

Planowanie remontu z uwzględnieniem przyszłej modernizacji klimatyzacji obiektu

1. Wstęp

W Polsce istnieje obecnie kilkaset basenów publicznych wymagających generalnego remontu. Jakość usług świadczonych przez te ośrodki oraz zaawansowanie technologiczne nie odpowiada obecnym wymaganiom. Planując generalny remont wyeksploatowanego obiektu należy liczyć się z koniecznością adaptacji do obecnych standardów funkcji, technologii oraz praktycznie wszystkich instalacji. Ze względu na trudności sfinansowania całej inwestycji często planuje się etapowanie modernizacji. Istotnym zagadnieniem przy planowaniu etapowanej modernizacji jest kolejność etapowania robót. Często inwestorzy w pierwszej kolejności chcą modernizować elementy mające bezpośredni wpływ na wygląd estetyczny i funkcjonalność ośrodka. Jednak wyremontowane wnętrza hal basenowych, bez przeprowadzonej modernizacji instalacji klimatyzacyjnej, szybko mogą ulec zniszczeniu na skutek działania wilgoci. Dlatego należy przeprowadzić najpierw prace modernizacyjne związane z utrzymaniem odpowiednich parametrów powietrza i ochroną wnętrza hali przed dalszą degradacją. Mówiąc o ochronie struktury budowlanej hali basenu należy mieć na uwadze instalację klimatyzacyjną, ale również izolację ścian i konstrukcję dachu. Remonty związane z aranżacją wnętrza, czy technologią uzdatniania wody, należy wykonać w następnych etapach. Taka kolejność przeprowadzania robót umożliwia łatwiejsze pozyskanie środków na np. wymianę stacji uzdatniania wody, gdyż wcześniejsza modernizacja systemu klimatyzacji przyniesie spore oszczędności eksploatacyjne spowodowane mniejszym zużyciem energii.

Etapowanie prac modernizacyjnych wprawdzie skraca okresy przerw eksploatacyjnych i wydłuża czas potrzebny na pozyskanie środków finansowych koniecznych do prowadzenia tych prac, ale w znacznym stopniu podnosi koszt całej inwestycji.

2. Zakres prac modernizacyjnych instalacji klimatyzacyjnej

Podczas ustalania zakresu prac modernizacyjnych należy uwzględnić:

- Konieczność odpowiedniego doboru wydajności i konfiguracji nowej instalacji klimatyzacyjnej do istniejącej konstrukcji budynku oraz zakładanego programu ośrodka.
- Konieczność dostosowania planowanej instalacji klimatyzacyjnej do aktualnych przepisów i wymogów.
- Możliwość prowadzenia nowej instalacji wentylacyjnej w konstrukcji budynku.
- Możliwość wykorzystania istniejących elementów instalacji wentylacyjnej (np. czerpni lub wyrzutni gruntowych).
- Konieczność dostosowania instalacji elektrycznej do nowych wymogów oraz możliwość wykorzystania elementów istniejącej instalacji.
- Konieczność dostosowania instalacji ciepła technologicznego do nowych wymogów oraz możliwość wykorzystania elementów węzła cieplnego.

- Możliwość likwidacji części lub całości instalacji centralnego ogrzewania w hali basenu.
- Konieczność likwidacji wentylacji grawitacyjnej w pomieszczeniach natrysków oraz hali basenu.
- Konieczność montażu instalacji wentylacyjnej pomieszczeń technicznych.
- Konieczność montażu mechanicznej instalacji wyciągowej z pomieszczeń WC.

Podczas doboru typu centrali klimatyzacyjnej należy uwzględnić:

- Wymaganą wydajność osuszania, wydajność cieplną, oraz wydatek powietrza dla docelowych rozwiązań programowych obiektu. W przypadku etapowania robót konieczne jest uwzględnienie wymaganej wydajności centrali również w okresie przejściowym.
- Możliwość lokalizacji centrali w pomieszczeniu technicznym oraz możliwość jej transportu.

3. Podstawowe wady funkcjonowania nie zmodernizowanej instalacji klimatyzacyjnej

Dotychczasowy sposób wentylacji hali basenu powoduje stałe zawilgocenie wewnętrznych powierzchni okien, a w efekcie powstawanie pleśni. Zlokalizowanie kratak wyciągowych w bezpośrednim sąsiedztwie lustra wody powoduje wzmożone parowanie wody, korozję elementów wentylacyjnych, oraz stwarza zagrożenie dla korzystających z pływalni klientów, a w szczególności dzieci.

Ponadto:

- brak jest urządzeń do odzysku ciepła,
- brak jest możliwości recyrkulacji powietrza,
- brak aparatury kontrolno-pomiarowej,
- wspólny kolektor c.t. do nagrzewnic dla nawiewu do hali basenu, szatni i dla pozostałych pomieszczeń socjalnych, z możliwością ręcznej regulacji przepływu na zasileniu każdej nagrzewnicy, co skutkuje wzmożonym zużyciem energii.

Istniejące elementy instalacji wentylacyjnej ujmują estetyce pomieszczenia, która nie jest bez znaczenia w obiektach rekreacyjnych.

Niewłaściwe proporcje pomiędzy ilością powietrza nawiewanego i wyciągowego oraz brak wyraźnego rozgraniczenia stref suchej i mokrej powoduje obecnie migrację wilgoci do pomieszczeń przyległych do basenu i jest przyczyną zawilgocenia przegród budowlanych a także ogólnego niszczenia budynku.

4. Porównanie strat wentylacyjnych i strat ciepła na skutek parowania wody z basenu w obiekcie basenowym przed i po modernizacji

Założenia:

- Basen szkolny o wymiarach 25 x 12,5 m
- Stan przed modernizacją:
 - temperatura wody - 28°C

- temperatura powietrza – 26°C
- wilgotność powietrza – wynikowa (brak układów regulacji wilgotności)
- wentylacja wyłącznie powietrzem zewnętrznym (bez recyrkulacji), bez odzysku ciepła z powietrza wywiewanego
- Stan po modernizacji:
 - temperatura wody - 28°C
 - temperatura powietrza – 30°C
 - wilgotność powietrza – 55%
 - zastosowano mikroprocesorową regulację temperatury i wilgotności powietrza
 - wentylacja powietrzem zewnętrznym i recyrkulacyjnym, w zależności od zapotrzebowania, zastosowano odzysk ciepła z powietrza wywiewanego o sprawności 50%.

W bilansie cieplnym nie uwzględniono strat przenikania.

Zestawienie zapotrzebowania na ciepło przed modernizacją, przy założeniu wydajności instalacji wentylacyjnej 20000m³/h.

temperatura powietrza zewnętrznego [°C]	wilgotność powietrza w hali basenu [φ]	odparowanie wody z niecki [kg/h]	straty wentylacyjne [kW]	straty parowania wody [kW]	łącznie straty ciepła [kW]
-10	37	158	240	110	350
-5	39	154	207	107	314
0	42	148	173	103	276
+5	47	137	140	95	235
+10	53	125	107	87	194
+15	61	108	73	75	148

Zestawienie zapotrzebowania na ciepło przed modernizacją, przy założeniu wydajności instalacji wentylacyjnej 15000m³/h.

temperatura powietrza zewnętrznego [°C]	wilgotność powietrza w hali basenu [φ]	odparowanie wody z niecki [kg/h]	straty wentylacyjne [kW]	straty parowania wody [kW]	łącznie straty ciepła [kW]
-10	43	145	180	101	281
-5	45	142	155	99	254
0	48	135	130	94	224
+5	52	127	105	88	193
+10	58	114	80	79	159
+15	65	100	55	70	125

Zestawienie zapotrzebowania na ciepło po modernizacji, przy założeniu zmiennego strumienia powietrza zewnętrznego i 50% odzysku ciepła z powietrza wywiewanego.

temperatura powietrza zewnętrznego [°C]	wilgotność powietrza w hali basenu [φ]	odparowanie wody z niecki [kg/h]	straty wentylacyjne [kW]	straty parowania wody [kW]	łącznie straty ciepła [kW]
-10	55	90	36	63	99
-5	55	90	33	63	96
0	55	90	31	63	94
+5	55	90	29	63	92
+10	55	90	28	63	91
+15	55	90	29	63	92
+20	55	90	39	63	102

Zmiana zapotrzebowania mocy cieplnej dla wentylacji w wyniku modernizacji instalacji wentylacyjnej w ośrodku basenowym o wymiarach basenu 16,7 x 8 m

1. Charakterystyka układu wentylacyjnego hali basenu i szatni przed modernizacją:

- ogrzewanie szatni i hali basenu - grzejnikowe,
- parametry powietrza w hali basenu - 25°C/60%
- wentylacja nawiewno – wyciągowa bez urządzeń do odzysku ciepła,
- brak możliwości recyrkulacji powietrza,
- brak armatury kontrolno-pomiarowej,
- wspólny kolektor c.t. do nagrzewnic dla nawiewu do hali basenu, szatni i dla pozostałych pomieszczeń socjalnych, z możliwością ręcznej regulacji przepływu na zasileniu każdej nagrzewnicy,
- wydajność układu wentylacji hali basenu – 9000m³/h,
- wydajność układu wentylacji szatni – 3000m³/h,
- c.t. na pokrycie wyłącznie strat wentylacyjnych.

Zapotrzebowanie c.t. dla wentylacji hali basenu i szatni przed modernizacją:

Straty wentylacyjne:

$$Q = 0,34 \times \Delta t \times L$$

- dla hali basenu:

$$Q = 0,34 \times 45 \times 9000 = 138 \text{ kW}$$

- dla szatni:

$$Q = 0,34 \times 45 \times 3000 = 46 \text{ kW}$$

Łącznie straty wentylacyjne: **184 kW**

2. Charakterystyka układu wentylacyjnego hali basenu i szatni po modernizacji:

- ogrzewanie hali basenu – powietrzne,
- ogrzewanie szatni – grzejnikowe,
- parametry powietrza w hali basenu - 30°C/55%
- centrala wentylacyjna basenu pracująca z recyrkulacją, z płynną regulacją udziału powietrza świeżego, z 55% odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego (wymyennik krzyżowy i pompa ciepła),
- centrala wentylacyjna szatni pracująca bez recyrkulacji, z 80% odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego (podwójny wymiennik krzyżowy),
- wydajność układu wentylacji hali basenu – 9200m³/h, z udziałem powietrza świeżego od 0 do 100% w okresie lata i od 0 do 30% w okresie zimy.
- wydajność układu wentylacji szatni – Ln = 1600m³/h, Lw = 1020m³/h

Zapotrzebowanie c.t. dla wentylacji hali basenu i szatni po modernizacji:

- straty wentylacyjne dla hali basenu (30% udziału powietrza świeżego):

$$Q = 0,34 \times 50 \times (9\ 200 \times 0,3) = 46,95 \text{ kW}$$

Przy założeniu 55 % odzysku ciepła straty ciepła wyniosą:

$$Q_{\text{went.}} = 46,95 \times 0,45 = 21 \text{ kW}$$

- straty wentylacyjne dla szatni (100% udziału powietrza świeżego):

$$Q_s = 0,34 \times 45 \times 1600 = 24,48 \text{ kW}$$

Odzysk ciepła z powietrza wywiewanego, przy założeniu 80% sprawności wymiennika, wyniesie:

$$Q_s = 0,34 \times 45 \times 1020 \times 0,8 = 12,48 \text{ kW}$$

Stąd straty wentylacyjne wynoszą:

$$Q_{\text{went.}} = 24,48 - 12,48 = 12 \text{ kW}$$

Łącznie straty wentylacyjne dla hali basenu i szatni: 33 kW
(przed modernizacją 184 kW)

- straty statyczne dla hali basenu (ogrzewanie powietrzne hali basenu):

$$Q_s = 45 \text{ kW}$$

Przyjęto:

- moc cieplną nagrzewnic dla hali basenu – $2 \times 36 \text{ kW} = \mathbf{72 \text{ kW}}$
(21 kW - straty wentylacyjne, 45 kW – straty statyczne, 6 kW – 10% zapasu)
- moc cieplną nagrzewnicy dla szatni – **15 kW**
(12 kW - straty wentylacyjne, 3 kW – 25% zapasu)

Podsumowanie:

W wyniku modernizacji nastąpiła redukcja strat wentylacyjnych ze 184 kW do 33 kW. Zmieniono również metodę ogrzewania hali basenu (ogrzewanie grzejnikowe zastąpiono powietrznym), dlatego moc cieplna do ogrzania hali basenu zawiera się w mocy nagrzewnic i obciąża wymiennik c.t. (przed modernizacją moc do ogrzania hali obciążała wymiennik c.o.).

W załączeniu zestawienie mocy cieplnej zainstalowanej w poszczególnych wymiennikach ciepła przed i po modernizacji.

Zestawienie mocy cieplnej zainstalowanej w węźle cieplnym modernizowanego basenu o wymiarach 16,7 x 8 m.

Moc zainstalowana w poszczególnych wymiennikach ciepła

Przed modernizacją:

1. wymiennik c.w.u.
 - ciepła woda użytkowa 355,00 kW
2. wymiennik c.o.
 - centralne ogrzewanie hali basenu 45,00 kW
 - centralne ogrzewanie pozostałych pomieszczeń 220 kW
3. wymiennik c.w.b.
 - podgrzewanie wody w basenie 197,13 kW
4. wymiennik c.t.
 - nagrzewnica powietrza hali sportowej 59,55 kW
 - nagrzewnice powietrza hali basenu, szatni i natrysków 184,45 kW

W wyniku modernizacji technologii basenu oraz układu wentylacji zapotrzebowanie na moc cieplną uległo redukcji. Jest to związane ze zmniejszeniem zużycia świeżej wody do bieżących uzupełnień w basenie dzięki zastosowaniu nowoczesnej technologii uzdatniania oraz zamontowaniu central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła.

Zmieniono system ogrzewania hali basenu i natrysków z grzejnikowego na powietrzny, stąd moc cieplna potrzebna do ogrzewania tych pomieszczeń (łącznie około 45 kW) zawiera się w mocy zainstalowanej w nagrzewnicach powietrza.

Dzięki redukcji mocy opisanych wyżej odbiorów ciepła możliwe jest podłączenie nagrzewnicy wody basenowej do wymiennika c.t. i likwidacja wymiennika c.w.b.

Po modernizacji:

1. wymiennik c.w.u.
 - ciepła woda użytkowa 355,00 kW
2. wymiennik c.o.
 - centralne ogrzewanie pomieszczeń z wyłączeniem hali basenu i natrysków - 220 kW
3. wymiennik c.w.b. - likwidacja
4. wymiennik c.t.
 - nagrzewnica powietrza hali sportowej 59,55 kW
 - nagrzewnice powietrza hali basenu i natrysków (straty przenikania i wentylacyjne) 72,00 kW
 - nagrzewnica powietrza szatni 15,00 kW

- nagrzewnica wody basenowej 80,00 kW

Podsumowanie:

Przed modernizacją:

wymiennik c.w.u.	355,00 kW
wymiennik c.o.	265,00 kW
wymiennik c.w.b.	197,13 kW
wymiennik c.t.	244,00 kW
Łącznie -	1061,13kW

Po modernizacji:

wymiennik c.w.u.	355,00 kW
wymiennik c.o.	220,00 kW
wymiennik c.w.b.	zlikwidowany
wymiennik c.t.	226,00 kW
Łącznie -	801,00kW