej” wydajności powietrza, co ma istotne znaczenie w układach klimatyzacyjnych z kurtynowym nawiewem wzdłuż okien. Odpowiednio ustawiony przepływ powietrza wyeliminuje kondensację pary wodnej na szybach podczas trybu pracy „dyżurnej”.

Jakość urządzeń do klimatyzacji hali basenu.

Jakość funkcjonowania instalacji klimatyzacyjnej zależy od:

- doboru centrali klimatyzacyjnej;
- zastosowanego układu sterowania pracą centrali;
- organizacji rozdziału powietrza w klimatyzowanych pomieszczeniach.

Zły dobór lub niewłaściwe wykonanie jednego z tych czynników uniemożliwi optymalne i prawidłowe funkcjonowanie całego systemu.

Dobór typu urządzeń klimatyzacyjnych dla pomieszczeń basenowych powinien uwzględniać przede wszystkim:

- wydatek powietrza dla docelowych rozwiązań programowych obiektu;
- wymaganą wydajność osuszania;
- udział strumienia powietrza zewnętrznego w różnych porach roku;
- wydajność cieplną;
- możliwości w zakresie ogrzewania, chłodzenia i wentylacji;
- sprawność energetyczną;
- trwałość zastosowanych komponentów;
- możliwość lokalizacji centrali w obiekcie basenowym oraz możliwość jej transportu;
- cenę urządzenia.

Jak wykazano na wstępie, energochłonność obiektu basenowego zależy przede wszystkim od precyzji regulacji parametrów powietrza oraz sprawności energetycznej instalacji klimatyzacyjnej.

Sprawność cieplna instalacji klimatyzacyjnej

Sprawność cieplna instalacji klimatyzacyjnej zależy od zastosowanych systemów do odzysku ciepła, technologii osuszania i ogrzewania powietrza, sposobu regulacji temperatury powietrza, dokładności ustawienia przepływu powietrza. Należy podkreślić, że katalogowe parametry centrali, w tym również sprawność wymienników ciepła, uzyskiwane są tylko przy dokładnie wyregulowanym nominalnym przepływie powietrza.

Najmniejsze zużycie energii cieplnej gwarantują zatem centrale wyposażone w wysokosprawne urządzenia do odzysku ciepła, z płynną mikroprocesorową regulacją temperatury oraz elektroniczną kontrolą wydajności powietrza.

Sprawność elektryczna instalacji klimatyzacyjnej

Na zużycie energii elektrycznej w układach klimatyzacji wpływ ma typ i sprawność zastosowanych pomp ciepła i wentylatorów, sposób ich sterowania oraz straty przepływu powietrza, warunkujące wielkość wentylatorów. Wewnętrzne straty przepływu zależą głównie od typu zastosowanych wymienników ciepła, typu i stanu zabrudzenia filtrów powietrza oraz od konfiguracji centrali.

Powszechnie stosowane są wentylatory promieniowe z przekładnią pasową, z silnikami dwubiegowymi bez płynnej regulacji wydajności. Centrala wyposażona w takie wentylatory charakteryzuje się zmiennym wydatkiem powietrza, zależnie od stopnia zabrudzenia filtrów. Instalacja klimatyzacyjna wymaga dokładnego wyregulowania przepływu powietrza podczas wstępnej eksploatacji, z uwzględnieniem strat ciśnienia na średnio zabrudzonych filtrach. Regulacja nominalnego przepływu powietrza odbywa się poprzez zwiększenie oporów przepływu przez instalację za pomocą przepustnic regulacyjnych. Brak możliwości dopasowania sprężu, a co za tym idzie, mocy wentylatorów do faktycznego zapotrzebowania wynikającego z oporów przepływu instalacji powoduje stosunkowo niską sprawność elektryczną tych central. Ponadto przekładnie pasowe obniżają sprawność zespołów wentylatorowych.

Najmniejszym zużyciem energii elektrycznej charakteryzują się centrale wyposażone w wentylatory diagonalne z napędem falownikowym. Umożliwiają one utrzymanie nominalnego przepływu powietrza, bez względu na stan filtrów i opory przepływu instalacji wentylacyjnej. Regulacja wydajności odbywa się poprzez dopasowanie sprężu i wynikającej z niego mocy wentylatorów, do oporów instalacji, dzięki czemu powstają duże oszczędności energii przy instalacjach wentylacyjnych charakteryzujących się małymi stratami ciśnienia. Konstrukcja tych wentylatorów pozwala na obniżenie wewnętrznych oporów przepływu oraz zmniejszenie gabarytów centrali.

Trwałość central klimatyzacyjnych

Cechą wyróżniającą centrale basenowe od innych central klimatyzacyjnych, oprócz odmiennych funkcji, jest odporność na działanie wilgotnego powietrza, zawierającego związki chloru. Odporność tą uzyskuje się dzięki zastosowaniu komponentów wewnętrznych pokrytych powłokami antykorozyjnymi lub wykonanych z materiałów wodoodpornych, oraz poprzez izolację przeciwkondensacyjną wewnętrznych elementów centrali. Szczególnego zabezpieczenia antykorozyjnego wymagają te elementy, na których występuje kondensacja pary wodnej z racji ich funkcji. Są to przede wszystkim części wywiewne wymienników do odzysku ciepła i parowniki układów chłodniczych. Dobrego zabezpieczenia antykorozyjnego i przeciwkondensacyjnego wymagają również przegrody wewnętrzne i obudowa centrali.

Trwałość centrali klimatyzacyjnej ograniczona jest trwałością elementów ruchomych, a w szczególności pomp ciepła, mechanizmów przepustnic i wentylatorów. Większą niezawodnością charakteryzują się centrale z pasywnymi elementami odzysku ciepła (bez pomp ciepła). Stosowane powszechnie centrale z wentylatorami z przekładnią pasową wymagają częstej kontroli stanu pasów klinowych i łożysk, obciążonych siłami poprzecznymi. Wentylatory diagonalne, w odróżnieniu od wentylatorów z przekładnią pasową, mają łożyska pozbawione obciążenia poprzecznego, dzięki czemu są wielokrotnie trwalsze.

Urządzenia klimatyzacyjne dla basenów prywatnych

W ciągu ostatnich kilku lat powstało wiele basenów w prywatnych domach. Tendencja budowy nowych obiektów tego typu nadal się utrzymuje. Intensywność wykorzystania basenów prywatnych w stosunku do pływalni publicznych jest niewielka. Mimo to występuje konieczność ochrony pomieszczeń basenowych przed niszczącym działaniem wilgoci oraz zapewnienie odpowiednich warunków klimatycznych dla użytkowników. Parametry powietrza w pomieszczeniach basenów prywatnych są podobne jak w obiektach publicznych. Stąd czynniki oddziałujące na przegrody

budowlane i elementy wykończenia oraz odczucie komfortu cieplnego są takie same we wszystkich tego typu obiektach.

Urządzenia klimatyzacyjne dla basenów publicznych.

Centrale basenowe dla obiektów publicznych powinny zapewnić odpowiednią temperaturę i wilgotność powietrza w hali, oraz dodatkowo w czasie użytkowania obiektu muszą pełnić funkcje wentylacyjne ze względu na kąpiących się klientów. Centrale te muszą zatem pracować z częściowym strumieniem powietrza zewnętrznego, określonym zależnie od liczby osób przebywających w hali.

Rodzaje central basenowych.

Poniżej przedstawiono charakterystykę najczęściej stosowanych typów urządzeń do klimatyzacji pomieszczeń basenowych.

Osuszacze basenowe montowane w pomieszczeniu basenu

Najprostszymi urządzeniami do uzdatniania powietrza w pomieszczeniach basenowych są osuszacze basenowe. Realizują one wyłącznie kontrolowane osuszanie powietrza, utrzymując wilgotność na zadanym poziomie. Ogrzewanie powietrza jest skutkiem ubocznym prowadzonego procesu osuszania.

Urządzenia pracują wyłącznie w obiegu zamkniętym (bez udziału powietrza zewnętrznego). Montowane są bezpośrednio w pomieszczeniach basenowych. Wyposażone są w wewnętrzny wentylator oraz pompę ciepła. Powietrza zasysane z pomieszczenia przechodzi przez parownik schładzający je poniżej punktu rosy. Po wytrąceniu części wilgoci ogrzewane jest w skraplaczu i nawiewane z powrotem do pomieszczenia basenu. Procesem osuszania steruje higrostat, zamontowany wewnątrz urządzenia, lub na ścianie pomieszczenia. Załącza on urządzenie, gdy wilgotność powietrza w pomieszczeniu przekroczy nastawioną wartość. Ze względu na ograniczoną dokładność i dużą bezwładność oraz histerezę higrastatu wilgotność powietrza w pomieszczeniu waha się w pewnych granicach wokół nastawionej wartości.

Zaletą tych urządzeń jest prostota montażu oraz niska cena. Wymagają one tylko doprowadzenia elektrycznego kabla zasilającego oraz przewodu odprowadzającego skropliny.

Osuszacze basenowe nie realizują wentylacji pomieszczenia. Nie zabezpieczają również okien przed kondensacją pary wodnej (Zaparowanie pojawia się na szybach przy temperaturach zewnętrznych poniżej $+5^{\circ}\text{C}$). Wymuszają ruch powietrza zaledwie w promieniu kilku metrów, nie zapewniając jednolitych parametrów w całym pomieszczeniu. Ze względu na wykorzystywaną metodę osuszania temperatura powietrza na wylocie z urządzenia jest o kilka stopni Celsjusza wyższa w stosunku do temperatury w pomieszczeniu, co w warunkach zimowych obniża koszty ogrzewania, jednak w okresie lata może spowodować niekorzystny wzrost temperatury w pomieszczeniu.

Powyższe cechy ograniczają możliwości stosowania osuszaczy basenowych do małych obiektów. Dlatego w handlu dostępne są urządzenia o niewielkiej wydajności osuszania. Stosowane są szczególnie do małych pomieszczeń bez okien i charakteryzujących się stratami ciepła przez cały rok (np. pomieszczenia zlokalizowane na kondygnacjach podziemnych).

Przy doborze tych urządzeń należy zwrócić uwagę na ich wydajność osuszania, gdyż producenci podają zazwyczaj wydajność określoną w kilogramach w ciągu doby. Zastosowanie osuszacza o wydajności odpowiadającej średniemu odparowaniu wody w ciągu doby spowoduje wzrost wilgotności w pomieszczeniu podczas kąpieli.

Osuszacze basenowe zaścienne, montowane w pomieszczeniu technicznym

Zasada działania tych osuszaczy jest identyczna, jak opisanych wyżej. Różnią się tylko tym, że montowane są w pomieszczeniu technicznym bezpośrednio za ścianą pomieszczenia basenu. Sprawia to, że w hali basenowej widoczne są jedynie aluminiowe kratki.

Basenowe osuszacze kanałowe

Osuszacze kanałowe lokalizowane są w pomieszczeniach technicznych. Usuwanie wilgoci z powietrza realizowane jest w oparciu o pompę ciepła, podobnie jak w osuszaczach montowanych bezpośrednio w pomieszczeniach basenowych. Pracują one głównie w recyrkulacji, z niewielkim (8 do 50% w zależności od typu urządzenia) udziałem powietrza zewnętrznego. Osuszacze kanałowe wymagają podłączenia instalacji wentylacyjnej, rozprowadzającej powietrze. Umożliwiają zastosowanie kurtynowego nawiewu na szyby oraz wymuszenie ruchu powietrza w całej objętości hali. Przy zastosowaniu nagrzewnicy powietrza możliwe jest powietrzne ogrzewanie pomieszczenia, co eliminuje konieczność montażu dodatkowej instalacji ogrzewania i przyczynia się do obniżenia nakładów inwestycyjnych. Wykluczenie grzejników z hali basenu poprawia bezpieczeństwo użytkownika obiektu, umożliwia łatwiejsze utrzymanie czystości, zwiększa dynamikę regulacji temperatury powietrza.

Powietrze zewnętrzne zasysane jest z czerpni, za pośrednictwem odpowiedniego przyłącza, poprzez główny wentylator recyrkulacyjny. Usuwanie powietrza z hali basenu, niezbędne do zrównoważenia wprowadzanego powietrza zewnętrznego, odbywa się poprzez wentylator zamontowany wewnątrz osuszacza, bądź poprzez niezależny wentylator wywiewny (montowany np. w ścianie lub na dachu pomieszczenia basenu). Osuszacze basenowe nie są wyposażone w rekuperator.

Zwarta budowa osuszacza oraz prosty system sterowania uniemożliwiają wprowadzenie zbyt dużego strumienia powietrza zewnętrznego, gdyż mógłby on powodować zakłócenie pracy wewnętrznej instalacji chłodniczej, a w okresie zimowym wręcz zamarzanie kondensatu w parowniku, uszkodzenie nagrzewnicy wodnej lub dyskomfort spowodowany chwilowym obniżeniem się temperatury powietrza nawiewanego.

Niewielki udział strumienia powietrza zewnętrznego w stosunku do powietrza obiegowego wprawdzie skutecznie wentyluje pomieszczenie basenu ze względów bytowych, jednak nie jest wystarczający do usunięcia zysków wilgoci z hali w okresie lata (wspomaga osuszanie pompą ciepła w niewielkim stopniu), jednocześnie powoduje znaczące straty ciepła w okresie zimy.

W celu eliminacji efektu nadmiernego wzrostu temperatury powietrza, będącego wynikiem osuszania pompą ciepła, urządzenia te opcjonalnie wyposażane są w skraplacz chłodzony wodą. Umożliwia on wykorzystanie nadwyżki ciepła do ogrzania np. wody basenowej.

Osuszacze kanałowe mogą być stosowane do klimatyzacji obiektów prywatnych oraz małych i średnich basenów w hotelach i pensjonatach.

Centrale z pompą ciepła i zmiennym udziałem powietrza zewnętrznego

Większe możliwości osuszania powietrzem zewnętrznym, w stosunku do osuszaczy kanałowych, mają centrale klimatyzacyjne z pompą ciepła i udziałem powietrza zewnętrznego od 0 do 100%. Podobnie jak osuszacze kanałowe centrale te wyposażone są w nagrzewnicę powietrza, pokrywającą straty ciepła na wentylację oraz umożliwiającą ogrzewanie pomieszczenia basenu. Centrale lokalizowane są w pomieszczeniach technicznych. Rozdział powietrza wentylacyjnego odbywa się za pośrednictwem kanałów wentylacyjnych.

Podczas niskich temperatur zewnętrznych osuszanie odbywa się za pomocą pompy ciepła. Centrala pracuje wówczas wyłącznie w recyrkulacji. W razie potrzeby osuszanie wspomagane jest powietrzem zewnętrznym, przy czym stosunek strumienia powietrza zewnętrznego i recyrkulacyjnego zmieniany jest automatycznie, zależnie od potrzeb. Układ chłodniczy realizuje wtedy odzysk ciepła z powietrza wywiewanego.

Przy wysokich temperaturach zewnętrznych (po przekroczeniu w pomieszczeniu basenu nastawionej temperatury powietrza) pompa ciepła jest wyłączana a osuszanie przebiega przy użyciu powietrza zewnętrznego.

Opcjonalnie montowana jest rewersyjna pompa ciepła, umożliwiająca chłodzenie powietrza w klimatyzowanym pomieszczeniu. W innym typie centrali z pompą ciepła dodatkowy skraplacz chłodzony wodą przekazuje nadwyżkę energii cieplnej do wody basenowej.

Opisane wyżej centrale są sprawniejsze energetycznie w stosunku do osuszaczy kanałowych. Inną ich zaletą jest możliwość utrzymania zadanych parametrów powietrza praktycznie przy każdych warunkach zewnętrznych. Powyższe cechy oraz możliwość dużego udziału powietrza zewnętrznego powodują, że centrale te mogą być stosowane również w obiektach publicznych.

Centrale z rekuperatorem i zmiennym udziałem powietrza zewnętrznego

Centrale klimatyzacyjne z rekuperatorem, podobnie jak centrale z pompą ciepła, lokalizowane są w pomieszczeniu technicznym. Rozdział powietrza wentylacyjnego odbywa się za pośrednictwem kanałów wentylacyjnych. Usuwanie wilgoci z powietrza w hali basenowej, w odróżnieniu od central z pompą ciepła, realizowane jest wyłącznie poprzez wentylację zmiennym strumieniem powietrza zewnętrznego. Straty ciepła na wentylację pokrywane są z nagrzewnicy powietrza. Zapas mocy cieplnej nagrzewnicy umożliwia ogrzewanie klimatyzowanych pomieszczeń. Stosunek powietrza zewnętrznego do recyrkulacyjnego zmieniany jest automatycznie w zakresie od 0 do 100%, zależnie od wymaganej wydajności osuszania i parametrów powietrza zewnętrznego. W celu ograniczenia strat ciepła na wentylację stosowany jest pasywny odzysk ciepła z powietrza wywiewanego, realizowany głównie za pomocą wymiennika krzyżowego lub „rurki ciepła”. Ze względu na dużą ilość kondensatu powstającego w wymiennikach do odzysku ciepła w centralach basenowych, nie stosuje się w nich wymienników regeneracyjnych. Niektóre centrale w okresie lata realizują funkcję chłodzenia dużym strumieniem powietrza zewnętrznego poprzez odpowiednie wysterowanie przepustnicy by-pass rekuperatora.

Porównanie jakościowe central wyposażonych w rurkę ciepła z centralami z wymiennikiem krzyżowym jest niemożliwe bez odniesienia do konkretnych typów tych urządzeń. Sprawność odzysku ciepła w obu rodzajach wymienników zależy od wielu czynników. Sprawność rurki ciepła zależy przede wszystkim od liczby rzędów rur, powierzchni i kształtu lameli, powodującego turbulencyjny przepływ powietrza. Sprawność wymiennika krzyżowego zależy od odległości pomiędzy płytami, ich łącznej powierzchni, oraz kształtu powodującego turbulencje. Dla uzyskania bardzo wysokiej sprawności (powyżej 80%) stosuje się podwójne wymienniki krzyżowe, ustawione przeciwprądowo.

Rurka ciepła ma mniejsze gabaryty w stosunku do wymiennika krzyżowego oraz charakteryzuje się niższą temperaturą ryzyka szronienia. Wymiennik krzyżowy umożliwia swobodną konfigurację króćców przyłączeniowych centrali, podczas gdy w rurce ciepła powietrze usuwane przepływa zawsze przez dolną część wymiennika.

Wybór rodzaju wymiennika (typu centrali) zależy więc od wymogów technicznych konkretnego obiektu w zestawieniu z ceną tych urządzeń.

Centrale z rekuperatorem, pompą ciepła i zmiennym udziałem powietrza zewnętrznego

Najskuteczniejszą metodą zapewnienia odpowiednich warunków klimatycznych w hali basenowej jest zastosowanie instalacji wentylacyjnej z basenową centralą klimatyzacyjną z pompą ciepła, rekuperatorem i recyrkulacją. Centrala ta w stosunku do opisanych wyżej charakteryzuje się większą skutecznością osuszania, większą sprawnością energetyczną i większą dynamiką działania. Układ chłodzenia mechanicznego (pompy ciepła) umożliwia szybkie reagowanie centrali na wzrost wilgotności powietrza w pomieszczeniu basenu. Współdziałanie układu chłodniczego z rekuperatorem pozwala na uzyskanie dużej sprawności wymiany ciepła podczas osuszania przy recyrkulacji powietrza. Uzyskuje się nawet dziesięciokrotny stosunek wymienianej mocy cieplnej do wejściowej mocy elektrycznej. W opcji możliwe jest wykorzystanie pompy ciepła do chłodzenia pomieszczenia basenowego (przy występujących dużych zyskach ciepła np. od nasłonecznienia).

Podsumowanie.

Wybór centrali klimatyzacyjnej powinien być podyktowany przede wszystkim wymaganiami technicznymi danego obiektu basenowego. Powinien być również poprzedzony rachunkiem

ekonomicznym nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacji. Różnice cenowe poszczególnych typów urządzeń, spełniających stawiane im wymagania techniczne, powinny być kompensowane przez różnice kosztów eksploatacji w ciągu kilku, a nie kilkudziesięciu lat.

Zastosowanie nawet najlepszych urządzeń do klimatyzacji pomieszczeń basenowych nie jest gwarantem uzyskania odpowiednich parametrów powietrza ani zapewnienia ochrony obiektu przed wilgocią, jeśli zostały one niewłaściwie dobrane, bądź współpracują one z wadliwie wykonaną instalacją wentylacyjną lub c.t.. Problemy związane z eksploatacją pomieszczeń basenowych często również wynikają z nieodpowiedniego wykonania izolacji cieplnej i paroizolacji przegród zewnętrznych.