



**BIURO PROJEKTOWE "ARKADA"**  
mgr inż. PIOTR KOWALEWICZ  
59 - 500 Złotoryja, ul. Władysława Broniewskiego 8B/6

## **PROJEKT TECHNICZNY**

JEDNOSTKA  
PROJEKTOWA:

**Biuro Projektowe ARKADA**  
**mgr inż. Piotr Kowalewicz**  
**ul. Broniewskiego 8B/6**  
**59 – 500 Złotoryja**

OBIEKT :

**Budynek mieszkalny wielorodzinny**  
**Kategoria obiektu XIII**

ADRES :


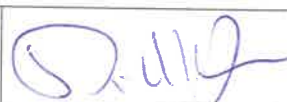
**Chojnów, ul. Tkacka 14 – 16**  
**działka nr 280/5, obręb 4, jednostka ewidencyjna 020901\_1 Chojnów**

ZAMIERZENIE :

**Remont dachu z wymianą konstrukcji drewnianej oraz remont elewacji**  
**z naprawą uszkodzeń ścian zewnętrznych**

INWESTOR :

**Wspólnota Mieszkaniowa Tkacka 14 – 16**  
**ul. Tkacka 14 – 16**  
**59 – 225 Chojnów**

PROJEKTANT			
BRANŻA	IMIĘ I NAZWISKO	NR UPRAWNIEŃ	PODPIS
ARCHITEKTURA projektant:	mgr inż. arch. Waldemar Serafinowicz	Uprawnienia projektowe w specjalności architektonicznej nr uprawnień 230/87/UW	
OSOBY OPRACOWUJĄCE POSZCZEGÓLNE CZĘŚCI PROJEKTU			
KONSTRUKCJA opracował:	mgr inż. Piotr Kowalewicz	Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej nr uprawnień 4/DOŚ/10	

SPIS TREŚCI ZNAJDUJĘ SIĘ NA STRONIE 1  
15 STYCZNIA 2023



## **II.** **SPIS TREŚCI**

I.	STRONATYTUŁOWA.....	1
II.	SPIS TREŚCI.....	2
III.	OPIS TECHNICZNY.....	3
1.	Podstawa opracowania.....	3
2.	Lokalizacja inwestycji, rodzaj i kategoria obiektu budowlanego.....	3
3.	Zakres opracowania i sposób użytkowania obiektu.....	3
4.	Wymiana konstrukcji drewnianej dachu wraz z nowym pokryciem.....	3
5.	Prace związane z naprawą ścian i remontem elewacji.....	6
6.	Obliczenia więźby dachowej.....	9
IV.	CZĘŚĆ RYSUNKOWA	
	- Rzut i przekroje konstrukcji dachu	rys. nr 01 strona 24
	- Schemat naprawy i wzmocnienia ścian rys. I	rys. nr 02 strona 25
	- Schemat naprawy i wzmocnienia ścian rys. II	rys. nr 03 strona 26
	- Wzmocnienie ścian – sposób mocowania prętów	rys. nr 04 strona 27

### **III. OPIS TECHNICZNY**

#### **1. Podstawa opracowania**

- Umowa z Inwestorem,
- Inwentaryzacja elewacji i dachu obiektu,
- Wizja lokalna w terenie,
- Obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.

#### **2. Lokalizacja inwestycji, rodzaj i kategoria obiektu budowlanego**

Przedmiotowy obiekt zlokalizowany jest w Chojnowie, przy ul. Tkackiej 14 - 16, na dz. nr ewid. 280/5, obręb 4. Jest to budynek mieszkalny wielorodzinny - kategoria obiektu XIII.

#### **3. Zakres opracowania i sposób użytkowania obiektu**

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt remontu dachu – wymianę zużytej konstrukcji dachu i wymianę pokrycia z papy termozgrzewalnej oraz remont elewacji z cegły licowej oraz tynkowanych detali (obramienia i płyciny okienne, cokoły) z wykonaniem napraw uszkodzeń ścian zewnętrznych i wewnętrznych.

Obecnie budynek użytkowany jest zgodnie z jego przeznaczeniem w celach mieszkaniowych i projektowane prace nie mają wpływu na sposób użytkowania obiektu.

#### **4. Wymiana konstrukcji drewnianej dachu wraz z nowym pokryciem**

##### **4.1. Rozbiórka istniejącego pokrycia i konstrukcji dachu.**

W zakres prac rozbiórkowych i demontażowych objętych opracowaniem wchodzi:

- rozbiórka sufitów – tynków na trzcinie wraz z deskowaniem w mieszkaniach na piętrze;
- demontaż zużytych obróbek i opierzeń blacharskich;
- rozbiórka pokrycia dachowego z papy;
- rozbiórka demontaż deskowania;
- demontaż krokwi, płatwi i murlat.

Prace związane z wymianą pokrycia i konstrukcji dachu należy podzielić na etapy, tak by odstaniać jak najmniejsze powierzchnie pomieszczeń na piętrze.

Podczas demontażu i rozbiórki pokrycia i konstrukcji dachu pomieszczenia na piętrze należy zabezpieczyć przed opadami na czas robót folią budowlaną.

##### **Rozbiórka pokrycia dachu:**

Rozbiórka dachu w rozpatrywanym budynku obejmuje rozbiórkę pokrycia dachowego i drewnianej konstrukcji nośnej. Bez względu na rodzaj materiału pokrycia rozbiórkę rozpoczyna się od zdjęcia rur spustowych, rynien, pokrycia murów ogniowych, wentylatorów grawitacyjnych. Części te zdejmują się całymi pasami i zrzucą na dół, przy czym cały odcinek budynku, na którym prowadzone są roboty rozbiórkowe, powinien być ogrodzony dla uniknięcia wypadku. Po zdjęciu i zrzuceniu wymienionych części usuwa się je na miejsce przeznaczone do składowania i przystępuje do rozbiórki samego pokrycia.

Istniejące pokrycie z papy zdejmują się przecinając je ostrym nożem w miejscach połączenia arkuszy papy i zwinają następnie w rulony. Tak zwinięte arkusze opuszcza się w dół i odtransportowuje na miejsce składowania. W praktyce rozbiórka pokryć papowych prawie nie daje materiałów odzyskowych z powodu trudności oddzielenia papy przyklejonej lepikiem do blachy i deskowania. Po zdjęciu pokrycia przystępuje się do zrywania łąt drewnianych, a następnie do demontażu drewnianej konstrukcji dachu.

##### **Rozbiórka konstrukcji dachu:**

Zawsze przed rozbiórką konstrukcji dachu na początku trzeba ustalić typ i charakter pracy statycznej konstrukcji dachu oraz zachować właściwą kolejność demontażu poszczególnych elementów. Na podstawie oględzin wykonanych podczas inwentaryzacji stwierdzono, że główny układ konstrukcyjny dachu stanowią krokwie

wspierające się na ścianach zewnętrznych i płatwi pośredniej. Rozbiórkę konstrukcji dachu prowadzić poprzez usuwanie elementów mniej obciążonych, tak by nie naruszyć stateczności demontowanego układu. W pierwszej kolejności usuwać krokwie, a następnie odcinki płatwi pośredniej, na której się opierają. Pozostałe z rozbiórki elementy konstrukcyjne przetransportować na miejsce składowania. Zachować szczególną ostrożność przy rozbiórce konstrukcji dachu.

#### **4.2. Opis konstrukcji dachu**

Zaprojektowano dach o konstrukcji drewnianej kryty papą asfaltową na deskowaniu pełnym. Dach jednospadowy, spadek połaci dachu na zewnątrz o wartości 7°. Konstrukcja dachu w postaci krokwi wspartych na zewnętrznych ścianach konstrukcyjnych i wewnątrz na stalowych płatwiach złożonych z podwójnych belek IPE 180 ( Stal S235 JRG2) skręconych śrubami  $\phi$  12 w rozstawie max co 80cm. Wymiary i przekroje elementów konstrukcji dachu zgodnie z rysunkiem więźby. Wszystkie drewniane elementy konstrukcyjne zabezpieczyć przed korozją biologiczną oraz przeciwpożarowo przy pomocy preparatu np. FOBOS M2. W przypadku opierania elementów drewnianych na elementach stalowych i betonowych stosować przekładki z papy asfaltowej. Połączenia pomiędzy elementami wykonać z zastosowaniem typowych złączy ciesielskich, trzpieni gwintowanych, pierścieni Geka i gwoździ karbowanych.

Pomiędzy krokwiami wykonać docieplenie z wełny mineralnej miękkiej gr. 20cm. Od spodu wykonać sufit podwieszony na stelażu stalowym w postaci podwójnej płyty GKFI o grubości 15mm dla zapewnienia odporności EI 60.

##### **Zabezpieczenie przed wilgocią:**

- Konstrukcje z drewna oraz materiałów drewnopochodnych powinny być chronione przed długotrwałym nawilgoceniem we wszystkich fazach ich wykonania.
- Wszystkie części i elementy konstrukcji z drewna oraz materiałów drewnopochodnych stykające się z elementami i częściami budynków lub konstrukcji wykonanymi z innych materiałów chłonących wilgoć powinny być zabezpieczone przed bezpośrednim wchłanianiem wilgoci z tych materiałów i elementów – za pomocą izolacji przeciwwilgociowej.
- Części i elementy budynków wykonane z drewna oraz materiałów drewnopochodnych powinny być zabezpieczone przed nadmiernym zawilgoceniem (np. w łazienkach, kuchniach, pomieszczeniach technologicznych) przez izolację przeciwwilgociową.
- Środki zabezpieczające przed wilgocią oraz sposób wykonania zabezpieczeń przed wilgocią elementów i konstrukcji powinny być dostosowane do rodzaju konstrukcji, użytych do nich materiałów budowlanych oraz warunków środowiskowych, w jakich konstrukcja z drewna oraz materiałów drewnopochodnych będzie eksploatowana.
- Środki i materiały do zabezpieczenia konstrukcji lub jej elementów przed zawilgoceniem powinny odpowiadać odpowiednim normom, a w przypadku ich braku posiadać aktualną aprobatę techniczną.
- Środki do zabezpieczenia konstrukcji i elementów z drewna oraz materiałów drewnopochodnych w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi nie mogą powodować zanieczyszczenia powietrza substancjami szkodliwymi dla zdrowia.

##### **Zabezpieczenie przed korozją biologiczną:**

- Wszystkie elementy z drewna i materiałów drewnopochodnych stosowane w budownictwie powinny być zabezpieczone przed korozją biologiczną.
- Jakość zabezpieczeń powinna spełniać wymagania określone w normie lub aprobacie technicznej.
- Środki chemiczne do zabezpieczenia elementów i konstrukcji z drewna oraz materiałów drewnopochodnych przed korozją biologiczną i owadami nie powinny powodować korozji łączników metalowych.

#### **4.3. Wytyczne montażu**

- 1) Montaż konstrukcji drewnianej można rozpocząć po osiągnięciu przez beton stropu, na którym są opierane wytrzymałości nie mniejszej niż  $0,7 f_{yd}$
- 2) Podczas montażu konstrukcji należy wykonane pola niezwłocznie stężyć zgodnie z zasadami BHP

- 3) Części do składania powinny być czyste oraz zabezpieczone przed korozją biologiczną i zabezpieczone przeciw ogniowo, co najmniej w miejscach, które po zmontowaniu zespołu będą niedostępne.
- 4) Roboty należy wykonywać tak, żeby żadna część konstrukcji nie została w czasie montażu przeciążona lub trwale odkształcona.
- 5) Stałe połączenia konstrukcji powinny być wykonywane dopiero po dopasowaniu styków i wyregulowaniu całej konstrukcji.
- 6) Do zabezpieczeń stanowisk pracy na wysokości należy stosować środki ochrony zbiorowej: balustrady, siatki ochronne i siatki bezpieczeństwa, gdy nie ma możliwości to można stosować środki ochrony indywidualnej np. szelki bezpieczeństwa.
- 7) Roboty montażowe konstrukcji muszą być prowadzone na podstawie planu „BIOZ”.
- 8) Przed podniesieniem elementu konstrukcji przez żuraw należy przewidzieć bezpieczny sposób: naprowadzania, stabilizacji i uwolnienia z haków zawiesi elementu.
- 9) W czasie podnoszenia elementu przez żuraw należy:
  - stosować odpowiednia zawiesia do rodzaju elementu i jego masy
  - dokonać oględzin elementu
  - stosować liny kierunkowe
  - skontrolować prawidłowość zawieszenia elementu po podniesieniu na wys. ~ 0,5 m
- 10) Element można zwolnić z podwieszenia po zamocowaniu w miejscu wbudowania.
- 11) Zasięg żurawia musi być o min. 0,5 m większy od położenia środka masy montowanego elementu lub miejsca układanego ładunku.

#### **4.4. Przemurowanie kominów**

W ramach prac remontowych przewidziano również przemurowanie kominów ponad dachem. Ponad dachem oraz ewentualnie uszkodzone fragmenty kominów na piętrze (do poziomu nie uszkodzonego muru kominowego) przemurować z wykorzystaniem cegły klinkierowej w kolorze naturalnym czerwonym o kl. min. 20Mpa na zaprawie M7. Przed rozbiórką kominów ponad dachem należy wykonać szczegółowe szkice inwentaryzacyjne umożliwiające odtworzenie kominów wg kształtu kominów istniejących. W wysokości stropodachu należy wykonać nowe tynki – cementowo – wapienne.

#### **4.5. Pokrycie dachu papą termozgrzewalną**

Nowe poszycie dachu należy wykonać z płyt OSB III gr. 22 mm łączonych na wpust - pióro. Następnie należy wykonać nowe pokrycie z papy termozgrzewalnej modyfikowanej elastomerami SBS. Pokrycie należy wykonać jako dwuwarstwowe. Warstwę podkładową wykonać z papy asfaltowej podkładowej gr. 4mm na osnowie z włókien szklanych lub poliestrowych. Drugą warstwę wykonać z papy asfaltowej wierzchniego krycia gr. 5,2mm na osnowie z włókien szklanych lub poliestrowych. Należy zastosować papy zachowujące elastyczność w temp. min. -20°C.

##### **Zasady wykonywania prac związanych z wymianą pokrycia z papy**

- Prace należy wykonywać zachowując szczególną ostrożność, dokładnie przestrzegać przepisów bezpieczeństwa pracy i przeciwpożarowych. Termin wymiany pokrycia należy tak zaplanować, aby w tym okresie nie doszło do zawilgocenia konstrukcji dachowej. W razie nagłej zmiany pogody, więźbę należy zabezpieczyć przed opadami atmosferycznymi. Stemplowania i rusztowania rozmieszczać wyłącznie na elementach nośnych konstrukcji dachu.
- Przed przystąpieniem do wykonywania nowego pokrycia należy dokonać wyboru odpowiednich materiałów oraz zdecydować o konieczności i rodzaju dodatkowej wentylacji (szczególnie przy remoncie starych pokryć papowych).
- Przed przystąpieniem do pracy należy precyzyjnie rozplanować rozłożenie poszczególnych pasów papy na powierzchni dachu. Wskazane jest wykonanie podręcznego projektu pokrycia z rozplanowaniem pasów papy. Dokładne zaplanowanie prac na dachu pozwoli na optymalne wykorzystanie posiadanych materiałów.

- Prace z użyciem pap zgrzewalnych można prowadzić w temperaturze nie niższej niż 0°C w przypadku używania pap zgrzewalnych modyfikowanych i nie niższej niż +5°C w przypadku stosowania pap zgrzewalnych oksydowanych. Temperaturę stosowania pap zgrzewalnych modyfikowanych można obniżyć do 5°C pod warunkiem, że rolki papy będą magazynowane w pomieszczeniach ogrzewanych (ok. +20°C) i wynoszone na dach bezpośrednio przed zgrzaniem.
- Nie należy prowadzić prac dekarских w przypadku zawilgocenia powierzchni dachu, jej oblodzenia i podczas opadów atmosferycznych oraz przy silnym wietrze.
- Roboty dekarские rozpoczyna się od osadzenia dybli i innego oprzyrządowania a także od wstępnego wykonania obróbek detali dachowych (ogniomurów, kominów, włazów itp.) z zastosowaniem papy termozgrzewalnej podkładowej.
- Przy małych spadkach dachu papy należy zgrzewać pasami równoległymi do okapu.
- W celu zgrzania rolki papy do podłoża należy ją rozwinąć w miejscu, w którym będzie zgrzewana, a następnie po przymiarce (z uwzględnieniem zakładu) i ewentualnym koniecznym przycięciu zwinąć ją z dwóch końców do środka. Miejsca zakładów na ułożonym wcześniej pasie papy (z którym łączona będzie rozwijana rolka) należy podgrzać palnikiem i przeciągnąć szpachelką w celu wtopienia posypki w bitum. Wciśnięcia bitumu należy dokonać na całej szerokości zakładu tj. na 10 cm.
- Zasadnicza operacja układania papy zgrzewalnej polega na rozgrzaniu palnikiem podłoża oraz spodniej warstwy papy aż do momentu zauważalnego wycieku asfaltu z jednoczesnym powolnym i równomiernym rozwijaniem rolki. Pracownik wykonuje tę czynność cofając się przed rozwijaną rolką. Miara jakości zgrzewu jest wypływ masy asfaltowej o szerokości 0,5÷1,0 cm na całej długości zgrzewu. W przypadku gdy wypływ nie pojawi się samoistnie wzdłuż brzegu rolki należy docisnąć zakład używając wálka dociskowego z silikonową rolką. Siłę docisku rolki do papy należy tak dobrać aby pojawił się wypływ masy o żądanej szerokości. Silny wiatr lub zmienna prędkość przesuwania rolki może powodować zbyt duży lub niejednakowej szerokości wypływ masy. Brak wypływu masy asfaltowej świadczy o niefachowym zgrzaniu papy.
- Zakłady wzdłuż rolki powinny mieć szerokość 10 cm, zakłady poprzeczne ok. 12 cm. Zakłady powinno się wykonać ze szczególną starannością. Po ułożeniu kilku rolek i ich wystudzeniu należy sprawdzić prawidłowość wykonania zgrzewów obserwując pojawienie się wypływu masy asfaltowej. Miejsca źle zgrzane należy podgrzać po uprzednim odchyleniu papy i ponownie skleić. Miejsca wypływów masy można posypać posypką w kolorze pokrycia w celu poprawienia estetyki dachu.
- Przy wykonywaniu zakładów poprzecznych papy należy pamiętać o ich przesunięciu tak, aby na dwóch sąsiednich pasach nie wypadły one w jednej linii. Również należy pamiętać o konieczności przesunięcia o połowę szerokości rolki zakładów podłużnych w warstwie papy podkładowej i wierzchniego krycia. Aby uniknąć zgrubień papy na zakładach zaleca się przycięcie narożników układanych pasów papy leżących na spodzie zakładu pod kątem 45°.
- Przepisy BHP obowiązujące podczas wykonywania prac dekarских nie są przedmiotem niniejszego opracowania i powinny być ogólnie znane. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę na przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące pracowników przy pracach na wysokości i na przepisy przeciwpożarowe. Pracownicy powinni być zaopatrzeni w odpowiednią odzież roboczą i obuwie o grubej podeszwie z protektorami oraz w rękawice i sprzęt zabezpieczający przy pracach na wysokości.

#### 4.6. Obróbki blacharskie, rynny i rury spustowe

Wszystkie elementy blacharskie - pas nadrynnowy i obróbki szczytowych krawędzi dachu (wiatrownice) wykonać należy z blachy tytanowo - cynkowej gr. 0,55mm. Rynny Ø150 i rury spustowe Ø 120 lub 125mm również wykonać z blachy tytanowo - cynkowej.

Listwy mocujące obróbki z papy do kominów i attyk systemowe aluminiowe.

## **5. Prace związane z naprawą ścian i remontem elewacji**

### **5.1. Prace przygotowawcze**

Do prac przygotowawczych należy odpowiednia organizacja i przygotowanie terenu, na którym prowadzone będą prace, wykonanie daszków zabezpieczających oraz ustawienie rusztowań.

### **5.2. Opis wykonania napraw ścian zewnętrznych i wewnętrznych**

W celu naprawy powstałych rys i spękań ścian o szerokości większej niż 1,5 zastosować należy system napraw i wzmocnienia polegający na wklejeniu w kolejne bruzdy prętów ze stali nierdzewnej na całej długości powstałej rysy. Zastosować do wykonania „zszycia” muru system wzmocniania konstrukcji Statical, Helifix lub równoważny. Powyższą metodę wykonania napraw wybrano ze względu na sposób wykończenia elewacji cegłą klinkierową – umożliwia on wykonanie napraw w spoinach między ceglami licowymi, tak by nie uszkodzić elementów ceramicznych.

System ten polega na wprowadzeniu w spoinę (bruzdę) poziomych prętów ze stali nierdzewnej austenitycznej 304.

Rozmieszczenie prętów na elewacjach pokazano na rysunkach 02 – 03.

W sposób analogiczny należy naprawić pęknięcia ścian wewnętrznych, szczególnie w miejscu oparcia płatwi stalowej konstrukcji dachu!

Aby wykonać takie połączenie należy:

- wyciąć szczeliny w poziomych spoinach na głębokość 35-50 mm i długość około 600 mm po obu stronach rysy. Pionowe odstępy między kolejnymi prętami wynoszą 300 - 400 mm (ok. 3 - 4 warstw cegieł);
- wyczyścić szczeliny sprężonym powietrzem lub odkurzaczem i splukać dokładnie wodą;
- wstrzyknąć warstwę zaprawy Stati-Cal 30N (HeliBond MM2, lub systemową równoważną), o grubości około 10 mm, w głąb szczeliny wcisnąć w zaprawę pręt STATIbar (HeliBar lub równoważnych) o średnicy 6 mm, uzyskując jego dobre i równe pokrycie zaprawą. Pręt powinien być zamocowany w murze na odcinkach minimum 500 mm po obu stronach pęknięcia. Jeśli pęknięcie występuje w odległości 300 mm lub mniejszej od naroża pręt winien być zamocowany na odcinku przynajmniej 500 mm w przyległej ścianie;
- nałożyć kolejną warstwę zaprawy i wepchnąć ją szpachelką w głąb spoiny przykrywając odkryte powierzchnie pręta;
- wypełnić ewentualne nierówności;
- rysę należy wypełnić na całej długości zaprawą do spoinowania CRACKBOND TE lub uszczelniaczem poliuretanowym np. firmy Sika – Sikaflex 11FC (alternatywnie można zastosować zaprawę Kerabuild Epoadesivo firmy KERAKOLL lub inną o porównywalnych parametrach technicznych);

Zarysowania ścian o szerokości 0,3 do 1,5mm należy naprawić przez sklejenie. Sklejenie rys wykonać należy metodą iniekcji, która winna być prowadzona specjalistycznym sprzętem (pompa niskociśnieniowa, pakery i lance) dobranym parametrami do zastosowanego materiału. Iniekcję wykonać zgodnie z zaleceniami firmowymi poprzez pakery Ø13 mm. Stosować pakery wklejane krzyżowo co ok. 20 cm na długości rysy. Przed montażem pakerów wytrasować i poszerzyć rysy, usunąć skorodowane spoiny na głębokość 2÷3 cm, nawiercić otwory iniekcyjne i przedmuchać je powietrzem bez oleju.

Materiał iniekcyjny powinien mieć następujące cechy: kompatybilność z materiałami konstrukcyjnym zarysowanego elementu, płynność iniekcijną, brak sedimentacji, możliwie niski skurcz, przyczepność na poziomie 2÷3 MPa i maksymalny wymiar ziarna wypełniacza równy 1/5 szerokości rysy. Warunki takie spełniają np. materiały:

- Centicrete UF i Centicrete FB (MC BauChemie),
- Trass-Kalk-Verpressmortel guelfahing GM
- Mineralna zaprawa iniekcyjna Ceresit.

Dopuszcza się zastosowanie innego materiału, równoważnego pod względem cech technicznych i użytkowych.



W ramach prac remontowych należy wykonać również ponowny naciąg istniejących ściągów na klatce schodowej. W przypadku braku możliwości wykonania wtórnego naciągu należy wyciąć odcinki ściągów o długości ok 50 cm. W miejsce usuniętych prętów wspawać należy śruby rzymskie umożliwiające ponowny naciąg ściągów, a następnie elementy stalowe oczyścić z korozji i zabezpieczyć antykorozyjnymi powłokami malarskimi.

### **5.3. Oczyszczenie i naprawa elementów z cegły licowej**

Powierzchni ceramiczne elewacji należy dokładnie oczyścić metodą chemiczną łączoną z piaskowaniem niskociśnieniowym. Po chemicznym oczyszczeniu powierzchnię cegły należy umyć gorącą wodę pod dużym ciśnieniem ze środkami czyszczącymi ulegającymi biodegradacji. Dopuszcza się zastosowanie innych, atestowanych metod oczyszczenia powierzchni cegły.

Uszkodzenia powierzchni cegieł należy uzupełnić specjalistyczną zaprawą do uzupełniania ubytków w cegle np.: Ceresit CR 43, SEM firmy Sievert lub innej o porównywalnych parametrach technicznych. Przed przystąpieniem do właściwych prac, metodą prób, należy dobrać na budowie kolor zaprawy poprzez dodanie pigmentu proszkowego.

Należy również oczyścić fugi ze zwiertzałej zaprawy i wykonać spoinowanie. W przypadku znacznych uszkodzeń należy wykuć wszystkie spoiny na głębokość 2-3cm i wykonać spoinowanie.

### **5.4. Wymiana uszkodzonych tynków detali elewacji i tynków cokołów**

Na elewacji południowej i wschodniej zachowane są wykonane w tynku elementy dekoracyjne elewacji – obramienia i pływiny nad okienne. Tynki odspojone i słabo przylegające elementów dekoracyjnych należy skuć. Należy także usunąć w całości tynki na cokołach w całości (zaprojektowano ich zastąpienia tynkami renowacyjnymi). Powierzchnie ścian dokładnie oczyścić przy użyciu stalowych szczotek. Spoiny między ceglami należy usunąć na głębokość ok. 3 - 4 cm. W przypadku stwierdzenia uszkodzeń powierzchni cegieł uszkodzone elementy ściany również należy usunąć.

Po oczyszczeniu i zmyciu podłoża wodą pod ciśnieniem uszkodzone fragmenty cegieł oraz spoiny wypełnić renowacyjną zaprawą naprawczą – wyrównawczą Kreisel 940, zaprawą do spoinowania Baumit SFM 98 lub podobną o nie gorszych parametrach technicznych.

Następnie w miejscu usuniętych tynków wykonać obrzutkę z zaprawy renowacyjnej Kreisel 910 lub innego producenta o nie gorszych parametrach technicznych. Zaprawę należy nanieść równomiernie na ok. 50% powierzchni za pomocą kielni tynkarskiej, przy zachowaniu grubości warstwy do 5mm.

Wszystkie prace prowadzone na zewnątrz należy wykonywać przy bezdeszczowej pogodzie, niezbyt dużym nasłonecznieniu i słabym wietrze. W przypadku konieczności prowadzenia prac w warunkach niesprzyjających, należy zastosować odpowiednie osłony, ograniczające wpływ czynników atmosferycznych. Produkt należy zawsze stosować w temperaturze od +5°C do +25°C. W okresie twardnienia należy zachować temperaturę min +5°

Na wykonanej obrzutce należy wykonać nowe tynki przy użyciu renowacyjnej zaprawy tynkarskiej Kreisel 922. Jest to biały, drobnoziarnisty, tynk wapienno-cementowy tynk, 10-20 mm, przeznaczony do mechanicznego lub ręcznego wykonywania tynków renowacyjnych w miejscach nisko, średnio i wysoko obciążonych solami. Nie ogranicza paroprzepuszczalności. Hydrofobowy, o wysokiej porowatości. Magazynuje krystalizujące sole. Zgodny z wytycznymi WTA.

Zaprawę należy nanieść, wyrównać i zatrzeć odpowiednią pacą. W czasie prowadzenia prac i wysychania chronić przed mrozem, opadami, zbyt wysoką temperaturą i silnym wiatrem. Zaprawę należy nanieść równomiernie na całą tynkowaną powierzchnię. Następnie tynk wyrównać łatą typu H ściągając nadmiar zaprawy tynkarskiej prostopadłe do kierunku nakładania. Tak obrobioną powierzchnię pozostawić do wstępnego związania tynku (ok. 1,5h). Po tym czasie należy ścinać tynk łatą trapezową, aż do uzyskania równej powierzchni. Tynk powinien być na tyle związany, aby łata trapezowa nie rwała go, lecz powodowała jego osypywanie. Kolejnym etapem jest zacieranie powierzchni tynku pacą styropianową z gąbką lub filcem. Moment przystąpienia do zacierania należy określić doświadczalnie.

Prace związane z naprawą uszkodzeń należy prowadzić z zachowaniem przerw technologicznych przewidzianych przez producenta materiałów.

W pasie szerokości 75cm przy naprawionych zarysowaniach tynki uzupełnić należy renowacyjną zaprawą naprawczą – wyrównawczą Kreisel 940.

#### **5.5. Renowacja i odtworzenie obramień okiennych oraz gzymsów.**

Uszkodzenia obramień okiennych i gzymsów należy poddać renowacji z wykorzystaniem zapraw sztukatorskich przeznaczonych do renowacji obiektów zabytkowych.

Uszkodzenia i ubytki należy uzupełnić materiałem sztukatorskim o drobnym ziarnie nadającym się do zastosowania zewnętrznego np. Baumit Stuccoco Mono SM 86. Krawędzie starannie cyzelować.

Gzymsy poziome - elementy proste odtworzyć szablonem na prowadnicach za pomocą zaprawy do wytwarzania profili ciągnionych (materiał j.w.). Krawędzie starannie cyzelować.

#### **5.6. Wykończenie powierzchni tynków**

Na całej powierzchni detali tynkowanych należy warstwę wyrównawczą np. za pomocą Kreisel Szpachli Remontowej 952 (zawierającej włókna mostkujące rysy skurczowe) lub innej o równoważnych parametrach technicznych. Przed ułożeniem warstwy szpachli powierzchnię elewacji zagruntować Gruntolitem-SG 302 lub Remont Gruntem 950.

#### **5.7. Malowanie elementów tynkowanych**

Przed malowaniem powierzchnię tynkowaną należy zagruntować środkiem gruntującym Gruntolit-SG-302 przeznaczonym pod farby silikatowe. Środek gruntujący nanosić wałkiem, pędzlem lub metodą natryskową. Przeciętny czas wysychania wynosi 24 godziny. W czasie nakładania i wysychania należy chronić przed opadami, nasłonecznieniem, wiatrem i mrozem. Zaleca się stosowanie osłon na rusztowaniach. Unikać nadmiernego gruntowania.

Następnie tynki należy dwukrotnie malować elewacyjną farbą silikonową Kreisel 003 (lub podobną o równoważnych parametrach technicznych) zgodnie z kolorystyką przedstawioną na rysunkach 02 i 03. Farbę nanosić wałkiem, pędzlem lub metodą natryskową. Przeciętny czas wysychania jednej warstwy wynosi 12 godzin. Malować w sposób ciągły na jednej płaszczyźnie, nie dopuszczając do wyschnięcia części farby w celu uniknięcia widocznych połączeń. Na jednej płaszczyźnie używać farby z jednej partii produkcyjnej. Kolejną warstwę farby nanosić po minimum 12 godzinach wysychania poprzedniej. Niekorzystne warunki (wysoka wilgotność, niska temperatura) mogą znacznie wydłużyć czas schnięcia.

#### **5.8. Podokienniki ceramiczne**

Po oczyszczeniu uszkodzenia oryginalnych podokienników ceramicznych uzupełnić zaprawą naprawczą jak dla ścian z cegły licowej. Następnie wykonać spoinowanie i hydrofobizację wszystkich oryginalnych elementów.

Podokienniki brakujące i w miejscu podokienników wymienionych na granitowe wykonać nowe podokienniki z kształtek parapetowych w kolorze jak dla podokienników istniejących (po oczyszczeniu).

#### **5.9. Renowacja stolarki drzwiowej**

Renowację drewnianej stolarki drzwiowej przeprowadzić należy w wyspecjalizowanym w takich pracach zakładzie stolarskim. Po usunięciu powłok malarskich i lakierniczych należy naprawić lub wymienić uszkodzone elementy skrzydeł drzwiowych. Odtworzyć należy wszystkie elementy dekoracyjne skrzydła na podstawie zdemontowanych elementów oryginalnych. Naprawę ramy należy wykonać na miejscu, bez jej demontażu. Stolarkę zaimpregnować i wykończyć lakiero – bejcą zabezpieczającą drewno przed działaniem słońca (odporność na promieniowanie UV), wody, śniegu i mrozu. Po zaimpregnowaniu malowanie stolarki farbą kryjącą z zachowaniem historycznej kolorystyki zidentyfikowanej podczas usuwania istniejących powłok malarskich. Po

wykonaniu prac naprawczych ponownie zamontować i wyregulować skrzydła drzwiowe i zamontować klamkę wyposażoną w zamek elektro – magnetyczny do domofonu.

## 6. Obliczenia więźby dachowej

### 6.1. Obciążenia stałe

#### 6.1.1. Pokrycie dachu poniżej strychu

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\psi_f$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Papa na deskowaniu pełnym	0,350		
2.	Folia dachowa	0,010		
3.	Docieplenie wełna mineralną 20cm 0,2 0x0,3kN/m <sup>3</sup> =	0,060		
4.	Paroizolacja	0,010		
5.	Sufit powieszony na ruszcie stalowym 2xGKFI 15mm	0,300		
$\Sigma$ :		<b>0,73</b>	<b>1,35</b>	<b>0,99</b>

#### 6.1.2. Ciężar krokwi.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\psi_f$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Ciężar krokwi 8x20 [0,08x0,20x5,0/1,0] =	0,08		
$\Sigma$ :		<b>0,08</b>	<b>1,35</b>	<b>0,11</b>

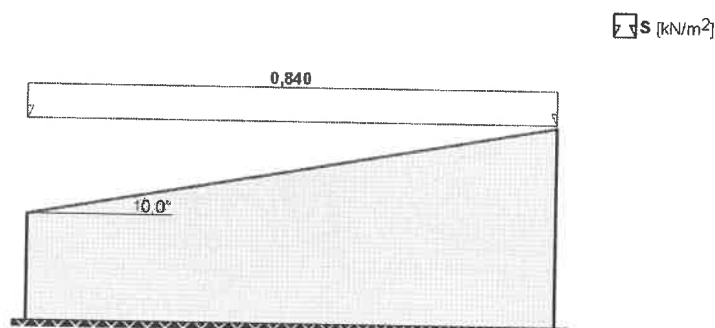
### 6.2. Obciążenia zmienne technologiczne wg EN 1991-1-1

#### 6.2.1. Obciążenie użytkowe stropu strychu

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\psi_f$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne stropu [0,50kN/m <sup>2</sup> ]	0,50	1,50	0,75
$\Sigma$ :		<b>0,50</b>	<b>1,50</b>	<b>0,75</b>

### 6.3. Obciążenia zmienne klimatyczne

#### 6.3.1. Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 Dachy jednopołaciowe



#### Połąc dachowa:

- Dach jednopołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
  - strefa obciążenia śniegiem 1; A = 151 m n.p.m.
  - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,343 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2$   $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne

- brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci @ przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
  - teren normalny  $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny  $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\alpha = 10,0^\circ$
  - $m_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = m_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_0 = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = 0,560 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot g_f = 0,560 \cdot 1,5 = 0,840 \text{ kN/m}^2$$

6.3.2. Obciążenie śniegiem w strefie akumulacji EN 1991-1-3:2003 pkt. 6,2

- **Sytuacja trwała i przejściowa – atyki**

Współczynnik kształtu dachu:  $\mu_2 = 2 \cdot h / s_k$

Wysokość atyki:  $h = 1,13 \text{ m}$

Zasięg zasp śnieżnych  $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 1,13 = 2,26 \text{ m} \rightarrow l_s = 5,0 \text{ m} \quad (5,0 \text{ m} \leq l_s \leq 15,0 \text{ m})$

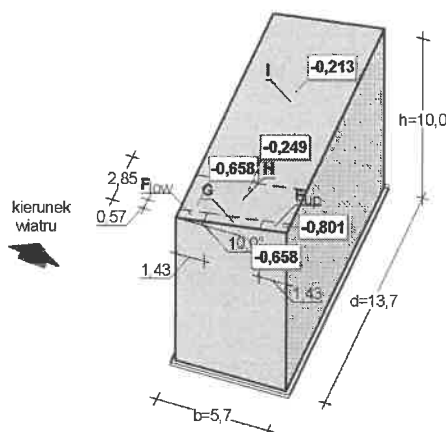
$$C_2 = \mu_2 = \frac{2 \cdot h}{s_k} = \frac{2 \cdot 1,13}{0,7} = 3,23, \quad 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,00 \quad \text{stąd:} \quad C_2 = \mu_2 = 2,00$$

$$0,7 \cdot 2,00 =$$

$S_k$	$\gamma_f$	$S$
1.400 kN/m <sup>2</sup>	1.5	2.100 kN/m <sup>2</sup>

6.3.3. Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy jednospadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.4) – część dłuższa

$F_{w,e}$  [kN/m<sup>2</sup>]



- Dach jednospadowy o wymiarach:  $b = 5,7 \text{ m}$ ,  $d = 13,7 \text{ m}$ , kąt nachylenia połaci  $\alpha = 10,0^\circ$
- Budynek o wysokości  $h = 10,0 \text{ m}$
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 5,7 \text{ m}$
- Wiatr wiejący na ścianę szczytową ( $\theta = 90^\circ$ )
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 151 m n.p.m.

$v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$  (wg załącznika krajowego)

- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu IV  $\rightarrow z_0 = 1,0 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 10 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 10,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii:  $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji:  $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu:  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,234$
- Współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,234 \cdot \ln(10,00/1,0) = 0,54$  (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 11,87 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,434$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 355,8 \text{ Pa} = 0,356 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{scd} = 1,000$

**Połąć - pole Fup:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -2,250$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-2,250) = -0,801 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole Flow:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,850$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,850) = -0,658 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole G:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,850$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,850) = -0,658 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole H:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

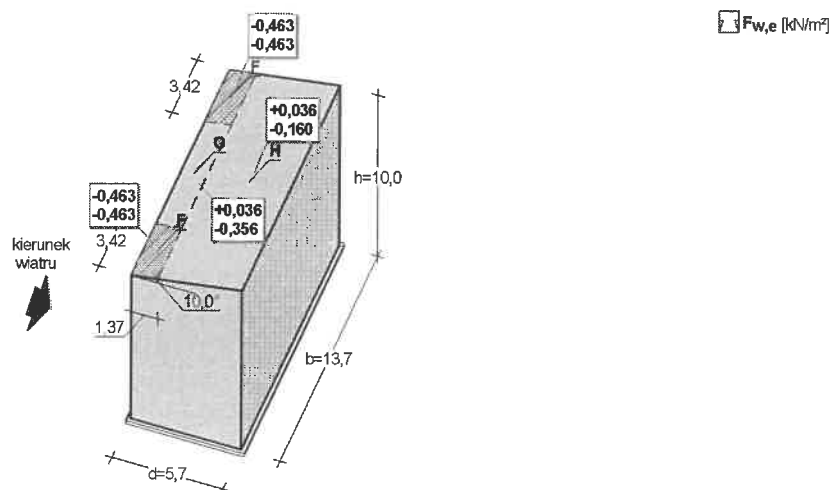
$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-0,700) = -0,249 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole I:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,600$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-0,600) = -0,213 \text{ kN/m}^2$$



- Dach jednospadowy o wymiarach:  $b = 13,7$  m,  $d = 5,7$  m, kąt nachylenia połaci  $\alpha = 10,0^\circ$
- Budynek o wysokości  $h = 10,0$  m
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 13,7$  m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną niższą ( $\theta = 0^\circ$ )
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 151$  m n.p.m.  
 $v_{b,0} = 22$  m/s (wg załącznika krajowego)
- 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
- Kategoria terenu IV  $\rightarrow z_0 = 1,0$  m,  $z_{min} = 10$  m
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 10,00$  m
- Współczynnik orografii:  $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji:  $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu:  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,234$
- Współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,234 \cdot \ln(10,00/1,0) = 0,54$  (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 11,87$  m/s
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,434$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 355,8$  Pa = 0,356 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_s c_d = 1,000$

#### Połąć - pole F - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,300) = -0,463 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole F - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,300) = -0,463 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot 0,100 = 0,036 \text{ kN/m}^2$$



**Połąć - pole F:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -2,400$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-2,400) = -0,854 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole G:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,3) = -0,463 \text{ kN/m}^2$$

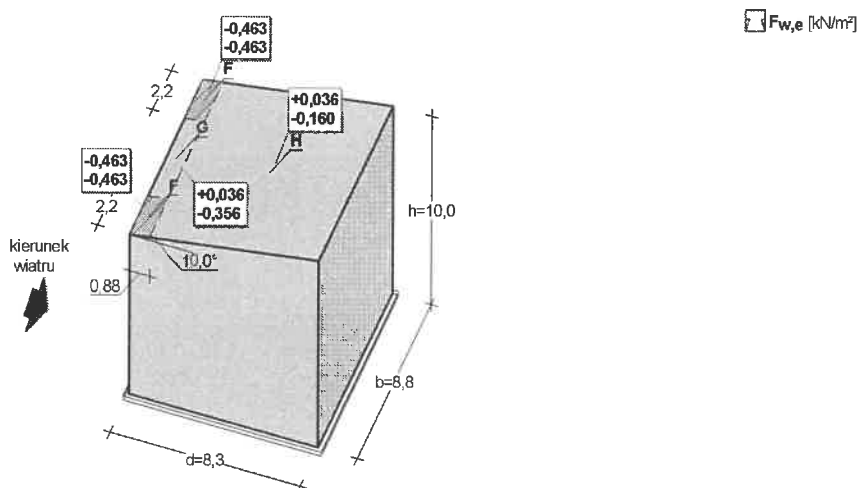
**Połąć - pole H:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,850$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-0,850) = -0,302 \text{ kN/m}^2$$

**6.3.4. Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy jednospadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.4) -część krótsza**



- Dach jednospadowy o wymiarach:  $b = 8,8 \text{ m}$ ,  $d = 8,3 \text{ m}$ , kąt nachylenia połaci  $\alpha = 10,0^\circ$

- Budynek o wysokości  $h = 10,0 \text{ m}$

- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,8 \text{ m}$

- Wiatr wiejący na ścianę boczną niższą ( $\theta = 0^\circ$ )

- Obliczany element: element konstrukcyjny

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 151 \text{ m n.p.m.}$

$v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$  (wg załącznika krajowego)

- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$

- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$

- Kategoria terenu IV  $\rightarrow z_0 = 1,0 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 10 \text{ m}$

- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 10,00 \text{ m}$

- Współczynnik orografii:  $c_o(z_e) = 1$

- Współczynnik turbulencji:  $k_1 = 1,0$

- Współczynnik terenu:  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,234$

- Współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,234 \cdot \ln(10,00/1,0) = 0,54$  (wg p.4.3.2 normy)

- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 11,87 \text{ m/s}$



- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = k_1 / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{\min}/z_0)) = 0,434$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = [1+7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 355,8 \text{ Pa} = 0,356 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{scd} = 1,000$

**Połąć - pole F - parcie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,300) = -0,463 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole F - ssanie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,300) = -0,463 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole G - parcie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot 0,100 = 0,036 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole G - ssanie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,000$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,000) = -0,356 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole H - parcie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot 0,100 = 0,036 \text{ kN/m}^2$$

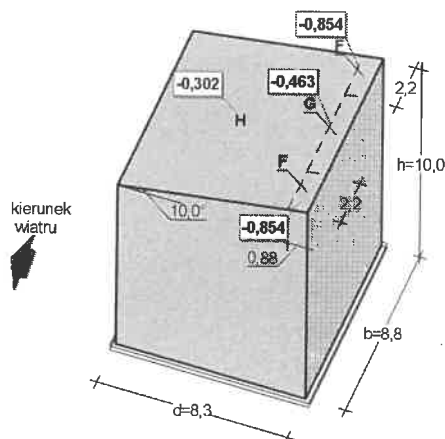
**Połąć - pole H - ssanie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,450$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-0,450) = -0,160 \text{ kN/m}^2$$

  $F_{w,e} \text{ [kN/m}^2\text{]}$



- Dach jednospadowy o wymiarach:  $b = 8,8 \text{ m}$ ,  $d = 8,3 \text{ m}$ , kąt nachylenia połaci  $\alpha = 10,0^\circ$
- Budynek o wysokości  $h = 10,0 \text{ m}$

- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,8 \text{ m}$
- Wiatr wiejący na ścianę boczną wyższą ( $\theta = 180^\circ$ )
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 151 \text{ m n.p.m.}$   
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$  (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu IV  $\rightarrow z_0 = 1,0 \text{ m}, z_{min} = 10 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 10,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii:  $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji:  $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu:  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,234$
- Współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,234 \cdot \ln(10,00/1,0) = 0,54$  (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 11,87 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,434$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 355,8 \text{ Pa} = 0,356 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{scd} = 1,000$

#### Połąć - pole F:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -2,400$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-2,400) = -0,854 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,3) = -0,463 \text{ kN/m}^2$$

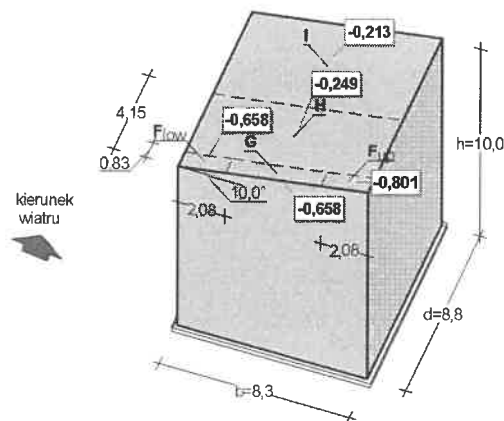
#### Połąć - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,850$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-0,850) = -0,302 \text{ kN/m}^2$$

  $F_{w,e} \text{ [kN/m}^2\text{]}$



- Dach jednospadowy o wymiarach:  $b = 8,3 \text{ m}, d = 8,8 \text{ m}$ , kąt nachylenia połaci  $\alpha = 10,0^\circ$

- Budynek o wysokości  $h = 10,0$  m
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,3$  m
- Wiatr wiejący na ścianę szczytową ( $\theta = 90^\circ$ )
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 151$  m n.p.m.  
 $v_{b,0} = 22$  m/s (wg załącznika krajowego)
- 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
- Kategoria terenu IV  $\rightarrow z_0 = 1,0$  m,  $z_{min} = 10$  m
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 10,00$  m
- Współczynnik orografii:  $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji:  $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu:  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,234$
- Współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,234 \cdot \ln(10,00/1,0) = 0,54$  (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 11,87$  m/s
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,434$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 355,8$  Pa = 0,356 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{scd} = 1,000$

#### Połąć - pole Fup:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -2,250$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-2,250) = -0,801 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole Flow:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,850$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,850) = -0,658 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,850$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-1,850) = -0,658 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-0,700) = -0,249 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,600$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,356 \cdot (-0,600) = -0,213 \text{ kN/m}^2$$

## 6.4. WYNIKI OBLICZEŃ

### 6.4.1. Krokiew K-1

#### DANE:

Wymiary przekroju:                      przekrój prostokątny

Szerokość                       $b = 10,0$  cm

Wysokość  $h = 22,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach  $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

®  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 7,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 0,90 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 1,00 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 2,80 \text{ m}$

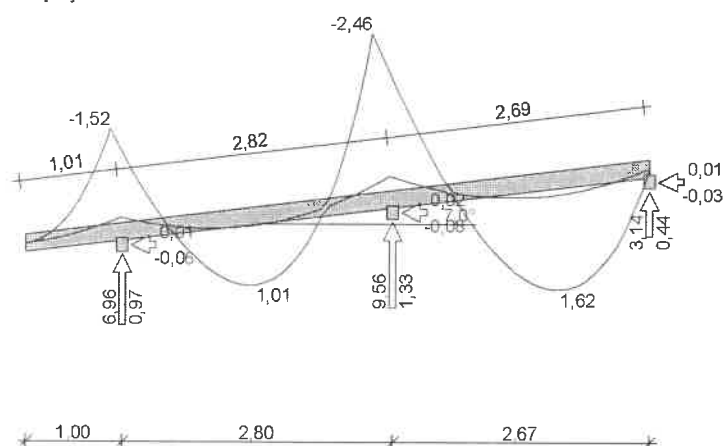
Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 2,67 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,720 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej;  $g_f = 1,35$
- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie śniegiem  $S_k = 1,000 \text{ kN/m}^2$  rzutu połaci dachowej,  $g_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru  $p_k = 0,036 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $g_f = 1,50$
- obciążenie ssaniem wiatru  $p_k = -0,160 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $g_f = 1,50$
- obciążenie użytkowe  $p_{ik} = 0,500 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej na całej krokwi;  $g_f = 1,50$

**WYNIKI:**

— M [kNm]  
— R [kN]



Zginanie

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -2,46 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$s_{m,y,d} = 4,08 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,369 < 1$$

Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{fin} = 1,17 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 13,45 \text{ mm} \quad (8,7\%)$$

#### 6.4.2. Krokiew K-2

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 22,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

Ⓢ  $f_{m,k} = 24$  MPa,  $f_{t,0,k} = 14$  MPa,  $f_{c,0,k} = 21$  MPa,  $f_{v,k} = 2,5$  MPa,  $E_{0,mean} = 11$  GPa,  $\rho_k = 350$  kg/m<sup>3</sup>

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 7,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 0,90$  m

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 1,00$  m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 4,23$  m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 4,02$  m

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,720$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej;  $g_f = 1,35$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem  $S_k = 1,000$  kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej,  $g_f = 1,50$

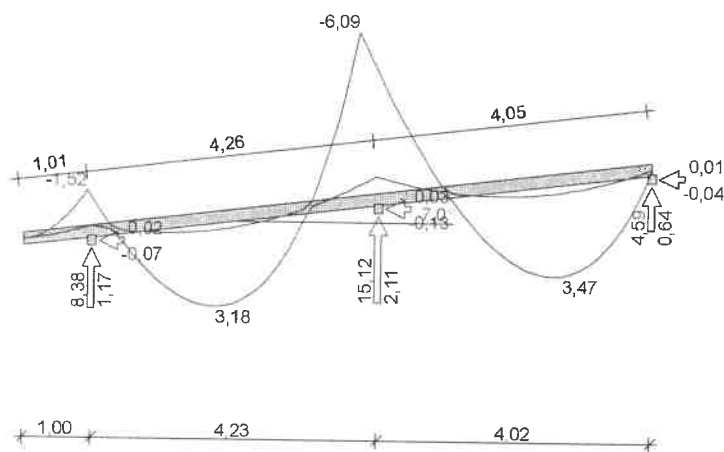
- obciążenie parciem wiatru  $p_k = 0,036$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $g_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru  $p_k = -0,160$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $g_f = 1,50$

- obciążenie użytkowe  $p_{kk} = 0,500$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej na całej krokwi;  $g_f = 1,50$

**WYNIKI:**

— M [kNm]  
— R [kN]



Zginanie

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$M_{podp} = -6,09$  kNm

Warunek nośności - podpora:

$s_{m,y,d} = 10,11$  MPa,  $f_{m,y,d} = 11,08$  MPa

$s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,913 < 1$

Ugięcie (wspornik):

$u_{fin} = (-) 2,81$  mm  $< u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 10,08$  mm (27,9%)

Ugięcie (odcinek górny):

$u_{fin} = 5,06$  mm  $< u_{net,fin} = l / 200 = 20,25$  mm (25,0%)

#### 6.4.3. Krokiew K-4

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 10,0$  cm

Wysokość  $h = 22,0$  cm

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

@  $f_{m,k} = 24$  MPa,  $f_{t,0,k} = 14$  MPa,  $f_{c,0,k} = 21$  MPa,  $f_{v,k} = 2,5$  MPa,  $E_{0,mean} = 11$  GPa,  $\rho_k = 350$  kg/m<sup>3</sup>

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 7,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 0,90$  m

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 1,00$  m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 2,67$  m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 2,94$  m

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,720$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej;  $g_f = 1,35$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem  $S_k = 1,000$  kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej,  $g_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru  $p_k = 0,036$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $g_f = 1,50$

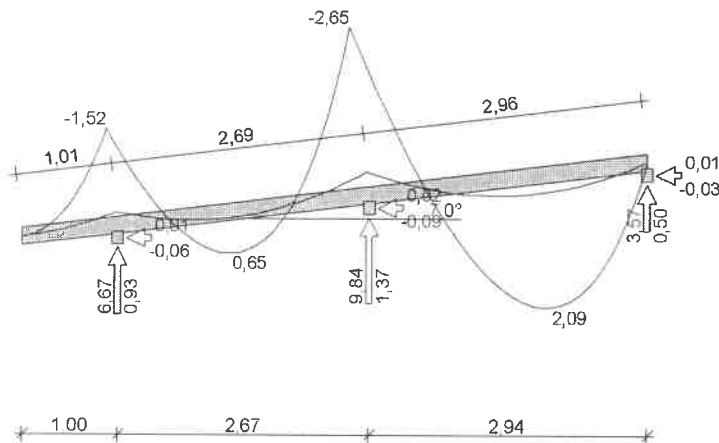
- obciążenie ssaniem wiatru  $p_k = -0,160$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $g_f = 1,50$

- obciążenie użytkowe  $p_{kk} = 0,500$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej na całej krokwi;  $g_f = 1,50$

#### WYNIKI:

— M [kNm]

— R [kN]



#### Zginanie

decyduje kombinacja A (obc.stałe max. + ocieplenie + śnieg + wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -2,65 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$s_{m,y,d} = 4,40 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,397 < 1$$

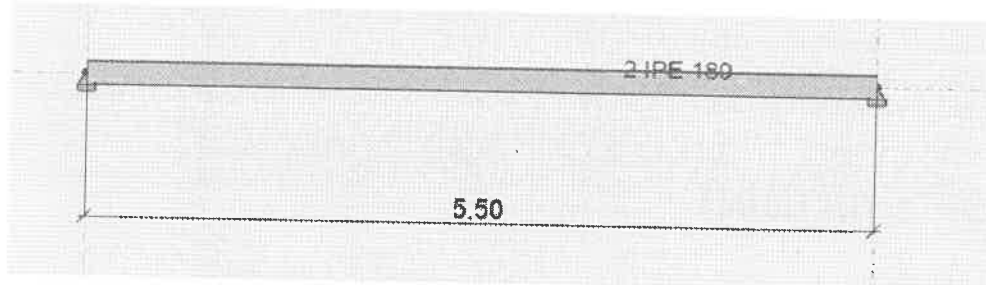
Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{fin} = 1,89 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 14,81 \text{ mm} \quad (12,8\%)$$

#### 6.4.4. Płatew stalowa poz. PS-2

Przeprowadzono analizę dla podciagu o największej rozpiętości, który zbiera obciążenia z największej powierzchni.

Schemat statyczny:



Obciążenia:

Przypadek	Typ obciążenia	Lista	Wartość obciążenia (m) (kN) (Deg)
1:STA1	ciężar własny	1	' PZ Minus Wsp=1,00
2:pokrycie	obciąż. jednorodne	1	' PZ=-3,40(kN/m)
3:uzytkowe	obciąż. jednorodne	1	' PZ=-2,20(kN/m)
4:śnieg	obciąż. jednorodne	1	' PZ=-4,20(kN/m)
5:wiatr parcie	obciąż. jednorodne	1	' PZ=-0,15(kN/m)

Wyniki obliczeń

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia:  $40 \text{ SGN}/35 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$   
 $(1+2) \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: 2 IPE 180**

$h=18.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=18.2 \text{ cm}$	$A_y=30.42 \text{ cm}^2$	$A_z=17.38 \text{ cm}^2$	$A_x=47.80 \text{ cm}^2$
$t_w=0.5 \text{ cm}$	$I_y=2640.00 \text{ cm}^4$	$I_z=1191.58 \text{ cm}^4$	$I_x=1120.87 \text{ cm}^4$
$t_f=0.8 \text{ cm}$	$W_{ply}=332.83 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=217.49 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$M_{y,Ed} = 49.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $M_{y,pl,Rd} = 78.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $M_{y,c,Rd} = 78.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $M_{b,Rd} = 72.86 \text{ kN}\cdot\text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$	$M_{cr} = 935.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Krzywa,LT - d	$X_{LT} = 0.93$
$L_{cr,upp}=5.50 \text{ m}$	$\lambda_{m\_LT} = 0.29$	$f_{i,LT} = 0.58$	

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

---

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$M_y, Ed / M_y, c, Rd = 0.63 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$M_y, Ed / M_b, Rd = 0.68 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

---

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia :**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/250.00 = 2.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 48 SGU:CHR/1=1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*1.00 + 5\*0.60 + 4\*0.50  
(1+2+3)\*1.00+5\*0.60+4\*0.50

$$u_z = 2.1 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/250.00 = 2.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 57 SGU:CHR/10=1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*0.70 + 5\*0.60 + 4\*1.00  
(1+2+4)\*1.00+3\*0.70+5\*0.60

---

**KONIEC OBLICZEŃ**

---

Opracował:  
mgr inż. Piotr Kowalewicz