

**CONSTE**

Biuro: 43-190 Mikołów
ul. Żwirki i Wigury 65A, pok. 410B
43-190 Mikołów, ul. Żwirki i Wigury 65A
NIP: 954-277-20-40
REGON: 365982204
tel. kom. 505 832 923
e-mail: pracownia@conste.pl

NAZWA INWESTYCJI:	EKSPERTYZA TECHNICZNA KONSTRUKCJI DACHU WIELOFUNKCYJNEJ HALI SPORTOWEJ Z PŁYWALNIĄ AKADEMII WYCHOWANIA FIZYCZNEGO IM. JERZEGO KUKUCZKI W KATOWICACH, ZNAJDUJĄCEJ SIĘ PRZY UL. SZMAUSA 1
ADRES INWESTYCJI:	UL. SZMAUSA 1 40-054 KATOWICE
INWESTOR:	AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO IM. JERZEGO KUKUCZKI W KATOWICACH
BRANŻA:	KONSTRUKCJA
Opracował:	inż. Piotr MOTYKA upr. bud. nr SLK/0988/PWOK/05
Opracował:	mgr inż. Ireneusz WOLNIK upr. bud. nr SLK/1823/POOK/07
Nr projektu: 2211-1721-CON	Data opracowania: LISTOPAD 2022r.

OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI 3

1. Dane ogólne 3

1.1.	Przedmiot opracowania	3
1.2.	Zakres opracowania.....	3
1.3.	Podstawa opracowania	3
2.	Stan techniczny	5
3.	Analiza występujących uszkodzeń, usterek, wad wraz z określeniem sposobu naprawy..	6
4.	Analiza proponowanej wymiany warstw dachu na dźwigarach z drewna klejonego	9
5.	Analiza klasy odporności ogniowej konstrukcyjnej blachy trapezowej po wymianie warstw dachu	14
6.	Wnioski i zalecenia.....	15
7.	Dokumentacja fotograficzna	17

ZAŁĄCZNIKI

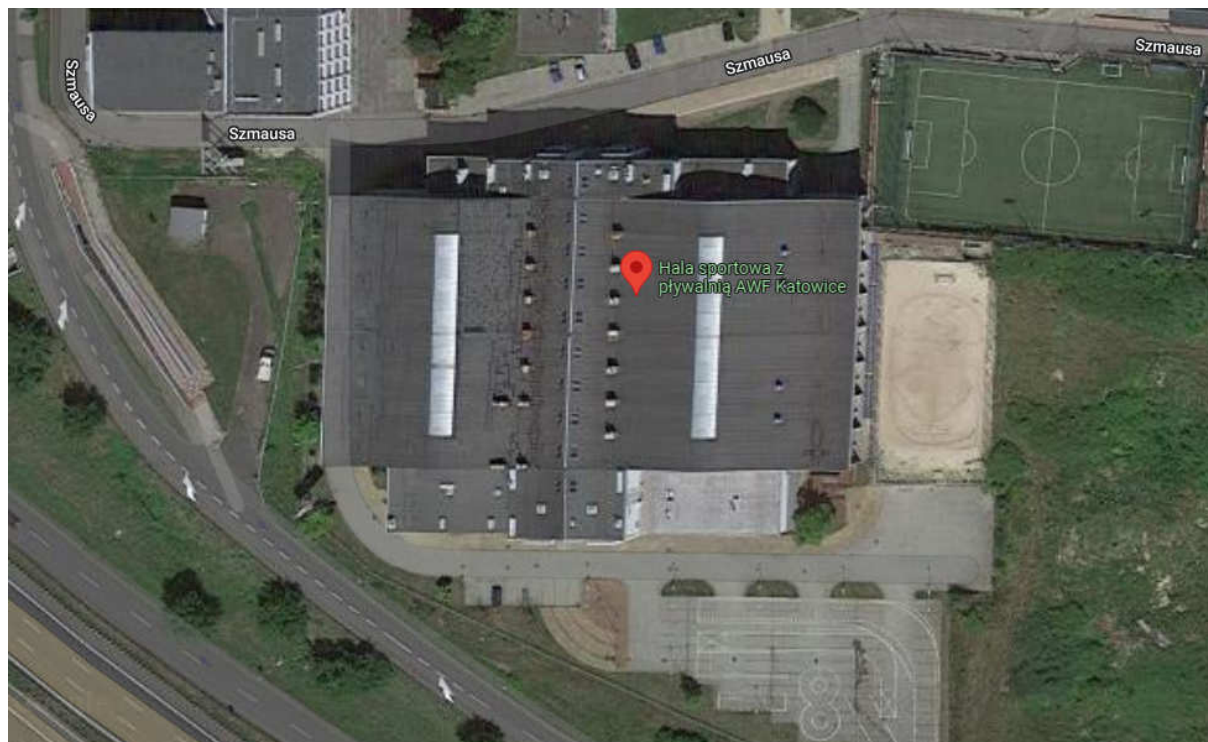
1. Kopia uprawnień projektantów i zaświadczenia o członkostwie w izbie.
2. Klasyfikacja ITB w zakresie odporności ogniowej. Numer klasyfikacji: 01064/19/R152NZP.
3. Tabele obciążeń blachy trapezowej T150 firmy Pruszyński Sp. z o.o.

OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

1. Dane ogólne

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ekspertyza techniczna konstrukcji dachu wielofunkcyjnej hali sportowej z pływalnią Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach. Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest w Katowicach przy ul. Szmausa 1.



Źródło: google.pl/maps/

1.2. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje konstrukcję dachu.

Niniejsze opracowanie swym zakresem nie obejmuje analizy poprawności działania instalacji wewnętrznych i zewnętrznych budynku.

1.3. Podstawa opracowania

- Wizja lokalna,
- Dokumentacja fotograficzna,
- Projekt techniczny (projekt remontu). Ocena stanu technicznego pokrycia dachowego wielofunkcyjnej hali sportowej z pływalnią wraz z opracowaniem technologii modernizacji dachu opracowany w listopadzie 2021 roku przez Pracownię Projektową Łukasz Prażuch.

- Ekspertyza techniczna konstrukcji dachu hali sportowej z pływalnią AWF – załącznik do w/w projektu technicznego.
- Ekspertyza mykologiczna nr KB-MB-07/10/2021 – załącznik do w/w projektu technicznego.
- Część archiwalna projektu: TOM2 PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY. 2.2 WYCIĄG Z OBLICZEŃ KONSTRUKCYJNYCH. ANEKS DO PROJEKTU BUDOWLANEGO WIELOFUNKCYJNEJ HALI SPORTOWEJ DLA AWF W KATOWICACH PRZY UL. GÓRNOŚLĄSKIEJ-MIKOŁOWSKIEJ NA DZIAŁKACH NR EW. 3/20, 3/25, 3/33 – MIASTO KATOWICE.
- Klasyfikacja ITB w zakresie odporności ogniowej. Numer klasyfikacji: 01064/19/R152NZP.
- Tabele obciążeń blachy trapezowej T150 firmy Pruszyński Sp. z o.o.
- Przepisy prawne:
 - Ustawa z dnia 7.07.1994r. – Prawo Budowlane (Dz.U. z 2003r. nr 207 poz. 2016 z późniejszymi zmianami),
 - Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002r. nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami),
- Aktualne Normy Budowlane:

PN-EN 1990:2004/Ap1	Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji.
PN-EN 1991-1-1:2004	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy.
PN-EN 1991-1-3:2005	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem.
PN-EN 1991-1-4:2008	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – oddziaływania wiatru.
PN-EN 1992:2008	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu.
PN-EN 1993:2008	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji stalowych.
PN-EN 1995:2010	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji drewnianych.
PN-EN 1996:2010	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji murowych.
PN-EN 338:2011	Drewno konstrukcyjne, klasy wytrzymałości.
	Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne.
PN-EN 1997	Część 1: Zasady ogólne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

2. Stan techniczny

Dane ogólne

Przedmiotowy budynek jest obiektem podzielonym na 3 strefy: basenową, halę sportową oraz hol. Całość budynku jest podpiwniczona.

Budynek wybudowano na początku XXI wieku w latach 2001 do 2006 r.

Konstrukcję główną, nośną budynku stanowią elementy żelbetowe (słupy, ściany) na których opiera się konstrukcja dachu w formie dźwigarów z drewna klejonego.

Część ścian, głównie wewnętrznych nośnych jak i działowych wykonano jako murowane.

Ściany zewnętrzne od strony zewnętrznej pokryte są panelami stalowymi.

Konstrukcja dachu

Konstrukcję nośną dachu stanowią dźwigary dachowe z drewna klejonego podparte słupami żelbetowymi.

Od strony zewnętrznej widoczne są uszkodzenia dźwigarów w postaci spękań oraz rozwarstwień struktury drewna. Ma to związek z wieloletnim działaniem różnych warunków atmosferycznych na konstrukcję dźwigarów (wiatr, deszcz, śnieg, wahania temperatury). Elementy stalowe podparć i stężeń narażone na czynniki zewnętrzne są skorodowane.

Od strony wewnętrznej najbardziej widoczne są uszkodzenia dźwigarów w postaci lokalnych punktów zgnilizny. Spowodowane jest to przeciekami przez warstwy dachu i ciągłe punktowe zawilgocenie dźwigarów. Najbardziej uszkodzonym oraz poddanym działaniom wody jest dźwigar przy ścianie zewnętrznej południowej. Widoczne jest duże ognisko zgnilizny, co potwierdza także badanie mikologiczne, które zostało przeprowadzone w 2021 roku. Zgnilizna oznacza, że drewno w tym miejscu jest w stadium rozkładu.

Część elementów stalowych podpór, stężeń i łączników, w szczególności na zewnątrz posiada ślady korozji.

Podczas oględzin stwierdzono spękania oraz ubytki fragmentów betonu na głowicach słupów zewnętrznych.

Nośna blach trapezowa niższych dachów jest oparta na drewnianych ściankach stolcowych wykonanych ponad stropem ostatniej kondygnacji. W dachu z dostępem do przestrzeni dachu na elementach ścianek drewnianych nie zauważono znaczących uszkodzeń. Stwierdzono jedynie ślady zacieków wody. Do pozostałych przestrzeni niższych dachów nie uzyskano dostępu.

Na dźwigarach drewnianych oparte są nośne blachy trapezowe Florprofile 150/280 o gr. 0,88 mm w układzie dwuprzęsłowym.

W trakcie ekspertyzy nie wykonywano odkrywek. Nie wiadomo w jakim stanie jest blacha trapezowa od strony warstw dachu. Ułożenie blachy trapezowej powoduje, że w fałdach blachy może gromadzić się woda co może stwarzać korzystne warunki do korozji blachy.

Układ warstw izolacyjnych dachu:

- papa paroizolacyjna,
- izolacja termiczna w postaci styropianu położonego „na mijankę” w dwóch warstwach,
- papa podkładowa,
- papa termozgrzewalna wierzchniego krycia.

Sufit podwieszany wykonany z paneli akustycznych Ecophone. Część paneli została uszkodzona wskutek zalania wodą z przeciekającego dachu.

Wg odkrywki wykonanej w trakcie opracowywania projektu technicznego remontu dachu z 2021 roku, warstwy dachu są zgodne z dokumentacją.

Pokrycie dachu z dwóch warstw papy na warstwie ocieplenia ze styropianu. Dach przecieka. Zaobserwowano liczne przecieki w miejscach wpustów dachowych oraz pęknięć papy.

Woda ta powoduje zacieki na ścianach oraz sufitach oraz powoduje ingerencję w strukturę drewna dźwigarów dachów z drewna klejonego.

3. Analiza występujących uszkodzeń, usterek, wad wraz z określeniem sposobu naprawy

Drewniane dźwigary dachowe od strony zewnętrznej narażone są na działanie warunków atmosferycznych. Wystające na zewnątrz budynku części dźwigarów środkowych są osłonięte przed opadami atmosferycznymi. Natomiast, wystające na zewnątrz budynku części dźwigarów skrajnych są narażone z boku na oddziaływania opadów atmosferycznych i promieniowanie słoneczne. Narażenie dźwigarów na działanie wilgoci, działanie czynników atmosferycznych i brak bieżących konserwacji spowodowały uszkodzenia dźwigarów.

Drewniane dźwigary dachowe od strony wewnętrznej z powodu nieszczelności dachu narażone są na zmienne, punktowe działanie wody. Powoduje to miejscowe zawilgocenie dźwigarów i rozwój sinizny, zgnilizny i pleśni.

Dźwigary dachowe są w dostatecznym stanie technicznym. Zawilgocone, uszkodzone i porażone biologicznie fragmenty dźwigarów, jak również te narażone na zawilgocenie należy poddać naprawie, wykonać biobójcze impregnacje zabezpieczające i dokonać odnowienia ochronnych powłok zewnętrznych. Należy w szczególności:

- Przed przystąpieniem do prac należy usunąć przyczyny zawilgoceń i doprowadzić zawilgocone drewno do stanu powietrzno-suchego, tak aby zapewnić jego właściwą obróbkę mechaniczną i lepszą penetrację środków biobójczych w strukturę drewna na etapie impregnacji.
-

- W zidentyfikowanych strefach porażień biologicznych punktowo ponakłuwać drewno celem określenia jego stanu i zakresu uszkodzeń.
- Usunąć z drewna stare, zniszczone powłoki wierzchnie poprzez ich mechaniczne zeszlifowanie. Wyrównać lica.
- W przypadku stwierdzenia w trakcie robót budowlanych dużego osłabienia dźwigara w miejscu występowania zgnilizny, dźwigar ten należy naprawić lub wzmocnić. Sposób naprawy lub wzmocnienia dobrać do stwierdzonego osłabienia dźwigara.
- Przed przystąpieniem do zasadniczych prac impregnacyjnych drewna środkami biobójczymi zaleca się przeprowadzenie na wybranej powierzchni próby technicznej impregnacji drewna celem oceny jego chłonności i dobrania odpowiedniej technologii nakładania.
- Materiały biobójcze mają ograniczoną trwałość i rozkładają się po pewnym czasie. Ich skuteczność zależeć też będzie od poziomu ich penetracji w strukturę drewna.
- Zaimpregnować drewno poprzez zastosowanie impregnatu do drewna budowlanego. Technologię impregnacji dostosować do wytycznych podanych w karcie technicznej producenta. Prace wykonywać ręcznie pędzlami malarskim mocno wcierając i rozprowadzając wyrób we wszystkie szczeliny, zgłębienia i otwory.
- Wykonać szpachlowania istniejących pęknięć podłużnych i poprzecznych w drewnie z wykorzystaniem elastycznej, niekurczliwej szpachli do drewna przeznaczonej do zastosowań zewnętrznych, bez limitu grubości, w kolorystyce dobranej do istniejącego drewna. Należy się tutaj sugerować doświadczeniem wykonawcy prac z danym materiałem.
- Wykonać wykończenie wierzchnie o wysokiej odporności.
- Materiały impregnacji i wierzchniego krycia dobrać w obrębie jednego producenta, tak aby zapewnić zgodność materiałową systemu i tak aby odtworzyć dotychczasowy sposób wykończenia dźwigarów.
- Należy postępować zgodnie z instrukcjami użytkowania / kartami technicznymi i kartami charakterystyki stosownych środków.
- Po wykonaniu prac zabezpieczających należy wykonywać okresowe przeglądy elementów drewnianych celem oceny ich stanu technicznego i trwałości wykonanych powłok.

Korodujące elementy stalowe podpór, stężeń i łączników należy oczyścić i zabezpieczyć antykorozyjnie.

Spękania oraz ubytki fragmentów betonu na głowicach słupów zewnętrznych spowodowane są działaniem wilgoci i mrozu na strukturę betonu. Przyczyną może być również korozja marek stalowych osadzonych w głowicach słupów. Należy skuć luźne elementy betonu głowic słupów, stal zabezpieczyć antykorozyjnie, wykonać uzupełnienie betonu w wybranej technologii napraw

betonu, wykonać warstwę ochronną przed wpływem szkodliwych wpływów atmosferycznych w technologii zgodnie z wybraną technologią napraw betonu.

W miejscu dostępu do przestrzeni dachu konstrukcja nośna niższego dachu jest w dobrym stanie technicznym. Ślady zacieków świadczą o pojawiającym się problemie z przeciekaniem dachu. W trakcie opracowania ekspertyzy nie uzyskano dostępu do przestrzeni dachu pozostałych niższych dachów. W trakcie modernizacji, po uzyskaniu dostępu, należy zweryfikować stan techniczny konstrukcji pozostałych niższych dachów.

Projekt przewiduje wymianę warstw dachu powyżej nośnej blachy trapezowej. Stan dachu i ułożenie blachy trapezowej powoduje, że w fałdach blachy może gromadzić się woda co może stwarzać korzystne warunki do korozji blachy. Po zdemontowaniu warstw dachu należy ocenić stan techniczny blach od strony warstw i zdecydować o ich pozostawieniu, pozostawieniu z wykonaniem zabezpieczenia antykorozyjnego lub wymianie.

Uszkodzone, wskutek zalania wodą, płyty paneli akustycznych sufitu należy wymienić.

Stan techniczny warstw dachu jest zły. Warstwy dachu należy wymienić łącznie z namokniętymi płytami styropianowymi.

4. Analiza proponowanej wymiany warstw dachu na dźwigarach z drewna klejonego

W ocenie stanu technicznego pokrycia dachowego wielofunkcyjnej hali sportowej z pływalnią opracowanej przez Pracownię Projektową Łukasz Prażuch zawarto informacje dotyczące wykonanej odkrywki warstw dachu. Poniżej zamieszczono informacje dotyczące tej odkrywki.

Wykonano miejscową odkrywkę warstw dachu w najniższej części dachu, w jednym z koryt odwadniających w okolicy odpływu i stwierdzono następujące warstwy.

Warstwy dachu głównego, odkrywka:

- 2 warstwy papy
- styropian EPS grubości 6 cm
- styropian EPS grubości 12 cm
- paroizolacja samoprzylepna bitumiczno-aluminiowa (gruba)
- blacha falista TR 150/280 gr. 0,88 – 15,3 cm

Warstwy EPS klejone są pomiędzy sobą klejem bitumicznym.

Warstwa EPS grubości 12 cm jest bardzo nasączona wodą.

Blacha trapezowa nie wykazuje śladów korozji.

Pobrano wycinek warstw do paroizolacji o wymiarach 50 x 35 cm (0,175 m²).

Próbka bez paroizolacji, tylko EPS i papa, ważyła 7,10 kg.

Paroizolacja, prawdopodobnie Soprema Vapro Vap, waży około 3,7 kg/m².

Reasumując 1 m² warstw bez folii paroszczelnej waży 40,57 kg/m², a z folią paroszczelną waga 1 m² warstw wynosi 44,27 kg/m².

Dla porównania zestawiono ciężar istniejących warstw nienawodnionych (bez ciężaru blachy i sufitu podwieszanego):

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ (bez blachy trapezowej i sufitu podwieszanego)						
Poz.	Opis	Cieężar objętościowy	Grubość	Obciaężenie charakterystyczne	Wsp. Bezp. Gamma f	Obciaężenie obliczeniowe
		[kN/m ³]	[m]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
OBCIĄŻENIA STAŁE - ISTNIEJĄCE WARSTWY						
1	Paroizolacja prawdopodobnie Soprema Vapro Vap			0,0370	1,35	0,0500
2	Termoizolacja (styropian EPS 6+12 cm)	0,45	0,18	0,0810	1,35	0,1094
3	Papa termozgrzewalna (2 warstwy po 5,5 kg/m ² na warstwie)			0,1100	1,35	0,1485
	RAZEM			0,23		0,31

Wniosek: nawodnienie warstw dachu spowodowało prawie dwukrotny wzrost ich łącznego ciężaru.

Ciężar warstw istniejącego dachu bez uwzględnienia ich nawodnienia:

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ (istniejące warstwy bez nawodnienia)						
Poz.	Opis	Cieżar objętościowy	Grubość	Obciążenie charakterystyczne	Wsp. Bezp. Gamma f	Obciążenie obliczeniowe
		[kN/m ³]	[m]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
OBCIĄŻENIA STAŁE - ISTNIEJĄCE WARSTWY						
1	Sufit podwieszany - istniejący			0,0500	1,35	0,0675
2	Blacha trapezowa TR 150/280 gr. 0,88 - istniejąca			0,1200	1,35	0,1620
3	Paroizolacja prawdopodobnie Soprema Vapro Vap			0,0370	1,35	0,0500
4	Termoizolacja (styropian EPS 6+12 cm)	0,45	0,18	0,0810	1,35	0,1094
5	Papa termozgrzewalna (2 warstwy po 5,5 kg/m ² na warstwie)			0,1100	1,35	0,1485
	RAZEM			0,40		0,54

Ciężar warstw po wymianie warstw powyżej blachy trapezowej:

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ (proponowane warstwy - z PIR)						
Poz.	Opis	Cieżar objętościowy	Grubość	Obciążenie charakterystyczne	Wsp. Bezp. Gamma f	Obciążenie obliczeniowe
		[kN/m ³]	[m]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
OBCIĄŻENIA STAŁE - PROJEKTOWANE WARSTWY						
1	Sufit podwieszany - istniejący			0,0500	1,35	0,0675
2	Blacha trapezowa TR 150/280 gr. 0,88 - istniejąca			0,1200	1,35	0,1620
3	Paroizolacja (Sarnavap-5000E-SA)			0,0070	1,35	0,0095
4	Termoizolacja (PIR 25 cm)	0,30	0,25	0,0750	1,35	0,1013
5	Membrana PVC			0,0210	1,35	0,0284
	RAZEM			0,27		0,37

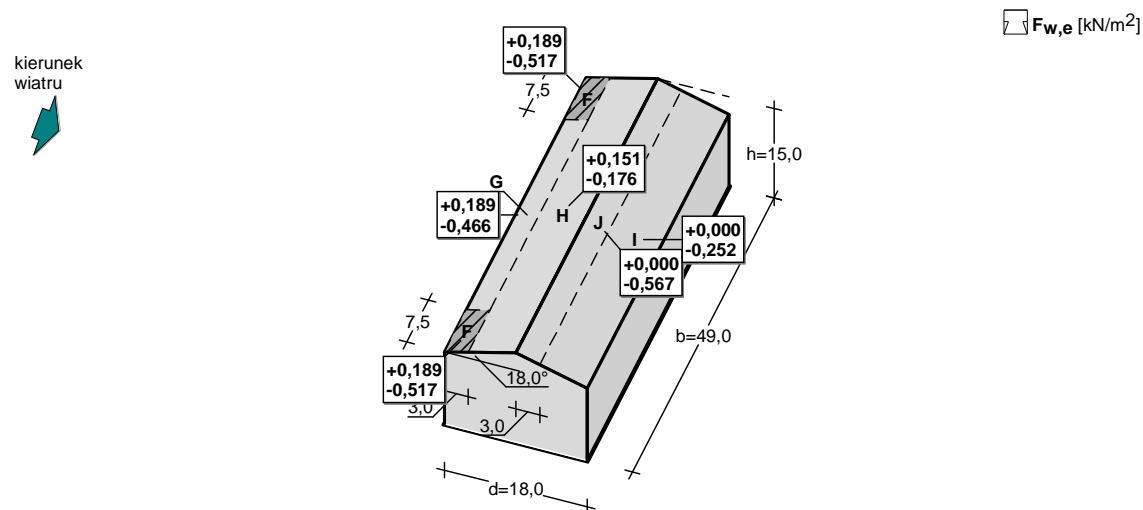
ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ (proponowane warstwy - z styropianem)						
Poz.	Opis	Cieżar objętościowy	Grubość	Obciążenie charakterystyczne	Wsp. Bezp. Gamma f	Obciążenie obliczeniowe
		[kN/m ³]	[m]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
OBCIĄŻENIA STAŁE - PROJEKTOWANE WARSTWY						
1	Sufit podwieszany - istniejący			0,0500	1,35	0,0675
2	Blacha trapezowa TR 150/280 gr. 0,88 - istniejąca			0,1200	1,35	0,1620
3	Paroizolacja (Sarnavap-5000E-SA)			0,0070	1,35	0,0095
4	Termoizolacja (styropian twardy 28 cm)	0,45	0,28	0,1260	1,35	0,1701
5	Membrana PVC			0,0210	1,35	0,0284
	RAZEM			0,32		0,44

Ciężar warstw i śniegu przyjęte w projekcie budowlanym:

Poz. 1 Dach
Poz. 1.1 Pokrycie połaci dachu
 Obc. stałe $g_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,2$
 Obc. śniegiem $p_{1k} = 1,20 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,4$
 $z_g = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Wiatr - przypadek I

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 49,0$ m, $d = 18,0$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 18,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 15,0$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 30,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną, $\theta = 0^\circ$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 300$ m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 15,00$ m
- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (15,0/10)^{0,19} = 0,86$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 19,01$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,256$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
 - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 630,0$ Pa = 0,630 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połać - pole F - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot 0,300 = \mathbf{0,189 \text{ kN/m}^2}$$

Połać - pole F - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,820$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-0,820) = \mathbf{-0,517 \text{ kN/m}^2}$$

Połać - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot 0,300 = \mathbf{0,189 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole G - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,740$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-0,740) = -0,466 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,240$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot 0,240 = 0,151 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole H - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,280$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-0,280) = -0,176 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot 0,0 = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole I - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,4$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-0,4) = -0,252 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole J - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot 0,0 = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole J - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,900$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

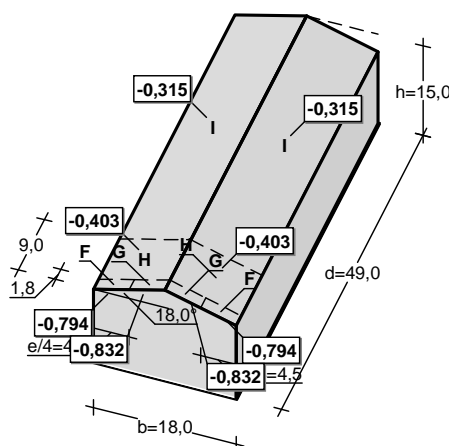
$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-0,900) = -0,567 \text{ kN/m}^2$$

Wiatr - przypadek II

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)

 $F_{w,e}$ [kN/m²]

kierunek
wiatru

- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 18,0 \text{ m}$, $d = 49,0 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 18,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 15,0 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 18,0 \text{ m}$
- Wiatr wiejący na ścianę szczytową, $\theta = 90^\circ$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 300 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
- Współczynnik kierunkowy: $C_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $C_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 15,00 \text{ m}$
- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (15,0/10)^{0,19} = 0,86$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 19,01 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,256$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
 - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 630,0 \text{ Pa} = 0,630 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $C_{sCd} = 1,000$

Połąć - pole F:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -1,260$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-1,260) = \mathbf{-0,794 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -1,320$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-1,320) = \mathbf{-0,832 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,640$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-0,640) = \mathbf{-0,403 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,5$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,630 \cdot (-0,5) = \mathbf{-0,315 \text{ kN/m}^2}$$

Wnioski: łączny ciężar warstw dachu po proponowanej wymianie warstw powyżej blachy trapezowej będzie mniejszy o 13 kg/m^2 powierzchni połaci dachowej - dla ocieplenia z PIR i o 8 kg/m^2 powierzchni połaci dachowej - dla ocieplenia z twardego styropianu. Dźwigary dachowe są jednoprzęsłowe z krótkimi wspornikami i są kotwione do słupów. Zmniejszenie ciężaru dachu (dociążenia dachu) będzie miało pozytywny wpływ na nośność dźwigarów dachowych z drewna klejonego. Z uwagi na ssanie wiatru w trakcie modernizacji dachu należy sprawdzić mocowanie blach trapezowych do dźwigarów i w razie konieczności wykonać dodatkowe łączniki mocujące blachy do dźwigarów dachowych. Jeżeli blacha trapezowa nośna dachu ma spełniać R15 lub R30 należy dodatkowo spełnić wymagania co do jej mocowania do dźwigarów nośnych, określone w klasyfikacji ITB w zakresie odporności ogniowej.

5. Analiza klasy odporności ogniowej konstrukcyjnej blachy trapezowej po wymianie warstw dachu

Wg dokumentacji archiwalnej konstrukcją nośną dachu jest blacha fałdowa Florprofile 150/280 o gr. 0,88 mm w układzie dwuprzęsłowym. W związku z tym, że nie ma aktualnych dokumentów dotyczących tej blachy, klasyfikację odporności ogniowej blachy wykonano przez analogię w oparciu o materiały firmy Pruszyński Sp. z o.o.

Obciążenia blachy po wymianie warstw dachu na proponowane:

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ (proponowane warstwy - wersja cięższa z styropianem)						
Poz.	Opis	CieŜar objętościowy [kN/m3]	Grubość [m]	Obciążenie charakterystyczne [kN/m2]	Wsp. Bezp. Gamma f	Obciążenie obliczeniowe [kN/m2]
OBCIĄŻENIA STAŁE - PROJEKTOWANE WARSTWY						
1	Sufit podwieszany - istniejący			0,0500	1,35	0,0675
2	Blacha trapezowa TR 150/280 gr. 0,88 - nie uwzględniono			0,1200	1,35	0,1620
3	Paroizolacja (Sarnavap-5000E-SA)			0,0070	1,35	0,0095
4	Termoizolacja (styropian twardy 28 cm)	0,45	0,28	0,1260	1,35	0,1701
5	Membrana PVC			0,0210	1,35	0,0284
6	Obciążenie śniegiem			1,2000	1,50	1,8000
	RAZEM			1,52		2,24

Wg tabeli obciążeń firmy Pruszyński, dla dwuprzęsłowej blachy T-150 o grubości 0,88 mm o rozpiętości przęseł wynoszącym 6,0 m, ułożonej stroną pozytywną, graniczne obciążenie z uwagi na nośność wynosi 3,00 kN/m².

Poziom wykorzystania obciążenia blachy trapezowej wynosi $2,24/3,00 = 0,75$.

Wnioski: Wg klasyfikacji ITB w zakresie odporności ogniowej numer klasyfikacji: 01064/19/R152NZP przy takim poziomie wykorzystania obciążenia blacha nośna spełnia wymagania klasy odporności ogniowej RE15 i RE30. Jeżeli blacha trapezowa nośna dachu ma spełniać R15 lub R30 należy dodatkowo spełnić wymagania co do jej mocowania do dźwigarów nośnych, określone w klasyfikacji ITB w zakresie odporności ogniowej.

6. Wnioski i zalecenia

1. W następstwie nieszczelności pokrycia dachowego, elementy dachu hali przez długi okres były i są nadal narażone na działanie wilgoci i wody. Powoduje to znaczne przyspieszenie zużycia elementów konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych budynku i ich degradację. W przypadku warstwy izolacyjnej z styropianu w wyniku jego namoknięcia znacząco wzrosła jego przewodność cieplna a co za tym idzie zmniejszyła się termoizolacyjność.
2. Dźwigary dachowe są w dostatecznym stanie technicznym. Zawilgocone, uszkodzone i porażone biologicznie fragmenty dźwigarów, jak również te narażone na zawilgocenie należy poddać naprawie, wykonać biobójcze impregnacje zabezpieczające i dokonać odnowienia ochronnych powłok zewnętrznych. Proponowany sposób naprawy przedstawiono w 3 punkcie niniejszego opracowania.
3. Korodujące elementy stalowe podpór, stężeń i łączników należy oczyścić i zabezpieczyć antykorozyjnie.
4. Spękania oraz ubytki fragmentów betonu na głowicach słupów zewnętrznych należy naprawić i zabezpieczyć przed wpływem niekorzystnych wpływów atmosferycznych. Proponowany sposób naprawy i zabezpieczenia przedstawiono w 3 punkcie niniejszego opracowania.
5. W miejscu dostępu do przestrzeni dachu konstrukcja nośna niższego dachu jest w dobrym stanie technicznym. Ślady zacieków świadczą o pojawiającym się problemie z przeciekaniem dachu. W trakcie opracowania ekspertyzy nie uzyskano dostępu do przestrzeni dachu pozostałych niższych dachów. W trakcie modernizacji, po uzyskaniu dostępu, należy zweryfikować stan techniczny konstrukcji dźwigarów deskowych (sprawdzić również zgodność z dokumentacją archiwalną, rozstaw dźwigarów, układ warstw), w przypadku rozbieżności oraz złego stanu technicznego, należy podjąć decyzje o wymianie elementów na nowe, wykonania innego układu warstw w uzgodnieniu z projektantem.
6. Po zdemontowaniu warstw dachu należy ocenić stan techniczny blach od strony warstw i zdecydować o ich pozostawieniu, pozostawieniu z wykonaniem zabezpieczenia antykorozyjnego lub wymianie.
7. Stan techniczny warstw dachu jest zły. Warstwy dachu należy wymienić łącznie z namokniętymi płytami styropianowymi.
8. Łączny ciężar warstw dachu po proponowanej wymianie warstw powyżej blachy trapezowej będzie mniejszy o 15 kg/m² powierzchni połaci dachowej. Zmniejszenie ciężaru dachu będzie miało pozytywny wpływ na nośność dźwigarów dachowych z drewna klejonego. Z uwagi na ssanie wiatru w trakcie modernizacji dachu należy sprawdzić mocowanie blach trapezowych do dźwigarów i w razie konieczności wykonać dodatkowe łączniki mocujące blachy do dźwigarów dachowych.
9. Wg klasyfikacji ITB w zakresie odporności ogniowej numer klasyfikacji: 01064/19/R152NZP, po proponowanej wymianie warstw powyżej blachy trapezowej,

blacha nośna spełnia wymagania klasy odporności ogniowej RE15 i RE30. Jeżeli blacha trapezowa nośna dachu ma spełniać R15 lub R30 należy dodatkowo spełnić wymagania co do jej mocowania do dźwigarów nośnych, określone w klasyfikacji ITB w zakresie odporności ogniowej. W trakcie modernizacji dachu należy sprawdzić mocowanie blach trapezowych do dźwigarów i w razie konieczności wykonać dodatkowe łączniki mocujące blachy do dźwigarów dachowych.

10. W przypadku obfitych opadów śniegu dach należy odśnieżać, tak aby nie dopuścić do przekroczenia obciążenia przyjętego w projekcie budowlanym. W poniższej tabeli zamieszczono orientacyjne wartości średniego ciężaru objętościowego śniegu na gruncie oraz lodu wg PN-80/B-02010/Az1:2006 oraz wynikającą z niego grubość pokrywy śnieżnej oraz lodu odpowiadającą dopuszczalnemu obciążeniu śniegiem dachu budynku. Dach należy odśnieżać równomiernie. Podczas odśnieżania nie wolno gromadzić śniegu na częściach dachu, należy go bezpośrednio usuwać. Do odśnieżania należy używać tylko narzędzi ręcznych.

Rodzaj śniegu i lodu	Średni ciężar objętościowy [kN/m ³]	Grubość pokrywy śnieżnej oraz lodu odpowiadająca dopuszczalnemu obciążeniu śniegiem 120 [kg/m ²] [cm]	
Świeży	1,0	120	
Osiadły (kilka godzin lub dni po opadach)	2,0	60	
Stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach)	2,5 ÷ 3,5	48	÷ 34
Mokry	4,0	30	
Złodowaciały	6,0 ÷ 7,0	20	÷ 17
Lód (z zamrożniętej wody)	9,0	13	

=====

KONIEC OPRACOWANIA

Ustala się ważność niniejszego opracowania na 12 miesięcy tj. do listopada 2023 r.

Opracował:
inż. Piotr MOTYKA
upr. bud. nr SLK/0988/PWOK/05

mgr inż. Ireneusz WOLNIK
upr. bud. nr SLK/1823/POOK/07

7. Dokumentacja fotograficzna









