

# **Kryteria doboru instalacji klimatyzacyjnych hal basenowych (przykłady doboru). Wpływ konstrukcji i typu hal basenowych na wielkość instalacji klimatyzacyjnej, oraz koszty eksploatacji.**

## **1. Wstęp**

Niniejsze opracowanie poświęcone będzie zagadnieniu, jak zaprojektować i zbudować halę basenu oraz wykonać instalację klimatyzacyjną, aby zapewnić wymagane parametry powietrza wewnątrz hali.

Zadaniem układu klimatyzacji jest równoważenie czynników mających wpływ na parametry powietrza. Czynniki te to przede wszystkim:

- zyski i straty ciepła;
- zyski wilgoci;
- emisja zanieczyszczeń.

Zależą one między innymi od kształtu i konstrukcji budynku, powierzchni okien, powierzchni lustra wody, ilości i typu atrakcji wodnych, frekwencji klientów, metody uzdatniania wody, sposobu wentylowania pomieszczenia.

Zastosowany system klimatyzacji i ogrzewania powinien przeciwdziałać bądź wspomagać oddziaływanie tych czynników w celu utrzymania stałych, żądanych parametrów powietrza.

Oznacza to np., że jeśli w danym obiekcie występują duże zyski wilgoci, to instalacja klimatyzacyjna musi mieć odpowiednio dużą wydajność osuszania, jeśli w obiekcie występują duże straty lub zyski ciepła, to instalacja klimatyzacyjna musi mieć odpowiednio dużą moc cieplną, lub chłodniczą, itd. Wydajność układu klimatyzacji (wydatek powietrza, zdolność osuszania, moc grzewcza, moc chłodnicza) zależy więc od konstrukcji hali, rodzaju przegród architektonicznych i programu funkcjonowania.

## **2. Kryteria doboru instalacji klimatyzacyjnej pomieszczenia basenu.**

Dobór instalacji klimatyzacyjnej określa się według następujących kryteriów:

- Strumień powietrza niezbędny do transportu ciepła, potrzebnego do ogrzania hali basenu. Ogrzewanie powietrzne może pokrywać w części lub w całości straty statyczne hali. Korzystny jest duży udział układu klimatyzacji w ogrzewaniu hali basenu ze względu na jego dynamikę i precyzję sterowania.
- Strumień powietrza niezbędny do wyprowadzenia zysków ciepła (np. od nasłonecznienia).
- Strumień suchego powietrza zewnętrznego niezbędny do asymilacji zysków wilgoci oraz wydajność osuszania spowodowanego działaniem układu chłodniczego, jeśli zastosowana będzie centrala klimatyzacyjna z kompresorem.
- Strumień powietrza niezbędny do ujednoczenia warunków klimatycznych hali (określany ilością wymian powietrza w hali w ciągu godziny).

- Strumień powietrza niezbędny do wytworzenia kurtyny powietrznej wzdłuż okien, w celu zabezpieczenia ich wewnętrznych powierzchni przed kondensacją pary wodnej.
- Strumień powietrza zewnętrznego niezbędny do usunięcia zanieczyszczeń powietrza do poziomu poniżej NDS.
- Strumień powietrza zewnętrznego niezbędny ze względu na liczbę przebywających w pomieszczeniu osób.
- Wydajność cieplna nagrzewnicy powietrza dla pokrycia strat wentylacyjnych i statycznych.
- Wydajność układu chłodniczego dla usunięcia zbędnych zysków ciepła.

### 3. Wyznaczenie głównych parametrów charakteryzujących wielkość instalacji klimatyzacyjnej

#### 3.1. Wyznaczenie zysków wilgoci w pomieszczeniu basenu.

Ciśnienie cząstkowe pary wodnej w powietrzu zależy od jego temperatury i wilgotności. Wynika stąd ścisła zależność pomiędzy parametrami powietrza a intensywnością parowania wody. Im niższa temperatura i wilgotność powietrza, tym większe odparowanie wody z basenu. Dodatkowym czynnikiem zwiększającym intensywność parowania jest prędkość ruchu powietrza nad powierzchnią wody.

➤ Emisja wilgoci z powierzchni basenu wynosi:

$$W = E \times F \times (PS - PD) \text{ [g/h]}$$

gdzie:

F - powierzchnia lustra wody [m<sup>2</sup>]

PS – ciśnienie parowania wody basenowej [mbar]

PD – ciśnienie cząsteczkowe pary wodnej w powietrzu wewnętrznym pomieszczenia basenu [mbar]

E - empiryczny współczynnik parowania [g/(m<sup>2</sup>\*h\*mbar)]

Poniżej zestawiono wartości współczynnika parowania E w zależności od rodzaju basenu:

Rodzaj basenu	E [g/m <sup>2</sup> *h*mbar]
prywatny	15
pływakowski	20
rekreacyjny	28
z atrakcjami	35

➤ Emisja wilgoci z powierzchni wanny do hydromasażu:

$$W = F \times 800 \text{ [g/h]}$$

gdzie:

F – powierzchnia wody w wannie do hydromasażu [m<sup>2</sup>]

- Emisja wilgoci z mokrej posadzki:

$$W = 6,3 \times \Delta t \times F \text{ [g/h]}$$

gdzie:

F - powierzchnia mokrej posadzki [m<sup>2</sup>]

Δt – różnica pomiędzy temperaturą mokrej posadzki a temperaturą powietrza [°C]

- Emisja wilgoci spowodowana funkcjonowaniem atrakcji wodnych:

Rodzaj atrakcji	w [g/h]
dzika rzeka na 1m długości	300
gejzer powietrzny denny	5000
gejzer wodny denny	3000
grzybek	3000
kurtyna wodna	5000
leżanka do masażu	5000
maszyna pływacka	3000
zjeżdżalnia na 1m długości	500
wanna do hydromasażu na 1m <sup>2</sup> powierzchni	800
natrysk	400

### 3.2. Wyznaczenie strumienia powietrza zewnętrznego, niezbędnego do asymilacji zysków wilgoci

Strumień powietrza zewnętrznego, niezbędny do asymilacji zysków wilgoci wynosi:

$$L = W / [(X_p - X_z) \times 1,2] \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gdzie :

X<sub>p</sub> – zawartość wilgoci w powietrzu wewnętrznym pomieszczenia basenu [g/kg]

X<sub>z</sub> - zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym [g/kg]

Zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym w lecie jest kilkunastokrotnie większa, niż w zimie. Skuteczność osuszania jest więc wielokrotnie większa w okresie zimy. Stąd wynikają następujące wnioski:

- Udział strumienia powietrza zewnętrznego, niezbędnego do asymilacji zysków wilgoci jest w okresie zimowym kilkakrotnie mniejszy, niż w lecie.

- Niezbędne jest ze względów ekonomicznych stosowanie instalacji klimatyzacyjnej z częściową recyrkulacją powietrza.

Przykłady wyznaczenia strumienia powietrza zewnętrznego, niezbędnego do asymilacji zysków wilgoci, zamieszczono na końcu opracowania.

### 3.3. Wyznaczenie strumienia powietrza niezbędnego do osuszania okien

Zalecane wartości strumienia powietrza, potrzebne do osuszania 1m długości okien w zależności od ich wysokości, zestawiono w poniższej tabeli:

Wysokość okna [m]	Strumień powietrza na 1m długości okna [m <sup>3</sup> /h/m]
1	120
2	200
3	250
4	300
5	330
6	370
7	400
8	430
9	460
10	500

### 3.4. Wyznaczenie minimalnego strumienia powietrza zewnętrznego ze względu na liczbę kąpiących się jednocześnie osób.

Strumień powietrza zewnętrznego wynosi:

$$L_z = L_j \times n$$

gdzie:

- $L_j$  – strumień powietrza zewnętrznego na jedną osobę
- $n$  – ilość osób korzystających jednocześnie z basenu

Dla basenów rekreacyjnych zaleca się stosowanie minimum 50m<sup>3</sup>/h powietrza zewnętrznego na jedną osobę. Dla pływalni, gdzie trenują zawodnicy, przyjmuje się 100m<sup>3</sup>/h powietrza zewnętrznego na jedną osobę.

### 3.5. Wyznaczenie minimalnego strumienia powietrza niezbędnego do transportu ciepła do pomieszczenia basenu.

Strumień powietrza wynosi:

$$L = (Q \times 3600) / 1,2 \times \Delta t \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gdzie:

$Q$  – straty ciepła z pomieszczenia [kW]

$\Delta t$  – różnica pomiędzy temperaturą powietrza nawiewanego a temperaturą powietrza w pomieszczeniu

Maksymalna temperatura powietrza nawiewanego wynosi zazwyczaj 45°C (ze względu na konieczność chłodzenia tym powietrzem silnika wentylatora).

### **3.6. Wyznaczenie minimalnego strumienia powietrza wentylacyjnego ze względu na odpowiednią cyrkulację.**

Strumień powietrza wynosi:

$$L = V \times k \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gdzie:

$V$  – kubatura pomieszczenia [m<sup>3</sup>]

$k$  – zakładana krotność wymian powietrza

W zależności od wielkości pomieszczenia przyjmuje się następujące krotności wymian powietrza w ciągu godziny:

- pływalnia duża – 4 wymiany
- pływalnia standardowa – 5 wymian
- pływalnia mała – 6 wymian
- natrysk – do 30 wymian.

### **3.7. Wyznaczenie minimalnego strumienia powietrza niezbędnego do usunięcia zysków ciepła z pomieszczenia basenu.**

Strumień powietrza wynosi:

$$L = (Q \times 3600) / 1,2 \times \Delta t \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gdzie:

$Q$  – straty ciepła z pomieszczenia [kW]

$\Delta t$  – różnica pomiędzy temperaturą powietrza nawiewanego a temperaturą powietrza w pomieszczeniu

Temperatura powietrza nawiewanego nie powinna być niższa o więcej, jak o 10°C od temperatury powietrza w pomieszczeniu.

Poniżej zestawiono przykładowe zyski ciepła od słońca przez 1 m<sup>2</sup> pionowego okna.

Zyski ciepła od słońca dla orientacji okna 180o z północy

współczynnik przepuszczalności światła	0,90
udział powierzchni szyb w powierzchni całkowitej okien	0,80
stosunek powierzchni zacienionej do całkowitej	1,00
powierzchnia okna [m2]	1,00

**w miesiącu czerwcu**

godziny	10	12	14	16	18
całkowite natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	419	516	419	175	54
rozproszone natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	118	127	118	93	54
zyski ciepła przez powierzchnie niezacienione [W]	0	0	0	0	0
zyski ciepła przez powierzchnie zacienione [W]	99	106	99	78	45
zyski ciepła łącznie [kW]	0,10	0,11	0,10	0,08	0,05

**w miesiącu lipcu**

godziny	10	12	14	16	18
całkowite natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	435	534	435	187	51
rozproszone natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	116	125	116	90	51
zyski ciepła przez powierzchnie niezacienione [W]	0	0	0	0	0
zyski ciepła przez powierzchnie zacienione [W]	97	105	97	75	43
zyski ciepła łącznie [kW]	0,10	0,10	0,10	0,08	0,04

**w miesiącu sierpniu**

godziny	10	12	14	16	18
całkowite natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	493	600	493	233	36
rozproszone natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	107	117	107	79	36
zyski ciepła przez powierzchnie niezacienione [W]	0	0	0	0	0
zyski ciepła przez powierzchnie zacienione [W]	90	98	90	66	30
zyski ciepła łącznie [kW]	0,09	0,10	0,09	0,07	0,03

Zyski ciepła od słońca dla orientacji okna 180o z północy

współczynnik przepuszczalności światła	0,90
udział powierzchni szyb w powierzchni całkowitej okien	0,80
stosunek powierzchni zacienionej do całkowitej	0,00
powierzchnia okna [m2]	1,00

**w miesiącu czerwcu**

godziny	10	12	14	16	18
całkowite natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	419	516	419	175	54
rozproszone natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	118	127	118	93	54
zyski ciepła przez powierzchnie niezacienione [W]	351	432	351	147	45
zyski ciepła przez powierzchnie zacienione [W]	0	0	0	0	0
zyski ciepła łącznie [kW]	0,35	0,43	0,35	0,15	0,05

**w miesiącu lipcu**

godziny	10	12	14	16	18
całkowite natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	435	534	435	187	51
rozproszone natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	116	125	116	90	51
zyski ciepła przez powierzchnie niezacienione [W]	364	447	364	157	43
zyski ciepła przez powierzchnie zacienione [W]	0	0	0	0	0
zyski ciepła łącznie [kW]	0,36	0,45	0,36	0,16	0,04

**w miesiącu sierpniu**

godziny	10	12	14	16	18
całkowite natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	493	600	493	233	36
rozproszone natężenie promieniowania [kcal/(m2*h)]	107	117	107	79	36
zyski ciepła przez powierzchnie niezacienione [W]	413	502	413	195	30
zyski ciepła przez powierzchnie zacienione [W]	0	0	0	0	0
zyski ciepła łącznie [kW]	0,41	0,50	0,41	0,20	0,03

#### 4. Podsumowanie.

Oprócz aspektów estetycznych i funkcjonalnych projektanci hal basenowych muszą wziąć pod uwagę możliwości bezpiecznej, z punktu widzenia ochrony budynku, oraz ekonomicznej eksploatacji obiektu. Niezbędne jest rozważenie ilości przeszkleń w ścianach zewnętrznych oraz ich usytuowanie w stosunku do stron świata w sposób ograniczający niepożądane zyski, bądź straty ciepła. Ważne jest również określenie kubatury, układu pomieszczeń i programu obiektu oraz skonfrontowanie tych elementów w aspekcie ekonomicznym z możliwościami instalacji klimatyzacyjnej.

Jakość funkcjonowania instalacji klimatyzacyjnej zależy od:

- doboru centrali klimatyzacyjnej (wydajności, sposobu odzysku ciepła, sprawności działania);
- 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.

Jeszcze raz należy podkreślić, że odpowiedni komfort cieplny decyduje o atrakcyjności ośrodka i ma duży wpływ na frekwencję klientów, co w powiązaniu z niskimi kosztami eksploatacji i trwałością konstrukcji budynku może stanowić ekonomiczne podstawy funkcjonowania ośrodka.