

**ZAMAWIAJĄCY : GMINA KOWALEWO POMORSKIE
Plac Wolności 1
87-410 KOWALEWO POMORSKIE**

**OCENA STANU TECHNICZNEGO
BUDYNKU PŁYWALNI W ZAKRESIE
WYSTĘPOWANIA ZACIEKÓW
NA SKRAJNYCH WIĄZARACH DACHOWYCH
przy ul. Jana Pawła II w Kowalewie Pomorskim**

Opracowali:

**MGR INŻ. GRZEGORZ KUSTRA
w specjalności konstr.-budowlanej
NB-7210/201/81**

**MGR INŻ. STANISŁAW JASZCZAK
w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej
UAN-IV/8346/185/TO/88**

Bydgoszcz , listopad 2018 rok

SPIS ZAWARTOŚCI

Przedmiot i cel opracowania	str.2
Uprawnienia opiniujących	str. 6
Zaświadczenia o przynależności do Izby Samorządowej	str. 8

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Informacje ogólne	str. 10
2. Zastosowane na budowie materiały	str.10
3. Izolacyjność cieplna przegród budowlanych	str.12
4. Sposób i dobór systemu Pluvia	str.15
5. Sposób i dobór wentylacji hali basenowej	str.18
6. Wnioski i zalecenia	str.25
7. Literatura	str.27

II. ZAŁĄCZNIKI

1. Z.1. Dokumentacja fotograficzna	str. 28
------------------------------------	---------

III. RYSUNKI

1. Rys.1 Inwentaryzacja i lokalizacja miejsc występowania zacieków	str. 32
2. Rys.2 System odwodnienia dachu	
3. Rys.3 Lokalizacja turbowentów dla zwentylowania przestrzeni między stropowej	

1. Przedmiot, zadanie i cel opinii technicznej

Użytkownik zlecił opracowanie oceny technicznej budynku pływalni w Kowalewie Pomorskim przy ul. Jana Pawła II , w zakresie określenia przyczyn zacieków na więzarach drewnianych dachowych i w między polach w osiach „C” do „G”. Budynek został przekazany do użytkowania w dniu 23.10.2014 roku

Zestawienie materiałów przyjętych za podstawę opracowania:

1.1. Dokumentacja projektowa stanu istniejącego

1.2. Wizja lokalna obiektu w dniu 14.11.2018r, odkrywki elementów konstrukcyjnych, wykonanie niezbędnej inwentaryzacji elementów konstrukcyjno-budowlanych, badanie makroskopowe oraz ocena wzrokowa tych elementów.

1.1. Polskie Normy budowlane oraz normatywy i literatura techniczna:

PN-82/B-02000 – Obciążenia budowli, zasady ustalania obciążeń

PN-82/B-02001 – Obciążenia budowli, obciążenia stałe

PN-82/B-02003 – Podstawowe obciążenia technologiczne

PN-80/B-02010/Az1 – Obciążenia budowli, obciążenia śniegiem

PN-77/B-02011 – Obciążenia budowli, obciążenia wiatrem

PN-B-03002:1999 – Konstrukcje murowe

PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone

PN-B-03150 – Konstrukcje drewniane

PN-81/B-03020 – Grunty budowlane, posadowienie bezpośrednie

VDI 2089. Blatt 1. Wärme-, Raumluftechnik, Wasserverund -entsorgung in Hallen- und Freibädern. Hallenbäder. Berlin: Verlag Beuth GmbH, 1994.

VDI 2089. Blatt 1 Entwurf. Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern. Hallenbäder. – Berlin: Verlag Beuth GmbH, 2003

2. Stan istniejący :

2.1 Konstrukcja dachu

Dach na dźwigarach z drewna klejonego :

Nad halą basenową wykonano dach na dźwigarach z drewna klejonego GL28c.

Konstrukcja dachu składa się z sześciu dźwigarów z drewna klejonego o wymiarach

20 cmx(116÷221) cm i maksymalnej rozpiętości przęsła 19,67m w rozstawie co 6,25 m oraz płatwi z drewna klejonego o przekroju 16 cmx32 cm w rozstawie co 1,2 m. Pomiędzy płatwiami wykonano stężenia prętowe Ø16 .

Zastosowano elementy z drewna klejonego klasy GL28c (dźwigar), GL28c (płatwie). Elementy z drewna zaimpregnowano i zabezpieczono do klasy odporności ogniowej R15.

Mocowanie stężeń oraz elementów instalacji podwieszanych do drewnianej konstrukcji dachu wykonano na typowe systemowe złącza ciesielskie do drewna. Elementy więźby drewnianej oznaczono na schemacie konstrukcji dachu.

Bezpośrednio na płatwiach z drewna klejonego ułożono i zamocowano blachę trapezową T35 t=0,5mm pozytyw. Rozmieszczenie blachy trapezowej w układzie wieloprzęsłowym łączonej na zakład minimum 25 cm, Wierzchnią warstwę przykrycia dachu nad basenem układano bezpośrednio po rozłożeniu i zamocowaniu blachy trapezowej.

W blachach trapezowych nie zastosowano od spodu warstwy antyskropleniowej.

2.2 Lokalizacja: ul. Jana Pawła II w Kowalewie Pomorskim; dz. nr ewid. 255, 220/1, 254, 241, 239/1, 256/2, obręb 4.

Obiekt: Budynek krytej pływalni

Inwestor: Gmina Kowalewo Pomorskie ul. Pl. Wolności 1, 87-410 Kowalewo Pomorskie Projekt krytej pływalni pomiędzy istniejącym budynkiem Szkoły Podstawowej oraz Gimnazjum przewidzianej do realizacji na działce nr ewid. 255, 220/1, 254, 241, 239/1, 256/2, obręb 4, położonej przy ul. Jana Pawła II w Kowalewie Pomorskim.

2.3 Wskaźniki liczbowe

2.3.1 Podstawowe gabaryty

- szerokość budynku : 43,06m
- długość budynku : 45,01m
- liczba kondygnacji - 2
 - naziemna - 1
 - podziemna - 1
- bezwzględny poziom 0,00 budynku: 91,42 m n.p.m.
- wysokość hali basenu od poziomu terenu : 9,18m (wys. góry dźwigara)

2.3.2 Zestawienie powierzchni

Powierzchnia zabudowy - 1.786,15 m²

Powierzchnia całkowita budynku: 3.268,99m²

Powierzchnia netto: 3.061,75m²

Powierzchnia użytkowa podstawowa: 1.526,49m²

Zestawienie kubatur: 13.640,00m³

Budynek krytej pływalni tworzy jedna zwarta bryła o podstawie kwadratu z wysunięciem od strony północnej. W części hali basenu zaprojektowano przewyższenie. Dach (dźwigary) w kształcie litery „V”, ze spadkiem w kierunku środka hali. Dźwigary konstrukcyjne od strony południowej i północnej wychodzą poza lico ściany .

3. Program hali basenowej:

- basen pływacki 6 torowy: 25 m x12,5 m, gł:1,35-1,8m obciążenie użytkowe: 4 osoby x 6 torów = 24 osoby
 - basen dla osób niepływających : 12,5 m x8 m, gł:0,8m-1,10m obciążenie użytkowe: 25 osób
 - brodzik: 6 m x7m, gł: 0,15-0,50m obciążenie użytkowe: 10 osób
 - wanna z hydromasażem: średnica 2,83 m, gł: 0,94m obciążenie użytkowe: 6 osób
- Wymagania dotyczące niecki basenowej dla basenu pływackiego 6 torowego wg. przepisów FINA (dot. tradycyjnej żelbetowej z wykończeniem z ceramiki) :
- mała galeria dla osób z zewnątrz dla 44 osób
 - przeznaczenie basenu treningi, pływanie rekreacyjne nauka pływania
 - przelewy górne typu fińskiego niecka basenu musi uwzględniać montaż płyt kontaktowych do pomiaru czasu tak aby długość toru wynosiła 25m długości przy pomiarze długości zgodnie z wytycznymi FR 2.2.
 - gł. niecki 1,35 i max 1,80 m przy słupkach startowych FR 2.3.
 - listwy wypoczynkowe szerokości 0,11 ma gł. min.1,2m. FR 2.4.2.
 - słupki startowe o pow. 50x50 cm na wysokości 70 cm. FR 2.7.
 - szerokość torów wewnętrznych 2 m, szerokość torów zewnętrznych 2m + 0,25m na listwy wypoczynkowe FR 2.5.
 - liny torowe na całej długości na całej długości w kolorach wg rys. FR 2.6.

- słupki startowe o wym. 0,5x0,5 m, ponad powierzchnią wody na wys. 0,75 m nad pow. wody z oznaczeniami wg FR 2.7 -2.8.
- linki z chorągiewkami na wys. 1,8 m umieszczone 5m od obu końców basenu FR 2.9.
- oświetlenie oraz jego natężenie nie mniejsze niż 600 luksów FR 2.12.
- podnośnik dla osób niepełnosprawnych Zamontowane wyposażenie dla basenu dla osób niepełnowydajnych:
 - ławeczka z masażem wodnym
 - sześciu-dyszowy masaż ścienny
 - dwa masaże karku
 - oświetlenie

Zamontowane wyposażenie dla brodzika:

- zjeżdżalnia
- jeź wodny
- oświetlenie

Na dachu budynku zlokalizowano urządzenia techniczne Przegrody budowlane

4. Dach nad halą basenu:

- Papa nawierzchniowa gr. 1,2cm
- Papa podkładowa mocowana mechanicznie gr.0,5cm
- wełna mineralna skalna z welonem szklanym 35 kg/m³ gr.10,0 cm
- wełna mineralna gr.15,0 cm
- folia paroizolacyjna gr. 0,03 cm
- blacha trapezowa T35/E gr. 3,5 cm
- 2xpłyta BFU gr. 2,5 cm

Wyliczenie powierzchni dachu :

35,80 m x 38,06 m = **1 362,55 m²**

5. Ściana zewnętrzna:

- Tynk mineralny cienkowarstwowy gr. 1,5 cm
- Styropian gr. 16,0 cm
- Bloczki z gazobetonu gr. 24,0 cm
- Tynk cementowo-wapienny gr. 1,5 cm

Ściana zewnętrzna – hala basenu:

- Tynk cementowo-wapienny gr. 1,5 cm
- Bloczki z gazobetonu gr. 24,0 cm
- Styropian gr. 16,0 cm
- Stelaż stalowy
- Pustka powietrzna wentylacyjna
- Płyta OSB gr. 2,0 cm
- Deska elewacyjna gr. 2,0 cm

Izolacje termiczne

- Dach – wełna mineralna gr. 25,0 cm
- Ściany – styropian gr. 16,0 cm
- Stropodach – twarde płyty wełny mineralnej hydrofobizowanej o gęstości 130 kg/m³
- Strop pomiędzy kondygnacjami - styropian XPS – 12,0 cm Sufity podwieszane

Hala basenu – sufit podwieszony z płyt cementowo-włóknowych o podwyższonej odporności na wilgoć , grubość 12,5 m, szerokość: 1200 mm, klasa reakcji na ogień: A2-s1,d0

6. Wentylacja hali basenowej

Funkcja wentylacji i osuszania hali basenowej realizowana jest za pomocą instalacji wentylacji mechanicznej. W pomieszczeniu wentylatorni, na poziomie piwnic budynku, zlokalizowano dwie centrale typu ThermoCond 37, firmy Menerga. Centrale normują maksymalną wilgotność powietrza w hali basenowej na poziomie 55% oraz utrzymują temperaturę 30°C - 32°C. W dniu wizji temperatura wynosiła 30,6 °C

Dla hali basenowej zamontowano dwie centrale klimatyzacyjne, nawiewno – wywiewne z asymetrycznym krzyżowym wymiennikiem ciepła i pompą ciepła.

Dane techniczne:

Przepływ powietrza nawiew/wywiew: 15 800/15 800m³/h

Nominalna wydajność osuszania wg VDI 2089: 100 kg/h

Nominalna wydajność osuszania w recyrkulacji: 39,6 kg/h

Wydajność dochładzacza ciekłego feronu przy pracy w recyrkulacji: 6,52 kW

Współczynnik wydajności grzewczej COP pompy ciepła przy pełnej recyrkulacji: > 8
Moc nagrzewnicy wodnej przy włączonej pompie ciepła (woda 70/50°C): 68,2 kW
Temperatura powietrza nawiewanego w zimie: + 45,0°C
Pobór mocy elektrycznej dla zimy: wentylatory łącznie z falownikiem 5,39 + 4,71 kW,
sprężarka 5,8 kW
Napięcie: 3/N/PE400V,50Hz
Spręż dyspozycyjny wentylatora: nawiewu 400 Pa
Wywiewu 400 Pa Poziom natężenia dźwięku dla max przepływu powietrza na przyłączy kanału:

- Wywiewu 83 dB(A)
- powietrza usuwanego 80dB(A)
- powietrza zewnętrznego 79dB(A)
- nawiewu 82 dB(A)

Wymiary: Lx B-H 4590 x 1690 – 2220 mm

Ciężar: 2500 kg

Ilość stopni odzysku ciepła 2 (asymetryczny krzyżowy wymiennik ciepła, pompa ciepła)

Sprawność odzysku ciepła asymetrycznego wymiennika krzyżowego w zimie przy 58% powietrza zewnętrznego: 80%

Wyposażenie : Funkcja ogrzewania realizowana jest poprzez nawiew do hali basenowej ciepłego powietrza ograniczonego maksymalnie do temperatury około 45°C, co pozwala na pokrycie strat ciepła wynikających z przenikania ciepła przez przegrody budowlane, jak również strat ciepła wynikających z odparowania wody w hali basenowej.

Centrale wentylacyjne wyposażone są układ odzysku ciepła składający się z wymiennika krzyżowego ze zintegrowaną pompą ciepła. Pozwala to na bardzo efektywne gospodarowanie ciepłem i znaczne ograniczenie wydatku energetycznego.

Osuszanie powietrza odbywa się poprzez doprowadzenie do pomieszczenia hali basenowej określonej ilości powietrza świeżego, które jest w stanie zasymilować zyski wilgoci. Zastosowanie recyrkulacji powietrza wyciąganego oraz urządzeń do odzysku ciepła, sprawia że centrala jest energooszczędna. Układ automatyki zapewnia praktycznie bezobsługową pracę urządzenia.

Powietrze świeże zasysane jest przez czerpnie ściennie zlokalizowane na ścianie zewnętrznej budynku na wysokości ok. 4 m. n.p.t.. Uzdadnione w centrali powietrze

Założenia dla instalacji

Instalacja została zaprojektowana zgodnie z wymaganiami PN-87/B-03433 oraz DZ. U. 02.75.690 z wszystkimi obowiązującymi zmianami oraz innymi obowiązującymi w tym czasie przepisami.

Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego:

- dla lata $t_z = 30^\circ\text{C}$, $j = 45\%$,
- dla zimy $t_z = - 20^\circ\text{C}$, $j = 100\%$.

Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego:

Hala pływalni:

- dla całego roku $t_w = 30^\circ\text{C}$, czego nie odzwierciedlają obliczenia w projekcie.

7. System odwodnienia dachu :

Wody opadowe z dachu pogrążonego (wklęsłego krzywiznowego) odprowadza się do istniejącego kolektora deszczowego zgodnie z istniejącymi sieciami zewnętrznymi.

Wody deszczowe z dachu odprowadza się za pomocą wpustów dachowych ciśnieniowych, wyposażonych w podgrzewacze elektryczne (dobrano 4 wpusty d56. Zastosowano wpusty Geberit Pluvia dla przepustowości 1- 14 l/s. Instalacje kanalizacji deszczowej wykonano jako podciśnieniową z rur PEHD. Na poziomie piwnic przechodzi na system rur i kształtek PVC-U SDR-34 SN-8 i PVC firmy Wavin. Projekt nie zawiera obliczeń , ani sposobu doboru wpustów.

8. Autorzy projektów wykonawczych :

Pracowania „Inwestproj” ul. Kozacka 17-19/6 87-100 Toruń

Architektura – mgr inż. arch. Katarzyna Glamowska 2012.07.08

Projekt konstrukcji – mgr inż. Dawid Jankowski 2011.08.16

Branża sanitarna – instalacja wentylacji mechanicznej i deszczowej – mgr inż. Beata Talaśka – 2011.08.16

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Informacje ogólne

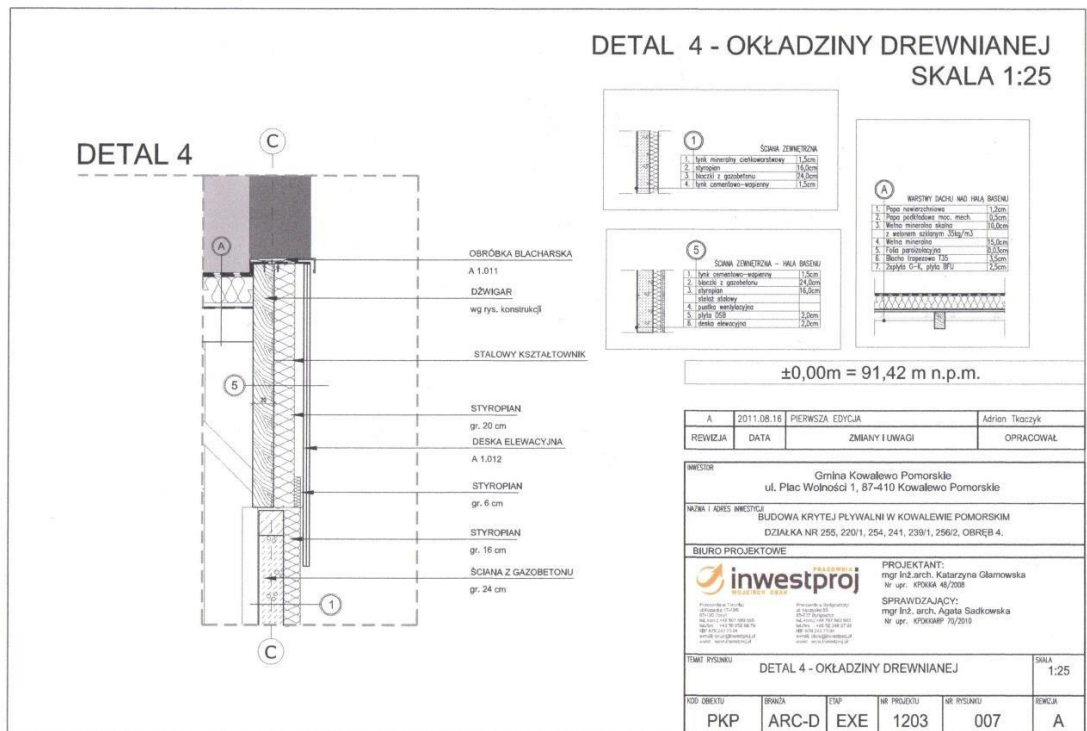
W opinii technicznej zawarto wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy dokumentacji wykonawczej budynku krytej pływalni, mieszczącego halę pływalni wraz z zapleciami socjalnymi. Oględzinom poddano miejsca występowania zacieków od strony stropodachu. Pionowe zacieki występują na ścianach podłużnych dźwigarów dachowych, szczególnie intensywnie na skrajnych. W polach pomiędzy dźwigarami widoczne są wykwyty i zacieki na podsufitce wykonanej z płyt włókno-cementowych typu BFU o grubości 25 mm (2 x 12,5 mm)

Dla prawidłowego rozpatrzenia problematyki zagadnienia dokonano analizy w następujących kwestiach:

1. Zastosowanych przy budowie materiałów
2. izolacyjności cieplnej przegród budowlanych z temperaturą punktu rosy
3. sposobu doboru i mocowanie elementów odwodnienia dachu
4. sposobu i doboru wentylacji hali basenowej, w szczególności zwentylowania przestrzeni pomiędzy dachem a sufitem podwieszonym

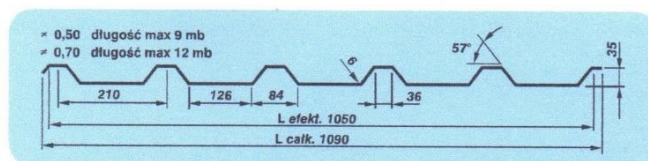
2. Zastosowane przy budowie materiały :

2.1 Dach :



T35E

ZASTOSOWANE MATERIAŁY



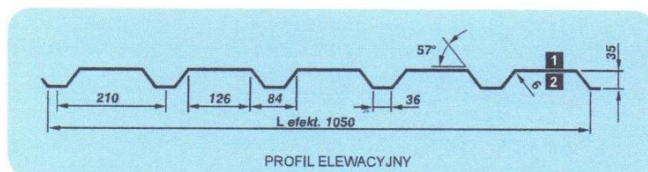
POWŁOKA:
 poliester połysk – gr. 25 µm
 poliester matowy – gr. 35 µm
 poliuretan – gr. 50 µm
 HPS200® – gr. 200 µm
 cynk – gr. 200 lub 275 g/m²
 aluzynk – gr. 150 lub 185 g/m²

blacha trapezowa

bez warstwy przeciwwilgociowej

kolorystyka: karta kolorów producenta
 szerokość wsadu: 1250 mm
 szerokość użytkowa: 1050 mm
 grubość: od 0,5 do 1,0 mm
 dodatki, akcesoria: wkręty, taśmy uszczelniające, świetliki, perforacja, włóknina antykondensacyjna
 mmateriał: S 280 GD + Z200 lub 275 wg PN-EN 10169
 DX 51D + Z200 lub 275 wg PN-EN 10169
 DX 51D + AZ150 lub 185 wg PE-EN 10346
POLSKA NORMA: PN-EN 14782

POZYTYW



Profile elewacyjne uzyskuje się, gdy strona:
1 pokryta jest powłoką dekoracyjną,
2 powłoką ochronną (lakier podkładowy)

RIGIPS Aquaroc



plyta cementowo-włóknowa
 obustronnie zbrojona siatką z włókna szklanego

Właściwości

Płyta cementowo-włóknowa, wykonana z cementu portlandzkiego oraz dodatków, obustronnie zbrojona siatką z włókna szklanego

Parametr	Wartość	Komentarz / odniesienie
Typ (wg normy PN-EN 12467)	Płyta włóknisto-cementowa typ NT kategoria B	PN-EN 12467 Aneks ZA C €
Szerokość (mm)	1200	tolerancja +0/-5 mm
Długości standardowe (mm)	900, 250, 3000	tolerancja +0/-5 mm
Grubość (mm)	12,5	tolerancja +0/-5 mm
Masa powierzchniowa (kg/m ²)	13,5	± 5%
Wytrzymałość na zginanie kierunek L (N/mm ²)	>5	PN-EN 12467
Wytrzymałość na zginanie kierunek X (N/mm ²)	>3	PN-EN 12467
Twardość (uderzeniowa)	< 15 mm	PN-EN 520
Twardość powierzchni (N/mm ²)	42	wg metody Brinell'a
Opór dyfuzyjny µ	113	PN-EN 12572
Zmiana rozmiarów podczas zwiększania wilgotności (%)	< 0,10	PN-EN 1170-7
Reakcja na ogień	A2-s1,d0	PN-EN 13501
Odczyn pH	12	
Moduł Younga (sprężystości)	> 4kN/mm ²	PN-EN 12467
Przewodność cieplna	0,192 W/m*k	PN-EN 12664
Rozszerzalność cieplna (µm/°C)	20	
Wchłanianie wody (powierzchniowe) – w ciągu 2 godzin	< 180 g/m ²	PN-EN 520
Absorpcja wody – 24 godziny	8%	PN-EN 520 (24 godziny)
Odporność na pleśnie	(brak wzrostu)	

Podsufitka

2.2 Uwagi :

1. Blacha trapezowa T35/E nie posiada w warstwie spodniej warstwy antyskrapającej.

3. Izolacyjności cieplnej przegród budowlanych z temperaturą punktu rosy

3.1 Przyczyny zawilgocenia przegród budowlanych mogą być następujące:

- wilgoć budowlana wprowadzona przy procesach mokrych podczas wykonywania prac budowlanych (np. tynkowaniu, betonowaniu, malowaniu),
- wilgoć z opadów atmosferycznych,
- wilgoć z podciągania kapilarnego,
- wilgoć z kondensacji pary wodnej na/w przegrodzie. Skraplanie wilgoci zachodzi wówczas, gdy powietrze stykające się z chłodnymi powierzchniami przegrody ochładza się poniżej temperatury punktu rosy.

3.2 Temperatura punktu rosy (tr)

czyli temperaturę, przy której ciśnienie cząsteczkowe pary wodnej zawartej w powietrzu osiąga stan nasycenia, wyznaczać należy uwzględniając obliczeniowe parametry ciepło-wilgotnościowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniu

Dyfuzja pary wodnej zachodzi zawsze w kierunku od środowiska o wyższej temperaturze do środowiska chłodniejszego.

Para wodna dyfundująca przez przegrody budowlane w okresie zimowym napotyka na coraz chłodniejsze warstwy materiału. Jeżeli temperatura zawarta w porach materiału spadnie poniżej temperatury punktu rosy, para wodna zawarta w powietrzu ulegnie skropleniu, zwiększając wilgotność materiału. Sorpcja wilgoci polega na pochłanianiu przez materiał pary wodnej zawartej w powietrzu.

3.3 Pochłanianie to odbywa się w dwojaki sposób:

- przez przyleganie cząsteczek pary wodnej do powierzchni porów, czyli adsorpcje;
- oraz przez przenikanie pary wodnej w objętość ciała stałego czyli absorpcje.

Sorpcyjność zależy od:

- wilgotności względnej
- powietrza, w której znajdują się materiały, a w pewnym
- stopniu również od temperatur

Desorpcja jest to zjawisko, które polega na oddawaniu wilgoci do powietrza przez materiał nadmiernie zawilgocony, aż do osiągnięcia równowagi sorpcyjnej

Kapilarny ruch wilgoci może odbywać się, gdy w porach materiału jest obecna woda w fazie ciekłej występuje on więc tylko w materiałach hydrofilowych, czyli zwilżających się wodą.

Norma PN-EN ISO 13788:2003 sprowadza problem kondensacji pary wodnej na wewnętrznej powierzchni przegród budowlanych do określenia temperatury gwarantującej uniknięcia krytycznej wilgotności, przy której na wewnętrznej powierzchni przegród wprowadziła mogłyby wystąpić warunki do rozwoju grzybów strzępkowych, popularnie zwanych grzybami pleśniowymi. Warunkiem koniecznym rozwoju grzybów pleśniowych jest podwyższona wilgotność podłoża.

Według ustaleń normy PN-EN ISO 13788:2003 za kondensację pary wodnej na wewnętrznej powierzchni przegród poza parametrami ciepło-wilgotnościowymi powietrza odpowiedzialne są jakość cieplna elementu obudowy wewnętrzny dopływ wilgoci temperatura powietrza wewnętrznego

Wewnętrzny dopływ wilgoci Według zasad określonych w normie PN-EN ISO 13788:2003 dopływ wilgoci określa się z zależności:

$$p_i = p_e + \Delta p$$

gdzie:

p_i – ciśnienie cząsteczkowe pary wodnej w pomieszczeniu w [Pa]

p_e – średniomiesięczne ciśnienie cząsteczkowe pary wodnej w powietrzu zewnętrznym w [Pa],

Δp – nadwyżka wewnętrznego ciśnienia pary wodnej w [Pa].

Norma wprowadza pięć klas wilgotności wewnętrznej zależnej od przeznaczenia pomieszczeń.

Klasa wilgotności

Budynek

- 1 powierzchnie magazynowe
- 2 biura, sklepy
- 3 mieszkania mało zagęszczone
- 4 mieszkania mocno zagęszczone, hale sportowe, kuchnie stołówki, budynki ogrzewane grzejnikami gazowymi bez przewodów spalinowych
- 5 budynki specjalne, np. pralnie baseny kąpielowe, browary itp.

Kondensacja międzywarstwowa wg PNEN ISO 13788:2003 sprawdza się do sporządzenia rocznego bilansu wilgoci i obliczenia maksymalnej wilgoci zakumulowanej z powodu kondensacji wewnętrznej.

Obliczenia prowadzi się przy założeniu jednowymiarowego przepływu ciepła i wilgoci w warunkach stanu ustalonego, nie uwzględniając ruchu powietrza ani przez element budowlany, ani w jego wnętrzu Zakłada się, że transport wilgoci polega wyłącznie na dyfuzji pary wodnej.

3.4 Sprawdzenie możliwości wystąpienia kondensacji pary wodnej nawewnętrznej powierzchni przegród

temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody powinna być co najmniej o 1°C wyższa od temperatury punktu rosy. Warunek ten można zapisać poniższą zależnością: $t_i > t_s + 1$ [°C] gdzie:

t_i - temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody,

t_s - temperatura punktu rosy.

3.5 Obliczenie oporu przewodzenia ciepła przez przegrodę:

$$R = d/\lambda \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

A. Dach nad halą basenu:

- Papa nawierzchniowa gr. 1,2cm
- Papa podkładowa mocowana mechanicznie gr.0,5cm
- wełna mineralna skalna z welonem szklanym 35 kg/m³ gr.10,0 cm
- wełna mineralna gr.15,0 cm
- folia paroizolacyjna gr. 0,3 cm
- blacha trapezowa T35/E gr. 0,5 cm

warunki wilgotne :

$$R = 0,017/0,174 + 0,10/0,055 + 0,15/0,045 + 0,003/0,23 + 0,005/50 + 0,14 = \mathbf{5,3131 \text{ [m}^2\text{K/W]}}$$

B. Ściana zewnętrzna:

- Tynk mineralny cienkowarstwowy gr. 0,5 cm
- Styropian gr. 16,0 cm
- Bloczki z gazobetonu gr. 24,0 cm
- Tynk cementowo-wapienny gr. 1,5 cm

Warunki wilgotne

$$R = 0,005/0,85 + 0,16/0,045 + 0,24/0,30 + 0,015/0,90 + 0,17 = \mathbf{4,549 \text{ [m}^2\text{K/W]}}$$

C. Obudowa dźwigara dachowego :

- Dźwigar z drewna klejonego gr. 20 cm
- Styropian gr. 20,0 cm
- Stelaż stalowy
- Pustka powietrzna wentylacyjna
- Płyta OSB gr. 2,0 cm
- Deska elewacyjna gr. 2,0 cm

Warunki wilgotne

$$R = 0,20/0,20 + 0,20/0,045 + 0,006/50 + 0,02/0,044 + 0,02/0,20 + 0,02/0,30 + 0,17 = \mathbf{6,2354 \text{ [m}^2\text{K/W]}}$$

Obliczenie współczynnika przenikania ciepła :

$$U = 1/ R_i + \sum R + R_e \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$R_i + R_e$ (wg tab.1.8 przepływ ciepła w górę = 0,14; poziomy = 0,17)

$$U_A = 1/5,3131 = \mathbf{0,1882 \text{ [W/m}^2\text{K]} < 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}}$$

$$U_B = 1/4,5490 = \mathbf{0,2198 \text{ [W/m}^2\text{K]} < 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}}$$

$$U_C = 1/6,2354 = \mathbf{0,1604 \text{ [W/m}^2\text{K]} < 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}}$$

3.6 PUNKT ROSY

$$p_i = \varphi p_{ni}/100$$

$$\varphi = 55 \% \text{ wg tab.1.12}$$

$$p_{ni} = 43,94 \text{ kPa dla temperatury } 30,6 \text{ }^\circ\text{C wg zał. nr 2.4}$$

$$p_i = 55 \times 43,94 / 100 = \mathbf{24,167 \text{ kPa}}$$

3.7 TEMPERATURA POWIERZCHNI PRZEGRODY BEZ MOSTKÓW TERMICZNYCH

$$\vartheta_i = t_i - U (t_i - t_e) \times R_i \text{ [}^\circ\text{C]}$$

gdzie:

t_i - temperatura obliczeniowa powietrza wewnętrznego, $^\circ\text{C}$

t_e - temperatura obliczeniowa powietrza zewnętrznego, $^\circ\text{C}$; w obliczeniach przyjęto -20°C

U - współczynnik przenikania ciepła przegrody, $\text{W/m}^2 \text{K}$

R_i - opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody, $\text{m}^2 \text{K/W}$

DACH

$$\vartheta = 31 - 0,1882 \times 0,014 \times 51 = 30,86 \text{ }^\circ\text{C}$$

ŚCIANA PRZY DŹWIGARZE

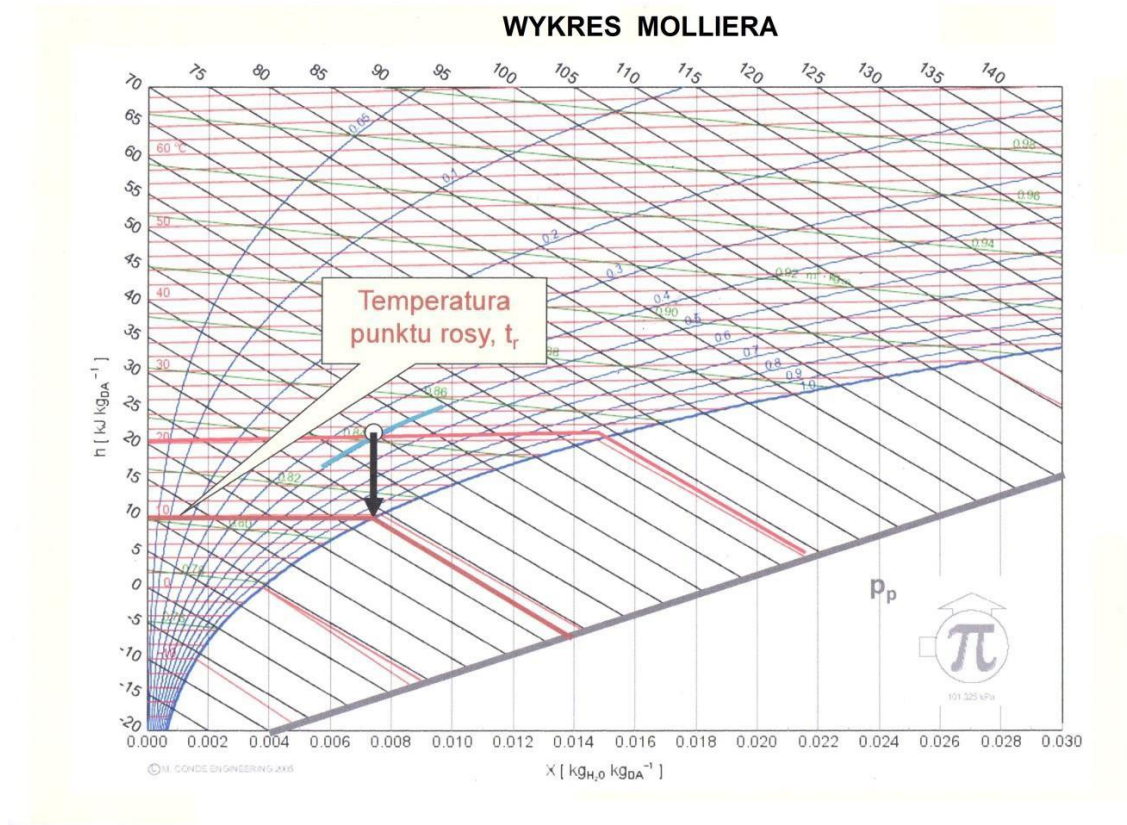
$$\vartheta = 31 - 0,1604 \times 1,000 \times 51 = 22,82 \text{ }^\circ\text{C}$$

WYKROPLENIE WILGOCI

wykroplenie nie nastąpi gdy spełniony jest warunek:

$$\vartheta_i > t_s \text{ to } 20^\circ\text{C} < 22,82 \text{ }^\circ\text{C}$$

Izolacyjność przegród budowlanych spełnia nowe wymogi dla przenikania ciepła obowiązujące od 2018 roku. Jedyne zagrożenie spełnia warunek wykroplenia wilgoci dla ściany przy dźwigarze. W układzie pracy wentylacji mechanicznej spełnia wymogi, ale przy jej wyłączeniach zjawisko będzie występować.



4. Ocena doboru systemu wraz z mocowaniem elementów odwodnienia dachu

4.1 Podciśnieniowy system odwadniania dachów „PLUVIA” firmy Geberit – opis systemu

Odprowadzenie wody deszczowej z dachów i tarasów o dużych powierzchniach płaskich nastręczało zawsze wiele trudności projektantom i wykonawcom.

Stosowane powszechnie instalacje deszczowe to:

- instalacja rynnowa dla małych i średnich budynków
- instalacja z wewnętrznymi pionami dla dużych i bardzo dużych powierzchni dachów
- Instalacja deszczowa dużych budynków była wykonywana w ten sposób, że każdy wpust dachowy odprowadzał wodę z dachu pionem, włączanym następnie do kolektorów zbiorczych w gruncie lub w piwnicy.

Instalacja tradycyjna jest droga ze względu na: pracochłonność - duża ilość przejść przez stropy, szczególnie

w budynkach wielokondygnacyjnych materiałochłonność - duża ilość rur o dużych średnicach

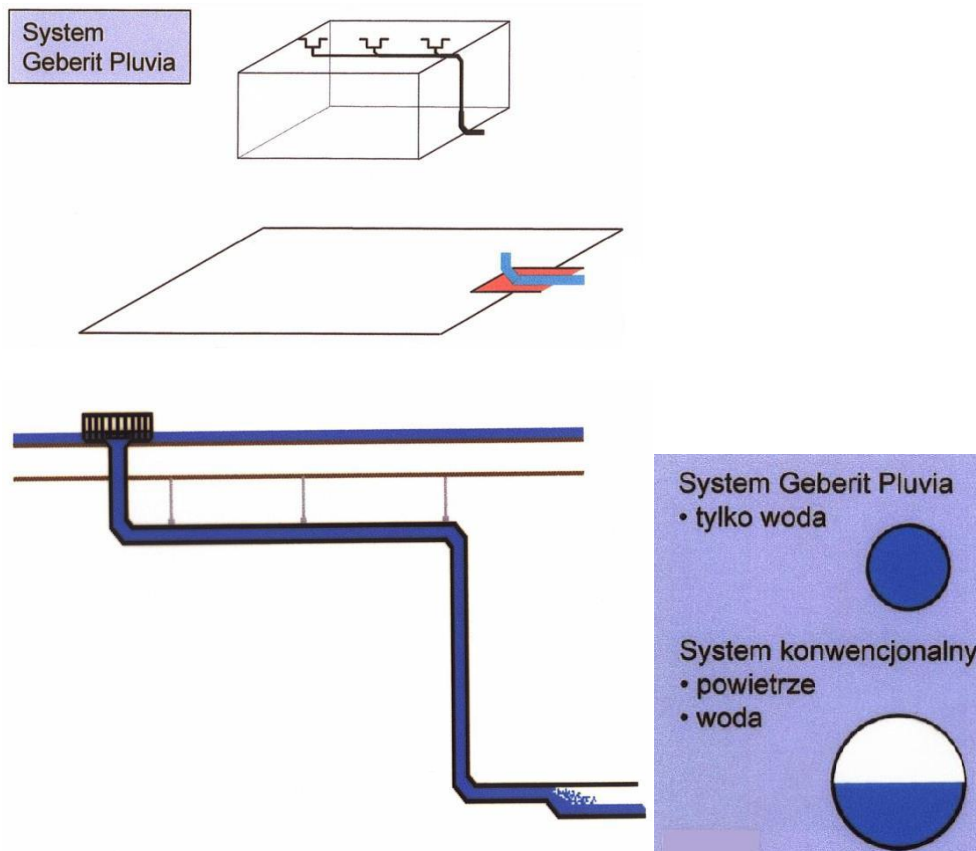
usprzętowanie - duża ilość robót ziemnych

Dodatkowym utrudnieniem jest to, że nie zawsze można piony umieścić w szybach instalacyjnych.

Postęp techniczny i niedogodności jak wyżej zaowocowały nowym sposobem odwadniania dużych dachów. System ten przy mniejszej ilości wpustów, odprowadza tą samą ilość wody co w systemie tradycyjnym, a nie wymaga prowadzenia pionów od każdego wpustu.

Odprowadzenie wody z każdego wpustu następuje do jednego kolektora umieszczonego pod stropem hali lub najwyższej kondygnacji, a następnie jednym pionem do sieci kanalizacyjnej.

System ten zredukował średnicę rurociągów o połowę, wyeliminował z rur powietrze i w ten sposób „wzbudził” wewnątrz rurociągów podciśnienie.

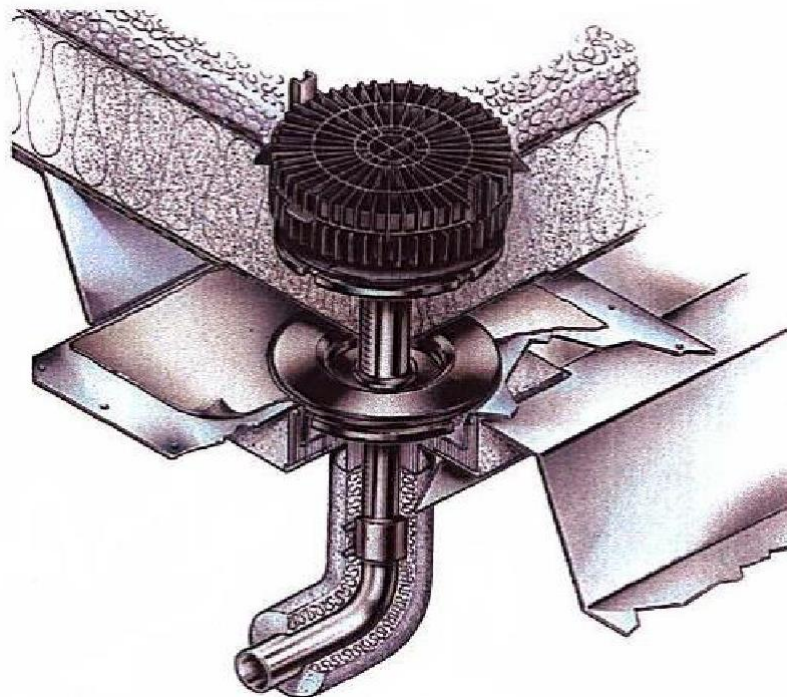


w systemie Geberit Pluvia przewody mogą mieć średnicę ok. 2 razy mniejszą

Te niezwykle zdawałoby się właściwości systemu podciśnieniowego Pluvia zostały oparte na prawach fizyki.

Przepływ wody pełnym przekrojem rury bez dostępu powietrza generuje w systemie ujemne ciśnienie o wartości 400÷800 mbarów.

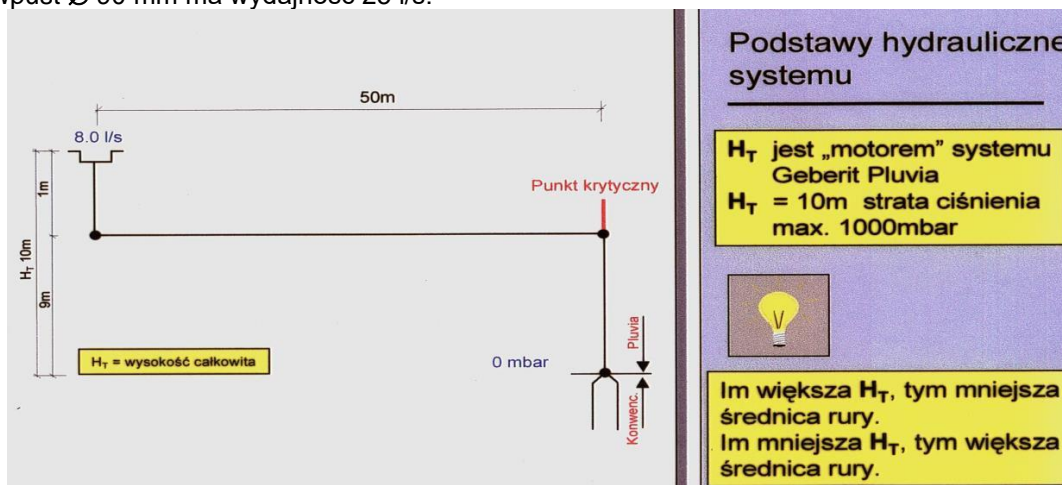
Jest to możliwe dzięki zastosowaniu: wpustów dachowych o specjalnej konstrukcji - świetnie eliminują powietrze z instalacji oraz prawidłowo dobranym średnicom rurociągów uzyskujemy wyrównanie hydrauliczne



Rys. Wpust podwójny

Zarówno konstrukcja wpustu oraz sposób obliczania systemu są patentem firmy Geberit stosowany jest w różnych obiektach .

Wpust dachowy dzięki specjalnemu elementowi wlotowemu powoduje eliminację powietrza i wytwarza dużą siłę ssącą , która wysysa z połąci dachowej wodę deszczową. Wpust o średnicy \varnothing 56 mm odwadnia powierzchnię 400 m² dachu i ma wydajność 12 l/s ; wpust \varnothing 90 mm ma wydajność 25 l/s.



System jest bardzo dynamiczny (min. prędkość 1m/s) więc musi być zamocowany starannie i zgodnie z zaleceniami firmy Geberit.

Instalacja ta jest wykonana z rur i kształtek HDPE (polietylen wysokiej gęstości firmy Geberit), materiału o znakomitych właściwościach mechanicznych, odporności chemicznej, ekologicznie nieszkodliwego, łączonego przez zgrzewanie, zapewnia absolutną szczelność połączeń.

System Pluvia jest skutecznym dla odwadniania. Działa on dzięki podstawowym prawom fizyki i hydrauliki .

4.2 Podciśnieniowy system odwadniania dachów Geberit Pluvia – analiza stanu istniejącego

Nad basenem zastosowano tzw. dach pogrążony (wklęsły krzywiznowy) . Dla jego odwodnienia wykorzystano system podciśnieniowy Geberit Pluvia.

W tym systemie dąży się do tego, aby przewody były całkowicie wypełnione wodą oraz aby następowało samozasysanie w wyniku wytworzenia podciśnienia.

Całkowite wypełnienie uzyskuje się dzięki stosowaniu specjalnego wpustu dachowego systemu Pluvia i wyrównaniu hydraulicznemu instalacji przez odpowiednie wymiarowanie rur. Energia potrzebna do wytworzenia podciśnienia uzyskiwana jest w wyniku różnicy wysokości wpustu dachowego i punktu przejścia do układu odprowadzającego wodę w swobodnym zwierciadle wody.

W następstwie całkowitego wypełnienia przewodów w górnym końcu pionu (punkt krytyczny), w miejscu przejścia z odcinka poziomego w pionowy, wytwarza się podciśnienie.

Podciśnienie to można następnie wykorzystać w dalej położonych poziomych przewodach.

Obliczenie podciśnienia PK [mH₂O]

$$PK = HK - \Sigma (R \square LA)$$

HK – różnica wysokości między górną krawędzią wpustu i punktem krytycznym PK

PK – punkt krytyczny – punkt zmiany kierunku przewodów z poziomego na pionowy

$\Sigma(R \square LA)$ – strata ciśnienia od wpustu do punktu krytycznego

$$PK = 0,50 - 0,05 = 0,45 \text{ mH}_2\text{O} = 450 \text{ mbar}$$

Obliczenie maksymalnego dopuszczalnego spadku ciśnienia

całkowity opór przy przepływie wody SR nie może przekraczać całkowitej wysokości HT
 $\Sigma(R \times L + Z) A-0 < HT$ 6,350 < 8,000

• Miarodajne natężenie deszczu: 300 l/s/ha

• Wydajność wpustu:

– Dla wpustu d56 - min 1 l/s max 14 l/s

– Dla wpustu d90 - min 8 l/s max 25 l/s

UWAGA! Jeśli dach odwadniany jest tylko jednym wpustem, bezwzględnie należy zastosować otwór przelewowy.

• Średnice przewodów: DN32 – DN300

• Max odległość między wpustami: 20 m , jest co 6,25 m

Obliczenia

Ustalenie ilości wód opadowych $Q_r = \frac{A \times q \times \psi}{10000}$ [l / s]

ψ – współczynnik odpływu , dla dachu przyjęto 0,90

$$Q_r = 1 \ 362,55 \text{ m}^2 \times 300 \text{ l/h} \times 0,90 / 10000 = 36,79 \text{ l/s}$$

przyjęto 4 wpusty o przepustowości 12 l/s przy spiętrzeniu 35 mm

$$4 \times 12 \text{ l/s} = 48 \text{ l/s} > 36,79 \text{ l/s}$$
 na dachu zastosowano 4 wpusty d56 Geberit Pluvia

zakładając deszcz nawalny , to:

$$Q_r = 1 \ 362,55 \text{ m}^2 \times 400 \text{ l/h} \times 0,90 / 10000 = 49,05 \text{ l/s}$$

Nastąpi napełnienie wklęsłej części dachu do poziomu przelewu awaryjnego 55 mm, wówczas przepustowość wpustów wynosić będzie 14 l/s ; 4 x 14 l/s = 56 l/s > 49,05 l/s

Wyznaczenie całkowitej wysokości HT i długości przewodów L

HT – wysokość między wpustem a punktem przejścia do systemu tradycyjnego [m] 8,00

L – długość między najbardziej oddalonym wpustem dachowym a punktem przejścia do systemu tradycyjnego – 12,50 m

Maksymalne dopuszczalne podciśnienie w systemie Pluvia:

- Dla przewodów HDPE Geberit o średnicy do 160 mm – 8 m H₂O (800 mbar)
- Dla przewodów HDPE Geberit o średnicy od 200 mm – 4,5 m H₂O (450 mbar)

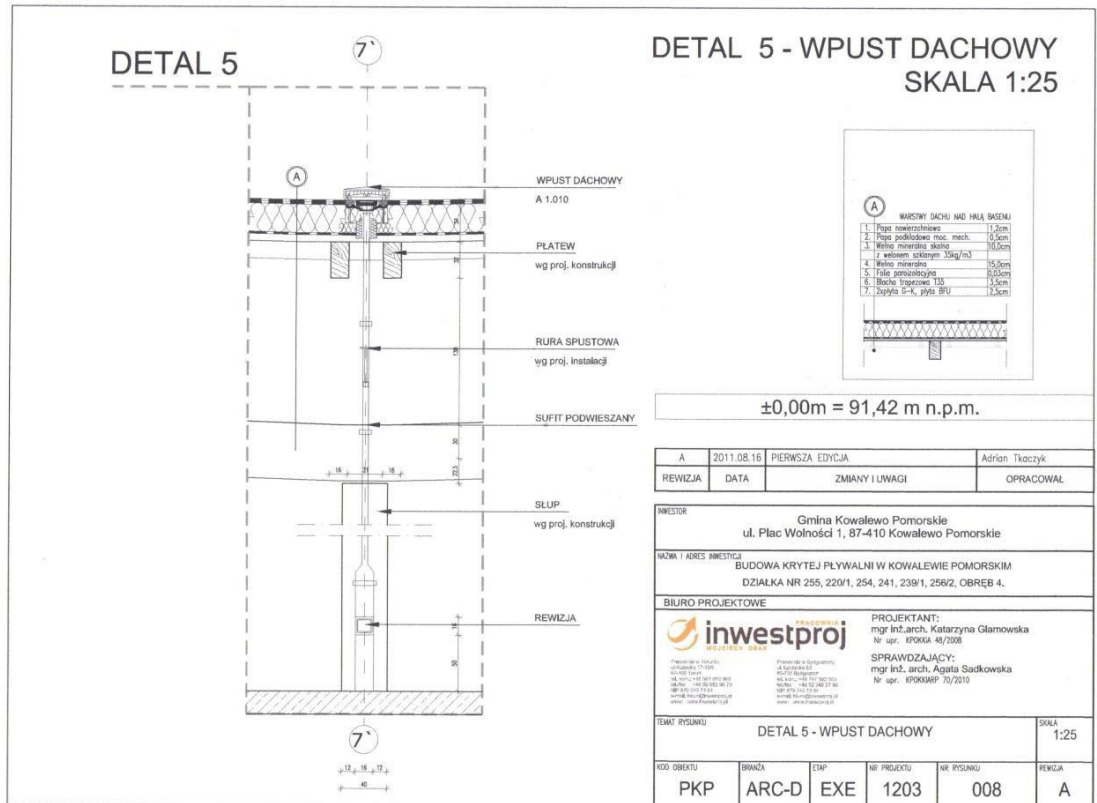
Gdy obliczone podciśnienie PK jest większe od podanych wartości to konieczna jest zmiana wymiarowania przewodów.

– Przelewy bezpieczeństwa należy sytuować w taki sposób, aby nie zakłócały spływu wody deszczowej do wpustu dachowego

– Przelewy sytuować tak, aby wszystkie krawędzie, wejścia na dach itp., znajdowały się powyżej poziomu przelewu bezpieczeństwa

Wykonano zgodnie z w/w obliczeniami i projektem. Nie wnosi się uwag do rozwiązań.

4.3 SZCZEGÓŁ Z PROJEKTU



4. Ocena doboru wentylacji hali basenowej

5.1 Parowanie wody

Głównym problemem, z jakim muszą zmierzyć się projektanci wentylacji basenowej jest parowanie wody z powierzchni lustra wody basenu głównego, basenów pobocznych, brodzików, jacuzzi i innych atrakcji, jak również podłogi, która w wyniku użytkowania jest po prostu mokra.

Należy brać pod uwagę, że woda paruje również z powierzchni ciała osób korzystających z basenu, oraz o minimalnych ilościach powietrza wymaganych ze względów higienicznych. Dopiero uwzględnienie powyższych informacji pozwoli obliczyć odpowiednią ilość powietrza, zapewniającą niezbędne minimum higieniczne oraz pozwalające na utrzymanie odpowiedniego poziomu wilgotności względnej na basenie

Nadmiar wilgoci

Najistotniejszą kwestią jest pozbycie się nadmiaru wilgoci. Wilgotność utrzymywana na zbyt wysokim poziomie negatywnie wpływa na konstrukcję budynku, a także na komfort ludzi przebywających na basenie.

W perspektywie czasu może dojść do tego, że ściany zaczną niszczyć, a para wodna, która znacznie się skraplać na zimnych powierzchniach i elementach wystroju spowoduje rozwinięcie się grzyba i

korozji.

Słabiej zaizolowane okna pokrywać się zaczną parą zawsze, gdy temperatura wewnętrzna osiągnie wartość punktu rosy. Wszystko to negatywnie wpływa na stan techniczny budynku, zwiększa koszty związane z koniecznością przeprowadzania remontów, a także obniża komfort użytkowników, a w związku z tym zainteresowanie obiektem

5.2 Dystrybucja powietrza

Istotnym czynnikiem, który powinien być brany pod uwagę jest odpowiednie rozprowadzenie powietrza po hali basenowej. Para wodna wykrapla się najintensywniej w powietrzu stojącym w bezruchu. Mając to na uwadze ważne jest, aby powietrze nawiewane kierowane było wzdłuż ścian i okien z odpowiednią prędkością, a wilgotne powinno być usuwane z przeciwległej części hali.

Unikać należy również przewiewów bezpośrednio nad powierzchnią lustra wody, ponieważ sprawia to, iż parowanie jest bardziej intensywne. Należy również uwzględnić, aby ciśnienie w hali basenowej było nieco niższe, niż ciśnienie zewnętrzne. Sprawi to, iż wilgoć nie będzie "wpychana" w ściany, dzięki temu przedłuży to żywotność konstrukcji

Podstawą do obliczeń zysków wilgoci i wyliczenia odpowiedniej ilości powietrza jest norma **VDI 2089**. Zgodnie z jej zapisami wilgotność względna wewnątrz hali basenowej nie powinna przekraczać 65% lub 14,3 g/kg wilgotności bezwzględnej. Wartość ta może być wyższa wyłącznie w okresie letnim, kiedy zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym przekraczać może 9 g/kg.

Istotne jest też to, że wyższa temperatura powietrza w hali basenowej w porównaniu do temperatury wody skutkuje niższym poziomem parowania z powierzchni lustra wody. Podsumowując, parametry powietrza w hali basenowej powinny być utrzymywane na poziomie od 28°C/60% RH do 30°C/54% RH, natomiast wody w wannach od 26°C do 28°C. W przypadku basenów do terapii wodnej, temperatura wody jest o około 4 – 8°C wyższa

5.3 Duże obiekty

Dla większych obiektów, takich jak baseny szkolne, szatnie i prysznice, duże baseny prywatne i hotelowe, pomocne okazuje się powietrze świeże, które w okresie zimowym jest suche. Układ chłodniczy wspomagany jest wówczas przez strumień świeżego powietrza, co rozwiązuje 2 problemy – pozostawia wynikową wilgotność na zadowalającym poziomie oraz dostarcza powietrza wymaganego ze względów higienicznych.

Rozwiązania techniczne krytych pływalni podlegają z każdym rokiem ewolucji. Również metodyka obliczeń ulega zmianie, dopasowując się do nowych trendów i przemysłów technicznych. Wyrazem takich przemian jest nowelizacja, po 12 latach od ostatniego wydania, wytycznych Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 2089, które planowano wprowadzić w życie w 2007 r. Zapisy tych wytycznych będą w większości jednobrzmiące z projektem VDI 2089 z 2003 r.

Wytyczne VDI 2089, zeszyt 1. obejmują swoim zakresem następujące zagadnienia:

- podstawowe zalecenia dotyczące fizyki budowli (izolacyjność cieplna, punkt rosy),
- wymagania odnośnie temperatury i wilgotności hal basenowych,
- obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego,
- obliczenia zapotrzebowania na ciepło,
- zagadnienia uzdatniania wody,
- utylizacja wody,
- wyposażenie sanitarne,
- izolacyjność cieplna instalacji,
- ochrona pożarowa,
- zagadnienia dotyczące saun.

Wytyczne obejmują zatem szeroki zakres zagadnień dotyczących krytych pływalni, stanowiąc przez to cenne narzędzie dla projektantów różnych branż.

Temperatury powietrza i powierzchni w pomieszczeniu

W wypadku mokrej powierzchni ciała człowieka, na skórze znajduje się powłoka wodna, której odparowanie powoduje zwiększoną emisję ciepła. Aby zminimalizować tę stratę ciepła, temperatura powietrza podczas użytkowania basenu powinna być wyższa od temperatury powietrza o 2÷4 K, nie powinna jednak przekraczać 34°C. Jako wartość obliczeniową temperatury powietrza w pomieszczeniu **t_i** należy przyjmować wartości wg tabeli 1. Jako wartość obliczeniową temperatury powierzchni ogrzewczej należy przyjmować wartości z tabeli 2.

5.4 Wilgotność powietrza w pomieszczeniu

Wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu hali basenowej powinna zawierać się w zakresie akceptowalnym dla komfortu cieplnego. Zbyt wysoka wilgotność może prowadzić do uczucia duszności. Granica duszności dla osób w strojach kąpielowych leży na linii ciśnienia cząstkowego

pary wodnej $p_D = 22,7$ hPa, co odpowiada zawartości wilgoci powietrza w hali $x_L = 14,3$ g/kg suchego powietrza.

Przekroczenie tej empirycznej wartości możliwe jest jedynie wówczas, gdy zawartość wilgoci w powietrzu nawiewanym stanowi $x \geq 9$ g/kg powietrza suchego, co odpowiada ciśnieniu cząstkowemu pary wodnej $p_D = 14,4$ hPa (może to wystąpić w cieplejszej części roku).

5.5 Wentylacja hal basenowych.

Obliczenia wg znowelizowanych wytycznych VDI 2089

W dywagacjach zawarto wybrane fragmenty znowelizowanych wytycznych VDI 2089, szczególnie istotnych przy obliczeniach wentylacji w halach basenowych.

Rodzaj pomieszczenia	Temperatura w pomieszczeniu t_i [°C] w zależności od temperatury wody t_w	
	min	maks.
Hol wejściowy, pomieszczenia sąsiadujące i klatki schodowe	18	22
Przebieralnie	24	28
Sanitariaty, pomieszczenia administracyjne i personelu	22	26
Natryski z przylegającymi sanitariatami	27	31
Hala basenowa	30	34

Tabela 1. Wartości temperatury powietrza w pomieszczeniu (wg VDI 2089, tabela 3.)

5.6 Temperatury powietrza i powierzchni w pomieszczeniu

Rodzaj powierzchni		Temperatura powierzchni t_s [°C]
Powierzchnia	na siedzeniach i leżankach	≤ 40
	na podłozach, po których chodzi się bosą stopą	≥ 22
Powierzchnia grzewcza	będące w zasięgu dotyku	≤ 50
	będące poza zasięgiem dotyku	bez ograniczeń

Tabela 2. Wartość temperatury powierzchni (wg VDI 2089 tabela 4.)

Zapobiegawczo, w celu ochrony elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych wewnątrz hali basenowej, wartość wilgotności względnej powinna wynosić $40\% \leq \rho \leq 64\%$. Krótkotrwałe przekroczenie dolnej lub górnej granicy wilgotności jest dopuszczalne, pod warunkiem, że nie prowadzi do uszkodzenia elementów hali basenowej

Obliczenie strumienia powietrza, parowanie wody w hali basenowej, powierzchnia odniesienia Powierzchnią odniesienia przy obliczeniach strumienia odparowującej wody w basenie pływackim lub kąpielowym jest każdorazowo ta powierzchnia, która wynika z nominalnych wymiarów niecki, względnie użytkowa powierzchnia lustra wody. W ramach tej powierzchni uwzględnia się strumień wody odparowujący z rynien przelewowych, zmoczonych powierzchni ciała oraz ubrań, jak również wilgoć zawartą w powietrzu wydychanym przez użytkowników.

Dotychczas stosowany w zaleceniu wzór Daltona na odparowanie wody zostaje zastąpiony przez wzór obrazujący prawo przenoszenia masy, stosowany w chemii procesowej. Sposób obliczeń różni się od dotychczasowego, jednakże wynik obliczeń jest porównywalny.

Metoda obliczania parowania z basenów pływackich i kąpielowych bez uwzględnienia dodatkowego wyposażenia

Strumień wilgoci wody odparowującej z niecki jest obliczany ze wzoru opartego na prawie przenoszenia masy, przy założeniu stanu ustalonego. Wzór ma postać:

$$\dot{M}_D = \frac{\beta_{u/b}}{R_D \cdot T} \cdot (p_{D,W} - p_{D,L}) \cdot A_B$$

gdzie:

\dot{M}_D – strumień odparowującej wody [kg/h],

β_u, β_b – współczynnik odparowania wody dla niecek używanych lub nieużywanych – tabela 3. [m/h],
Podstawą wyznaczenia tych współczynników jest dotychczasowy współczynnik parowania wody ϵ , który został odpowiednio przeliczony.

R_D – stała gazowa pary wodnej 461,52 J/kg K, T – średnia arytmetyczna temperatury wody basenowej i powietrza (wartości z tabel 2. i 3.),

$p_{D,W}$ – ciśnienie nasycenia pary wodnej przy temperaturze wody basenowe, [Pa],

$p_{D,L}$ – ciśnienie pary wodnej w powietrzu hali basenowej [Pa],

A_B – powierzchnia odniesienia, względnie użytkowa powierzchnia lustra wody (patrz rozdział 6.1.1 w VDI 2089) [m²].

W basenach o wielu atrakcjach należy uwzględnić dodatkowy strumień wody odparowującej z atrakcji wodny

Metoda obliczenia parowania łącznego w hali basenowej

Maksymalny strumień parującej wody w hali basenowej $\dot{M}_{D,max}$ jest równy sumie strumieni składowych z poszczególnych niecek i atrakcji wodnych. W wypadku stosowania atrakcji wodnych należy ustalić ze zleceniodawcą lub użytkownikiem wiążący program ich używania. Przy tym należy uwzględnić wpływ tych atrakcji na koszty eksploatacji.

Jako maksymalny strumień parującej wody w hali basenu $\dot{M}_{D,max}$ należy traktować w tym przypadku strumień uwzględniający wspomniany program użytkowania atrakcji w ciągu jednej godziny. Obliczony strumień odparowania wody $\dot{M}_{D,max}$ stanowi podstawę do doboru instalacji wentylacyjnej

Strumień powietrza w halach basenowych i obliczanie strumienia powietrza zewnętrznego

Strumień masy powietrza zewnętrznego $\dot{M}_{A,S}$ ustalany m.in. w zależności od uśrednionej zawartości wilgoci w powietrzu zewnętrznym dla najbardziej wilgotnego miesiąca letniego. Wzór obliczeniowy przyjmuje postać:

$$\dot{M}_{A,S} = \frac{\dot{M}_{D,max}}{(x_{D,L} - x_{D,A})}$$

gdzie:

$\dot{M}_{A,S}$ – obliczeniowy strumień masy powietrza zewnętrznego,

$x_{D,L}$ – zawartość wilgoci w powietrzu hali basenowej zgodnie z rozdziałem 2.3. (VDI 2089 punkt 5.2): 0,0143 kg/kg,

$x_{D,A}$ – zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym uśredniona dla wszystkich stref klimatycznych w Niemczech (dot. też Polski): 0,0090 kg/kg.

Obliczenie strumienia masy powietrza nawiewanego i regulacja udziału strumienia powietrza zewnętrznego w trybie recyrkulacji

Maksymalny strumień masy powietrza nawiewanego $\dot{M}_{Z,max}$ jest równy strumieniowi masy powietrza zewnętrznego $\dot{M}_{A,S}$ zgodnie z rozdziałem 6.2.1 z VDI 2089. Instalacja wentylacyjna powinna być wykonana w taki sposób, żeby w czasie użytkowania hali basenowej strumień masy powietrza zewnętrznego $\dot{M}_{A,U}$ dopasowywał się do obciążenia hali basenowej. Jeśli hala jest obciążona minimalnie, czyli gdy niecka nie jest używana, a atrakcje są wyłączone, strumień masy powietrza zewnętrznego powinien wynosić:

$$\dot{M}_{A,S} = 0,10 \cdot \dot{M}_{A,S}$$

Jeśli hala jest obciążona maksymalnie, tj. w niecce znajduje się wielu użytkowników, a atrakcje są wyłączone, to zgodnie z rozdziałem 6.1.6, strumień masy powietrza zewnętrznego powinien wynosić:

$$\dot{M}_{A,U} \leq 0,30 \cdot \dot{M}_{A,S}$$

Jeśli jest to wymagane, np. wypadku wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznego lub w wypadku silnego nasłonecznienia, strumień masy powietrza zewnętrznego $\dot{M}_{A,U}$ może zostać zwiększony do wartości $1,0 \cdot \dot{M}_{A,U}$.

Sposób dostarczania powietrza zewnętrznego w czasie

Niezbędny godzinowy strumień masy powietrza zewnętrznego zgodnie z VDI 2089 punkt 6.2.3 może być dostarczany również w sposób nieciągły. Liczba równych sobie cykli dostarczania powietrza zewnętrznego nie powinna być mniejsza niż 5 razy w ciągu godziny.

Jeśli jest to wymagane, np. wypadku wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznego lub w wypadku silnego nasłonecznienia, strumień masy powietrza zewnętrznego $M_{A,U}$ może zostać zwiększony do wartości $1,0 \cdot M_{A,U}$.

Unikanie temperatury punktu rosy na konstrukcji budynku

Ze względu na ochronę konstrukcji budynku przed uszkodzeniem, temperatura punktu rosy nie może w sposób ciągły wystąpić w żadnym punkcie budynku. Podczas zimnej części roku należy wewnątrz pomieszczeń utrzymywać taką wilgotność powietrza, aby przy stałej temperaturze powietrza nie występowała kondensacja pary wodnej na szybach i okuciach okiennych, aż do momentu wystąpienia średniej temperatury zewnętrznej najchłodniejszego miesiąca w roku

5.7 Temperatura punktu rosy

Punkt rosy, a ściślej temperatura punktu rosy, jest graniczną temperaturą, przy której gaz osiąga maksymalne nasycenie. Poniżej temperatury punktu rosy następuje przemiana z postaci gazowej w postać ciekłą, czyli skraplanie lub ewentualnie przemiana bezpośrednio w postać stałą, a więc resublimacja. Precyzyjne wyznaczenie wartości temperatury punktu rosy wymaga określenia ciśnienia i ustalenia składu chemicznego gazu. Opisana wyżej definicja dotyczy również takiego gazu jak para wodna. Zjawiska parowania, skraplania, wrzenia wody są zatem powszechnymi procesami fizycznym, z którym spotykamy się w codziennym życiu.

W kontekście mieszaniny powietrza i pary wodnej, temperatura punktu rosy jest tą temperaturą, poniżej której zgromadzona w powietrzu para wodna nie może pozostać dłużej w postaci gazu i następuje jej skraplanie (rosa, mgła, szron). Wpływ temperatury powietrza jest szczególnie istotny, ponieważ jej wzrost powoduje, że gorące powietrze będzie zawierać więcej wody niż zimne, przy tej samej wilgotności względnej. Należy pamiętać, że wilgotność względna też opisuje zawartość wody (pary wodnej) w powietrzu, jednak nie określa tak precyzyjnie poziomu wilgotności powietrza jak punkt rosy.

Określanie temperatury punktu rosy

Z zależności fizycznych wynika, że temperaturę punktu rosy determinuje wilgotność względna powietrza, temperatura powietrza i ciśnienie atmosferyczne. Wilgotność względna wyrażana w procentach zmienia się zwykle od kilkunastu do 100%. Powszechnie uznany komercyjny zakres obejmuje temperatury od -5°C do $+70^{\circ}\text{C}$, a przemysłowy od -25°C do $+85^{\circ}\text{C}$. Najmniejszą zmienność wykazuje ciśnienie i często przyjmuje się, że jest stałe przy szacowaniu temperatury punktu rosy. Dlatego najprostsze zależności oraz tabele przedstawiają jedynie relację pomiędzy punktem rosy, temperaturą i wilgotnością.

Z zależności fizycznych wynikają następujące fakty:

- temperatura punktu rosy jest tym wyższa, im wyższa jest temperatura powietrza zawierającego parę wodną,
- zwiększenie wilgotności względnej powietrza obniża temperaturę punktu rosy,
- zwiększenie ciśnienia powietrza powoduje obniżenie temperatury punktu rosy,
- im większa wilgotność względna, tym mniejsza jest różnica pomiędzy temperaturą powietrza a temperaturą punktu rosy,
- w temperaturze 100°C i przy wilgotności względnej 100%, temperatura punktu rosy jest taka sama jak temperatura powietrza, natomiast w każdym innym przypadku temperatura punktu rosy jest niższa niż temperatura powietrza,
- temperatura punktu rosy może przyjmować wartości mniejsze od zera, jeżeli temperatura powietrza i wilgotność względna są odpowiednio niskie (na przykład przy wilgotności względnej poniżej 50% i temperaturze poniżej 10°C , punkt rosy będzie znajdował się poniżej 0°C , zaś w temperaturze pokojowej 22°C punkt rosy będzie równy 0°C dla wilgotności względnej powietrza około 20%)

Temperaturę punktu rosy dla wilgotnego powietrza określa się na podstawie::

- powszechnie dostępnych tabel,
- odczytów z wykresów Molliera,
- obliczeń z zależności przybliżonej Magnusa,
- mierzenia za pomocą higrometrów.

Miejsca narażone na obniżanie się temperatury poniżej punktu rosy

Powstawanie rosy lub też skraplanie się pary wodnej na powierzchniach, które są chłodniejsze niż otoczenie jest powszechnym i często bardzo niepożądanym zjawiskiem. Problem samoistnego

skraplania wywołanego obniżeniem temperatury ma miejsce szczególnie często w technice budowlanej. Dotyczy to głównie miejsc, które mogą być wystawione na działanie różnych temperatur, takich jak okna, ramy okienne i drzwiowe, elementy konstrukcyjne, fragmenty elewacji i poszycie dachowych. Jeżeli wspomniane elementy budowlane są wystawione na kontakt z temperaturą na zewnętrzną i wewnątrz budynku, wówczas w miejscach o obniżonej temperaturze pojawiają się krople wody. Wynika to z faktu, że miejscowo obniżyła się temperatura powietrza poniżej temperatury poniżej punktu rosy.

Punkt rosy, a powstawanie mostków cieplnych

Wszystkie miejsca, które narażone są na oddziaływanie temperaturowe i charakteryzują się względnie dobrą przewodnością cieplną nazywane są mostkami cieplnymi. Są to elementy konstrukcji budowlanych bardzo niekorzystne z punktu widzenia izolacji cieplnej. Poprzez mostki cieplne następuje intensywne odprowadzanie ciepła z budynku. Takie elementy charakteryzują się bowiem tym, że utrzymują temperaturę znacznie niższą niż średnia temperatura wewnątrz budynku. Oprócz tego, że mostki cieplne zmniejszają efektywność izolacyjną całego budynku, to również powodują powstawanie rosy na powierzchniach wewnątrz budynku. Długotrwałe i intensywne zawilgocenie powierzchni mostków cieplnych prowadzi do zwiększonej korozji elementów metalowych oraz zarodkowania grzybów i pleśni. Najbardziej niekorzystnym miejscem powstawania mostków cieplnych są wewnętrzne powierzchnie wielowarstwowych ścian, poddaszy i nieodpowiednio izolowane cieplnie konstrukcje stalowe. W takich przypadkach częste różnice temperatur będą prowadziły do silnych procesów korozyjnych i grzybotwórczych, które trudno zidentyfikować i wyeliminować.

Mając świadomość, że skraplanie powstaje w rezultacie lokalnego obniżenia temperatury poniżej punktu rosy, można stwierdzić, w których miejscach w budynku kondensuje się para wodna i które są w sposób naturalny mostkami cieplnymi. Im większe zawilgocenie takich przestrzeni, tym bardziej intensywnie odprowadzane jest ciepło. Ważne jest więc przeciwdziałanie powstawaniu takich miejsc na etapie budowy oraz eliminowanie ich podczas eksploatacji obiektu. Pozwala to zmniejszyć koszty energii cieplnej i ograniczyć wszelkie niepożądane procesy.

5.8 Rozdział powietrza w pomieszczeniu pływalni

Podstawowym problemem na istniejącej hali basenowej jest wykraplanie się wody na chłodnych powierzchniach okien i przeszkleń.

Jedną z przyczyn wykraplania się pary wodnej na powierzchniach przeszklonych jest błędne rozwiązanie rozdziału powietrza i bezruch powietrza w bezpośrednim sąsiedztwie okien.

Najlepszym rozwiązaniem problemu jest zapewnienie nawiewu suchego, ciepłego powietrza poprzez szczeliny nawiewne pod oknami i wywiew powietrza górą (zgodnie z VDI 2089/2006/09 co potwierdzono w ekspertyzie technicznej).

Rozwiązanie takie jest z pewnością rozwiązaniem najlepszym, jednak w przypadku istniejącej hali basenowej dość trudnym i kosztownym w realizacji

Centrala normuje maksymalną wilgotność powietrza w hali na poziomie 55%, oraz utrzymuje temperaturę około 30-32°C. Funkcja ogrzewania realizowana jest poprzez nawiew do hali basenowej ciepłego powietrza ogrzanego maksymalnie do temperatury około 45°C, co pozwala na pokrycie strat ciepła wynikających z przenikania ciepła przez przegrody budowlane, jak również strat ciepła wynikających z odparowania wody na hali basenowej. W związku z tym, iż temperatura powietrza nawiewanego nie może spaść poniżej 30°C, a niecki basenowe nie znajdują się w bezpośrednim zasięgu strugi powietrza, nie powinno to być dokuczliwe dla osób kąpiących się.

Wywiew powietrza realizowany jest poprzez anemostaty wywiewne sufitowe, zlokalizowane wzdłuż ściany pozbawionej okien. W ten sposób zorganizowany wyciąg powietrza zapobiega tworzeniu się tzw. „martwych” niewentylowanych stref. Przewiduje się utrzymanie w hali basenowej niewielkiego nadciśnienia.

Zestawienie danych technicznych

5.9 Obliczenie ilości odparowującej wody:

Woda odparowująca z powierzchni lustra basenu :

- basen pływak 6 torowy: 25 m x 12,5 m F= 312,50 m²

$W_b = d \times F \times (x_1 - x_2) = [15,0 \times 312,50 \times (0,023 - 0,014)] = 42,19 \text{ kg/h}$

- basen dla osób niepływających : 12,5 m x 8 m F= 100,00 m²

$W_b = d \times F \times (x_1 - x_2) = [15,0 \times 100 \times (0,023 - 0,014)] = 13,50 \text{ kg/h}$

- brodzik: 6 m x 7 m F = 42,00 m²

$W_b = d \times F \times (x_1 - x_2) = [15,0 \times 42 \times (0,023 - 0,014)] = 5,67 \text{ kg/h}$

Woda odparowująca z powierzchni lustra wanny jakuzzi średnica 2,83 m -1kpl. F = 6,29 m²

$W_b = d \times F \times (x_1 - x_2) = [20 \times 6,29 \times (0,030 - 0,014)] = 2,01 \text{ kg/h}$

Woda odparowująca z mokrych powierzchni podłóg $F = (966,27 - 460,79) = 505,48 \text{ m}^2$

$W_p = 0,0065 \times (t_p - t_m) \times F = 0,0065 \times (31-20) \times 505,48 \times 0,5 = 18,07 \text{ kg/h}$

SUMA 81,44 kg/h

Zestawienie atrakcji wodnych

Atrakcje wodne ilość odparowującej wody na jednostkę miary

- | | |
|---|-----|
| 1. Urządzenie przeciwpądowe do pływania (na 1m szerokości) 0,5mb 3,0kg/h -1mb | 1,5 |
| 2. Masaż karku szeroki 1 szt. 5kg/1szt. | 5,0 |
| SUMA | 6,5 |

Zestawienie zysków wilgoci

- | | |
|---|-------------------|
| 1 Basen pływacki , basen dla niepływających , brodzik : | 61,36 |
| 2 Wanny jakuzzi -1kpl. | 2,01 |
| 3 Mokre podłogi | 18,07 |
| 4 Atrakcje wodne | 6,50 |
| Razem – hala basenu rekreacyjnego | 87,94 kg/h |

Obliczeniowa ilość emitowanej wilgoci : 87,94 kg/h

Zestawienie wentylowanych pomieszczeń

Pomieszczenie	Kubatura
0.23 Hala basenowa do sufitu podwieszonoego :	6 105,30 m³
Przestrzeń na hali basenowej między Stropem a sufitem podwieszonym	: 524,86 m³

Montaż w przestrzeni pomiędzy dachem a sufitem podwieszonym [1,7 w/h] 895 m³/h

Przyjęto Hybrydowy Turbowent Ø 150 o wydajności 150 m³/h w ilości : 895 : 150 = **6 szt.**

Autor opracowania projektowego posługiwał się programem komputerowym Audytor OZC 1994-2010 Sankom. Analizując powyższe wytyczne VDI 2089 , powinny być one uwzględnione w projekcie. Nie uwzględniono rozdziału kubatury hali basenowej stropem podwieszonym.

Wytworzyła się przestrzeń ,która nie jest wentylowana w taki sposób jaki założono w programie Audytor OZC. Należy dokonać wywiewu w ilości 1,7w/h a nawiew powinien być wystarczający z przyjętych założeń.

Zdaniem opiniującego to jest bezpośrednią przyczyną powstawania skroplin i co idzie dalej tworzących się zacieków na skrajnych dźwigarach dachowych – temperatura punktu rosy jest bliska temperaturze na wewnętrznej powierzchni boku dźwigara.

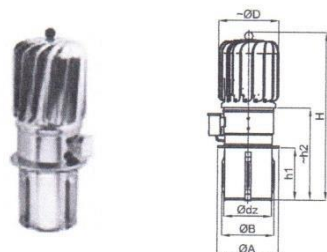
Poza tym blachy trapezowe zastosowane do pokrycia dachowego nie posiadają od wewnątrz powłoki antyskropleniowej. Powoduje to niekorzystne zjawiska skroplin , szczególnie podczas wyłączeń wentylacji mechanicznej w czasie okresowych jej przeglądów. Powstałe skropliny spadają więc na płyty stropu podwieszonoego.

Zastosowano najprostsz system pozbycia się pary wodnej poprzez turbowenty.

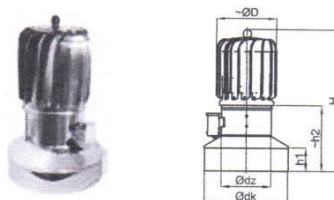
Hybrydowe obrotowe nasady kominowe

Turbowent Tulipan hybrydowy - wersje podstaw

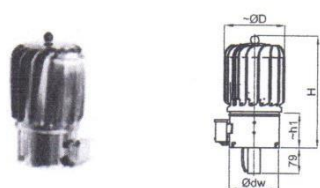
1. Podstawa wciskana -T



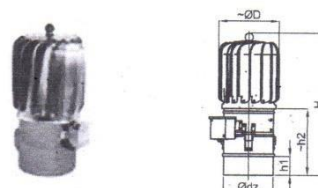
2. Podstawa z kołnierzem zamykającym ocieplenie -B-K



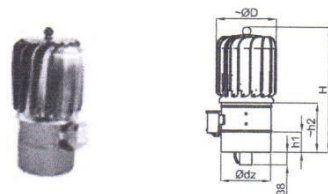
3. Podstawa rozbieralna -R



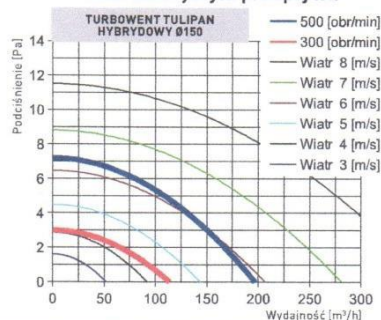
4. Podstawa rurowa otwierana -B



5. Podstawa rurowa nieotwierana -B-S



Charakterystyki przepływu



Hybrydowe obrotowe nasady kominowe

Zestawienie wymiarów

Ø 150		Wymiary [mm]										Waga [kg]
Wersja podstawy	D	dw	dz	H	h1	h2	A	B	d1	Ilość n	CHAL	
-T	-180	-	144.0	477	157	244	187	158	6.2	-	2.40	
-PK	-180	149.0	-	333	100	-	250	208	6.2	4	2.15	
-R	-180	150.4	-	337	107	-	-	-	-	-	2.00	
-B-K	-180	253.3	151.7	427	70	197	-	-	-	-	2.70	
-PKR	-180	-	140.0	429	60	200	250	187	6.2	4	3.30	
-B	-180	-	152.0	422	60	196	-	-	-	-	2.40	
-B-S	-180	-	152.0	376	60	147	-	-	-	-	2.20	
-X/Y...-B-S	-180	-	Y	427	60	194	-	-	-	-	2.35	

5. Wnioski i zalecenia :

1. Opis stanu ogólnego.

Według relacji Użytkownika i kierownika budowy od początku użytkowania były problemy z występowaniem zacieków na skrajnych wiązarach drewnianych. Pomimo wielokrotnych napraw i podjętych działań zjawisko nadal występowało, co z kolei skutkowało zawilgoceniem dźwigarów, dalej spływu na ściany boczne. Oznaki wilgoci zaczęły pojawiać się na krawędziach płyt sufitu podwieszonego. Taki stan rzeczy utrzymuje się do chwili obecnej. Zasadne jest więc dokonanie kompleksowej analizy przyczyn i znalezienie sposobu ich likwidacji.

2. Oględziny stanu połączeń dachowych.

2.1. Dach nad halą basenową.

2.1.1. Pokrycie papowe

Pokrycie dachu nad halą basenową stanowi papa termozgrzewalna na papie podkładowej i izolacji termicznej z wełny skalnej. Ogólny stan powierzchni papy jest dobry. Nie stwierdzono pęknięć ani żadnych innych uszkodzeń. W kilku miejscach powstały pęcherze będące wynikiem rozprężania się pary wodnej z wilgoci znajdującej pod pokryciem papowym. Brak kominków wentylacyjnych dla obszarów połąci co 40 -60 m². Widoczne nieliczne błędy w kryciu w postaci braku pełnych przetopów na styku poszczególnych pasów papy.

2.1.2. Obróbki blacharskie.

Z dwóch stron połąci jest okolona ścianami wyniesionymi ponad powierzchnię dachu. Na styku z pokryciem papowym zamontowane są obróbki wykonane z blachy ocynkowane. Ich stan jest dobry .

Opierzenie ścian ponad dachem wykonane jest z blachy powlekanej. Jej stan jest dobry.

2.1.3 Wpusty odwodnienia podciśnieniowego

Na dachu zamontowane są w niecce obniżenia wkłęsłego cztery wpusty Geberit Pluvia dla systemu podciśnieniowego odwodnienia dachu. Sprawdzone zasady ich doboru oraz sposób zamontowania na dachu. Nie stwierdzono wad i uchybień. Wykonawca w trakcie trwania inwestycji wykonał dodatkowo kliny naprowadzające do wpustów w niecce dachowej, co znacznie poprawia działanie systemu.

3. Wewnętrzna instalacji mechanicznej

Zastosowany system wentylacji mechanicznej:

W budynku, z wyjątkiem pomieszczenia kotłowni gazowej, została przewidziana wentylacja mechaniczna. Ilości powietrza zewnętrznego, dostarczanego do pomieszczeń zgodnie z PN-83/B-03430 i wymaganiami technologicznymi. Temperatury ogrzewanych pomieszczeń zgodnie z PN-82/B-02402, PN-83/B-03430/Az3:2000 oraz wymaganiami technologicznymi. Wentylacja realizowana została przez centrale wentylacyjne zlokalizowane w pomieszczeniu wentylatorni na poziomie piwnic.

Wykonano cztery układy mechaniczne nawiewno - wywiewne w oparciu o centrale wentylacyjne, dla pomieszczeń sanitarnych i towarzyszących z wymiennikiem krzyżowym oraz dla hali basenowej z pompą ciepła.

Centrale wyposażono w nagrzewnice wentylacyjne, zasilane z projektowanego źródła ciepła czynnikiem grzewczym o parametrach 70/50 °C.

Podczas analizowania systemu stwierdzono :

- przy obliczeniach strat ciepła na str.41 pom.0.23 hali basenowej przyjęto jako łazienkę z oknami , dla której parametry są odmiennie niż pływalia
- w obliczeniach ujęto całą kubaturę hali , nie analizując jej rozdzielania przez sufit podwieszony.
- wytworzona w ten sposób przestrzeń kumuluje wilgoć i ciepłe powietrze i nie jest prawidłowo wentylowana, wraz z brakiem powłoki antyskropleniowej na spodzie płyt trapezowych blaszanych, jest główną przyczyną występujących zacieków.

4. Zakres koniecznych napraw.

Przyjęto oszczędnościową technologię wykonania prac naprawczych.

Obliczenia wilgotnościowo-fizyczne , wykazały prawidłowy stan przegród.

Wyliczono i określono zjawiska wilgotnościowe w przestrzeni między stropowej oraz dobrano najprostszy sposób jej wentylowania , bez ingerencji w istniejący układ wentylacji mechanicznej.. Dobrano hybrydowe obrotowe nasady kominowe , w postaci Turbowent Tulipan hybrydowy standard Ø150 w ilości 6 sztuk.

4.1. Dach nad salą sportową.

Zakres koniecznych napraw obejmuje:

- montaż kominków wentylujących dach – do decyzji Zamawiającego ;

Jednym z najczęściej popełnianych błędów przy konstruowaniu pokrycia dachowego jest niezapewnienie właściwej wentylacji. Skutkuje to pojawieniem się licznych pęcherzy i pofałdowań powstających na powierzchni papy dachowej. Z upływem czasu i wzrostem temperatury powiększają one swoją objętość, odspajając materiał od podłoża i doprowadzają do mechanicznego uszkodzenia pokrycia dachowego.

Przyjęto, że jeden komin wentylacyjny powinien przypadać na 40-60 m² powierzchni dachu. Papy perforowanej nie należy układać w odległości co najmniej 50 cm od brzegów dachu i kalenic oraz w bezpośrednim sąsiedztwie kominów, koryt i wpustów dachowych 1362,55 m² : 50 = 27,25 szt – przyjęto 28 sztuk kominków

- montaż hybrydowych nasad – 6 sztuk wg lokalizacji pokazanej na rys.3

Uwagi końcowe.

Celem uzyskania zamierzonego efektu należy przestrzegać następujących zasad:

- wszystkie prace powinny być wykonane przez doświadczoną firmę dekabarską,
- stosować wyłącznie materiały posiadające odpowiednie atesty i certyfikaty,
- zabezpieczać dach podczas prowadzenia prac przed przeciekami,
- prace prowadzić pod nadzorem osoby posiadającej uprawnienia budowlane legitymującej się odpowiednim doświadczeniem przy pracach dekabarskich.

Montaż turbowentów:

TURBOWENT należy montować na we wskazanym w lokalizacji miejscu z zaleceniem, aby cała nasada znajdowała się ponad szczytem dachu (ekspozycja na wiatr z każdej strony). Przewód zasilający silnik nasady należy wyprowadzić na zewnątrz przewodu kominowego i sprowadzić

do budynku. Regulator obrotów i zasilacz chronić przed wilgocią.

Jeżeli prędkość wiejącego wiatru umożliwi uzyskanie żądanej wydajności nasady, działa ona dokładnie tak, jak zwykły Turbowent.

2. Gdy prędkość wiejącego wiatru do osiągnięcia zadanej prędkości obrotowej jest niewystarczająca - silnik dopędza nasadę do zadanej prędkości, zapewniając tym samym pożądaną wydajność wentylacji.

3. W przypadku, gdy wiatr wieje ze zbyt dużą prędkością, co powodowałoby nadmierne zwiększenie podciśnienia w przewodzie kominowym i zbyt duży strumień usuwanego powietrza, silnik nasady ogranicza prędkość obrotową turbiny.

Kolejność wykonywania czynności :

1. Nałożyć nasadę bezpośrednio w przygotowane miejsce..
2. Przykręcić ją co najmniej 3 blachowkrętami.
3. Podłączyć zasilanie wg schematu elektrycznego.
4. Nasadę podłączyć w przestrzeni chronionej instalacją odgromową.

Uwaga: Niedozwolone jest wkładanie nasady na rurę poprzez naciskanie na turbinę - może ona ulec deformacji.

6. Literatura

- [1] Okólnik Ministerstwa Budownictwa w zakresie żelbetu nr 28 z 31.05.1950 roku w sprawie projektowania i wykonywania konstrukcji żelbetowych według teorii odkształceń plastycznych
- [2] Roman Kozak Badanie Materiałów Elementów i Konstrukcji VIII Budownictwo Betonowe Warszawa 1970 rok
- [3] Instrukcji stosowania młotków Szmida do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji nr 210, wydawnictwo ITB 1977 rok
- [4] Rozporządzenie M.I. z dnia 12 kwietnia 2002 „w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”(Dz. U. nr75/02)
- [5] Wymagania sanitarno – higieniczne dla krytych pływalni” wydane w grudniu 1998 przez MZiOS oraz PZITS,
- [6] Obowiązujące normy i przepisy
- [7] Otrzymane podkłady architektoniczne
- [8] Wymagania Techniczne COBRTI INSTAL. Zeszyt 5. „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych
- [9] M. Jabłońska – Jędra: Dachowe przelewy bezpieczeństwa w rozwiązaniach firmy Geberit, Instal 5/2007
- [10] Wytoczna ATV – A116P Specjalne systemy kanalizacji. Kanalizacja podciśnieniowa – kanalizacja ciśnieniowa. Wrzesień 1992
- [11] Wytoczne Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 2089,

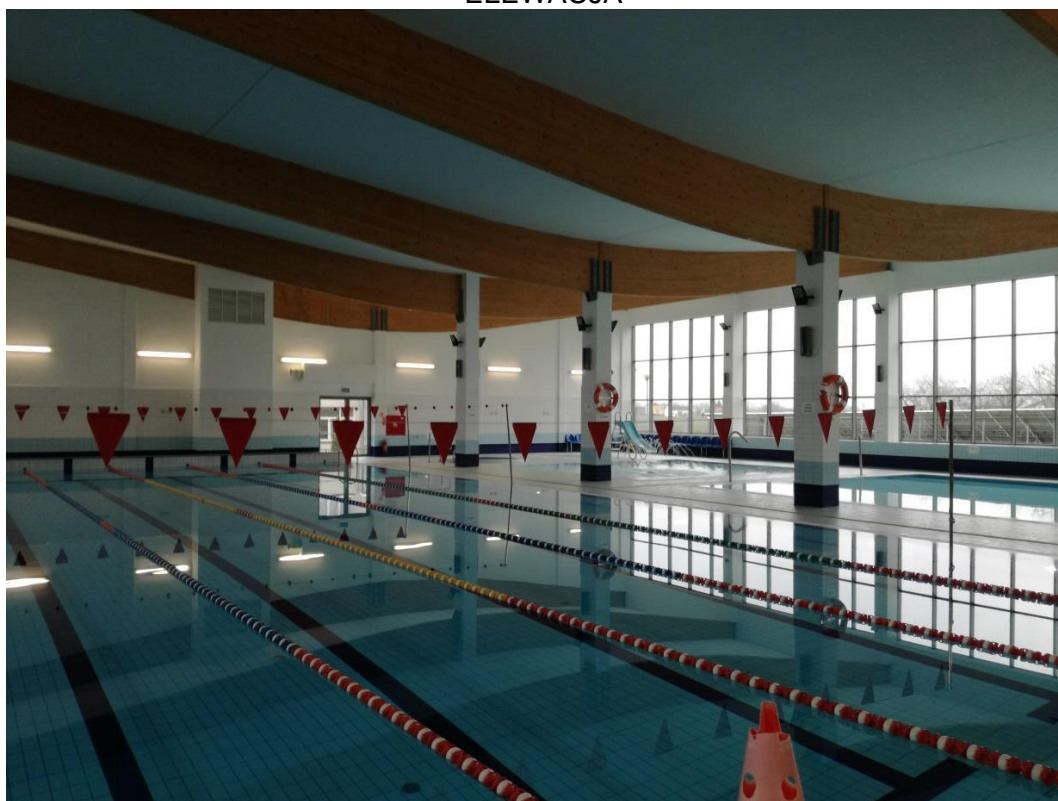
Opracował :

II. ZAŁĄCZNIKI

Z.1. Dokumentacja fotograficzna



ELEWACJA



WIDOK HALI BASENOWEJ



ODWODNIENIE DACHU



KRAWĘDŹ PRZY ATTYCE

ZACIEKI





III. RYSUNKI