

dr inż. Stanisław Karczmarczyk
mobil +48 603 642 650
mailto: skarczmarczyk1@poczta.onet.pl

dr inż. Wiesław Bereza
mobil +48 501 580 345
mailto: wieslaw.bereza@oepk.pl

K B - PROJEKTY KONSTRUKCYJNE

spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
30-010 Kraków, ul. Łokietka 8C/10

tel. +48 (12) 4310449, fax. +48 (12) 6319089

NIP 945-208-10-59

Faza: PROJEKT BUDOWLANY

Branża: KONSTRUKCJA

**Inwestycja: PROJEKT ARCHITEKTONICZNO –
BUDOWLANY REMONTU KONSTRUKCJI
DACHU STARYCH ŁAZIENEK
MINERALNYCH W KRYNICY-ZDRÓJ W
ZAKRESIE CZĘŚCI DACHU STANOWIĄCEJ
TRZY ODDZIELNE DACHY**

Inwestor: UZDROWISKO KRYNICA – ŻEGIESTÓW S. A,
UL. NOWOTARSKIEGO 9/4
33-380 KRYNICA - ZDRÓJ

Lokalizacja: DZIAŁKA O NR EW. 1926/5 OBRĘB EW. KRYNICA
ZDRÓJ, JEDNOSTKA EW. KRYNICA ZDRÓJ, GMINA
KRYNICA ZDRÓJ, POWIAT NOWOSĄDECKI,
WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE

Jednostka projektowania: KB – PROJEKTY KONSTRUKCYJNE SP. Z O.O.
KRAKÓW, UL. ŁOKIETKA 8C/70

Opracował: **dr inż. Stanisław Karczmarczyk**
upr nr ewid. 224/69

dr inż. Wiesław Bereza
upr nr ewid. 146/2001

Współpraca: inż. Paweł Stężowski

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA:

1.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	4
2.	PODSTAWY OPRACOWANIA	5
3.	EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO.....	6
3.1	OPIS OGÓLNY STANU ISTNIEJĄCEGO.....	6
3.2	PROGRAM BADAŃ	10
3.2.1	BADANIE REZYSTOGRAFEM OPOROWYM	10
3.2.2	BADANIE INWENTARYZACYJNE KONSTRUKCJI	11
3.2.3	BADANIA GEORADAROWE.....	12
3.3	WYNIKI Z BADAŃ	13
3.3.1	WYNIKI BADAŃ REZYSTOGRAFEM OPOROWYM	13
3.3.2	WYNIK BADAŃ TACHIMETRYCZNYCH.....	16
3.3.3	WYNIKI BADAŃ GEORADAROWYCH.....	17
3.4	ANALIZA STANU KONSTRUKCJI	44
3.5	WNIOSKI I ZALECENIA	47
3.6	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA.....	48
4.	PROJEKT BUDOWLANY.....	57
4.1	OPIS OGÓLNY OBIEKTU	57
4.2	PROJEKTOWANE ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO – MATERIAŁOWE.....	58
4.2.1	Założenia projektowe	58
4.2.2	KATEGORIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU	58
4.2.3	Założenia materiałowe.....	58
4.2.4	ZALECENIA WYKONAWCZE.....	59
4.3	Założenia do projektu bioz.....	60
4.4	ANALIZA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWA	61
4.4.1	Obciążenie śniegiem	61
4.4.2	Obciążenie wiatrem.....	62
4.4.3	ANALIZA DLA DACHÓW CZĘŚCI A ORAZ C.....	65

4.4.4	ANALIZA DLA DACHÓW CZĘŚCI B	70
4.4.5	KONSTRUKCJA STROPU PODDASZY	75
5.	SPIS RYSUNKÓW	78
5.1	RYSUNKI DOTYCZĄCE EKSPERTYZY	78
5.2	RYSUNKI DOTYCZĄCE PROJEKTU BUDOWLANEGO	78

1. Cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna oraz projekt remontu konstrukcji dachu oraz konstrukcji wieżyczek budynku Starych Łazienek Mineralnych w Krynicy - Zdroju. Opracowanie ma stanowić wytyczne branży konstrukcyjnej do realizacji zamierzenia w postaci projektu remontu dachu.

Opracowanie zostało wykonane na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej oraz badań elementów i rozwiązań materiałowo - konstrukcyjnych oraz wynikających z tego stosownych analiz. Zakres opracowania obejmuje opis stanu istniejącego przedmiotowych dachów budynku Starych Łazienek Mineralnych w Krynicy - Zdroju. W części opisowej dotyczącej stanu istniejącego przeprowadzono ogólną charakterystykę poszczególnych umownie wyodrębnionych części obiektu oraz dokonano oceny poszczególnych elementów konstrukcyjnych wraz z wnioskami i zaleceniami co do potrzeby i możliwości ich remontu lub zmiany w związku z planowanymi pracami budowlanymi. W dalszej części ekspertyzy zamieszczono dokumentację fotograficzną z wizji lokalnych w zakresie obejmującym przedmiotowe zagadnienie.

Zakres opracowania wykonano w oparciu o zlecenie dostarczone przez Zamawiającego, oględzin obiektu połączonych z ogólną inwentaryzacją konstrukcyjną oraz na podstawie wykonanych pomiarów i badań.

2. Podstawy opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

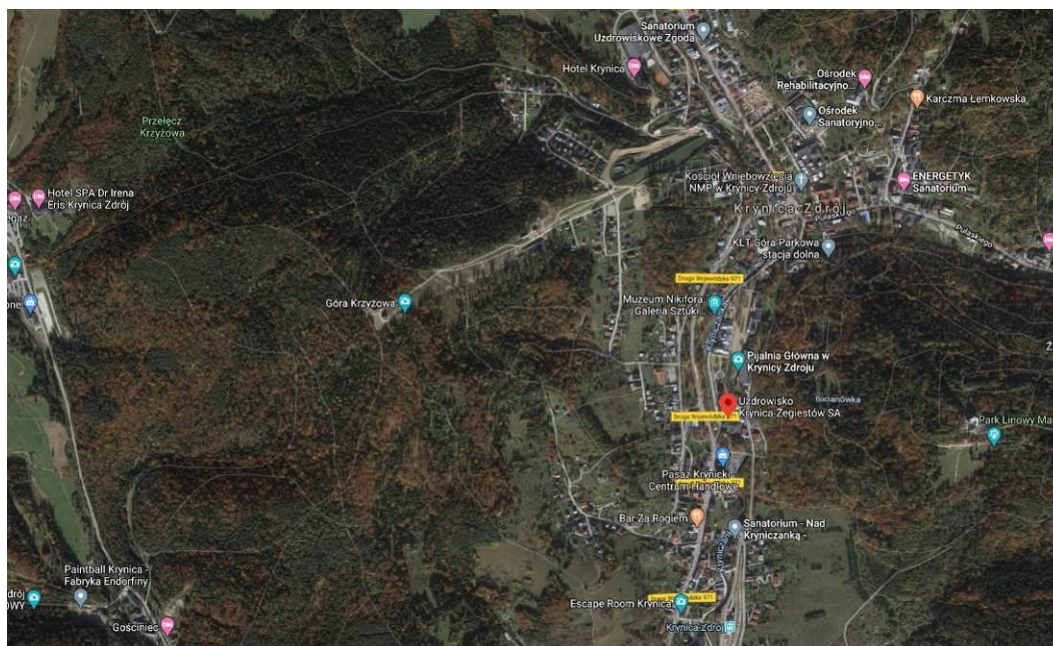
- Umowa na przeprowadzenie prac związanych z rozpoznaniem dachu nad budynkiem Starych Łazienek Mineralnych w Krynicy Zdroju,
- Oględziny obiektu oraz badań poszczególnych elementów konstrukcji przeprowadzone przez autorów opracowania;
- Normy, literatura przedmiotu oraz tablice projektowe:
 - PN-EN 1990: 2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji
 - PN-EN 1991-1-1: 2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje; Część 1-1; Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
 - 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 – Obciążenie wiatru.
 - PN-EN 1996-1-1 + Ap.2013/Ap3: 2016-04 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1. Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
 - PN-EN-1996-2: 2010 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych; Część 2; Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów.
 - PN-EN-1996-3: 2010 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych; Część 3; Uproszczone metody obliczania murowych konstrukcji niezbrojonych.
 - PN-EN 1997-1: 2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne; Część 1; Zasady ogólne. Praca zbiorowa *Poradnik inżyniera i technika budowlanego* ARKADY, Warszawa 1968, W Starosolski *Konstrukcje żelbetowe tom 1 i 2* PWN 2003
 - S. Pyrak *Konstrukcje z betonu cz2. Elementy i ustroje* Wydawnictwa Szkole i Pedagogiczne, Warszawa 1979
 - Z. Wiłun *Zarys geotechniki* Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2000,

Obliczenia statyczne – wytrzymałościowe zrealizowane zostały za pomocą elektronicznych technik obliczeniowych, przy użyciu oprogramowania firmy Autodesk w postaci pakietu Robot Structural Analysis 2014.

3. Ekspertyza stanu technicznego

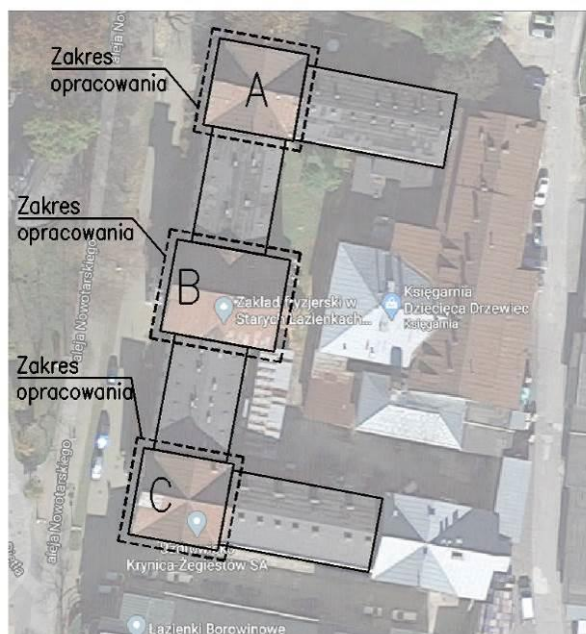
3.1 Opis ogólny stanu istniejącego

Przedmiotem analizy niniejszej ekspertyzy są dachy nad obiektem Starych Łazienek Mineralnych w Krynicy Zdroju. Budynek ten powstał w 1866 roku w oparciu o projekt Feliksa Księżarskiego. Obiekt ten stanowi przykład eklektycznej architektury uzdrowskiej historyzmu. Rzut obiektu ma formę litery „C”. Na rzut składa się główna oś obiektu wraz z dwoma tylnymi skrzydłami. Dodatkowo część frontową podzielono na dwie części, niższe i wyższe. Na końcach oraz w osi symetrii części frontowej uformowano części budynku wraz kondygnacją poddasza oraz wieżby z wieżyczkami. Natomiast części pomiędzy nimi nie posiadają poddasza nad pierwszym piętrem, a jedynie niski dach żelbetowy. Taki zabieg zmiany formy wydzielił trzy bryły znajdujące się w elewacji frontowej, pomiędzy które wpisano niższe budynki stanowiące ich łącznik. Funkcjonalnie budynki są połączone, a wewnątrz podział na części nie jest tak wyraźny. W części środkowej zlokalizowano reprezentacyjny hol wraz z klatką schodową prowadzącą na pierwsze piętro. W częściach bocznych oraz skrzydłach tylnych znajdują się dodatkowe klatki schodowe. Całość uformowano jak trójtraktową, przenikającą się w częściach narożnych. Dwa główne trakty to lokale o zróżnicowanej funkcji, natomiast trakt środkowy to korytarz pełniący funkcję komunikacji pomiędzy poszczególnymi lokalami.



Fot.1. Lokalizacja przedmiotowego budynku. (Maps Google).

Budynki posiadają wyraźny podział na trzy wyższe części i dwie niższe pomiędzy nimi oraz dwie niższe jako tylne skrzydła. Przedmiotem niniejszej ekspertyzy są wieżby drewniane nad trzema wyższymi częściami. Części te posiadają nie tylko wieżby podtrzymujące pokrycie, ale również wychodzące z nich wieżyczki. W części środkowej na wieżyczce znajduje się zegar z tarczami zegarowymi z trzech stron. Dwie z trzech wysokich części posiadają taką samą formę. Poniżej przedstawiono schemat umownego podziału części budynku na potrzeby niniejszej ekspertyzy.



Fot 2. Umowny podział obiektu na potrzeby niniejszej ekspertyzy.

Niniejsze opracowanie obejmuje swym zakresem więźby drewniane oznaczone na powyższym rzucie jako część A, B oraz C. Ocenie podlega więźba dachowa, wraz konstrukcjami wieżyczek oraz strop pod więźbą, zwany dalej jako strop poddasza.



Fot 3. Widok centralnej części więźby w części A.

Część A oraz C to dwa narożne dachy o takiej samej formie i kształcie. Różnicę stanowi tylko przestrzeń poddasza, która została odmiennie zagospodarowana funkcjonalnie. Więźba tych części jest powierzchnia wielopołaciowa o układzie kopertowym opartym na rzucie kwadratu. Układ konstrukcyjny stanowią krokwie oparte na układzie krokwi kosзовych, płatwi i słupów opartych na tramach i ścianach. Stan techniczny więźby można określić jako dostateczny. Więźba podzielona jest na cztery wzajemnie symetryczne części. W kierunku czterech narożników poprowadzono krokwie kosзовe, natomiast w dwusiecznej pomiędzy tymi krokiewiami znajduje się kalenica. Punkt środkowy to

miejsce styku krokwi koszowych oraz kalenic. Punkt ten jest podparty słupem schodzącym do poziomu jętek. W poziomie jętek znajduje się płatew pośrednia podpierająca krokwie. Płatew oparto na układzie słupów. Słupy oparto na układzie obwodowych tramów. Tramasy nie są obciążone w przęsłach, jedynie końce, w miejscu ich oparcia, obciążają je słupami. Stąd wyężenie tramów w takim układzie konstrukcyjnym jest nieznaczne. Pełnią one rolę układu belek stężających i stabilizujących konstrukcję więźby drewnianej. Dodatkowo w płaszczyźnie krokwi koszowych poprowadzono tram, jako przekątną. W połowie długości tego tramu wstawiono słup podpierający krokiew koszową. Na skutek wtórnych działań prowadzonych w obrębie więźby C usunięto te słupy lub wprowadzono zmiany przez które słup ten nie opiera się na tramie. Uszkodzenia konstrukcji więźby są znaczne i na ich skutek, zmianie uległ charakter pracy więźby. Jednak z uwagi na złożony układ i stosunkowo nie wielkie rozpiętości przy zastosowaniu odpowiednich przekrojów, więźba nie wykazuje nadmiernych odkształceń. Więźba A posiada pierwotny układ elementów. Brak ingerencji w konstrukcję zapewnia stateczność całego układu.



Fot 4. Więźba w części B.

Więźba w części B to konstrukcja dachu dwuspadowego, co przedstawia powyższe zdjęcie wraz z konstrukcją wieży zegarowej. Układ krokwi został wsparty na płatwiach pośrednich oraz murlatach. W poziomie płatwi konstrukcję uzupełniono układem jętek. Wiązary pełne w tym układzie konstrukcji posiadają dwa słupy podpierające płatew oraz zastrzały. W jednym z wiązarów zastrzał poprowadzony został to wieszaka, który znajduje się w osi więźby, natomiast w pozostałych zakończony w słupach skrajnych. Słupy oraz zastrzały oparte są na belkach w osi wiązarów. Na skrajach wiązarów umiejscowiono murlaty oparte na zewnętrznej ścianie nośnej. Dodatkowo wzdłuż murlaty została poprowadzona belka, którą połączono z murlatami krótkimi elementami w miejscach oparcia krokwi.



Fot 5. Więżba w części B – belka przy murlacie.

Na jednym z końców dwuspadowej więźby umieszczono konstrukcję wieży waraz z zmechanizmem zegarowym. Konstrukcja wieży została częściowo połączona z konstrukcją więźby. Połowa wieży znajduje się w obrysie ścian zewnętrznych, a połowa została przewieszona poza obrys ścian. Wspornikowo zostały wypuszczone płatwie dachowe, na których wsparto słupy drewniane wieży. Z uwagi na złożony układ wieży o układzie kaskadowym, wprowadzono dodatkowe belki, które zamocowano do jętek i przewieszono poza obrys ścian. Na belkach tych oparto słupy wyższej części wieży. Całość została oszalowana deskami. W ścianach wieży umieszczono tarcze zegarowe. Szersza część wieży została zwieńczona dachem ponad który wychodzą słupy, a na nich umieszczono mniejszą konstrukcję dachu z pokryciem. Części nośne wieży są widoczne z zewnątrz, a tym samym narażone na działanie czynników atmosferycznych.



Fot 6. Więżba w części B – belka przy murlacie.

3.2 Program badań

3.2.1 Badanie rezystografem oporowym

Przeprowadzono badania weryfikacyjne drewna za pomocą rezystografu oporowego IML-RESI.



Technika ta jest wysoce efektywna w badaniu drewnianych konstrukcji zabytkowych. Metoda ta, oparta jest na pomiarze oporu skrawania podczas nawiercania elementu drewnianego. Pozwala to na ujawnienie zmiany gęstości drewna spowodowane destrukcją biologiczną lub wilgotnościową oraz kolejnych przyrostów rocznych. Umożliwia na badanym przekroju drewna wskazać strefy o zmniejszonej wytrzymałości oraz ewentualne ubytki, spękania- szczeliny w materiale. Otrzymane dane pozwalają na ocenę stanu zachowania tkanki drzewnej w przekroju analizowanego drewnianego elementu, skuteczne zdefiniowanie obszaru, który utracił swoją nośność i stateczność lokalną, osłabiając w ten sposób stateczność globalną konstrukcji.

Wiercenia urządzeniem wykonywane jest cienkim elastycznym wiertłem, obracającym się ze stałą prędkością wynoszącą ok. 1500 obrotów na minutę, o średnicy od 1,5 do 3 mm i długości do ok. 300 mm. W przypadku typowych konstrukcji z drewna jest to głębokość wystarczająca. Średnica otworu po wykonanym badaniu jest nie większa niż otwory wylotowe szkodników drewna i z tego względu metodę tę można uznać za quasi-nieniszczącą tj. niemającą wpływu na statykę konstrukcji oraz na estetykę powierzchni. Uzyskane wyniki zostają zapisane (osobno dla każdego punktu pomiarowego) na skalowanym milimetrowo pasku papieru w formie wykresów zależności amplitudy oporu od głębokości odwiertu.

Pomiaru dokonuje się prostopadłe do powierzchni badanego drewna lub pod kątem 45°. Wykres otrzymany jest przy prostopadłym pomiarze jest w skali 1:1. Przy pomiarach pod kątem 45° wykres wykonywany jest także w skali 1:1. Jednakże przy konieczności przetransponowania wyniku pomiaru z 45° na 0° należy otrzymany wykres skalować $1\text{ cm} = 1,41\text{ cm} \sim \sqrt{2}$

Rezultaty uzyskiwane za pomocą badań rezystograficznych pozwalają nie tylko na ocenę zasięgu ewentualnej destrukcji badanego materiału, ale także wstępną ocenę wytrzymałości drewna (tzn. można określić, że badane drewno wykazuje podwyższone, średnie bądź obniżone parametry wytrzymałościowe).

3.2.2 Badanie inwentaryzacyjne konstrukcji

Badanie jest wykonywane przy pomocy tachimetru elektronicznego i polega na pomiarze sytuacyjno-wysokościowym metodą biegunową. Każdy pomiar pozwala określić położenie punktu w układzie XY oraz poprzez niwelację trygonometryczną uzupełnić trzeci wymiar określający położenie danego punktu tj. wysokość. Pomiary tachimetryczne przeprowadza się w oparciu o osnowy geodezyjne czyli punkty o znanych współrzędnych XY jak i również znanych wysokościach H lub w oparciu o robocze osnowy zakładane zwykle na potrzeby jednego obiektu i nienawiazane do osnowy krajowej, przez co nie można pomiarów osadzić na mapie. Z uwagi na dokładność pomiarów tachimetria stanowi podstawowy sposób określania położenia punktów poprzez pomiary sytuacyjno – wysokościowe. W przypadkach gdy nie ma potrzeby oznaczania położenia XY punktu do pomiaru różnic wysokości stosuje się niwelację optyczną polegającą na wyznaczaniu różnicy poziomów pomiędzy poszczególnymi punktami. Warunki dokładnościowe wykonywania tachimetrii zostały określone w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 9 listopada 2011 roku (Dz. U. z2011 r. Nr 263, poz 1572).

Pomiary sytuacyjno - wysokościowe budynku przeprowadzono przy pomocy certyfikowanego tachimetru elektronicznego 2LS model CYGNUS KS-102, z pomiarem dokładności dla pomiaru kąta $\pm 2''$, a dokładności pomiaru odległości $\pm 2 \text{ mm} + 2 \text{ mm/km}$. Instrument posiada aktualne świadectwo rektyfikacji z dnia 30.09.2019 r., które jest dostępne w dokumentach własnych firmy KB – Projekty Konstrukcyjne sp. z o. o.



3.2.3 Badania georadarowe

Zasada działania badań urządzeniem w postaci georadaru opiera się na metodzie pomiaru elektromagnetycznego o częstotliwości z zakresu krótkich do ultrakrótkich fal radiowych. Istotą metody działania urządzeń tego typu jest emisja i odbiór impulsów elektromagnetycznych, dlatego też każde urządzenie jest wyposażone w dwie anteny. Jedna antena typu nadawczego i druga typu odbiorczego. Antena nadawcza ma za zadanie emitowanie fal w głąb analizowanego ośrodka, które rozchodząc się ulegają odbiciu, załamaniu i tłumieniu. Natomiast zadaniem anteny odbiorczej jest rejestracja w formie cyfrowej obrazu zniekształconego przez zmiany właściwości dielektrycznych elementów znajdujących się w badanym ośrodku. Przetwarzanie takich danych pomiarowych odbywa się z wykorzystaniem oprogramowania, które pozwala uzyskać obraz w postaci echogramu, czyli zapisu tego co antena odbiorcza zarejestrowała z fal wysłanych przez antenę nadawczą. Forma echogramu przypomina przekrój przez badany ośrodek, ponieważ osią odciętych jest pokonany dystans, a rzędnych głębokość na jaką fala została zimplementowana. Jedną z zalet badań georadarowych jest fakt, iż badania te są badaniami bezinwazyjnymi.

Zastosowane urządzenie to StructureScan Mini XT. Producent określa, iż urządzenie przeznaczone jest głównie do lokalizowania prętów zbrojeniowych, przepustów, prętów sprężających, przewodów elektrycznych, pustek oraz wyznaczania grubości płyt betonowych, jednak z uwagi na szerokie spectrum stosowania metody georadarowej do badania różnych ośrodków i anomalii materiałowych, urządzenie można wykorzystywać do szerszego zakresu badań.

Urządzenie wykorzystywane do badań posiada następujące parametry:

- antena o częstotliwości 2,7GHz
- głębokość penetracji do 50cm

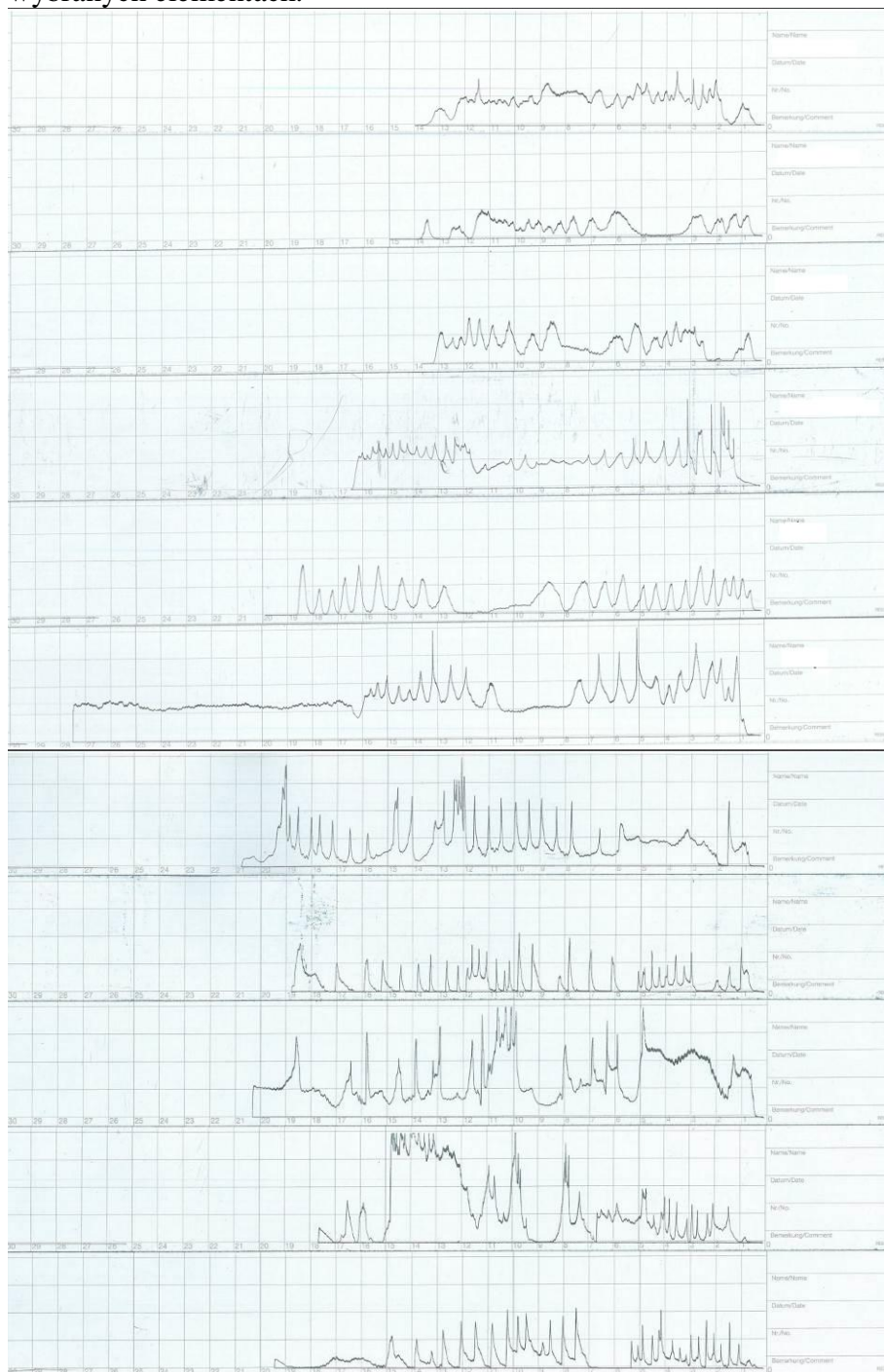


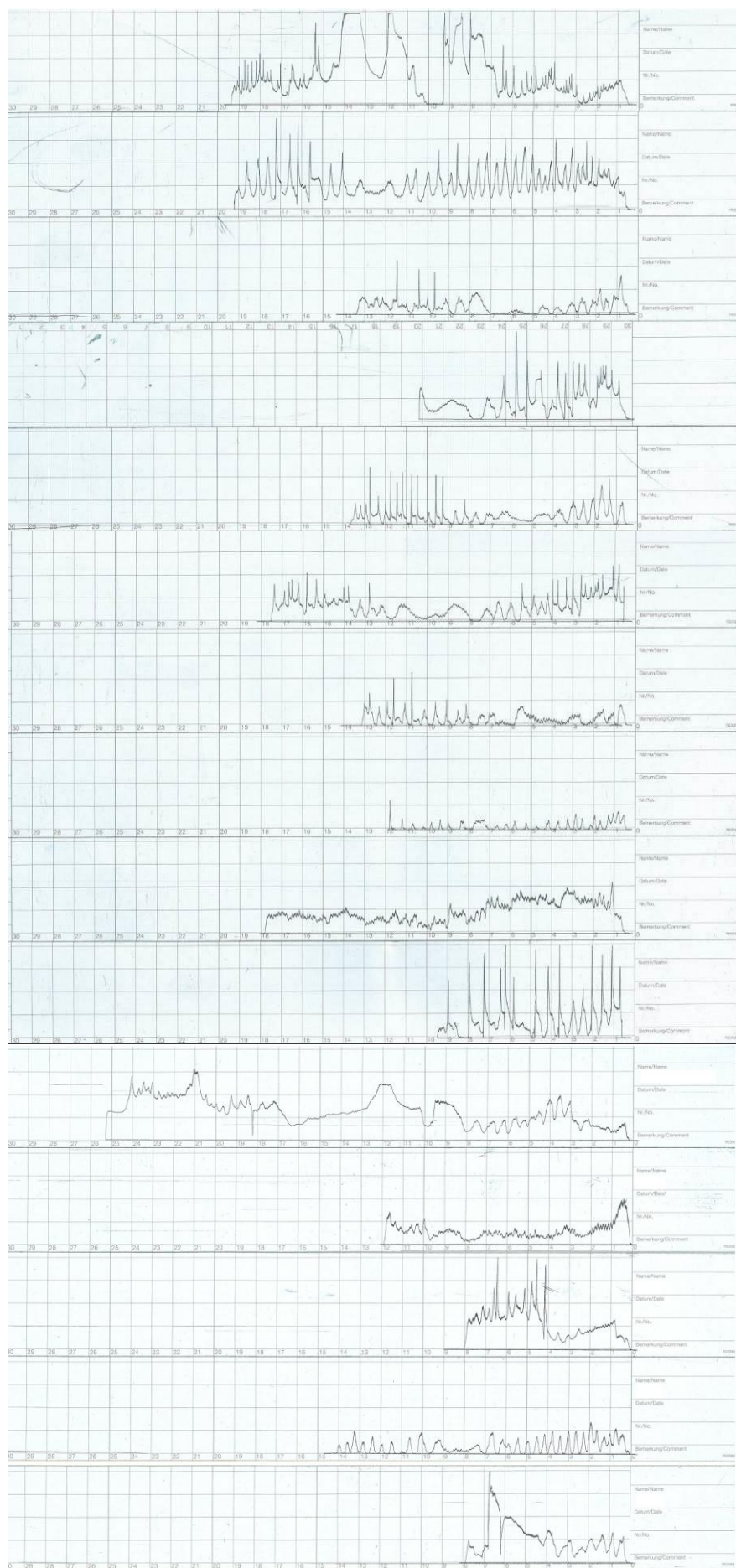
3.3 Wyniki z badań

3.3.1 Wyniki badań rezystografem oporowym

Wyniki przewierceń urządzeniem typu RESI i ich interpretacja:

Do opracowania dołączono 26 zapisów oporu wiercenia urządzeniem w losowo
wybranych elementach.





Analiza zapisów oporu wiercenia wskazuje na występowanie strukturalnych uszkodzeń drewna w następstwie korozji biologicznej. Zróżnicowanie oporów wiercenia odwzorowuje strukturę słoików i różnice wytrzymałości bielastej części przekroju w stosunku do jego twardzielowej części. Średnie wartości oporów skrawania nie przekraczają 25% przedziału oporów przewidzianych w urządzeniu pomiarowym, co oznacza, że użyto słabego drewna o niskich cechach wytrzymałościowych.

Na podstawie oceny makroskopowej i analizy wyników RESI drewno więźby dachowej zostało zakwalifikowane do niskiej klasy wytrzymałościowej drewna iglastego tj. C20.

3.3.2 Wynik badań tachymetrycznych

Poniżej zamieszczono wyniki z badań według standardu opisanego w punkcie 4 niniejszej ekspertyzy, opracowane i zebrane w celu przedstawienia i umożliwienia wykonania analizy istniejącego układu konstrukcyjnego oraz poszczególnych elementów.

Ugięcia i przemieszczenia konstrukcji zostały pomierzone i uwzględnione jako geometria rzeczywista wynikająca z utwalonych odkształceń.

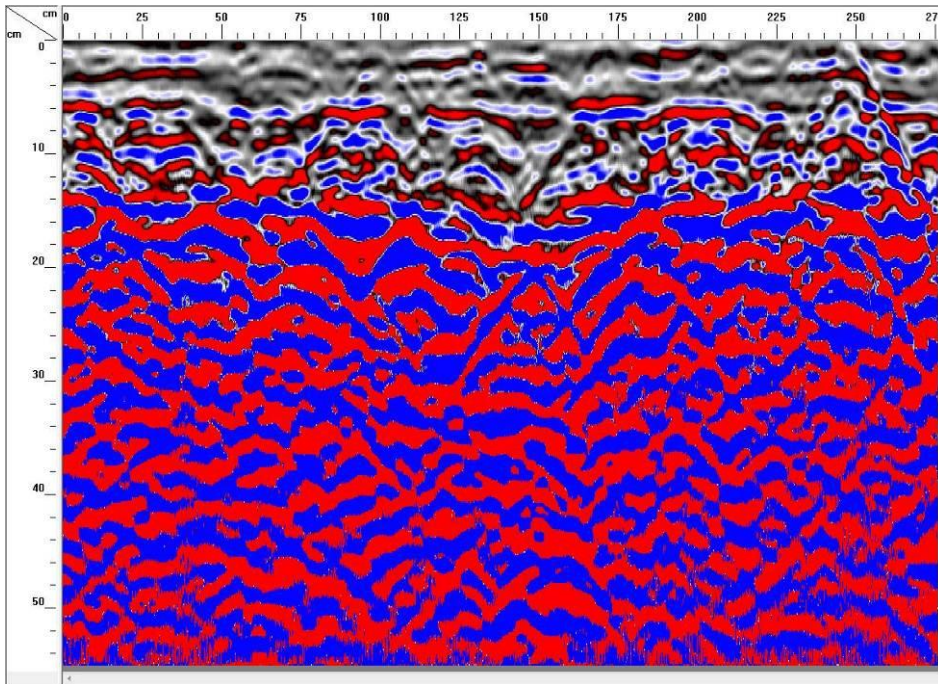


3.3.3 Wyniki badań georadarowych

W trakcie badań wykonano trasy georadarowe. Na podstawie pomierzonych wartości anomalii otrzymano echogramy, a następnie przedstawiono je w dalszej części opracowania.

Lokalizacje poszczególnych miejsc sondowań georadarowych oznaczono na rysunkach stanowiących załącznik do niniejszej ekspertyzy.

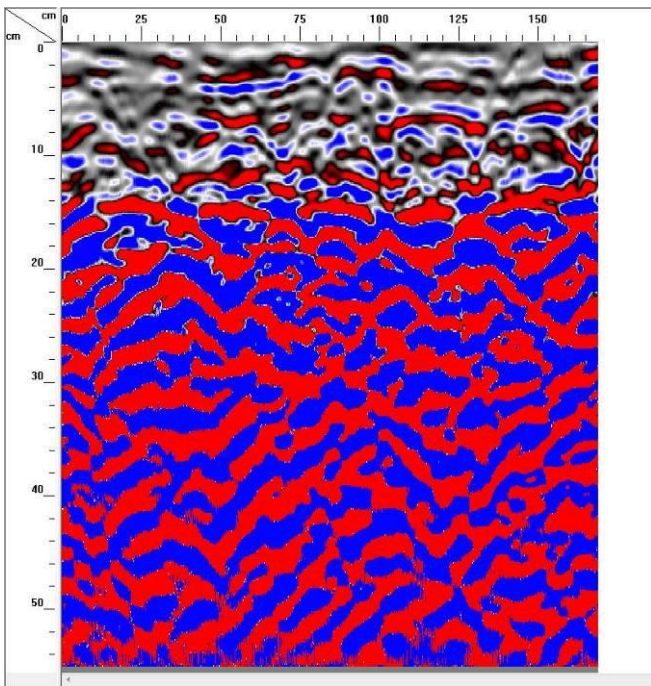
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_5	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

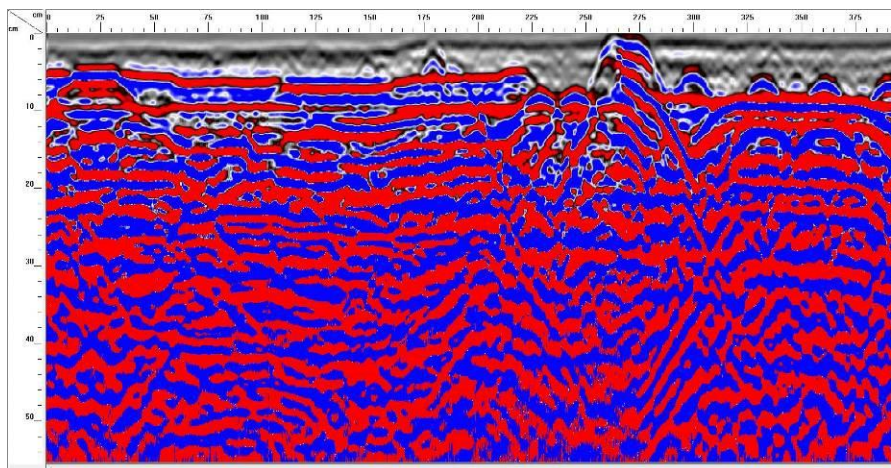
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_6	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

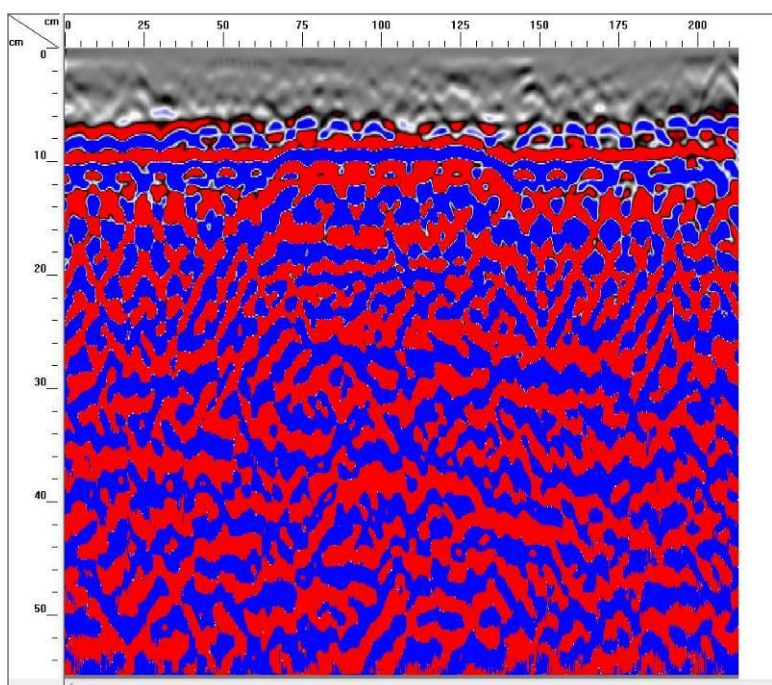
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_8	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

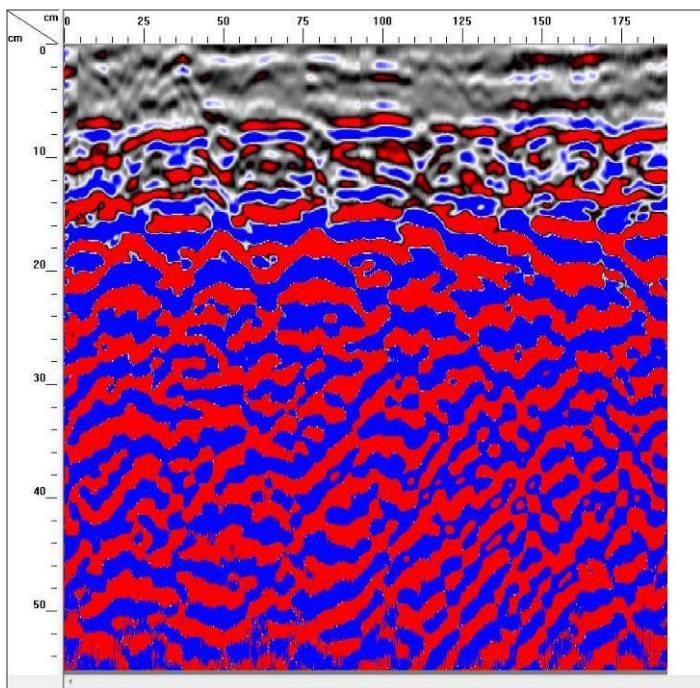
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_9	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_10	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



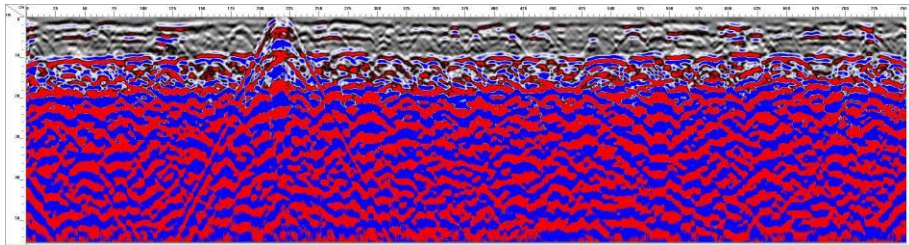
<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

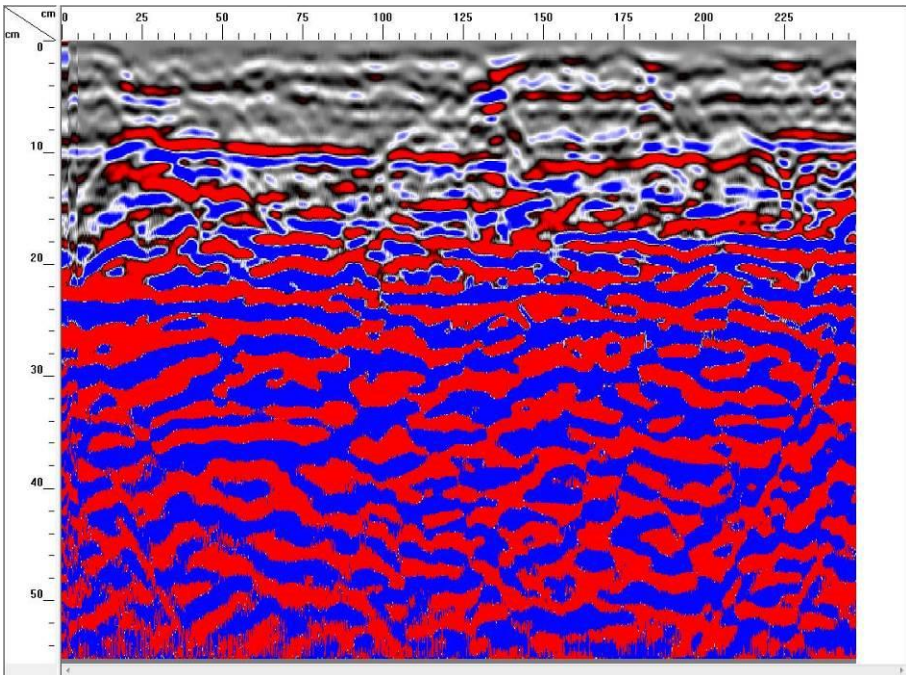
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_11	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_17	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.</p>			

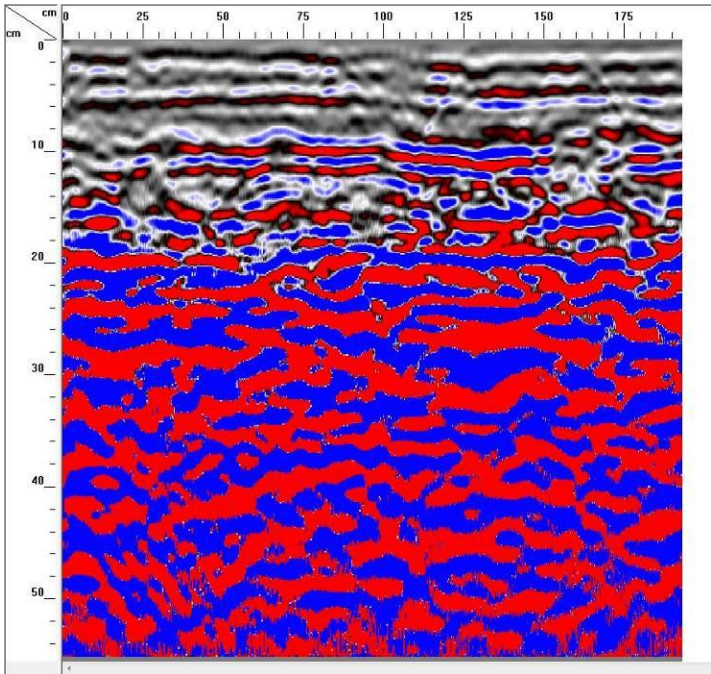
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_18	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

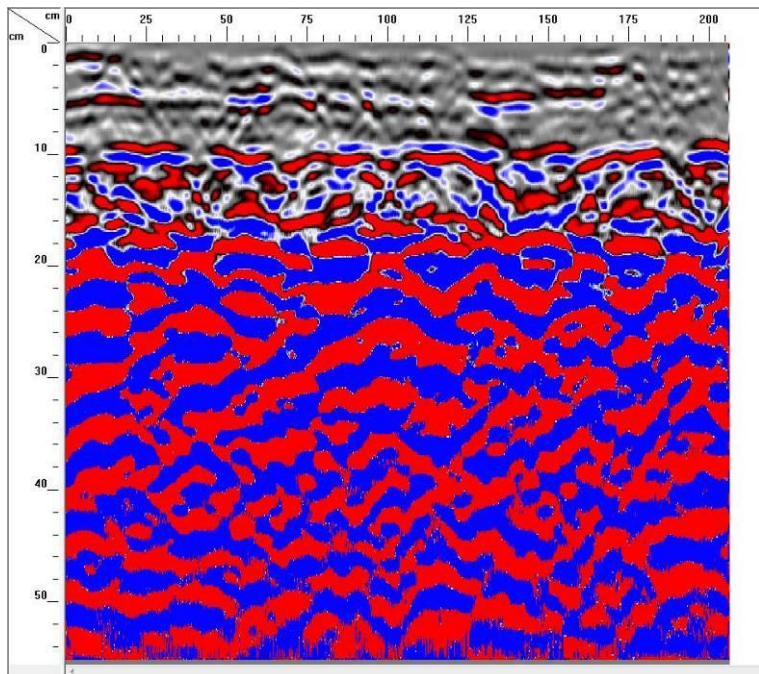
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_19	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_20	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

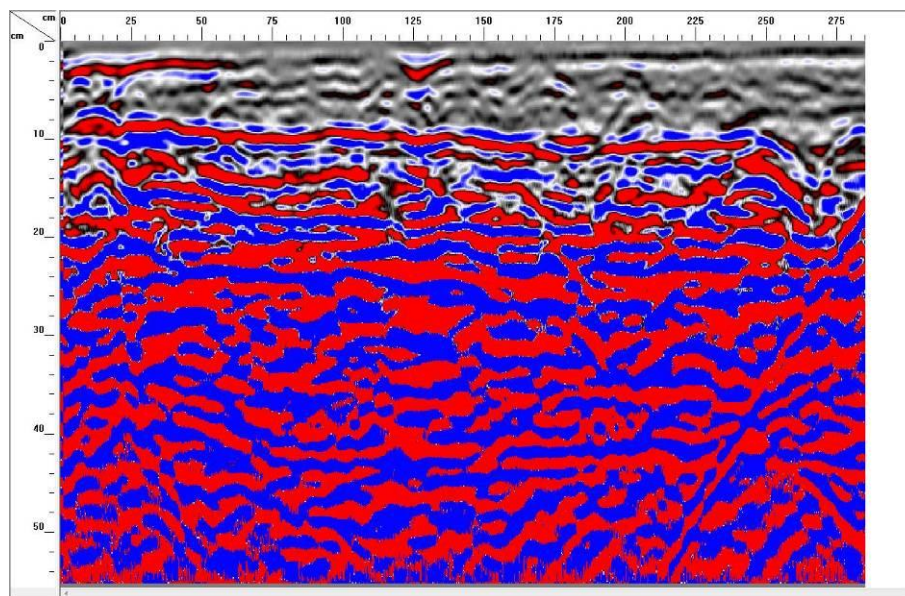


<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową

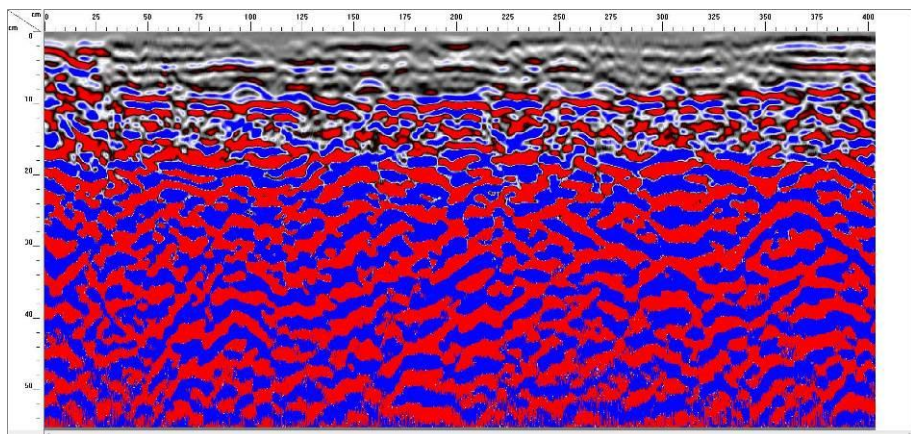
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_21	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



Opis pomiaru

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układy pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

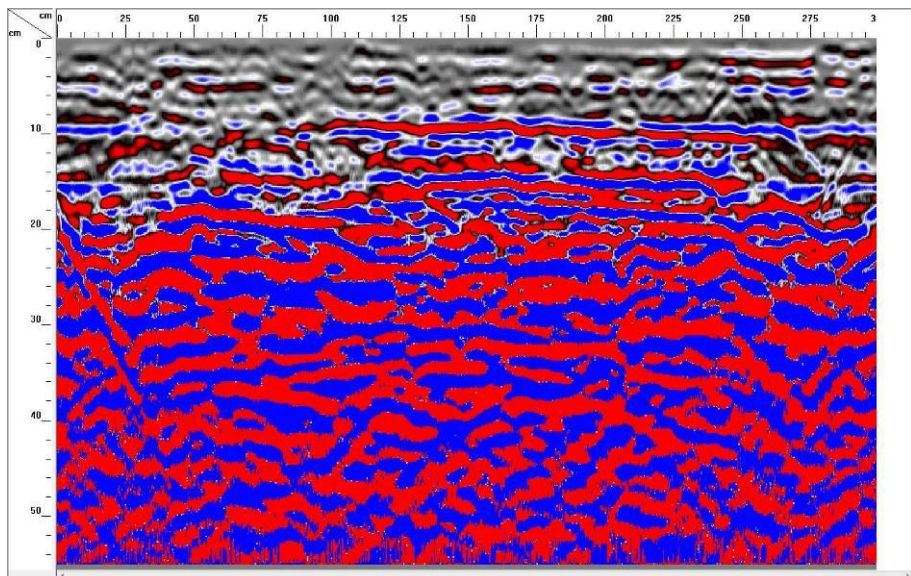
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_22	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

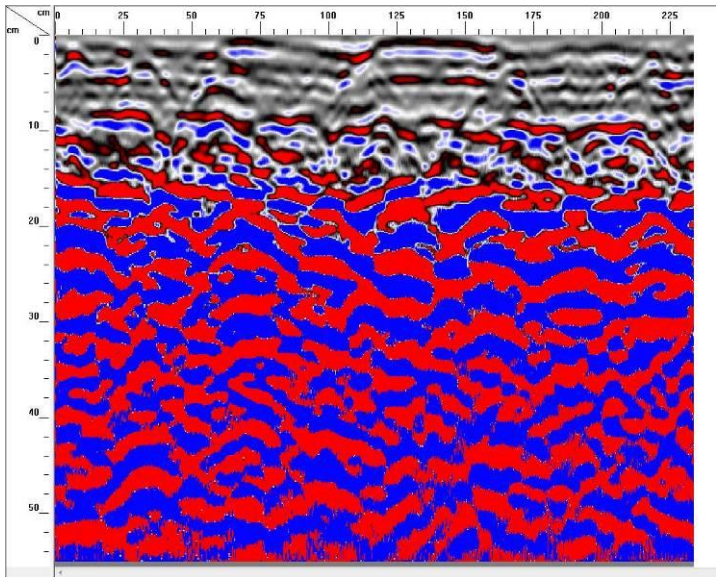
Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzający się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

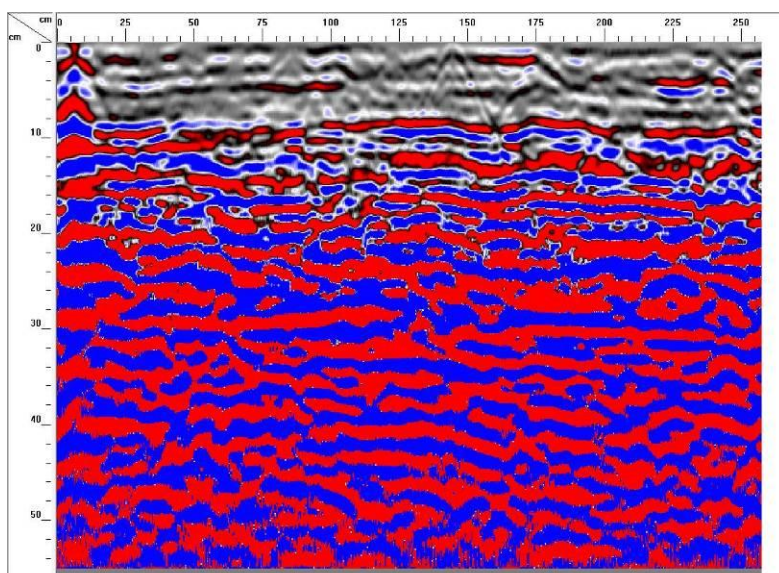
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_23	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



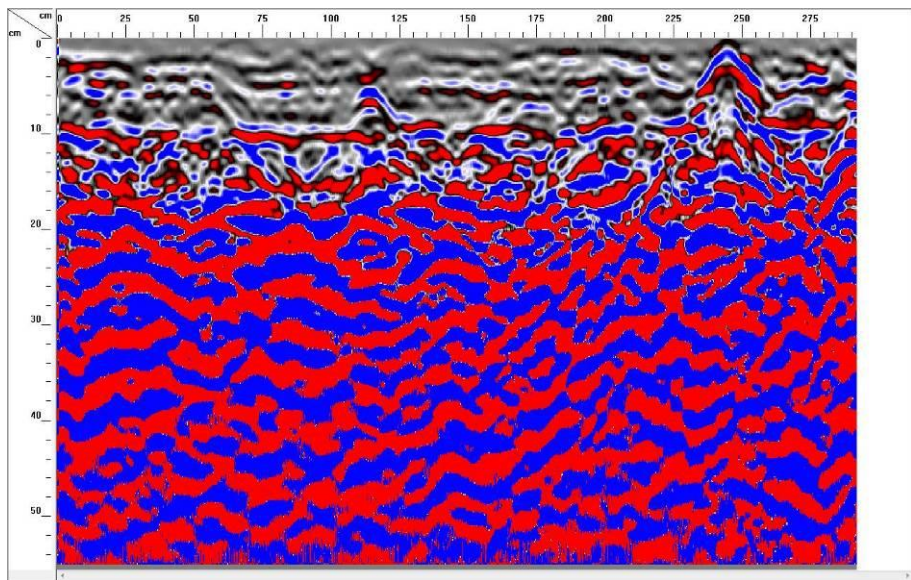
<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_24	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.</p>			

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_25	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.</p>			

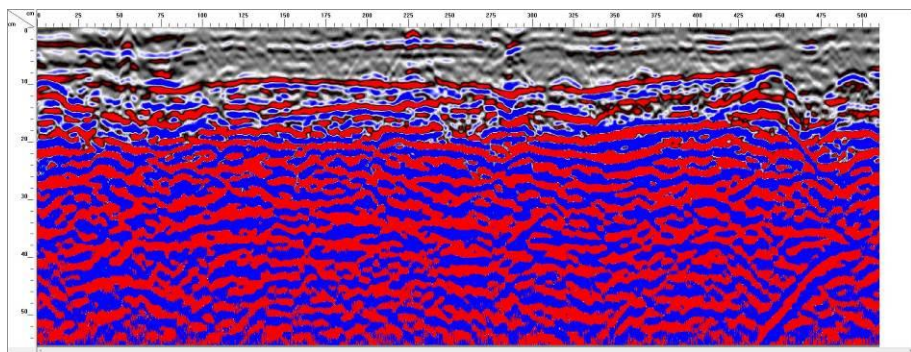
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_26	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

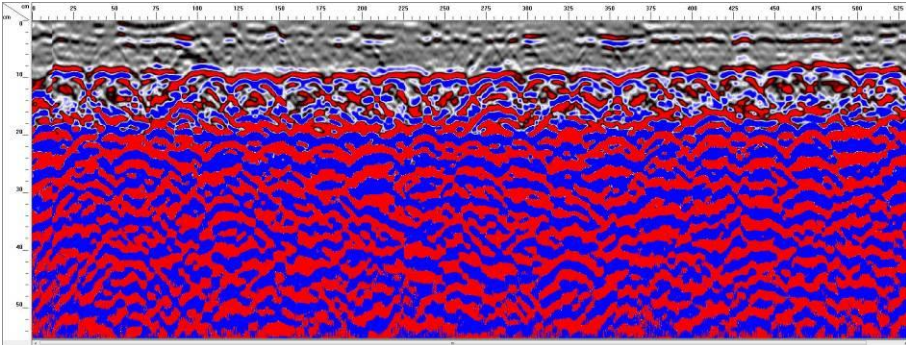
Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_29	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



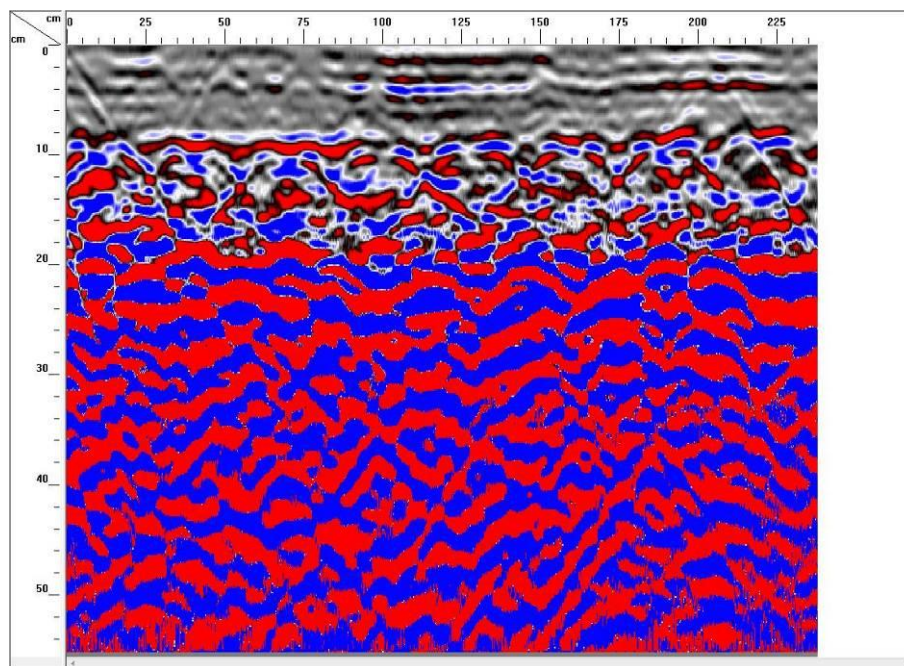
<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_30	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.</p>			

Badanie podłoża metodą georadarową

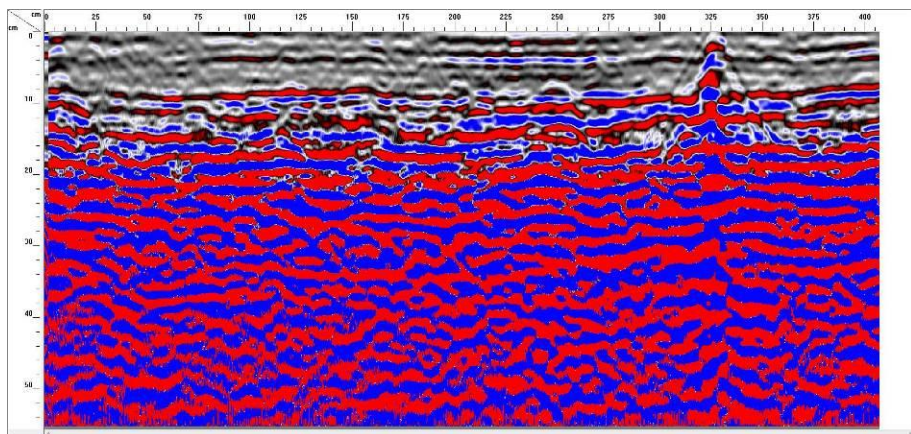
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_31	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



Opis pomiaru

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układy pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

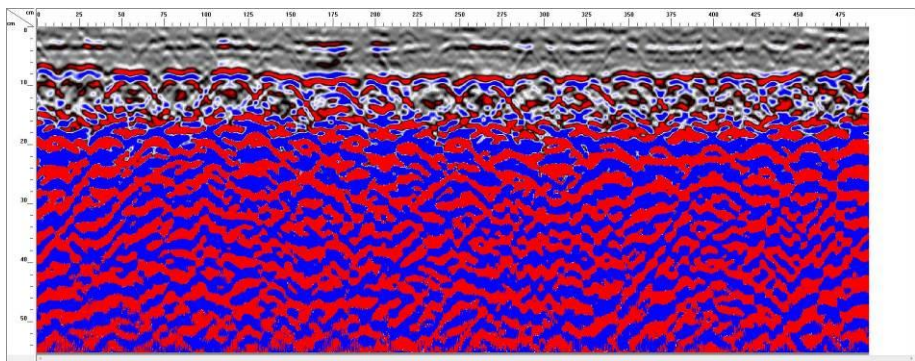
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_32	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



<u>Opis pomiaru</u>

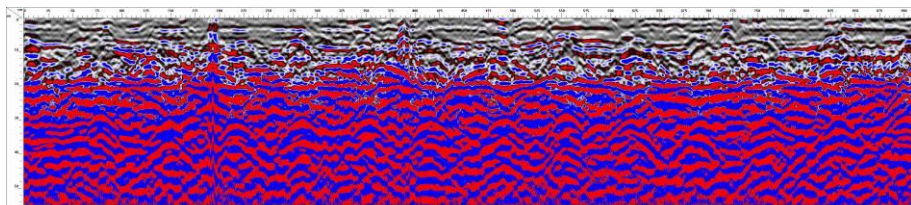
Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_33	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

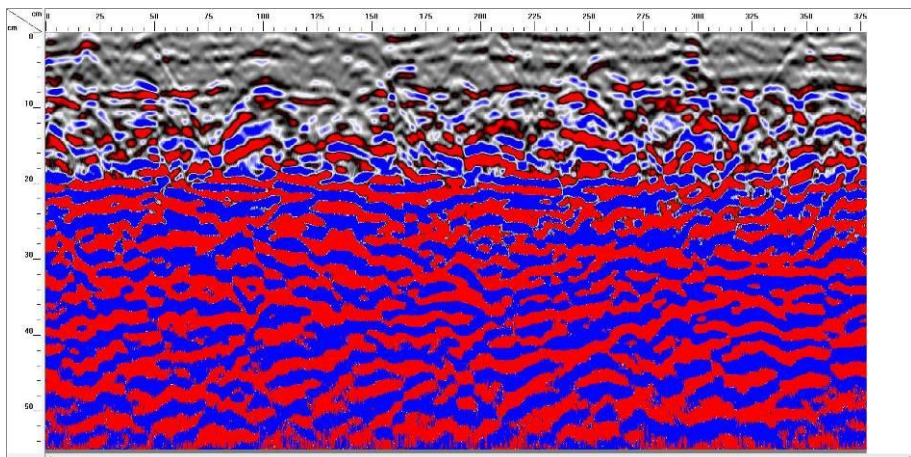


<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

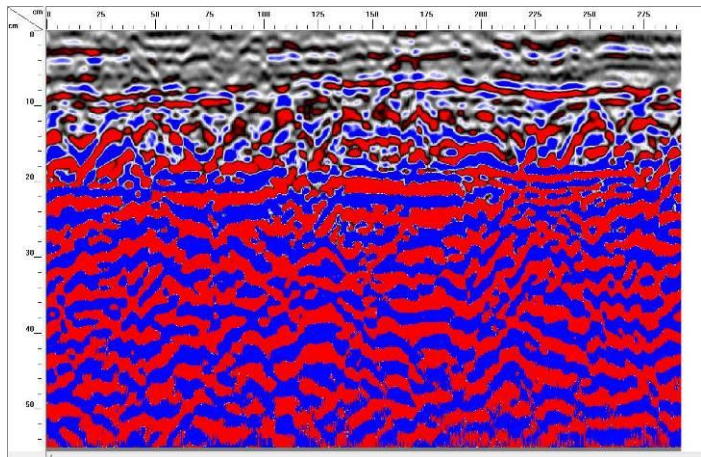
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_35	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.</p>			

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_36	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

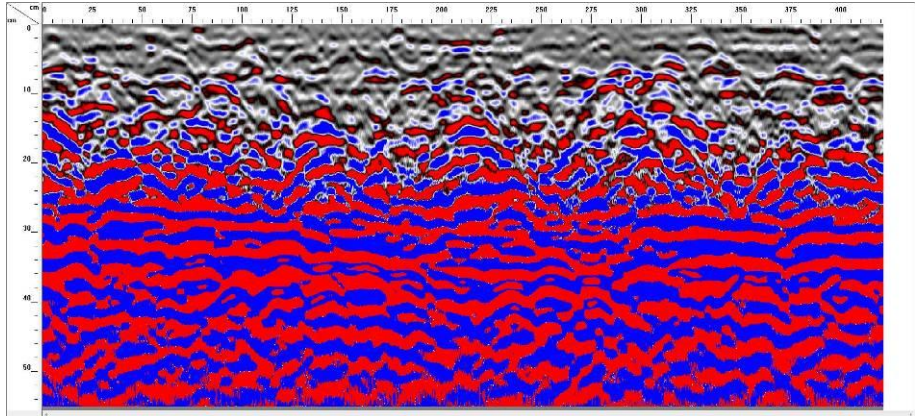


<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

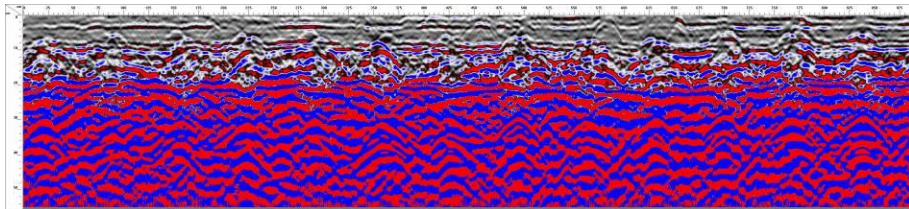
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_37	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.</p>			

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_38	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



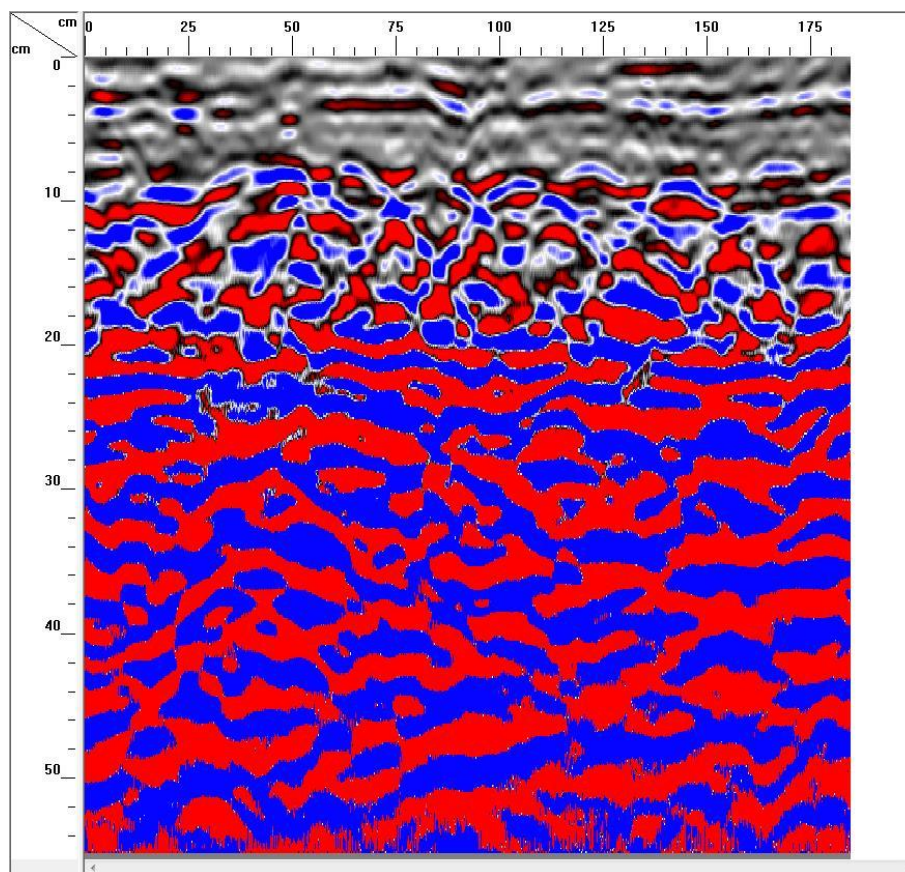
<u>Opis pomiaru</u>

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_39	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.</p>			

Badanie podłoża metodą georadarową

Lokalizacja	Poddasze	Data pomiaru	21.08.2020
Nazwa obiektu	Stare Łazienki Mineralne	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_40	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

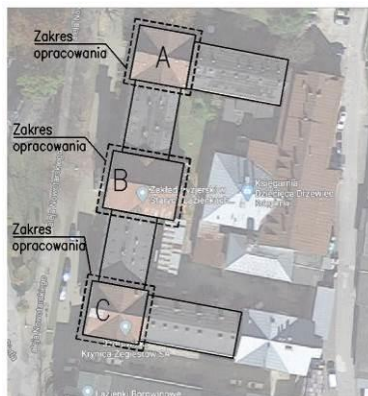


Opis pomiaru

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu poddasza w budynku Starych Łazienek Mineralnych. W pierwszej części echogramu widać nadbeton. W dalszej części powtarzające się rytmicznie układ pustek potwierdzający strop gęstożebrowy typu Ackerman.

3.4 Analiza stanu konstrukcji

Przeprowadzone rozpoznanie konstrukcji więźb drewnianych w Starych Łazienkach w Krynicy – Zdroju umożliwiło ocenę tych elementów jako dostatecznych z konstrukcyjnego punktu widzenia. Na ocenę tą wpływa zarówno stan ogólny jak stopień zużycia i uszkodzeń poszczególnych części i elementów. Dachy A, B oraz C stanowią trzy odrębne więźby drewniane z których każda dodatkowo posiada wieżyczki drewniane z pokryciem. Więźba A oraz C posiadają podobny układ wielopiętrowy oparty na rzucie kwadratu. Więźba B to więźba dwuspadowa z lukarnami oparta na rzucie prostokąta.



Więźba w części A więźba znajduje się w stanie dostatecznym. Zachowane są wszystkie elementy więźby. Brak istotnych z punktu widzenia konstrukcyjnego uszkodzeń konstrukcji. Wzajemne położenie wszystkich elementów jest poprawne, jedynie słup w okolicy wieżyczki posiada nieznaczne przemieszczenie w węzle górnym, co objawia się odsłonięciem gniazda połączenia na czop. Pozostałe elementy nie posiadają nadmiernych odkształceń, ani uszkodzeń mechanicznych przekroju. Więźba pracuje w sposób poprawny i nie wykazuje braków nośności, ani nie wskazuje by stan graniczny użytkowności został przekroczony. Pokrycie więźby jest skorodowane i zużyte. Liczne odkształcenia blachy na rąbek stojący, którą jest pokryty dach oraz rozległa korozja stali klasyfikują ten element do wymiany. Lokalnie z uwagi na korozję i stan pokrycia, występuję nieznaczne lokalne przecieki, które zawilgacają deskowanie. Skutkiem tego są przebarwienia i oznaki korozji biologicznej na deskowaniu widoczne od strony poddasza. Jednak z uwagi na niezabudowaną przestrzeń poddasza, więźba jest dość sprawnie wentylowana.

Więźba w części B to dach dwuspadowy z wieżyczką w której znajduje się mechanizm zegarowy. Więźba ta znajduje się w dostatecznym stanie technicznym. Poszczególne elementy nie wykazują oznak utraty nośności ani przekroczenia stanów granicznych użytkowności. Przestrzeń poddasza jest czysta i dobrze wentylowana co znacząco poprawia stan zachowania więźby z uwagi na korozję biologiczną. Lokalnie występuję nieznaczne zawilgocenia wynikające ze stanu pokrycia dachowego. Pokrycie dachowe z blachy na rąbek stojący znajduje się w niezadowolającym stanie technicznym. Pokrycie jest elementem zużytym i skorodowanym. Lokalnie odkształconym. Taki stan wpływa na szczelność i nie gwarantuje poprawnej pracy zwłaszcza w przypadku intensywnych opadów. Konstrukcja wież zegarowej wykazuje liczne cechy zużycia technicznego. Jest to spowodowane głównie faktem iż elementy konstrukcji nie są osłonięte od czynników atmosferycznych i są narażone na cykliczne zawilgacanie. Skutkuje to rozległą korozją biologiczną oraz rozluźnieniem w miejscach połączeń poszczególnych elementów. Przestrzeń pomiędzy elementami nośnymi została wypełniona poprzez

zastosowanie deskowania. Posiada ono liczne cechy zużycia technicznego. Są to głównie efekty zsychania, które skutkują powstawaniem szczelin pomiędzy poszczególnymi elementami i pęknięciami wzdłuż elementu.

Na podstawie przeprowadzonych oględzin, stwierdza się iż więźba C znajduje się w najgorszym stanie technicznym. Stan konstrukcji więźby z punktu widzenia autorów opracowania jest niezadowalający. Na ocenę tą wpływają również jak poprzednio, zużycie poszczególnych elementów konstrukcji, zużyte pokrycie dachowe z blachy oraz lokalne nieszczelności i związane z nimi przecieki. Więźba ta jest bardziej porażona przez korozję biologiczną oraz w większym stopniu uszkodzona mechanicznie. Uszkodzenia mechaniczne to w zdecydowanej większości wpływ prac prowadzonych w obrębie poddasza i więźby, jak również skutki tych działań. Uszkodzenia powstałe na etapie działań to głównie lokalne wycięcia elementów drewnianych więźby. Wycięcia te zostały wykonane poprzez częściowe nacięcie belek nośnych, bądź całkowite ich wycięcie. Usunięte zostały słupy podpierające krokwie koszowe. Lokalnie zostały usunięte również tramy. Na skutek tych działań powstały odkształcenia na pozostawionych elementach, głównie słupach skrajnych podpierających krokwie koszowe. Słupy te uległy odkształceniu i ich przemieszczeni spowodowało rozszczelnienie pokrycia dachowego. Skutkuje to obecnie rozległą i intensywną korozją biologiczną drewna. Stopień skorodowania w tych węzłach jest na tyle znaczny, że w stanie obecnym elementy te nie stanowią podparcia dla konstrukcji więźby. Krokiew koszowa wspiera się na krokwiach skrajnych, które leżą na ścianach szczytowych. Postępująca korozja może doprowadzić do wzrostu odkształceń konstrukcji więźby, a to może skutkować wystąpieniem większych rozszczelnień pokrycia dachowego i bardziej intensywnym zawilgacaniem konstrukcji więźby, ale również konstrukcji ścian i stropów.

W ogólnej ocenie więźby należy określić jako elementy bezpieczne i niezagrożące bezpieczeństwu użytkowników budynku jak osób postronnych. Jednak z uwagi na wysoki stopień zużycia technicznego, zwłaszcza pokrycia dachowego, stan ten może ulec zmianie. Degradacja poszczególnych elementów zależy głównie od szczelności pokrycia. Wzrost zawilgocenia konstrukcji więźby może znacząco przyspieszyć proces korozji biologicznej drewna. W ramach prac związanych z remontem więźby, zaleca się usunięcie skorodowanych części elementów więźb i wieżyczek i zastąpienie nowymi odpowiednio zaimpregnowanymi. Zalecenia te dotyczą jednak głównie więźb A i B. Więźbe C, z uwagi na liczne odkształcenia wynikłe z uszkodzeń mechanicznych poszczególnych elementów, oraz lokalną zmianę pracy więźby zaleca się rozebrać i odtworzyć. Rozbiórka i odtworzenie winno obejmować również naprawę wierzchniej części murów, które uległy degradacji. Miejsca te to głównie narożniki, w których wsparto krokwie koszowe. Intensywny napływ wody uszkodził nie tylko elementy więźby, ale również przylegający mur. Skutkiem tego są również powstałe odkształcenia więźby, w skali uniemożliwiającej skorygowanie.

Planowany remont związany z naprawą istniejącego dachu winien obejmować prace prowadzące do usunięcia miejsc w których występuje korozja biologiczna, oraz zabezpieczeniu elementów, które mimo upływu lat znajdują się w dostatecznym stanie technicznym. Całość konstrukcji więźby należy oczyścić i zabezpieczyć odpowiednimi środkami do impregnacji więźby. Lokalnie wykryte zostały miejsca występowania drewnojadów, głównie spuszczela pospolitego. Należy przewidzieć możliwość usunięcia takich pojedynczych elementów i zabezpieczenie odpowiednimi środkami pozostałych, tak by zerowanie tego szkodnika nie przeniosło się na elementy obecnie nie porażone. W przypadku więźby C, należy zastosować drewno zabezpieczone i impregnowane. Z uwagi na

występujące elementy instalacji wentylacyjnych w obrębie poddasza więźby C, niemożliwym jest przywrócenie więźby do stanu pierwotnego. Stąd projekt remontu winien obejmować wprowadzenie takich przekrojów i elementów konstrukcji więźby, by zostało zachowane bezpieczeństwo konstrukcji.

Prace remontowe winny obejmować również wymianę instalacji odgromowej, jak również system rynien i wpustów. W obecnym stanie system rynien i wpustów znajduje się w złym stanie technicznym. Poszczególne elementy systemu są odkształcone i nie spełniają swojego zadania w sposób poprawny. Konsekwencją tego jest brak wymaganej sprawności, co skutkuje nieuregulowanym wpływem wody pochodzenia opadowego. Część wody spływa bezpośrednio na ściany budynku i otaczający teren.

3.5 Wnioski i zalecenia

Przeprowadzone rozpoznanie konstrukcji istniejących więźb dachowych oraz ocena ich stanu zachowania pozwalają na przedstawienie następujących wniosków oraz zaleceń:

- a) Stan techniczny istniejącego więźb drewnianych należy ocenić jako dostateczny, a lokalnie jako niezadowalający. Na ocenę tą wpływa głównie stan zachowania konstrukcji. Zdecydowana większość elementów nie posiada uszkodzeń mogących wpływać na poprawność pracy konstrukcji. Jednak podczas prowadzenia prac w latach 60 – 70 ubiegłego wieku, dokonano trwałego uszkodzenia więźby, nie stosując przy tym działań naprawczych.
- b) Konstrukcja więźby w części A posiada poprawny układ konstrukcyjny. Elementy więźby nie wykazują nadmiernych odkształceń. Nie posiadają również oznak utraty zapasów nośności. Ogólnie stan konstrukcji można określić jako zużyty, jednak zachowany jako poprawny, bez większych uszkodzeń.
- c) Więźba w części B to konstrukcja więźby dwuspadowej z dwoma lukarniami i wieżą. Elementy więźby nie wykazują oznak nadmiernego zużycia. W ramach realizacji prac remontowych wprowadzone zostały dodatkowo elementy zabezpieczające konstrukcję wieży zegarowej. Stan zachowania elementów należy określić jako dostateczny.
- d) Konstrukcja więźby w części C jest konstrukcją ocenioną przez autorów jako najbardziej negatywnie. Na ocenę tą składa się głównie sposób realizacji wtórnych prac instalacyjnych, który poczyniono dość istotnie ingerując w konstrukcję więźby bez wprowadzania rozwiązań zastępczych lub uzupełniających. Liczne przecięcia elementów nośnych, uszkodzenia podparć, wycięcia w belkach. Takie działania znacząco zagrażają bezpieczeństwu konstrukcji i utrudniają dystrybucję sił poprzez odpowiednie elementy na ściany nośne.
- e) Pokrycie dachów wykonano z blachy płaskiej na rąbek stojący. Pokrycie to posiada wysoki stopień zużycia technicznego. Liczne odkształcenia oraz ogniska korozji wpływają na szczelność pokrycia. Wpływa to na stan techniczny konstrukcji więźby drewnianej, która lokalnie wykazuje nadmierne zawilgocenie, co przekłada się na rozwój korozji biologicznej i trawale, nieodwracalne uszkodzenia.
- f) Obróbki blacharskie posiadają uszkodzenia wymagające naprawy z uwagi na niepoprawne odprowadzanie wody pochodzenia opadowego. Poprawnie wykonana i utrzymane obróbki blacharskie zapewniają długoletnie zabezpieczenie więźby przed opadami atmosferycznymi w miejscach wrażliwych na zawilgocenie.
- g) Zużycie techniczne wykazuje również stan techniczny rynien i rur spustowych. Poprawna praca tego systemu oraz jego drożność zapewnia odpowiednie odprowadzenie wody pochodzenia opadowego z połaci dachu i zabezpiecza konstrukcję budynku przed zawilgoceniem.

3.6 Dokumentacja fotograficzna



Fot.7 Widok ogólny przedmiotowych dachów



Fot.8. Dach części A



Fot.9. Dach części A



Fot.10. Dach części A



Fot.11. Dach części B



Fot.12. Dach części B



Fot.13. Wieżyczka na dachu C



Fot.14. Połąć dachu C



Fot.15. Konstrukcja więźby dachu C



Fot.16. Wycięcie tramu – dach C



Fot.17. Wycięcie tramu – dach C



Fot.18. Korozja biologiczna – dach C



Fot.19. Konstrukcja dachu – dach C



Fot.20. Konstrukcja dachu – dach B



Fot.21. Wycięcie tramu – dach B



Fot.22. Konstrukcja dachu – dach A



Fot.23. Konstrukcja dachu – dach A



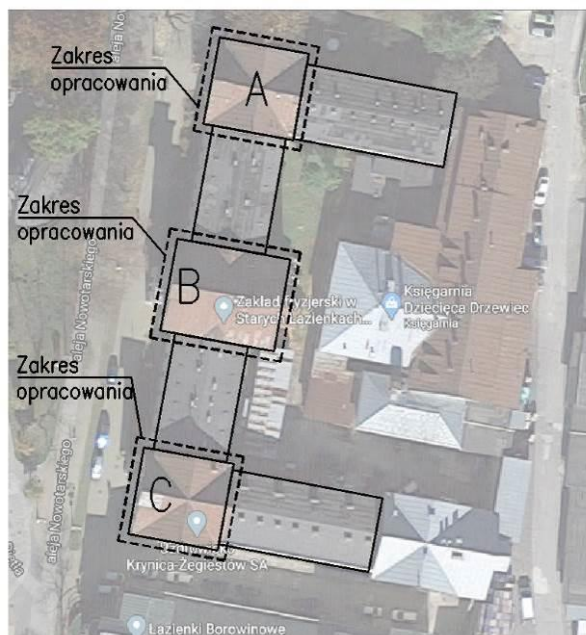
Fot.24. Konstrukcja dachu – dach A

4. Projekt Budowlany

4.1 Opis ogólny obiektu

Przedmiotem analizy niniejszej ekspertyzy są dachy nad obiektem Starych Łazienek Mineralnych w Krynicy Zdroju. Budynek ten powstał w 1866 roku w oparciu o projekt Feliksa Księżarskiego. Obiekt ten stanowi przykład eklektycznej architektury uzdrowskiej historyzmu. Rzut obiektu ma formę litery „C”. Na rzut składa się główna oś obiektu wraz z dwoma tylnymi skrzydłami. Dodatkowo część frontową podzielono na dwie części, niższe i wyższe. Na końcach oraz w osi symetrii części frontowej uformowano części budynku wraz kondygnacją poddasza oraz wieżby z wieżyczkami. Natomiast części pomiędzy nimi nie posiadają poddasza nad pierwszym piętrem, a jedynie niski dach żelbetowy. Taki zabieg zmiany formy wydzielił trzy bryły znajdujące się w elewacji frontowej, pomiędzy które wpisano niższe budynki stanowiące ich łącznik. Funkcjonalnie budynki są połączone, a wewnątrz podział na części nie jest tak wyraźny. W części środkowej zlokalizowano reprezentacyjny hol wraz z klatką schodową prowadzącą na pierwsze piętro. W częściach bocznych oraz skrzydłach tylnych znajdują się dodatkowe klatki schodowe. Całość uformowano jak trójtraktową, przenikającą się w częściach narożnych. Dwa główne trakty to lokale o zróżnicowanej funkcji, natomiast trakt środkowy to korytarz pełniący funkcję komunikacji pomiędzy poszczególnymi lokalami.

Budynki posiadają wyraźny podział na trzy wyższe części i dwie niższe pomiędzy nimi oraz dwie niższe jako tylne skrzydła. Przedmiotem niniejszej ekspertyzy są wieżby drewniane nad trzema wyższymi częściami. Części te posiadają nie tylko wieżby podtrzymujące pokrycie, ale również wychodzące z nich wieżyczki. W części środkowej na wieżyczce znajduje się zegar z tarczami zegarowymi z trzech stron. Dwie z trzech wysokich części posiadają taką samą formę. Poniżej przedstawiono schemat umownego podziału części budynku na potrzeby niniejszej ekspertyzy.



Fot 2. Umowny podział obiektu na potrzeby niniejszej ekspertyzy.

4.2 Projektowane rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe

4.2.1 Założenia projektowe.

Lokalizacja obiektu: Krynica-Zdrój

Strefa zależna od głębokości przemarzania gruntów:

strefa: I
min. głębokość posadowienia: 1,0 m

Strefa obciążenia śniegiem gruntu:

strefa: II
min. obc. charakt. śniegiem gruntu 0,9 kN/m²

Strefa obciążenia wiatrem:

strefa: 1
wartość bazowa ciśnienia prędkości 0,30 kN/m²

4.2.2 Kategoria geotechniczna obiektu

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych zabytkowy obiekt zaleca się zaliczyć do drugiej kategorii geotechnicznej. Z uwagi na zachowanie istniejących wartości obciążeń na fundamenty i związany z tym brak potrzeby określenia parametrów niezbędnych do określenia warunków współpracy budynków z podłożem budowlanym opracowanie dokumentacji geologiczno – inżynierskiej nie jest wymagane. Budynek zaliczono na tej podstawie do drugiej kategorii geotechnicznej w **prostych** warunkach gruntowych.

4.2.3 Założenia materiałowe

Do projektu założono wykorzystanie materiałów budowlanych posiadających wszelkie świadectwa dopuszczenia i atesty wymagane Prawem Budowlanym oraz odpowiednimi rozporządzeniami.

Elementy drewniane należy wykonać z drewna sosnowego lub świerkowego klasy C24 lub C18 w przypadku łat lub deskowania. Elementy drewniane należy zabezpieczyć przeciwogniowo, przeciw korozji biologicznej i atmosferycznej np. Ocean 441 B, UNIEPAL-DREW lub najbardziej uniwersalnym środkiem FIRE SMART albo innymi o podobnych właściwościach - poza środkami solnymi powodującymi rozwłóknienie drewna.

Materiały izolacyjne oraz wykończeniowe przyjęto zgodnie z dostarczoną specyfikacją branży architektonicznej.

4.2.4 Zalecenia wykonawcze

Wszystkie prace należy wykonywać zgodnie z zasadami sztuki budowlanej w oparciu o ustalenia branż architektonicznej, konstrukcyjnej i instalacyjnych pod nadzorem Inspektora Nadzoru Inwestorskiego. Podane rozwiązania materiałowe należy traktować, jako przykładowe z możliwością ich zamiany po konsultacji z Projektantem. Zakres niniejszego opracowania wykonano, jako fragment pełnej dokumentacji projektowej

Specyfikacje i założenia:

1. Wszystkie wymiary elementów projektowych do wykonania sprawdzać na budowie,
2. Rodzaj, typ, grubość i ułożenie warstw izolacyjnych oraz elementów wykończeniowych wg specyfikacji architektonicznej,
3. Wszystkie wymiary, poziomy stanu surowego, warstwy wykończeniowe (grubość, sposób ukształtowania) przed wykonaniem sprawdzić z projektem branży architektonicznej oraz nadzorami,
4. Rodzaj, typ, grubość i ułożenie warstw izolacyjnych oraz elementów wykończeniowych wg specyfikacji architektonicznej,
5. Wszystkie prace należy wykonywać bez użycia ciężkiego sprzętu o działaniu dynamicznym, mogącym wywołać negatywny wpływ na sąsiadującą zabudowę,
6. Elementy drewniane należy zabezpieczyć przed drewnojadami, grzybami oraz przeciwpożarowo do klasy niepalnej.
7. Elementy drewniane wykazujące znaczne porażenia owadami sięgającymi w głąb przekroju ponad 2,0cm w stosunku do pierwotnych wymiarów przekrojowych należy uzupełnić przez flekowanie drewna bądź przez zastosowanie uzupełnień ze środków chemicznych w postaci mas z wiórami drewnianymi lub mieszanek z trocinami.
8. Zaleca się wykonanie zabezpieczenia przed drewnojadami w postaci impregnatu Remmers Multi GS lub równorzędnych środków o zbliżonych parametrach,
9. Wykonanie zabezpieczenia przed grzybami należy zrealizować przez zastosowanie impregnacyjnych środków chemicznych np. Remmers Adolit M flüssig lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
10. Wykonanie zabezpieczenia elementów drewnianych przed działaniem ognia należy zrealizować przez zastosowanie ochronnych środków chemicznych np. Remmers Brandschutz lub równorzędnych o zbliżonych parametrach do klasy odporności ogniowej niepalnej
11. Zaleca się wykonanie wzmocnienia struktury drewna np. Remmers Epoxi-Holzverfestigung lub równorzędnych o zbliżonych parametrach,
12. Uzupełnienie struktury drewna należy wykonać przez flekowanie albo przez wypełnienie ubytków masami wiórów drewnianych np. Remmers PU-Holzersatzmasse SET lub równorzędnych o zbliżonych parametrach.
13. Wymiana pokrycia dachowego wymagać będzie zastosowania niezbędnych środków zapobiegawczych zabezpieczających budynek przed czynnikami atmosferycznymi a w szczególności przed opadami atmosferycznymi.

4.3 Założenia do projektu BIOZ

Prace budowlane prowadzone w obrębie planowanej inwestycji należy prowadzić zgodnie z zasadami i wytycznymi BIOZ oraz BHP. W ramach planowanej Inwestycji wykonywane prace będą narażały na następujące niebezpieczeństwa życia i zdrowia ludzkiego:

- a) Prace budowlane w przestrzeni poddasza i dachu oraz prace wykończeniowe przy elewacjach wykonywane będą jako prace na wysokości z rusztowań. Pracownicy winni posiadać odpowiednie przeszkolenie oraz zabezpieczenia.
- b) Gniazda oraz otwory pod elementy wzmocnień konstrukcji wykonywane będą jako wiercone lub wycinane przy pomocy specjalistycznego sprzętu mechanicznego. Pracownicy winni posiadać odpowiednie przeszkolenie oraz uprawnienia w tym zakresie.
- c) Prace budowlane realizowane będą w bezpośrednim sąsiedztwie ruchu pieszych. Należy opracować system zabezpieczeń gwarantujących bezpieczeństwo ruchu, a szczególnie ruchu pieszych i pracowników przez zastosowanie barier ograniczających dostęp osób nieupoważnionych na teren budowy.
- d) Prace budowlane zabezpieczeń poddasza obiektu będą wymagały użycia powłok malarskich oraz wykonania niezbędnych uzupełnień wyrobami chemii budowlanej. Należy przewidzieć naturalne przewietrzenie przestrzeni poddasza oraz zabezpieczenie pracowników w środki ochrony indywidualnej na czas wykonywania tych prac.

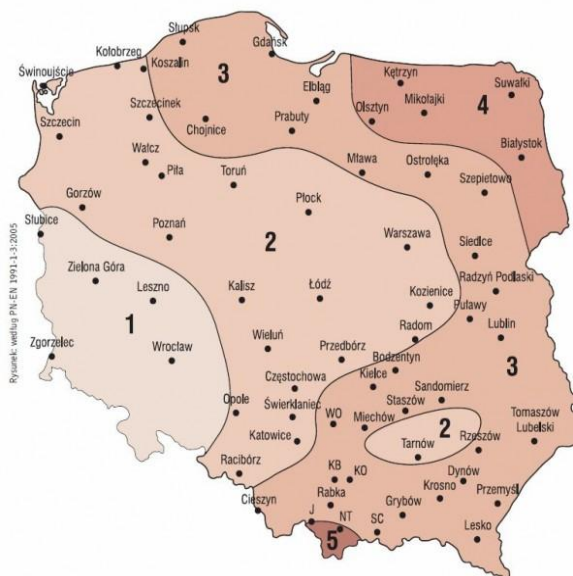
Stąd należy dokładnie ustalić harmonogram oraz plan wykonywanych prac budowlanych w odniesieniu do zastosowanej technologii prowadzenia robót budowlanych.

4.4 Analiza statyczno - wytrzymałościowa

Dla modelu geometrycznego zinventaryzowanego według pomiarów tachymetrycznych przeprowadzono serię analiz obliczeniowych. Celem analiz było przedstawienie sposobu zachowania się konstrukcji w różnych warunkach eksploatacji i użytkowania.

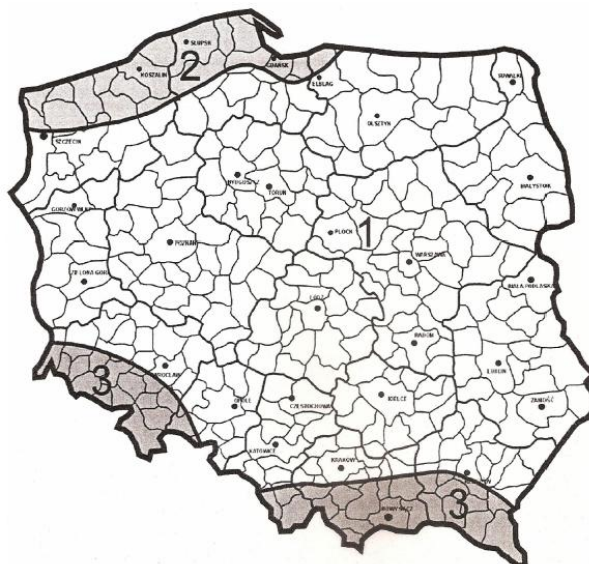
4.4.1 Obciążenie śniegiem

b

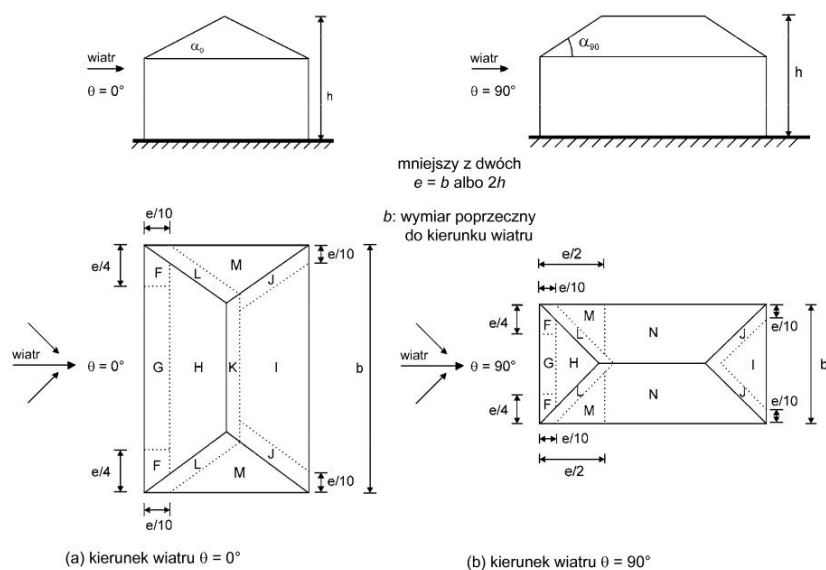


PN-EN 1991-1-3 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem			
Lokalizacja budynku:		Krynica Zdrój	
Strefa obciążenia śniegiem [Tab. NB.1]:		3	
Wysokość nad poziomem morza:		A = 560 m.n.p.m	
Kąt nachylenia połaci dachowej			
a ₁ =	30 °	a ₂ =	30 °
a ₁ =	66,67 %	a ₂ =	66,67 %
Rodzaj warunków terenowych [Tab. 5.1]:		Wystawiony na działanie wiatru	
Obciążenie śniegiem dachów w trwałej i przejściowej sytuacji obliczeniowej:			
s = m·C _e ·C _t ·s _k			
s _k =	2,76	kN/m ²	- wartość charakter. obciążenia śniegiem gruntu [Tab. NB.1]
C _t =	1,00		- współczynnik termiczny [pkt. 5.2 (8)]
C _e =	0,80		- współczynnik ekspozycji [Tab. 5.1]
m(a ₁) =	0,8		- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]
m(a ₂) =	0,8		- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]
Przypadek (i):			
s (m (a ₁)) =	1,7664	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
s (m (a ₂)) =	1,7664	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
g =	1,5		- wartość współczynnika obciążeniowego
s _d = s _k · g			
s _d (m (a ₁)) =	2,65	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
s _d (m (a ₂)) =	2,65	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
Przypadek (ii):			
s (0,5m (a ₁)) =	0,8832	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
s (m (a ₂)) =	1,7664	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
s _d (0,5m (a ₁)) =	1,32	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
s _d (m (a ₂)) =	2,65	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
Przypadek (iii):			
s (m (a ₁)) =	1,7664	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
s (0,5m (a ₂)) =	0,8832	kN/m ²	- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu
s _d (m (a ₁)) =	2,65	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu
s _d (0,5m (a ₂)) =	1,32	kN/m ²	- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu

4.4.2 Obciążenie wiatrem



PN-EN 1991-1-4 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru			
Lokalizacja budynku:	Krynica Zdrój		
Strefa obciążenia wiatrem [rys. NB.1]:	3		
Kategoria terenu [tab.4.1]:	II - obszary z niską roślinnością, taka jak trawa, oraz pojedynczymi przeszkodami (drzewa, budynki) oddalonymi od siebie na odległość nie mniejszą niż 20 ich wysokości		
Wysokość nad poziomem morza			
a =	560	m.n.p.m	
Wysokość nad poziomem terenu:			
z =	15	m	
Bazowa prędkość wiatru [pkt 4.2]:			
$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$			
$v_{b,0} =$	25,43	m/s	- wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru [tab.NB.1]
$c_{dir} =$	1,0		- współczynnik kierunkowy [tab. NB.2]
$c_{season} =$	1,0		- współczynnik sezonowy
$v_b =$	25,43	m/s	
Średnia prędkość wiatru [pkt 4.3]:			
$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$			
$c_r(z)$	$c_o(z)$	$z \min$	z_0
$c_r(z) =$	1,071		- współczynnik chropowatości [tab. NB.3]
$c_o(z) =$	1,0		- współczynnik rzeźby terenu (orografii)
$v_m(z) =$	27,25	m/s	
Turbulencja wiatru [pkt 4.4]:			
$I_v(z) = s_v/v_m(z) = k/(c_o(z) \cdot \ln(z/z_0))$	dla $z_{min} \leq z \leq z_{max}$		
$I_v(z) = I_v(z_{min})$	dla $z \leq z_{min}$		
$z_{min} =$	2,0	m	- wysokość minimalna [tab. 4.1]
$z_{max} =$	200	m	- wysokość maksymalna
$z_0 =$	0,050	m	- wysokość chropowatości [tab. 4.1]
$k_1 =$	1,0		- współczynnik turbulencji
$I_v(z) =$	0,175		- intensywność turbulencji na wysokości "z"
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości [tab. 4.5]:			
$q_p(z) = [1+7 \cdot (I_v(z))] \cdot 0,5 \cdot r \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$			
$r =$	1,25	kg/m ³	- gęstość powietrza
$q_{b,0} =$	0,379	kN/m ²	- podstawowa wartość ciśnienia prędkości wiatru [tab. NB.1]
$q_b = 0,5 \cdot r \cdot v_b^2$			
$q_b =$	0,404	kN/m ²	- wartość bazowa ciśnienia prędkości
5,0%			
0,95	\leq	$q_{b,0}/q_b \cdot 100\%$	\leq 1,05
0,95	\leq	93,77	\leq 1,05
$q_b = \max(q_b, q_{b,0})$			
$q_b =$	0,404	kN/m ²	
$c_e(z) =$	2,550		- współczynnik ekspozycji [tab. NB.3]
$q_p(z) =$	1,03	kN/m ²	



Rysunek 7.9 – Oznaczenia dachów czterospadowych

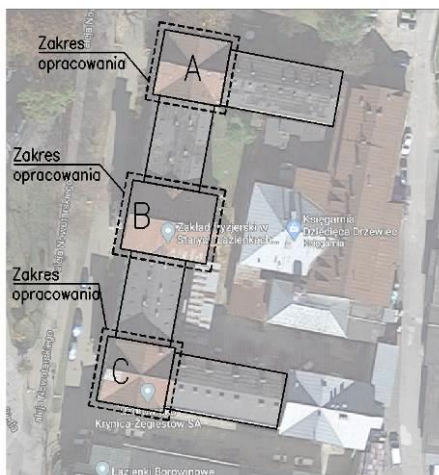
Tablica 7.5 – Współczynniki ciśnienia zewnętrznego dla dachów czterospadowych

Kąt spadku	Pole dla kierunku wiatru $\theta = 0^\circ$ i $\theta = 90^\circ$																
α_0 dla $\theta = 0^\circ$	F		G		H		I		J		K		L		M		N
α_{90} dla $\theta = 90^\circ$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3		-0,6		-0,6		-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,4
15°	+0,0		+0,0		+0,0		-0,5		-1,0	-1,5	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3
	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-0,7	-1,2	-0,5		-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2
30°	+0,2		+0,2		+0,2		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2
	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2
45°	+0,5		+0,7		+0,4		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2
	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4	-0,2	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4	-0,2	

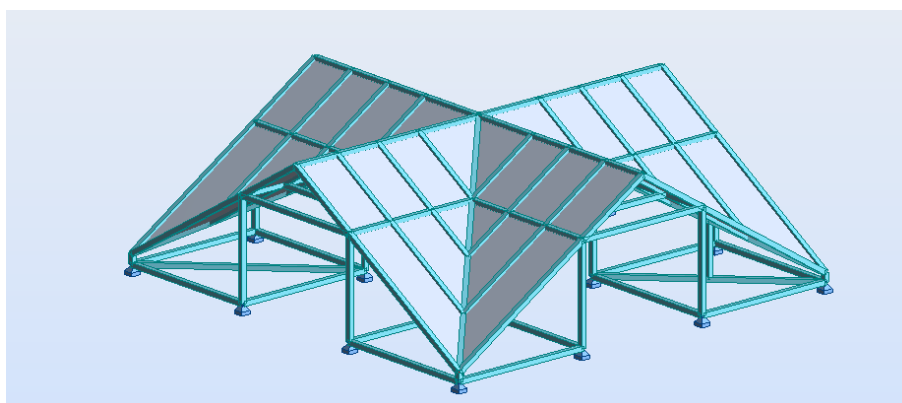
UWAGA 1 Przy $\theta = 0^\circ$, w zakresie kątów spadku między $\alpha = +5^\circ$ a $\alpha = +45^\circ$, ciśnienie na połaci nawiętrznej zmienia się gwałtownie między wartościami dodatnimi i ujemnymi, dlatego podano wartości dodatnie i ujemne. Należy rozważyć dwa przypadki: w jednym należy przyjąć wszystkie wartości dodatnie, a w drugim wszystkie ujemne. Nie dopuszcza się jednoczesnego przyjmowania wartości dodatnich i ujemnych na tej samej połaci.

UWAGA 2 Dla pośrednich kątów spadku tego samego znaku można stosować interpolację liniową między wartościami tego samego znaku. Wartości równe 0,0 podano dla celów interpolacji.

UWAGA 3 O wartościach współczynnika ciśnienia na różnych połaciach zawsze decyduje kąt spadku połaci nawiętrznej.



4.4.3 Analiza dla dachów części A oraz C



Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
Grupa: 1 Krokiew koszowa						
3	13x17	C20	200.27	261.90	1.98	6 KOMB1
Grupa: 2 Krokiew						
101	14x16	C20	71.79	82.05	3.16	6 KOMB1
Grupa: 3 Jętka						
41	14x18	C20	81.25	104.47	0.58	6 KOMB1
Grupa: 4 Słup						
79	16x16	C20	5.39	5.39	2.35	6 KOMB1
Grupa: 5 Tram						
123	20x20	C20	104.16	104.16	0.99	6 KOMB1

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 Krokiew koszowa

PRĘT: 3

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50

MATERIAŁ C24

gM = 1.30

f m,0,k = 24.00 MPa

f t,0,k = 14.00 MPa

f c,0,k = 21.00 MPa

f v,k = 4.00 MPa

f t,90,k = 0.40 MPa

f c,90,k = 2.50 MPa

E 0,moyen = 11000.00

MPa

E 0,05 = 7400.00 MPa

G moyen = 690.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta c = 1.00

PARAMETRY PRZEKROJU: 13x17

ht=17.0 cm

bf=13.0 cm

ea=6.5 cm

es=6.5 cm

Ay=147.33 cm²

Iy=5322.42 cm⁴

Wy=626.17 cm³

Az=147.33 cm²

Iz=3112.42 cm⁴

Wz=478.83 cm³

Ax=221.00 cm²

Ix=6451.9 cm⁴

NAPRĘŻENIA

Sig_c,0,d = N/Ax = 49.33/221.00 = 2.23 MPa

Sig_m,y,d = MY/Wy = 16.20/626.17 = 25.87 MPa

Sig_m,z,d = MZ/Wz = 0.79/478.83 = 1.65 MPa

Tau y,d = 1.5*0.84/221.00 = 0.06 MPa

Tau z,d = 1.5*-15.06/221.00 = -1.02 MPa

Tau torz,d = 0.04 MPa, Tau torz,d = 0.05 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f c,0,d = 14.54 MPa

f m,y,d = 16.62 MPa

f m,z,d = 17.10 MPa

f v,d = 2.77 MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

km = 0.70

kh = 1.03

kmod = 0.90

Ksys = 1.00

kcr = 0.67



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 8.85 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.71$
 $\sigma_{cr} = 47.11 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 1.65 > 1.00 \quad (6.19)$
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 25.87/(1.00 \cdot 16.62) = 1.56 > 1.00 \quad (6.33)$
 $(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,ory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00$ $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,orz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.57 < 1.00$
(6.13-4)

Profil niepoprawny !!!

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 Krokiew

PRĘT: 101

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 $(1+2) \cdot 1.35 + (3+4+5) \cdot 1.50$

MATERIAŁ C24

$g_M = 1.30$ $f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$ $f_{t,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$ $f_{c,0,k} = 21.00 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$ $E_{0,moyen} = 11000.00$
MPa
 $E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$ $G_{moyen} = 690.00 \text{ MPa}$ Klasa użyteczności: 1 $\beta_c = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: 14x16

$h_t = 16.0 \text{ cm}$ $A_y = 149.33 \text{ cm}^2$ $A_z = 149.33 \text{ cm}^2$ $A_x = 224.00 \text{ cm}^2$
 $b_f = 14.0 \text{ cm}$ $I_y = 4778.67 \text{ cm}^4$ $I_z = 3658.67 \text{ cm}^4$ $I_x = 6567.3 \text{ cm}^4$
 $ea = 7.0 \text{ cm}$ $W_y = 597.33 \text{ cm}^3$ $W_z = 522.67 \text{ cm}^3$
 $es = 7.0 \text{ cm}$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -11.20/224.00 = -0.50 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_Y/W_y = -17.38/597.33 = -29.10 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_Z/W_z = -10.51/522.67 = -20.10 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot 4.09/224.00 = -0.27 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 10.49/224.00 = 0.70 \text{ MPa}$
 $\tau_{t,ory,d} = 1.04 \text{ MPa}$, $\tau_{t,orz,d} = 1.09 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 9.83 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.62 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 16.85 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.77 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.01$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 2.98 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.39$
 $\sigma_{cr} = 160.10 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 2.64 > 1.00 \quad (6.17)$
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 29.10/(1.00 \cdot 16.62) = 1.75 > 1.00 \quad (6.33)$
 $(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,ory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.47 < 1.00$ $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,orz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.71 < 1.00$
(6.13-4)

Profil niepoprawny !!!

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 3 Jętka

PRĘT: 41

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50

MATERIAŁ C24

gM = 1.30

f m,0,k = 24.00 MPa

f t,0,k = 14.00 MPa

f c,0,k = 21.00 MPa

f v,k = 4.00 MPa
MPa

f t,90,k = 0.40 MPa

f c,90,k = 2.50 MPa

E 0,moyen = 11000.00

E 0,05 = 7400.00 MPa

G moyen = 690.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: 14x18

ht=18.0 cm

bf=14.0 cm

ea=7.0 cm

es=7.0 cm

Ay=168.00 cm²

Iy=6804.00 cm⁴

Wy=756.00 cm³

Az=168.00 cm²

Iz=4116.00 cm⁴

Wz=588.00 cm³

Ax=252.00 cm²

Ix=8396.6 cm⁴

NAPRĘŻENIA

Sig_c,0,d = N/Ax = 4.27/252.00 = 0.17 MPa

Sig_m,y,d = MY/Wy = 5.98/756.00 = 7.90 MPa

Sig_m,z,d = MZ/Wz = 0.09/588.00 = 0.15 MPa

Tau y,d = 1.5*0.09/252.00 = 0.01 MPa

Tau z,d = 1.5*1.59/252.00 = 0.09 MPa

Tau tory,d = 0.07 MPa, Tau torz,d = 0.07 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f c,0,d = 14.54 MPa

f m,y,d = 16.62 MPa

f m,z,d = 16.85 MPa

f v,d = 2.77 MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

km = 0.70

kh = 1.01

kmod = 0.90

Ksys = 1.00

kcr = 0.67



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

lef = 3.80 m

Lambda_rel m = 0.45

Sig_cr = 119.15 MPa

k crit = 1.00

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

(Sig_c,0,d/f c,0,d)^2 + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.48 < 1.00 (6.19)

Sig_m,y,d/(kcrit*f m,y,d) = 7.90/(1.00*16.62) = 0.48 < 1.00 (6.33)

(Tau y,d/kcr+Tau tory,d/kshape)/f v,d = 0.02 < 1.00 (Tau z,d/kcr+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.07 < 1.00 (6.13-4)

Profil poprawny !!!

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 4 Słup

PRĘT: 79

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50

MATERIAŁ C24

gM = 1.30

f m,0,k = 24.00 MPa

f t,0,k = 14.00 MPa

f c,0,k = 21.00 MPa

$f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$ $E_{0,moyen} = 11000.00 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$ $G_{moyen} = 690.00 \text{ MPa}$ Klasa użyteczności: 1 $\beta_c = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: 16x16

$h_t = 16.0 \text{ cm}$ $A_y = 170.67 \text{ cm}^2$ $A_z = 170.67 \text{ cm}^2$ $A_x = 256.00 \text{ cm}^2$
 $b_f = 16.0 \text{ cm}$ $I_y = 5461.33 \text{ cm}^4$ $I_z = 5461.33 \text{ cm}^4$ $I_x = 8082.8 \text{ cm}^4$
 $ea = 8.0 \text{ cm}$ $W_y = 682.67 \text{ cm}^3$ $W_z = 682.67 \text{ cm}^3$
 $es = 8.0 \text{ cm}$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 56.84/256.00 = 2.22 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 13.45/682.67 = 19.70 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 12.22/682.67 = 17.90 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot 33.62/256.00 = 1.97 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 48.06/256.00 = 2.82 \text{ MPa}$
 $\tau_{t,ory,d} = 0.15 \text{ MPa}$, $\tau_{t,orz,d} = 0.15 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 14.54 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.62 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 16.62 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.77 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.00$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 1.96 > 1.00 \quad (6.19)$
 $(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,ory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 1.11 > 1.00$ $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,orz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 1.56 > 1.00 \quad (6.13-4)$

Profil niepoprawny !!!

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 Tram

PRĘT: 123

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 $(1+2) \cdot 1.35 + (3+4+5) \cdot 1.50$

MATERIAŁ C24

$g_M = 1.30$ $f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$ $f_{t,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$ $f_{c,0,k} = 21.00 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$ $E_{0,moyen} = 11000.00 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$ $G_{moyen} = 690.00 \text{ MPa}$ Klasa użyteczności: 1 $\beta_c = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: 20x20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$ $A_y = 266.67 \text{ cm}^2$ $A_z = 266.67 \text{ cm}^2$ $A_x = 400.00 \text{ cm}^2$
 $b_f = 20.0 \text{ cm}$ $I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$ $I_z = 13333.33 \text{ cm}^4$ $I_x = 19733.3 \text{ cm}^4$
 $ea = 10.0 \text{ cm}$ $W_y = 1333.33 \text{ cm}^3$ $W_z = 1333.33 \text{ cm}^3$
 $es = 10.0 \text{ cm}$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 5.05/400.00 = 0.13 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 18.32/1333.33 = 13.74 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.05/1333.33 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -0.03/400.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -10.03/400.00 = -0.38 \text{ MPa}$
 $\tau_{t,ory,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\tau_{t,orz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 14.54 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.62 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 16.62 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.77 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

km = 0.70 kh = 1.00 kmod = 0.90 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

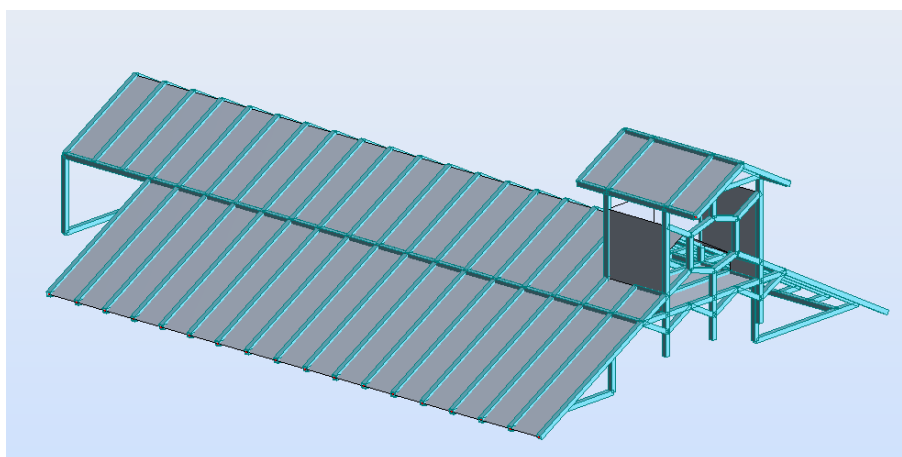
FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.83 < 1.00$ (6.19)

$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.21 < 1.00$
(6.13-4)

Profil poprawny !!!

4.4.4 Analiza dla dachów części B



Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
Grupa : 1 Płatwie						
19	OK 20x22	C20	83.22	91.54	0.66	6 KOMB1
Grupa : 2 Wieżyczka						
202 Słup_202	OK 14x14	C20	74.23	74.23	0.68	6 KOMB1
Grupa : 3 Krokwie						
272 Belka drewni	OK 14x18	C20	111.54	143.41	0.86	6 KOMB1
Grupa : 4 Zegar						
250 Belka drewni	OK 15x15	C20	22.41	22.41	0.89	6 KOMB1
Grupa : 5 Wsporniki						
155 Belka drewni	OK 16x20	C20	14.01	17.51	0.27	6 KOMB1
Grupa : 7 Tramy						
129 Belka drewni	OK 19x22	C20	83.22	96.36	0.39	6 KOMB1

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 Płatwie

PRĘT: 19 **PUNKT:** 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L = 0.00 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50

MATERIAŁ C20

gM = 1.30

f m,0,k = 20.00 MPa

f t,0,k = 12.00 MPa

f c,0,k = 19.00 MPa

f v,k = 3.60 MPa

f t,90,k = 0.40 MPa

f c,90,k = 2.30 MPa

E 0,moyen = 9500.00

MPa

E 0,05 = 6400.00 MPa

G moyen = 590.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: 20x22

ht=22.0 cm

bf=20.0 cm

ea=10.0 cm

es=10.0 cm

Ay=293.33 cm²

Iy=17746.67 cm⁴

Wy=1613.33 cm³

Az=293.33 cm²

Iz=14666.67 cm⁴

Wz=1466.67 cm³

Ax=440.00 cm²

Ix=25066.7 cm⁴

NAPRĘŻENIA

Sig_c,0,d = N/Ax = 1.31/440.00 = 0.03 MPa

Sig_m,y,d = MY/Wy = 14.57/1613.33 = 9.03 MPa

Sig_m,z,d = MZ/Wz = 0.22/1466.67 = 0.15 MPa

Tau_y,d = 1.5*0.47/440.00 = 0.02 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f c,0,d = 13.15 MPa

f m,y,d = 13.85 MPa

f m,z,d = 13.85 MPa

f v,d = 2.49 MPa

$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 22.39 / 440.00 = 0.76 \text{ MPa}$
 $\tau_{\text{tory},d} = 0.11 \text{ MPa}$, $\tau_{\text{torz},d} = 0.12 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.00$ $k_{\text{mod}} = 0.90$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{\text{cr}} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{\text{ef}} = 4.76 \text{ m}$ $\lambda_{\text{rel } m} = 0.40$
 $\sigma_{\text{cr}} = 125.20 \text{ MPa}$ $k_{\text{crit}} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.66 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\sigma_{m,y,d} / (k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) = 9.03 / (1.00 \cdot 13.85) = 0.65 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\tau_{y,d} / k_{\text{cr}} + \tau_{\text{tory},d} / k_{\text{shape}}) / f_{v,d} = 0.05 < 1.00$ $(\tau_{z,d} / k_{\text{cr}} + \tau_{\text{torz},d} / k_{\text{shape}}) / f_{v,d} = 0.50 < 1.00$
 (6.13-4)

Profil poprawny !!!

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 Wieżyczka

PRĘT: 202 Słup_202

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 $(1+2) \cdot 1.35 + (3+4+5) \cdot 1.50$

MATERIAŁ C20

$g_m = 1.30$ $f_{m,0,k} = 20.00 \text{ MPa}$ $f_{t,0,k} = 12.00 \text{ MPa}$ $f_{c,0,k} = 19.00 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 3.60 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 2.30 \text{ MPa}$ $E_{0,\text{moyen}} = 9500.00$
 MPa
 $E_{0,05} = 6400.00 \text{ MPa}$ $G_{\text{moyen}} = 590.00 \text{ MPa}$ Klasa użyteczności: 1 $\beta_c = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: 14x14

$h_t = 14.0 \text{ cm}$
 $b_f = 14.0 \text{ cm}$ $A_y = 130.67 \text{ cm}^2$ $A_z = 130.67 \text{ cm}^2$ $A_x = 196.00 \text{ cm}^2$
 $e_a = 7.0 \text{ cm}$ $I_y = 3201.33 \text{ cm}^4$ $I_z = 3201.33 \text{ cm}^4$ $I_x = 4738.0 \text{ cm}^4$
 $e_s = 7.0 \text{ cm}$ $W_y = 457.33 \text{ cm}^3$ $W_z = 457.33 \text{ cm}^3$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N / A_x = 5.72 / 196.00 = 0.29 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y / W_y = 0.32 / 457.33 = 0.69 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z / W_z = 4.16 / 457.33 = 9.10 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -7.83 / 196.00 = -0.60 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 2.93 / 196.00 = 0.22 \text{ MPa}$
 $\tau_{\text{tory},d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\tau_{\text{torz},d} = 0.00 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 13.15 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 14.04 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 14.04 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.49 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.01$ $k_{\text{mod}} = 0.90$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{\text{cr}} = 0.67$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.68 < 1.00 \quad (6.20)$
 $(\tau_{y,d} / k_{\text{cr}} + \tau_{\text{tory},d} / k_{\text{shape}}) / f_{v,d} = 0.36 < 1.00$ $(\tau_{z,d} / k_{\text{cr}} + \tau_{\text{torz},d} / k_{\text{shape}}) / f_{v,d} = 0.14 < 1.00$
 (6.13-4)

Profil poprawny !!!

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 3 Krokwie

PRĘT: 272 Belka drewniana_PS_272

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50

MATERIAŁ C20

$g_m = 1.30$

$f_{m,0,k} = 20.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 12.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 19.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3.60 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.30 \text{ MPa}$

$E_{0,moyen} = 9500.00$

MPa

$E_{0,05} = 6400.00 \text{ MPa}$

$G_{moyen} = 590.00 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 1

$\beta_a = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: 14x18

$h_t = 18.0 \text{ cm}$

$b_f = 14.0 \text{ cm}$

$A_y = 168.00 \text{ cm}^2$

$A_z = 168.00 \text{ cm}^2$

$A_x = 252.00 \text{ cm}^2$

$e_a = 7.0 \text{ cm}$

$I_y = 6804.00 \text{ cm}^4$

$I_z = 4116.00 \text{ cm}^4$

$I_x = 8396.6 \text{ cm}^4$

$e_s = 7.0 \text{ cm}$

$W_y = 756.00 \text{ cm}^3$

$W_z = 588.00 \text{ cm}^3$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 3.35/252.00 = 0.13 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 8.78/756.00 = 11.61 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.26/588.00 = 0.45 \text{ MPa}$

$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -0.14/252.00 = -0.01 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 8.32/252.00 = 0.50 \text{ MPa}$

$\tau_{t,0y,d} = 0.02 \text{ MPa}$, $\tau_{t,0z,d} = 0.02 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 13.15 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 13.85 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 14.04 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.49 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.01$

$k_{mod} = 0.90$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 5.22 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$

$\sigma_{cr} = 74.69 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.86 < 1.00 \quad (6.19)$

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 11.61/(1.00 \cdot 13.85) = 0.84 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,0y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,0z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.30 < 1.00$
(6.13-4)

Profil poprawny !!!

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 4 Zegar

PRĘT: 250 Belka drewniana_PS

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50

MATERIAŁ C20

$g_m = 1.30$

$f_{m,0,k} = 20.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 12.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 19.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3.60 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.30 \text{ MPa}$

$E_{0,moyen} = 9500.00$

MPa

$E_{0,05} = 6400.00 \text{ MPa}$

$G_{moyen} = 590.00 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 1

$\beta_a = 1.00$



PARAMETRY PRZĘKROJU: 15x15

ht=15.0 cm			
bf=15.0 cm	Ay=150.00 cm ²	Az=150.00 cm ²	Ax=225.00 cm ²
ea=7.5 cm	Iy=4218.75 cm ⁴	Iz=4218.75 cm ⁴	Ix=6243.7 cm ⁴
es=7.5 cm	Wy=562.50 cm ³	Wz=562.50 cm ³	

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 31.71/225.00 = 1.41 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 6.77/562.50 = 12.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.10/562.50 = 0.18 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.10/225.00 = -0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 13.25/225.00 = -0.88 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.05 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 13.15 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 13.85 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 13.85 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.49 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

km = 0.70 kh = 1.00 kmod = 0.90 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.89 < 1.00 \quad (6.19)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/kcr + \text{Tau}_{t,0,y,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/kcr + \text{Tau}_{t,0,z,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.55 < 1.00$
 (6.13-4)

Profil poprawny !!!

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 Wsporniki

PRĘT: 155 Belka drewniana_PS_155

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 (1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50

MATERIAŁ C20

gM = 1.30	f _{m,0,k} = 20.00 MPa	f _{t,0,k} = 12.00 MPa	f _{c,0,k} = 19.00 MPa
f _{v,k} = 3.60 MPa	f _{t,90,k} = 0.40 MPa	f _{c,90,k} = 2.30 MPa	E _{0,moyen} = 9500.00 MPa
E _{0,05} = 6400.00 MPa	G _{moyen} = 590.00 MPa	Klasa użyteczności: 1	Beta _c = 1.00



PARAMETRY PRZĘKROJU: 16x20

ht=20.0 cm			
bf=16.0 cm	Ay=213.33 cm ²	Az=213.33 cm ²	Ax=320.00 cm ²
ea=8.0 cm	Iy=10666.67 cm ⁴	Iz=6826.67 cm ⁴	Ix=13544.1 cm ⁴
es=8.0 cm	Wy=1066.67 cm ³	Wz=853.33 cm ³	

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -0.44/320.00 = -0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -3.68/1066.67 = -3.45 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.26/853.33 = -0.31 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.35/320.00 = 0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 4.46/320.00 = -0.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.11 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.12 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 8.31 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 13.85 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 13.85 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.49 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

km = 0.70 kh = 1.00 kmod = 0.90 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 0.73 \text{ m}$ $\Lambda_{rel \text{ m}} = 0.18$
 $\sigma_{cr} = 620.53 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.45/(1.00 \cdot 13.85) = 0.25 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00$
 $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.17 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Profil poprawny !!!

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 7 Tramy

PRĘT: 129 Belka drewniana_PS_129

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA:

$x = 1.00 \text{ L} = 5.29 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 KOMB1 $(1+2) \cdot 1.35 + (3+4+5) \cdot 1.50$

MATERIAŁ C20

$g_M = 1.30$ $f_{m,0,k} = 20.00 \text{ MPa}$ $f_{t,0,k} = 12.00 \text{ MPa}$ $f_{c,0,k} = 19.00 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 3.60 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 2.30 \text{ MPa}$ $E_{0,moyen} = 9500.00$
 MPa
 $E_{0,05} = 6400.00 \text{ MPa}$ $G_{moyen} = 590.00 \text{ MPa}$ Klasa użyteczności: 1 $\beta_c = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: 19x22

$h_t = 22.0 \text{ cm}$ $A_y = 278.67 \text{ cm}^2$ $A_z = 278.67 \text{ cm}^2$ $A_x = 418.00 \text{ cm}^2$
 $b_f = 19.0 \text{ cm}$ $I_y = 16859.33 \text{ cm}^4$ $I_z = 12574.83 \text{ cm}^4$ $I_x = 22931.9 \text{ cm}^4$
 $ea = 9.5 \text{ cm}$ $W_y = 1532.67 \text{ cm}^3$ $W_z = 1323.67 \text{ cm}^3$
 $es = 9.5 \text{ cm}$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.20/418.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -8.02/1532.67 = -5.23 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.18/1323.67 = -0.14 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot 0.27/418.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -7.99/418.00 = -0.29 \text{ MPa}$
 $\tau_{tory,d} = 0.21 \text{ MPa}$, $\tau_{torz,d} = 0.22 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 8.31 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 13.85 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 13.85 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 2.49 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.00$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 4.76 \text{ m}$ $\Lambda_{rel \text{ m}} = 0.41$
 $\sigma_{cr} = 116.72 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

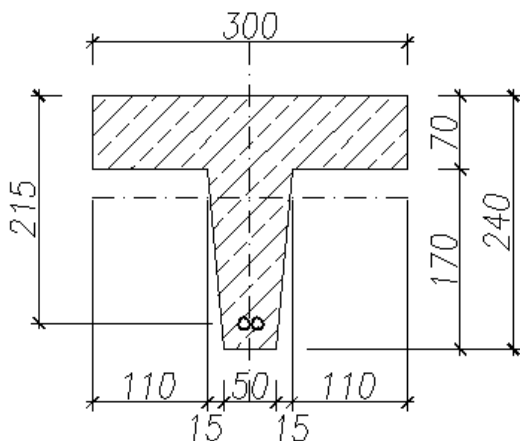
$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.39 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.23/(1.00 \cdot 13.85) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00$
 $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.25 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Profil poprawny !!!

4.4.5 Konstrukcja stropu poddaszy

Nośność żebra stropu „Ackermana” typu 18:

Geometria i charakterystyki przekroju żebra dla nadbetonu o grubości 7cm



Przekrój jest zbrojony prętami w postaci 2 Ø12

$$I_x = 12792,22 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 16159,77 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 16,59 \text{ cm}$$

$$i_y = 15 \text{ cm}$$

$$W_x = I_x / i_x = 771,1 \text{ cm}^3$$

$$W_y = I_y / i_y = 1077,3 \text{ cm}^3$$

Wyniki nośności dla żebra o wysokości 24cm:

Beton:

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$$

Stal:

$$f_{yd} = 210,0 \text{ MPa}$$

$$A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$$

Geometria:

$$b = 31,0 \text{ cm}$$

$$b_w = 5,0 \text{ cm}$$

$$b_{eff} = 30,0 \text{ cm}$$

$$h = 24,0 \text{ cm}$$

$$h_f = 7,0 \text{ cm}$$

$$d = 21,5 \text{ cm}$$

$$\beta = h_f / d = 0,326$$

$$\omega = A_{s1} / b_{eff} \times d \times f_{yd} / f_{cd} = 0,044$$

$$\xi = 0,100 \quad \xi_{eff,lim} = 0,63$$

$$\mu = 0,044$$

$$\xi = 0,07 < \beta = 0,216 \quad - \quad \text{pozornie teowy}$$

$$M_{Rd} = \mu \times d^2 \times b_{eff} \times f_{cd}$$

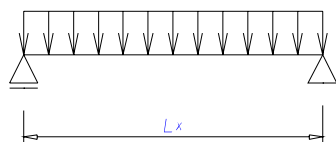
$$M_{Rd} = 10,19 \text{ kNm}$$

Sily przekrojowe dla stropu poddasza (nad I pietrem):

Zestawienie obciążeń dla płyty stropowej poddasza:

Warstwy		[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	wsp.	[kN/m ²]
sufit podwieszany			x	0,50	x	0,68
tynk cem. - wap.	1,5 cm	0,015	x	24,00	x	0,49
żebra żelbetowe	0,12x0,18co0,31	0,070	x	25,00	x	2,36
pustaki ceram.	h=18cm		x	1,9	x	2,57
nadbeton	7 cm	0,070	x	25,00	x	2,36
				6,26		8,45
obc. użytkowe			x	2,00	x	3,00
				8,26		11,45
obc. Przypadające na jedno żebro				2,56		3,55

Schemat pracy płyty:



Sily wewnętrzne dla obciążenia stałego od warstw pierwotnych:

L=	4,40 m				
M prze =	0,125	x	2,62	x	4,40 ^2
M prze =	6,34 kNm				

Wytężenie żebra wynosi 63%.

Sily wewnętrzne dla obciążenia całkowitego:

L=	4,40 m				
M prze =	0,125	x	3,55	x	4,40 ^2
M prze =	8,59 kNm				

Podsumowanie:

Dla obecnego programu użytkowego obiektu strop poddasza posiada wystarczającą nośność na zginanie.

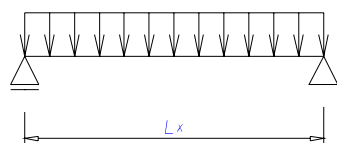
Wytężenie żebra stropu „Ackermana” wynosi 85%.

Siły przekrojowe dla stropu poddasza (nad I piętrem) - termomodernizacja:

Zestawienie obciążeń dla płyty stropowej poddasza z dodatkową wylewką oraz izolacją termiczną:

Warstwy			[m]		[kN/m ³]		[kN/m ²]		wsp.	[kN/m ²]
sufit powieszany				x			0,50	x	1,35	0,68
tynk cem. - wap.	1,5 cm		0,015	x	24,00		0,36	x	1,35	0,49
żebra żelbetowe	0,12x0,18co0,31		0,070	x	25,00		1,75	x	1,35	2,36
pustaki ceram.	h=18cm			x			1,9	x	1,35	2,57
nadbeton	7 cm		0,070	x	25,00		1,75	x	1,35	2,36
							6,26			8,45
obc. użytkowe				x			2,00	x	1,50	3,00
							8,26			11,45
obc. przypadające na jedno żebro							2,56			3,55
wylewka	5 cm		0,05	x	25,00		1,25	x	1,35	1,69
wełna mineralna	20 cm		0,20	x	0,45		0,09	x	1,35	0,12
							9,60			13,26
obc. przypadające na jedno żebro							2,98			4,11

Schemat pracy płyty:



Siły wewnętrzne dla obciążenia całkowitego:

L=	4,40 m					
M prze =	0,125	x	4,11	x	4,40	²
M prze =	9,95 kNm					

Podsumowanie:

Dla projektowanego programu użytkowego obiektu strop poddasza posiada wystarczającą nośność na zginanie.

Wyteżenie żebra stropu „Ackermana” wynosi 98%.

5. Spis rysunków

5.1 Rysunki dotyczące Ekspertyzy

E-01 RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI A

E-02 RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI B

E-03 RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI C

5.2 Rysunki dotyczące Projektu Budowlanego

KB-01-K RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI A

KB-02-K RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI A

KB-03-K RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI B

KB-04-K RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI B

KB-05-K RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI C

KB-06-K RZUT WIEŻBY DACHOWEJ CZĘŚCI C